പ്രകൃതിശാസ്ത്രം

A

MALAYALAM

CATECHISM OF PHYSICS

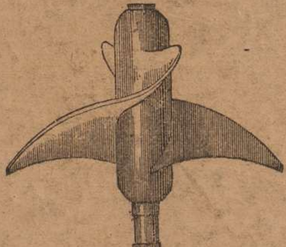
WITH A

REPERTORY IN ENGLISH

BY THE

Rev. L. Johannes Frohnmeyer

in charge of the B. G. Miss. High-School, Calicut.



MANGALORE

BASEL MISSION BOOK AND TRACT DEPOSITORY

1883

Price Rs. 1-8. വില ൧ ക. ൮ ണ.

LS
N12<527909479 021
ubTÜBINGEN

പ്രകൃതിശാസ്ത്രം

A

MALAYALAM

CATECHISM OF PHYSICS

WITH A

REPERTORY IN ENGLISH

BY THE

Rev. L. Johannes Frohnmeyer

in charge of the B. G. Miss. High-School, Calicut.

(Illustrated with 144 Diagrams)

"Non scholæ sed vitæ discimus,"
"Rem tene, verba sequentur."

MANGALORE
BASEL MISSION BOOK AND TRACT DEPOSITORY
1883

PRINTED AT THE BASEL MISSION PRESS.

Ci XIV 1329

To

His Highness

THE

MAHARAJAH OF TRAVANCORE, F.M.U., G.C.S.I.

THIS BOOK

IS

BY PERMISSION

DEDICATED

BY

the Author.

Your Highness,

In laying before the public this little book—the fruit of the very few leisure hours in the daily work of a Missionary in India—and dedicating it to Your Highness a few words of explanation will not be out of place. Your Highness, whose name is so intimately connected with the progress of learning and science in this part of India, has taken such cordial interest in all attempts at the production of a Malayālam literature, that as soon as I decided upon writing a book on Physics in Malayālam, I made up my mind to solicit Your Highness's interest and sympathy. I did so not only to secure for my book Your Highness's approval and patronage, which is highly necessary for a book of this kind written by a foreigner, but also to take advantage of an opportunity to express my deeep respect for Your Highness, the Mecaenas of Malabar, whose aspirations and aims agree in many respects with those of the author of this book—how different soever the spheres of life and the points of view may be.

In justification of my writing a book on Physics *in Malayalam* my opinion has been most eloquently expressed by the Lord Bishop of Lahore (in a lecture on the Lahore University) in the following words: "What I plead for is, let the broad and fair stream of knowledge, which has been swollen from a thousand Eastern and Western affluents in our English literature, be deduced and parted into hundreds of rivulets reaching through the Vernaculars of India to the myriad homes and hearths of the people of this great country. Let no patriotic and public spirited man say, you shall be kept in ignorance of the most pregnant and beneficial discoveries and the most perfect mind-growths of the ages, except you will pass through the gate of the English tongue or some other still less accessible language." It seems to me that no one interested in the Malayālam language and in

the cause of education in this country can feel satisfied with the way in which it is used officially in this country. The spirit of the language and its standard must be impaired, if not only middle and higher education are entirely conducted through the channel of a foreign language, but also if almost the whole spiritual exchange takes place in English, if all the scientific acquisitions and everything above the level of common daily life are communicated through the medium of a language understood only by a few initiated.

The fatal consequences of this state of things are obvious. What the Lord Bishop of Lahore says is really a matter of fact. The gap between those, who have the benefit of English education and the vast number of such as are excluded from education increases every day and, even between such as are joined by natural and the closest and holiest ties, a barrier is raised, which makes spiritual exchange impossible.

Another fatal consequence of this undue predominance of English in our Malabar education seems to me to lie in this, that even with those, to whom English education is accessible, the whole of their knowledge must rest on unsafe ground. One's own language is not a mere accidental thing; it is in a language that the spiritual physiognomy—the peculiarity of a nation—finds expression. Languages cannot be changed like a dress; if done so, much of the genuineness and originality of a nation would be lost. There is much truth in the saying of an ancient philosopher, that with every language we learn, a new soul comes to existence in us; and truly, is not the Malayāli talking in English quite a different person from the same man speaking his native tongue? But fully appreciating the advantage of having different tongues and different sources of knowledge at one's command should not the native tongue and that soul, which constitutes our original self, be cultivated at first? And at a time, in which English is not properly mastered, is it not absolutely necessary, that for an entirely new subject the foundation should be laid in the Vernacular; if not, can we have any guarantee, that the material taught has been assimilated and has become a mental possession? Not only the words even the thoughts and ideas ought to be translated into and moulded in the native tongue. Only after knowledge has become thus a real spiritual possession, we may hope, that erelong it will become a common treasure of the nation, and only then a self-dependent co-operation in scientific investigations can be expected from the educated natives of this country.

The way, in which things are managed now, must prove fatal to the language itself. Educated natives, if asked, why they do not use their Vernacular in public, would tell us, that things cannot be expressed properly in Malayālam. There is no doubt about it, that if fresh material is not introduced into the language, if most of the spiritual work is done in another language, the use of Malayālam being restricted only to house-keeping or bazaar transactions, the language must ultimately be impoverished. But this is no peculiarity of the Malayālam language, the same would take place with English or any other language, if neglected. The same difficulties would occur in every language, as often as a new science is introduced. Let science be taught for some years in the Vernacular and let us ask again, whether there be anything too sublime to be expressed in Malayālam.

Bishop French, in the lecture mentioned above dealt also with the difficulty of teaching physical science in the native language, and he is of opinion, that the difficulty may easily be overcome by importing technical words just as they have been imported into English. As to the new terminology necessary for a first book of this kind not more new words need be introduced than in any other language. In this respect Dr. Gundert's Malayālam Dictionary, a work of which the language might be proud, has been a mine of the most valuable material to me. If one can help it, no English word should be used, as the two languages are heterogeneous. There is hardly anything more ridiculous and shocking than some specimens of official Malayālam, in which without any necessity but merely for convenience' sake words like "കേസ്സുകൾ, ടെമ്പോററി, തൽ, ലോ etc." are introduced; it is the more to be pitied, as this want of taste is also more and more gaining ground in colloquial language and in the issues of the Malayālam Press. If we are in want of scientific terms in English or German, we resort to Latin or Greek. As into Malayālam Sanskrit terms may be introduced *ad libitum,* what could be more natural than supplying our want of physical or metaphysical terms by borrowing from Sanskrit, the classic language of the East.

As to the Malayālam of this book Your Highness in a speech delivered on the occasion of the distribution of prizes to the students of Trevandrum College has pointed out the want of a standard Malayālam, which might be made the criterion of what is good and what is bad Malayālam. Every language is divided into dialects and the language of books or the language

of the educated is something, which step by step with the advance of education develops itself by literary productions. As long as the educated people of Malabar think it not worth while to write and express themselves in Malayālam, we shall look out in vain for a standard Malayālam. There was no book language in Germany until Luther translated the Bible into German (the scientific language having been Latin). With an instinctive grasp he made the dialect of the Saxon chancery the language of his translation; others wrote in the same style, and finally it was improved to what we call High German. The difference of creed and hence the want of one common family book must prolong this process in Malabar; but if all educated natives of Malabar take a lively interest in their language and utilize, what they have learnt in English, for their own people, it will be seen erelong, what the standard Malayālam is. Writing from the Northern part of Malabar, I have no hesitation to call myself a humble pupil of Dr. Gundert. The Malayālam of this eminent linguist is not an exotic. Gifted with an extraordinary talent for languages, he not only mastered in a short time the idioms of the language, but also detected by a searching glance, where the noblest Malayālam was spoken or written, made this his language and continually enriched and improved it. In spite of the great difference between the Northern and Southern dialect in Malabar, the Revision of the New Testament in Malayālam, which was completed last year, is a sufficient proof, that where Dr. Gundert's writings are really known, at any rate the language can be understood and a compromise is possible.

I was happy to have one of the educated Syrian Christian subjects of Your Highness to read my book from the beginning to the end. *Mr. G. T. Vurgese* B.A. was kind enough to consider with me every sentence and call my attention to what in the South of Malabar would not be understood. We avoided words used only in one part of Malabar, and even preferred to take in a few places two words, in order to make the matter understood everywhere. The help of this gentleman was the more valuable as he is also one of the few Graduates in this Presidency, who possess a solid knowledge of Natural Science.

In passing over to the *arrangement* of the book, I shall be brief. My principles are laid down in the two mottos of the book. Not for school nor for any examination would I like to work and to teach, but through school for life. *Mr. Miller* said the other day (Decennial Missionary Con-

ference in Calcutta) "care was taken to impress on students that education was a very different thing from passing examinations", and this is really something very often forgotten by teachers as well as by pupils in this country. The most valuable information and instruction produce no interest, if the matter is not required for the examination in view. With the intent, that not only school-going people, but also all, who would like to understand the phenomena surrounding them, might use the book; the first part of it has been written in Malayālam and almost all the examples explained in this part are taken from daily life. As to the instruction in schools the principle of this book is: "at first the matter and then only the word". We may also say at first the experiment and then only the abstraction of the physical law ("*Experimentia est rerum magistra*"). A rational instruction in science in classes, for which this book has been written, should never begin with definitions of notions, but with experiments or the phenomena of daily life. As in these classes Physics is not yet a professional study, but a lesson given for general education, for enlarging the spiritual horizon of the pupil and for creating in him an interest for nature, not much of the mathematical method has been introduced into his book, for it is a matter of fact, that a great many students lose their interest and taste for physics by being troubled at the very beginning with mathematical calculations and problems. Although the mathematical method is indispensable in an advanced stage of its study or to such as make physics a professional study, one may perfectly understand the phenomena surrounding one without one's being a great mathematician. The simplest experiments are the phenomena of daily life; on the observation of these the whole science rests as on its base, and with the explanation of them the Malayālam part of this book chiefly deals. Beginning with these, discussing them and pointing out the underlying law in the Vernacular, a solid foundation can be laid. For supplying the necessary terminology in English and for adding more difficult matter which can be mastered after the principles and the facts of daily life have been understood, the Repertory in English has been added.

It only remains for me to express my most hearty thanks for the kind permission accorded to me to dedicate the book to Your Highness. It is

especially gratifying to me to think that this condescension on the part of Your Highness is associated with the occasion of Your Highness's visit to Madras for receiving the Insignia of the Most Exalted Order of the Star of India. That Your Highness may in the good providence of God, be long spared to dispense the blessings of a peaceful and enlightened Government is the earnest wish—the fervent prayer of

Your Highness's Most Obedient Servant

February 1883.

L. Johannes Frohnmeyer.

PREFACE.

മുഖവുര.

§ 1. കേരളനിവാസികളായുള്ളോരേ! എല്ലാ മനുഷ്യൎക്കും വായിച്ചറിവാൻ കഴിയുന്നതായ വലിയ പുസ്തകത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അദ്ധ്യായങ്ങളിൽ ഒന്നിനെ ഞാൻ നിങ്ങളുടെ ഉപയോഗാൎത്ഥം വിവരിപ്പാൻ തുനിയുന്നു. ആ വലിയ പുസ്തകമോ സൎവ്വേശ്വരന്റെ അത്ഭുതപ്രവൃത്തിയായ ഈ പ്രകൃതി തന്നേയാകുന്നു. അതിൽ എഴുതിയിരിക്കുന്ന അനഘോപദേശങ്ങളും ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളും നാം വായിച്ചറിയേണ്ടതു ഈശ്വരേഷ്ടം അല്ലോ. മേല്പറഞ്ഞ അദ്ധ്യായത്തിന്റെ വ്യാഖ്യാനമായി എഴുതിയിരിക്കുന്ന ഈ ചെറിയ പുസ്തകത്തിന്റെ ആവശ്യം ലോകമെങ്ങും നാം കേൾക്കുന്ന മഹാദൈവത്തിന്റെ ഭാഷയെ ബോധിച്ചു ദൈവത്തിന്റെ അഗോചരമായ ജ്ഞാനത്തെയും തേജസ്സിനെയും കുറിച്ചു കുറഞ്ഞൊന്നു അറിഞ്ഞ ശേഷം "ദൈവമേ നിന്റെ ക്രിയകൾ എത്ര പെരുകുന്നു! എല്ലാററെയും നീ ജ്ഞാനത്തിൽ തീൎത്തു, ഭൂമി നിന്റെ സമ്പത്തിനാൽ സമ്പൂൎണ്ണം" എന്നു സ്രഷ്ടാവിനെ സ്തുതിച്ചു ചൊല്വാനായിട്ടു നമ്മെ ഉത്സാഹിപ്പിക്കുക ആകുന്നു.

§ 2. എന്നാൽ പുസ്തകം നമ്മുടെ മുമ്പാകേ ഉള്ളതുകൊണ്ടു പോരാ, വായിപ്പാനുള്ള പ്രാപ്തിയും വേണം. പ്രകൃതിയാകുന്ന പുസ്തകം എല്ലാവൎക്കും വായിപ്പാൻ തക്ക സ്ഥിതിയിൽ ഇരിക്കുന്നെങ്കിലും അതിലേ ഭാഷ കുറേ അവ്യക്തമാകുന്നതുകൊണ്ടു ചിലൎക്കു ഈ പുസ്തകത്താൽ യാതൊരു ഉപകാരവും വരുന്നില്ല. ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ പൊരുൾ അറിയേണ്ടതിന്നു നമ്മുടെ ഉള്ളിൽ ഒരു അറിവു വേണം. വ്യാകരണത്തിൽ സ്വരം വ്യഞ്ജനം എന്നീ രണ്ടു വിധം അക്ഷരങ്ങൾ ഉണ്ടല്ലോ. പ്രകൃതിപുസ്തകം ഒരു വിധത്തിൽ വ്യഞ്ജനങ്ങളെക്കൊണ്ടു എഴുതപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നു പറയാം. ഇതു വായിച്ചു വാക്കുകൾ, വാക്യങ്ങൾ, അനുമാനങ്ങൾ എന്നിവ ഉണ്ടാക്കുവാൻ തക്ക ഉയിരുകൾ നമ്മുടെ മനസ്സിൽ ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ടതാണ്. ഈ ഉയിരുകൾ മനോബോധത്താലും ദിവ്യവെളിപ്പാടിനാലും നമ്മിൽ ഉണ്ടായ്വരുന്ന ദൈവബോധം തന്നേയാകുന്നു. ഈ ഉയിരുകൾ കൂടാതേ നാം പ്രകൃതിയിൽ നോക്കുന്നു എന്നു വരികിൽ ഒന്നും മനസ്സിലാവാതേ ഇരിക്കയോ അല്ല ദൈവത്തിന്റെ എഴുത്തിന്നു വിപരീതമായ ഒരു അൎത്ഥം ധരിക്കയോ ചെയ്കയുള്ളു. ഇവ്വണ്ണം ചിലർ പ്രകൃതിശാസ്ത്രം അഭ്യസിച്ചിട്ടു "ദൈവം ഇല്ലെ

ന്നും പ്രകൃതിയുടെ നിയമങ്ങൾ മാത്രമേ കാണുന്നുള്ളു എന്നും" പറഞ്ഞു ദൈവത്തെ അപമാനിക്കുന്നു. കരുടൻ വൎണ്ണങ്ങളെക്കുറിച്ചു സംസാരിക്കേണ്ട.

§ 3. ഓരോ കാലങ്ങളിലും രാജ്യങ്ങളിലും പ്രകൃതിയുടെ പരിജ്ഞാനമുണ്ടാവാൻ മനുഷ്യയത്നം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്; അതു ഇന്നേ ദിവസംവരേ കേവലം സാധിച്ചിട്ടില്ലെങ്കിലും മേല്ക്കുമേൽ വൎദ്ധിച്ചു പൂൎണ്ണമായി വരുന്നു എന്നു പറയാം. ആദിയിൽ രാജ്യങ്ങളെ സ്ഥാപിക്കയും ക്രമപ്പെടുത്തുകയും ഉറപ്പിക്കയും ചെയ്യുകാലത്തു പ്രകൃതിയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന രഹസ്യങ്ങളെ ആരാഞ്ഞു അറിവാൻ ആൎക്കും സാവകാശം ഉണ്ടായില്ല. ആ കാലത്തു രാജ്യധൎമ്മന്യായാദികൾ, മതം അവയെ സംബന്ധിച്ച ചില വിദ്യകൾ ഈ അത്യാവശ്യമായ കാൎയ്യങ്ങൾ മാത്രമേ നിശ്ചയിച്ചു അഭ്യസിപ്പിപ്പാൻ അവൎക്കു പാടുണ്ടായിരുന്നുള്ളു. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ഓരോരുത്തർ പ്രകൃതിയെ പരിശോധിക്കാതേ അതിനെ ഉപയോഗിച്ചതേയുള്ളു. ഹിന്തുക്കളും ചീനക്കാരും മിസ്രക്കാരും നായാട്ടു, മീൻപിടി, കന്നടിപ്പു, കൃഷി ഇത്യാദി ചെയ്യുന്ന സമയങ്ങളിൽ പല വിലയേറിയ അറിവു സമ്പാദിച്ചെങ്കിലും പ്രകൃതിയുടെ പല വിഭാഗങ്ങളുടെയും വ്യവസ്ഥകളുടെയും സംബന്ധം അവർ ഗ്രഹിക്കാതേ ആ പുസ്തകത്തിലേ ചില വാക്കുകൾ മാത്രം അറിഞ്ഞതേയുള്ളു. മദ്ധ്യകാലങ്ങളിലോ യവനർ കാവ്യങ്ങളെയും ശാസ്ത്രങ്ങളെയും നന്നായി അഭ്യസിച്ചു എന്നു വരികിലും അവർ കൈത്തൊഴിലുകളെ അടിമകളെക്കൊണ്ടു നടത്തിച്ചതിനാലും പ്രകൃതിയിൽ അഭിരുചിതോന്നാതേ പ്രത്യേകം തത്വജ്ഞാനത്തിൽ രസിച്ചു തൎക്കം, വ്യാകരണം, അലങ്കാരം, ഗണിതം മുതലായവ അഭ്യസിച്ചതിനാലും അല്പം പ്രകൃതിവൎണ്ണനയും (Aristotle) ജ്യോതിഷവും അല്ലാതേ പ്രകൃതിസംബന്ധമായി മറെറാന്നും കാണുന്നില്ല. റോമർ യുദ്ധം ചെയ്തു മററുള്ള ജാതികളെ കീഴടക്കി എങ്കിലും പ്രകൃതിരാജ്യത്തെ ആക്രമിക്കയോ അതിൽ പ്രവേശിക്കയോ ചെയ്യാതേ ധൎമ്മശാസ്ത്രത്തെ മാത്രം ശീലിച്ചുപോന്നു. ഇവർ നശിച്ചുപോയ ശേഷം വിലാത്തിയിലുണ്ടായ ജാതിഭ്രമണത്താൽ ശാസ്ത്രതല്പരന്മാർ സ്വസ്ഥതയില്ലിരിക്കുന്ന ആസ്യാഖണ്ഡത്തിൽ ചെന്നു ശരണംപ്രാപിച്ചു. വിലാത്തിയിലേ നാശകരമായ എല്ലാ യുദ്ധങ്ങളും ശമിച്ചതിൽ പിന്നേ ക്രൂശയുദ്ധങ്ങളും അറബികളോടുള്ള സംസൎഗ്ഗവും ഹേതുവായി പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തെക്കുറിച്ചുള്ള വിലയേറിയ അറിവു വിലാത്തിയിലേക്കു പ്രവേശിച്ചു. ഇപ്പോഴെത്ത കാലത്തു രണ്ടു ഹേതുക്കളാൽ വിലാത്തിയിൽ എല്ലാ ശാസ്ത്രങ്ങളും വിളങ്ങുന്ന ഒരു യുഗം ഉദിച്ചുവന്നിരിക്കുന്നു. ഒന്നു ജാതികളെ ഇണക്കി അവരുടെ ദുരാചാരങ്ങളെയും ദുൎമ്മൎയ്യാദകളെയും നിൎത്തൽചെയ്യു ക്രിസ്തീയമാൎഗ്ഗവും മറേറതു എല്ലാ മ്ലേച്ഛരിൽനിന്നും രാജ്യ

ങ്ങളെ കാത്തു രക്ഷിച്ച ബലമേറിയ ഗൎമ്മാനരാജ്യവും തന്നേ. ഈ കാലത്തു ജനങ്ങൾ പട്ടണങ്ങൾ പണിതു പാൎപ്പാൻ തുടങ്ങിയതു കൂടാതേ യുദ്ധസമയങ്ങളിൽ പോലും സമാധാനത്തോടേ ശാസ്ത്രങ്ങളെയും അഭ്യസിച്ചുപോന്നു.

പൌരന്മാർ തന്നേ ഇക്കാലത്തു കൈത്തൊഴിലുകളെ ചെയ്വാൻ തുടങ്ങിയതു കൂടാതേ ഇതിന്നായി പ്രകൃതിയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ശക്തികളുടെ സഹായവും കൂടേ കിട്ടേണ്ടതിന്നു അവർ പ്രകൃതിയെ സൂക്ഷ്മത്തോടേ ശോധനചെയ്വാൻ ആരംഭിച്ചതിനാൽ കൈത്തൊഴിലുകളും പ്രകൃതിശാസ്ത്രവും ഒന്നിച്ചു വൎദ്ധിച്ചു വിളങ്ങുവാൻ തുടങ്ങി. പ്രത്യേകം അച്ചടിയും, അമേരിക്കഭൂഖണ്ഡം കണ്ടു പിടിച്ചതും, സൎവ്വകലാശാലകളുടെ സ്ഥാപനവും കൊണ്ടു ശുഷ്കാന്തിയും അറിവും ഏററവും വൎദ്ധിച്ചുവന്നു. മുമ്പേ പ്രകൃതിസംബന്ധമായ അറിവിൽ താല്പൎയ്യപ്പെട്ടതും അതിന്നുള്ള യത്നങ്ങൾ ചെയ്തുവന്നതും വൈദ്യന്മാർ മാത്രം ആയിരുന്നു; ഇപ്പോഴോ പലരും ലാഭത്തിന്നായി മാത്രമല്ല അറിവിന്നായിട്ടും ഉന്മേഷത്തോടേ പ്രകൃതിയെ പരിശോധിക്കുന്നതിന്നു മുതിൎന്നിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ശേഷം അറിവും സന്തോഷവും വൎദ്ധിച്ചു വൎദ്ധിച്ചു വന്നിട്ടുള്ളതല്ലാതേ യാതൊരു കുറവും വന്നിട്ടില്ല. ചില രാജ്യങ്ങളിൽ പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിൽ താല്പൎയ്യപ്പെടുന്ന ആളുകൾ വൎഷന്തോറും യോഗംകൂടി പല ദിക്കിൽനിന്നും സംഗ്രഹിച്ച അറിവു അന്യോന്യം ഗ്രഹിപ്പിച്ചു നൂതനമായ ശുഷ്കാന്തിയെ ജനിപ്പിക്കയും ചെയ്യുന്നു.

§ 4. പ്രകൃതിപുസ്തകം വായിക്കേണ്ടതിന്നു നാം നമ്മുടെ പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളെ നല്ലവണ്ണം പ്രയോഗിക്കേണം; ഇക്കാൎയ്യത്തിൽ ഊഹംകൊണ്ടു ഒന്നും സാധിക്കയില്ല. എന്നാൽ പല കാഴ്ചകളുടെ ചേൎച്ചയെ കാണ്മാനും പ്രകൃതിയുടെ അന്തൎഭാഗത്തിലേക്കു പ്രവേശിപ്പാനും ആത്മാവിന്നു മാത്രമേ കഴിവുള്ളു. ഇതു സംബന്ധമായി വല്ലതും പഠിക്കേണമെങ്കിൽ പ്രകൃതിയെ പരിശോധിച്ചു അതിനോടു തന്നേ പ്രത്യേകമായി ചില ചോദ്യങ്ങൾ ചെയ്യേണ്ടതാണ്. ഈ പരീക്ഷ (Experiment) കൊണ്ടു പുസ്തകം താനേ തുറന്നു വരുന്നതിനാൽ അതിലേ സാരം എടുപ്പാൻ കഴിയുന്നതുമാകുന്നു.

§ 5. പ്രകൃതിയിൽ എങ്ങും രണ്ടു കാൎയ്യങ്ങളിൽ ദൃഷ്ടി വെക്കേണ്ടതാണ്. ഒന്നു പദാൎത്ഥങ്ങൾ മറേറതു പദാൎത്ഥങ്ങളിൽ ഉളവാകുന്ന മാററങ്ങൾ. കല്ലു, താമരപ്പൂ, പശു എന്നിവ പദാൎത്ഥങ്ങളും അപാദാനം, ചൂടു, വീഴ്ച മുതലായവ മാററങ്ങളും ആകുന്നു.

§ 6. ഈ മാററങ്ങളുടെ സംഗതി എന്താണ്? നാം ഒരു കല്ലു എടുത്തു മേലോട്ടു എറിയുമ്പോൾ ആ മാററത്തിന്റെ കാരണം നമ്മുടെ ഇഷ്ടമത്രേ എന്നു

സ്ഥൂലമാകുന്നു, എന്നാൽ മേലോട്ടു പോയ കല്ല ആകാശത്തിൽ നില്ക്കാതേ വീഴുന്നതു മനുഷ്യന്നു സ്വാധീനമല്ലാത്ത ഒരു ശക്തി ഉള്ളതുകൊണ്ടാകുന്നു (ഭൂവാകർഷണം ഒരു ദൃഷ്ടാന്തം. 87—94-ാം ചോദ്യങ്ങൾ നോക്കുക). പ്രകൃതിയിലേ ഒരു മാററം വരുത്തുന്ന ഹേതുവിന്നു ബലം (ശക്തി) എന്നു പറയാം. പ്രകൃതിയിൽ അനേകശക്തികൾ വ്യാപരിക്കുന്നു എന്നു തോന്നുന്നെങ്കിലും സൂക്ഷ്മമായി നോക്കുമ്പോൾ ഒരൊററ ശക്തിയാൽ തന്നേ പല മാററങ്ങൾ ഉണ്ടായി വരുന്നതുകൊണ്ടു പല മാററങ്ങളെ വരുത്തുന്ന ചില ശക്തികളെക്കുറിച്ചു മാത്രം നാം പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിൽ പറഞ്ഞു കാണുന്നു.

§ 7. പ്രകൃതിയിലുള്ള എല്ലാ പദാൎത്ഥങ്ങളെയും അവയുടെ മാററങ്ങളെയും ആ മാററങ്ങളാലുളവാകുന്ന സംഗതികളെയും പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിൽ വിവരിച്ചു കാണുന്നു.

§ 8. എന്നാൽ ഇവ ഒക്കയും ഒരൊററ ശാസ്ത്രത്തിൽ അടക്കുവാൻ പാടില്ല; ഈ അസംഖ്യവസ്തുക്കളെ വകതിരിച്ചു ക്രമപ്പെടുത്തേണ്ടതു ആവശ്യമാകുന്നു. പദാൎത്ഥങ്ങളെ പരിശോധിച്ചു അവയെ വിവരിക്കുന്ന ശാസ്ത്രത്തിന്നു പ്രകൃതിവൎണ്ണന (Natural History) എന്നും പദാൎത്ഥങ്ങളിൽ ഉളവാകുന്ന മാററങ്ങളെ തെളിയിക്കുന്ന ശാസ്ത്രത്തിന്നു പ്രകൃതിവിദ്യ (Natural Philosophy) എന്നും പേർ പറയാം. ഇതിൽ പ്രകൃതിവൎണ്ണന തന്നേ മൂന്നു ശാസ്ത്രങ്ങളായി വിഭാഗിച്ചിരിക്കുന്നു. പ്രകൃതിയിലേ പദാൎത്ഥങ്ങളെ എല്ലാം ഒപ്പിച്ചു നോക്കുമ്പോൾ അവ തമ്മിൽ വളരേ ഭേദപ്പെട്ടു കാണുന്നെങ്കിലും അവയിൽ പലതും മിക്കവാറും സമാനഗുണമുള്ളവയായി കാണും. ചില പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ വസ്തു ഒരു മാതിരി അത്രേ. ഇവയിൽ പ്രത്യേകവിഷയത്തിന്നായി ഉപയോഗിക്കുന്ന അവയവങ്ങളെ തമ്മിൽ വേർതിരിപ്പാൻ പാടില്ല. കമ്മായത്തിന്റെയോ വെള്ളിയുടെയോ ചെറിയൊരു അംശവും വലിയ ഒരു അംശവും മാതിരിയിൽ ഒന്നത്രേ. ഈ വക പദാൎത്ഥങ്ങൾക്കു ധാതുക്കൾ (ഖനിജങ്ങൾ) എന്നും അവയെ വൎണ്ണിക്കുന്ന ശാസ്ത്രത്തിന്നു ധാതുവാദശാസ്ത്രം (ഖനിജശാസ്ത്രം) (Mineralogy) എന്നും പേർ പറയാം. ലോഹാദികൾക്കും സസ്യങ്ങൾക്കും തമ്മിൽ എത്രയോ വലിയ ഭേദമുണ്ടു. ഒരു സസ്യത്തിന്നു തന്നേ പല അംശങ്ങളും അവെക്കു തമ്മിൽ വളരേ വ്യത്യാസങ്ങളും ഉള്ളതു കൂടാതേ ഓരോ അംശവും പ്രത്യേകമായ ഒരു പ്രവൃത്തിക്കു ഉതകുന്നു. സസ്യങ്ങൾ സ്ഥാവരങ്ങളായിരുന്നാലും ഭൂതക്കണ്ണാടികൊണ്ടു അവയുടെ ഓരോ അവയവത്തിന്നുള്ളിൽ നോക്കുമ്പോൾ അവയിൽ ഒരു വക നീർ കയറുകയും ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നതു കാണുന്നുണ്ടല്ലോ. അതു ഒരു ചൈതന്യത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നതല്ലാതേ സസ്യങ്ങളുടെ വ

ഉച്ചെക്കു ഹേതുഭൂതമായി തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്രകാരം സസ്യങ്ങളെക്കുറിച്ചു വിവരിക്കുന്ന ശാസ്ത്രം സസ്യവാദശാസ്ത്രം (Botany) എന്നു പറയാം. ഇതു കൂടാതേ ജീവികൾക്കു സസ്യങ്ങൾക്കുള്ള വിശേഷതകൾ എല്ലാം ഉള്ളതല്ലാതേ ഉള്ളിലുള്ള ചൈതന്യത്താൽ തങ്ങളുടെ അവയവങ്ങളുടെ സ്ഥിതിയെയും സ്ഥലത്തെയും ഇഷ്ടംപോലേ മാററുവാൻ കഴിയും. മൃഗങ്ങളുടെ അവസ്ഥയെ വിവരിക്കുന്നതായ ഈ ശാസ്ത്രത്തിന്നു മൃഗശാസ്ത്രം (Zoology) എന്ന പേർ പറയാം. ഇവ്വണ്ണം സസ്യവാദശാസ്ത്രവും മൃഗശാസ്ത്രവും കാൎയ്യാൎത്ഥമായ കരണങ്ങളോടു കൂടിയ ചൈതന്യവസ്തുക്കളുടെ (Organic bodies) വ്യവസ്ഥയെ വിവരിക്കുകയും ധാതുവാദശാസ്ത്രം അചേതനവസ്തുക്കളെ വൎണ്ണിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

പ്രകൃതിയിലുള്ള മാററങ്ങളെ തെളിയിക്കുന്ന പ്രകൃതിവിദ്യയും മൂന്നു ശാസ്ത്രങ്ങളായി വിഭാഗിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇവിടേയും ജീവികളും നിൎജ്ജീവികളും (ചൈതന്യവസ്തുക്കളും അചേതനവസ്തുക്കളും) എന്നുള്ള വ്യത്യാസത്താൽ ഒരു ഭേദം ഉണ്ടാകും. നിൎജ്ജീവികളിൽ കാണുന്ന മാററത്തെ പ്രകൃതിശാസ്ത്രവും ക്ഷീമശാസ്ത്രവും തെളിയിക്കുന്നു. ഒരു വസ്തുവിൻെറ അന്തരാംശങ്ങളും ധാതുക്കളും ചില മാററങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഭേദിച്ചുപോകയില്ല. ഈ വക മാററങ്ങളാകുന്നു നാം പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിൽ (Physics) വൎണ്ണിച്ചു കാണുന്നതു. ഉക്കാന്തം ഇരിമ്പു ചൂടിനാൽ വികസിക്കുന്നെങ്കിലും അതു ഇരിമ്പു തന്നേ ആയിരിക്കും. മറെറാരു വിധം മാററവും ഉണ്ടു; ഒരു മരക്കഷണം ചുട്ടാൽ അതു പിന്നേ മരമായിരിക്കുന്നില്ല, തീരേ പുതിയ ഒരു വസ്തുവായിച്ചമയും. രസവും ഗന്ധകവും തമ്മിൽചേൎത്തു നല്ലവണ്ണം ചൂടുപിടിപ്പിച്ചാൽ ഒരു ചുവന്ന പൊടി ഉണ്ടാകും. ഇങ്ങിനേ പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ സ്വഭാവങ്ങളെയും ഗുണങ്ങളെയും ഭേദപ്പെടുത്തുന്ന മാററങ്ങളെ ക്ഷീമശാസ്ത്രം (Chemistry) തെളിയിക്കുന്നു. ശേഷം സസ്യങ്ങളിലും മൃഗങ്ങളിലുമുള്ള ചൈതന്യലക്ഷണങ്ങളെ പരിശോധിച്ചിട്ടു ഈ ജീവികൾ ആഹാരം കൈക്കൊണ്ടു വളരുന്ന പ്രകാരത്തെ വിവരിക്കുന്ന ശാസ്ത്രത്തിന്നു കരണനിരൂപണശാസ്ത്രം (Physiology) എന്നു പേർ പറയാമല്ലോ.

§ 9. എന്നാൽ നാം ഈ ചെറിയ പുസ്തകത്തിൽ ഈ ആറു ശാസ്ത്രങ്ങളിൽ ഒന്നായ പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തെക്കുറിച്ചു മാത്രം പറവാൻ പോകുന്നു. ഈ ശാസ്ത്രം അഭ്യസിക്കുന്നതിനാൽ വളരേ ഉപകാരം ഉണ്ടു. പ്രകൃതിയിൽ വ്യാപിക്കുന്ന ശക്തികളെ അറിയാതേകണ്ടു അവയെ പ്രയോഗിപ്പാൻ പാടില്ലല്ലോ. ഘടികാരം, തീവണ്ടി, അറെറഴുത്തുകമ്പി (കമ്പിത്തപ്പാൽ) മുതലായ കൌശലപ്പണികളെക്കുറിച്ചു വിചാരിക്കുമ്പോൾ ഈ ശാസ്ത്രത്തെ പഠിച്ചു പ്രകൃതിയെ പരിശോധന ചെ

യ്യുന്നതിനാൽ മനുഷ്യൎക്കു എത്രയോ ഉപകാരം വരുന്നു എന്നു എളുപ്പത്തിൽ കാണാമല്ലോ. എന്നാൽ ഈ പ്രകൃതിയെ കീഴടക്കി ഭരിക്കേണ്ടതിന്നു ദൈവം മനുഷ്യരോടു കല്പിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. അറിവുകൂടാതെ അങ്ങിനെ ചെയ്വാൻ ശ്രമിക്കുന്നതു അറിയാത്ത രാജ്യത്തെ സ്വാധീനമാക്കി വാഴവാൻ ഉത്സാഹിക്കുന്നതു പോലെയല്ലേ. ഇതുകൂടാതെ ദൈവം സൃഷ്ടിച്ച ലോകത്തെ നല്ലവണ്ണം ശോധനചെയ്തു അതിൽ വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്ന ശക്തികളെയും രഹസ്യങ്ങളെയും മേല്ക്കുമേൽ കണ്ടറിയുന്നതിനാൽ മനുഷ്യന്നു അധികം തൃപ്തിയും ഉന്മേഷവും ഉണ്ടാകും എന്നതും അനുഭവത്താലേ അറിയൂ. എന്നാൽ ദൈവഭക്തിയോടും പൂൎണ്ണമനസ്സോടും നാം പ്രകൃതിയെ സൂക്ഷിച്ചു നോക്കുന്നതായാൽ ആത്മാനാത്മാക്കളെ ഭരിക്കുന്ന നിയമം ഒന്നു എന്നും ഏററവും ചെറിയ അണുക്കളിൽ വ്യാപരിക്കുന്ന ശക്തികളും സൎവ്വലോകങ്ങളെയും തമ്മിൽ യോജിപ്പിക്കുന്ന ശക്തികളും ഒന്നത്രെ എന്നും വിശ്വമെങ്ങും ഒരേ ക്രമമേ നടക്കുന്നുള്ളു എന്നും ധരിച്ചു ഇവ ഒക്കയും യാതോരു തെററും ക്രമക്കേടും കൂടാതെ നിൎമ്മിച്ച സൎവ്വശക്തനായ ദൈവത്തെ അറിഞ്ഞു സ്തുതിപ്പാൻ വളരേ സംഗതിയുണ്ടാകും. ഇപ്രകാരം കഴിയുന്നേടത്തോളം ദൃശ്യമായവയെ അറിയുന്നതിനാൽ എല്ലാ അവിശ്വാസവും ദുൎവ്വിശ്വാസവും നീങ്ങിപ്പോയിട്ടു വേണ്ടുന്ന ദൈവഭക്തി ഉളവാകും. യാതൊന്നും യദൃച്ഛയാ സംഭവിക്കുന്നില്ല എന്നും ദുൎഭൂതങ്ങളും നിൎജ്ജീവനിയമങ്ങളും നമ്മെ ഭരിക്കാതെ സകലത്തെയും അത്യുത്തമമായ ക്രമത്തിൽ നടത്തുന്ന ഒരു പിതാവിന്റെ കയ്യിൽ നാം ഇരിക്കുന്നു എന്നും ഈ പുസ്തകമുഖേന സാക്ഷീകരിപ്പാനും ഈ വിധം വായനക്കാൎക്കു സാധിപ്പാനും ആഗ്രഹിക്കുന്നു.

പ്രകൃതിശാസ്ത്രം.

1. പ്രകൃതി എന്നത് എന്ത്?

പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഗ്രഹിക്കുന്നതൊക്കെയും.

2. പ്രകൃതിയെക്കുറിച്ചുള്ള ശാസ്ത്രങ്ങൾ എത്ര അംശങ്ങളായി വിഭാഗിച്ചു ഇരിക്കുന്നു?

a. പ്രകൃതിവൎണ്ണന. *b*. പ്രകൃതിവിദ്യ എന്നിവ.

3. പ്രകൃതിവൎണ്ണനെക്കും പ്രകൃതിവിദ്യെക്കും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എന്ത്?

പ്രകൃതിവൎണ്ണനയിൽ നാം ജന്തുക്കളുടെയും സസ്യങ്ങളുടെയും ലോഹാദികളുടെയും രൂപം, സ്വഭാവം, ഉപകാരം, ആപത്തുകൾ എന്നിവയെ വിവരിക്കുന്നു. പ്രകൃതിവിദ്യയിലോ എല്ലാ പദാൎത്ഥങ്ങളിലും ഉളവാകുന്ന മാററങ്ങളെ നോക്കി ഇവയുടെ സംഗതികളെയും ഫലങ്ങളെയും തെളിയിക്കയും ചെയ്യും. ബാഹ്യമാററങ്ങളെ വിചാരിച്ചിട്ടു ഈ വിദ്യെക്കു പ്രകൃതിശാസ്ത്രം (Physics) എന്നും ധാതുസംയോഗവിയോഗങ്ങളെ ഉളവാക്കുന്ന അന്തൎമ്മാററങ്ങളെ കുറിച്ചുള്ള ശാസ്ത്രത്തിന്നു രസവാദശാസ്ത്രം (Chemistry കീമശാസ്ത്രം) എന്നും പേർ വിളിക്കാം.

4. പ്രകൃതിവിദ്യയെക്കൊണ്ടുള്ള ഉപകാരം എന്ത്?

a. വേറേ ശാസ്ത്രങ്ങളെ പോലേ ഈ ശാസ്ത്രവും നമ്മുടെ ആത്മികപ്രവൃത്തിയെ ശീലിപ്പിച്ചു നമ്മുടെ തികവിന്നായി ഉപകരിക്കുന്നു.

b. പഠിപ്പില്ലാത്ത ജനങ്ങളുടെ ഇടയിൽ എപ്പോഴും നടപ്പുള്ള ദുർവ്വിശ്വാസത്തെ (കുളിച്ചൂട്ട, ഗ്രഹണം തുടങ്ങിയുള്ളവ ഓൎക്ക) നീക്കുന്നതു.

c. ഈ ശാസ്ത്രം പഠിക്കുന്നതിനാൽ നാം സ്രഷ്ടാവിന്റെ അതിരില്ലാത്ത മഹത്വത്തെയും സൃഷ്ടിയിൽ വിളങ്ങുന്ന ക്രമത്തെയും ഐക്യതയെയും മാത്രമല്ല മനുഷ്യന്റെ അല്പബുദ്ധിയെയും കാണുന്നതു കൊണ്ടു ദൈവവിചാരവും ദൈവഭക്തിയും ഉളവാകും.

d. ഈ ശാസ്ത്രത്താൽ ലോകത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളെ ശരിയായി പ്രയോഗിക്കേണ്ടതിന്നും ആപത്തുകളിൽനിന്നു തെററിപ്പോകേണ്ടതിന്നും വിദ്യകൾക്കും കൈത്തൊഴിലുകൾക്കും വേണ്ടുന്ന യന്ത്രങ്ങളെയും കോപ്പുകളെയും കണ്ടെത്തേണ്ടതിന്നും ചൊല്ലിക്കൂടാത്ത ഉപകാരങ്ങൾ വരാറുണ്ടു. (കമ്പിത്തപ്പാൽ, പുകവണ്ടി, ചീനക്കുഴൽ, വിളക്കുകൾ മുതലായവ ഓൎക്ക).

e. ദൃശ്യമായവ ഒക്കയും ഉള്ളവണ്ണം ബോധിക്കുന്നതിനാൽ മനുഷ്യാത്മാവിന്നു എത്രയും സന്തോഷം ഉണ്ടാകും.

5. ഈ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ലാക്കെന്തു?

പ്രകൃതിയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന എല്ലാ സാധാരണനിയമങ്ങളും ശക്തികളും കണ്ടെത്തി തെളിയിക്കുന്നതത്രേ.

6. പ്രകൃതിനിയമം എന്നതു എന്തു?

പ്രകൃതിയിൽ എപ്പോഴും വല്ല മാററം അല്ലെങ്കിൽ ഒരു ഇളക്കം വരുത്തുന്ന സംഗതികൾ അത്രേ.

ഒന്നാം അദ്ധ്യായം.

പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ സാധാരണവിശേഷതകൾ.*

The general properties of bodies.

"ദൈവമേ നിന്റെ ക്രിയകൾ എത്ര പെരുകുന്നു! എല്ലാറ്റെയും നീ ജ്ഞാനത്തിൽ തീൎത്തു ഭൂമി നിന്റെ സമ്പത്തിനാൽ പൂൎണ്ണം."

7. സാധാരണ വിശേഷതകൾ എന്നതു എന്തു?
എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ഉള്ള വിശേഷതകൾ.

I.

വിസ്തരണം (വലിമ) Extension.

8. വിസ്തരണമെന്നതു എന്തു?
ഓരോ പദാൎത്ഥം ഒരു സ്ഥലത്തെ നിറെക്കുന്നതു.

9. പദാൎത്ഥത്തിന്റെ പ്രമാണം, പെരുമ, രൂപം എന്നിവ എന്തു?
പ്രമാണം. നിറെക്കുന്ന സ്ഥലത്തിന്റെ വലിപ്പം.
പെരുമ. ഒരു സ്ഥലത്തെ നിറെക്കുന്ന പദാൎത്ഥത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അംശങ്ങളുടെ തുക.
രൂപം. പദാൎത്ഥത്തിന്റെ അതിരുകളുടെ മാതിരി.

10. ഒരു പദാൎത്ഥത്തിന്നു എത്ര വിതാനങ്ങളുണ്ടു?
നീളം, വീതി, ഉയരം എന്നീ മൂന്നു വിതാനങ്ങളത്രേ.

11. പദാൎത്ഥത്തെ അളവു ചെയ്യുന്നതെങ്ങിനേ?
നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട വിതാനപ്രകാരം നീളം, വീതി, ഉയരം എന്നിവയെ അളന്നു പെരുക്കുന്നതിനാലത്രേ. പണ്ടു അതാതു ജാതികൾ മനുഷ്യന്റെ അവയവങ്ങളുടെ (കാലും കൈയും)

---

* സൂചകം. കേരളോപകാരി 1876, 177-ാം ഭാഗത്തു നോക്കുക.

നീളത്തെ അളവായി പ്രമാണമാക്കി വന്നിരുന്നു. ഇതിൽ നാം വളരേ ഭേദം കാണുന്നതുകൊണ്ടു ഓരോ ജാതികൾ സ്ഥിരമായിനില്ക്കുന്ന ഒരു അളവു നിശ്ചയിച്ചു. ഫ്രാഞ്ചിക്കാർ ഭൂചക്രത്തിൻെറ പരിധിയുടെ നാലാം അംശത്തെ 10,000,000 അംശങ്ങളാക്കി ഒന്നിന്നു മേതെർ (Meter) എന്ന പേർ വിളിച്ചു അതു അളവിന്നായി നിശ്ചയിക്കയും ചെയ്തു. ശാസ്ത്രത്തിൽ ഈ അളവു മേല്ക്കുമേൽ നടപ്പായി വരുന്നു.

II.

അനതിക്രമണം (അവ്യാപ്തത്വം) Impenetrability.

12. **അനതിക്രമണം എന്നതു എന്തു?**

ഒരു വസ്തു ഇരിക്കേ അതിൻെറ സ്ഥലത്തിൽ മറെറാന്നിന്നു ഇരുന്നുകൂടാ. ഒരു സ്ഥലത്തു വായു ഇരിക്കുമ്പോൾ ആ സ്ഥലത്തിൽ വെള്ളത്തിന്നു അതേ സമയത്തു തന്നേ ഇരിപ്പാൻ പാടില്ല. ഒരു വസ്തു മറെറാരു വസ്തുവിൻെറ സ്ഥലത്തെ നിറെക്കുന്നതിന്നു മുമ്പേ ആ വസ്തു നീങ്ങിപ്പോകേണം. വസ്തുക്കളുടെ ഈ വിശേഷതകൊണ്ടു പ്രത്യേകമായി വേറേ ഒരു വസ്തു ഒരു സ്ഥലത്തിൽ ഇരിക്കുന്നപ്രകാരം അറിയാം.

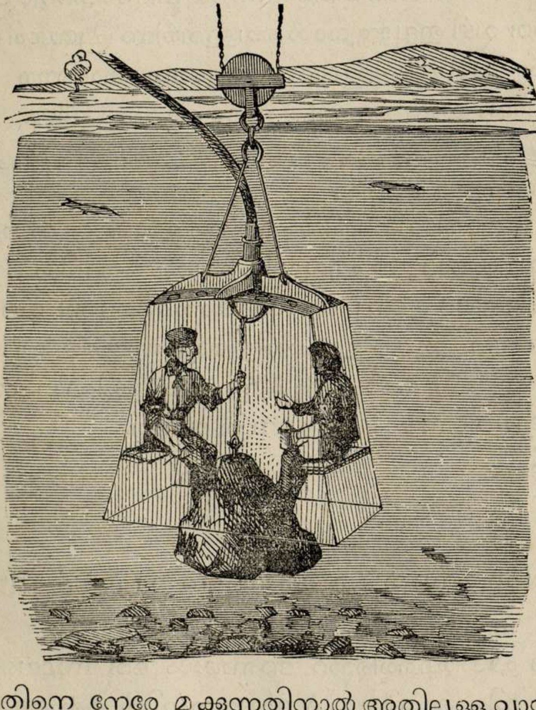
13. **വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു തംബ്ലേറിൽ വിരലോ മററു വല്ലതുമോ മുക്കുന്നെങ്കിൽ വെള്ളം കവിഞ്ഞുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

വിരൽ നിമിത്തം വെള്ളത്തെ നീക്കുന്നതിനാൽ വിരൽ ഇരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തുള്ള വെള്ളം ഒലിച്ചു പോകുന്നു. വെള്ളത്തിന്നു പകരമായി പൊടി പൂഴി മുതലായ വസ്തുക്കളെ എടുക്കുമ്പോൾ കാൎയ്യം അങ്ങിനേ തന്നേ.

14. **വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന പാത്രത്തിൽ ഒഴിഞ്ഞ തംബ്ലേർ മറിച്ചു മുക്കുന്നെങ്കിൽ അല്പം വെള്ളംമാത്രം തംബ്ലേറിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

തംബ്ലേറിലുള്ള വായുവിന്നു തെററിപ്പോവാൻ യാതൊരു വഴി ഇല്ലായ്കയാൽ വെള്ളത്തിന്നു തംബ്ലേറെ നിറെപ്പാൻ പാടില്ലാഞ്ഞാലും നിൎബ്ബന്ധത്താൽ വായുവിനെ ഒരല്പം അമൎത്തുവാൻ കഴിയുന്നതുകൊണ്ടു അല്പം വെള്ളം അകത്തു കടക്കും.

15. മുക്കേണ്ടതിന്നു ഒരു വക ജലമജ്ജനയന്ത്രം സമുദ്രത്തിന്റെ അടിയോളം താഴോട്ടു പോകുന്നെങ്കിലും വെള്ളം അല്പം മാത്രം പ്രവേശിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?


*

അതിനെ നേരേ മുക്കുന്നതിനാൽ അതിലുള്ള വായുവിന്നു പുറത്തു പോവാൻ സ്ഥലം ഇല്ലായ്കയാലും യന്ത്രത്തിന്റെ

*സൂചകം. കേരളോപകാരി 1874, 57-ാം ഭാഗത്തിൽ വേറേ ചിത്രം കാണാം.

ഘനം വായുവിനെ ഒരല്പം അമൎത്തുന്നതുകൊണ്ടും അല്പം വെള്ളം കടന്നുപോം. വെള്ളം വായുവിനെ അമൎത്തുന്നതിനാൽ മുങ്ങിപ്പോയ ആളുകൾക്കു ശ്വാസം കഴിപ്പാൻ കുറേ പ്രയാസം തോന്നും.

16. ഒരു നാളത്തെ കുപ്പിയോടു മുറുകേ കെട്ടിയാൽ അതിൽ വെള്ളം പ്രവേശിക്കാത്തത് എന്തുകൊണ്ടു?

കുപ്പിയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വായുവിന്നു തെറ്റിപ്പോവാൻ യാതൊരു വഴി ഇല്ലായ്കയാൽ വെള്ളത്തിന്നു പ്രവേശിച്ചുകൂടാ. കുപ്പിയെ ചരിച്ചുവെച്ചാലോ നാളത്തെ അഴഞ്ഞ വഴിയായി ഇട്ടാലോ വായു തെറ്റി വെള്ളം അകത്തു വീഴും.

17. വെടിവെക്കുമ്പോൾ ഉണ്ട തോക്കിൻവായൂടേ കടന്നുപോകയിൽ ശബ്ദം കേൾക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉണ്ട അതിവേഗത്തിൽ എത്രയും ഊക്കോടേ പോകുന്നതിനാൽ വായു പെട്ടന്നു എല്ലാദിക്കിലേക്കും തെറ്റിപ്പോയിട്ടു ബഹുശക്തിയോടേ മുമ്പേത്ത സ്ഥലത്തേക്കു മടങ്ങി ചേരുന്നതിനാൽ വളരേ ഇളക്കം ഉളവായിട്ടു അതു നമ്മുടെ ചെവിയിൽ ഒരു ശബ്ദമായി കേൾക്കപ്പെടുന്നു. ചാവുകിന്റെ ശബ്ദവും അങ്ങിനേ തന്നേയാകുന്നു ഉളവായ്വരുന്നതു.

III.

ബഹുരന്ധ്രത (സൂക്ഷ്മസുഷിരത്വം) Porosity.

18. ബഹുരന്ധ്രത എന്നതു എന്ത്?

ഒരു പദാൎത്ഥത്തിന്റെ അണുക്കൾ ഒരു സ്ഥലത്തെ അശേഷം നിറെക്കുന്നില്ല. ഓരോ വസ്തുവിൽ കണ്ണുകൊണ്ടു കാണ്മാൻ കഴിയാത്ത സുഷിരങ്ങളുണ്ടു. (സ്പൊങ്ങു തുടങ്ങിയുള്ള വസ്തുക്കളിൽ ഈ ദ്വാരങ്ങൾ സ്പഷ്ടമായി കാണാം.) ഈ

സുഷിരങ്ങൾ (Pores) ചിലപ്പോൾ വെള്ളംകൊണ്ടോ വായു കൊണ്ടോ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

19. ഒരു പൊങ്ങു വെള്ളത്തിൽ മുക്കിയാൽ വീക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം പൊങ്ങിലേക്കു കടന്നിട്ടു പൊങ്ങിന്നു വളരേ രന്ധ്രങ്ങൾ ഉള്ളതുകൊണ്ടു വെള്ളം ഇവയിൽ നിറഞ്ഞു അതിനെ വിസ്താരമാക്കുകൊണ്ടു തന്നേ.

20. എഴുതിയ ശേഷം പുസ്തകത്തിൽ ഒരു ഒപ്പുന്ന കടലാസ്സു വെക്കുന്നെങ്കിൽ ചീത്തയാകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

അതിന്നു സുഷിരങ്ങൾ വളരേ ഉള്ളതിനാൽ മഷി അവയിലേക്കു കടക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടത്രേ അക്ഷരങ്ങൾ വിടക്കാകാത്തതു.

21. നാം തണുത്ത വെള്ളത്തെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ പത പൊങ്ങിവരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തിൽ അനവധി രന്ധ്രങ്ങൾ ഉണ്ടു. അവയിൽ വായു ഉള്ളതുകൊണ്ടു ചൂടു തട്ടുമ്പോൾ ആ വായു വിരിഞ്ഞു സുഷിരങ്ങളുടെ ഉള്ളിൽ സ്ഥലമില്ലായ്കയാൽ ഇവയെ വിട്ടു മേലോട്ടു പൊങ്ങി വേറേ പൊക്കുളകളോടു ചേൎന്നു വലുതായി തീൎന്നശേഷം കണ്ണുകൊണ്ടു അവയെ കാണ്മാൻ കഴിയുന്നു.

22. കണ്ണാടിപ്പാത്രത്തിൽ വളൎത്തുന്ന മീനുകൾക്കു വെള്ളം മാററി മാററി കൊടുക്കാത്തപക്ഷം ശ്വാസംമുട്ടിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തിൽ ശ്വാസംകഴിക്കേണ്ടതിന്നു വേണ്ടുന്ന വായു അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവല്ലോ: അതു മീനുകൾ ക്രമേണ ചെലവഴിച്ച ശേഷം പുതിയ വായു വേണം. അതു പച്ചവെള്ളത്താലോ സസ്യങ്ങളാലോ പുതുക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ ഒടുക്കം മീനുകൾക്കു ജീവിപ്പാൻ കഴിവില്ലാതേവരും.

23. വൎഷകാലത്തിൽ പലപ്പോഴും പെട്ടികളും വാതിലുകളും അടെപ്പാൻ പ്രയാസമാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മരം അശേഷം ഉണങ്ങിയിരിക്കുന്ന സമയത്തിൽ ആ രന്ധ്രങ്ങൾ കുറഞ്ഞു തമ്മിൽ അടുത്തുവരുന്നതിനാൽ മരം ചുരുങ്ങിപ്പോകുന്നു. മഴപെയ്തു വായു നനവുകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാലോ ആ സുഷിരങ്ങളിൽ വെള്ളം അകപ്പെട്ടു മരം വിരിയുന്നതുകൊണ്ടോ പെട്ടികളും വാതിലുകളും അടെപ്പാൻ പ്രയാസമായി തീരും.

24. നാം കട്ടത്തയെ വേറേ വസ്ത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടു മൂടീട്ടും അഴുക്കായിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ശരീരത്തിന്നു സുഷിരങ്ങൾ ഉള്ളതുകൊണ്ടു ശരീരത്തിൽനിന്നു വിയൎപ്പും പുറത്തുനിന്നു മേല്വസ്ത്രത്തിൽക്കൂടി പൊടി മുതലായവയും ചേരുന്നതിനാൽ ഒട്ടകം ചേറാകുന്നു. അങ്ങിനേയുള്ള സുഷിരങ്ങൾ വളരേ ഉണ്ടു. കൈയുടെ ഉള്ളിൽ 400 ദ്വാരങ്ങളും മനുഷ്യന്റെ തോലിൽ 2,38,100ഇൽ ചില്വാനം ദ്വാരങ്ങളും ഉണ്ടെന്നു കേൾക്കുന്നു,

25. നാം രസം തോൽകൊണ്ടുള്ള ഒരു സഞ്ചിയിൽ പകൎന്നിട്ടു വേണ്ടുവോളം ഞെക്കുന്നെങ്കിൽ രസം പുറത്തു പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തോലിൽ അനേകം ചെറിയ രന്ധ്രങ്ങൾ ഉള്ളതുകൊണ്ടു രസം ഇതില്കൂടേ കടന്നുപോകും. ഇവ്വണ്ണം മരത്തില്കൂടേയും പൊൻ മുതലായ ലോഹങ്ങളില്കൂടേയും ദ്രവങ്ങളെ അമൎത്തുവാൻ കഴിയും. 1661-ാം കൊല്ലത്തിൽ ഫ്ലോരെൻസ് എന്ന പട്ടണത്തിൽ പൊൻകൊണ്ടുള്ള ഒരു ഉണ്ടയെ വെള്ളംകൊണ്ടു നിറെച്ചു വളരേ അമൎത്തിയപ്പോൾ വെള്ളം ചെറിയ തുള്ളികളായി പുറപ്പെട്ടുവന്നതുകൊണ്ടു പൊന്നിലും അങ്ങിനേയുള്ള സുഷിരങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നു കാണായ്വന്നു. കണ്ണാടിയിൽ മാത്രം ഈ വക രന്ധ്രങ്ങൾ ഉള്ളപ്രകാരം സാക്ഷിപ്പെടുത്തുവാൻ സാദ്ധ്യമായ്വന്നിട്ടില്ല.

26. ഒരു പീപ്പ വെയിലിൽ വെച്ചതിന്റെ ശേഷം വെള്ളം പകൎന്നാൽ അതു ചോരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെയിലിൽ ഇരിക്കുന്ന സമയത്തു മരത്തിന്റെ സുഷിരങ്ങൾ കുറഞ്ഞു മരം ചുരുങ്ങിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു പീപ്പയുടെ അംശങ്ങൾ തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞുപോകുന്നതിൻ നിമിത്തം വെള്ളം ചോരും. വെള്ളം പകൎന്ന ശേഷമോ ആ സുഷിരങ്ങൾ വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിട്ടു വലുതാകുന്നതിനാൽ വെള്ളം ക്രമേണ പീപ്പയിൽ നില്ക്കും.

27. പാറയുടെ പിളൎപ്പിൽ ഒരു ഉണങ്ങിയ മരക്കഷണത്തെ തറെച്ചു അതിൽ വെള്ളം പകരുന്നതിനാൽ പാറയെ പൊട്ടിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എങ്ങിനേയാണ്?

പാറയുടെ പിളൎപ്പിൽ വെച്ച ഉണങ്ങിയ മരക്കഷണം വെള്ളം പകരുന്നതിനാൽ വീൎക്കുകയും പാറ പീന്തിപ്പോകയും ചെയ്യുന്നതു കൊണ്ടത്രേ.

28. ഒരു മരക്കഷണത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തെ നനെച്ചു മറുഭാഗത്തിൽ തീ കാച്ചിയാൽ വളയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നനെച്ച ഭാഗം രന്ധ്രങ്ങൾ വലുതാകുന്നതുകൊണ്ടു വീൎക്കയും കാച്ചിയഭാഗം സുഷിരങ്ങൾ ചുരുങ്ങിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു കുറയുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ മരം വളയുന്നു. ഈ വക വളഞ്ഞ മരക്കഷണങ്ങൾ ഉരുണ്ട പീപ്പകളെ ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഉതകുന്നു.

29. ഒരു പീപ്പയെ ഉണങ്ങിയ പയർകൊണ്ടു നിറെച്ചു വെള്ളം പകൎന്നാൽ പീപ്പ പൊട്ടിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പയർ ഉണങ്ങിയതായ സമയത്തിൽ നിറെക്കേണ്ടതിന്നു അല്പസ്ഥലം മതി എങ്കിലും നനെക്കുന്നതിനാൽ മേല്പറഞ്ഞ പോലേ വീൎത്തു അധികം സ്ഥലം വേണ്ടിവരുന്നതിനാൽ പീപ്പയെ പൊട്ടിക്കും. വൈദ്യന്മാർ ചിലപ്പോൾ മനുഷ്യരുടെ തലയോടു പൊട്ടിപ്പാൻ ഇങ്ങിനേ ചെയ്യുവരുന്നു.

30. ഒരു കുപ്പി വെള്ളവും ഒരു കുപ്പി ആവിയും തമ്മിൽ കലൎത്തുന്നതിനാൽ അവ കുറഞ്ഞു കിട്ടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ദ്രവങ്ങളിൽ പോലും മേല്പറഞ്ഞ ദ്വാരങ്ങളുണ്ടു. അതുകൊണ്ടു ആവിയെയും വെള്ളത്തെയും തമ്മിൽ കലൎത്തുമളവിൽ ആവി വെള്ളത്തിന്റെ ദ്വാരങ്ങളിലും വെള്ളം ആവിയുടെ ദ്വാരങ്ങളിലും ഉൾപ്പെടുന്നതിനാൽ ഈ രണ്ടും നിറെക്കുന്ന സ്ഥലം കുറഞ്ഞു പോം. ലോഹങ്ങളെയും തമ്മിൽ ഇടകലൎത്തുന്നെങ്കിൽ അങ്ങിനേ തന്നേ അവ പൂരിക്കുന്ന സ്ഥലം ചുരുങ്ങുന്നതു കാണാം.

മഴവെള്ളം ഭൂമി കുടിക്കുന്നതും സസ്യങ്ങൾ വെള്ളം ഉൾക്കൊള്ളുന്നതും പീപ്പകളുടെ ഉള്ളിൽ കീൽകൊണ്ടു തേക്കുന്നതും ഇതിനെ തെളിയിക്കുന്ന വേറേ ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളാകുന്നു.

IV.

വിഭജ്യത Divisibility.

31. വിഭജ്യത എന്നതു എന്തു?

ഓരോ വസ്തുവിനെ നിത്യം വിഭാഗിപ്പാൻ കഴിയും. ഒരു പൊൻനാണ്യത്തെക്കൊണ്ടു ഒരു കുതിരയെയും അതിൻ പുറത്തു ഇരിക്കുന്നവനെയും പൊതിയുവാൻ തക്കവണ്ണം അടിച്ചു പരത്തുവാൻ കഴിയും. ഒരു അല്പം (മെരുവിൻ) പുഴുകിനെ ഒരു വലിയ ഭവനത്തിൽ വെച്ചാൽ അവിടേ ഒക്കെയും മണപ്പാൻ കഴിയും. മനുഷ്യർ യന്ത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഒരു വസ്തുവിനെ എത്രയും ചെറിയ അംശങ്ങളാക്കി വിഭാഗിക്കുന്നെങ്കിലും പ്രകൃതിയിൽ നാം ഏററവും ചെറിയ പദാൎത്ഥങ്ങൾ കാണുന്നു. ഒരു പയറോടു സമമായ സ്ഥലത്തിൽ 225,000,000 ചെറിയ ജന്തുക്കൾ അടങ്ങിയിരിക്കാം. മനുഷ്യന്റെ രക്തം നിറമി

ല്ലാത്ത ദ്രവത്തിൽ നീന്തുന്ന എണ്ണപ്പെടാത്ത ചുവന്ന ചെറിയ ഉണ്ടകളെക്കൊണ്ടു ഉളവാകുന്നു. ഒരു ഉണ്ടയുടെ വീതി അംഗുലത്തിന്റെ 3,500-ാം അംശം അത്രേ. ഒരു സൂചിയുടെ മുനയിന്മേൽ തൂങ്ങുവാൻ തക്കതായ രക്തത്തിൻ തുള്ളിയിൽ 1,000,000 അങ്ങിനേത്ത ഉണ്ടകൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. അതു മാത്രമല്ല, ഭൂതക്കണ്ണാടികൊണ്ടു ആ ഉണ്ടകളെക്കാൾ ചെറിയ ജന്തുക്കളെ പോലും കാണ്മാൻ കഴിയും. ഇവ അധികം ചെറിയ ജന്തുക്കളെ വിഴുങ്ങുന്നതിനെ കുറിച്ചു കേൾക്കുമ്പോൾ ഈ ജന്തുക്കളുടെ ശരീരത്തിലും രക്തം ഒഴുകുമ്പോൾ അതിലുള്ള ഉണ്ടകളുടെ വലിപ്പം എന്തുപോൽ?

32. ഒരു ശീമച്ചുണ്ണാമ്പു കഷണത്തെക്കൊണ്ടു ഒരു ചുവർ മുഴുവൻ തേക്കുവാൻ എങ്ങിനേ കഴിയും?

ശീമച്ചുണ്ണാമ്പു പൊടിക്കുന്നതിനാൽ അതു എത്രയും ചെറിയ അംശങ്ങളായി പിരിഞ്ഞുപോയ ശേഷം വെള്ളം ചേക്കുമ്പോൾ ഒരു മാതിരി പശ ഉളവാകുന്നു. അതിനാൽ ആ ശീമച്ചുണ്ണാമ്പു ഇനിയും അധികമായി വിഭാഗിക്കപ്പെട്ടു പോകും. ഈ പശയുടെ തുള്ളികളെ തേക്കുമ്പോളോ വീണ്ടും ശീമച്ചുണ്ണാമ്പു അംശമായി പിരിഞ്ഞു പോയ ശേഷം വെള്ളം ആവിയായി നീങ്ങി ആ തരി മതിലിന്മേൽ ശേഷിക്കയും ചെയ്യുന്നു.

33. ഒരു വലിയ പീപ്പവെള്ളം കൎമ്മെൻ (Carmine) എന്നതിന്റെ ചെറിയ ഒരു കരുകൊണ്ടു ചുവപ്പിപ്പാൻ കഴിയുന്നതെങ്ങിനേ?

കൎമ്മെൻ എന്നുള്ള വസ്തു വെള്ളത്തിൽ എണ്ണപ്പെടാത്ത അംശങ്ങളായി വേറിരിഞ്ഞു വെള്ളത്തിന്റെ ഓരോ തുള്ളി കൎമ്മെനിൽനിന്നു ഒരല്പം കൈക്കൊള്ളുന്നതിനാൽ വെള്ളം മുഴുവൻ ചുവന്നു പോകും. അങ്ങിനേയുള്ള കുരു വെള്ളത്തിന്റെ 100,000 തുള്ളികളെ ചുവപ്പിക്കും. മഷിയുടെ കാൎയ്യം അങ്ങിനേ തന്നേ.

34. അല്പം കസ്തൂരികൊണ്ടു ഒരു വലിയ ഭവനം മുഴുവൻ മണക്കുന്നതെങ്ങിനേ?

മണക്കുന്ന വസ്തു തന്നാലേ വിഭാഗിക്കപ്പെട്ടു, ഇതിൻ എത്രയും ചെറിയ അംശങ്ങൾ എല്ലാ ദിക്കിലും ചിതറീട്ടു വല്ല അംശം മൂക്കിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനാൽ വാസന ഉളവാകും. കസ്തൂരി എന്ന സാധനം തന്നാലേ അത്ഭുതമായ വിധത്തിൽ വിഭാഗിക്കപ്പെടുന്നതിനാലത്രേ അതിൻെറ എത്രയോ ചെറിയ അംശങ്ങൾ പോലും ഒരു വീട്ടിനെ വളരേ നേരത്തോളം നിറെക്കുന്നതു. എപ്പോഴും അംശങ്ങൾ വീട്ടിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്നു എങ്കിലും ശേഷിക്കുന്നതു ഇടവിടാതേ വീണ്ടും വിഭാഗിക്കപ്പെട്ടു പിന്നേയും വീട്ടിനെ നിറെക്കുന്നതിനാൽ ഈ അംശങ്ങൾ ക്രമേണ എത്രയും ചെറുതായ്പോകും.

35. ധൂപകലശം ഒരു വീട്ടിൽ വെച്ചാൽ ആ വീടു മുഴുവൻ മണക്കുന്നതെങ്ങിനേ?

ധൂപകലശത്തിൽ തീ ഇടുന്നതിനാൽ അതിലേ പുക വീട്ടിൽ മുഴുവനും പരക്കുന്നു. ആ പുകയോടുകൂടേ മണമുള്ള എത്രയും ചെറിയ അംശങ്ങളും ചിതറി വീട്ടിൽ മുഴുവൻ വ്യാപരിക്കുന്നു. ഇങ്ങിനേ മണമുള്ള സസ്യങ്ങൾ വളരുന്ന ദ്വീപുകളിൽനിന്നു ബഹു ദൂരത്തോളം വാസന വരാറുണ്ടു.

V.

സംലഗ്നാകൎഷണം Cohesion.

36. സംലഗ്നാകൎഷണം എന്നതു എന്തു?

വസ്തുവിൻെറ അംശങ്ങളെ തമ്മിൽ ബന്ധിക്കുന്ന ശക്തി തന്നേ. ഈ അംശങ്ങളെ തമ്മിൽ ചേൎക്കുവാൻ പ്രത്യേകമായി ഒരു ശക്തി ഉണ്ടു. വല്ലതും പൊട്ടിക്കയോ മുറിക്കയോ ന

റുക്കുകയോ ചെയ്യുന്ന സമയം ഒക്കയും ഒരു വിരോധത്തെ ജയിപ്പാൻ ആവശ്യം. ആ വിരോധം സംലഗ്നാകൎഷണത്തിന്റെ ബലം തന്നേയാകുന്നു. ഈ ശക്തി എല്ലാ സാധനത്തിലും ഒരു പോലേ എന്നു വിചാരിക്കേണ്ട. ചില സാധനങ്ങളുടെ അംശങ്ങളെ വേർതിരിപ്പാൻ എളുപ്പം (വെള്ളം, അപ്പം etc.) ചില വസ്തുക്കളുടെ അംശങ്ങളെ തമ്മിൽ വേൎപിരിപ്പാൻ ബഹു പ്രയാസം തന്നേ (കല്ലു്, ഇരുമ്പു) സാധനങ്ങളുടെ അംശങ്ങളെ പ്രയാസത്തോടേ വേൎപിരിച്ച ശേഷം അംശങ്ങളെ വീണ്ടും ചേൎപ്പാൻ കഴിയുന്നില്ലെങ്കിൽ നാം ഇവെക്കു കട്ടിയായ സാധനങ്ങൾ എന്നു പേർ വിളിക്കുന്നു. ഇവയിൽ സംലഗ്നാകൎഷണത്തിന്റെ ബലം അടുക്കൽ മാത്രം വ്യാപരിക്കുന്നു. വേറേ വസ്തുക്കളുടെ അംശങ്ങളെ എളുപ്പത്തോടേ വേർതിരിച്ച ശേഷം അംശങ്ങളെ വീണ്ടും തമ്മിൽ അടുപ്പിക്കുമ്പോൾ അവ ചെന്നു ഒരു സാധനമായി ചമയും. ഈ വക സാധനങ്ങൾക്കു ദ്രവം എന്നുള്ള പേർ. ഇനി ഒരു വിധം സാധനമുണ്ടു. ഇവയിൽ അംശങ്ങൾക്കു തമ്മിൽ കഴിയുന്നേടത്തോളം ഒരു വലിയ സ്ഥലത്തെ നിറെപ്പാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. ഇവെക്കു ബാഷ്പം എന്നു പേർ വിളിക്കാം. വേറേ സാധനങ്ങളിൽ ഈ സംലഗ്നാകൎഷണത്തിൽ ഒരു ഭേദം കാണുന്നതല്ലാതേ ചൂടിനാൽ ഓരോ സാധനത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണം മാറിപ്പോകയാൽ മിക്കവാറും സാധനങ്ങൾ മേല്പറഞ്ഞ മൂന്നു വിധമായ വ്യവസ്ഥയിൽ കാണാം. (കട്ടിയായ വെള്ളം, വെള്ളം, ആവി എന്നീ മൂന്നു വസ്തുക്കൾ ഒരു സാധനത്തിന്റെ മൂന്നു വ്യവസ്ഥകൾ അത്രേ എന്നറിക!) ഉഷ്ണംവൎദ്ധിക്കുന്തോറും സംലഗ്നാകൎഷണം കുറഞ്ഞുപോം. പദാൎത്ഥങ്ങൾക്കു സാധാരണമായി ഈ മൂന്നു വ്യവസ്ഥകൾ പററുന്നെങ്കിലും വേറേ രാജ്യങ്ങളിൽ വേണ്ടുന്ന ഉഷ്ണമോ ശീതമോ ഇല്ലായ്ക

കൊണ്ടു പല സാധനങ്ങളെ ഒരൊററ വ്യവസ്ഥയിലേ കാണു
ന്നുള്ളു.

37. അരക്ക പൊട്ടിപ്പോയാൽ രണ്ടു അററങ്ങളെയും ഉരുക്കുന്നതിനാലല്ലാതേ തമ്മിൽ ചേക്കുവാൻ പാടില്ലാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

അരക്ക കട്ടിയായിരിക്കുന്ന സമയത്തു പൊട്ടിപ്പോയ രണ്ടു കഷണങ്ങളെ കൈകൊണ്ടു തമ്മിൽ ചേപ്പാൻ വഹിയാ. സംലഗ്നാകൎഷണത്തിന്റെ ബലം അംശങ്ങൾ തമ്മിൽ എത്രയും അടുത്തിരിക്കുമ്പോൾ മാത്രം ഉളവായി വ്യാപരിക്കുന്നു; ഉരുക്കുന്നതിനാൽ അരക്ക ഒരു വിധം ദ്രവമായി തീൎന്നിട്ടു അതിൻ അംശങ്ങൾ വേണ്ടുവോളം അണഞ്ഞു തമ്മിൽ ചേരും.

38. ദ്രവങ്ങളെ പാത്രങ്ങളിലാക്കുവാൻ എന്താണ് ആവശ്യം?

ദ്രവങ്ങൾക്കു സംലഗ്നാകൎഷണം അല്പം മാത്രം ഉണ്ടാകയാൽ ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണം അവയുടെ അണുക്കളെ തമ്മിൽ വേർതിരിപ്പാൻ മതിയാകും. അവെക്കു യാതൊരു രൂപവും ഇല്ല; അവെക്കു എപ്പോഴും അവയെ പകൎന്നു വെക്കുന്ന പാത്രത്തിന്റെ ആകൃതിയേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളു. ബാഷ്പങ്ങളിൽനിന്നു തണുപ്പു മുതലായ കാരണങ്ങളാൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന ദ്രവാംശങ്ങൾക്കു മാത്രം സ്വരൂപത്തെ രക്ഷിക്കേണ്ടതിന്നു വേണ്ടുവോളം സംലഗ്നാകൎഷണം ഉണ്ടു. അതിന്നു തുള്ളി എന്നുള്ള പേരുണ്ടു. ഇവ്വണ്ണം മഴ തുള്ളിയായി വീഴുന്നതല്ലാതേ അതിരില്ലാത്ത വിശാലത്തിൽ മുമ്പേ ഒരു ദ്രവമായിരുന്ന നമ്മുടെ ഭൂമി ഇപ്പോൾ ഒരു വലിയ തുള്ളിയായി തൂങ്ങുന്നു എന്നറിക!

39. വിറക് നാം നീളെ ചീന്തുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മരത്തിന്റെ ആര് നീളംപരിചായി കിടക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈ വഴിയായി വിറകു വെട്ടുമ്പോൾ ഈ ആരുകളെ തമ്മിൽ വേർതിരിപ്പാൻ മാത്രമേ ആവശ്യം ഉള്ളു. വിലങ്ങേ വെട്ടുകിലോ പല ആരുകളുടെ അംശങ്ങളെ വേൎപിരിക്കേണ്ടി വരും.

ഈ രണ്ടാമത്തേതിൽ അധികം സംലഗ്നാകൎഷണത്തെ ജയി പ്പാൻ ആവശ്യം ഉണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ടു ഈ വഴിയായി ആരം വിറകിനെ വെട്ടാതേ നീളംപാരിചായി വെട്ടുകയും വേറേ വ ഴിയായി ഈൎച്ചവാൾ (അറുപ്പ്‌വാൾ)കൊണ്ടു ഈരുകയും ചെയ്യുന്നു.

40. വലിച്ചുനീട്ടിയ കമ്പി ഉരുക്കി ഉണ്ടാക്കിയ കമ്പിയെക്കാൾ ഉറപ്പുള്ള തു എന്തുകൊണ്ടു?

കമ്പിയെ വലിക്കുമ്പോൾ നാം അതിനെ ചെറിയ ദ്വാര ങ്ങളിലൂടേ ഉന്തി നീട്ടുകയാൽ അതിന്റെ സുഷിരങ്ങൾ ചു രുങ്ങി അണുക്കൾ അധികം അടുത്തു വരുന്നതിനാൽ കമ്പി വളരേ ഉറപ്പുള്ളതായ്ത്തീരുന്നു. ഉരുക്കുന്നതിനാൽ സുഷിരങ്ങൾ അധികമായി ഉണ്ടാകയും അതിൽ മണ്ണും മററും കൂടുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ എളുപ്പത്തിൽ പൊട്ടിപ്പോകയും ചെയ്യുന്നു.

41. വെള്ളത്തിന്റെ തുള്ളികളെക്കാൾ എണ്ണയുടെ തുള്ളികൾ വലിയവ യാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

സംലഗ്നാകൎഷണം എല്ലാ പദാൎത്ഥങ്ങളിലും ഒരു പോലേ വ്യാപരിക്കുന്നില്ലല്ലോ. വെള്ളത്തെക്കാൾ അതു എണ്ണയിൽ അധികമായി കാണുന്നു. അതുകൊണ്ടു എണ്ണ ഭൂമിയുടെ ആ കൎഷണത്തെ അധികമായി വിരോധിക്കുന്നു; അതിന്റെ അം ശങ്ങൾ വെള്ളത്തിന്റേവയെ പോലേ എളുപ്പത്തിൽ തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞു പോകുന്നില്ല.

42. മെഴുക്കുള്ള ഒരു സൂചി സൂക്ഷ്മത്തോടേ വെള്ളത്തിൽ വെച്ചാൽ താണു പോകാതേ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചില വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ തമ്മിൽ ആകൎഷിക്കുന്നെങ്കിലും വെള്ളവും എണ്ണയും തമ്മിൽ അശേഷം ആകൎഷിക്കുന്നില്ല. സൂചി മെഴുക്കുള്ളതായി തീരുന്നതിനാൽ വെള്ളത്തിനു ഒരു വിധേന പ്രതികൂലമായി ചമയുന്നതുകൊണ്ടു ഭൂമിയുടെ ആക

ഷണത്തിന്നു വിരോധമായി നില്ക്കും. ഇതു ഹേതുവായി ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണത്തിന്നു വെള്ളത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണത്തെ ജയിച്ചു സൂചിയെ താഴോട്ടു വലിപ്പാൻ കഴിയുന്നില്ല. സൂചി അല്പം താണുപോകുന്നതോ ഈ ഭൂവാകൎഷണത്തിന്റെ ഫലമാകുന്നു താനും.

43. വെള്ളത്തിന്മേൽ ക്ഷണത്തിൽ അടിക്കുമ്പോൾ വേദന ഉണ്ടാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കൈ വെള്ളത്തിൽ മെല്ലേ മുക്കുമ്പോൾ വെള്ളത്തിന്റെ അംശങ്ങൾക്കു നീങ്ങിപ്പോവാൻ സമയമുണ്ടു. വേഗത്തിൽ അടിക്കുമ്പോൾ വെള്ളത്തിന്നു നീങ്ങിപ്പോവാൻ സമയം ഇല്ലായ്കയാൽ അതു ഉറപ്പുള്ള വസ്തുവിനെപ്പോലേ കൈക്കു വിരോധമായി നില്ക്കുന്നതിനാൽ വേദന ഉണ്ടാകുന്നു. അങ്ങിനേ തന്നേ കപ്പലിന്റെ പാമരത്തിൽനിന്നു വെള്ളത്തിലേക്കു ചാടുമ്പോൾ കാൽ തമ്മിൽ കെട്ടിയില്ലെങ്കിൽ ശരീരം പിളൎന്നു പോകും.

നൂൽ മെഴുകൊണ്ടു തേക്കുന്നതും തുണികളെ യന്ത്രംകൊണ്ടു അമൎത്തി ഒതുക്കുന്നതും സംലഗ്നാകൎഷണത്തിന്റെ ശക്തിയെ കാണിക്കുന്ന വേറേ ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളാകുന്നു.

VI.

സംശ്ലിഷ്ടത (പററ്) Adhesion.

44. സംശ്ലിഷ്ടത എന്നതു എന്തു?

ഓരോ വസ്തുക്കളുടെ മേല്ഭാഗങ്ങൾ അന്യോന്യം ആകൎഷിച്ചു പററുന്നത്. ഈ ആകൎഷണത്തിൽ വ്യാപരിക്കുന്ന ശക്തി തൊടുന്നതിനാലോ തമ്മിൽ അടുത്തു ചേൎന്നിരിക്കുന്നതിനാലോ ഉളവാകുന്നു. ഒരു സാധനത്തിൽ സംലഗ്നാകൎഷണം വൎദ്ധിക്കു

ന്തോറും സംശ്ലിഷ്ടത കുറയുകയും സംലഗ്നാകൎഷണം കുറഞ്ഞു പോകുന്നേടത്തോളം സംശ്ലിഷ്ടത വൎദ്ധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. സംലഗ്നാകൎഷണവും സംശ്ലിഷ്ടതയും തമ്മിൽ വിരോധമായി പ്രവൃത്തിക്കുന്ന രണ്ടു ശക്തികളാകുന്നു.

45. ലോഹംകൊണ്ടുള്ള രണ്ടു മിനുസമായ തകിടുകളെ ചേൎത്തു വളരേ അമൎത്തുന്നെങ്കിൽ തമ്മിൽ വേൎതിരിപ്പാൻ പ്രയാസം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തകിടുകൾ വളരേ മിനുസമുള്ളവയാകയാൽ അവയുടെ അണുക്കൾ തമ്മിൽ അണഞ്ഞു ഉടനേ ആകൎഷിക്കുന്ന ശക്തി വ്യാപിക്കും. ഈ വക തകിടുകളെ ചിലപ്പോൾ തമ്മിൽ വേൎതിരിപ്പാൻ അശേഷം കഴിയുന്നില്ല. രണ്ടു തകിടുകൾക്കിടെ ഒരു കടലാസ്സു വെച്ചാൽ അണുക്കൾ തമ്മിൽ തൊടായ്കകൊണ്ടു ആകൎഷണം വ്യാപരിക്കുന്നില്ല അഥവാ പരുപരുത്ത തകിടുകൾ തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നെങ്കിൽ അവയുടെ ഇടയിൽ ദ്വാരങ്ങൾ ഉള്ളതുകൊണ്ടു അണുക്കൾ അധികം ചേരാതേയും ആകൎഷണം വ്യാപരിക്കാതേയും വരുന്നു.

46. രണ്ടു കണ്ണാടിച്ചില്ലുകളെ നനെച്ചിട്ടു ഒന്നിന്മേൽ മറ്റൊന്നു വെച്ചാൽ നിരക്കാതേ അകത്തുവാൻ പെരുത്തു പ്രയാസമായിവരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കണ്ണാടി വളരേ മിനുസമുള്ള വസ്തുവാകുന്നു. അതല്ലാതേ നനെക്കുന്നതിനാൽ അവയുടെ ദ്വാരങ്ങൾ വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞു അടഞ്ഞുപോകുന്നു. അതുകൊണ്ടു സംശ്ലിഷ്ടതയാൽ രണ്ടു ചില്ലുകൾ തമ്മിൽ നല്ലവണ്ണം പറ്റുന്നു.

47. പശകൊണ്ടു തേച്ച രണ്ടു കടലാസ്സ് നല്ലവണ്ണം പറ്റുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കടലാസ്സിന്മേൽ പശ തേക്കുന്നതിനാൽ കടലാസ്സിലുള്ള പരുപരുപ്പു എല്ലാം നീങ്ങി സമമായി തീൎന്നശേഷം ദ്വാരങ്ങൾ അടഞ്ഞു രണ്ടും തമ്മിൽ നല്ലവണ്ണം പറ്റുന്നു. പിന്നേ പശ ഉണങ്ങുമ്പോൾ കടലാസ്സുകളുടെ ദ്വാരങ്ങൾ ചെറുതായി

പ്പോകുന്നതിനാൽ അണുക്കൾ അധികം അണഞ്ഞു കടലാസ്സുകളെ വേൎവ്വിടുത്തുവാൻ കഴിവില്ലാതാകുന്നു.

48. വെള്ളത്തിൽ കൈ മുക്കിയാൽ നനഞ്ഞുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കൈ വെള്ളത്തിൽ മുക്കിയാൽ വെള്ളത്തിന്റെ അംശങ്ങൾക്കുള്ള സംലഗ്നാകൎഷണത്തെക്കാൾ കൈക്കും വെള്ളത്തിന്നും ഉള്ള സംശ്ലിഷ്ടത ഏറുന്നതുകൊണ്ടു അത്രേ നനഞ്ഞുപോകുന്നതു.

49. രസത്തിൽ കൈ മുക്കിയാൽ ഒന്നും പററാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

രസത്തിൽ കൈ മുക്കിയാൽ അതിന്നും കൈക്കും തമ്മിലുള്ള സംശ്ലിഷ്ടതയെക്കാൾ രസത്തിന്റെ അണുക്കളുടെ ഇടയിലുള്ള സംലഗ്നാകൎഷണം വലിയതാകകൊണ്ടു കൈക്കു ഒന്നും പററുന്നില്ല. രസം നാകത്തിന്മേൽ ഒഴിച്ചാൽ അതു നല്ലവണ്ണം പററിക്കൊള്ളും താനും.

50. നൈകൊണ്ടു തേച്ച കണ്ണാടി വെള്ളത്തിൽ മുക്കിയാൽ വെള്ളം പററാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

എണ്ണെക്കും വെള്ളത്തിന്നും യാതൊരു സംശ്ലിഷ്ടത ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു ഈ നൈ കണ്ണാടിക്കും വെള്ളത്തിന്നും തമ്മിലുള്ള സംശ്ലിഷ്ടതയെ തടുക്കുന്നു; വെള്ളത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണം സംശ്ലിഷ്ടതയെ ജയിക്കപോലും ചെയ്യും.

51. ചില പാത്രങ്ങളിൽനിന്നു വെള്ളം ഒഴിക്കുമ്പോൾ കുറേ ഒലിച്ചുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പാത്രത്തിൻ പുറഭാഗം വെള്ളത്തിന്റെ അണുക്കളെ ആകൎഷിക്കുന്നതിനാലത്രേ വെള്ളത്തിൻ ഒരംശം ഒലിച്ചുപോകുന്നതു. അതു മാറേറണ്ടതിന്നു വെള്ളത്തിന്റെ എല്ലാ അംശങ്ങളും പുറഭാഗത്തിൽനിന്നു കഴിയുന്നേടത്തോളം ദൂരത്തിൽ വീഴുവാൻ തക്കവണ്ണം പകരേണം. അതിന്നായിട്ടു നാം ചില പാത്രങ്ങൾക്കു ഒരുമാതിരി കൊക്ക് (അല്ലെങ്കിൽ മോന്ത) കാ

ണന്നില്ലേ! അതില്ലെങ്കിൽ മേല്ഭാഗത്തു നൈ പിരട്ടിയാൽ മതി; ഇതിനാൽ സംശ്ലിഷ്ടത ഇല്ലാതേ പോം. (50-ാം ചോദ്യം നോക്ക). വെള്ളത്തിന്നു പകരം രസം പകരുമ്പോൾ യാതൊരു പ്രയാസം ഇല്ല; പാത്രത്തിന്നും ഇതിന്നും തമ്മിൽ സംശ്ലിഷ്ടത ഇല്ലല്ലോ.

52. ഒരു തുള്ളി വെള്ളം മേശമേൽ വീണാൽ അല്പം പരന്നുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തുള്ളിയുടെ സംലഗ്നാകൎഷണത്തെക്കാൾ മേശയുടെ സംശ്ലിഷ്ടശക്തി അധികമാകകൊണ്ടു അല്പം പരന്നുപോകുന്നു: മേശമേൽ നൈ തേക്കുമ്പോൾ വെള്ളത്തിന്റെ തുള്ളിയുടെ രൂപം മാറിപ്പോകാതേ സംലഗ്നാകൎഷണം ജയിക്കും. (50. 51-ാം ചോദ്യങ്ങളെ നോക്ക.)

53. രസത്തിന്റെ തുള്ളി ഒഴുകിപ്പോകാതേ മേശമേൽ ഉരുളുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മേശയുടെ സംശ്ലിഷ്ടതയെക്കാൾ രസത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണം അധികമായും അതിന്റെ അണുക്കളെ എല്ലാദിക്കിൽനിന്നും ആകൎഷിക്കയും ചെയ്യുന്നതു കൊണ്ടു രസത്തിൻ തുള്ളി ഉണ്ടയായിത്തീൎന്നു ഉരുളുന്നു.

54. ഒരു പലകമേൽ വീണ വെള്ളത്തിന്റെ തുള്ളി പലകയെ കമിഴ്ത്തിയാലും വീണുപോകാതിരിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണത്തെക്കാൾ തുള്ളിക്കും പലകെക്കും തമ്മിലുള്ള സംശ്ലിഷ്ടത വലുതാകുന്നതുകൊണ്ടത്രേ.

55. വെള്ളത്തിൻ തുള്ളിക്കു പകരം രസത്തുള്ളിയെ പ്രയോഗിച്ചാൽ അതു വീഴുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പലകെക്കും രസത്തിൻ തുള്ളിക്കും അല്പം സംശ്ലിഷ്ടത മാത്രം ഉണ്ടാകകൊണ്ടു ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണം ജയിച്ചു ആ തുള്ളി വീഴും.

56. ഒരു നാകത്തളികയിന്മേൽ ഒരു തുള്ളി രസം വീഴ്ത്തീട്ടു തളികയെ മറിച്ചാൽ വീഴാതിരിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണത്തെക്കാൾ നാകത്തിന്നും രസത്തിന്നുമുള്ള സംശ്ലിഷ്ടത ഏറുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. തുള്ളി അധികം വലിയതാകുമ്പോൾ ആകൎഷണത്തിന്നു രസത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണത്തെ ജയിപ്പാൻ കഴിയുന്നു; അതുകൊണ്ടു ഭൂവാകൎഷണം അതിൽ ഒരംശത്തെ താഴോട്ടു വലിക്കും. അങ്ങിനേ തന്നേ നാം 54-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച വെള്ളത്തിന്റെ തുള്ളിയുടെ കാൎയ്യം.

57. ഒരു കയറു വെള്ളത്തിൽനിന്നു മെല്ലേ വലിച്ചെടുത്താൽ അല്പം വെള്ളത്തിൻ തുള്ളികൾ മാത്രമേ പററുന്നുള്ളുവെങ്കിലും അതു വേഗത്തിൽ വലിച്ചാൽ അധിമായി നനഞ്ഞുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മെല്ലേ വലിക്കുന്നെങ്കിൽ വെള്ളത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണവും ഭൂമിയുടെ ആകൎഷവും കയററിന്റെ ആകൎഷണത്തെ തടുക്കുന്നതിനാൽ വളരേ വെള്ളം വീഴും. വേഗം വലിക്കുമ്പോഴോ കയർ വെള്ളത്തിൽനിന്നു വേൎപ്പിരിഞ്ഞു പോകുന്നതുകൊണ്ടു വെള്ളത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണം അല്പസമയത്തേക്കു മാത്രം വ്യാപരിക്കുന്നതിനാൽ കയററിന്റെ ആകൎഷണം ജയിച്ചിട്ടു വളരേ വെള്ളം പററും.

58. ഒരു കണ്ണാടിയിന്മേൽ കൈകൊണ്ടു എഴുതീട്ടു അതിന്മേൽ ആവിയിട്ടാൽ ആ എഴുത്തു നന്നായി കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മുടെ കയ്യിന്മേൽ എപ്പോഴും ഒരല്പം മെഴുക്കുള്ളതുകൊണ്ടു കണ്ണാടിയിന്മേൽ എഴുതുന്നതിനാൽ അതിനെയും മെഴുക്കമയമുള്ളതായി പിടിക്കും. പിന്നേ ആവി വിട്ടമ്പോൾ നാം മുമ്പേ കേട്ടപ്രകാരം മെഴുക്കിന്നും വെള്ളത്തിന്നും (അല്ലെങ്കിൽ വെള്ളമായ്ത്തീരുന്ന ആവിക്കും) സംശ്ലിഷ്ടത ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു മുമ്പേ എഴുതിയ സ്ഥലത്തിൽ ആവി നില്ക്കയില്ല. ചുററുമോ ഈ ആവി വെള്ളമായി നില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു ആവി പിടിക്കാത്ത അക്ഷരങ്ങളെ സ്പഷ്ടമായി കാണാം.

VII.

രോമാകൎഷണം (കേശാകൎഷണം) Capillarity.

59. രോമാകൎഷണം എന്നത് എന്തു?

ചില പദാൎത്ഥങ്ങളിൽ നാം രോമത്തോടു തുല്യമായ ചെറിയ കുഴലുകളെ കാണുന്നു. നാം ഈ വക സാധനങ്ങളെ ഒരു ദ്രവത്തിൽ മുക്കിയാൽ പലപ്പോഴും ആ ദ്രവം ഈ കുഴലുകളിൽ കയറിപ്പോകുന്നതു കാണാം. അതെന്തുകൊണ്ടെന്നു ചോദിച്ചാൽ ദ്രവത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണത്തെക്കാൾ ആ കുഴലുകൾക്കും ദ്രവത്തിന്നും ഉള്ള സംശ്ലിഷ്ടത ഏറുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. ഈ മാതിരി ആകൎഷണത്തിന്നു രോമാകൎഷണം എന്നു പറയുന്നു. ദ്രവത്തിന്നു വളരേ സംലഗ്നാകൎഷണം ഉണ്ടെന്നു വരികിൽ അതു ഈ കുഴലുകളിൽ പുറമേയുള്ള ദ്രവത്തെക്കാൾ താണുനില്ക്കും.

60. ഒരു തംബ്ലേറിന്റെ അരികോടു ചേൎന്നിരിക്കുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ മേല്ഭാഗം ഒരല്പം ഉയൎന്നു നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ തംബ്ലേറിന്റെ അരു വെള്ളത്തെ ആകൎഷിക്കയും വെള്ളത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണത്തെക്കാൾ തംബ്ലേറിന്റെ സംശ്ലിഷ്ടത അധികമായും നടുവിലുള്ള വെള്ളത്തെ ആകൎഷിക്കാതേയും ഇരിക്കുന്നതിനാൽ അരികിൽ ഉയൎന്നും നടുവിൽ താണും കാണുന്നു.

61. വെള്ളത്തിന്നു പകരം രസം ആയിരുന്നാൽ ഇതിന്റെ മേല്ഭാഗം പൊന്തി നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

രസത്തിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണം കണ്ണാടിയുടെ സംശ്ലിഷ്ടതയെക്കാൾ അധികമായും നടുവിൽ വിശേഷമായും വ്യാപരിക്കയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു ഇതിന്റെ മേല്ഭാഗം പൊന്തിനില്ക്കുന്നു.

62. തംബ്ലേറിൻ ഉള്ളിൽ നൈ തേക്കുമ്പോൾ അകത്തു നില്ക്കുന്ന വെള്ളം നടുവിൽ ഉന്തിനില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നൈ തേക്കുന്നതിനാൽ വെള്ളത്തിന്നും തംബ്ലേറിന്നും ഉള്ള സംശ്ലിഷ്ടത ഇല്ലാതേപോയിട്ടു വെള്ളം അതിൻെറ സംലഗ്നാകൎഷണത്താൽ നടുവിൽ പൊങ്ങിനില്ക്കും.

63. ഒരു നാകത്തളികയുടെ അരുവോടു അടുത്തു നില്ക്കുന്ന രസം ഒരല്പം ഉയൎന്നു നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

രസത്തിൻെറ സംലഗ്നാകൎഷത്തെക്കാൾ നാകത്തിന്നും രസത്തിന്നുമുള്ള സംശ്ലിഷ്ടത വലുതാകുന്നതുകൊണ്ടു പാത്രം സമീപത്തുള്ള രസത്തിൻെറ അംശങ്ങളെ മേലോട്ടു ആകൎഷിച്ചു വലിക്കും.

64. ഒരു തംബ്ലേറിൽ വെള്ളം നിറെച്ചാൽ അതിൻെറ മേല്ഭാഗം പൊന്തിനില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തംബ്ലേർ അശേഷം നിറഞ്ഞശേഷം അതിൻെറ സംശ്ലിഷ്ടതെക്കു വ്യാപരിപ്പാൻ കഴിയായ്കയാൽ വെള്ളം യാതൊരു തടസ്ഥവും കൂടാതേ അതിൻെറ സംലഗ്നാകൎഷണത്തിൻ പ്രകാരം നടുവിൽ പ്രത്യേകമായി കൂടുന്നതിനാൽ പൊന്തിനില്ക്കുന്നു.

65. ഒരു രോമത്തോടു തുല്യമായ നേരിയ കുഴൽ വെള്ളത്തിൽ മുക്കിയാൽ വെള്ളം ഈ കുഴലിൽ കയറിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കുഴലിൻെറ അന്തൎഭാഗം വെള്ളം ഒരല്പം മേലോട്ടു വലിച്ചശേഷം അതു കുഴിവുള്ള മേല്ഭാഗം കാണിക്കുന്നെങ്കിലും കുഴലിൻെറ ഉള്ളുകലം കുറയുന്നതുകൊണ്ടു അന്തൎഭാഗത്തിന്നു പററുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ അംശങ്ങൾ തമ്മിൽ അടുക്കുന്നതിനാൽ സംലഗ്നാകൎഷണം വ്യാപരിച്ചു കുഴി നിറഞ്ഞുപോയിട്ടു മേല്ഭാഗം സമമായ്തീരും. എന്നാൽ കുഴലിൻെറ അന്തൎഭാഗം വീണ്ടും മേലോട്ടു വലിച്ചതിൽപിന്നേ സംലഗ്നാകൎഷണം വീണ്ടും മേല്ഭാഗത്തെ സമമാക്കും. ഇവ്വണ്ണം കയറിപ്പോയ വെള്ളത്തി

ൻെറ ഘനാവും സംശ്ലിഷ്ടശക്തിയും ഒക്കെക്കൂടത്തോളം വെള്ളം കയറും. കുഴൽ നേരിയതാകുന്നേടത്തോളം വെള്ളം കയറിപ്പോം.

66. ഈ കുഴൽ രസത്തിൽ ഇട്ടാൽ കുഴലിലുള്ള രസം പാത്രത്തിലുള്ളതിനെക്കാൾ താണുനില്ക്കുന്നതു കാണാം. അതു എന്തുകൊണ്ടു?

രസത്തിൻെറ സംലഗ്നാകൎഷണം രസത്തിന്നും പാത്രത്തിന്നും തമ്മിലുള്ള സംശ്ലിഷ്ടതയെക്കാൾ അധികരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈ സംലഗ്നാകൎഷണം രസം കുഴലിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനെ തടുക്കുന്നു.

67. ഒപ്പുന്ന കടലാസ്സു വെള്ളത്തിൽ പിടിച്ചാൽ പുറമേയുള്ള അംശങ്ങൾ നനഞ്ഞുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഇവ തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാൽ എത്രയോ ചെറിയ കുഴലുകൾ ഉള്ളവയിൽക്കൂടി വെള്ളം കയറി വെള്ളത്തിന്നു മുകളിലുള്ള കടലാസ്സ് നനഞ്ഞു പോകുന്നു.

68. ഇരിമ്പുസാധനങ്ങൾ പൊടിച്ച കരിയിലിട്ടാൽ തുരുമ്പു പിടിക്കാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ പൊടിച്ച കരിയിൽ എണ്ണമില്ലാത്ത സുഷിരങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ ഇവ ചെറിയ കുഴലുകൾ എന്നപോലേ എല്ലാ നനവിനെയും ഗ്രസിക്കുന്നതിനാൽ ഇരിമ്പു തുരുമ്പിക്കാതേ ഇരിക്കുന്നു.

69. വിളക്കിൽ ഒരല്പം എണ്ണ മാത്രം ഉണ്ടായാലും വിളക്കുകത്തുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വിളക്കിൻെറ തിരി എത്രയും നേരിയ കുഴലുകളുടെ കൂട്ടം എന്നു ഒരു വിധത്തിൽ പറയാം. തിരികത്തുന്നസമയം ഈ കുഴലുകളിൽക്കൂടി എണ്ണ കയറിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു എണ്ണ തീൎന്നുപോകുംവരേ ജ്വാലെക്കു ആധാരമുണ്ടാകും.

70. കയറു നനഞ്ഞുപോയാൽ നീളം കുറയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തിരി എന്നപോലെ കയറും അനേക ചെറിയ കുഴലുകളുടെ വൎഗ്ഗമായിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു കയറു നനഞ്ഞുപോകുമ്പോൾ ആ കുഴലുകൾ വെള്ളം കുടിക്കുന്നതിനാൽ എത്രയും വീൎത്തു നീളം കുറഞ്ഞുപോകുന്നു. ഇവ്വണ്ണം കയറിന്റെ നീളം ചുരുങ്ങിപ്പോകുന്നതിനാൽ വളരേ ബലം ഉണ്ടാകുന്നു. രോമപുരിയിൽവെച്ചു പൌരന്മാർ മിസ്രദേശത്തിൽനിന്നു കൊണ്ടുവന്ന ഒരു വലിയ ഗോപുരത്തെ (Obelisk) വളരേ യന്ത്രങ്ങളാൽ പൊന്തിപ്പാൻ അദ്ധ്വാനിച്ചതു പഴുതിലായ ശേഷം അവർ ചുറ്റും കയർ കെട്ടി നനെച്ചതിനാൽ 1350 കണ്ടി ഘനമുള്ള ഈ ഗോപുരത്തെ ക്രമേണ മേലോട്ടു വലിച്ചെടുത്തുപോൽ.

71. ഒരു പാത്രത്തിൽ വെള്ളം പകൎന്നിട്ടു ഘനമില്ലാത്ത വസ്തുക്കളെ അതിൽ ഇട്ടാൽ ഇവ പാത്രത്തിന്റെ വക്കോട്ടു അടുത്തുവരുമ്പോൾ അധികം വേഗം അടുക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പാത്രത്തിന്റെ ഉള്ളിലും ആ വസ്തുക്കളുടെ ചുററിലും വെള്ളം അല്പം ഉയൎന്നുനില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു (60-ാം ചോദ്യം നോക്കു.) ആ വസ്തുക്കൾ പാത്രത്തിന്റെ ഉൾഭാഗങ്ങളുടെ അരികേ അടുക്കുമ്പോൾ വസ്തുക്കളുടെയും പാത്രത്തിന്റെ ഉൾഭാഗത്തിന്റെയും ഇടയിലൊരു ചെറിയ ചാൽ ഉളവായിട്ടു ഇതിനെ നിറെക്കേണ്ടതിന്നു ഇരുഭാഗത്തിലുമുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ അംശങ്ങൾ തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാൽ ആ വസ്തുക്കളെ പാത്രത്തിന്റെ അടുക്കലേക്കു വേഗത്തിൽ കൊണ്ടുപോകുന്നു.

VIII.

നിഷ്ക്കാരകത്വം. Inertia.

72. നിഷ്ക്കാരകത്വം എന്നതു എന്തു?

പ്രകൃതിയിൽ പ്രത്യേകമായ കാരണം കൂടാതേ നാം യാതൊരു മാററവും കാണുന്നില്ല. അതിൻപ്രകാരം വസ്തുക്കൾ സ്വസ്ഥമായിരിക്കുമ്പോൾ അവയെ നീക്കേണ്ടതിന്നു വേറൊരു ശക്തി വേണം. ഓടുന്ന വസ്തുവിനെ തടുത്തുനിൎത്തേണ്ടതിന്നു ഇതര ഒരു ബലം വേണം എന്നറിക. എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ഉള്ള ഈ വിശേഷതെക്കു നിഷ്ക്കാരകത്വം എന്നു പേരുണ്ടു. ഓടുന്ന വസ്തുവിന്നു യാതൊന്നും വിരോധമായി നില്ക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ ആദ്യമുണ്ടായ വേഗതയിൽ അവസാനം എന്നിയേ ഓടും. ഈ വക ഓട്ടം നാം ഭൂമിയിൽ കാണാത്തതു എന്തുകൊണ്ടെന്നു ചോദിച്ചാൽ ഭൂവാകൎഷണം, സംഘൎഷണം, (ഉരസൽ) വായുവിൻെറ തടസ്ഥം, എതിൎനില്ക്കുന്ന വേറേ വസ്തുക്കൾ എന്നിവ ഓടുന്നവസ്തുവിനെ എപ്പോഴും തടുക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈ അന്തമില്ലാത്ത ഓട്ടം കാണുമാറില്ല.

73. വളരേ ഘനമുള്ള ഒരു വണ്ടിയെ നീക്കുവാൻ വളരേ പ്രയാസമായിരുന്നാലും ഓടുന്നെങ്കിൽ അതിനെ വലിപ്പാൻ എളുപ്പമാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വണ്ടിയുടെ നിഷ്ക്കാരകത്വവും ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണവും നിലത്തിൻെറ പരുപരുപ്പും നിമിത്തം അതിനെ ഒന്നാമതു നീക്കുവാൻ വളരേ പ്രയാസം. അതു ഓടുമ്പോൾ ഓട്ടഭാവം ആ ഗതിയിൽ മുമ്പിടുന്നതുകൊണ്ടും നിഷ്ക്കാരകത്വം സഹായിക്കുന്നതുകൊണ്ടും അതിനെ എളുപ്പത്തിൽ വലിക്കുവാൻ കഴിയും.

74. പരുപരുത്ത കടലാസ്സിൽ എഴുതിയാൽ പലപ്പോഴും മഷിതെറിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

എഴുതുന്നസമയം തൂവലും മഷിയും കൂടേ സഹഗമനം ചെയ്യുമ്പോൾ പരുപരുത്ത സ്ഥലങ്ങളിൽവെച്ച് നാം വിചാ

രിയാതേ പെട്ടന്ന് നിന്നുപോകുന്നു. മഷിയോ അതിന്റെ നിഷ്ക്കാരകത്വത്തെ അനുസരിച്ചു ഗമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ തൂവൽ നില്ക്കുമ്പോൾ ഒരുമിച്ചു നില്ക്കാതേ തെറിച്ചു വീഴുന്നു.

75. വേഗത്തിൽ ഓടുന്ന വണ്ടി യദൃച്ഛയാ നിന്നാൽ അതിലുള്ള ആളുകൾ മുന്നോട്ടു ചാഞ്ഞുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വണ്ടിയിൽ പോകുന്ന സമയം വണ്ടിയും നമ്മുടെ ശരീരവും മുന്നോട്ടു ഓടുന്ന ഗതിയെ പ്രാപിച്ചശേഷം വണ്ടി യദൃച്ഛയാ നില്ക്കുന്നു എന്നു വന്നാൽ ശരീരം ഇനിയും അതിന്റെ നിഷ്ക്കാരകത്വപ്രകാരം മുന്നോട്ടു ഓടുന്ന നിലയിൽ നില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു വണ്ടിയോടുകൂടേ നില്ക്കാതേ മുന്നോട്ടു ചാഞ്ഞു പോം. അങ്ങിനേ തന്നേ വണ്ടി നിന്ന ശേഷം പെട്ടന്നു ഓടുമ്പോൾ ആളുകൾ പിന്നോട്ടു ചാഞ്ഞുപോകുന്നതു കാണാം. വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു പാത്രത്തിന്റെ ഒരു കോൺ പെട്ടന്നു മറുഭാഗത്തേക്കു വലിക്കുമ്പോൾ വെള്ളം വേറേ ഭാഗത്തിൽ കൂടി പുറത്തു ഒഴുകും.

76. ഒരു ഉണ്ടകൊണ്ടു ഒരു കണ്ണാടിച്ചില്ലിലൂടേ വെടിവെച്ചാൽ കണ്ണാടി പൊട്ടിപ്പോകാതേ ഉണ്ട കടന്നുപോയ സ്ഥലം മാത്രം ചൂന്നെടുക്കയും കൈകൊണ്ടു കുത്തുമ്പോൾ കണ്ണാടി മുഴുവൻ പൊട്ടിപ്പോകയും ചെയ്യുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കണ്ണാടിക്കു സംലഗ്നാകർഷണം അല്പം മാത്രം ഉണ്ടാകകൊണ്ടു കൈകൊണ്ടു കുത്തുമ്പോൾ കുത്തിനാൽ ഉണ്ടായ കുലുക്കം എല്ലാ ഭാഗങ്ങളിലും വ്യാപിച്ചതുകൊണ്ടു കണ്ണാടി പൊട്ടിപ്പോകുന്നു. ഉണ്ടയോ എത്രയും വേഗത്തിൽ കടന്നുപോകുന്നതുകൊണ്ടു കടന്നുപോകുന്ന വഴിക്കു ഉണ്ടായ ഇളക്കത്തിന്നു ചുററും വ്യാപിപ്പാൻ സമയം ഇല്ലായ്കയാൽ ഉണ്ടയുടെ വഴിക്കുള്ള അംശങ്ങളല്ലാതേ മറെറാന്നും നീങ്ങിപ്പോകുന്നില്ല. അങ്ങിനേ തന്നേ ചിലപ്പോൾ യുദ്ധത്തിൽ പടയാളി അറിയാതേ ഒരു പീരങ്കിത്തോക്കിന്റെ ഉണ്ട കൈയിലുള്ള

തോക്കിനെ പൊട്ടിച്ചു കളഞ്ഞതായി കേൾക്കുന്നു. പിന്നേ വടികൊണ്ടു വീശിയാൽ സസ്യങ്ങളുടെ തണ്ടു ഇളകാതേ അവയുടെ കായ്കളും പൂക്കളും മുറിഞ്ഞു വീഴുന്നു.

77. ഒരു മെഴുത്തിരി ഇട്ടു അല്പം ദൂരത്തിലുള്ള ഒരു പലകയൂടേ വെടിവെച്ചാൽ പലകയെ തുളെച്ചു കടന്നുപോകുന്നതെങ്ങിനേ?

മെഴുത്തിരി എത്രയും പതമുള്ളതായാലും വളരേ ശക്തിയോട്ടും വേഗതയോട്ടും ആ പലകമേൽ തട്ടുന്നതുകൊണ്ടു തിരിയുടെ അംശങ്ങൾക്കു വേർപിരിഞ്ഞു ചിതറിപ്പോവാൻ സമയം ഇല്ലായ്കയാൽ തിരി മുഴുവൻ പലകയൂടേ കടന്നു പോകുന്നു.

78. ഒരു കുപ്പിയുടെ മീതേ കടലാസ്സിന്മേൽ ഒരു നാണ്യത്തെ വെച്ചിട്ടു കടലാസ്സു വേഗം വലിച്ചെടുത്താൽ നാണ്യം കുപ്പിക്കുള്ളിൽ വീഴുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാണ്യത്തിന്നുള്ള നിഷ്ക്കാരകത്വം നിമിത്തം അതു ഇരുന്ന സ്ഥലത്തു തന്നേ ഇരിപ്പാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നതുകൊണ്ടു കടലാസ്സിനെ വളരേ വേഗത്തിൽ വലിച്ചശേഷവും നാണ്യം കടലാസ്സിനോടു കൂടേ പോകാതേ കുപ്പിയിൽ വീഴുന്നു.

79. കൈ വേദനപ്പെടാതേ മുട്ടി (ചുററിക)കൊണ്ടു ഒരു കല്ലു കയ്യിൽ വെച്ചു പൊട്ടിപ്പാൻ കഴിയുന്നതെങ്ങിനേ?

കൈയിൽ കല്ലു വെച്ചു അടിക്കുന്നതിനാൽ കല്ലിന്നു തട്ടുന്ന ഇളക്കം ക്ഷണത്തിൽ കൈയിലും വ്യാപിക്കായ്കകൊണ്ടു കൈക്കു വേദന തട്ടാതേ കല്ലു മാത്രം പൊട്ടിപ്പോകുന്നു. മെല്ലേമെല്ലേ അടിച്ചാൽ അങ്ങിനേ അല്ല താനും. എന്തെന്നാൽ ഇളക്കത്തിന്നു കയ്യിലേക്കു ചെല്ലുവാൻ സമയം ഉണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ടു കൈക്കു വേദന ഉണ്ടാകും. അങ്ങിനേ തന്നേ ചിലപ്പോൾ കളിക്കാർ ഇരുമ്പുകൊണ്ടുള്ള അടകല്ല് നെഞ്ഞിന്മേൽ വെച്ചിട്ടു മറെറാരുവൻ വലിയ മുട്ടികൊണ്ടു മുട്ടു

ന്നതു സഹിപ്പാൻ കഴിയും. എങ്കിലും വേഗം അടിക്കുന്നതല്ലാതേ എപ്പോഴും മുട്ടി ഉടനേ എടുക്കുന്നതും ആവശ്യം എന്നോൎക്ക!

80. വെടിവെക്കുന്നതിന്നു മുമ്പേ തോക്കിന്റെ കുഴലിൽ അല്പം പൃഴി പോലും വീഴുന്നതു ആപൽകരമായി തീരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെടിവെക്കുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്ന ആവി എത്രയും വേഗത്തിൽ പുറപ്പെടുവാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ പൃഴിക്കു അതിന്റെ നിഷ്ക്കാരകത്വം നിമിത്തം ഈ വേഗതെ പെട്ടന്നു തട്ടായ്കയാൽ പൃഴി ആവിക്കു വിരോധമായി നിന്നിട്ടു ബലത്തോടേ കുഴലിനെ പൊട്ടിക്കും. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു വെടിമരുന്നുകൊണ്ടു പാറകളെ പൊട്ടിക്കുമ്പോൾ കുഴിയിൽ വെടിമരുന്നിന്നു മീതേ പൃഴി ഇടുന്നതിനാൽ പാറ എല്ലാ ദിക്കിലേക്കും പൊട്ടിച്ചിതറിപ്പോകും.

81. ഉറപ്പുള്ള പാലങ്ങൾക്കു വളരേ ഘനം ആവശ്യമുള്ളതെന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു വസ്തുവിന്നുള്ള ഘനം വൎദ്ധിക്കുന്തോറും അതിനെ ഇളക്കുവാൻ പ്രയാസം. പാലത്തിന്നു വളരേ ഘനം ഉണ്ടെങ്കിൽ ഭാരമുള്ള വണ്ടികൾ വേഗം അതില്കൂടേ കടന്നു ഓടുമ്പോൾ പാലത്തിന്റെ മേല്ഭാഗത്തെ മാത്രം ഇളക്കുവാൻ സമയം ഉണ്ടാകുന്നു. പാലത്തിന്നു ആകപ്പാടേ ഒരിക്കലും ഇളക്കം വരായ്കയാൽ അതു വേഗത്തിൽ നശിച്ചുപോകയില്ല.

82. ഒരു മുട്ടിയുടെ പിടി ഇളക്കിയാൽ അതിനെ മറിച്ചിട്ടു കല്ലിന്മേൽ മുട്ടുമ്പോൾ ഉറെക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മുട്ടിയെ മറിച്ചു കല്ലിന്മേൽ മുട്ടുമ്പോൾ ആദ്യം ഇരിമ്പും പിടിയും ഒരുമിച്ചു താഴോട്ടു പോയ ശേഷം പിടി കല്ലിന്മേൽ തട്ടീട്ടു പെട്ടന്നു നില്ക്കുമ്പോൾ ഇരിമ്പു അതിന്റെ നിഷ്ക്കാരകത്വപ്രകാരം താഴോട്ടു ചെല്ലുന്നതിനാൽ പിടി ഇതിൽ പ്ര

വേശിച്ച ഉറെക്കം. അങ്ങിനേ തന്നേ ഒരു കുഴൽ അടഞ്ഞി രുന്നാൽ ഒരു അററം തട്ടുന്നതിനാൽ അകത്തുള്ളതു പുറത്തു വീഴും.

IX.

പൂൎവ്വസ്ഥിതിഗമ്യത (അയവു) Elasticity.

83. പൂൎവ്വസ്ഥിതിഗമ്യത എന്നതു എന്തു?

ഒരു വസ്തുവിൻെറ അംശങ്ങളെ തമ്മിൽ സ്ഥാനഭേദം വ രുത്തിയാലും അതിൻെറ മുമ്പേത്ത സ്ഥിതിയിൽ വീണ്ടും ഇരി പ്പാനുള്ള ആഗ്രഹം തന്നേ. സംലഗ്നാകൎഷണത്തിന്നും ഈ അയവിന്നും തമ്മിൽ ഒരു തുല്യത ഉണ്ടു. ഒരു വസ്തുവിൻെറ അംശങ്ങളെ തമ്മിൽ വേർതിരിക്കുന്നതിനെ സംലഗ്നാകൎഷ ണം വിരോധിക്കുന്നു. അംശങ്ങളുടെ സ്ഥിതി മാറിപ്പോയ ശേ ഷം അവയെ വീണ്ടും മുമ്പേത്ത സ്ഥിതിയിലാക്കുന്ന ശക്തിക്കു അയവു എന്ന പേരുണ്ടു. ഒന്നുമാത്രം മനസ്സിൽ ധരിക്കേണം; അയവിന്നു ഒരു അതിരുണ്ടു. അംശങ്ങളുടെ സ്ഥിതിയെ അ ധികമായി മാററിയ ശേഷം അയവിന്നു അവയെ വീണ്ടും ക്രമ പ്പെടുത്തുവാൻ കഴികയില്ല. ഈ വിശേഷതെക്കു വീണ്ടും പല തരങ്ങളുണ്ടു. ഉരുക്കിന്നും ആനക്കൊമ്പിന്നും വളരേ അയവു ഉണ്ടായാലും ഈയ്യം, കണ്ണാടി, മണ്ണു തുടങ്ങിയുള്ള സാധന ങ്ങളിൽ അയവു ഏകദേശം കാണുന്നില്ല. ചില വസ്തുക്കളെ അധികം പരത്തിയാൽ പൊട്ടിപ്പോകും. മററു ചില വസ്തുക്ക ളെ അധികമായി അടിച്ചുപരത്തിയാലും പൊട്ടിപ്പോകാതേ യും മുമ്പേത്ത സ്ഥിതിയിൽ മടങ്ങിവരാതേയും വേറൊരു സ്ഥി തിയിലിരിക്കുന്നു. (ഇതു ലോഹങ്ങളിൽ കാണാം.)

84. വില്ലുകൊണ്ടു അമ്പു വളരേ ദൂരത്തിൽ എയ്യുവാൻ കഴിയുന്നതെങ്ങിനേ?

വില്ലിന്നും ഞാണിന്നും വളരേ അയവു ഉണ്ടല്ലോ. വില്ലു വളെച്ചു ഞാൺ പിന്നോട്ടു വലിച്ചുവിട്ടാൽ വില്ലും ഞാണും മുമ്പേത്ത സ്ഥിതിയിൽ എത്തുവാൻ ഏററവും ശക്തിയോടേ ശ്രമിക്കുന്നതിനാൽ അമ്പു ദൂരത്തിൽ എയ്യാം.

85. ഉറപ്പും മിനുസവുമുള്ള ഒരു മാതിരി കല്ലിനെ പുകയറകൊണ്ടു കറുപ്പിച്ച ശേഷം ആനക്കൊമ്പുകൊണ്ടുള്ള ഒരു ഉണ്ടയെ കുറേ ഉയരത്തിൽനിന്നു ആ കല്ലിന്മേൽ ഇട്ടാൽ ഉണ്ടയിന്മേൽ ഒരു വലിയ കറുത്തസ്ഥലം കാണാറുണ്ടു. ഈ ഉണ്ടകൊണ്ടു കല്ലിനെ തൊടുമ്പോൾ റകാരവട്ടത്തോടു സമമായ ചെറിയ കറ മാത്രം ഉണ്ടാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആനക്കൊമ്പിൻെറ അയവു നിമിത്തം ഉണ്ട ശക്തിയോടേ കല്ലിന്മേൽ വീഴുന്നതിനാൽ ഉണ്ട തട്ടിയ അതിൻെറ ഭാഗം നിരപ്പായി തീരുന്നതുകൊണ്ടു വളരേ പുകയറ പററും. അതിൻെറ ശേഷം ഉണ്ടയുടെ ആകൃതി വീണ്ടും ശരിയായി ചമയുന്നു. ഉണ്ടകൊണ്ടു കല്ലിനെ തൊടുന്നതിനാലോ ഉണ്ടയുടെ ആകൃതി മാറിപ്പോകാതേ ഉണ്ടയും കല്ലും ഒരു വിന്ദുവിൽ മാത്രമേ തൊടുന്നുള്ളു എന്നറിക!

86. പന്നിയുടെ വസ്തി വായു നിറെച്ചിട്ടു ശക്തിയോടേ അമർത്തുന്നെങ്കിലും മതിയാക്കുമ്പോൾ പൂർവ്വാകൃതിയിൽതന്നേ കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അമർത്തുന്നതിനാൽ വസ്തിയുടെ അകത്തുള്ള വായു ചുരുങ്ങിയസ്ഥലം മാത്രമേ നിറെക്കുന്നുള്ളുവെങ്കിലും വായുവിന്നു വളരേ അയവുള്ളതുകൊണ്ടു ഞെരുക്കം തീൎന്ന ഉടനേ വായു മുമ്പേ നിറെച്ചസ്ഥലത്തെ വീണ്ടും പൂരിക്കുന്നതിനാൽ വസ്തിക്കു പൂർവ്വാകൃതി വരുന്നു. അങ്ങിനേതന്നേ ചില പന്തു വടികൊണ്ടു അടിച്ചു ചാടുമ്പോൾ അതു ബഹു ദൂരത്തിൽ പോകും. ഒരു കുപ്പിയെ നേരേ വെള്ളത്തിൽ എറിഞ്ഞാൽ തന്നാലേ മേലോട്ടു പൊങ്ങിവരുന്നു.

X.

ഘനാകൎഷണം Gravity.

ഘനം Weight.

87. ഘനാകൎഷണം എന്നതു എന്തു?

ഭൂമി സകലവസ്തുക്കളെയും അതിന്റെ സംലഗ്നാകൎഷണപ്രകാരം ആകൎഷിക്കുന്നു. ഭൂമിയിലുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ഘനം ഉണ്ടെന്നു പറഞ്ഞാൽ ഭൂമി എല്ലാ സാധനങ്ങളെയും ആകൎഷിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വേറേ ഒന്നും അവയെ തടുക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ അവ ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിലേക്കു വീഴും. ഈ ഭൂവാകൎഷണവും ഘനവും ഏകദേശം ഒന്നുതന്നേ. ഘനം എന്നതു ഭൂവാകൎഷണത്തിന്റെ ഫലമത്രേ. പല വസ്തുക്കളുടെ ഘനത്തെ ഒത്തുനോക്കുന്നതു അവയെ തൂക്കുന്നതത്രേ.

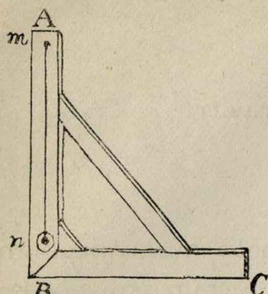
88. രസത്തിന്റെ തുള്ളി മേശമേൽ കിടക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടയായി തന്നേ കാണാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

തുള്ളിയുടെ സംലഗ്നാകൎഷണത്തിൻപ്രകാരം ഉണ്ടയായി തന്നേ കാണേണ്ടതു എങ്കിലും അതിന്നു ഭൂവാകൎഷണം പ്രതികൂലമായിനിന്നു സംലഗ്നാകൎഷണത്തെ ഇല്ലാതാക്കുവാൻ കഴികയില്ലെങ്കിലും അതിനെ ക്ഷീണിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ രസത്തിന്റെ അംശങ്ങൾ തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞുപോകാതേ ഉണ്ടയുടെ ആകൃതിയിൽ മാത്രം മാററം വരുത്തുന്നു. ദ്രവം വളരേ ഉണ്ടായിരുന്നാൽ ഈ ഭൂവാകൎഷണത്താൽ അതു ഒഴുകിപ്പോകും.

89. ഒരു ഈയ്യക്കട്ടി കെട്ടിത്തൂക്കിയാൽ ലംബാകൃതിയായി നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വേറേ വസ്തുക്കളെ പോലേ ഈയ്യക്കട്ടി ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണത്തിന്നു അനുസാരമായി താഴോട്ടു പോകുവാൻ ആഗ്രഹി

No. 2.



ക്കുന്നു എങ്കിലും ചരടു അതിനെ തടുക്കുന്നതിനാൽ അതിനെ നേരെ നിൎത്തുവാൻ മാത്രം കഴിയുന്നു. അതുകൊണ്ടു ഈയ്യക്കട്ടി ഗുരുവാകൎഷണത്തിന്റെ ദിക്കിനെ കാണിക്കുന്നു. കല്പണിക്കാൎക്കു ഈ ഈയ്യക്കട്ടി വളരെ ആവശ്യം. ഇതിന്നു ദമനക്കാൽ (ലംബക്കാൽ) എന്നു പേർ.

90. കയ്യിൽനിന്നു കല്ലു് വിട്ടാൽ താഴെ വീഴുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂമി കല്ലിനെ ആകൎഷിച്ചിരുന്നെങ്കിലും കൈ അതിനെ താങ്ങിയിരുന്നതുകൊണ്ടു നിന്നിരുന്നു; വിട്ടാലോ തടസ്ഥം നീങ്ങിപ്പോയിട്ടു നിലത്തുവന്നു അതു തട്ടുന്നതു വരെ വീഴും. ഈ ഭൂവാകൎഷണം ഇടവിടാതെ വലിക്കുന്നതുകൊണ്ടു കല്ലിന്റെ വേഗത വൎദ്ധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. (130-ാം ചോദ്യം നോക്കുക).

91. വണ്ടികൾ ഇറക്കത്തിൽ എത്രയും വേഗം ഓടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഇറക്കത്തിൽ നിലം വണ്ടിയെ ശരിയായി താങ്ങായ്കകൊണ്ടു ഉരസലും നിലത്തിന്റെ വിരോധവും കുറയുന്നു. ഭൂവാകൎഷണം വണ്ടി വലിക്കുന്ന മൃഗങ്ങൾക്കു അനുകൂലമായി നില്ക്കുന്നപോലും. വണ്ടി അല്പം ഓടിയ ശേഷം മൃഗങ്ങൾ വലിക്കാതിരുന്നാലും ഭൂവാകൎഷണത്താലും നിഷ്ക്കാരകത്വത്താലും ഇനി താഴോട്ടു തന്നേ ഓടുകയും ഓട്ടം അധികമായിപ്പോകാതിരിപ്പാൻ മൃഗങ്ങൾ തടുക്കേണ്ടിയും വരും.

92. തൂവൽ കടലാസ്സുമുതലായ ഘനം കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കൾ വീഴുന്നതു മെല്ലെ ആയ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അവെക്കു ഘനം കുറെച്ചുമാത്രമേ ഉള്ളു എങ്കിലും വളരെ സ്ഥലത്തെ നിറെക്കുന്നതുകൊണ്ടു വായു അധികം എതിരായി

നില്ക്കുന്നതിനാൽ ഭൂവാകൎഷണത്തിൽ ഒരംശം നിഷ്ഫലമാകും. വായു ഇല്ലാത്ത സ്ഥലത്തൊ ഇരിമ്പും തുരുമ്പും ഒരുപോലെ വീഴും.

93. തുലാസ്സ്തട്ടിൽ തൂക്കക്കല്ലു വെച്ചാൽ താഴുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തൂക്കക്കല്ലു അതിന്റെ ഘനത്തിന്നു തക്കവണ്ണം തുലാസിനെ അമൎത്തും. കല്ല് ഭൂവാകൎഷണത്തെ അനുസരിക്കേണ്ടതിൽ തുലാസ് വിരോധിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അവ ഒരുമിച്ചു താണുപോകും. മറേറ തട്ടിൽ സമമായ കല്ല് വെക്കുന്നതിനാൽ ഒന്നാമത്തേ തൂക്കക്കല്ല് വീഴാതേ സ്വസ്ഥമായി ഇരിക്കും.

94. ഒരേപ്രമാണം വെള്ളവും രസവും എടുത്താൽ വെള്ളത്തിന്റെ തൂക്കത്തെക്കാൾ രസത്തിന്റേത് ഏറുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

സമമായ രണ്ടു പാത്രങ്ങളിൽ ഒന്നിനെ വെള്ളംകൊണ്ടും മറെറാന്നിനെ രസംകൊണ്ടും നിറെച്ചാൽ രസത്തിന്റെ അണുക്കൾ എത്രയും അടുത്തിരിക്കുന്നതിനാൽ രസം വെള്ളത്തെക്കാൾ തിങ്ങിയിരുന്നു അധികം ഘനമുള്ളതായിത്തീരും.

XI.

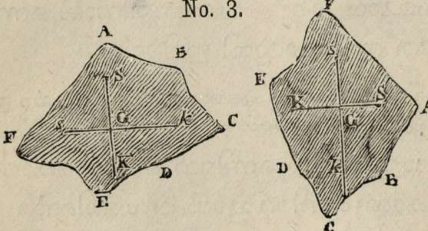
ഘനാകൎഷണകേന്ദ്രം Centre of Gravity.

95. ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം എന്നതു എന്തു?

ഒരു വസ്തു വീഴാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു അതിലുള്ള ഒരൊററ വിന്ദുവിനെ താങ്ങിയാൽ മതി. അതിന്നു ഘനത്തിന്റെ വിന്ദു എന്നു പേർ. ഈ വിന്ദു കാണ്മാൻ തക്കതായ വിന്ദു അല്ല വിചാരത്തിൽ നിശ്ചയിക്കുന്നതു അത്രേ. എല്ലാ അംശങ്ങളും അതിന്റെ ചുററും ഒരുപോലേ വിഭാഗിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അതു ഒരു ഉണ്ടയിൽ അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലും ഗോളസ്തംഭത്തിൽ അച്ചുതണ്ടിന്റെ നടുവിലും കിടക്കുന്നു. വേറേ

വസ്തുക്കളിലും ആ വിന്ദു കണ്ടെത്തുവാൻ പ്രയാസമില്ല. വസ്തുവിനെ തൂക്കിയാൽ ആ വിന്ദു എങ്ങിനേ എങ്കിലും ചരടിന്റെ ദിക്കിൽ കിടക്കും; ആ വസ്തുവിനെ തന്നേ വേറേ സ്ഥലത്തിൽ കെട്ടിത്തൂക്കുമ്പോൾ വീണ്ടും ഘനത്തിന്റെ വിന്ദു ചരടിന്റെ ദിക്കിൽ കിടക്കും. വിന്ദു രണ്ടു രേഖകളിൽ കിടക്കുന്നതുകൊണ്ടു അവ തമ്മിൽ ഇടമുറിക്കുന്ന സ്ഥലത്തിൽ മാത്രമേ കിടക്കാമല്ലോ. ഈ ഘനത്തിൻ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു താ-

No. 3.

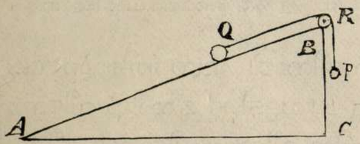


ഴോട്ടു ഒരു ലംബരേഖ വരെച്ചാൽ അതിന്നു ഘനരേഖ എന്നു പേർ വിളിക്കാം. ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഈ രേഖയെ താങ്ങുമ്പോൾ ആ വസ്തു മുഴുവൻ സ്ഥിരമായി നില്ക്കും. ഈ സ്വസ്ഥത അല്ലെങ്കിൽ സ്ഥിരത മൂന്നു വിധമാകുന്നു. ഒരു വസ്തുവിനെ അതിന്റെ ഘനത്തിൻ കേന്ദ്രത്തിൽ തന്നേ താങ്ങുന്നു എങ്കിൽ അതു നിഷ്പക്ഷസ്ഥിതി എന്നു പറഞ്ഞാൽ അങ്ങിനേയുള്ള വസ്തുവിനെ എങ്ങിനേ മറിക്കയും തിരിക്കയും ചെയ്താലും അതു സ്ഥിരമായിരിക്കും. (അച്ചുതണ്ടിന്റെ ചുറ്റും തിരിയുന്ന ചക്രം ഈ സ്ഥിതിക്കു ഒരു ദൃഷ്ടാന്തം.) നാം ഒരു വസ്തുവിനെ കെട്ടിത്തൂക്കുമ്പോൾ അതിനെ താങ്ങുന്ന സ്ഥലം ഘനത്തിൻ കേന്ദ്രത്തിൻ മീതേ ആകുന്നുവല്ലോ. അതിന്നു സ്ഥിരസ്ഥിതി എന്നു പേർ വിളിക്കാം. (തൂങ്ങുന്ന ഓരോ വസ്തുവും അതിന്നു ദൃഷ്ടാന്തം.) നാം ഒരു വസ്തുവിനെ അതിന്റെ ഘനത്തിൻ കേന്ദ്രത്തിന്റെ താഴേ താങ്ങുമ്പോൾ അതിന്നു ചലനസ്ഥിതി എന്നു പറയാം. (വിരലിന്റെ അററത്തു ഒരു വടി വീഴാതവണ്ണം നിൎത്തുന്നതു അതിന്നു ദൃഷ്ടാന്തം.)

ഇവ്വണ്ണം വേണ്ടുവോളം സ്ഥിരത വരുത്തേണ്ടതിന്ന വസ്തുവിനെ മൂന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ താങ്ങേണ്ടുന്നതു ആവശ്യം. ഈ മൂന്ന സ്ഥലങ്ങളുടെ നടുവിലൂടേ ഘനരേഖ ചെല്ലുമ്പോൾ നല്ല സ്വസ്ഥത ഉണ്ടാകുന്നു.

96. ഒരു ഉണ്ട ചരിഞ്ഞ സ്ഥലത്തു വെച്ചാൽ പെട്ടന്നു ഉരുളുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

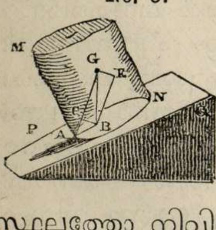
No. 4.



ഒരു ഉണ്ട നിലത്തെ ഒരൊറ്റ വിന്ദുവിൽ മാത്രം തൊടുന്നു. ചരിഞ്ഞ സ്ഥലത്തു ഘനരേഖ തൊടുന്ന വിന്ദുവിലൂടേ ചെല്ലായ്കകൊണ്ടു ഈ ചരിഞ്ഞ സ്ഥലം ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തെ താങ്ങായ്കയാൽ ഉണ്ട വീണു ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രവും ഉണ്ട തൊടുന്ന വിന്ദുവും ലംബാകൃതിയായി നില്ക്കുംവരേ ഉരുളും.

97. നാം മലകയറുമ്പോൾ കുനിഞ്ഞു നടക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 5.



നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം ഉദരപ്രദേശത്തു കിടക്കുന്നു. സമനിലത്തു കൂടി നടക്കുമ്പോൾ ഘനരേഖ നമ്മുടെ കാലുകളുടെ ഇടയിൽ വീണിട്ടു നാം വീഴാതേ നില്ക്കുന്നു. ചരിഞ്ഞ സ്ഥലത്തോ നിവിൎന്ന നടക്കുമ്പോൾ ഘനരേഖ ചുവട്ടടിക്കു പിറകിൽ വീഴുന്നതിനാൽ നില തെറ്റിപ്പോകുന്നു. കുനിഞ്ഞു നടക്കുമ്പോൾ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തെ മുന്നോട്ട ആക്കുന്നതിനാൽ ഘനരേഖ വീണ്ടും കാലുകളുടെ ഇടയിൽ വീഴുന്നതുകൊണ്ടു സ്ഥിരമായി നില്പാൻ കഴിയുന്നു.

98. നാം മലയിൽനിന്നു ഇറങ്ങുമ്പോൾ പിന്നോട്ടു ഞെളിഞ്ഞു പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഇറങ്ങിപ്പോകുന്ന സമയം നിവിൎന്നു നടക്കുമ്പോൾ ഘനരേഖ ചുവട്ടടിക്കു മുമ്പിൽ വീഴുന്നതുകൊണ്ടു നില്പാൻ വഹിയാ. ഞെളിഞ്ഞു പോകുന്നതിനാലോ ആ രേഖ കാലുകളുടെ ഇടയിൽ കൂടി ചുവട്ടടിയിൽ വീഴുന്നതിനാൽ സ്ഥിരമായി നില്പാൻ കഴിയുന്നു.

99. നമ്മുടെ മുൻഭാഗത്തു വളരേ ഘനമുള്ള ഒരു ഭാരത്തെ വഹിക്കുമ്പോൾ പിന്നോട്ടു ചായുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അങ്ങിനേ ഭാരം വഹിക്കുന്നതിനാൽ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം മുന്നോട്ടു നീങ്ങി ഘനരേഖ ചുവട്ടടിക്കു മുമ്പിൽ വീഴുന്നു. പിന്നോട്ടു ചായുന്നതിനാലോ വിന്ദു വീണ്ടും പിന്നോട്ടു നീങ്ങി ഘനരേഖ കാലുകളുടെ ഇടയിൽ വീഴുന്നു. അങ്ങിനേ തന്നേ തടിച്ച ആളുകൾ ഞെളിഞ്ഞു നടക്കുന്നതു കാണാം.

No. 6.

100. ചുമട്ടുകാർ ഭാരമുള്ള ചുമടിനെ പുറത്തു ഇട്ടു ചുമക്കുമ്പോൾ മുന്നോട്ടു ചാഞ്ഞു നടക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അങ്ങിനേ ചുമക്കുന്നതിനാൽ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം പിന്നോട്ടു നീങ്ങിപ്പോയിട്ടു ഘനരേഖ ചുവട്ടടിയിൽ വീഴുന്നില്ല. മുന്നോട്ടു ചായുന്നതിനാലോ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം വീണ്ടും മുന്നോട്ടു നീങ്ങീട്ടു ഘനരേഖ കാലുകളുടെ ഇടയിൽ വീഴുന്നതിനാൽ നില തെറ്റാതേ നില്ക്കുന്നു.

101. നാം വലങ്കൈകൊണ്ടു ഒരു വലിയ കെട്ടിനെ എടുക്കുമ്പോൾ ഇടത്തോട്ടു ചായുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വലങ്കൈയിൽ എടുക്കുന്നതിനാൽ ഘനരേഖ വലത്തോട്ടു മാറി വീഴുന്നു എങ്കിലും ഇടത്തോട്ടു ചായുന്നതിനാൽ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വീഴുന്നു.

102. ഒററക്കാലിന്മേൽ നില്പാൻ പ്രയാസമുള്ളതെന്തുകൊണ്ടു?

ഒററക്കാലിന്മേൽ നില്ക്കുമ്പോൾ ഘനരേഖ ആ കാൽച്ചുവട്ടിൽ വീഴുവാൻ തക്കവണ്ണം ശരീരത്തെ മുഴുവൻ ആ ദിക്കിലേക്കു ചായിപ്പാൻ ആവശ്യം. എന്നാലും ശരീരത്തെ താങ്ങുന്ന സ്ഥലം എത്രയും ചെറിയതാകകൊണ്ടു അല്പം എങ്കിലും ഇളകിപ്പോയാൽ ഘനരേഖ നമ്മെ താങ്ങുന്ന സ്ഥലത്തിന്റെ പുറമേ വീഴും. ഇതു നിമിത്തം അങ്ങിനേ നില്പാൻ പെരുത്തു സൂക്ഷ്മവും ശക്തിയും വേണം. ഇതു കൂടാതേ ഒരു കാൽകൊണ്ടു മതിലിനോടു ചേൎന്നു നില്ക്കുമ്പോൾ മറേറ കാൽ മടക്കി നില്പാൻ പാടില്ല. മതിലിനെ അതിക്രമിച്ചു ചായുവാൻ കഴിവില്ലാത്തതിനാലത്രേ.

103. ഊരയും കാലും മടക്കാതേ ഒരു വസ്തുവിനെ നിലത്തുനിന്നു എടുപ്പാൻ പാടില്ലാത്തതെന്തുകൊണ്ടു?

ഊരയെ മടക്കാതേ കുനിയുമ്പോൾ ശരീരത്തിന്റെ ഘനത്തിൻകേന്ദ്രം വളരേ മുന്നോട്ടു നീങ്ങി ഘനരേഖ ചുവട്ടടിക്കു മുമ്പിൽ വീഴുന്നു. ഊരയെയും കാലുകളെയും മടക്കുന്നതിനാലോ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം കുറേ മുന്നോട്ടു നീങ്ങിപ്പോയിട്ടു ഘനരേഖ നാം നില്ക്കുന്ന സ്ഥലത്തു വീഴുന്നു.

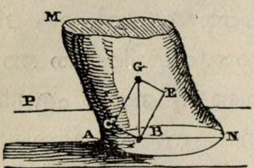
104. നാം നടക്കുമ്പോൾ കൈവീശുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു കാൽ മുന്നോട്ടു വെക്കുമ്പോൾ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം മുന്നോട്ടു പോകുന്നതു കൂടാതേ ഒരിക്കൽ വലത്തോട്ടും പിന്നിട്ടു ഇടത്തോട്ടും മാറിമാറിപ്പോകയാൽ നടക്കുന്നതിൽ നല്ല

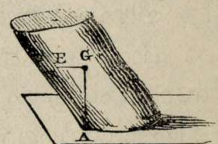
സ്ഥിരത ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു വേഗം തളൎന്നു പോകുന്നതു. കൈ വീശുന്നതിനാലോ ഘനത്തിൻ കേന്ദ്രത്തിൻെറ സ്ഥിതിയിൽ ഏറേ മാററം വരാതേ സ്ഥിരത അധികമായി ഉണ്ടാകുന്നു.

105. ഉയരം കൂടുന്ന ഒരു വസ്തുവും ഉയരം കുറഞ്ഞ ഒരു വസ്തുവും ഒരു സ്ഥിതിയിൽ ചാഞ്ഞുനില്ക്കുമ്പോൾ ഉയരം കൂടിയ വസ്തു വീഴുന്നതിന്നു അധികം എളുപ്പമുള്ളതെന്തുകൊണ്ടു?

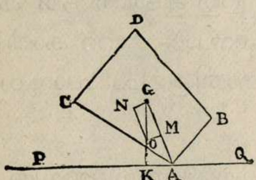
No. 7.



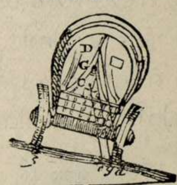
No. 8.



No. 9.

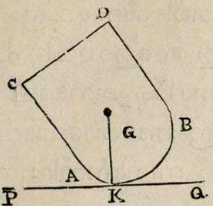


No. 10.

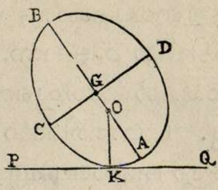


ഒരു വസ്തുവിൻ ഘനരേഖ അതിൻ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വീഴുംവരേ ആ വസ്തു വീഴുന്നില്ല. നമ്മുടെ ഒന്നാമത്തേ ചിത്രത്തിൽ നാം കാണുന്നതു (7) എത്രയും സ്ഥിരമായി നില്ക്കുന്നു. രണ്ടാമത്തേ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന വസ്തുവിന്നു വളരേ ആപത്തുണ്ടു. (8) ഇനി അല്പം മാത്രം ചാഞ്ഞു പോയാൽ വീഴും. മൂന്നാമത്തേ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന വസ്തു (9) എങ്ങിനെ എങ്കിലും വീഴേണം. അങ്ങിനേ തന്നേ നാലാമത്തേ ചിത്രത്തിൽ (10) നാം കാണുന്ന വണ്ടിക്കു വളരേ അപകടത്തിന്നു എളുപ്പം ഉണ്ടു. എന്നാൽ ഘനരേഖ ചക്രം നില്ക്കുന്ന സ്ഥലത്തിൽ വീഴുകയാൽ വീണുപോകയില്ല. ശേഷമുള്ള ചിത്രങ്ങൾ

No. 11.



No. 12.



ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം മേല്പോട്ടു മേല്പോട്ടു ആയിപ്പോകുന്തോറും വീഴ്ചെക്കുള്ള വഴിയും വൎദ്ധിക്കുന്നു എന്നു കാണിക്കുന്നു. ഒരു വസ്തുവിന്റെ മേൽഭാഗത്തിന്നു അധികം ഘനം ഉണ്ടെങ്കിൽ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം നടുവിൽ അല്ല മേല്ഭാഗത്തു ആയിരിക്കും. ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം *O* എന്ന സ്ഥലത്താണെങ്കിൽ വസ്തു പക്ഷേ നില്ക്കും. *G* എന്ന സ്ഥലത്താണെങ്കിലോ വീഴാതേ ഇരിക്കയില്ല. അതെന്തുകൊണ്ടു എന്നു ചോദിച്ചാൽ ഒരു വസ്തു ചാഞ്ഞുനില്ക്കുമ്പോൾ താഴേയുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽനിന്നു നാം വരെക്കുന്ന ലംബരേഖകൾ വസ്തുവിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിന്മേൽ വീഴുന്നെങ്കിലും മീതേയുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽനിന്നു നാം വരെക്കുന്ന രേഖകൾ അതിന്നു പുറത്തേ വീഴൂ. ഉയരം വൎദ്ധിക്കുന്തോറും ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം മേലോട്ടു ആയിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു ചാഞ്ഞുനില്ക്കുന്ന സമയം ആപത്തുണ്ടാകും. പിസ എന്ന പട്ടണത്തിൽ ഒരു പള്ളിയുടെ ഗോപുരം എത്രയും ചാഞ്ഞു നില്ക്കുന്നെങ്കിലും വീഴുകയില്ല; അതിന്റെ ഘനരേഖ അടിസ്ഥാനത്തിന്മേൽ വീണിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. എന്നാലും കപ്പലുകളിൽ അടിച്ചരക്കു ഇടുന്നതും വിളക്കുകളുടെ കാൽ ലോഹംകൊണ്ടു ഉണ്ടാക്കുന്നതും ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തെ കഴിയുന്നേടത്തോളം താഴോട്ടു ആക്കേണ്ടതിന്നത്രേ.

106. ചില പാനപാത്രങ്ങളെ മേശമേൽ ചരിച്ചു വെച്ചാലും താനേ നിവിന്നു നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ വക പാനപാത്രങ്ങൾക്ക വളരേ തടിച്ച വളഞ്ഞൊരു ചുവട്ട ഉണ്ടാകകൊണ്ടു ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം പാത്രത്തിന്റെ അടിയിൽ കിടക്കുന്നു. ഇതു ഹേതുവായിട്ട പാനപാത്രത്തെ മേശമേൽ ചരിച്ചുവെക്കുമ്പോൾ ഘനരേഖ മേശമേൽ വീഴുന്നില്ല. ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തെ താങ്ങേണ്ടതിന്നു ഈ പാനപാത്രം തന്നാലേ എഴുനീറ്റു നില്ക്കുന്നില്ലുന്നു.

107. ഒരു സൂചിയുടെ അററത്തു ഒരു നാണ്യം വെച്ച് ഇതിൻ രണ്ടു ഭാഗത്തും ഒരു മുള്ളിനെ കുത്തി ഒരു കിടേശ നിറുത്തിയാൽ നാണ്യം സ്ഥിരമായ്നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആരണ്ടു മുള്ളുകളെ ഇടുന്നതിനാൽ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം സൂചിയുടെ അററത്തിൻ കീഴിൽ വീഴും; താങ്ങുന്ന സ്ഥലത്തിൻ കീഴിൽ ഇരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈ വസ്തു മുഴുവൻ ഒരു വിധേന തൂങ്ങുകയാൽ വീഴുവാൻ കഴിവില്ലപോലും. ഇതു സ്ഥിരസ്ഥിതിക്ക ഒരു ദൃഷ്ടാന്തം.

108. ഒരു പമ്പരം തിരിയുമ്പോൾ വീഴാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

പമ്പരം സ്വസ്ഥതയിലിരിക്കുന്ന സമയം വേണ്ടുവോളം അടിസ്ഥാനം ഇല്ലായ്കയാലും തിരിയുന്ന സമയം ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം ഇടവിടാതേ അതിന്റെ സ്ഥിതിയെ മാററുന്നതുകൊണ്ടും എല്ലാ ദിക്കിലേക്കും വീഴുവാൻ താല്പൎയ്യം കാണിക്കുന്നതുകൊണ്ടും വീഴേണ്ടതിന്നു തഞ്ചവും സമയവും ഇല്ല.

അങ്ങിനേ തന്നേ വിരലിന്മേൽ ഒരു വടി നിറുത്തി കുറേ സമയത്തേക്ക വീഴാതേ കൊണ്ടുപോവാൻ കഴിയും. വടി ഒരു ദിക്കിലേക്ക വീഴും എന്നു തൊടുന്നതിനാൽ അറിഞ്ഞ ഉടനേ നാം കൈയെയും വടിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തെയും ആ ദിക്കിലേക്ക നീക്കുന്നതിനാൽ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തെ താങ്ങുന്നു. വലിയ വടി ആയിരുന്നാൽ കാൎയ്യം അധികം എളുപ്പം എന്നറിക!

രണ്ടാം അദ്ധ്യായം.

കട്ടിയായ വസ്തുക്കളുടെ സമത്തുക്കവും അപാദാനവും.

Equilibrium and Motion of solid bodies.

"ആൾക്കു സഹായം, മരത്തിന്നു വേർ."
"അവൻ പത്താൾക്കു ഒരു മെത്ത."

109. വസ്തുക്കളുടെ സമത്തുക്കവും അപാദാനവും എന്നതു എന്തു?

സ്വസ്ഥതയിലിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തു തന്നാൽ തന്നേ നീങ്ങിപ്പോകയില്ല. ഇതിന്നായി നീക്കുന്ന ഒരു ബലം വേണം. ഒരു സമയം തന്നേ തമ്മിൽ സമമായ രണ്ടോ അധികമോ ശക്തികൾ അന്യോന്യം വിരോധമായി വ്യാപരിക്കുന്നെങ്കിൽ അവ തമ്മിൽ തമ്മിൽ നിശ്ശേഷ്ടകളാക്കി അവ വ്യാപരിച്ചിരുന്ന വസ്തുക്കൾക്കു സമത്തുക്കം ഉണ്ടാകും. സമമായ ബലങ്ങളിൽ ഒന്നു വലത്തോട്ടും മറ്റൊന്നു ഇടത്തോട്ടും വലിച്ചാൽ വസ്തുക്കൾ നീങ്ങിപ്പോകാതേ സ്ഥിരമായി നില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു അവെക്കു സമത്തുക്കം ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു പറയാം. ഒരൊറ്റ ശക്തിമാത്രം ഒരു വസ്തുവിനെ നീക്കുമ്പോൾ അതിന്നു അനുസരിച്ചു നീങ്ങുന്ന വസ്തു നേരേ ചെല്ലുകയും ചെയ്യും. ഒരു ദിക്കിലേക്കു ഓടുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെ വേറേ ദിക്കിലേക്കു നിരന്തരമായി ഒരു ശക്തി അതിക്രമിച്ചു ആകൎഷിക്കുമ്പോൾ വസ്തു വളഞ്ഞ വഴിയായി ഓടും. ഇപ്രകാരം ഇടവിടാതേ വസ്തുക്കളെ അതിക്രമിക്കുന്ന ശക്തി ഭ്രവാകൎഷണം തന്നേ. ഇതു നിമിത്തം നാം എറിയുന്ന ഒരു കല്ലു വളഞ്ഞ വഴിയായി പോകയും വരികയും ചെയ്യുന്നു. വേഗതയെ നോക്കുമ്പോൾ ചിലവിധം അപാദാനങ്ങളുണ്ടു. നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട സമയത്തിൽ ഒരു വസ്തു എപ്പോഴും സമമായ വഴിയുടെ അംശങ്ങളിലൂടേ ഓടുമ്പോൾ അതിന്നു ഏകാകൃതി

യുള്ള അപാദാനം എന്നു പറയാം. ഇവ്വണ്ണം ഭൂമി സൂൎയ്യന്റെ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഒരു വസ്തു നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട സമയത്തിൽ സമമല്ലാത്ത വഴിയുടെ അംശങ്ങളിലൂടേ ഓടുമ്പോൾ അതു ഭേദാപാദാനം എന്നു പറയേണ്ടി വരും. ഇതു തന്നേയും രണ്ടു വിധം: ഒരു വസ്തുവിന്റെ വേഗത മേല്ക്കുമേൽ വൎദ്ധിക്കയോ കുറയുകയോ ചെയ്യാം. ഒരു കല്ലു ഒരു വീട്ടിന്റെ മുകളിൽനിന്നു വീണാൽ വേഗത വൎദ്ധിച്ചു വൎദ്ധിച്ചു വരുന്നു. ഒരു ശക്തി ഇടവിടാതേ ആകൎഷിക്കയോ വ്യാപരിക്കയോ ചെയ്യുന്നതിനാൽ ഈ മാതിരി വേഗത ഉളവാകുന്നു. പിന്നേ വേഗത ക്രമേണ കുറഞ്ഞുപോകാം. ഇപ്രകാരം മേലോട്ടു എറിയുന്ന കല്ലിന്റെ വേഗത ക്രമേണ കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു ഇല്ലാതേ പോകുന്നു. വേറേ ഒരു ശക്തി നിരന്തരമായി എതിൎക്കുന്നതിനാൽ ഈ വക വേഗത ഉളവാകും. ഒരു വസ്തു ഓടുന്ന വഴിയും സമയവും തമ്മിൽ ഒത്തുനോക്കുന്നതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ വേഗത അറിയാം. സമമായ സമയത്തിൽ ഏററവും വലിയ വഴിയിൽ ഓടുന്ന വസ്തുവിന്നു അധികം വേഗത ഉണ്ടെന്നറിക. ഓടുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ ബലം അതിന്റെ വേഗതകൊണ്ടും ഘനം കൊണ്ടും ഉളവാകുന്നു. അതുകൊണ്ടു ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഘനത്തെയും വേഗതയെയും തമ്മിൽ പെരുക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ ബലം അറിയാം.

110. കൈകൊണ്ടു എറിയുന്ന ഉണ്ടയെക്കാൾ വെടിവെക്കുന്ന ഉണ്ട കൊള്ളുമ്പോൾ അധികം നാശം വരുത്തുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

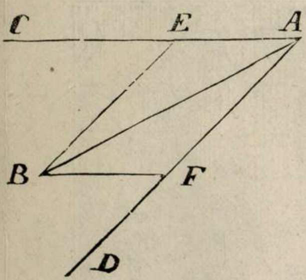
ഘനത്തെക്കൊണ്ടു മാത്രമല്ല വേഗതകൊണ്ടും ഒരു വസ്തുവിന്റെ ശക്തി വൎദ്ധിക്കയാൽ വെടികൊള്ളുമ്പോൾ അധികം നാശം ഉണ്ടാകുന്നു.

111. വളരേ ശക്തിയുള്ള ഒരാൾക്കു തന്നേയും ഒരു തൂവൽ കല്ലെന്ന പോലേ ദൂരത്തിൽ എറിവാൻ കഴിയാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

കല്ലിന്നും ബ്ലൂച്ചിന്നും വേഗത ഒരു പോലേ എങ്കിലും ബ്ലൂച്ചിന്നു ഏകദേശം ഘനം ഇല്ലായ്കയാൽ വായുവിന്റെ വിരോധംകൊണ്ടു ദൂരത്തു പോവാൻ കഴിയുന്നില്ല.

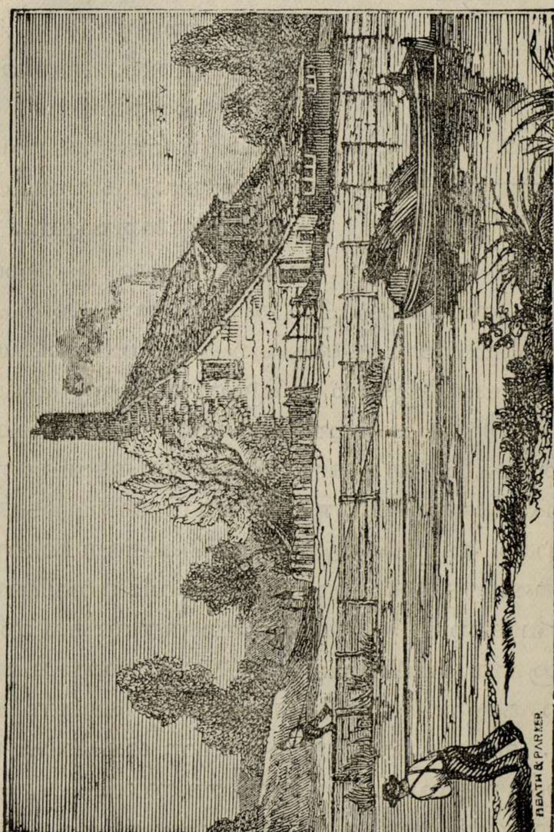
112. നദി നീന്തിക്കടക്കുമ്പോൾ ഇറങ്ങിയ സ്ഥലത്തിന്നു നേരേ എത്താതേ കുറേ താഴോട്ടു മാറി എത്തുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 13.



വെള്ളത്തിന്റെ ശക്തി ഇടവിടാതേ പ്രവൃത്തിക്കുന്നതിനാലും ഉഴയുന്ന അവയവങ്ങളുടെ ശക്തി പ്രകാരം മുന്നോട്ടു പോവാനാഗ്രഹിക്കുന്നതിനാലും നേരേ പോവാൻ കഴിവില്ലാതേയാകുന്നു. ആദ്യം നദിയുടെ ഒഴുക്കു കൂട്ടാക്കാതേ നീന്തുന്നവൻ സ്വന്തശക്തിപ്രകാരം E എന്ന ലാക്കിൽ എത്തേണം എങ്കിലും നദിയുടെ ശക്തിയെ മാത്രം വിചാരിക്കുമ്പോൾ ഇതിന്റെ ശക്തിപ്രകാരം F എന്ന സ്ഥലത്തു എത്തേണം എങ്കിലും നീന്തുന്നവൻ ഈ വഴിയായല്ല ആ രണ്ടു ശക്തികൾ (സ്വന്തശക്തിയും ഒഴുക്കിന്റെ ശക്തിയും) ഇടവിടാതേ ഒരുമിച്ചു വ്യാപരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു $A\,B$ എന്ന രേഖയുടെ ദിക്കിലേക്കു പോകും. അതുകൊണ്ടു രണ്ടു ശക്തികൾ ഒരു കോണിന്റെ രണ്ടു ഭുജങ്ങളുടെ ദിക്കുപ്രകാരം ഒരു വസ്തുവിനെ വലിക്കുമ്പോൾ വസ്തു പോകുന്ന വഴിയെ കണ്ടെത്തേണ്ടതിന്നു ഒരു സമാന്തര ചതുരശ്രത്തെ (Parallelogram $A\,E\,B\,F$) വരെച്ചാൽ മതി; അതിന്റെ കർണ്ണത്തിന്റെ ദിക്കിലേക്കു വസ്തു പോകുന്നു എന്നതു സ്പഷ്ടം. അതുകൊണ്ടു $A\,E$, $A\,F$ എന്ന ശക്തികൾ $A\,B$ എന്ന ശക്തിയോടു സമം. ഈ നിയമത്തിന്നു ശക്തികളുടെ സമാന്തരചതുരശ്രം എന്നു പേർ (Parallelogram of Forces). ഈ രേഖ

കളുടെ നീളം ആ ശക്തികളുടെ വലിപ്പത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അങ്ങിനേതന്നേ പുഴയിൽ ഓടുന്ന ഒരു തോണിക്കു വലഭാഗത്തുനിന്നോ ഇടഭാഗത്തുനിന്നോ കാററു തട്ടുമ്പോൾ തോണി നദിയുടെ ഒഴുക്കിനെയും കാററിനെയും അനുസരിക്കാതേ ഈ രണ്ടു ശക്തികളെക്കൊണ്ടു ഉളവാകുന്ന സമാന്തരചതുരശ്ര



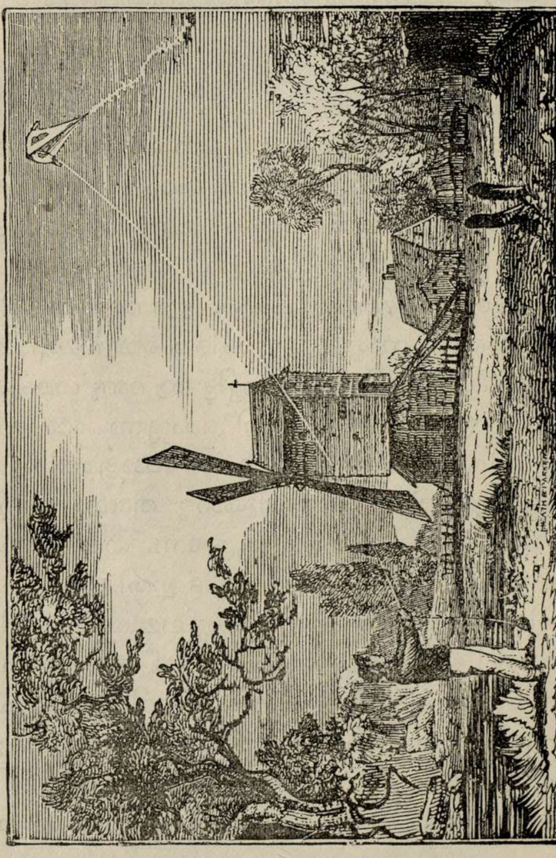
No. 14.

ത്തിന്റെ കൎണ്ണത്തിൻ ദിക്കിലേക്ക ഓടുന്നു. പിന്നേ നാം 14-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണുംപ്രകാരം ഒരു പുഴയുടെ രണ്ടു ഭാഗത്തുനിന്നു രണ്ടാൾ ഒരു തോണിയെ കയറു കൊണ്ടു വലിക്കുമ്പോൾ അതു ഈ രണ്ടാളുകൾ വലിക്കുന്ന ദിക്കിലേക്കല്ല കൎണ്ണത്തിന്റെ ദിക്കാകുന്ന പുഴയിൽ മേലോട്ട കയറുന്നതാനും.

113. കാററു പാൎശ്വഭാഗങ്ങളിൽനിന്നു ഊതുന്നെങ്കിലും ഒരു കപ്പൽ മുന്നോട്ട ഓടുന്നതെങ്ങിനേ?

112-ാം ചോദ്യത്തിൽ കണ്ടപ്രകാരം ഒരു കോണിന്റെ രണ്ടു ഭുജങ്ങളുടെ ദിക്കിൽ വ്യാപരിക്കുന്ന ശക്തികൾ ഒന്നായി തീൎന്നിട്ടു ആ രണ്ടു ഭുജങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഉളവാകുന്ന ഒരു സമാന്തരചതുരശ്രത്തിന്റെ കൎണ്ണത്തിന്നു സമമായ ശക്തിയോടേ വ്യാപരിക്കുമല്ലോ. അങ്ങിനേതന്നേ വേറേ ഒരു വസ്തുവിനെ ലംബരേഖയായി അല്ലെങ്കിൽ തിൎയ്യഗ്രേഖയായി തട്ടുന്ന ശക്തി രണ്ടു ശക്തികളായി വേർപിരിഞ്ഞുപോകും. ഈ രണ്ടു ശക്തികളെ കണ്ടെത്തേണ്ടതിന്നു നാം ആദ്യശക്തിയെ ഒരു സമാന്തരചതുരശ്രത്തിന്റെ കൎണ്ണമായി വിചാരിച്ചിട്ടു ആ രണ്ടു ശക്തികളോ സമാന്തരചതുരശ്രത്തിന്റെ എതിർചെല്ലുന്ന രേഖകളോട സമമായിട്ടു വിചാരിക്കേണം. നമ്മുടെ ചോദ്യത്തിൽ നിൎയ്യഗ്രേഖയായി വ്യാപരിക്കുന്ന ശക്തി കാററു തന്നേ; അതു തട്ടുന്ന വസ്തുവോ കപ്പലിന്റെ പായി തന്നേ. കാററിന്റെ ശക്തി രണ്ടു അംശമായി വേർപിരിഞ്ഞിട്ടു ഇതിൽ ഒന്നു പായിന്റെ ദിക്കിൽ ചെല്ലുന്നതുകൊണ്ടു നിഷ്ഫലമായി പോയിട്ടു ശേഷിക്കുന്ന ശക്തി ലംബരേഖയായി പായിക്കു തട്ടും. ഈ പായി തിൎയ്യഗ്രേഖയായി നില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു കാററിന്റെ ശേഷിച്ച ശക്തി കപ്പലിനെ ആകപ്പാടേ ഉന്താതേ രണ്ടു ശക്തികളായി വിഭാഗിച്ചു പോകും. വീണ്ടും നാം ഈ ശേഷിച്ച ശക്തി ഒരു സമാന്തരചതുരശ്രത്തിന്റെ കൎണ്ണമായി വിചാരിക്കുമ്പോൾ

ചതുരശ്രത്തിന്റെ സമാന്തരരേഖകൾ ഈ രണ്ടു പുതിയ ശക്തികളായി നില്ക്കും. ഇവയിൽ ഒന്നു കപ്പലിനെ മുന്നോട്ടു നടത്തുകയും മറ്റൊന്നു അതിനെ ഇടത്തോട്ടു ഉന്തുകയും ചെയ്യും. കപ്പൽ അതിന്റെ രൂപപ്രകാരം ഇടത്തോട്ടു പോവാൻ വളരെ വിരോധിക്കയും മുന്നോട്ടു ഓടുവാൻ കപ്പൽ നല്ലവണ്ണം



No. 15.

സമ്മതിക്കയും അമരം പിടിക്കുന്നവൻ ഈ ദിക്കിലേക്കു കപ്പലിനെ നടത്തുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു കപ്പൽ മുമ്പോട്ടു നടത്തുന്ന ശക്തിയെ അനുസരിച്ചു അങ്ങോട്ടു ഓട്ടം താനും.

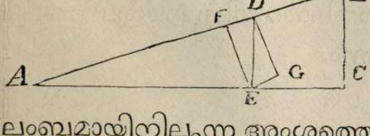
114. കുട്ടികൾ പട്ടം പറപ്പിക്കുമ്പോൾ കാററിന്നു എതിരായി വലിച്ചാലും അതു നിലത്തു വീഴാതെ മേലോട്ടു പറക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു? (15.)

മുമ്പേത്ത ചോദ്യത്തിൽ എന്നപോലെ കാററു ആ പട്ടത്തിന്മേൽ തിൎയ്യഗ്രേഖയായി തട്ടുന്നതുകൊണ്ടു അതിന്റെ ബലം രണ്ടു ശക്തികളായി വിഭാഗിച്ചുപോകും. ഇവയിൽ പട്ടത്തിന്മേൽ ലംബരേഖയായി നില്ക്കുന്നതു മാത്രം ഫലമായി തീൎന്നിട്ടു ഇതിൽനിന്നും ചരടു വലിക്കുന്ന കുട്ടിയുടെ ശക്തിയിൽനിന്നും ഒരു പുതുശക്തി ഉളവാകുന്നു. ഇതിനാൽ പട്ടം മേലോട്ടു കയറും. ഈ പുതിയ ശക്തി ലംബരേഖയായി വ്യാപരിക്കുന്ന ശക്തികൊണ്ടും വലിക്കുന്ന കുട്ടിയുടെ ശക്തികൊണ്ടും ഉളവായ സമാന്തരചതുരശ്രത്തിന്റെ കൎണ്ണമത്രേ എന്നറിക!

115. ഘനംകൊണ്ടു എടുപ്പാൻ കഴിയാത്ത ഒരു പീപ്പയെ പടങ്ങു ഇടുന്നതിനാൽ വണ്ടിയിൽ കയററുവാൻ കഴിയുന്നതെങ്ങിനേ?

ഒരു പീപ്പയെ കൈകൊണ്ടു എടുത്തു വണ്ടിയിൽ വെക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ഘനം മുഴുവൻ വഹിക്കേണ്ടിവരും. എന്നാൽ പടങ്ങു ഇടുന്നതിനാലോ പീപ്പയുടെ ഘനത്തിന്റെ ശക്തി രണ്ടു അംശങ്ങളായി പിരിഞ്ഞുപോകും. പീപ്പയുടെ

No. 16.

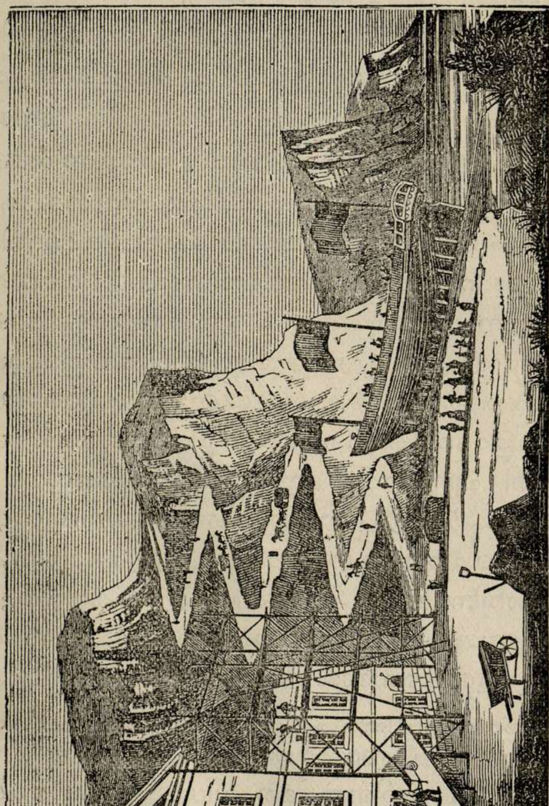


ഘനം മുഴുവൻ D E എന്നുള്ള രേഖയോടു സമം എന്നു വരികിൽ അതു D G, D F എന്ന ശക്തികളായി വിഭാഗിച്ചുപോകും. ചരിഞ്ഞസ്ഥലത്തു ലംബമായിനില്ക്കുന്ന അംശത്തെ(DG) ആ പടങ്ങുകൾ താങ്ങുന്നു. D F എന്ന ശക്തിയോടേപീപ്പ താഴോട്ടു വഴുതിപ്പോവാൻ

ശ്രമിക്കും. ഉന്തുന്നവൎക്കു ഈ ശക്തിയെ ജയിപ്പാൻ മാത്രമേ ആവശ്യമുള്ളൂ. ഇവ്വണ്ണം $D\ E$ എന്ന ശക്തിയെ വിരോധിക്കുന്നതിന്നു പകരം $D\ F$ എന്ന ശക്തിയെ മാത്രം തടുക്കേണം.

116. കുടുന്തുക്കമുള്ള പൎവ്വതങ്ങളിന്മേൽ കയറിപ്പോവാൻ വളഞ്ഞവഴികളെ ഉണ്ടാക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

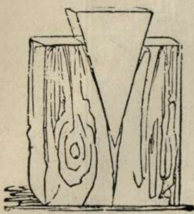
പൎവ്വതത്തിന്മേൽ കുത്തനെ കയറിയാൽ ശരീരത്തിന്റെ ഘനം ഏകദേശം മുഴുവനും നാംതന്നേ വഹിക്കേണ്ടിവരും. വളഞ്ഞ വഴിയിൽകൂടേ പോകുന്നതോ ഒരു വസ്തുവിനെ ചരിഞ്ഞ സ്ഥലത്തുകൂടി ഉന്തുന്നതുപോലേ അത്രേ. ആകയാൽ ശരീരത്തിൻ ഘനത്തിന്റെ വലിയ ഒരംശം നിലം വഹിക്കുന്നു; ശേഷിക്കുന്ന അംശം മാത്രമേ നമ്മുടെ അദ്ധ്വാനത്താൽ ഉന്തുവാൻ ആവശ്യമുള്ളൂ. എങ്കിലും ഇതിൽ ഒരു കാൎയ്യം എപ്പോഴും മനസ്സിൽ ധരിക്കേണ്ടതു ആവശ്യം. ചരിഞ്ഞ സ്ഥലങ്ങൾകൊണ്ടു വളരേ ശക്തി രക്ഷിപ്പാൻ കഴിയുന്നെങ്കിലും വഴിയും സമയവും അധികം വേണ്ടിവരും. കൈകൊണ്ടു ഒരു പീപ്പയെ വണ്ടിയിൽ കയറ്റുമ്പോൾ അകലം എത്രയും കുറഞ്ഞിരിക്കും. മലയെ നേർവഴിയായി കയറുമ്പോൾ വഴി ചുരുങ്ങുന്നു. കയറുന്ന വഴി ഭൂരേഖയോടു (Horizontal line) സമമായി തീരുന്നേടത്തോളം വഴിയുടെ നീളം വൎദ്ധിക്കയും ഇതിൽകൂടി വല്ലതും ഉന്തുവാൻ വേണ്ടുന്ന ശക്തി കുറഞ്ഞുപോകയും ചെയ്യും. കേവലം സമമായ സ്ഥലത്തിൽകൂടി വല്ലതും ഉന്തുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ഘനത്തെ മുഴുവൻ നിലം താങ്ങുന്നതുകൊണ്ടു ഘനത്തെ അല്ല ഉരസലിനെയും അതിന്റെ നിഷ്ഠുരകത്വത്തെയും മാത്രം ജയിപ്പാൻ ശക്തി വേണം.



No. 17.

117. ആപ്പു അടിച്ചു വലിയ മുട്ടികളെ എളുപ്പത്തിൽ കീറുവാൻ കഴിയുന്നതെങ്ങിനേ?

No. 18.



മുമ്പേത്ത ചോദ്യത്തിൽ കാണിച്ച യന്ത്രങ്ങൾ രണ്ടു തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ ഒരു ആപ്പു ഉളവാകും. അതുകൊണ്ടു വിറകു ആപ്പിൻെറ പ്രവേശനത്തിന്നു നേരേ വിരോധിക്കുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്ന ശക്തി ആപ്പിൻെറ ചായ്വു നിമിത്തം രണ്ടു ശക്തികളായി വിഭാഗിച്ചുപോകും. ഒന്നു ലംബമായി മേലോട്ടു പൊന്തിക്കുന്ന ശക്തിയും മറേറതു ആപ്പു പ്രവേശിക്കുന്ന ശക്തിയിന്മേൽ ലംബമായി നില്ക്കുന്ന ശക്തിയും തന്നേ. ഈ രണ്ടു ശക്തികൾ സമവും അന്യോന്യം പ്രതികൂലവുമായി വ്യാപരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഇല്ലാതേ പോകും. അതുകൊണ്ടു മേലോട്ടു പൊന്തിക്കുന്ന ശക്തിയെ മാത്രം അടിക്കുന്നതിനാൽ ജയിക്കേണ്ടിവരും. ആപ്പിൻെറ വീതി ഏറുന്തോറും ജയിപ്പാനുള്ള വിരോധവും വൎദ്ധിക്കും. എന്നാൽ ആപ്പിനെ കൂൎപ്പിക്കുന്നേടത്തോളം വിറകിൻെറ വിരോധം വൎദ്ധിക്കയും ചെയ്യും. മഴുവും ഒരുവക ആപ്പു തന്നേ. അതിന്നു അല്പം വീതി മാത്രം ഉണ്ടാകയാൽ എളുപ്പത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നെങ്കിലും ഇരുഭാഗങ്ങളിൽനിന്നു വിറകു അതിനെ വളരേ ഞെരുക്കും താനും.

118. ഒരു ഭവനത്തിൻെറ തട്ടുപലക കുറേ വളഞ്ഞുപോയാൽ ഒരു ആപ്പു വെക്കുന്നതിനാൽ വീണ്ടും നേരേയാക്കുവാൻ കഴിയുന്നതെങ്ങിനേ?

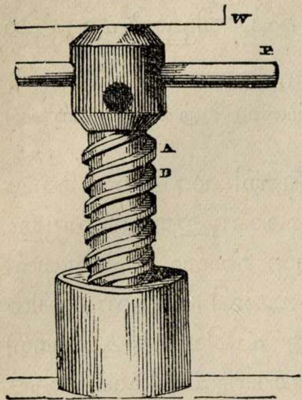
ഈ ആപ്പു ചരിഞ്ഞ ഒരു വിധം പടങ്ങു ആകകൊണ്ടു പലകയെ പൊന്തിക്കേണ്ടതിന്നു ഘനത്തെ മുഴുവൻ വിരോധിപ്പാൻ ആവശ്യമില്ല. നാം ഈ പലകയെ ഒരു വിധേന ആ ആപ്പിന്മേൽ മേലോട്ടു ഉന്തിയുയൎത്തീട്ടു ഘനത്തിൻെറ ഒരംശത്തെ ആപ്പു താങ്ങുന്നു; ശേഷിക്കുന്നതു മാത്രം ആപ്പ്

മുട്ടുന്നതിനാൽ ജയിപ്പാൻ ആവശ്യം. ആപ്പിന്റെ ഉയരം കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നേടത്തോളം പലകയെ പൊന്തിപ്പാൻ എളുപ്പമായിത്തീരും താനും.

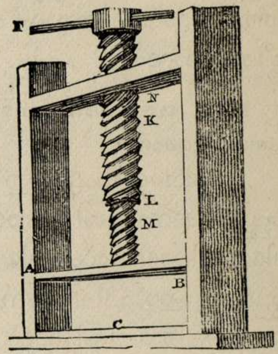
119. ഒരു പിരിയാണികൊണ്ടു പദാൎത്ഥങ്ങളെ ഇത്ര അമൎത്തുവാൻ കഴിയുന്നതെന്തുകൊണ്ടു?

പിരിയാണി എന്നതു ഗോളസ്തംഭത്തിന്റെ ചുറ്റും വെക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ചരിവ് അത്രേ. അതുകൊണ്ടു ഇതിനെ വല്ലതും വിരോധിക്കുമ്പോൾ വിരോധത്തിന്റെ ഒരംശം നിഷ്ഫലമായിപ്പോയിട്ടു ഈ പിരിയാണിക്കു വിരോധമായി നില്ക്കുന്ന വലിയ ഒരു ശക്തിയെ ജയിപ്പാൻ കഴിയും. ഈ പിരിയാണി ചരിഞ്ഞിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്താൽ ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു പിരിയാണിയുടെ വൃത്തപരിധി ആ ചരിവിന്റെ നീളത്തോടും പിരിയാണിയുടെ ഒരു പിരിയുടെ ഉയരം ആ ചരിവിന്റെ ഉയരത്തോടും സമം; ആയതുകൊണ്ടു പിരിയാണിയുടെ വൃത്തപരിധി ഒരു പിരിയെക്കാൾ വലുതായിരിക്കുന്നപ്രകാരം വ്യാപരിക്കുന്ന ശക്തി വിരോധിക്കുന്ന ബലത്തെക്കാൾ വലുതാകും. ദൃഷ്ടാന്തം: ഒരു പിരിയാണിയുടെ വിട്ടത്തിന്റെ നീളം ഒരടിയും ഒരു പിരിയുടെ ഉയരം ഒരിഞ്ചും എന്നുവരികിൽ ഈ പിരിയാണിമുഖാന്തരം ഒരു റാത്തലിന്നു സമമായ ശക്തികൊണ്ടു 31½ റാത്തലിന്നു ഒക്കുന്ന ഘനത്തെ വിരോധിപ്പാൻ കഴിയും എന്നറിക. പിരിയാണിയെ പ്രയോഗിക്കുന്നതിനാൽ ഉണ്ടായ്വരുന്ന ഉരസലിനെ കുറെക്കേണ്ടതിന്നു നാം പിരിയാണിയോടു മുറ്റും തുല്യമായ ഒരു വട്ടിനെ ചേൎക്കുന്നു. അതു തുളയുള്ള ഒരു ഗോളസ്തംഭം തന്നേ. ഇതിന്റെ ഉള്ളിൽ പിരിയാണിയിന്മേൽ പൊങ്ങിവരുന്ന ചരിഞ്ഞ സ്ഥലം തന്നേ വെട്ടപ്പെടുന്നതു കാണാം. ചിലപ്പോൾ പിരിയാണി സ്ഥിരമായി നിന്നിട്ടു വട്ടു അതിൽ ചുറ്റും കയറുകയും ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നതു പ്രയോഗം. ഘനമുള്ള

No. 19.



No. 20.



ഭാരങ്ങളെ പൊന്തിക്കേണ്ടതിന്നും ഈ പിരിയാണിയെ എടുക്കാം. ഒരിക്കൽ പിരിയാണിയെ തിരിക്കുമ്പോൾ ഭാരം ഒരു തിരിവിന്റെ ഉയരത്തോളം മാത്രം കയറിപ്പോകും.

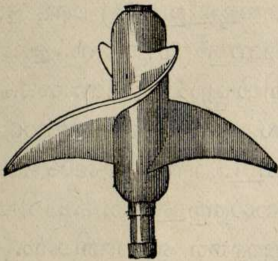
120. **കപ്പികളുടെ കിടേശയെ എടുപ്പാനായിട്ടു നാം ഒരുവിധം പിരിയാണിയെ പ്രയോഗിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

ഇതിന്നായി നാം പ്രയോഗിക്കുന്ന പിരിയാണി ഒരു പിരിയാണിമാത്രമല്ല, അതു ഒരു ആപ്പു കൂടേയാകുന്നു. ആകയാൽ അതു കിടേശയിൽ എളുപ്പത്തിൽ പ്രവേശിച്ചിട്ടു പിരിയാണിയുടെ രൂപത്തിൻനിമിത്തം കിടേശ വലിച്ചെടുക്കുന്ന സമയത്തു ഉരസലിനെക്കൊണ്ടു കിടേശ പിരിയാണിയോടു പററും.

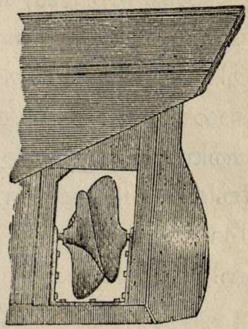
121. **പുകയാവിയെക്കൊണ്ടു തിരിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു പിരിയാണിയാൽ ഒരു തീക്കപ്പലിനെ നാം ഓടിക്കുന്നതു എങ്ങിനേ?**

ഈ വലിയ പിരിയാണി തിരിയുന്ന സമയം തിൎയ്യഗ്രേഖയായി നില്ക്കുന്ന ഭാഗത്തെക്കൊണ്ടു വെള്ളത്തിന്റെ നേരേ കുത്തീട്ടു ഈ ഉന്തിൽ ഒരംശം നിഷ്ഫലമായിപ്പോകുന്നെങ്കിലും വെള്ളം വിരോധമായി നില്ക്കുന്നതിനാൽ കപ്പൽ മുന്നോട്ടു ഓടും.

No. 21.

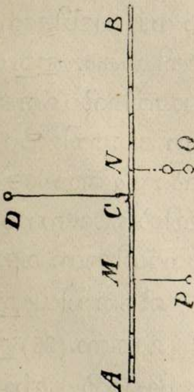


No. 22.

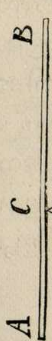


122. ഒരു കൂലിക്കാരന്നു സാധാരണമായ തുലാംകൊണ്ടു എത്രയും ഘനമുള്ള ഒരു കല്ലിനെ നീക്കുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

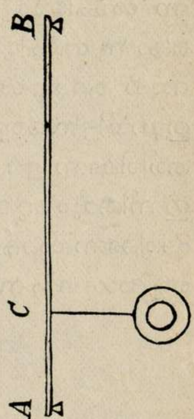
No. 23.



No. 24.



No. 25.



ഒരു വിന്ദുവിന്റെ ചുററിലും തിരിയുന്ന കോലിന്നു നാം തുലാം എന്നു പേർ വിളിക്കുന്നു. ഈ വിന്ദുവിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന രണ്ടു ഭുജങ്ങളുടെ ഘനം മുററും ഒക്കുമ്പോൾ ഭുജങ്ങൾ ഭൂമിരേഖയായി നില്ക്കും. ഇതിന്നു ആ രണ്ടു ഭുജങ്ങൾ സമമായി

രിക്കുന്നതു ആവശ്യമില്ല. തുലാങ്ങൾ മൂന്നുവിധം സമമായ രണ്ടു ഭുജങ്ങളുള്ളതും (23) അസമഭുജങ്ങളുള്ളതും (24) രണ്ടു ഭുജങ്ങളും വിന്ദുവിന്റെ ഒരേ ഭാഗത്തിരിക്കുന്നതും (25) തന്നേ. ഭുജങ്ങൾ തമ്മിൽ ഒക്കുന്നെങ്കിൽ ഒരു ഭുജത്തിൽ വ്യാപരിക്കുന്ന ശക്തിയും മറുഭാഗത്തു തൂക്കപ്പെട്ട ഭാരവും സമമായിരിക്കുന്നതിനാലേ തുലാത്തിന്നു സമത്തൂക്കം ഉണ്ടാകുന്നുള്ളു. രണ്ടു ഭുജങ്ങൾ ഒക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ വലിയ ഭുജം നില്ക്കുന്ന ഭാഗത്തുള്ള ഒരു ചെറിയ ശക്തിക്കു മറുഭാഗത്തുള്ള വലിയ ഭാരത്തെ പൊന്തിക്കാം. ഒരു പണിയുടെയോ ശക്തിയുടെയോ ഫലം നിശ്ചയിക്കേണ്ടതിന്നു രണ്ടു കാൎയ്യങ്ങളെ അറിയേണം. അതു തടുത്തു ജയിക്കുന്ന വിരോധവും ഇതിന്നായി പോകുന്ന വഴിയും തന്നേയാകുന്നു. ഈ വഴി കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നേടത്തോളം ആ വിരോധമോ പൊന്തിക്കുന്ന ശക്തിയോ വൎദ്ധിക്കും. തുലാത്തിന്റെ വലിയ ഭുജത്തെ കൊണ്ടു ശക്തിയോ ഭാരമോ സഞ്ചരിക്കുന്ന വഴി വൎദ്ധിക്കുന്നതിനാൽ കുറച്ചു ശക്തിയാകട്ടേ ഭാരമാകട്ടേ മതിയാകും. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു സമത്തൂക്കം കാണിക്കുന്ന ഒരു തുലാത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തിരിക്കുന്ന ഭുജത്തിന്റെയും അതു തൂക്കുന്ന ഭാരത്തിന്റെയും ഗുണിതവും മറുഭാഗത്തിരിക്കുന്ന ഭുജത്തിന്റെയും അവിടേ വ്യാപരിക്കുന്ന ശക്തിയുടെയും ഗുണിതവും തമ്മിൽ ഒക്കുമ്പോൾ രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ സമമായി നില്ക്കും. നാം പ്രയോഗിക്കുന്ന കയ്ക്കോൽ ഒരു വിധം തുലാമാകുന്നു. (26) കൂലിക്കാരൻ ഒന്നാമതു അതിനെ കല്ലിന്റെ ചുവട്ടിൽ ഇട്ടിട്ടു പിന്നേ കഴിയുന്നേടത്തോളം അടുത്തിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തു ഒരു ചെറിയ കല്ലി

No. 26.

നെയോ മരക്കഷണത്തെയോ പാരയുടെ കീഴിൽ വെക്കുന്നതിനാൽ ഈ പാര അസമഭുജങ്ങളുള്ള ഒരു തുലാം ആയ്തീരും. ആ ചെറിയ കല്ലിന്റെ അരികേ രണ്ടു ഭുജങ്ങളും തിരിയുന്ന വിന്ദു ഇരിക്കുന്നുണ്ടു. കൂലിക്കാരൻ വലിയ ഭുജത്തെ താഴോട്ടു അമൎത്തുന്നതിനാൽ ചെറിയ ഭുജത്തിന്മേൽ കിടക്കുന്ന കല്ലിനെ പൊന്തിപ്പാൻ കഴിവുണ്ടു. താഴോട്ടു ശക്തി നടക്കുന്ന വഴി കല്ലു മേലോട്ടുപോകുന്ന വഴിയെക്കാൾ (എത്ര പ്രാവശ്യം ശക്തിയുടെ ഭുജം ഭാരത്തിൻ ഭുജത്തെക്കാൾ വലുതാകുന്നുവോ അത്ര മടങ്ങു) ഏറിയതാകുന്നു. ഇവ്വണ്ണം ഈ യന്ത്രത്താൽ ശക്തിയുടെ വിഷയത്തിൽ വരുന്ന ലാഭവും വഴിയുടെ ദൈൎഘ്യം കൊണ്ടു ഉണ്ടാകുന്ന സമയത്തിന്റെ നഷ്ടവും സമമാകുന്നു. എത്രവട്ടം ഭാരം വഹിക്കുന്ന ഭുജത്തിൻ നീളം ശക്തി ഏല്ക്കുന്ന ഭുജത്തിൻ നീളത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവോ അത്ര പ്രാവശ്യം ഭാരം ശക്തിയെക്കാൾ വലുതായിരിക്കാമല്ലോ! ഭാരം വഹിക്കുന്ന ഭുജത്തിന്നു $\frac{1}{4}$ അടിയും ശക്തി ഏല്ക്കുന്ന ഭുജത്തിന്നു 2 അടിയും എന്നു വരികിൽ 20 റാത്തലോടു സമമായ ഒരു ശക്തികൊണ്ടു 160 റാത്തൽ ഘനമുള്ള ഒരു ഭാരത്തിന്നു സമത്തൂക്കം വരുത്താം.

തോളിന്മേൽ വഹിക്കേണ്ടതിന്നു ചുമട്ടുകാർ സാമാനങ്ങളെ കെട്ടിത്തൂക്കുന്ന വടിയും കത്രിയും വാതിലുകളുടെ പിടികളും ചുക്കാനും തോണിയിൽ ഉറപ്പിക്കപ്പെടുന്ന തണ്ടും അസമഭുജങ്ങളുള്ള തുലാത്തിന്നു ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളാകുന്നു.

123. നല്ല തുലാസിന്നുള്ള വിശേഷതകൾ ഏവ?

1. അതിന്റെ രണ്ടു ഭുജങ്ങളും മുറ്റും സമമായിരിക്കേണം ഒരു തുലാസിന്റെ പ്രയോജനം രണ്ടു ഭാരങ്ങൾ സമമായി നില്ക്കുന്നതത്രേ. അതിനെ സാധിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു രണ്ടു ഭുജങ്ങളുടെ നീളവും ഘനവും ഒത്തിരിക്കേണ്ടുന്നതു ആവശ്യം തന്നേ. ഭുജങ്ങൾ സമമായി നില്ക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ അധികം ഘനമു

No. 27.

ള്ള ഭുജത്തിൽ തൂക്കുന്ന ഭാരത്തിന്നു അധികമായ തൂക്കത്താലേ സമത്വം വരുത്തുവാൻ പാടുള്ളു. ഭുജങ്ങൾ ഒക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ ഒന്നാമത്തു തൂക്കങ്ങളെക്കൊണ്ടു രണ്ടു അംഗങ്ങളെയും സമമാക്കേണം: അതിന്റെ ശേഷമേ സാധനങ്ങളെ തൂക്കാവു.

2. ഭുജങ്ങൾക്കു അധികം ഘനം ഏറരുതു.

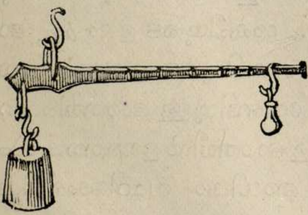
3. തുലാത്തിന്റെ ഘനത്തിൻ കേന്ദ്രം തിരിയുന്ന വിന്ദുവിന്റെ അല്പം താഴോട്ടു മാറിക്കിടക്കേണ്ടതു. ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രവും തുലാംതിരിയുന്ന വിന്ദുവും ഒരു സ്ഥലത്തിൽ കിടക്കുമ്പോൾ തുലാസു നിഷ്പക്ഷസ്ഥിതിയിൽ ഇരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഭൂമിരേഖയായി നില്ക്കുന്ന സമയത്തു മാത്രമല്ല എല്ലാ

സ്ഥിതികളിലും സ്വസ്ഥമായിരിക്കും. (95-ാം ചോദ്യം) ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം തുലാം തിരിയുന്ന വിന്ദുവിന്റെ മീതേ കിടക്കുന്നെങ്കിലോ തുലാസു ആടുന്ന സ്ഥിതിയിൽ ഇരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു തുലാസിന്റെ ഇരുഭാഗങ്ങളുടെ ഘനത്തിൽ അല്പം ഭേദം മാത്രം വരുമ്പോൾ തുലാം പെട്ടന്നു ഏറ്റ താഴ്ചയിൽ നില്പാൻ ശ്രമിക്കയും ചെയ്യും. ഇവ്വണ്ണം രണ്ടു ഭാരങ്ങൾക്കു വലിയ വ്യത്യാസമോ അല്പമായ ഭേദമോ ഏതുള്ളൂ എന്നു നിശ്ചയിച്ചു കൂടാതേയാകും. അതിന്നിമിത്തം ഘനത്തിൻ കേന്ദ്രം തുലാം തിരിയുന്ന വിന്ദുവിൻ താഴേ കിടക്കുന്നതിനാൽ സ്ഥിരമായ സ്ഥിതി വന്നിട്ടു തുലാം സമത്തൂക്കമായ ശേഷം ഭൂമിരേഖയായി സ്വസ്ഥമായി നില്ക്കുന്നു.

4. തുലാത്തിന്റെ നീളം വർദ്ധിക്കുന്തോറും തുലാസു അത്യല്പമായ ഭേദാഭേദങ്ങളെ കാണിക്കും. അപ്രകാരം തന്നേ ഘനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം തുലാം തിരിയുന്ന വിന്ദുവിന്റെ അടുക്കേ ഇരിക്കുന്നതു നന്നു.

124. **ഒരേ തൂക്കത്തെക്കൊണ്ടു പലവിധമായ ഭാരങ്ങളെ തൂക്കുവാൻ തക്കതായ തുലാസുകളുണ്ടു (Steelyard: വെള്ളിക്കോൽ Roman Balance) അതു കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

No. 28.



ഈ വക തുലാസുകളിൽ തുലാത്തിന്റെ ഭുജങ്ങൾ സമം അല്ലായ്ക്കയാൽ തൂക്കത്തെ മാറ്റുന്നതിന്നു പകരമായി നാം തൂക്കത്തെ വെവ്വേറേ സ്ഥലങ്ങളിൽ തൂക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ ഭുജത്തിൻ നീളത്തെ നീട്ടുകയോ കുറെക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. നാം തൂക്കത്തിന്റെ ഭുജത്തെ പത്തംശങ്ങളാക്കി വിഭാഗിക്കുമ്പോൾ 10 റാത്തലിൻ തൂക്കം രണ്ടാം അംശത്തിൽ 20 റാത്തലോടും 3-ാം അംശത്തിൽ 30 റാത്തലോടും 6-ാം അംശത്തിൽ

60 റാത്തലോട്ടം സമമായ്വരയും. കിടങ്ങുകളിലും കലവറകളിലും വലിയ ഭാരങ്ങളെ എളുപ്പത്തിൽ വെപ്പാനും അവയുടെ പത്താം അംശത്തിന്റെ തൂക്കത്തെക്കൊണ്ടു അവയെ തൂക്കുവാനും തക്കതായ തുലാസുകൾ ഉണ്ടു. (decimal balance)—അസമഭുജങ്ങളുള്ള രണ്ടു തുലാങ്ങളും ഭുജങ്ങൾതിരിയുന്ന വിന്ദുവിൽനിന്നു ഒരേ ഭാഗത്തു കിടക്കുന്ന ഒരു തുലാമും ഇതിന്നു ആവശ്യം.

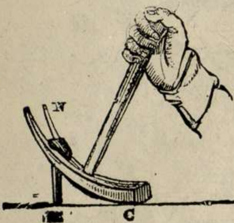
125. മുതിന്ന ഒരു ആളും ഒരു ചെക്കനും കൂടി വടിമേൽ ഒരു ഭാരത്തെ വഹിക്കുമ്പോൾ നാം ഭാരത്തെ വടിയുടെ നടുവിലല്ല മുതിന്ന ആൾക്കു അരികേ തൂക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു.

No. 29.

ഈ വടിയിൽ രണ്ടു തുലാങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഓരോ തുലാത്തിന്റെ ഭുജങ്ങൾതിരിയുന്ന വിന്ദുവിൽനിന്നു ഒരേ ഭാഗത്തു ഇരിക്കുന്നു. *a* എന്ന സ്ഥലത്തിൽ വഹിക്കുന്നവന്നു വേണ്ടി തുലാം തിരിയുന്ന വിന്ദു മററവന്റെ തോളിൽ ഇരിക്കും. ശക്തിയുടെ ഭുജം *a b*, ഭാരത്തിന്റെ ഭുജം *c b*. *b* എന്ന സ്ഥലത്തു വഹിക്കുന്നവന്നു വേണ്ടിയോ തുലാം തിരിയുന്ന വിന്ദു *a* എന്ന ആളുടെ തോളിൽ ഇരിക്കും. ശക്തിയുടെ ഭുജം *b a*, ഭാരത്തിന്റെ ഭുജം *a c* രണ്ടാൾക്കു ശക്തിയുടെ ഭുജങ്ങൾ ഒരുപോലേ ആയാലും *a* എന്നാൾക്കു വേണ്ടിയുള്ള ഭാരത്തിന്റെ ഭുജം (*b c*), *b* എന്നവന്നു വേണ്ടിയുള്ള ഭാരത്തിൻ ഭുജത്തെക്കാൾ വലുതാകകൊണ്ടു ഒന്നാം ആൾ അധികം വഹിക്കേണ്ടിവരും. *a* എന്ന ആൾ *b* എന്ന ആളെക്കാൾ 2 വട്ടം ശക്തിയുള്ളവൻ എന്നുവരികിൽ അദ്ധ്വാനം സമമാകേണ്ടതിന്നു *b c* എന്നുള്ള അംശം *a c* എന്ന അംശത്തെക്കാൾ 2 പ്രാവശ്യം വലുതാകുംവണ്ണം തൂക്കേണ്ടു. (25-ാം ചിത്രം നോക്കുക.)

126. മുട്ടികൊണ്ടു ഒരു ആണിയെ എളുപ്പത്തിൽ വലിച്ചെടുപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 30.



മുട്ടി ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ച പ്രകാരം പ്രയോഗിക്കുന്നതിനാൽ അതു ഒരു ഭുജമുള്ള തുലാം ആയ്ത്തീരും. ഈ തുലാം തിരിയുന്ന സ്ഥലം c ആണിയുടെ വിരോധം N എന്ന സ്ഥലത്തിൽ അനുഭവമാകകൊണ്ടു വിരോധത്തിൻെറ ഭുജം $c\ N$ എന്നു പറയേണം. ശക്തി a എന്ന സ്ഥലത്തിൽ വ്യാപരിക്കയാൽ $a\ b\ c$ ശക്തിയുടെ ഭുജം. ഈ രണ്ടാം ഭുജം വിരോധത്തിൻെറ ഭുജത്തെക്കാൾ വലുതാകകൊണ്ടു ആണിയെ വലിച്ചെടുപ്പാൻ പ്രയാസമില്ല.

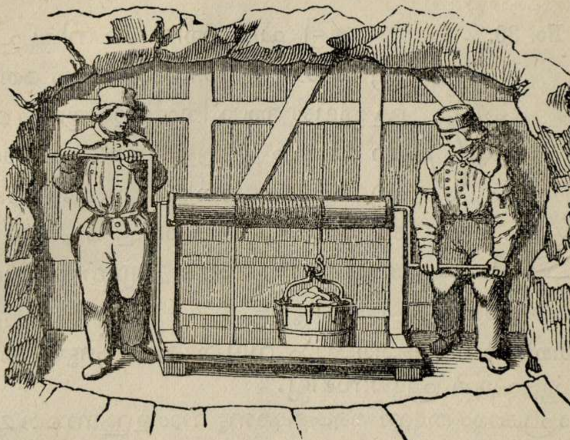
അപ്രകാരം തന്നേ കൈകൊണ്ടു നാം ഉന്തുന്ന ഒരു മാതിരി വണ്ടിയും താക്കോലും തോണികളുടെ തണ്ടുകളും ഭാരങ്ങളെ മുന്നോട്ടു ഉന്തുന്ന വടികളും വാതിലുകളും വല്ലതും തിരിയേണ്ടതിന്നു പ്രയോഗിക്കുന്ന എല്ലാ പിടികളും ഒരു ഭുജമുള്ള തുലാം അത്രേ എന്നറിക.

No. 31.

127. കപ്പികൊണ്ടു വെള്ളം കോരുന്നതു കൈകൊണ്ടു കോരുന്നതിനെക്കാൾ എളുപ്പമാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

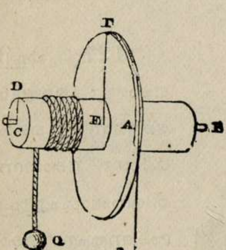
ഈ കപ്പിയും ഒരു മാതിരി തുലാമാകുന്നു. അതിൻെറ പി

No. 32.



ടികൊണ്ടോ ഒരു ചക്രത്തിന്റെ ഇല്ലികളെക്കൊണ്ടോ ശക്തി വലിയ ഭുജത്താൽ വ്യാപരിക്കുന്നു ($E\ T$ വലിയ ഭുജം); ഭാരമോ

No.33.



മരത്തിന്റെ ചുററും കെട്ടപ്പെട്ട കയറു കൊണ്ടു ചെറിയ ഭുജത്താൽ (അതു ആ മരത്തിന്റെ അദ്ധ്വ്യാസം തന്നേയാകുന്നു $C\ D$) താഴോട്ടു വലിക്കുന്നു. ഈ പിടി ആകട്ടേ ചക്രത്തിന്റെ ഇല്ലി ആകട്ടേ വലുതാകുന്നേടത്തോളം ശക്തിയും വദ്ധിക്കും എന്നിട്ടും എത്ര പ്രാവശ്യം ഭാരം ശക്തിയെക്കാൾ വലുതാകുന്നുവോ അത്ര പ്രാവശ്യം ചക്രത്തിന്റെ വൃത്തപരിധി അല്ലെങ്കിൽ പിടിയുടെ അററം തിരിയുന്ന സമയം ഉളവാകുന്ന വൃത്തം മരത്തിന്റെ പരിധിയെക്കാൾ വലുതായിരിക്കും.

128. വണ്ടികൾക്കു ചക്രങ്ങൾ ആവശ്യമുള്ളത് എന്തുകൊണ്ടു?

ചില സ്ഥലങ്ങളിൽമാത്രം ചക്രം നിലം തൊടുന്നതുകൊണ്ടു

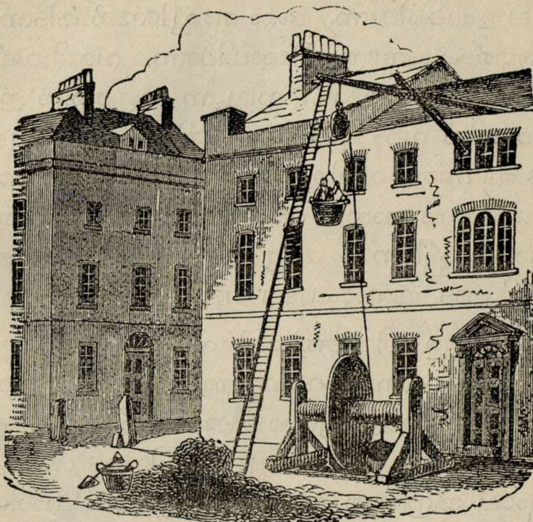
ഉരസൽ അല്പമേയുള്ളൂ. അതുകൂടാതേ ചക്രങ്ങളും തുലാം എ ന്നപോലേ ഉപകരിക്കുന്നു. ഭാരം അച്ചിന്മേൽ കിടന്നിട്ടു ചെ റിയ ഭുജത്തെക്കൊണ്ടത്രേ വിരോധിക്കുന്നു. വണ്ടി വലിക്കുന്ന കുതിരകൾ വലിയ ഭുജമായി നില്ക്കുന്ന ചക്രത്തിൻ ഇല്ലികളു ടെ അററത്തിൽ വ്യാപരിക്കുന്നു. കുതിരകളുടെ പ്രവൃത്തി വ ണ്ടിയുടെ ഘനത്തെ വലിക്കുന്നതു അല്ലല്ലോ നിലം അതിനെ മുഴുവൻ താങ്ങുന്ന താനും. അച്ചിൻെറ ഉരസലിനെയും വഴി യുടെ പരുപരുപ്പിനെയും മാത്രം കുതിരകൾ തടുക്കുന്നു. ഇവ യോ വണ്ടിയുടെ ഘനംപോലേ വൎദ്ധിക്കുന്നുള്ളൂ.

ശീതകാലത്തു വിലാത്തിയിൽ ഹിമം വീണു എല്ലാ ഉര സൽ നീങ്ങിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു ആ സമയം ആളുകൾ ച ക്രമില്ലാത്ത വണ്ടികളെ പ്രയോഗിക്കുന്നു. തീവണ്ടികളെ വലി ക്കുന്ന യന്ത്രമോ അങ്ങിനേ അല്ല: ആവിയുടെ ശക്തി കുതിര കളെപ്പോലേ യന്ത്രത്തെ വലിക്കുന്നു എന്നു വിചാരിക്കേണ്ട, ആവി വണ്ടിയുടെ ചക്രങ്ങളെ തിരിക്കുകയത്രേ. നിലത്തോ ടുള്ള ഉരസൽകൊണ്ടു മാത്രം ഈ തിരിച്ചൽ ഓട്ടമായി തീരും. ഈ ഹേതുവാൽ വിലാത്തിയിൽ ശീതകാലത്തു ചിലപ്പോൾ ഇരിമ്പുപാതയിന്മേൽ കട്ടിയായവെള്ളം നില്ക്കുന്നതിനാൽ ഉ രസൽ ഇല്ലാതേ പോയിട്ടു യന്ത്രം മുന്നോട്ടു ഓടാതേ അതി ൻെറ ചക്രങ്ങൾ വെറുതേ തിരിയുന്നതുമാത്രം കാണാം.

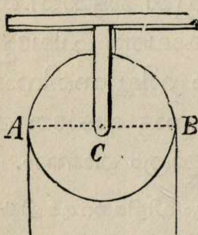
129. പലകകളെയും വേറേ സമാനങ്ങളെയും വീട്ടിൻെറ മുകളിൽനിന്നു വലിച്ചുകയറേറണ്ടതിന്നു നാം ഒരു മാതിരി കപ്പി പ്രയോഗിക്കുന്നതു എന്തു കൊണ്ടു?

അങ്ങിനേയുള്ള കപ്പികൾ രണ്ടു വിധം ഉണ്ടു. 34, 35 എ ന്നീ രണ്ടു ചിത്രങ്ങളിൽ നാം കാണുന്ന യന്ത്രത്തിൻെറ ഉപ കാരം വലിച്ചലിൻ ദിക്കു മാററുന്നതത്രേ. അതു തുലാസിനെ പോലേ രണ്ടു സമമായ ഭുജമുള്ള തുലാം തന്നേയാകുന്നു. തുലാം

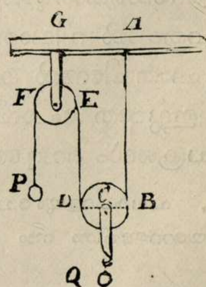
No. 34.



No. 35.



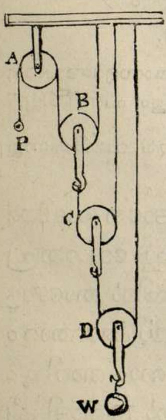
No. 36.



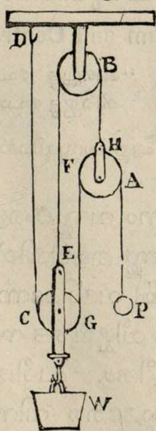
തിരിയുന്ന വിന്ദു ഈ ചിത്രത്തിൽ *C* ഭാരത്തിന്റെ ഭുജം *A C* ശക്തിയുടെ ഭുജം *B C* ഈ രണ്ടു ഭുജങ്ങൾ ഒക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഭാരത്തോടു സമമായ ശക്തി വേണം. എന്നാലും മേലോട്ടു വലിക്കുന്നതിനെക്കാൾ താഴോട്ടു വലിക്കുന്നതു എളുപ്പമാകകൊ

ണ്ടു ഈ യന്ത്രത്താലും ഉപകാരം വരും. ചക്രം സ്ഥലം മാറാതെ നിന്നു തിരിയുന്നതത്രേ. രണ്ടാം മാതിരി വേറെ, അതിന്റെ രൂപം 36-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണാം. ഈ യന്ത്രത്തിൽ സ്ഥിരമായ്നില്ക്കുന്ന ചക്രം അല്ലാതെ വേറെ ഒന്നുണ്ടു. ഈ രണ്ടാമത്തെ ചക്രം ഭാരത്തോടുകൂടേ മേലോട്ടു കയറും. ഇതിനാൽ നാം പ്രയോഗിക്കുന്ന ശക്തിക്കു ലാഭം ഉണ്ടു. ആ ചക്രം *B* എന്ന വിന്ദുവിൽ തിരിയുന്നതുകൊണ്ടും ഭാരം *C* എന്ന സ്ഥലത്തിലും ശക്തി *D* എന്ന വിന്ദുവിലും വ്യാപരിക്കുന്നതുകൊണ്ടും ശക്തിയുടെ ഭുജം ചക്രത്തിന്റെ വിട്ടമായി ഭാരത്തിൻ ഭുജമാകുന്ന ചക്രത്തിന്റെ അൎദ്ധവ്യാസത്തെക്കാൾ രണ്ടു മടങ്ങു വലുതാകയാൽ ഭാരത്തെ പൊന്തിക്കേണ്ടതിന്നു അതിന്റെ പാതിയോടു സമമായ ശക്തി മതിയാകും. ഇനി ശക്തികളെ നിക്ഷേപിപ്പാനായി അധികം ചക്രങ്ങളെ ഇണെച്ചിടാം.

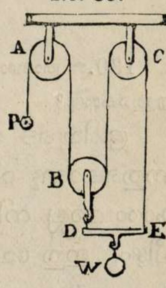
No. 37.



No. 38.



No. 39.



37-ാം ചിത്രത്തിൽ നാം കാണുന്ന മൂന്നു കയറുന്ന ചക്രങ്ങളാൽ ഭാരത്തിന്റെ ആറാം അംശത്തോടു സമമായ ശക്തി

യെക്കൊണ്ടു ഭാരത്തെ പൊന്തിപ്പാൻ കഴിയുന്നപോലെ. ഈ രണ്ടു വിധം കപ്പികളുടെ ഉപകാരം ബോധിച്ചാൽ പലവിധമായ ഭേദങ്ങളുടെ കാൎയ്യം (37. 38. 39) തിരിച്ചറിയുവാൻ പ്രയാസം തോന്നുകയില്ല. ഈ യന്ത്രത്താലും നാം സമ്പാദിക്കുന്ന ശക്തിയോടു സമമായ സമയത്തിൽ ഒരംശം നഷ്ടമായിപ്പോകും. ദൃഷ്ടാന്തം 36-ാം ചിത്രത്തിൽ C എന്ന ഭാരത്തെ ഒരു അടി ഉയരത്തിൽ കയറേറണ്ടതിന്നു P എന്ന ശക്തിയെ രണ്ടടി താഴോട്ടു വലിക്കേണം എന്നല്ലേ!

മൂന്നാം അദ്ധ്യായം.

വീഴ്ചയും ഊഞ്ഞാലും പരിഭ്രമണവും.

Fall, Pendulum and Central motion.

“മേല്പെട്ടു പോവാൻ പ്രയാസമുണ്ടേവനും;
കീഴ്പെട്ടു പോകുവാൻ ഏതും പണിയില്ല.”

130. താഴോട്ടു വീഴുന്ന ഏതു വസ്തുവിന്റെയും വേഗത വൎദ്ധിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

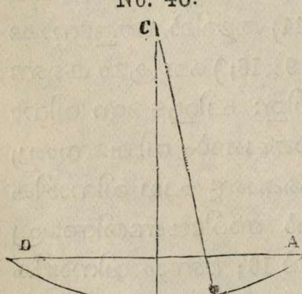
ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണം വസ്തുക്കളെ ഇടവിടാതേ വലിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വീഴുന്ന വസ്തു ആദിയിൽ കാണിച്ച വേഗതപ്രകാരം അല്ല നിരന്തരമായി വൎദ്ധിക്കുന്ന വേഗതയിൽ താഴോട്ടു വീഴും. ഇതു ഹേതുവായി വീഴ്ചയുടെ സമയം വൎദ്ധിക്കുന്തോറും വേഗതയും അധികമായ്ത്തീരും. പരീക്ഷയാൽ നാം അറിയും പ്രകാരം ഒരു വസ്തു ഒന്നാമത്തേ വിനാഴികയിൽ 16 അടി കീഴ്പെട്ടു വീഴുന്നതല്ലാതേ ഒന്നാമത്തേ വിനാഴികയുടെ അവസാനത്തിൽ അതു വിനാഴികയിൽ 32 അടി ദൂരം വീഴുവാൻ തക്ക

തായ വേഗത പ്രാപിക്കുന്നു. ഒന്നാമത്തേ വിനാഴികയിൽ വസ്തുവിനെ ആകൎഷിച്ച ശക്തി എപ്പോഴും വ്യാപരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വസ്തുവിൻെറ വേഗത രണ്ടാം വിനാഴികയുടെ അന്തത്തിൽ 64 അടിയും മൂന്നാം വിനാഴികയുടെ അന്തത്തിൽ 96'ഉം, 6-ാം വിനാഴികയുടെ അവസാനത്തിൽ 192'ഉം, അതിൻപ്രകാരം വീഴുന്ന വസ്തുവിൻെറ വേഗത പിന്തുടരുന്ന ഓരോ വിനാഴികയുടെ അന്തത്തിൽ വിനാഴികകളുടെ സംഖ്യപോലേ വൎദ്ധിക്കുന്നു എന്നു പറയാം. ഈ സമയങ്ങളിൽ വസ്തു ചെല്ലുന്ന സ്ഥലത്തെ നോക്കുമ്പോൾ കാൎയ്യം വേറേ. ഒന്നാം വിനാഴികയിൽ അതു 16 അടി അകലം വീഴും. ഈ വിനാഴികയുടെ അവസാനവേഗത 32' ആകയാൽ രണ്ടാമത്തേ വിനാഴികയിൽ വസ്തു ഈ വേഗതപ്രകാരം 32 അടി ദൂരം വീഴേണ്ടതു. അതു കൂടാതേ ഭൂവാകൎഷണം ഈ വിനാഴികയിലും വസ്തുവിനെ 16 അടി വീഴുവാൻ തക്കവണ്ണം വലിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വസ്തു രണ്ടാം വിനാഴികയിൽ 48 അടിയോളം വീഴേണം. രണ്ടാം വിനാഴികയുടെ അന്തത്തിൽ വേഗത 64', അതിൻപ്രകാരം വസ്തു മൂന്നാം വിനാഴികയിൽ 64 അടിയോളം വീഴും. അതല്ലാതേ ഭൂവാകൎഷണത്താൽ വീഴുന്ന 16 അടി കൂടേ കൂട്ടേണം. ഇവ്വണ്ണം മൂന്നാം വിനാഴികയിൽ വസ്തു 80 അടിയോളം വീഴും. അങ്ങിനേ തന്നേ നാലാം വിനാഴികയിൽ 112' അഞ്ചാമത്തതിൽ 144; ഈ അകലങ്ങളെ (16, 48, 80, 112, 144) തമ്മിൽ ഒത്തുനോക്കുമ്പോൾ (1×16; 3×16; 5×16; 7×16; 9×16;) ഒരു ക്രമം കണ്ടെത്തുവാൻ പ്രയാസം ഇല്ല. അതാവിതു: പിന്തുടരുന്ന വിനാഴികകളിൽ വീഴുന്ന വസ്തുവിൻെറ അകലങ്ങൾ വിഷമസംഖ്യയുടെ ക്രമപ്രകാരം വൎദ്ധിക്കും. അതുകൊണ്ടു പല വിനാഴികയിൽ ഒരു വസ്തു വീഴുന്ന ദൂരം മുഴുവൻ അറിയേണ്ടതിന്നു പ്രയാസം ഇല്ല. ഒന്നാം വിനാഴികയിൽ 16'; രണ്ടാം വിനാഴിക

യിൽ 48′; അതുകൊണ്ടു 2 വിനാഴികയിൽ 64′; മൂന്നു വിനാഴികയിൽ 16+48+80=144; നാലു വിനാഴികയിൽ 16+48+80+112=256; 16, 64, 144, 256 എന്നുള്ള സംഖ്യകളെ തമ്മിൽ ഒത്തുനോക്കുമ്പോൾ (16; 4×16; 9×16; 16×16) വീണ്ടും ഒരു ക്രമം കാണാമല്ലൊ. ഈ സ്ഥലങ്ങൾ വൎദ്ധിക്കുന്നതു 1, 4. 9. 16 അല്ലെങ്കിൽ 1^2. 2^2. 3^2. 4^2. എന്ന സംഖ്യകൾപ്രകാരം ആകയാൽ പല വിനാഴികകളിൽ വസ്തുക്കൾ വീഴുന്ന വഴികളെ കണ്ടെത്തേണ്ടതിന്നു ആ വിനാഴികാസംഖ്യ ഏതോ അതിന്റെ വൎഗ്ഗത്തെ 16 എന്ന സംഖ്യയെക്കൊണ്ടു ഗുണിക്കേണം. 10 വിനാഴികയിൽ ഒരു വസ്തു എത്ര അടിദൂരം വീഴും എന്നു ചോദിച്ചാൽ അതു $10^2 \times 16 = 100 \times 16 = 1600'$ വീഴും എന്നത്രെ ഉത്തരം. ഗലിലെയി എന്ന മഹാശാസ്ത്രി വീഴ്ചയുടെ ഈ ക്രമങ്ങളെ 1602-ാം കൊല്ലത്തിൽ സാക്ഷ്യപ്പെടുത്തി. ഈ ക്രമങ്ങൾ ശരിയായി വായു ഇല്ലാത്ത സ്ഥലങ്ങളിൽ മാത്രമേ പററൂ.

ഒരു വസ്തു എറിയുമ്പോൾ അതിന്റെ ദൂരവും വേഗതയും രണ്ടു സംഗതികളെക്കൊണ്ടു ബന്ധിതമാകും. ഒന്നു എറുകൊണ്ടു ഉണ്ടായ ഭേദംവരാത്ത വേഗതയും മറേറതു ഭ്രവാകൎഷണത്താൽ ഇടവിടാതേ വൎദ്ധിക്കുന്ന വീഴ്ചയുടെ വേഗതയും തന്നേ. ഇവ്വണ്ണം വഴി എല്ലായ്പോഴും വളഞ്ഞിരിക്കും.

No. 40.



131. ഊഞ്ചൽ എന്നതു എന്തു?

ചരടുകൊണ്ടു കട്ടിയായ വസ്തുവിനെ കെട്ടീട്ടു ആട്ടുമ്പോൾ അതു വീഴ്ചയുടെ ഒരു മാതിരി ഭേദമത്രേ. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു ആടുന്ന വസ്തുവിന്റെ പെരുമയാലോ ആടുന്ന വഴിയുടെ വലിപ്പത്താലോ വേഗതയിൽ യാതൊരു ഭേദം വരാതേ ചരടിന്റെ

നീളപ്രകാരം മാത്രം വേഗതയിൽ ഒരു വ്യത്യാസമുണ്ടാകും. ചരടിന്റെ നീളം 1, 4, 9, 16 എന്നീ സംഖ്യകളുടെ ക്രമപ്രകാരം ആകുമ്പോൾ ഊഞ്ചലിന്റെ വേഗത 1, 2, 3, 4 എന്നീ സംഖ്യകളുടെ ക്രമപ്രകാരം തുടരും.

132. പരിഭ്രമണം ഉളവാകുന്നതു എങ്ങിനേ?

നാം ചരടുകൊണ്ടു കെട്ടിയ ഒരു വസ്തുവിനെ ചുററിത്തിരിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ഗതി ഒരു വൃത്തത്തിൽ ആകുന്നു. അങ്ങിനേ തന്നേ ഒരു ശക്തി ഒരു വസ്തുവിനെ നിരന്തരമായി ഒരു ദിക്കിലേക്കു ആകൎഷിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കേ മറെറാരു ശക്തി വസ്തുവിനെ വേറൊരു ദിക്കിലേക്കു ഉന്തുന്നതായാൽ വസ്തു വളഞ്ഞ വഴിയായി സഞ്ചരിക്കേണം. ആകൎഷിക്കുന്ന ശക്തി നില്ക്കയോ വേറേ ശക്തി അതിനെ ജയിക്കയോ ചെയ്യുന്നെങ്കിൽ (ചരടു വിടുകയോ അററുപോകയോ ചെയ്യുന്നെങ്കിൽ) വസ്തു ആകൎഷിക്കുന്ന ശക്തിയിന്മേൽ ലംബരേഖയായി നില്ക്കുന്ന ദിക്കിലേക്കു പോകും. ഇവ്വണ്ണം കേന്ദ്രത്തിലേക്കു ആകൎഷിക്കുന്ന കേന്ദ്രശക്തിയെക്കൊണ്ടും (Centripetal Force) മദ്ധ്യത്തെ വിട്ടു മുമ്പേത്ത ശക്തിയിന്മേൽ ലംബരേഖയായി വ്യാപരിക്കുന്ന സ്വശ്ശക്തിയെക്കൊണ്ടും (Centrifugal Force) വസ്തു ഒരു വൃത്താകാരത്തിൽ തിരിയും. ഈ വക അപാദാനം ഭൂമിക്കും മററു ഗ്രഹങ്ങൾക്കും സ്വന്ത അച്ചിന്റെ ചുററും സൂൎയ്യന്റെ ചുററുമുള്ള സഞ്ചാരത്തിൽ നമുക്കു കാണായ്വരുന്നു.

133. അഗാധമായ ലോഹക്കുഴികളിൽ ഒരു ചെറിയ കല്ലു വീഴുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു ആപൽകരമായ്ത്തീരാം?

വീഴുന്ന കല്ലിന്റെ വേഗത ഭൂവാകൎഷണത്താൽ അത്യന്തം വൎദ്ധിച്ചു, ഘനം അല്പമേയുള്ളു എങ്കിലും ഏററവും ഉയരത്തിൽനിന്നു വീഴുമ്പോൾ ഈ വേഗതയാൽ ഉളവാകുന്ന ശക്തികൊണ്ടു അതിന്റെ വഴിക്കുള്ളതിനെ ഉടെച്ചുകളയും. ഒരു കല്ലു

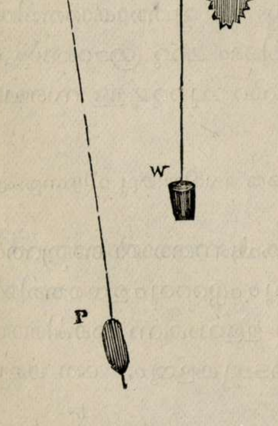
1200 അടിയോളം വീണശേഷം അതിന്റെ വേഗത ഏററവും ഭയങ്കരമായ കൊടുങ്കാററിന്റെ വേഗതയെക്കാൾ വലിയതാകും.

134. വളരേ ദൂരത്തിൽനിന്ന വെടിവെക്കുമ്പോൾ കുറിക്കല്ല അതിന്ന അല്പം മീതേ ഉള്ള വിന്ദുവിനോട സമനിരയായി തോക്കിന്റെ വായി പിടിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ട?

ഉണ്ട വളരേ വേഗത്തിൽ പോയാലും ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണം നിമിത്തം കുറേ താണുപോകുന്നതുകൊണ്ട തോക്ക ലാക്കിന്ന തന്നേ പിടിച്ചു വെടിവെച്ചാൽ ഉണ്ട കുറേ താണു ചെന്ന കൊള്ളും. അതുകൊണ്ട കുറി കൊള്ളുമ്പോൾ കുറേ മേലേയുള്ള വിന്ദുവിലേക്ക ചൂണ്ടിയാൽ ലാക്കിൽ തന്നേ കൊള്ളും.

135. ഘടികാരത്തെ ക്രമപ്പെടുത്തേണ്ടതിന്ന നാം ഒരു ഡോള (Pondulum) പ്രയോഗിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ട?

No. 41.



ഭൂവാകൎഷണം ഒരേ സ്ഥലത്തുനിന്ന തന്നേ ഒരിക്കലും മാറിപ്പോകായ്കയാൽ ഒരു ഊഞ്ഞാലിന്റെയോ ഡോളയുടെയോ ആട്ടം എപ്പോഴും സമമായിരിക്കും. ഈ സമമായ അപാദാനം ഘടികാരത്തിന്റെ ചക്രങ്ങൾക്ക വരേണ്ടതിന്ന നാം ഈ ഡോളയെ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഡോളയോട നാം ഒരു മാതിരി മുള്ളിനെ (*D N C M*) ചേൎത്തിട്ട ഡോള ഇങ്ങോട്ടുമങ്ങോട്ടും ആടുന്ന സമയം അതു ചക്രത്തിന്റെ പല്ലുകളുടെ ഇടയിൽ പ്രവേശിച്ചു ചക്രത്തിന്റെ ക്രമമല്ലാത്ത ഓട്ടത്തെ തടുത്തു ക്രമപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യും.

136. പലപ്പോഴും ഈ വക ഘടികാരങ്ങൾ ഉഷ്ണകാലത്തു പതുക്കെ നടക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉഷ്ണം നിമിത്തം ഡോളയുടെ സുഷിരങ്ങളിലുള്ള വായു പുറത്തു പോവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അതിൻെറ കമ്പി നീട്ടിയാൽ 131-ാം ചോദ്യത്തിൽ കണ്ടപ്രകാരം ആട്ടത്തിൻെറ വേഗത കുറഞ്ഞുപോയിട്ടു ഘടികാരം അധികം പതുക്കെ നടക്കും. അതു ശരിയാക്കുവാൻ ഡോളയുടെ അററത്തുള്ള കട്ടി കുറേ മേലോട്ടു തൂക്കിയാൽ മതി.

137. ഒരു ഘടികാരത്തെ ഭൂമിയുടെ മദ്ധ്യരേഖയിലേക്കു കൊണ്ടുപോകുന്നതായാൽ ഇതിൻെറ ഡോളയുടെ കട്ടി അല്പം മേലോട്ടു തൂക്കുവാൻ ആവശ്യമായി വരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂമിക്കു പൂൎണ്ണമായ ഒരു ഉണ്ടയുടെ രൂപം അല്ല; ധ്രുവങ്ങളുടെ അരികേ അല്പം താണും, മദ്ധ്യരേഖയുടെ സമീപത്തു അല്പം വീൎത്തുമിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഒടുക്കം പറഞ്ഞ ദിക്കിൽ ഭൂവാകൎഷണം അല്പം കുറഞ്ഞുപോകും. അതു നിമിത്തം ഡോള അധികം മെല്ലേ നടക്കുന്നതിനാൽ അതിനെ കുറുക്കേണം; ഡോളയുടെ കമ്പിയെ കുറുക്കുന്നേടത്തോളം വേഗതയും വൎദ്ധിക്കും.

138. ഒരു ഉണ്ട ചരടുകൊണ്ടു കെട്ടി വേഗത്തിൽ ചുഴററിയതിൻെറ ശേഷം വിട്ടുകളഞ്ഞാൽ കൈകൊണ്ടു എറിയുന്നതിനെക്കാൾ ദൂരേ പോകുന്നതെന്തുകൊണ്ടു?

ഉണ്ടയെ ചുഴററുമ്പോൾ കേന്ദ്രശക്തിയും കേന്ദ്രത്യാഗശക്തിയും ഇടവിടാതേ പ്രവൃത്തിക്കുന്നതിനാൽ ഉണ്ട വൃത്താകാരമായിപ്പോകും. കൈകൊണ്ടു എറിയുമ്പോൾ ഉണ്ട കൈയുടെ ശക്തിപ്രകാരം മാത്രമേ പോകയുള്ളൂ. ചരടുകൊണ്ടു ചുഴററി അതിനെ എറിയുന്നെങ്കിൽ കൈയുടെ ശക്തിയല്ലാതേ കേന്ദ്രശക്തിയുടെ വിരോധം തീൎന്ന ശേഷം കേന്ദ്രത്യാഗശക്തിയും ഇതിന്നായി സഹായിക്കും.

139. വേഗത്തിൽ തിരിയുന്ന വണ്ടിയുടെ ചക്രങ്ങളിൽനിന്നു ചേറു തെറിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചക്രത്തിന്റെ ആകർഷണത്താൽ ചളി അതിനോടു പററുന്നു. എങ്കിലും വണ്ടി വേഗത്തിൽ ഓടുന്നതിനാൽ കേന്ദ്രത്യാഗശക്തി വളരേ വൎദ്ധിച്ചു ആകർഷണത്തെ ജയിച്ചു ഒടുക്കം ചളിയെ തെറിപ്പിച്ചുകളയുന്നു. ഇവ്വണ്ണം വസ്ത്രങ്ങളെ ഉണക്കേണ്ടതിന്നും തേൻകട്ടകളിൽനിന്നു തേൻ എടുക്കേണ്ടതിന്നും പഞ്ചസാര വെടിപ്പാക്കേണ്ടതിന്നും ചില യന്ത്രങ്ങൾ ഉണ്ടു. മേല്പറഞ്ഞ സാധനങ്ങളെ ഒരു ചക്രത്തിന്റെ ചുററിൽ കെട്ടീട്ടു അതിനെ വേഗം തിരിക്കുന്നതിനാൽ ആ കേന്ദ്രത്യാഗശക്തിയെക്കൊണ്ടു ദ്രവങ്ങൾ നീങ്ങി ഘനമേറിയ അംശങ്ങൾ ശേഷിക്കും.

140. വെള്ളം നിറെച്ച ഒരു തംബ്ലേർ ഒരു ചക്രത്തിന്റെ ഉൾഭാഗത്തു ഉറപ്പിച്ചിട്ടു വേഗത്തിൽ തിരിക്കുമ്പോൾ തംബ്ലേറിന്റെ വായി ചിലപ്പോൾ താഴോട്ടു ആയ്പോയാലും വെള്ളം തൂത്തുപോകാത്തതെന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂമിയുടെ ആകർഷണത്താൽ വെള്ളം തൂത്തുപോകേണം എങ്കിലും ചക്രത്തെ വേഗം തിരിക്കുന്നതിനാൽ കേന്ദ്രത്യാഗശക്തി വൎദ്ധിച്ചു തംബ്ലേർ മറിഞ്ഞിരിക്കുന്ന സമയത്തിൽ പുറത്തോക്കു ആകർഷിച്ചു വലിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വെള്ളം തൂത്തുപോകാതേ അതിൽ തന്നേ നില്ക്കും. ഈ സൂത്രത്തിൻ പ്രകാരം കളിക്കാർ ഒരു വലിയ ചക്രത്തെ ഉണ്ടാക്കി ഇതിന്നകത്തു ആളുകൾ പോലും കുത്തിരിക്കും. പെരുത്തു വേഗതയോടേ തിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ആളുകൾ തലകീഴായി നില്ക്കുന്നെങ്കിലും ആപത്തു വരികയില്ല്ല താനും.

141. വഴി വളരേ വളഞ്ഞതായാൽ തീവണ്ടി മെല്ലേമെല്ലേ ഓടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തീവണ്ടി വളഞ്ഞ വഴിയിൽ ഓടുന്ന സമയം മേല്പറഞ്ഞ സ്വശക്തി ഉളവായി വണ്ടി വേഗം ഓടുന്നതിനാൽ കേന്ദ്ര

ന്ദ്രാപഗശക്തി അത്യന്തം വൎദ്ധിക്കും. ഈ കേന്ദ്രാപഗശക്തി അധികം ആസ്ത്തിരുമ്പോൾ വണ്ടികൾ പാതയിൽനിന്നു തെറ്റിപ്പോവാൻ സംഗതി ഉണ്ടാകും. അതുകൊണ്ടു ഇങ്ങിനേയുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ പുറമേയുള്ള പാതയെ അല്പം ഉയൎത്തുന്നതു നടപ്പായ്ത്തിന്നു.

142. കുശവൻ മണ്ണുരുള ചക്രത്തിന്മേൽ വെച്ചു വേഗത്തിൽ തിരിക്കുമ്പോൾ ഉരുള അല്പം പരന്നു പോകുന്നതെന്തുകൊണ്ടു?

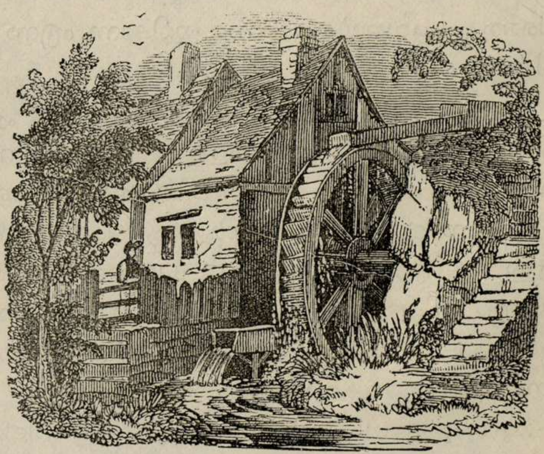
ഉരുള ചക്രത്തിന്മേൽ വെച്ചു തിരിക്കുന്നതിനാൽ കേന്ദ്രാപഗശക്തിയുടെ വൎദ്ധനകൊണ്ടു ഉരുളയുടെ പുറമേയുള്ള അംശങ്ങൾക്കു അകന്നുപോവാൻ ഉള്ള ഒരു താല്പൎയ്യം വരുന്നതിനാൽ ഉരുള അല്പം പരന്നുപോകുന്നു. എന്നാലും അതിന്നുള്ള സംലഗ്നാകൎഷണം നിമിത്തം അംശങ്ങളായി ചിതറിപ്പോകുന്നില്ല. അതിവേഗത്തിൽ തിരിച്ചാൽ ഉരുളയുടെ രൂപം കേവലം മാറി ഒരു പരപ്പു ആയിച്ചമയും താനും. ഇതുപ്രകാരം ഭൂമി ആദ്യം ചളിപ്രായമായോരു ഗോളമായിരുന്നു; അതു തിരിയുന്നതിനാൽ കേന്ദ്രാപഗശക്തിയുടെ വൎദ്ധനകൊണ്ടു അതിന്റെ മദ്ധ്യം കുറേ വിരിഞ്ഞും ധ്രുവങ്ങൾ പരന്നും ഇരിക്കുന്നു എന്നു ചിലർ വിചാരിക്കുന്നു.

143. തിരിക്കല്ലുകൊണ്ടു ധാന്യങ്ങൾ പൊടിച്ചു എടുക്കുന്നതു എങ്ങിനേ?

പണ്ടുപണ്ടേ എല്ലാ രാജ്യങ്ങളിലും ആളുകൾ നമ്മുടെ 42-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന മാതിരി തിരിക്കല്ലുകളെ കൈകൊണ്ടു തിരിച്ചുവന്നു; അതു കേരളത്തിൽ ഇപ്പോഴും നടപ്പുണ്ടല്ലോ. മീതേ ഉള്ള കല്ലിന്റെ (പിള്ളക്കല്ല്) ദ്വാരത്തിൽ പൊടിപ്പാനുള്ള ധാന്യമണികളെ ഇട്ടു കല്ലു തിരിക്കുമ്പോൾ അവ രണ്ടു കല്ലുകളുടെ ഇടയിൽവെച്ചു പൊടിയായി തീരുന്നതല്ലാതേ തിരിക്കുന്നതിനാലുളവാകുന്ന കേന്ദ്രാപഗശക്തിയാൽ പൊടി കല്ലിൻ ചുററുമുള്ള വിള്ളലിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടു നിലത്തു വീ

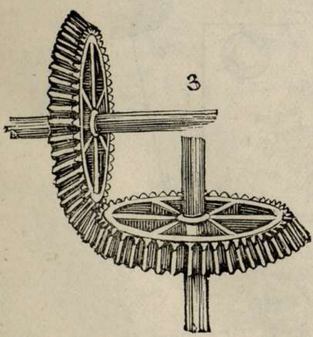
No. 42.

No. 43.



ഴം. വിലാത്തിക്കാർ ചോററിന്നു പകരമായി അപ്പം തിന്നുന്നതിനാൽ വളരേ മാവു ചെലവഴിക്കുന്നതുകൊണ്ടു കൈകൊണ്ടല്ല മററു ബലത്താൽ തിരികല്ലുകളെ തിരിപ്പാൻ തക്ക യന്ത്രങ്ങളെ സങ്കല്പിച്ചു. നമ്മുടെ 43-ാം ചിത്രത്തിൽ നാം ഒരു വക പൊടിക്കുന്ന യന്ത്രം കാണുന്നുവല്ലോ. ഒരു പാത്തിയിൽക്കൂടേ ഒഴുകുന്ന വെള്ളം മേലിൽനിന്നു എത്രയും വലിയ ഒരു മരച്ചക്രത്തിന്മേൽ വീണു ഇതിനെ തിരിക്കുന്നു. ഈ ചക്രത്തിന്റെ അച്ചിനോടു രണ്ടു ഇരിമ്പുചക്രങ്ങൾ 44-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന സ്ഥിതിയിൽ നില്ക്കുന്നതിനാൽ ലംബരേഖയായി നില്ക്കുന്ന ഒരു വലിയ ഇരിമ്പുകോലും കൂടേ തിരിയും. ഈ ഇരിമ്പുകോൽ മീതേയുള്ള രണ്ടു വലിയ തിരികല്ലുകളുടെ ഇടയിൽ ചേർന്നു നില്ക്കുന്നു. താഴേയുള്ള (തള്ളകല്ല്) കല്ലു സ്ഥിരമായി നില്ക്കയും മേലുള്ള കല്ല് ഇരിമ്പുകോൽ താങ്ങീട്ടു അതിനോടുകൂടേ തിരിയുകയും ചെയ്യും. 42-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണും പോലേ മീതേയുള്ള കല്ലിൽ ധാന്യമണികൾ വീഴുവാൻ വേണ്ടുന്ന ഒഴിവു ഉണ്ടാകും. രണ്ടു കല്ലുകൾ തമ്മിൽ എതിർ നില്ക്കുന്ന ഭാഗത്തു നാം ചെറിയ ചാലുകളെ വെട്ടീട്ടു ഇവയുടെ തിണ്ടുകൾ മണിയെ ഒരു കത്രികൊണ്ടു എന്നപോലേ ചതെച്ചുപൊടിച്ചശേഷം കേന്ദ്രത്യാഗശക്തിമൂലം പൊടി ചുററുമുള്ള വിള്ളലിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടു ഒരു തോൽസഞ്ചിയിൽ വീഴും. അങ്ങിനേയുള്ള തിരികല്ലു ഒരു നിമിഷത്തിൽ 70 പ്രാവശ്യം തിരിഞ്ഞു 24 മണിക്കൂറിൽ 500-600 റാത്തൽ ധാന്യം

No. 44.

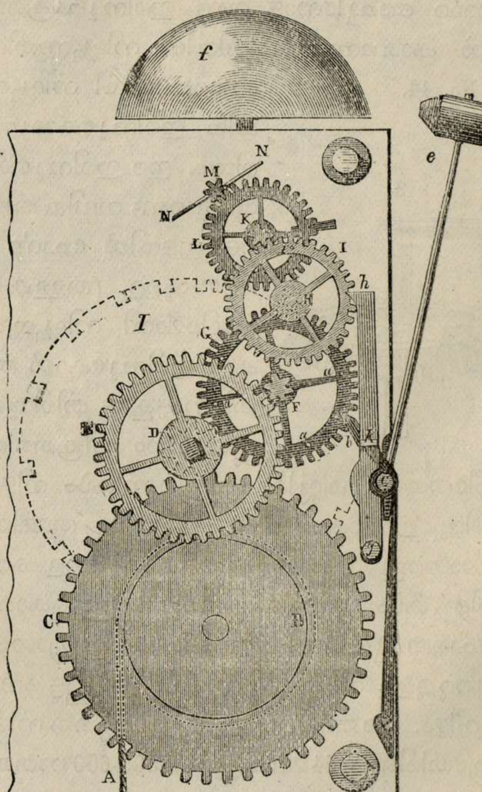


പൊടിക്കാം. വെള്ളം ചക്രത്തിൻ മേല്ഭാഗത്തു മാത്രം അല്ല നടുവിലോ താഴെയോ തട്ടുന്നതിനാലും യന്ത്രത്തെ നടത്തും.

144. ഘടികാരംകൊണ്ടു നാം സമയം അറിയുന്നതു എങ്ങിനേ?

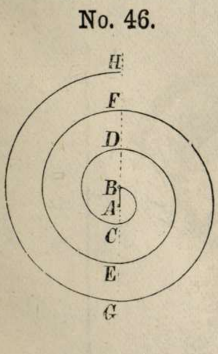
ഒരു വസ്തു നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട സമയത്തിൽ എപ്പോഴും സമമായ സ്ഥലത്തിലൂടേ ഗതാഗതം ചെയ്യാൻ സംഗതി വരുത്തുന്നതിനാൽ ഈ വസ്തുവിനെക്കൊണ്ടു സമയത്തെ കുറി

No. 45.



പ്പാൻ കഴിയും. അതിന്നായി ഒരു ഘടികാരത്തിൽ എങ്ങിനേ
എങ്കിലും മൂന്നു കരണങ്ങൾ ആവശ്യം: 1. ഘടികാരത്തെ
നടത്തേണ്ടതിന്നു ഒരു ബലം. 47-ാം ചിത്രത്തിൽ അതു
ഒരു ചക്രവും ഈ ചക്രത്തെ തിരിക്കുന്ന ഒരു തൂക്കവും *A*
തന്നേ. ഒരു കയറുകൊണ്ടോ ചെറിയ തുടൽകൊണ്ടോ
കെട്ടപ്പെട്ട ഈ തൂക്കം താഴോട്ടു വരുന്നതിനാൽ ചക്രത്തെ തിരി
ക്കും. തൂക്കം നിലത്തു എത്തിയശേഷം ഒരു താക്കോൽകൊണ്ടു
ചക്രത്തെ എതിൎവ്വഴിയായി തിരിക്കുന്നതിനാൽ തൂക്കം വീണ്ടും
കയറീട്ടു താഴോട്ടു വലിയും. മുമ്പേ ഈ വക തൂക്കങ്ങൾ വിശേഷാ
ൽ വലിയ ഘടികാരങ്ങളിൽ പ്രയോഗിച്ചു വന്നെങ്കിലും നാം
സഞ്ചിയിൽ ഇടുന്ന ചെറിയ ഘടികാരങ്ങളിൽ ഈ യന്ത്രത്തെ
നടത്തുന്ന ഒരു ബലം കിട്ടേണ്ടതിന്നു വേറൊരു കൌശലപ്പണി

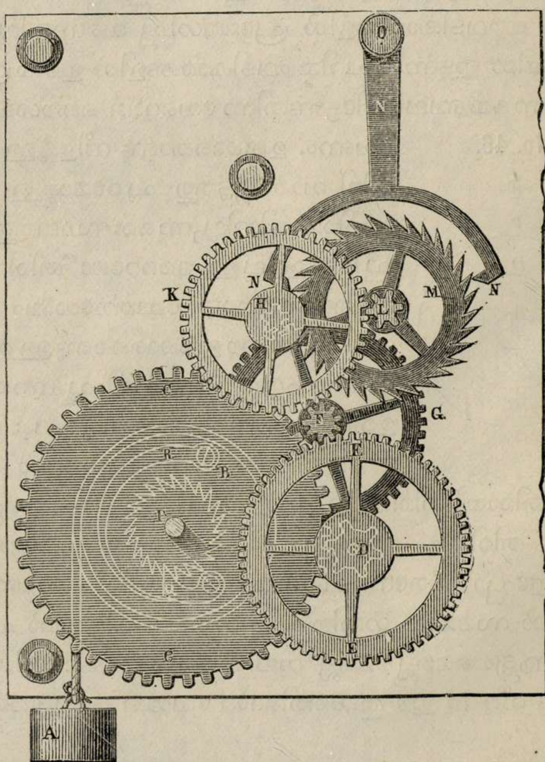
No. 46.



വേണം. ഉരുക്കുകൊണ്ടു നീളമുള്ള ഒരു മാ
തിരി വാർ എടുത്തു പുറമേയുള്ള അററം
സ്ഥിരമായിനില്ക്കുന്ന ഒരു സ്ഥലത്തു ഉറപ്പി
ച്ചിട്ടു ഉള്ളിലുള്ള അററമോ തിരിയുന്ന ഒ
രു ആണിയോടു ചേൎത്തശേഷം ആണി
തിരിച്ചാൽ ഈ ഉരുക്കുകൊണ്ടുള്ള വാർ ആ
ണിയെ എത്രയും തിങ്ങി ചൂഴുന്നതിനാൽ
ഉരുക്കു വീണ്ടും അഴഞ്ഞുപോവാനായി
ട്ടു അതിന്റെ അയവുപ്രകാരം അച്ചി
നെ എതിരായി തിരിക്കുമളവിൽ അച്ചിനോടു ചേൎക്കപ്പെട്ട ച
ക്രങ്ങൾ തിരിയും. ഇവ്വണ്ണം ഘടികാരത്തെ തൂക്കത്തെക്കൊ
ണ്ടോ ഇപ്പോൾ തന്നേ വിവരിച്ച ചുരുൾവ്വില്ലു് കൊണ്ടോ നട
ത്തിയാൽ സമമായ ഗതിയും വേഗതയും കിട്ടുവാൻ പാടില്ല.
തൂക്കം ആദ്യം മെല്ലേമെല്ലേ വലിഞ്ഞശേഷം ഒരു വിധത്തിൽ
താഴോട്ടു വീഴുന്ന ഈ തൂക്കത്തിന്റെ വേഗത മേല്ക്കുമേൽ വൎദ്ധി

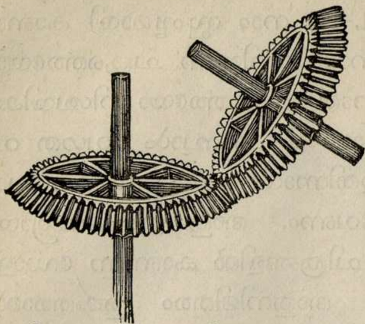
ക്കുന്നതുകൊണ്ടു ചക്രങ്ങളും അധികമധികമായ വേഗതയോടേ തിരിയും. വില്ലോ ആദ്യം എത്രയും വലിഞ്ഞാലും ഉരുക്കിന്നു കുറേ സ്വാതന്ത്ര്യം വന്നശേഷം മെല്ലേ മെല്ലേ മാത്രം അഴയുന്നതിനാൽ ചക്രങ്ങളുടെ വേഗതയും കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു പോകും എങ്കിലും സമയം വിഭാഗിച്ചു അറിയേണ്ടതിന്നു സമമായ ഒരു ഗതി വേണം. അതു നിമിത്തം 2. ഘടികാരങ്ങളുടെ ഓട്ടത്തെ എന്നു പറഞ്ഞാൽ ചക്രങ്ങളുടെ വേഗതയെ ക്രമപ്പെടുത്തേണ്ടതിന്നു വല്ലതും ഒന്നു ആവശ്യമല്ലോ. അതു ഇവിടേ

No. 47.

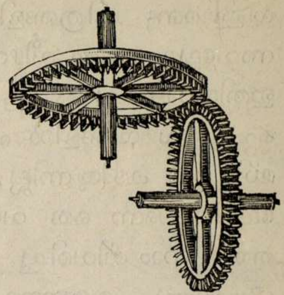


യുള്ള രണ്ടു ചിത്രങ്ങളിൽ (41. 47) നാം സ്പഷ്ടമായി കാണു ന്നവല്ലോ. തൂക്കം വീഴുന്നതിനാൽ തിരിയുന്ന ചക്രത്തെയോ ഇതിനോടു ചേക്കപ്പെട്ട വേറൊരു ചക്രത്തെയോ നിശ്ചയിക്ക പ്പെട്ട സമയങ്ങളിൽ എപ്പോഴും തട്ടുകയുമ്പോൾ വേഗത വ ദ്ധിപ്പാൻ കഴിയുന്നില്ല. ഇതിന്നായി എപ്പോഴും ഒരുപോ ലേ നടക്കുന്ന ഒരു വസ്തു വേണം. അതു ഈ അദ്ധ്യായ ത്തിൽ നാം വിവരിച്ച ചില ചിത്രങ്ങളിൽ കാണുന്ന ഡോള (Pendulum) തന്നേയാകുന്നു. അതുനിമിത്തം തൂക്കത്താൽ തിരിയുന്ന ചക്രത്തിൻ പിമ്പിൽ ഒരു ഡോള കെട്ടിത്തൂക്കി ഈ ഡോളയുടെ മേല്ഭാഗത്തോടു വളഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഇരിമ്പുകഷണ ത്തെ ചേൎത്തിട്ടു ഡോള ആട്ടുന്നതിനാൽ ഒരു തുലാം എന്ന പോലേ കയറുകയും ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യുമളവിൽ 47-ാം ചിത്ര ത്തിൽ *N N;* 41-ാം ചിത്രത്തിൽ *C M* അതിന്റെ രണ്ടു കൊ ക്കുകൾ ചക്രത്തിന്റെ (*M* 47-ാം *B* 41-ാം ചിത്രത്തിൽ) പല്ലു കളുടെ ഇടയിൽ പ്രവേശിച്ചു എപ്പോഴും ഒരിക്കൽ വലഭാഗ ത്തും ഒരിക്കൽ ഇടഭാഗത്തും ചക്രത്തെ തട്ടുകുന്നതുകൊണ്ടു ചക്രം സമമായി തിരിയും. ഒരു ഡോളയുടെ ആട്ടത്തിന്നു സമമായ സമയം ആവശ്യമാകകൊണ്ടു ഡോള ചക്രങ്ങളെ നടത്തുമ്പോൾ വേഗത എപ്പോഴും സമമായിരിക്കും. (ശീതോ ഷ്ണത്താലും ഭ്രവാകൎഷണത്താലും ഡോളെക്കു വരുന്ന ക്രമക്കേ ടുകളെയും ഭേദങ്ങളെയും കുറിച്ചു 136. 137 ചോദ്യങ്ങളിൽ നോ ക്കുക) 3. ചക്രങ്ങൾ ഇപ്രകാരം സമമായിരിക്കുന്ന വേഗതയോ ടേ തിരിഞ്ഞുതുടങ്ങിയാൽ ഒന്നു കൂടേ ആവശ്യമുള്ളു. അതോ മണിക്കൂറിനെയും നിമിഷത്തെയും അറിയേണ്ടുന്നതിന്നു പററു ന്ന വേഗത ഉണ്ടാവുന്നതത്രേ. അതു വിശേഷാൽ നമ്മുടെ 51-ാം ചിത്രത്തെ നോക്കുന്നതിനാൽ തെളിയും. (48. 44. 49) എന്നീ ചിത്രങ്ങളിൽ കാണുന്നപ്രകാരം രണ്ടു ചക്രങ്ങളെ ത

No. 48.

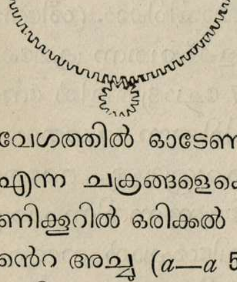


No. 49.

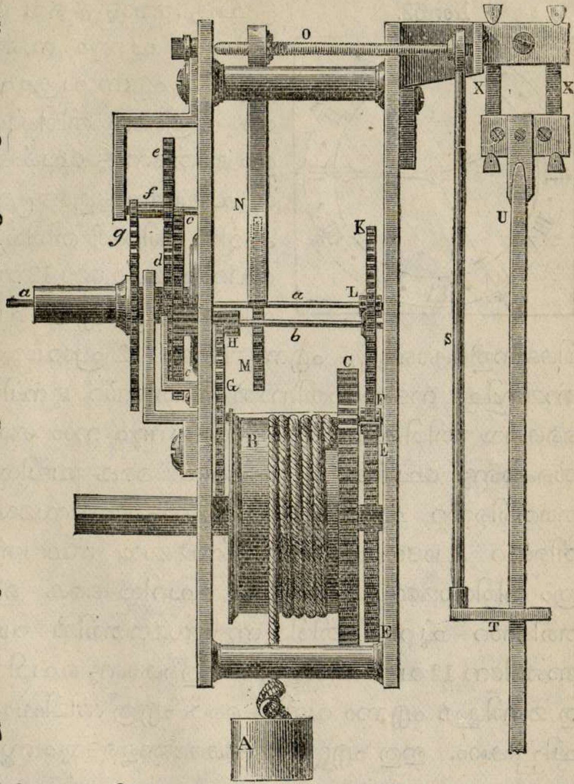


മ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ ചലനത്തെ വരുത്തുന്നതു മാത്രമല്ല അതിന്നു ദിഗ്വ്യത്യാസം കൂടേ വരുത്തുവാൻ കഴിയും. ഒരു ഉപകാരം കൂടേ ഉണ്ടു. ഒരു ചെറിയ ചക്രവും വലിയ ചക്രവും തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ അവയുടെ തിരിവിനെ ബദ്ധപ്പെടുത്തുവാനും താമസിപ്പിപ്പാനും കഴിയും. ദൃഷ്ടാന്തം: 50-ാം ചിത്രത്തിൽ ചെറിയ ചക്രത്തിന്നു 12 പല്ലുകളും വലിയ ചക്രത്തിന്നു 72 പല്ലുകളും ഉണ്ടെന്നുവരികിൽ വലിയ ചക്രത്തിന്റെ വൃത്തപരിധി ചെറിയ ചക്രത്തിന്റേതിനെക്കാൾ 6 പ്രാവശ്യം വലുതാകകൊണ്ടു വലിയ ചക്രം ഒരിക്കൽ തിരിയുമളവിൽ ചെറിയ ചക്രം 6 മടങ്ങു തിരിഞ്ഞു 6 വട്ടം അധികം വേഗത്തിൽ ഓടേണം. 51. 47എന്നീ ചിത്രങ്ങളിൽ *E F K* എന്ന ചക്രങ്ങളെക്കൊണ്ടു തിരിക്കപ്പെട്ട ചക്രം (*L*) ഒരു മണിക്കൂറിൽ ഒരിക്കൽ തിരിയുമ്പോൾ നീട്ടപ്പെട്ട ഈ ചക്രത്തിന്റെ അച്ചു (*a—a* 51) ഒരു മണിക്കൂറിൽ ഒരിക്കൽ തിരിഞ്ഞു വലിയ കൈ (52) ഘടികാരത്തിൻ മേൽഭാഗത്തിൽ ഉള്ള വൃത്തത്തിന്റെ ചുറ്റും സഞ്ചരിക്കും. ഈ വേഗത ഉണ്ടാകേ

No. 50.

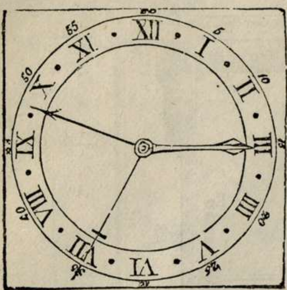


No. 51.



ണ്ടതിന്നു നാക്ക് നീട്ടുകയോ കുറുക്കുകയോ ചെയ്യാനാവശ്യമാകുന്നു. പിന്നെ *L* എന്ന ചക്രത്തോടു കൂടെ ഒരു അച്ചിന്റെ ചുറ്റും (*a*—*a*) തിരിയുന്ന ചക്രത്തെ *M* ഘോളയോടു സംബന്ധിച്ച തുലാം (*N*-*N*) ക്രമപ്പെടുത്തുന്നതുകൊണ്ടു ഘടികാരത്തിന്റെ വലിയ കൈ ശരിയായി ഒരു മണിക്കൂറിൻ വൃത്തത്തെ ചുററിത്തിരിയും. അതു നിമിഷങ്ങളെ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്ന കൈ ആകകൊണ്ടു ഇനി 12 പ്രാവശ്യം അധികം താമസിച്ചു തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടു ഓരോ മണിക്കൂർ സൂചിപ്പിക്കുന്ന വേറൊരു കൈ വേണം. *a*—*a* എന്ന അച്ചു തിരിക്കുന്ന ചക്രം *c*—*c* അതിനോടു ചേൎക്കപ്പെ

No. 52.



ട്ട ചക്രത്തോട്ട d ഒരു മണിക്കൂറിൽ ഒരിക്കൽ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവല്ലോ. d എന്ന ചക്രം പിന്നേ e എന്ന ചക്രത്തെ തിരിക്കുമ്പോൾ അതും അതിനോട്ട ചേൎക്കപ്പെട്ട ചെറിയ ചക്രത്തോട്ടകൂടേ (f) ഒരു മണിക്കൂറിൽ ഒരിക്കൽ തിരിയും. f എന്ന ചെറിയ ചക്രമോ 12 വട്ടം വലുതായിരിക്കുന്ന g എന്ന ചക്രത്തെ തിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു g എന്ന ചക്രം 12 പ്രാവശ്യം അധികം താമസിച്ചു നടക്കുന്നതിനാൽ അതിൻെറ മുമ്പിലും വലിയ കൈയെ തിരിക്കുന്ന അച്ചിൻ ചുററും നാം കാണുന്ന കുഴൽകൊണ്ടു ചേൎക്കപ്പെട്ട ചെറിയ കൈ വലിയ കൈ വൃത്തത്തിൻെറ ചുററും ഒരിക്കൽ നടക്കുന്ന സമയത്തിൽ അതിൻെറ ദ്വാദശാംശത്തോട്ട സമമായ സ്ഥലത്തിലൂടേ മാത്രം തിരിയാമല്ലോ. ഇവ്വണ്ണം ചെറിയ കൈ ഒരിക്കൽ വട്ടത്തിൻെറ ചുററും തിരിയുന്ന സമയത്തിൽ വലിയ കൈ അങ്ങിനേ 12 വട്ടം തിരിയും. അതുകൊണ്ടു ചെറിയ കൈ എത്ര മണിക്കൂർ എന്നും വലിയ കൈ എത്ര നിമിഷം എന്നും സൂചിപ്പിക്കാം. ഇതു എല്ലാ ഘടികാരങ്ങളുടെയും സൂത്രം ആയാലും എത്രയോ ഭേദങ്ങളുണ്ടു. അതൊക്കെയും ഈ പുസ്തകത്തിൽ വിവരിപ്പാൻ സ്ഥലം ഇല്ല. 45-ാം ചിത്രത്തിൽ നാം ചില ഘടികാരങ്ങളിൽ ചേൎക്കപ്പെട്ട വേറൊരു അംശം കാണുന്നു. എത്ര മണിയായി എന്നു കാണ്മാൻ മാത്രമല്ല കേൾപ്പാനും കൂടേ മണി അടിക്കുന്ന ഒരു യന്ത്രമുണ്ടു. പിന്നെ നാം സഞ്ചിയിൽ ധരിക്കുന്ന ഘടികാരങ്ങളിൽ ചക്രങ്ങളെ ക്രമപ്പെടുത്തേണ്ടതിന്നു ഒരു ഡോള പ്രയോഗിച്ചുകൂടാ. ഘടികാരം ലംബരേഖയാ

യി നില്ക്കുന്ന സമയത്തിൽമാത്രം ഡോള ആടുന്നതുകൊണ്ടു ഒരു ചെറിയ ചക്രത്തിന്റെ ഉള്ളിൽ ചലിക്കുന്ന രോമവില്ല് എന്നു പറയുന്ന ഒരു കരണംകൊണ്ടു ആ ഘടികാരങ്ങളുടെ ചക്രങ്ങൾക്കു സമമായ തിരിവും വേഗതയും ഉണ്ടാകുന്നു.

സഞ്ചിയിൽ ഇടുവാൻ തക്കതായ ഘടികാരങ്ങളെ 1500-ാം കൊല്ലത്തിൽ പേതർ ഹേലെ (Peter Hele) എന്ന ഗൎമ്മാനൻ സങ്കല്പിച്ചു എങ്കിലും തിരിവിനെ ക്രമപ്പെടുത്തേണ്ടതിന്നു ഹുയിഗെൻസ് എന്ന ജ്ഞാനി (Huygens) 1657-ാമതിൽ ഒന്നാമതു ഡോളയെയും ചുരുൾവില്ലിനെയും പ്രയോഗിച്ചപോൾ.

നാലാം അദ്ധ്യായം.

ദ്രവങ്ങളുടെ സമതൂക്കവും അപാദാനവും.

The Equilibrium and Motion of fluids.

"പുരുഷവായിലെ വാക്കുകൾ ആഴമുള്ള വെള്ളം
ജ്ഞാനത്തിൻ ഉറവു പൊക്കളിക്കുന്ന പുഴ".
"എരുമക്കിടാവിന്നു നീന്തം പഠിപ്പിക്കേണ്ടോ!"

145. കട്ടിയായ വസ്തുക്കൾക്കും ദ്രവങ്ങൾക്കും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എന്തു?

കട്ടിയായ വസ്തുക്കൾക്കു ദ്രവങ്ങളെക്കാൾ സംലഗ്നാകൎഷണം അധികമുള്ളതല്ലാതേ അവയെ ഏതു സ്ഥിതിയിൽ വെച്ചാലും അവെക്കു രൂപാന്തരവും വരുന്നില്ല. ദ്രവങ്ങൾക്കു സംലഗ്നാകൎഷണം കുറയുന്നതു കൂടാതേ അവെക്കു സ്വരൂപവും ഇല്ല. അവ പകൎന്നു വെക്കുന്ന പാത്രത്തിന്റെ രൂപം ധരിക്കേയുള്ളു. ദ്രവാംശങ്ങൾ മാത്രം ചിലപ്പോൾ സ്വരൂപം എടുത്തു തുള്ളിയായി ചമയും.

146. ⊔ എന്ന പോലെയുള്ള ഒരു കുഴലിന്റെ രണ്ടു അംശങ്ങളിൽ ഒന്നിൽ വെള്ളമോ വേറേ വല്ല ദ്രവമോ പകൎന്നാൽ രണ്ടിലും ഒരേ ഉയരത്തിൽ തന്നേ നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

രണ്ടു കുഴലുകളിൽ വെള്ളത്തിന്റെ ഘനവും അമൎത്തലും സമമായിരിക്കേണം എന്നു വന്നാൽ അതു സമമായ ഉയരത്തിൽ നില്ക്കേണ്ടതു ആവശ്യം. വെള്ളം മററു വസ്തുക്കളെ പോലേ തടസ്ഥം ഉണ്ടാകുംവരേ താഴോട്ടു വീഴുന്നതുകൊണ്ടു അതു ഒരു കുഴലിൽ അധികം ഉയരത്തിൽ നില്ക്കുമ്പോൾ രണ്ടു കുഴലുകളെ തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്ന കുഴലിലുള്ള വെള്ളത്തെ മറേറ കുഴലിലുള്ള വെള്ളത്തെക്കാൾ അധികം അമൎത്തുന്നു. അതു നിമിത്തം ഒന്നാമത്തേ കുഴലിലുള്ള വെള്ളം മറേറതിനോടു സമമായി നില്ക്കും വരേ കുഴലുകളെ യോജിപ്പിക്കുന്ന കുഴലിൽനിന്നു വെള്ളം രണ്ടാമത്തേ കുഴലിലേക്കു അമൎത്തി ഉയൎത്തുന്നു.

147. തമ്മിൽ ചേരുന്ന രണ്ടു കുഴലുകളിൽ നീളമുള്ളതിൽ അധികം വെള്ളം നിന്നാൽ ചെറുതിൽനിന്നു വെള്ളം തുളുമ്പിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം ഒരു കുഴലിൽ അധികമായ ഉയരത്തിൽ നില്ക്കുന്നേടത്തോളം രണ്ടു കുഴലുകളിൽ നില്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിന്നു സമത്വം ഇല്ലായ്കയാൽ വെള്ളം രണ്ടു കുഴലുകളിൽ സമമായി നില്ക്കുവോളം നീളമുള്ള കുഴലിലുള്ള വെള്ളം ചെറുതിൽനിന്നുള്ള വെള്ളത്തെ മേലോട്ടു അമൎത്തി പുറത്താക്കും. ചെറിയ കുഴലിൽ വെള്ളത്തിന്നു കയറുവാൻ സ്ഥലം ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു അതു കുഴലിനെ വിട്ടു പുറത്തു തുളുമ്പും. വായുവിൻ വിരോധം നിമിത്തവും വെള്ളത്തിന്നും കുഴലിന്നും ഉള്ള ഉരസൽ നിമിത്തവും ചെറുകുഴലിൽനിന്നു തുളുമ്പുന്ന വെള്ളം നീളമുള്ള കുഴലിൽ വെള്ളം നില്ക്കുന്ന സ്ഥലം വരേ കയറുകയില്ല.

148. ചില പട്ടണങ്ങളിലുള്ള തോട്ടങ്ങളിലേ കിണറുകളിൽനിന്നു വെള്ളം മേലോട്ടു തുളുമ്പി കയറുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ വക കിണറുകൾ മുമ്പേത്ത ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച

കുഴലുകൾക്കു തുല്യമാകുന്നു. ഇവയിൽനിന്നു തുളുമ്പുന്ന വെള്ളം ഉയൎന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ കിടക്കുന്ന കുളത്തിൽനിന്നു ഒഴുകുന്നതുകൊണ്ടു ആ കുളത്തിലേ വെള്ളത്തിന്റെ അമൎത്തൽ നിമിത്തം കിണററിലുള്ള വെള്ളം ഏകദേശം കുളത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ നിരപ്പു വരേ കരേറേണം.

149. ഒരു കുപ്പിയിൽ വെള്ളമോ വീഞ്ഞോ നിറെച്ചശേഷം കിടേശകൊണ്ടു വായ്ക്കൽ മുറുക്കേ അടെക്കുമ്പോൾ കുപ്പി പൊട്ടിപ്പോകുന്നതെന്തുകൊണ്ടു?

കുപ്പി നിറഞ്ഞതിന്റെ ശേഷം ഒരു റാത്തൽഘനത്തോടു സമമായ ശക്തിയോടേ കിടേശമേൽ അടിക്കുമ്പോൾ അടുത്തിരിക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങൾ മാത്രമല്ല കുപ്പിയുടെ വായ്ക്കു സമമായിരിക്കുന്ന കുപ്പിയുടെ ഓരോ അംശവും ആ അടി മുഴുവൻ ഏല്ക്കേണം. ഇങ്ങിനേ കുപ്പിക്കു മുഴുവനും ഇളക്കംതട്ടുന്നതിനാൽ കുപ്പി പൊട്ടിപ്പോകും. ഇതുഹേതുവായിട്ടു കുപ്പികൾ നിറെച്ചു അടെക്കുമ്പോൾ വളരേ സൂക്ഷ്മം വേണം: നാം കുപ്പിയെ മുഴുവനും നിറെക്കാതേ ദ്രവത്തിന്റെ മീതേ ഒരു വിരൽസ്ഥലം ഒഴിച്ചിടേണം.

150. നല്ലവണ്ണം അടെച്ചിട്ടു വെള്ളം നിറെച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു പീപ്പയിൽ 24 അടി നീളമുള്ള ഒരു കുഴൽ ഇട്ടു ഉറപ്പിച്ചശേഷം കുഴലിൽ വെള്ളം പകരുമ്പോൾ പീപ്പ പൊട്ടിപിളൎന്നുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കുഴലിലുള്ള വെള്ളത്തിന്നു അല്പം ഘനമേയുള്ളുവെങ്കിലും അതു പീപ്പയിൽ വെച്ചു കുഴലിന്നുനേരേ കീഴിലുള്ള വെള്ളത്തെ മാത്രമല്ല അതുമുഖാന്തരം എല്ലാ ദിക്കിലും പീപ്പയിലുള്ള വെള്ളത്തെ ആകപ്പാടേ അമൎത്തി ഞെരുക്കുന്നതിനാൽ ആ അല്പമായ ഭാരം അത്യന്തം വൎദ്ധിച്ചിട്ടു വെള്ളത്തിന്നു പോവാൻ വഴി ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു ബലമില്ലാത്ത സ്ഥലത്തുവെച്ചു പീപ്പയെ പൊട്ടിച്ചുകളയും.

151. ഒരു അച്ചിൻെറ ചുററും തിരിയുന്ന ഒരു പാത്രത്തിൻ അടിയുടെ സമീപത്തു ഒരു ഭാഗത്തേക്കുതന്നേ വളെക്കപ്പെട്ട നാലഞ്ചു കുഴലുകളെ വെച്ച പാത്രത്തിൽ വെള്ളം പകരുമ്പോൾ തിരിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു? (Barker's mill).

വെള്ളം ഈ കുഴലുകളിലൂടേ ഒഴുകുന്ന സമയം എതിർഭാഗത്തേക്കു ഉന്തുന്നതുകൊണ്ടു തിരിയുവാൻ കഴിയുന്ന പാത്രം നീങ്ങി വെള്ളം എല്ലാം കുഴലുകളിലും കൂടി ഒരേ ദിക്കിലേക്കു ഉന്തുന്നതിനാൽ പാത്രം തിരിയും താനും.

152. രണ്ടു പാത്രങ്ങളിൽ ഒന്നു വായി വിസ്താരം ഏറിയതും മറേറതു കുറഞ്ഞതും ആയിരുന്നാലും അടിയും ഉയരവും സമമായിരുന്നാൽ അടി താങ്ങുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഭാരം രണ്ടു പാത്രങ്ങളിൽ ഒരുപോലേ ഇരിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തിൻെറ അംശങ്ങൾ എത്രയും വേഗത്തിൽ ഒഴിഞ്ഞു പോകുന്നതുകൊണ്ടു ഓരോ അംശവും താഴോട്ടു മാത്രമല്ല എല്ലാദിക്കിലേക്കും അമത്തുന്നതിനാൽ പാത്രത്തിൻ നാനാഭാഗങ്ങളും ഈ ഉന്തു ഏല്ക്കുന്നു. ഇതുഹേതുവായിട്ടു പാത്രത്തിൻെറ അടിയിൽ അതിന്നുനേരേ മീതേ നില്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഭാരം മാത്രമേ സാക്ഷാൽ വഹിക്കുന്നുള്ളു. ഇവ്വണ്ണം പാത്രത്തിൻെറ രൂപവും വെള്ളത്തിൻെറ പ്രമാണവും അത്ര പ്രധാനമല്ല അടി വിസ്താരവും പാത്രത്തിൻെറ നേരേയുള്ള ഉയരവും എന്നിവററാലത്രേ അടിയിന്മേലുള്ള ഭാരവും ഘനവും ഉളവാകുന്നതു. ആകയാൽ അല്പം വെള്ളംകൊണ്ടു അതിൻെറ ഘനത്തെക്കാൾ അത്യന്തം വലിയ അമത്തൽ വരുത്തുവാൻ കഴിയും. ഒരു പാത്രത്തിൻമീതേ നീളമുള്ള കുഴലിനെ ഇട്ടു ഇതിനെ വെള്ളംകൊണ്ടു നിറെക്കുന്നതും പാത്രത്തെ തന്നേ കുഴലിൻെറ നീളത്തിന്നൊത്തവണ്ണം വലുതാക്കി വെള്ളംകൊണ്ടു നിറെക്കുന്നതും അടിയിൽ കൊള്ളുന്ന ഘനത്തെ വിചാരിച്ചാൽ ഒരുപോലേ തന്നേയാകുന്നു.

153. കഴിഞ്ഞ കുപ്പി മുറുക അടെച്ചു സമുദ്രത്തിൻ ആഴത്തിൽ ഇട്ടാൽ കുപ്പി പൊട്ടുകയോ അടപ്പു വീണു വെള്ളംകൊണ്ടു നിറയുകയോ ചെയ്യുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കുപ്പി എത്രയും വലുതായ ഭാരം ഏല്ക്കേണ്ടിവരുന്നു. അതിൻെറ അടിയും ഭാഗങ്ങളും മാത്രമല്ല ഉള്ളിലുള്ള വെള്ളത്തിൻെറ ഓരോസ്ഥലം കുപ്പിയുടെ മീതേ നില്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഘനം മുഴുവൻ വഹിക്കേണമല്ലോ! 1600 അടി ആഴമുള്ള കടലിൽ ഒരു ചതുരശ്രഅടി (Square foot) സ്ഥലത്തിൽ 50000 റാത്തലിന്നൊക്കുന്ന ഘനം കൊള്ളുന്നു എന്നുവരികിൽ കുപ്പിക്ക് ഇപ്രകാരമുള്ള ഭാരം വഹിപ്പാൻ കഴിയാതേ പൊട്ടിപ്പോകും. കുപ്പി കിടേശകൊണ്ടു അടെച്ചിരുന്നാൽ ഭാരം ഈ കിടേശയെ തള്ളി അകത്തോട്ടാക്കി കുപ്പിയിൽ വെള്ളം കടക്കും. വെള്ളത്തിൻെറ ഈ തിക്കനിമിത്തം ജന്തുക്കൾക്കു സമുദ്രത്തിൽ പെരുത്ത് ആഴത്തിൽ വസിച്ചുകൂടാ.

154. ജലത്തിരക്കിൻനിമിത്തം അല്പമായ ശക്തിക്കു എത്രയുംവലിയ തിക്കൽ വരുത്തുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു? (Water Press or Bramah Press; see Primer of Physics, Page 23.)

ഈ തിരക്കു ⊔ ഇങ്ങിനേയുള്ള ഒരു കുഴൽകൊണ്ടു ഉളവാക്കുന്നതാണ്. അതിൽ വെള്ളം നിറെച്ചിട്ടു ഓരോന്നിൽ ഒരു ചാമ്പുകോൽ ഇടുന്നു. ഒന്നു വിസ്താരം കുറഞ്ഞും മറേറതിന്നു വിസ്താരം പക്ഷേ 100 മടങ്ങു കൂടിയും ഇരിക്കും. ചെറിയ കുഴലിലുള്ള ചാമ്പുകോലിനെ താഴ്ത്തുമ്പോൾ ഇതിലുള്ള വെള്ളത്തിന്നുണ്ടായ തിക്കൽ വലിയ കുഴലിലേക്കു വ്യാപിച്ചിട്ടു നാം 152-ാം ചോദ്യത്തിൽ കണ്ടപ്രകാരം അതിൻെറ അടിയിൽ ചെറിയ കുഴലിൻെറ അടി വിസ്താരത്തിന്നു സമമായ ഓരോ സ്ഥലത്തു ഈ തിക്കൽ മുഴുവൻ വ്യാപരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വലിയ കുഴലിൻെറ അടി ചെറിയ കുഴലിൻെറ അടിയെക്കാൾ എത്ര പ്രാവ

ശ്യം വലിയതാകുന്നുവോ അത്ര പ്രാവശ്യം ചെറിയ കുഴലിൽ ഉത്ഭവിച്ച തിക്കൽ വലിയ കുഴലിൽ വർദ്ധിക്കും താനും. അതു നിമിത്തം ചെറിയ കുഴലിന്റെ കോൽ 50 റാത്തലിന്നൊത്ത ശക്തിയോടേ താഴ്ത്തുമ്പോൾ വലിയ കുഴലിലുള്ള കോൽ 5000 റാത്തലോടു സമമായ ശക്തിയോടേ കയറും. വലിയ കുഴലിന്റെ കോലിന്മേൽ നാം കടലാസ്സോ തുണികളോ വെച്ചിട്ടു അതിൻമീതേ സ്ഥിരമായി നില്ക്കുന്ന ഒരു പലകയെ ഉറപ്പിച്ചാൽ ആവക വസ്തുക്കളെ എത്രയും അമൎത്തി ഒതുക്കാം. ശക്തി ഇതിലും അധികം വർദ്ധിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു ചെറിയ കുഴലിനെ ഒരു തുലാം കൊണ്ടു താഴ്ത്തുന്നതു നടപ്പാകുന്നു.

155. ചില വസ്തുക്കൾ വെള്ളത്തിൽ താഴുകയും ചിലതു പ്ലവിക്കുന്നതും എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തിന്റെ തിക്കലിനെ ജയിക്കേണ്ടതിന്നു ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഘനം എങ്ങിനേ എങ്കിലും അതിന്റെ പ്രമാണത്തിന്നൊത്ത വെള്ളത്തിന്റെ ഘനത്തെക്കാൾ അല്പം അധികമായിരിക്കേണം. വെള്ളത്തിൻ ഘനത്തെക്കാൾ അതിനോടു സമമായ വസ്തു ഘനമേറിയതായിരുന്നാൽ അതു മുങ്ങും നിശ്ചയം; ഘനം കുറയുന്നെങ്കിലോ നീന്തും. അതു പൊങ്ങുന്ന വെള്ളത്തിൻ തിക്കൽ അധികരിക്കുന്നതിനാലത്രേ.

156. എണ്ണയിൽ വെള്ളം പകരുമ്പോൾ എണ്ണ പൊങ്ങി മീതേ വരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തിൻ ഒരംശം അതിന്റെ വലിപ്പത്തോടു സമമായ എണ്ണയുടെ ഒരു അംശത്തെക്കാൾ ഘനമേറിയതാകകൊണ്ടു എണ്ണ വെള്ളത്തെ വഹിക്കാതേ പൊങ്ങി വരും.

157. നേരിയതും ലോഹംകൊണ്ടുള്ള പൊള്ളയായതുമായ ഒരു ഉണ്ട വെള്ളത്തിൽ ഇട്ടാൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ ഉണ്ടയുടെ വലിപ്പത്തിലുള്ള വെള്ളം ഉണ്ടയെക്കാൾ

ഘനമേറിയതാകകൊണ്ടു ഉണ്ട പൊങ്ങികിടക്കേണം. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു ഇരിമ്പുകൊണ്ടുള്ള തീക്കപ്പലുകൾപോലും വെള്ളത്തിൽ താഴാതേ കിടക്കും. ആ ഉണ്ടയെ ഞെരുക്കി ഒതുക്കുമ്പോൾ മുങ്ങും നിശ്ചയം. അതോ ലോഹങ്ങൾ വെള്ളത്തെക്കാൾ ഘനമേറിയതുകൊണ്ടത്രേ.

158. വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന കുപ്പികൾ വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ കുപ്പിയുടെ വലിപ്പത്തിലുള്ള വെള്ളത്തെക്കാൾ വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന കുപ്പി ഘനമേറിയതാകകൊണ്ടു അതു മുങ്ങിപ്പോകേണം. കുപ്പിയിലുള്ള വെള്ളത്തിന്നു വെള്ളത്തിൽ വെച്ചു ഘനം ഇല്ലെങ്കിലും വെള്ളത്തെക്കാൾ കണ്ണാടി ഘനമുള്ളതാണ്. എന്നിട്ടും ഒഴിഞ്ഞ കുപ്പികൾ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നതു ബോധിപ്പാൻ പ്രയാസമില്ല. ഇവയിൽ വായു അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഒഴിഞ്ഞ കുപ്പിയുടെ വലിപ്പത്തിലുള്ള വെള്ളത്തെക്കാൾ ഈ കുപ്പികളുടെ ഘനം കുറയുന്നു.

159. വെള്ളം കുടിച്ചു മരിച്ചവർ വെള്ളത്തിന്റെ അടിയിൽ ഒന്നു രണ്ടു ദിവസം കിടന്ന ശേഷം വെള്ളത്തിന്നു മീതേ പൊങ്ങിവരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ജീവനോടിരിക്കുന്ന മനുഷ്യൻ വെള്ളത്തെക്കാൾ ഒരല്പം ഘനം കുറഞ്ഞിരിക്കകൊണ്ടു അവന്നു നീന്തുവാൻ കഴിയും; വെള്ളം കുടിച്ചു ചാകുമ്പോഴോ ഘനം വൎദ്ധിച്ചു ശവം വെള്ളത്തിന്റെ അടിയിൽ കിടക്കും. ഒന്നു രണ്ടു ദിവസം കഴിഞ്ഞ ശേഷം ശവം കെട്ടു ഉള്ളിൽ വാംശങ്ങൾ ഉത്ഭവിച്ചു ശരീരത്തെ വിരിക്കുന്നതിനാൽ ഘനം വീണ്ടും കുറഞ്ഞിട്ടു ശവം പൊന്തി വരുന്നു.

160. കട്ടിവെള്ളം വെള്ളത്തിൻ മീതെ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം ഒഴികേ മററുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കളും കട്ടിയായി തീ

രുന്നതിനാൽ ചുരുങ്ങിപ്പോകകൊണ്ടു ഉറപ്പും ഘനവും വൎദ്ധിക്കയത്രേ ചെയ്യുന്നു. വെള്ളംമാത്രമേ കട്ടിയായി ചമയുന്ന സമയം വിരിയുന്നതുകൊണ്ടു ഘനം കുറഞ്ഞുപോകും. മുമ്പേ നിറഞ്ഞിരുന്ന സ്ഥലത്തിന്റെ $\frac{1}{3}$ അംശം അധികം കട്ടിയായ വെള്ളം നിറെക്കും. ഇതിൽ ദൈവത്തിന്റെ അത്ഭുതമായ ജ്ഞാനം കാണ്മാനുണ്ടു. കട്ടിയായ വെള്ളം പൊങ്ങിക്കിടക്കാതേ താണുപോകുന്നതായിരുന്നെങ്കിൽ വിലാത്തിയിൽ ശീതകാലത്തു എത്രവേഗം കിണറുകളിലും പുഴകളിലും വെള്ളം കേവലം കട്ടിയായ്ത്തീൎന്നിട്ടു കഷ്ടം ഏററവും വലുതായ്ത്തീരും.

161. വെള്ളത്തിൽ താഴുന്ന സാമാനങ്ങളെ കപ്പലിൽ കയററിയാൽ കപ്പലോടുകൂടെ പൊന്തിക്കിടക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കപ്പലിന്റെ വലിപ്പത്തോടു സമമായ വെള്ളത്തിന്നു കപ്പലിനെക്കാൾ ഘനമേറുന്നതുകൊണ്ടു കപ്പൽ മുങ്ങുന്നില്ല. കപ്പലിൽ എത്രഭാരം കയററിയാലും പിന്നേയും വായുകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന വളരേ സ്ഥലങ്ങൾ ഉണ്ടാകകൊണ്ടു കപ്പൽ വെള്ളത്തെക്കാൾ ഘനം കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. കപ്പൽ അതിന്റെ ഘനത്തോടു സമമായ വെള്ളത്തിന്റെ ഒരംശത്തെ നീക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഒരല്പം വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിപ്പോകും. എങ്കിലും കപ്പലിന്റെ അകത്തുള്ള വായുവിന്നു പകരം വെള്ളം അകത്തു കടന്നാലുടനേ കപ്പൽ മുഴുവൻ വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിപ്പോകും.

162. വായുകൊണ്ടു നിറഞ്ഞ ഉതളി നെഞ്ഞിന്മേൽ കെട്ടുമ്പോൾ നീന്തുവാൻ യാതൊരു പ്രയാസമില്ലാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തെക്കാൾ അത്യന്തം ഘനം കുറഞ്ഞ ഈ ഉതളിയെ ശരീരത്തോടു ചേൎക്കുന്നതിനാൽ ശരീരത്തിന്റെ പ്രമാണത്തിന്നു സമമായ വെള്ളത്തെക്കാൾ ഘനം കുറഞ്ഞിരിക്കകൊണ്ടു ആണ്ടുപോകയില്ല. കിടേശകൊണ്ടുള്ള കച്ച ഇപ്രകാരം തന്നേ ഉതകുന്നു.

163. ചില ദ്രവങ്ങളെ കുപ്പിയിൽ പകൎന്നുവെച്ച ശേഷം ക്രമേണ കീടം അടിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ദ്രവത്തിൽ ഉള്ള അണുപ്രായമായ എത്രയും ചെറിയ കട്ടിയായ പദാൎത്ഥങ്ങൾ വെള്ളത്തെക്കാൾ ഘനമുള്ളവയാകകൊണ്ടു ദ്രവാകൎഷണത്തെ അനുസരിച്ചു അടിയും. ദ്രവങ്ങൾ പിന്നേയും ഇളകുന്നതിനാലേ ഈ വക പദാൎത്ഥങ്ങൾ വീണ്ടും പൊങ്ങി മറിഞ്ഞു വരും. അതുകൊണ്ടു കുപ്പിയെ ഇളക്കുകയോ ദ്രവത്തെ കാച്ചുകയോ ചെയ്യുമ്പോൾ അടിയിലുള്ള ഊറൽ ഇളകി വെള്ളത്തിൻെറ അംശങ്ങൾ ഈ ചെറിയ പദാൎത്ഥങ്ങളെ കൊണ്ടുപോയിട്ടു അവ അടിയുന്നതിനെ വിരോധിക്കുന്നു.

164. ചില വസ്തുക്കൾ മററു വസ്തുക്കളെക്കാൾ വെള്ളത്തിൽ അധികം താഴുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു വസ്തുവിൻെറ ഘനത്തെയും ആ വസ്തുവിൻെറ വലിപ്പത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിൻെറ ഘനത്തെയും തമ്മിൽ ഒത്തുനോക്കുമ്പോൾ ആ വസ്തുവിൻെറ താരതമ്യഘനം (Specifit Weight) കണ്ടെത്തും. ഒരു വസ്തുവിൻെറ ഈ താരതമ്യഘനം എപ്പോഴും ഒരു പോലേ തന്നേ ഇരിക്കും. ഒരു മരത്തിൻെറ ചെറിയ കഷണമോ ഒരു വലിയ പലകയോ രണ്ടായാലും താരതമ്യഘനം മാറുന്നില്ല. ഒരു വസ്തുവിൻെറ വിശേഷമായ ഘനം മറെറാരു വസ്തുവിൻേറതിനെക്കാൾ വലുതായിരുന്നാൽ അധികം മുങ്ങിപ്പോകും. കാരണം അതു സമത്തുക്കം വരുത്തേണ്ടതിന്നു അധികം വെള്ളത്തെ അതിൻെറ സ്ഥലത്തുനിന്നു നീക്കുമല്ലോ. ഒരു വസ്തു എപ്പോഴും അതിനോടു സമമായ വെള്ളത്തിൽ ഒരംശത്തെ നീക്കേണം എന്നല്ലേ?

165. കപ്പൽ സമുദ്രത്തിൽ കാണുന്നതിനെക്കാൾ നദികളിൽ അധികം താണുകിടക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു പോൽ?

സമുദ്രത്തിലേ വെള്ളത്തിൽ ഉപ്പു അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതു

കൊണ്ടു അതിൻെറ വിശേഷമായ ഘനം അധികമായിരിക്കും. ഒരു വസ്തു എപ്പോഴും അതിൻെറ ഘനത്തോടു സമമായ വെള്ളത്തെ നീക്കുന്നതുകൊണ്ടു നദിയിലേ വെള്ളത്തിൻ അംശത്തെക്കാൾ ഉപ്പുവെള്ളത്തിൻെറ അംശം ചെറിയതാകും. പുഴയിൽ അധികം വെള്ളം നീക്കുന്നതിനാൽ അധികം താണു പോകയും ചെയ്യും.

166. കോഴിമുട്ട ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ പൊന്തിക്കിടക്കുന്നതും നല്ല വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങുന്നതും എന്തുകൊണ്ടു?

ഉപ്പുവെള്ളത്തിൻെറ വിശേഷമായ ഘനം മുട്ടയുടെ വിശേഷമായ ഘനത്തെക്കാൾ വലുതാകുന്നെങ്കിലും മുട്ടയുടെ വിശേഷമായ ഘനം സാധാരണമായ വെള്ളത്തിൻേറതിനെക്കാൾ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടത്രേ.

167. തമ്മിൽ സമമായ രണ്ടു പാത്രങ്ങളിൽ പകുതിയോളം വെള്ളം പകൎന്നിട്ടു ഒന്നിൽ ഒരു റാത്തൽ ഇരിമ്പും മറേറതിൽ ഒരു റാത്തൽ ഈയവും ഇട്ടാൽ ഒന്നാമത്തേ പാത്രത്തിൽ വെള്ളം അധികം കയറുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു റാത്തൽ ഈയത്തെക്കാൾ ഒരു റാത്തൽ ഇരിമ്പിനു അധികം സ്ഥലം ആവശ്യമുണ്ടാകകൊണ്ടു ഇരിമ്പു അധികം വെള്ളത്തെ നീക്കേണം; അല്ലെങ്കിൽ ഇരിമ്പിൻെറ വിശേഷമായ ഘനത്തെക്കാൾ ഈയത്തിൻെറ വിശേഷമായ ഘനം വലുതാകും.

168. ദ്രവങ്ങളുടെ വിശേഷമായ ഘനത്തെ നിശ്ചയിക്കേണ്ടതിനു നാം പ്രയോഗിക്കുന്ന യന്ത്രം അറാക്കിൽ (Brandy) മുങ്ങുന്നേടത്തോളം അറാക്ക് നന്നായിരിക്കും എന്നും ബീരിൽ മുങ്ങുന്നേടത്തോളം അതു വിടക്കായിരിക്കും എന്നും അറിയുന്നതു എങ്ങിനേ?

അറാക്കിൻെറ വിശേഷമായ ഘനം കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നേടത്തോളം അതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ആവി (alcohol) അധികരിക്കയും വെള്ളം കുറയുകയും ചെയ്യും. ബീരിൻെറ കാൎയ്യമോ

വേറേ; അതിൻെറ വിശേഷമായ ഘനം വൎദ്ധിക്കുന്നേടത്തോളം അതിൽ അത്യാവശ്യമായ (നനെച്ചുണങ്ങിയ) യവം അധികരിക്കയും അത്യാവശ്യമില്ലാത്ത വെള്ളം കുറയുകയും ചെയ്യും. കട്ടിയായ വസ്തു ഒരു ദ്രവത്തിൽ മുങ്ങുന്നേടത്തോളം ആ ദ്രവത്തിൻെറ വിശേഷമായ ഘനവും കുറഞ്ഞിരിക്കും.

169. ഏതു വസ്തുവിൻെറയും ഘനം വെള്ളത്തിൽ തൂക്കുമ്പോൾ കുറഞ്ഞു പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു വസ്തുവിനെ വെള്ളത്തിൽ ഇടുമ്പോൾ അതു നീക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഘനത്തോടു സമമായ ഘനം സ്വന്തഘനത്തിൽനിന്നു ഒരംശം കുറഞ്ഞുപോകും. ദൃഷ്ടാന്തം: ഒരു വസ്തുവിൻെറ ഘനം 20 റാത്തലും അതു നീക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഘനം 5 റാത്തലും എന്നു വരികിൽ ആ വസ്തുവിനെ വെള്ളത്തിൽ തൂക്കുമ്പോൾ ഘനം 15 റാത്തൽ കാണുകേയുള്ളൂ. ഈ എത്രയും വിശിഷ്ട ക്രമത്തെ അൎഖിമേദൻ എന്ന ശാസ്ത്രി (220 B. C.) കണ്ടെത്തിയതുകൊണ്ടു അതിന്നു അൎഖിമേദസൂത്രം എന്ന പേരുണ്ടു.

170. ഒരു നാഴിക മുങ്ങിപ്പോയ മനുഷ്യനെ വെള്ളത്തിൻെറ മീതേ പൊന്തിച്ചു കരയിലേക്കു കൊണ്ടുവരുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വേറേ വസ്തുക്കളിൽ നാം കാണുന്നപ്രകാരം മനുഷ്യൻെറ ഘനവും വെള്ളത്തിൽ ഇരിക്കുന്ന സമയം കുറഞ്ഞുപോകുന്നു. അവൻ വെള്ളത്തിൽ കിടക്കുന്ന സ്ഥലത്തു കൊള്ളുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഘനം നീങ്ങിപ്പോയ ശേഷം നാഴിക ഇനി വലിപ്പാൻ ശേഷിക്കുന്നതു ഒന്നുമില്ല അല്ലെങ്കിൽ അല്പമേയുള്ളൂ എന്നറിക.

171. ഒരു നാഴിക ഘനമുള്ള ഒരു കല്ലിനെ വെള്ളത്തിൻെറ അടിയിൽനിന്നു എടുത്തു പൊന്തിച്ചു കൊണ്ടുവരാമെങ്കിലും മീതേ എത്തിയശേഷം അതിനെ വീണ്ടും പലപ്പോഴും ഇട്ടുകളയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കല്ലു വെള്ളത്തിൽ കിടക്കുമ്പോൾ അതിൻെറ ഘനം മേ

ല്പറഞ്ഞ സൂത്രപ്രകാരം കുറഞ്ഞു ഇരുന്നാലും വെള്ളത്തിന്നു മീതേ നായ് കല്ലിന്റെ ഘനം മുഴുവനും വഹിക്കേണ്ടി വരും.

172. വെള്ളത്തിൽ മുക്കിയ മരക്കൊട്ടയെ ചെറുവിരൽകൊണ്ടു വെള്ളത്തിൻ മേല്ഭാഗത്തോളം പൊന്തിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞു വെള്ളത്തിൽ കിടക്കുന്ന ഒരു മരക്കൊട്ടയെക്കാൾ വെള്ളത്തിൽനിന്നു വേർവ്വിട്ട ഒഴിഞ്ഞ മരക്കൊട്ടയുടെ ഘനം വലുതാകുന്നപോലും. ഇതിലുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ ഘനം വെള്ളത്തിൽ കേവലം നീങ്ങിപ്പോകുന്നതല്ലാതേ മരക്കൊട്ടയുടെ ഘനം തന്നേ വെള്ളത്തെക്കാൾ കുറഞ്ഞതാകുന്നുവല്ലോ! ഇവ്വണ്ണം മരക്കൊട്ടയുടെ മീതേ നില്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ വിരോധം ജയിപ്പാൻ മാത്രം ആവശ്യമുള്ളു.

173. മനുഷ്യന്നു വെള്ളത്തിൽ നീന്തുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മനുഷ്യരിൽ മിക്കപേരും $\frac{8}{9}$ അല്ലെങ്കിൽ $\frac{9}{10}$ പ്രാവശ്യം വെള്ളത്തെക്കാൾ ഘനം കുറഞ്ഞവരാകകൊണ്ടു കാൽ വിടൎത്തി കൈ കെട്ടി കിടക്കുമ്പോൾ യാതൊരു ആപത്തും അദ്ധ്വാനവും കൂടാതേ വെള്ളത്തിന്മേൽ നീന്താം. വേറേ അവസ്ഥയിലോ മുഖം വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങുന്നതുകൊണ്ടു ശ്വാസം കഴിപ്പാൻ കഴിയായ്കയാൽ, കൈ കാലുകളെ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ തല ഉയൎത്തുവാൻ ആവശ്യം തന്നേയാകുന്നു. ഈ കൈ കാലുകളെക്കൊണ്ടു വെള്ളത്തിൻ നേരേ തുഴയുമ്പോൾ വെള്ളം നമ്മെ പൊന്തിക്കുന്നതല്ലാതേ നാം മുന്നോട്ടു പോകയും ചെയ്യും. നമ്മുടെ തലെക്കും കൈ കാലുകൾക്കും ഏററവും ഘനം ഉണ്ടു. എല്ലുകൾകൊണ്ടു ഘനം വൎദ്ധിക്കുന്നു, കൊഴുപ്പുകൊണ്ടു ഘനം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. നെഞ്ചിൻ അകത്തുള്ള ദ്വാരത്തിൻ നിമിത്തം ഈ അംശത്തിന്നു അല്പം ഘനമേയുള്ളു. ശ്വാസം കഴിക്കുന്നതിനാൽ നെഞ്ചു വിരിയുകയും ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നപ്രകാരം നാം വെള്ളത്തിൽ പൊന്തുകയും താഴുകയും

ചെയ്യും. വെള്ളത്തിൽ വീഴുന്ന ഒരു മനുഷ്യൻ സൂക്ഷിച്ചാൽ മൂക്കുവരേ മാത്രം മുങ്ങുമായിരിക്കും; ഇപ്രകാരം തല അല്പം പിന്നോട്ടു ചായിക്കുന്നതിനാൽ വായും മൂക്കും വെള്ളത്തിന്നു മീതേ നിറുത്തുവാൻ യാതൊരു പ്രയാസമില്ല എന്നിട്ടും മനുഷ്യരിൽ മിക്കപേർ ഈ വ്യവസ്ഥയിൽ ബുദ്ധിമുട്ടിപ്പോയിട്ടു കൈകളെ ഉയൎത്തുന്നതിനാൽ തല മുങ്ങിപ്പോകുന്നതിന്നു സംഗതിയായ്ത്തീൎന്നിട്ടു നശിച്ചുപോകുന്നു.

174. മീനുകൾക്കു ഇഷ്ടംപോലേ വെള്ളത്തിൽ പൊന്തുവാനും താഴുവാനും കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ ജന്തുക്കളുടെ ഉള്ളിൽ വായുകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു ഉതളി ഉണ്ടു; വാരിയെല്ലുകളെക്കൊണ്ടു ഈ ഉതളിയെ അമുക്കുന്നതിനാൽ അവയുടെ വിശേഷമായ ഘനം വൎദ്ധിച്ചിട്ടു അവ താണുപോകും. വസ്തിയെ വിരിക്കുന്നതിനാലോ വിശേഷമായ ഘനം കുറഞ്ഞു അവ പൊന്തിവരും. ഇതു വേഗം ചെയ്യേണ്ടതിന്നു മീനിന്റെ ചിറകുകൾ വലിയ സഹായം ചെയ്യുന്നു. ഇവയെ വെള്ളത്തെക്കൊള്ളേ തള്ളുമ്പോൾ വെള്ളം മീനിനെ മേലോട്ടോ താഴോട്ടോ ഒരു ഭാഗത്തേക്കോ ഓടിക്കും.

അഞ്ചാം അദ്ധ്യായം.

വാഷ്പങ്ങളുടെ സമത്തൂക്കവും അപാദാനവും.

Equilibrium and Motion of Gases.

"കാററ റിയാതേ തുപ്പിയാൽ ചെവിയറിയാതേ കിട്ടും."
"കാററിനെ കൈപിടികളിൽ ചേൎത്തതു ആർ?"

175. വാഷ്പങ്ങളുടെ വിശേഷത എന്തു?

കട്ടിയായവസ്തുക്കൾക്കും ദ്രവങ്ങൾക്കുമുള്ള വിശേഷതകൾ

മിക്കവാറും വാഷ്പങ്ങളിലും കാണാം. അവ ഒരു സ്ഥലത്തെ നിറെച്ചിട്ട തെററിപ്പോവാൻ വഴിയില്ലെങ്കിൽ അതിൽതന്നേ ഇരിക്കും. നാം വായുവിനെ കാണുന്നില്ലെങ്കിലും അതു ഒരു പദാൎത്ഥം തന്നേയാകുന്നു. വേറേ പദാൎത്ഥങ്ങളെപ്പോലേ വായുവിന്നും ഘനം ഉണ്ടു; അതു ചിലപ്പോൾ വേറേ വസ്തുക്കളെ ഏററവും ശക്തിയോടേ അമൎത്തും, എന്നിട്ടും വായുവിന്നും വേറേ വസ്തുക്കൾക്കും തമ്മിൽ വലിയ ഭേദം ഉണ്ടു. അതിന്റെ എല്ലാ അണുക്കൾക്കും തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞു അന്യോന്യം മാറിപ്പോവാൻ ഒരു താല്പൎയ്യം ഉണ്ടല്ലോ. ഒരു ദ്രവം ചിലപ്പോൾ ഒരു കുപ്പിയുടെ പകുതിയോളം നിറെക്കാം എന്നാൽ വായുവോ അങ്ങിനേയല്ല; സ്ഥലം വിസ്താരമായ്തീരുന്നപ്രകാരം വായു വിരിയുകയും സ്ഥലം ചുരുങ്ങിയാൽ ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യും. അതിൻപ്രകാരം വായുവിന്റെ ഒരംശത്തിന്നു വലിയ സ്ഥലത്തെ താൻ എത്രയും ചെറിയ സ്ഥലത്തെ താൻ നിറെക്കാം. വായുവിനെ അമൎത്തിയശേഷം അതു തന്നാലേ വിരിയുന്നതു കൊണ്ടു അതിന്നു അയവുണ്ടു എന്നു കാണാം. ആവികളുടെ വൈവല്യം, നിറം, മണം എന്നിവററിൻപ്രകാരം അവെക്കു വളരേ ഭേദങ്ങളുണ്ടു. നമ്മെ ചൂഴുന്ന ആകാശം വിശേഷാൽ അമ്ലതം (Oxygen), യവക്ഷാരവാഷ്പം (Nitrogen) എന്നീ ആകാശ ഭേദങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഉളവായിരിക്കുന്നു.

176. കൈ നിവിൎത്തി ഇങ്ങോട്ടുമങ്ങോട്ടും ആട്ടുമ്പോൾ കാററിന്റെ സ്പൎശനം നമുക്കു ഉണ്ടാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വായു നമ്മെ എല്ലാവിടത്തും ചൂഴുന്നതുകൊണ്ടു കൈ ആട്ടുന്നതിനാൽ വായു അതിന്റെ സ്ഥലത്തുനിന്നു മാറി ഇളകി പോകും. കാററു എന്നു പറയുന്നതു ഇളകിപ്പോയ വായു അത്രേ എന്നറിക.

177. ഒരു വലിയ കടലാസ്സിൻെറ ഒരു അററം പിടിച്ചു നേരേ വേഗം വലിക്കുമ്പോൾ മറേറ അററം മടങ്ങിനില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാം പിടിക്കാത്ത അററത്തു വായു കടലാസ്സിനെ തട്ടുക്കും. മറേറ അററത്തോടുള്ളസംബന്ധം നിമിത്തം പിണച്ചല്ലുന്നെങ്കിലും ഒന്നാമത്തു വായുവിനെ നീക്കുന്നതുകൊണ്ടു അല്പം താമസിച്ചുമാത്രം വരുന്നുള്ളു.

178. ഒരു തംബ്ലേർ വെള്ളത്തിൽ കമിഴ്ത്തിവെക്കുമ്പോൾ അതു വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞുപോകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

തംബ്ലേറിലുള്ള വായുവിൻനിമിത്തം വെള്ളത്തിന്നു അതിനെ നിറെപ്പാൻ കഴികയില്ല. വായു ഒരു പദാൎത്ഥം ആകുന്നു എന്നും അതിന്നു അനതിക്രമണം ഉണ്ടു (14-ാം ചോദ്യം) എന്നും ഇതിനാൽ കാണാം.

179. വായുകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തിയെ മുറുക കെട്ടിയ ശേഷം അതിനെ പ്രയാസത്തോടേ മാത്രം അമുക്കുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉള്ളിലുള്ള വായുവിന്നു പോകേണ്ടതിന്നു യാതൊരുവഴിയും ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു തിക്കലിനെ വളരേ വിരോധിക്കും. ഈ വിരോധത്തെക്കാൾ പുറമേയുള്ള തിക്കൽ വലുതാകുന്നെങ്കിലോ വായു അല്പം കോച്ചി തിക്കൽ നീങ്ങിയ ശേഷം ഉടനേ മുമ്പേത്ത സ്ഥലത്തെ വീണ്ടും നിറെക്കും.

180. മറിച്ച തംബ്ലേർ വെള്ളത്തിൽ കമിഴ്ത്തുന്നസമയം ഒരു തടസ്ഥം ഉണ്ടെന്നു തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തംബ്ലേറിലുള്ള വായുവിന്നു വിരോധമായി വെള്ളത്തെ അമത്തിയശേഷം വായു അതിൻെറ അയവുപ്രകാരം മുമ്പേത്ത സ്ഥലത്തു വ്യാപിപ്പാൻ ശ്രമിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അമത്തുന്ന കൈക്കു വിരോധമായിനില്ക്കും.

181. ധാന്യങ്ങളെ പൊടിക്കുന്ന ചില യന്ത്രങ്ങളെ കാററു തിരിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഇളക്കപ്പെട്ട വായു ആകുന്ന കാററു ഈ യന്ത്രത്തിൻെറ ഇ

ലകളിന്മേൽ (15-ാം ചിത്രം നോക്ക.) വീശി അതിനെ ഉന്തുന്ന തിനാൽ തിരിയും. കാററു അശേഷം ഊതാത്ത സമയം ഈ വക യന്ത്രങ്ങളെ പ്രയോഗിച്ചുകൂടാ.

182. ചക്രബാണം തിരിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെടിമരുന്ന വെന്തുപോകുന്നതിനാൽ എത്രയും ചൂട്ടം വിരിവുമുള്ള ആവി ഉത്ഭവിച്ചു ബഹു ബലത്തോടേ ആ ചക്രത്തിന്റെ ഇല്ലികളിൽനിന്ന പുറപ്പെട്ടിട്ടു പിന്നോട്ടു തള്ളുന്നതിനാൽ ചക്രത്തെ തിരിക്കും. ഈ ആവികൾ പുറപ്പെടുന്ന സ്ഥലത്തു വായു സ്വസ്ഥമായി ഇരുന്നിട്ടു അല്പം വിരോധിക്കുന്നതിനാൽ പിന്നോട്ടുള്ള വേഗതയെ വൎദ്ധിപ്പിക്കും. ഈ കാൎയ്യത്തിൽ വെടിമരുന്നുകൊണ്ടു സംഭവിക്കുന്നതു തന്നേ 151-ാം ചോദ്യത്തിൽ വെള്ളത്താൽ ഉളവാകുന്നപ്രകാരം വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

183. ബാണം മേലോട്ടു കയറുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

താഴോട്ടുപുറപ്പെടുന്ന ആവി വായുവിന്റെ വിരോധംനിമിത്തം ബാണത്തെ മേലോട്ടു തള്ളും. ബാണം എപ്പോഴും താഴോട്ടുതന്നേ എരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിപ്പാൻ തക്കവണ്ണം അതിന്ന ഒരു വടിയെ കെട്ടേണം. ഇതിനാൽ ആവി എല്ലായ്പോഴും താഴോട്ടു പുറപ്പെട്ടിട്ടു ബാണം മേലോട്ടു കയറും.

184. പീരങ്കിത്തോക്കുകൊണ്ടു വെടിവെക്കുമ്പോൾ അതു ക്ഷണത്തിൽ അല്പം പിന്നോക്കം വാങ്ങുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെടിവെക്കുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്ന വാഷ്പങ്ങൾ അവയുടെ അയവിൻ നിമിത്തം എല്ലാദിക്കിലേക്കും ഉന്തുന്നെങ്കിലും എതിർനില്ക്കുന്ന വായുവിന്റെ സമമായ ഉന്തുകൊണ്ടു അതു നിഷ്ഫലമായ്തീരും. ഉണ്ട കുഴലിൽനിന്ന പുറപ്പെട്ട ഉടനേ അതിൽനിന്ന യാതൊരു ഉന്തു വരായ്കകൊണ്ടു ആവി പ്രവേശിച്ച കുഴലിൻ പിൻഭാഗത്തേക്കു വളരേ ഉന്തുന്നതിനാൽ പിന്നോക്കം വാങ്ങും പോലും.

185. സാധാരണമായ തോക്കുകൊണ്ടു വെടിവെക്കുമ്പോൾ അതു കവിളിന്നു തട്ടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പണ്ടു പണ്ടേ പ്രയോഗിച്ചുവന്ന തോക്കുകളിൽ വെടിവെക്കുന്നതിനാൽ അകത്തു ഉളവായ ആവികൾക്കു തീ പ്രവേശിച്ചഭാഗത്തുനിന്നു പെട്ടന്നു വിരോധിക്കുന്ന ഉന്തു റ.രാശ്ശ്യയാലും തോക്കിനെ മുറുകേ പിടിക്കുന്നതിനാലും കവിളിന്നു തട്ടും. പുതിയ തോക്കുകളിൽ തീ പിമ്പിൽ ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു ചട്ട തോളിന്മേൽ ഇടിക്കുന്നു താനും.

ആറാം അദ്ധ്യായം.

വായുവിന്റെ അമൎത്തലും ഘനവും.

Pressure and Weight of the Air.

"കാററു നന്നെങ്കിൽ കല്ലു പറക്കും"
"കാററു ശമിച്ചാൽ പറക്കുമോ പഞ്ഞികൾ?"
"അവൻ (ദൈവം) കാററിന്നു ത്രാസ്സ് ഉണ്ടാക്കി."

186. വായുമാത്രയാൽ (Barometer) നാം വായുവിന്റെ സംഘാതം അറിയുന്നതു എങ്ങിനേ?

വായുമാത്ര എന്നതു 30 അംഗുലത്തിൽ പരം നീളമുള്ള കണ്ണാടിക്കുഴലാകുന്നു. ഇതിന്റെ മേല്ഭാഗം ഉരുക്കി അടെച്ചിരിക്കുന്നു. മറേറ അററമോ വളഞ്ഞു ഒരു ഉണ്ടയോടു തുല്യമായ പാത്രത്തിൽ അവസാനിക്കുന്നു. പാത്രത്തിന്റെ മുകളിൽ ഒരു ചെറിയ ദ്വാരമുണ്ടു. ഈ കുഴലിൽനിന്നു വായുവിനെ എല്ലാം പുറത്താക്കിയ ശേഷം രസംകൊണ്ടു നിറക്കേണം. കാച്ചുന്നതിനാൽ രസത്തിൽനിന്നു എല്ലാ വായു സൂക്ഷ്മത്തോടേ (രസം തീയിൽ വെക്കുമ്പോൾ വിഷമുള്ള ആവികൾ പുറപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടു) നീക്കുവാൻ ആവശ്യം. വായുവിന്റെ

അമൎത്തൽ എപ്പോഴും മാറുന്നതുകൊണ്ടു കുഴലിലുള്ള രസവും എപ്പോഴും കയറുകയും ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യും. രസം കയറുന്നേടത്തോളം വായുവിന്റെ അമൎത്തൽ വൎദ്ധിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നും രസം ഇറങ്ങുന്നേടത്തോളം അമൎത്തൽ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു എന്നും നിശ്ചയിപ്പാൻ പ്രയാസമില്ല. അതു കൂടാതെ രസം കുഴലിൽ കയറുമ്പോൾ പാത്രത്തിൽ കുറഞ്ഞു പോകും; അ പ്രകാരം തന്നേ രസം കുഴലിൽ ഇറങ്ങുന്നതിനാൽ പാത്രം നിറഞ്ഞു വരും എന്നല്ലേ. പിന്നേ 146-ാം ചോദ്യത്തിൽ നാം കണ്ട പ്രകാരം പാത്രത്തോടു സമഉയരത്തിൽ നില്ക്കുന്ന കുഴലിൻ കീഴ്ഭാഗത്തുള്ള രസത്തെ പാത്രത്തിലുള്ള രസം താങ്ങുന്നതു കൊണ്ടു മേല്ഭാഗത്തുള്ള രസത്തെ വായു ആകുന്നു താങ്ങുന്നതു. രസത്തിന്റെ എല്ലാ മാററങ്ങളെ നല്ലവണ്ണം കാണേണ്ടതിന്നു കുഴലിൻ മേല്ഭാഗത്തു ഒരു കുറിപ്പലക കൂടേ ഇണെച്ചിട്ടുണ്ടു. ഈ യന്ത്രം വായുവിന്റെ അമൎത്തലിനെയും ഈ അമൎത്തലിനാൽ ഉളവാകുന്ന ഋതുഭേദങ്ങളെയും കൂടേ കാണിക്കുന്നു. അതെങ്ങിനേ കഴിയും എന്നു ചോദിച്ചാൽ നനവുകൊണ്ടു നിറഞ്ഞ ചൂടുള്ള വായു അല്പം മാത്രം അമൎത്തുന്നതുകൊണ്ടു മഴ പെയ്യുന്നതിന്നു മുമ്പേ വായുമാത്രയിൽ രസം ഇറങ്ങും. തുവൎന്ന ശീതമുള്ള വായുവിന്നു അധികം ബലം ഉണ്ടാകകൊണ്ടു തെളിവു കാണുന്നതിന്നു മുമ്പേ രസം കുഴലിൽ കയറും. വായുവിലുള്ള ഭേദങ്ങൾ സാധാരണമായി ഉയരത്തിൽ ഊതുന്ന കാററുകളാൽ ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു താഴേ ഒരു ഭേദം കാണുന്നതിന്നു മുമ്പേ വായുമാത്ര അതിനെ മുന്നറിയിക്കും. വായുവിന്റെ അമൎത്തൽ 1643ആമതിൽ ഗലിലേയി എന്ന മഹാശാസ്ത്രിയുടെ ശിഷ്യനായ തൊറിസെല്ലി (Torri-celli.) എന്ന ജ്ഞാനിയാകുന്നു ഒന്നാമതു കണ്ടെത്തിയതു എന്നറിക!

187. ഉയൎന്ന പൎവ്വതത്തിന്മേൽ കരേറുമ്പോൾ വായുമാത്രയിൽ രസം ക്രമേണ ഇറങ്ങുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാം കയറിപ്പോകുന്നേടത്തോളം രസത്തിന്മേൽ അമൎന്നു നില്ക്കുന്ന തൂൺ ചുരുങ്ങിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു അമൎത്തൽ കുറഞ്ഞു രസം ഇറങ്ങുന്നു. ഇതു വിചാരിച്ചാൽ മലകളുടെ ഉയരത്തെ നിശ്ചയിക്കേണ്ടതിന്നു ഒരു വായുമാത്ര പ്രയോഗിക്കാമല്ലോ!

188. വൎഷകാലത്തിൽ വായുമാത്രയിൽ രസം ഇറങ്ങുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വായു ശുദ്ധ ആവിയായിരിക്കുന്നേടത്തോളം അതിന്റെ ഘനവും അയവും വൎദ്ധിക്കയും നനവു ഉള്ളേടത്തോളം അതിന്റെ ഘനവും അയവും കുറഞ്ഞുപോകയും ചെയ്യും. ആകയാൽ വൎഷകാലത്തിൽ വായുവിന്റെ അമൎത്തൽ നന്ന കുറയുന്നതുകൊണ്ടു വായുമാത്രയിൽ രസം ഇറങ്ങുന്നു.

189. ജലാരോഹകയന്ത്രങ്ങളിൽ (Pumps) വെള്ളം ഏകദേശം 30 അടിയോളം മാത്രം കയറുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കയറുന്ന വെള്ളത്തെ വായു താങ്ങേണം. 30 അംഗുലം ഉയരത്തിലുള്ള രസം താങ്ങുന്ന വായുവിന്നു 30 അടി വെള്ളം താങ്ങുവാൻ കഴിയും. (രസം വെള്ളത്തെക്കാൾ 14 വട്ടം ഘനമുള്ളതാകകൊണ്ടത്രെ.)

190. വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന കുപ്പിയെ മറിച്ചു അതിന്റെ വായി മാത്രം വെള്ളത്തിൽ തൊടീച്ചു നിറുത്തിയാൽ വെള്ളം കുപ്പിയിൽനിന്നു വീഴാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തിന്മേൽ നില്ക്കുന്ന വായുവിന്റെ അമൎത്തൽ കുപ്പിയിലുള്ള വെള്ളത്തിൻ ഘനത്തെക്കാൾ വലുതാകകൊണ്ടു അതിനെ താങ്ങുവാൻ വായുവിന്നു കഴിയും.

191. വെള്ളം നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു തംബ്ലേരിന്മേൽ ഒരു കടലാസ്സു വെച്ചിട്ടു അതിന്മേൽ കൈ വെച്ചുകൊണ്ടിരിക്കേ തംബ്ലേർ മറിച്ചാലും വെള്ളം പുറപ്പെട്ടു ഒഴുകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

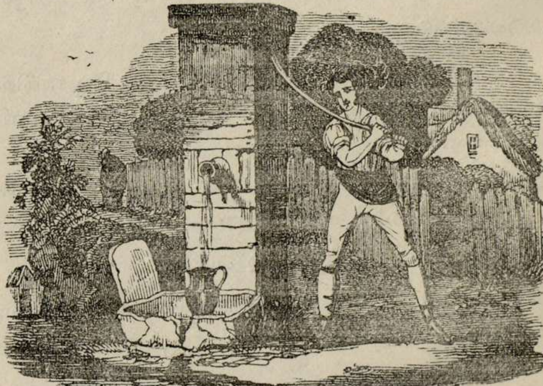
വായുവിന്റെ അമൎത്തൽ തംബ്ലേരിലുള്ള വെള്ളത്തെ താങ്ങുന്നതത്രേ. കീഴിൽനിന്നു അമൎത്തുന്ന ഈ വായുവിന്നു ഒന്നും വിരോധമായി നില്ക്കായ്കയാൽ വെള്ളം വീഴുന്നില്ല. വെള്ളത്തിൽ വായു കയറി വായു തെററി അതിന്റെ സ്ഥലത്തിൽ വെള്ളം ഇറങ്ങിപ്പോകാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നത്രേ കടലാസ്സു വെപ്പാൻ ആവശ്യമായിവരുന്നതു. കടലാസ്സു നീക്കിയാലോ വെള്ളത്തിന്റെ അല്പമായ സംലഗ്നാകൎഷണത്തിൻ നിമിത്തം അതു വീഴും നിശ്ചയം.

192. ഒരു പീപ്പയുടെ താഴേയുള്ള അടപ്പു തുറക്കുന്നെങ്കിലും മീതേയുള്ളതിനെ എടുക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ ദ്രവം ഒഴുകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

താഴേയുള്ള ദ്വാരത്തെ മാത്രം തുറന്നാൽ വായുവിന്റെ അമൎത്തൽ ദ്രവത്തിന്റെ പുറപ്പാടിനെ വിരോധിക്കും. മീതേയുള്ളതിനെയും തുറന്ന ശേഷമോ അവിടേയുമുള്ള വായുവിന്റെ അമൎത്തൽ താഴേയുള്ള അമൎത്തലിനെ നിഷ്ഫലമാക്കും. പിന്നേ ദ്രവം പുറപ്പെട്ടു ഒഴുകും നിശ്ചയം.

193. ജലാരോഹകയന്ത്രത്താൽ വെള്ളം കോരുന്നതു എങ്ങിനേ?

No. 53.



ചിത്രത്തിൽ നാം കാണുന്ന തൂണിന്റെ അകത്തു താഴേയുള്ള വെള്ളത്തിൽ നില്ക്കുന്ന ഒരു വലിയ കുഴലുണ്ടു. ഈ കുഴലിലും വെള്ളത്തിന്നു മീതേ മേലോട്ടു തുറക്കുന്ന ഒരു ചെറിയ കവാടമുണ്ടു. ഇതിന്നു മീതേ കുഴലിൽ ഒരു ചാമ്പുകോൽ കയറുകയും ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന പിടി താഴ്ത്തുമ്പോൾ ചാമ്പുകോൽ കയറുകയും അതിനെ ഉയർത്തുമ്പോൾ ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യും. ചാമ്പുകോലിന്റെ താഴേയുള്ള അംശത്തിലും മേലോട്ടു തുറക്കുന്ന ഒരു വാതിലുണ്ടു. ചാമ്പുകോൽ കയറുന്നതിനാൽ ഈ വാതിൽ അടഞ്ഞിട്ടു താഴേ വായു ഇല്ലാത്ത സ്ഥലം ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു വെള്ളത്തിന്മേൽ അമർത്തുന്ന വായു വെള്ളം കയറി താഴേയുള്ള വാതിലിനെ തുറന്നു ചാമ്പുകോൽവരേ കുഴലിനെ നിറെപ്പാൻ നിർബ്ബന്ധിക്കുന്നു. പിന്നേ ചാമ്പുകോലിനെ ഇറക്കുമ്പോൾ നാം അമർത്തുന്ന വെള്ളം താഴേയുള്ള വാതിലിനെ അടെച്ച ശേഷം വെള്ളത്തിന്നു തെററിപ്പോവാൻ യാതൊരു വഴി ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു ചാമ്പുകോലിലുള്ള വാതിലിനെ തുറന്നിട്ടു ചാമ്പുകോലിന്മേൽ നില്ക്കും. അതിൽ പിന്നേ ചാമ്പുകോലിനെ വീണ്ടും ഉയർത്തുന്നതിനാൽ താഴേ വീണ്ടും ഒഴിഞ്ഞ സ്ഥലം ഉളവാകുന്നതല്ലാതേ ചാമ്പുകോൽ അതിന്മേൽ നില്ക്കുന്ന വെള്ളത്തെയും പൊന്തിച്ച ചിത്രത്തിൽ നാം കാണുന്ന ചെറിയ കുഴലിലൂടേ പുറത്താക്കും.

194. ഇറുക്കമുള്ള വസ്ത്രം ധരിച്ചാൽ ശ്വാസം കഴിപ്പാൻ വിഷമം ആയി തീരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ശ്വാസം കഴിക്കുന്നതിനാൽ നാം പുതിയ ശുദ്ധവായുവിനെ കൈക്കൊള്ളുന്നു. നെഞ്ചിനെ വിസ്താരമാക്കുന്നതിനാൽ ഉള്ളിലുള്ള വായു വിരിഞ്ഞിട്ടു നേക്കമല്ലോ! ഇതിനാലുളവായ ഒഴിഞ്ഞ സ്ഥലത്തെ നിറക്കേണ്ടതിന്നു പുറമേയുള്ള വായുവി

ന്റെ അമൎത്തൽ മതി. ഇതിനാൽ പുതിയ വായുവിനെ പുറത്തുനിന്നു കൈക്കൊള്ളുന്നു. പിന്നേ നെഞ്ചിനെ വീണ്ടും ചുരുക്കി ശ്വാസകോശങ്ങളെ ഞെക്കുന്നതിനാൽ അശുദ്ധവായുവിനെ ശ്വാസനാളങ്ങളില്കൂടേ പുറത്താക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇറുക്കമുള്ള ഉടുപ്പു ധരിച്ചാലോ നെഞ്ചിനെ വിസ്താരമാക്കുവാൻ വളരേ പ്രയാസം. ശ്വസിക്കുന്നതിനാൽ രക്തത്തിന്നു വേണ്ടുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങൾ കിട്ടുന്നതുകൊണ്ടു ഇറുക്കമുള്ള വസ്ത്രങ്ങൾ വളരേ സുഖക്കേടിന്നു സംഗതിയാസ്സീരും.

195. നാം കുടിക്കുമ്പോൾ ദ്രവം വായിൽ ചെല്ലുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

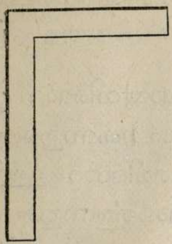
കുടിക്കുന്ന സമയം ശ്വാസംകഴിക്കുന്നതിനാൽ ഉള്ളിൽ നേൎത്ത വായുകൊണ്ടു നിറഞ്ഞ സ്ഥലം ഉളവാകുന്നതല്ലാതേ പുറമേയുള്ള വായു കൂടേ വെള്ളത്തെ അമൎത്തും. ഈ അമൎത്തലിന്നു ഉള്ളിൽ സാധാരണമായ വായുവിന്റെ വിരോധം എതിർ നില്ക്കായ്കകൊണ്ടു അകത്തു ചെല്ലും.

196. രണ്ടു പുറവും തുറന്നിരിക്കുന്ന ഒരു കുഴലിനെ വീഞ്ഞിലോ വെള്ളത്തിലോ മുക്കി മേലേ അററം ഒരു വിരൽകൊണ്ടു അടെച്ചാൽ അതു നിറെച്ച ദ്രവത്തെ എടുപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു? (Wine-tester.)

ഈ കുഴലിന്റെ രണ്ടു അററങ്ങൾ കുറേ ഇടുക്കവും നടുവു അധികം വിസ്താരമുള്ളതുമാകുന്നു. വീഞ്ഞിനെ കോരിയ ശേഷം രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളും തുറന്നിരുന്നാൽ വീഞ്ഞു താഴോട്ടു ഒഴുകും. കാരണം രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളിന്മേൽ അമൎത്തുന്ന വായുവിന്റെ ഫലം നിഷ്ഫലമായ്പോകുന്നതിനാൽ വീഞ്ഞു ഭൂവാകൎഷണത്തെ അനുസരിക്കും. മീതേയുള്ള ദ്വാരത്തെ പെരുവിരൽകൊണ്ടു അടെച്ചാലോ വായു കീഴിൽനിന്നു മാത്രം അമൎത്തുന്നതുകൊണ്ടു വീഞ്ഞിനെ താങ്ങീട്ടു അതു താഴോട്ടു ഒഴുകാതേ നില്ക്കും.

197. വളഞ്ഞ കുഴൽകൊണ്ടു ഒരു പാത്രത്തിൽനിന്നു വേറൊരു പാത്രത്തിലേക്കു വെള്ളം കയററുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു? (Syphon.)

No. 54.



ഈ വളഞ്ഞ കുഴലിന്നു രണ്ടു കാലുണ്ടു. ഒന്നു വലിയതും മറ്റൊന്നു ചെറുതും തന്നേ. നാം ചെറിയതിനെ വെള്ളത്തിലിട്ടു മറ്റേ ഭാഗത്തുനിന്നു ഈമ്പി അകത്തുള്ള വായുവിനെ നേൎപ്പിച്ച ശേഷം പാത്രത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിന്മേൽ അമൎത്തുന്ന വായുവിന്റെ ഘനം വെള്ളത്തെ ചെറിയ കുഴലിൽ കയറുവാൻ നിൎബ്ബന്ധിച്ചതിൽ പിന്നേ അതു തന്നാലേ വലിയ കുഴലിൽ കൂടി ഒഴുകും എങ്കിലും 189-ാം ചോദ്യത്തിൽ കണ്ട പ്രകാരം ചെറിയ കാലിന്നു 30 അടിയിൽ അധികം നീളമുണ്ടെങ്കിൽ വെള്ളം കയറുകയില്ല.

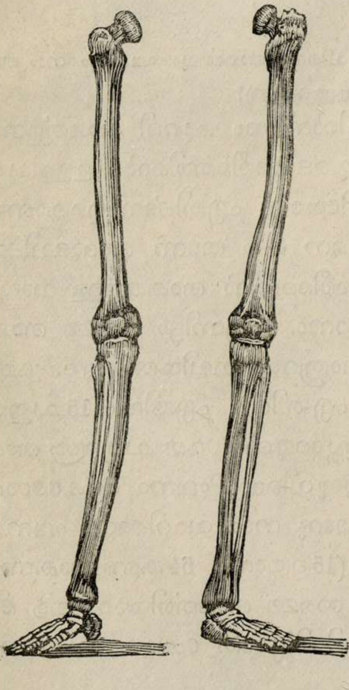
198. നമ്മെ ചുഴന്ന ഈ വായുവിന്റെ അമൎത്തലും ഘനവും നാം അശേഷം അനുഭവിക്കാതെയിരിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മെ എല്ലാ സ്ഥലങ്ങളിൽനിന്നും ചുറ്റി അമൎത്തുന്ന വായുവിന്റെ ഘനത്തെ നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ ഉള്ളിലും വ്യാപിക്കുന്ന വായു സമശക്തിയോടേ എതിൎക്കുന്നതുകൊണ്ടു നാം പുറമേയുള്ള അമൎത്തലിനെ ഒട്ടും തന്നേ അനുഭവിക്കുന്നില്ല. നാം അല്ല നമ്മുടെ ശരീരത്തിൻ അകത്തുള്ള വായു അത്രേ ഇതിനെ താങ്ങുന്ന താനും. എന്നിട്ടും നമ്മെ അമൎത്തുന്ന വായുവിന്റെ ഘനം അത്യന്തം വലിയതാകുന്നു. ഒരു മനുഷ്യന്റെ മേല്ഭാഗത്തിന്നു എങ്ങിനേ എങ്കിലും 15 ചതുരശ്ര അടിയുടെ വൎഗ്ഗത്തിൻ വിസ്താരമുണ്ടു. ഒരു ചതുരശ്ര അംഗുലത്തിന്മേൽ അമൎത്തുന്ന വായുവിന്റെ ഘനം ഏകദേശം 15 റാത്തലോടു സമം ആകകൊണ്ടു നാം വഹിക്കുന്ന ഘനം 32.400 റാത്തൽ അല്ലെങ്കിൽ (15 തൊൻ) 54 കണ്ടിയാകുന്നു. വായു ഒരു ഭാഗത്തേക്കു തന്നേ നമ്മെ അമൎത്തിയാൽ ആ ദിക്കിലേക്കു നടപ്പാൻ നമുക്കു കഴിവില്ലാതെ പോകുമായിരുന്നു.

199. സഞ്ചാരികൾ ഉയൎന്ന മലകളിൽ കയറുമ്പോൾ തോലിന്റെ ഭാഗങ്ങളിൽനിന്നു (വിശേഷാൽ അധരങ്ങളിൽനിന്നു) രക്തം പൊടിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്മേൽ അമൎത്തുന്ന വായുവിന്റെ തൂൺ മലമേൽ കയറുന്നേടത്തോളം കുറഞ്ഞുപോകുന്നതുകൊണ്ടു അമൎത്തലും കുറഞ്ഞുപോകും. ശരീരത്തിന്റെ ഉള്ളിലോ വായു മുമ്പെ ചെയ്തുവന്നപ്രകാരം അമൎത്തുന്നതുകൊണ്ടും പെട്ടന്നു പുറമേയുള്ള വായുവിനോടു ചേരുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതുകൊണ്ടും രക്തത്തിൻ ചെറിയ ഞരമ്പുകളെ പൊട്ടിച്ചുകളയും.

No. 55.



200. സമഭൂമികളെക്കാൾ നാം ഉയൎന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽവെച്ചു അധികം വേഗം തളരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാം നടക്കുമ്പോൾ കൈകാലുകളെ പൊന്തിക്കുന്നതു നാം മാത്രം ആകുന്നു എന്നു വിചാരിക്കേണ്ട; നമ്മെ ചൂഴന്ന വായു ഇതിന്നു സഹായിക്കുന്നു. മലകളിലുള്ള നേൎത്ത വായുവിന്നോ ഇത്ര നല്ലവണ്ണം വഹിപ്പാൻ കഴിയാ. മനുഷ്യന്റെ കൈത്തണ്ടയെല്ലുകൾ ഇടയെല്ലുകൾ, നിട്ടെല്ലുകൾ, കാൽവണ്ണയെല്ലു മുതലായ എല്ലുകളുടെ വില്ലിച്ച അററങ്ങൾ മററുള്ള എല്ലുകളുടെ കുഴിഞ്ഞ അററങ്ങളിൽ ചേൎന്നിരിക്കുന്നതു കൂടാതെ രണ്ടു

എല്ലുകളുടെ ഇടയിൽ വായു പ്രവേശിക്കാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു എത്രയും ഇറുക്കമുള്ള ചില തോലുകളെ ചുററും കാണാം. ഈ സ്ഥലങ്ങളുടെ ഉള്ളിൽ വായു ഇല്ലായ്കയാൽ പുറമേയുള്ള വായു എല്ലുകളെ ശരീരത്തോടു ശരിയായി ചേരുവാൻ തക്കവണ്ണം അമൎത്തും. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു മാംസപേശികളെ മുറിച്ചാലും എല്ലുകൾ തമ്മിൽ വേൎപിരിഞ്ഞു പോകയില്ല; ആ കുഴിഞ്ഞ അററത്തെ തുളെച്ചാലോ വായു അകത്തു ചെല്ലുന്നതുകൊണ്ടു എല്ലു വേൎപിരിഞ്ഞു വീഴും.

201. പെരുത്ത് ഉഷ്ണത്താലോ കൊടുങ്കാററു വരുന്നതിന്നു മുമ്പേയോ നാം തളൎന്നു പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

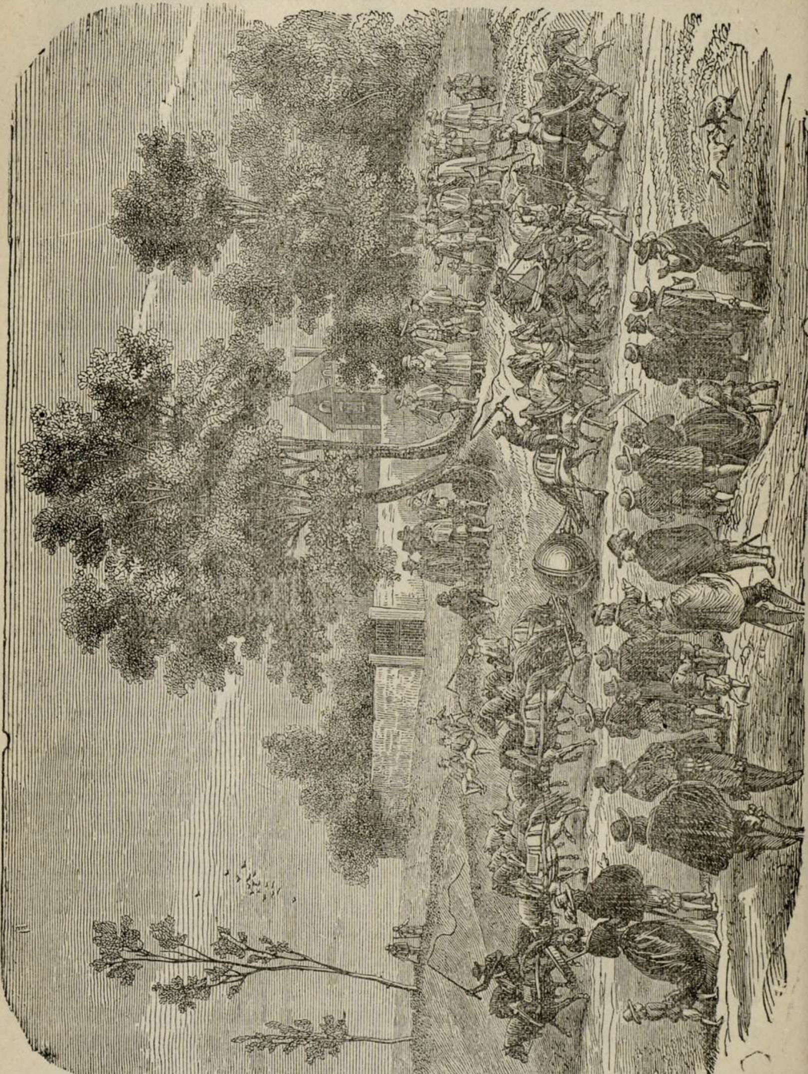
പെരുത്ത് ഉഷ്ണത്താൽ നേൎത്തും നനവുകൊണ്ടു ഘനം കുറഞ്ഞും ഇരിക്കുന്ന വായു നമ്മുടെ മേൽ അധികം അമൎത്തായ്കയാൽ ശരീരത്തിലുള്ള വായു അധികരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വിരിഞ്ഞു നമ്മുടെ ഞരമ്പുകളെയും മജ്ജാതന്തുക്കളെയും ഞെക്കുന്നതിനാൽ തളൎച്ചയും സുഖക്കേടും വരുത്തും.

202. ഉയൎന്ന മലകളുടെ അടിയിൽ ഒഴിഞ്ഞ കുപ്പി നല്ലവണ്ണം അടെച്ചു പൎവ്വതശിഖരത്തിന്മേൽ വെച്ചു തുറക്കുമ്പോൾ വായു ബഹു ബലത്തോടേ പുറപ്പെടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മലമുകളിലുള്ള നേൎത്ത വായുവിനെക്കാൾ സമഭൂമിയിലുള്ള വായു തിങ്ങിയതാകുന്നുവല്ലോ. അതുകൊണ്ടു കുപ്പിയിലുള്ള വായു അധികം അമൎന്നു പുറമേയുള്ള വായുവിനോടു സമത്വം വരുത്തേണ്ടതിന്നു എത്രയും ബലത്തോടേ പുറപ്പെടും.

203. ഒഴിഞ്ഞ രണ്ടു അൎദ്ധഗോളങ്ങളെ വായു ഇവയിൽ പ്രവേശിപ്പാൻ കഴിയാതവണ്ണം അടെച്ചിട്ടു ഒരു യന്ത്രത്തെക്കൊണ്ടു അവയിൽനിന്നു വായു നീക്കിയ ശേഷം അൎദ്ധഗോളങ്ങളെ വീണ്ടും വേർതിരിപ്പാൻ ഒരുവൻെറ ശക്തി പോരാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 56.



ഗോളത്തിലുള്ള വായുവിനെ നീക്കിയ ശേഷം അതിനെ അമൎത്തുന്ന വായുവിന്റെ ഘനത്തെ വിരോധിക്കേണ്ടതിന്നു ഒന്നും ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു അൎദ്ധഗോളങ്ങളെ തമ്മിൽ വേൎതിരിപ്പാൻ ശ്രമിക്കുന്നവൻ ഈ സംഘാതത്തെ മുഴുവൻ ജയിക്കേണ്ടതാകുന്നു. ഒരു ചതുരശ്ര അംഗുലത്തിന്മേൽ അമൎത്തുന്ന വായുവിന്റെ ഘനം 15 റാത്തലാകകൊണ്ടു ഗോളം എത്രയും ചെറുതാകുന്നെങ്കിലും രണ്ടംശങ്ങളെയും അന്യോന്യം വേൎതിരിപ്പാൻ പെരുത്തു അദ്ധ്വാനം വേണം. വായുവിന്റെ പ്രവേശനത്തിന്നുള്ള ചെറിയ ദ്വാരത്തെ തുറക്കുമ്പോൾ വായു പ്രവേശിക്കും, ഉടനേ ഉണ്ടയെ രണ്ടംശങ്ങളാക്കി വേൎതിരിപ്പാൻ യാതൊരു പ്രയാസവുമില്ല. മക്തൻബുൎഗ്ഗ് എന്ന പട്ടണത്തിലേ അധികാരിയായിരുന്ന ഒത്തോഗേരിഖേ (Otto von Guericke.) വായുവിനെ വലിച്ചെടുക്കേണ്ടതിന്നു ഒരു യന്ത്രത്തെ സങ്കല്പിച്ച ശേഷം 1654 ഇൽ ചക്രവൎത്തിനിയുടെയും രാജസഭയുടെയും മുമ്പാകേ ഈ യന്ത്രത്തിന്റെ ഫലം കാണിക്കേണ്ടതിന്നു ഒരു ഉണ്ടയിൽനിന്നു വായുവിനെ എല്ലാം നീക്കിക്കളഞ്ഞു. ഉണ്ടയുടെ വിട്ടത്തിന്നു 2 അടി മാത്രം നീളം ഉണ്ടായിരുന്നിട്ടും 24 കുതിരകൾക്കു പോലും രണ്ടു ഭാഗങ്ങളെയും വേൎതിരിപ്പാൻ വേണ്ടുവോളം ശക്തി ഉണ്ടായില്ല.

204. **അല്പം വായു അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തി യന്ത്രത്താൽ ഏകദേശം വായു ഇല്ലാത്ത സ്ഥലത്തു വെച്ചു വീൎക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

ഉതളിയുടെ ചുററുമുള്ള വായുവിനെ വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ ഉതളിയിന്മേലുള്ള അമൎത്തലും ഇല്ലാതേ ആയ്തീൎന്നിട്ടു അകത്തുള്ള വായു തടസ്ഥം കൂടാതേ വിരിഞ്ഞു കഴിയുന്നേടത്തോളം അധികം സ്ഥലത്തെ നിറെപ്പാൻ ശ്രമിക്കുന്നു.

205. **വായുകൊണ്ടു നിറഞ്ഞതും അടെക്കപ്പെട്ടതുമായ ഒരു കപ്പി വായു ഇല്ലാത്ത സ്ഥലത്തു വെച്ചു പലപ്പോഴും പൊട്ടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

വായുവിനെ വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ പുറമേയുള്ള വായുവിന്റെ സംഘാതം നീങ്ങീട്ട അകത്തുള്ള വായു വിരിയുന്നതിനാൽ കുപ്പി പൊട്ടിപ്പോകും.

206. മുട്ടയുടെ കൂൎത്ത അററത്തു ഒരു ചെറിയ ദ്വാരം ഉണ്ടാക്കി ഈ ദ്വാരത്തെ താഴോട്ടു ആക്കി പിടിച്ചിട്ടു മുട്ടയെ വായു ഇല്ലാത്ത സ്ഥലത്തു കൊണ്ടു പോയാൽ കരു പുറപ്പെട്ടു പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മുട്ടയുടെ വളഞ്ഞ അററത്തു തോടിന്റെയും ഉള്ളിലുള്ള തോലിന്റെയും നടുവെ ഒരല്പം വായു ഉള്ളതുകൊണ്ടു പുറമേയുള്ള വായു നീങ്ങിയ ശേഷം ആ വായു വിരിയുന്നതിനാൽ കരുവിനെ അമുക്കി പുറത്താക്കുന്നു.

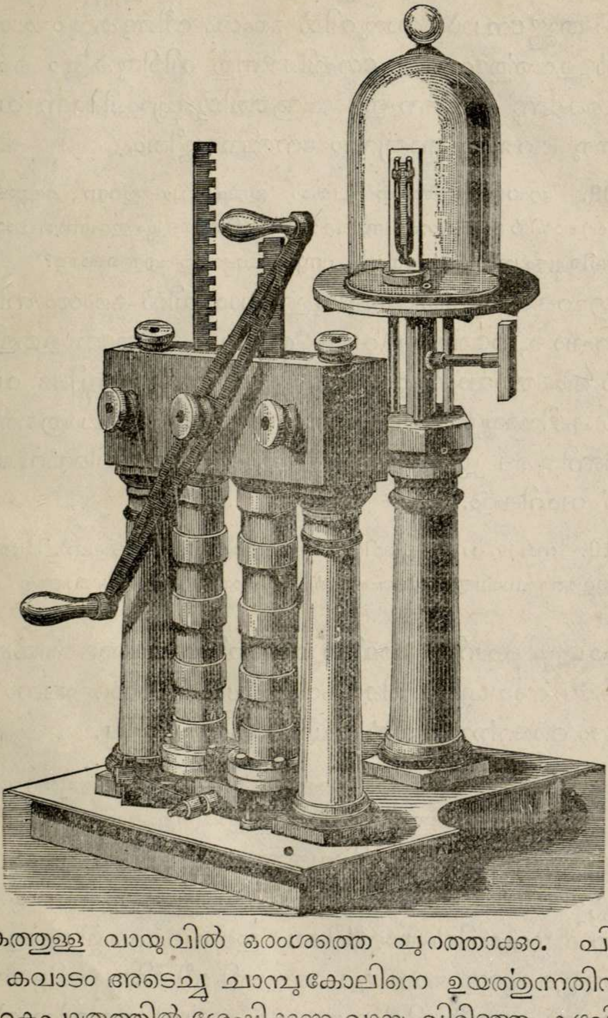
207. വായുബഹിഷ്കരണയന്ത്രത്തിന്റെ ഗ്രഹകപാത്രത്തിൽ ഒരു തവളയെ വെച്ചിട്ടു വായുവിനെ ചാമ്പി എടുത്താൽ ആ തവള വീൎത്തു പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പുറമേയുള്ള വായു തവളയുടെ പുറത്തു അമൎത്തുന്നില്ലെങ്കിൽ അതിന്റെ തോലിന്റെ ഇടയിലുള്ള വായു വിരിഞ്ഞു തോൽ വലിയുന്നതിനാൽ തവളയുടെ രൂപം മാറും.

208. വായുബഹിഷ്കരണയന്ത്രത്തിന്റെ ചാണയുടെ മേൽ വെച്ച കണ്ണാടി വായു അല്പം നീക്കിയ ശേഷം എടുപ്പാൻ കഴിയാതവണ്ണം ചാണയോടു പററിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അകത്തുള്ള വായു നീങ്ങിയ ശേഷം പുറമേയുള്ള വായുവിന്റെ ഘനം മുഴുവൻ ഈ കണ്ണാടിയിന്മേൽ അമൎത്തുന്നതുകൊണ്ടു അതു എടുക്കേണമെങ്കിൽ ആ അമൎത്തലിനെ ജയിക്കേണ്ടി വരും. ഈ യന്ത്രത്താൽ വായുവിനെ അശേഷം ഇല്ലാതാക്കുവാൻ കഴിയുന്നില്ലെങ്കിലും അതിനെ എത്രയോ നേൎമ്മയാക്കുവാൻ പാടുണ്ടാകും. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ രണ്ടു ചാമ്പുകോൽ കാണുന്നെങ്കിലും ഒന്നിന്റെ പ്രവൃത്തി ബോധിച്ചാൽ മതി. ചാമ്പുകോൽ താഴ്ത്തുന്ന സമയം അടിയിൽ കാണുന്ന ചെറിയ കവാടത്തെ തുറക്കുന്നതിനാൽ യന്ത്രത്തിന്റെ

No. 57.



അകത്തുള്ള വായുവിൽ ഒരംശത്തെ പുറത്താക്കും. പിന്നേ ആ കവാടം അടെച്ച ചാമ്പുകോലിനെ ഉയൎത്തുന്നതിനാൽ ഗ്രഹകപാത്രത്തിൽ ശേഷിക്കുന്ന വായു വിരിഞ്ഞു കുഴലിനെ

നിറെക്കുന്നതിനാൽ നേൎത്തുപോകുന്നു. ഇവ്വണ്ണം ചാമ്പു കോൽ താഴ്ത്തുമ്പോൾ വായുവിൽ ഒരംശം നീങ്ങുകയും ചാമ്പു കോൽ ഉയൎത്തുമ്പോൾ ശേഷിക്കുന്നതു വിരിയുകയും ചെയ്യു ന്നതു കൊണ്ടു ക്രമേണ ഈ യന്ത്രത്തിൽ വ്യാപിക്കുന്ന വായു കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു അത്യന്തം നേൎമ്മയായ്തീരും.

209. ഗ്രഹകപാത്രത്തിന്നു പകരം ഇരുപുറവും തുറന്ന കണ്ണാടിയും (Cylinder) അതിൻ മേൽഭാഗം വസ്തികൊണ്ടു കെട്ടി അടെച്ചും ഇരുന്നാൽ വായുവി നെ വലിച്ചെടുപ്പാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ വസ്തി പൊട്ടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഗ്രഹകപാത്രത്തിന്നുള്ളിലുള്ള വായുവിൽ ഒരംശം നീങ്ങി യ ശേഷം പുറമേയുള്ള വായു തടസ്ഥം കൂടാതേ ഉതളിയി ന്മേൽ അമൎത്തുവാൻ തുടങ്ങും. ഈ ഘനം വസ്തിക്കു വഹി പ്പാൻ കഴിയായ്കയാൽ പൊട്ടിപ്പോകും. ഗ്രഹകപാത്രത്തിന്നു ഒരു മണിയുടെ രൂപം ഉണ്ടാകകൊണ്ടു വായുവിന്റെ അമ ൎത്തൽ വഹിക്കാം.

210. നാം 197-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച കുഴലിനെ (കുടിലനാളി Syphon) വായു ഇല്ലാത്ത സ്ഥലത്തു (രിക്തകയിൽ) വെച്ചാൽ വെള്ളം ഒഴുകാത്തതു എന്തു കൊണ്ടു?

വെള്ളം ചെറിയ കാലിൽ വായുവിന്റെ അമൎത്തൽകൊ ണ്ടു കയറുന്നുവല്ലോ. രിക്തകയിൽ വായുവിന്റെ ഘനം ഏക ദേശം അമൎത്തായ്കയാൽ വെള്ളം കയറുകയില്ല.

211. ബീരയും ചില അയിരുള്ള വെള്ളങ്ങളും (Mineral waters) രിക്ത കയിൽ വെച്ചാൽ ഈ ദ്രവങ്ങളുടെ രുചി പോയ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ ദ്രവങ്ങൾക്കു രുചി വരുത്തുന്നതു അവയിലുള്ള അം ഗാരാമ്ലം (Carbonic acid) എന്നുള്ള വാഷ്പമത്രേ. വായു ഇ ല്ലാത്ത സ്ഥലത്തിൽ അന്തരീക്ഷം ഈ വക വാഷ്പങ്ങളെ കീ ഴമൎത്തായ്കകൊണ്ടു അവ മുക്തങ്ങളായി നീങ്ങിപ്പോയിട്ടു രുചി പോയ്പോകും. ബീരയിൽ ഈ വാഷ്പം പുളിക്കുന്നതിനാൽ ഉ

ഉവാകുന്നു. അയിരുള്ള വെള്ളങ്ങളിലോ അവ ഭൂമിയുടെ ഉദരത്തിൽ പാറകളില്കൂടേ ഒഴുകുന്ന സമയം ഈ പാറകൾ അവയെ അമൎത്തുന്നതിനാൽ ഉണ്ടായി വരാറുണ്ടു.

212. കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള ഒരു കുഴലിൽനിന്നു വായുവിനെ നീക്കിയ ശേഷം ഈയംകൊണ്ടുള്ള ഒരു ഉണ്ടയും ഒരു തൂവലും ഒരുമിച്ചു താഴോട്ടു ഇട്ടാൽ ഒരേ വേഗതയിൽ തന്നേ വീഴുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂവാകൎഷണം യാതൊരു പക്ഷഭേദം കൂടാതേ എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും ഒരു പോലേ ആകൎഷിക്കുന്നെങ്കിലും വസ്തുക്കളുടെ ഘനപ്രകാരം വായു ഈ വീഴുന്ന വസ്തുക്കളെ തടുക്കുന്നതുകൊണ്ടു ആകാശത്തിൽ സാക്ഷാൽ ഈയക്കട്ടിക്കും തൂവലിന്നും വലിയ ഭേദം ഉണ്ടു. രിക്തതയിൽ അങ്ങിനേ അല്ല, ഇതിൽ ഭൂവാകൎഷണം മാത്രം വ്യാപരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വീഴുന്ന എല്ലാ വസ്തുക്കളുടെയും വേഗത സമമായിരിക്കും.

213. പദാൎത്ഥങ്ങൾക്കു ആകാശത്തിലുള്ളതിനെക്കാൾ വായു ഇല്ലാത്ത സ്ഥലത്തു ഇത്തിരി അധികം ഘനം ഉണ്ടാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

169-ാം ചോദ്യത്തിൽ നാം വെള്ളത്തെ സംബന്ധിച്ചു നിശ്ചയിച്ച സൂത്രം വായുവിലുള്ള വസ്തുക്കൾക്കും പററുന്നു. ഒരു വസ്തുവിനെ സാക്ഷാലുള്ള അതിന്റെ സ്ഥലത്തുനിന്നു നീക്കിയ വായുവിന്റെ ഘനം കുറഞ്ഞു പോകും. ഘനത്തിന്റെ ഈ അംശത്തെ വായു താങ്ങുന്നതുകൊണ്ടു വസ്തുവിനെ വായുവിൽ തൂക്കുന്ന സമയം അതു കണക്കിൽ വെപ്പാൻ പാടില്ല. വളരേ സ്ഥലത്തെ നിറെക്കുന്ന ഘനമില്ലാത്ത വസ്തുക്കളിൽനിന്നു വായുവിനാൽ അധികം ഘനഭേദം ഉണ്ടാകും. അതിൻ പ്രകാരം ഒരു റാത്തൽ ഇരിമ്പു വായുവിൽ അല്പം മാത്രം ഭേദിക്കുന്നെങ്കിലും വായുവിൽ തൂക്കുന്ന ഒരു റാത്തൽ തൂവലിന്നു വളരേ ഭേദം ഉണ്ടാകും.

214. ഒരു നാളത്തിൽ കൂടി വീഞ്ഞു ഒരു കുപ്പിയിൽ പകരുമ്പോൾ അതു കുപ്പിയിൽ വീഴാതെ ചിലപ്പോൾ തുകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാളം മുറുകേ ഇടുമ്പോൾ അകത്തുള്ള വായുവിന്നു തെററിപ്പോവാൻ വഴി ഇല്ലായ്കയാൽ പകൎന്ന വീഞ്ഞു വായുവിനെ ഇടുങ്ങിയ സ്ഥലത്തു ഇരിപ്പാൻ തക്കവണ്ണം ഫേമിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വായു അതിന്റെ അയവുപ്രകാരം നാളത്തിലൂടേ ചെല്ലുവാൻ ശ്രമിക്കുമളവിൽ അവിടേയുള്ള വീഞ്ഞിനെ പുറത്താക്കും.

215. കൊടുങ്കാററുകൊണ്ടു പലപ്പോഴും വൃക്ഷങ്ങൾ പൊട്ടിവീഴുന്നതും വീടുകൾ മറിഞ്ഞുവീഴുന്നതും എന്തുകൊണ്ടു?

ഘൎമ്മഭേദങ്ങളാൽ ആകാശത്തിന്നു പല സ്ഥലങ്ങളിലും ഉയരങ്ങളിലും പലവിധമായ ഒതുക്കവും നിവിഡതയും ഉണ്ടായി വരുന്നതിനാൽ അധികം തിങ്ങിയ വായു അതിൻ അയവു പ്രകാരം അധികം നേൎത്ത വായുവിനെ അതിക്രമിച്ചു, വലിയ ഭേദം ഉണ്ടെങ്കിൽ, എത്രയും ബലത്തോടേ എല്ലാ തടസ്ഥങ്ങളെ പോലും നീക്കിക്കളെയും.

216. കുട്ടികൾ കളിക്കുന്ന മരത്തോക്കിന്റെ ഒരു അററത്തു കൂടി ക്ഷണം ഒരു ആപ്പു അകത്തു തള്ളിയാൽ മറേറ ആപ്പു ഒരു ശബ്ദത്തോടേ തെറിച്ചു പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

രണ്ടു ആപ്പുകളുടെ നടുവിലിരിക്കുന്ന വായു ഒന്നാമത്തേ ആപ്പു അകത്തു ചെന്നു തട്ടുന്നതിനാൽ എത്രയും ചൂളി അധികം സ്ഥലം കിട്ടുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതിനാൽ ബലത്തോടേ രണ്ടാമത്തേ ആപ്പിനെ പുറത്താക്കും.

217. വായുത്തോക്കിൽനിന്നു ഒരു മനുഷ്യനെ കൊല്ലുവാൻ തക്കവണ്ണം ഉണ്ട പുറപ്പെട്ടു ഓടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ തോക്കിന്റെ ചട്ടയിൽ ലോഹംകൊണ്ടുള്ള ഒരു പാത്രം ഉണ്ടു. ഒന്നാമതു വായുനിസ്സാരണയന്ത്രത്തെക്കൊണ്ടു ഈ പാത്രത്തിലുള്ള വായുവിനെ നല്ലവണ്ണം അമൎത്തുന്നതി

നാൽ വായുവിന്റെ പതവും അയവും അത്യന്തം വൎദ്ധിക്കു ന്നു. പാത്രത്തിലുള്ള ചെറിയ കവാടത്തിൽ ഒരു ഉണ്ട വെ ച്ചു കവാടത്തെ തുറന്ന ഉടനേ വായു മഹാശക്തിയോടേ പുറ പ്പെട്ടിട്ടു ഉണ്ടയെ ദൂരത്തു എറിഞ്ഞു കളയും. വെടിവെക്കുന്ന സമയം ഉണ്ടയുടെ മുമ്പിലും പിമ്പിലും ചൂളിയ വായു വ്യാ പിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വലിയ ഒച്ച കേൾക്കയില്ല.

218. ഒരു ഉണ്ടയോടു തുല്യമായ കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള കുപ്പിയിൽ പകുതി വെള്ളം നിറെച്ചിട്ടു വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങുന്ന ഒരു കുഴൽ ഇട്ടു കുഴലിൽ ഊതുമ്പോൾ വെള്ളം പുറത്തു തുറിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു? (Hero's Fountain).

നാം ഈ കുഴൽ ചുററും വായു പ്രവേശിക്കാത്തവണ്ണം കുപ്പിയിൽ ഇട്ടു ഉറപ്പിച്ചിട്ടു ഇതിൽ ഊതുന്നതിനാൽ വെള്ള ത്തിന്റെ മീതേ നില്ക്കുന്ന വായു ചൂളിപ്പോകും. അതു ഊതുന്ന വായു വെള്ളത്തിൽ കയറി അതിന്റെ മീതേയുള്ള വായുവി നോടു ചേരുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. ഇവ്വണ്ണം കുപ്പിയിലുള്ള വായു വിന്നു പുറമേയുള്ള വായുവിനെക്കാൾ കട്ടി ഉണ്ടാകകൊണ്ടു അതു വെള്ളത്തിന്മേൽ അമൎത്തുന്നതിനാൽ അന്തൎവായു സാ ധാരണമായ വായുവിനോടു സമമാസ്തീരുവോളം വെള്ളം തുറി ക്കും. 210-ാമതിൽ (B. C.) ഹെരോൻ എന്ന യവനതത്വജ്ഞാ നി ഈ സൂത്രം കണ്ടെത്തിയതുകൊണ്ടു ആ കുപ്പിക്കു ഹെരോ ന്റെ കുപ്പി എന്ന പേരുണ്ടു.

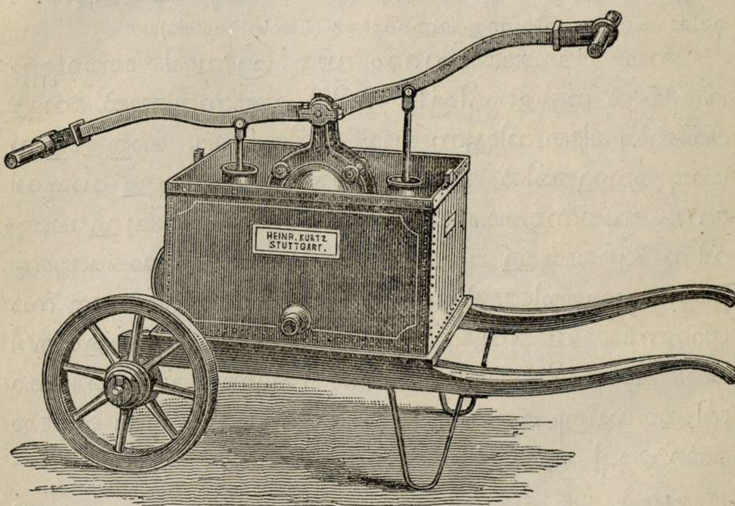
219. പിസ്ക്കാരികൊണ്ടു വെള്ളം തുറിപ്പിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു പിസ്ക്കാരി നാം 193-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച യന്ത്ര ത്തോടു എത്രയും തുല്യമായ യന്ത്രമാകുന്നു. അതിന്റെ രണ്ടു അംശങ്ങളോ, മുമ്പിൽ ഒരു അററം കൂൎത്ത കുഴലും ഇതിനകത്തു നാം വലിക്കയും വിടുകയും ചെയ്യുന്ന ഒരു ചാമ്പുകോലും ത ന്നേ. നാം കൂൎത്ത അററത്തെ വെള്ളത്തിൽ മുക്കി ചാമ്പുകോൽ വലിക്കുമ്പോൾ കുഴലിൽ ഒരു രിക്തത ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു വെ

ള്ളത്തിന്മേൽ അമൎത്തുന്ന വായു വെള്ളത്തെ കുഴലിൽ പ്രവേശിപ്പാൻ ശ്രമിക്കും. പിന്നേ പിസ്ത്ഥാരിയെ എടുത്തു ചാമ്പുകോൽ വിടുന്നതിനാൽ നാം വെള്ളത്തെ തുറിപ്പാൻ നിൎബ്ബന്ധിക്കുന്നു താനും. ഈ പിസ്ത്ഥാരിക്കും ജലാരോഹകയന്ത്രത്തിന്നും (193-ാം ചോദ്യം) എന്തൊരു ഭേദം?

220. തീ കെടുക്കുന്ന ജലയന്ത്രത്തിൽ (Fire-engine) നിന്നു വെള്ളം ഇടവിടാതേ തുറിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 58.



ഈ യന്ത്രം ഒരുവിധേന നാം 218-ാം ചോദ്യത്തിൽ തെളിയിച്ച ഹെരോന്റെ ഉണ്ടയും ഈ ഉണ്ടയിൽ എപ്പോഴും വെള്ളം കയറ്റുന്ന രണ്ടു പിസ്ത്ഥാരിയും അത്രേ എന്നു പറയാം. വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു വലിയ പെട്ടിയുടെ നടുവിൽ ഒരു വലിയ പാത്രം ഉണ്ടു. ഇതിൻ രണ്ടു ഭാഗങ്ങളിൽ അകത്തേക്കു തുറക്കുന്ന രണ്ടു ചെറിയ കവാടങ്ങൾ ഉണ്ടു. ഈ

രണ്ടു കവാടങ്ങളൂടേ വെള്ളം രണ്ടു കുഴലുകളിൽനിന്നു പാത്രത്തിലേക്കു ഒഴുകുന്നു. ഈ രണ്ടു കുഴലുകൾ ഇടത്തും വലത്തും നില്ക്കുന്ന രണ്ടു പിസ്തൂാരികളിൽനിന്നു (ജലാരോഹകയന്ത്രങ്ങൾ) വരുന്നവയാണ്. ഈ രണ്ടു പിസ്തൂാരികളും 218-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ചതിനെ പോലേ ആയാലും വെള്ളം പ്രവേശിക്കുന്ന വായിൻ ഉള്ളിൽ മേലോട്ടു തുറക്കുന്ന ഒരു കവാടമുണ്ടു. പാത്രത്തിൽനിന്നു 218-ാം ചോദ്യത്തിൽ നാം കണ്ടപ്രകാരം ഒരു കുഴൽ മേലോട്ടു നടത്തുന്നു എങ്കിലും അതു ആദ്യം അടെക്കേണം. ചാമ്പുകോൽ കയറിപ്പോകുമ്പോൾ കുഴലിൽ ഒഴിഞ്ഞ സ്ഥലം ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു പെട്ടിയിൽനിന്നു വെള്ളം കുഴലിൽ കയറി കവാടത്തെ തുറന്നു കുഴലിനെ നിറെക്കും. ചാമ്പുകോൽ താഴ്ത്തുന്നെങ്കിലോ വെള്ളത്തിൻെറ അമൎത്തൽ മേലോട്ടു തുറക്കുന്ന കവാടത്തെ അടെച്ചിട്ടു വെള്ളത്തിന്നു തെററിപ്പോകേണ്ടതിന്നു വേറേ വഴി ഇല്ലായ്കയാൽ പാത്രത്തിൻ കവാടം തുറന്നു പാത്രത്തിലേക്കു ഒഴുകും. ചാമ്പുകോൽ വീണ്ടും പൊന്തിക്കുമ്പോൾ പാത്രത്തിൻെറ കവാടം അടഞ്ഞു കുഴലിൽ കവാടം തുറക്കുന്നതിനാൽ വീണ്ടും വെള്ളം കയറും. ഒരു യന്ത്രത്തിൽ ചാമ്പുകോൽ കയറുന്നസമയം വേറേ പിസ്തൂാരിയിൽ അതു താണുപോകുന്നതുകൊണ്ടു വെള്ളം നിരന്തരമായി പാത്രത്തിൽ ഒഴുകും. ഇപ്രകാരം പാത്രത്തിൽ വെള്ളം വൎദ്ധിക്കുന്തോറും മുമ്പേ പാത്രത്തിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന വായുവിനെ ഞെക്കി മേല്ക്കുമേൽ അമൎത്തുന്നതുകൊണ്ടു മേലോട്ടു ഉള്ള കുഴലിനെ തുറക്കുമ്പോൾ വെള്ളം മഹാബലത്തോടേ തുറിച്ചു രണ്ടു യന്ത്രങ്ങൾ പ്രവൃത്തിക്കുന്നേടത്തോളം ഒഴുകും. ഹെരോൻെറ ഉണ്ടയിൽ അധികം വായു അകപ്പെടുന്നതിനാൽ അമൎത്തൽ ഉളവാകുന്നു. ഈ യന്ത്രത്തിലോ വെള്ളം വൎദ്ധിക്കുന്നതിനാൽ

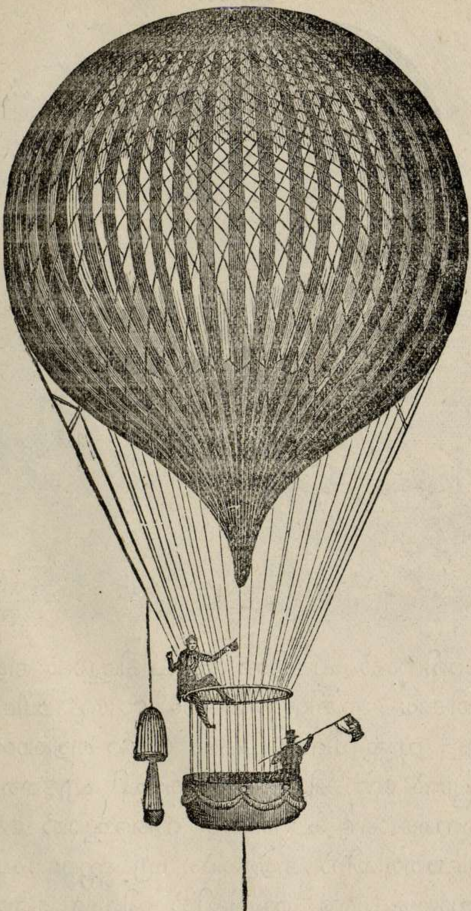
വായുവിന്നു ഞെരുക്കവും വെള്ളത്തിന്മേൽ ഒരു അമൎത്തലും ഉണ്ടായ്വരുന്നതു കാണാം.

221. ആകാശത്തിൽ നീന്തുവാൻ കഴിയുന്നതെങ്ങിനേ?*

വെള്ളത്തിൽ ഒരു വസ്തു നീക്കിയ വെള്ളത്തിന്നു ആ വസ്തുവിനെക്കാൾ ഘനം ഉണ്ടെങ്കിൽ ആ വസ്തു നീന്തും എന്നു നാം കേട്ടുവല്ലോ. അതിൻവണ്ണം ഇരിമ്പു തകിടാക്കി തടി കുറഞ്ഞതായിവന്നാൽ അതുകൊണ്ടു ഉണ്ടാക്കിയ ആ കപ്പലിൽ ആകാശം വളരേ കൊള്ളുകകൊണ്ടു ആണ്ടുപോകയില്ല. ഇങ്ങിനേ തന്നേ ആകാശത്തിൽ വെച്ചു ഒരു വസ്തു നീക്കുന്ന തല്പമാണത്തിലുള്ള ആകാശത്തിന്നു ആ വസ്തുവിനെക്കാൾ ഘനം ഉണ്ടെങ്കിൽ അതു ആകാശത്തിൽ നീന്തേണം. അതുകൊണ്ടു വിദ്വാന്മാർ ആകാശത്തെക്കാൾ ഘനം കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കളെ കണ്ടെത്തുവാൻ വളരേ പ്രയത്നിച്ചു. ആകാശത്തെ ചൂടാക്കുന്നതിനാൽ ആകാശം വിരിഞ്ഞു ഘനം കുറഞ്ഞുപോകും. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു ചൂടുള്ള ആകാശം എപ്പോഴും മേലോട്ടു കയറും. ഇതു വിചാരിച്ചു മൊംഗോല്ഫിയെ (Montgolfier) എന്ന ഫ്രാഞ്ചിക്കാരൻ പട്ടുകൊണ്ടു ഒരു വലിയ പന്തുണ്ടാക്കി പശതേച്ചു അതിൻെറ താഴേ ഒരു മാതിരി തോണി കെട്ടി പന്തിൻെറ കീഴിൽ താഴേ തുറന്നിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തു തീ കൊളുത്തിയാൽ പന്തിലുള്ള വായു ചൂടിനാൽ വിരിഞ്ഞു ഒരംശം നീങ്ങിപ്പോയ ശേഷം ശേഷിക്കുന്നതു ചുററുമുള്ള ആകാശത്തെക്കാൾ ഘനം കുറഞ്ഞതാകകൊണ്ടു മേലോട്ടു കയറും എന്നു നിശ്ചയിച്ചു. പന്തു, അതിനോടു ചേൎക്കപ്പെട്ട തോണി, തോണിയിലുള്ള ആളുകൾ എന്നിവ നിറെക്കുന്ന ആകാശത്തിൻെറ അംശത്തെക്കാൾ ഘനം കുറഞ്ഞതാകുന്നെങ്കിൽ അതെല്ലാം മേ

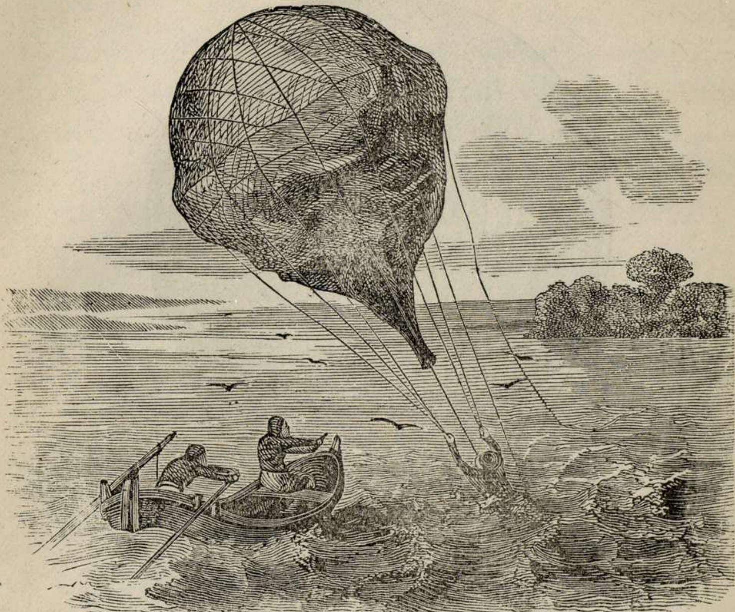
*സൂചകം. പാഠമാല (by Dr. H. Gundert) "ആകാശനീന്തവും", കേരളോപകാരി 1876, 81-ാം ഭാഗവും 1878, 56-ാം ഭാഗവും നോക്കുക.

No. 59.



ലോട്ടുനീന്തും. മേല്പറഞ്ഞ വിദ്വാൻ ഈ വക തോണിയിൽ 1783 ജൂൻമാസം 5-ാംനു- ആകാശനീന്തം കഴിച്ചു. എങ്കിലും ഈ വക ആകാശനീന്തം വളരേ അപായമുള്ള കാൎയ്യ

No. 60.



മാണ്. കാററിനാൽ പന്തിന്നു തീ പിടിച്ചാൽ ആപത്തു ഭയങ്കരമായിരിക്കും. ഇതിൻനിമിത്തം വേറേ ചില ശാസ്ത്രികൾ ചൂട്ടുള്ള വായുവിന്നു പകരം വേറേ ആകാശഭേദത്തെ പ്രയോഗിപ്പാൻ നോക്കി. കല്ക്കരി കാച്ചി എടുത്ത അംഗാരകവായുവിനെക്കൊണ്ടു പന്തിനെ നിറെച്ചാൽ മേലോട്ടു കയറാം. വിലാത്തിയിൽ ആളുകൾ എണ്ണെക്കു പകരം ഈ അംഗാരകവായു കൊണ്ടു രാത്രിയിൽ വിളക്കു കത്തിക്കുന്നതിനാൽ ഈ ആവി കിട്ടുവാൻ പ്രയാസമില്ല; അതു ആകാശത്തെക്കാൾ $1\frac{1}{2}$ വട്ടം ഘനം കുറഞ്ഞതാകുന്നു, എന്നിട്ടും ആകാശത്തെക്കാൾ 14 പ്രാവശ്യം ഘനം കുറഞ്ഞൊരു ആവി

യും ഉണ്ടു. അതിന്റെ പേർ ജലവായു, (Hydrogen) ഇതിനെ കൊണ്ടു നിറെച്ചാൽ എത്ര ഉയരത്തിൽ എങ്കിലും കയറാം. ചില ശാസ്ത്രികൾ 40,000 അടിയോളം കയറിപ്പോയിട്ടുണ്ടു എന്നു കേൾക്കുന്നു. (ഈ കാൎയ്യത്തെ തൊട്ടു ഗുണ്ടെൎത്ത് പണ്ഡിതരുടെ പാഠമാലയിൽ ഉള്ള സാരമേറിയ പ്രബന്ധത്തെ വായിക്കാം).

222. പക്ഷികൾക്കു പറക്കുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?*

"പക്ഷിയുടെ ദേഹം ആകാശത്തെക്കാൾ ഘനമുള്ളത് എങ്കിലും ഓരോ തൂവലിലും അസ്ഥികളിലും സഞ്ചികൾപോലേയുള്ള നെഞ്ഞിടങ്ങളിലും ആകാശം നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നതു കൂടാതേ തണ്ടും തുഴയും എന്നപോലേ ചിറകുകളും വാലും എത്രയും ചിത്രമായിട്ടു ശരീരത്തോടു ചേൎന്നു ലഭിച്ചിരിക്കുന്നു".

ഏഴാം അദ്ധ്യായം.

വായുവിന്റെ ലക്ഷണങ്ങളും പ്രയോഗവും.†

Chemical and Physiological Qualities of the Air.

"വിറക് ഒടുങ്ങിയാൽ തീ കെടും
നുണയൻ ഇല്ലാഞ്ഞാൽ വഴക്ക് ഒഴിയും
കനലിന്നു കരിയും തീക്കു വിറകും
വക്കാണം കൊളുത്തുവാൻ വഴക്കുകാരനും വേണം."
"നിന്റെ ശ്വാസത്തെ അയക്കേ അവ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടും."

223. ഏതു മൂല ആകാശഭേദങ്ങളാൽ വായു ഉളവാകുന്നു?

നമ്മെ ചൂഴുന്ന ആകാശത്തിൽ വിശേഷാൽ രണ്ടു ആകാ

---

*സൂചകം. പാഠമാല (by Dr. H. Gundert) ആകാശനീന്തം നോക്കുക.

† സൂചകം: കേരളോപകാരി 1875, 177-ാം ഭാഗത്തു നോക്കുക.

ശഭേദങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. അതിൽ 4 അംശം യവക്ഷാരവാഷ്പവും (Nitrogen), 1 അംശം അമ്ലിലതവും (Oxygen), എന്നും അല്ലെങ്കിൽ 100ഇൽ 79 അംശം യവക്ഷാരവാഷ്പവും 21 അംശം അമ്ലിലതവും എന്നും പറയാം. ഇതുകൂടാതേ വേറേ ആകാശഭേദങ്ങളിൽനിന്നു ഒരല്പവും ഇതിൽ ചേൎന്നിരിക്കുന്നു. എപ്പോഴും വെള്ളത്തിൻെറ ആവിയും അംഗാരവും (Carbonic acid) കൂടേ ഉണ്ടാകും. അംഗാരം കരിയിൽനിന്നും അമ്ലിലതത്തിൽനിന്നും ഉളവാകുന്നതാണ്.

224. അമ്ലിലതത്തിൻെറ പ്രയോജനം എന്തു?

അതിന്നു വിശേഷാൽ രണ്ടു ഉപകാരങ്ങളുണ്ടു. ഒരു വസ്തു പെട്ടന്നു അമ്ലിലതത്തോടു പൊരുതുന്നതിന്നു നാം ദഹനം എന്നു പേർ വിളിക്കുന്നു. ഇതിന്നായി ചൂടു എപ്പോഴും ആവശ്യം ആകുന്നു. വല്ലതും കത്തുമ്പോൾ എപ്പോഴും ചൂടും വെളിച്ചവും ഉളവാകുന്നതല്ലാതേ ഒരു ജ്വാലയും ഉത്ഭവിക്കും. ഒരു വസ്തു മെല്ലേ മെല്ലേ അമ്ലിലതത്തോടു ചേരുമ്പോൾ അതു കെട്ടമ്പു പിടിക്കുന്നു എന്നു നാം പറയുന്നു. അമ്ലിലതത്തിൻെറ രണ്ടാമത്തേ ഉപകാരം അതു ശ്വാസം കഴിക്കേണ്ടതിന്നു ആവശ്യം. ജീവജാലങ്ങൾ ശ്വാസം കഴിക്കുന്ന സമയം ഈ അമ്ലിലതത്തെ തങ്ങളുടെ ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ കൈക്കൊള്ളുന്നു. ഈ ശ്വാസകോശങ്ങളിലോ അമ്ലിലതം അവിടേയുള്ള അംഗാരവായുവോടു ചേൎന്നു അംഗാരാമ്ലമായി തീൎന്നശേഷം പുറപ്പെടുന്നു. യവക്ഷാരവാഷ്പം മാത്രമേയുള്ളു എങ്കിൽ ജീവികൾ നശിച്ചു പോകും; അമ്ലിലതമോ എല്ലാ ജീവികൾക്കും എങ്ങിനേ എങ്കിലും അത്യാവശ്യമായ ആകാശഭേദമാകുന്നു. അതിൻനിമിത്തം അമ്ലിലതത്തിന്നു പ്രാണവായു എന്നും ഇരുന്താമ്ലിലത്തിന്നു വിഷവായു എന്നും പേർ നടപ്പായി. തീ കത്തുന്നതിനാലും ശ്വാസം കഴിക്കുന്നതിനാലും അംഗാരം ഉ

ഉവാകുന്നെങ്കിലും സസ്യങ്ങൾ ഈ ആകാശഭേദത്തെ ആവശ്യപ്പെട്ടിട്ട കൈക്കൊണ്ടു ലീനമാക്കുന്നതിനാൽ അധികമായി തീരുന്നില്ല. സസ്യങ്ങളോ വെളിച്ചത്തിൻെറ സഹായത്താൽ മനുഷ്യൎക്കും ജന്തുക്കൾക്കും വേണ്ടി അമിലതത്തെ ഒരുക്കി പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു എന്നറിക.

225. വായുബഹിഷ്കരണയന്ത്രത്തിൻെറ കണ്ണാടിയുടെ അകത്തു കത്തുന്ന വിളക്കു വെച്ചിട്ട വായുവിനെ നേൎപ്പിക്കുമ്പോൾ കെട്ട പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വായു നീങ്ങിപ്പോകുന്നതിനാൽ ഇതിലുള്ള അമിലതവും നീങ്ങീട്ട ദഹനവസ്തുവിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അംഗാരം ഈ ആകാശഭേദത്തോട ചേരുമ്പോൾ മാത്രം കത്തുന്നതുകൊണ്ടു അമിലതം എന്നിയേ വിളക്കു കെട്ട പോകേണം.

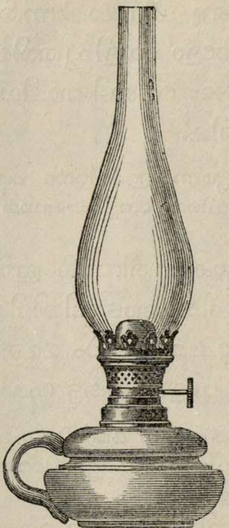
226. വെള്ളത്തിൽ കിടക്കുന്ന ഒരു കിടേശമേൽ കത്തുന്ന വിളക്കിൻ മീതേ വായു പ്രവേശിക്കാത്തവണ്ണം ഒരു കണ്ണാടിഭരണി (bell-jar) വെച്ചാൽവിളക്കു കെട്ടുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ കണ്ണാടിഭരണിയുടെ അകത്തുള്ള അമിലതത്തെ വിളക്കുതിരി വേഗം പിടിച്ചടക്കിയശേഷം വായുവിനാൽ പുതിയ ആഹാരം വരായ്കയാൽ വിളക്കു കെട്ട പോകും. ശേഷിക്കുന്ന ആകാശഭേദം യവക്ഷാരവാഷ്പം അത്രേ; ഇതിനാൽ ദഹനത്തിന്നു ഉപകാരം വരികയില്ല. വിളക്കു കെട്ടപോയ ശേഷമോ കണ്ണാടിഭരണിയിൽ ഒരല്പം വെള്ളം കയറിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടെന്നു ചോദിച്ചാൽ വിളക്കു കത്തുന്നതിനാൽ ഉണ്ടായ്വരുന്ന അംഗാരാമ്ലത്തിൽ ഒരംശം വെള്ളത്തിൽ ലയിച്ച ശേഷം വെള്ളം അമിലതത്തിൻെറ സ്ഥലത്തു പ്രവേശിക്കും.

227. ഒരു വിളക്കിൽനിന്നു ചിമ്നി എടുക്കുമ്പോൾ വിളക്കു പുകയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചിമ്നി എടുത്ത ശേഷം തിരിയും എണ്ണയും അശേഷം വെന്തുപോവാനായിട്ട വേണ്ടു വോളം അമിലതം ഇല്ലായ്കയാൽ

No. 61.



അംഗാരം ശരിയായി ദഹിച്ചു പോകാതേ നീങ്ങിപ്പോകും. നല്ലവണ്ണം വേവാത്ത അംഗാരവും കത്തൽകൊണ്ടു ഉത്ഭവിക്കുന്ന ആകാശഭേദങ്ങളും തമ്മിൽ ഇടകലരുന്നതിനാൽ പുക ഉളവാകും താനും.

228. വീണ്ടു പുളിക്കുന്ന ഒരു മുറിയിൽ ആ സമയം ഒരു വിളക്കു കത്തുവാൻ പാടില്ലാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

അംഗാരം കത്തുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്ന അംഗാരം ദ്രവങ്ങൾ പുളിക്കുന്നതിനാലും ഉത്ഭവിക്കുന്നു. പുളിക്കുന്നതിൻ നിമിത്തം മുറിയിലുള്ള എല്ലാ അമ്ലതവും തീൎന്നു പോയിട്ടു അംഗാരത്തെ കൊണ്ടു വിളക്കിന്നു വേണ്ടുന്ന പോഷണം കിട്ടുകയില്ല.

229. കാററു തീയെ ഉജ്ജ്വലിപ്പിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഇളക്കപ്പെട്ട വായുവാകുന്ന കാററു തീക്ക് എപ്പോഴും പുതിയ അമ്ലതം വരുത്തുന്നതിനാൽ പോഷിപ്പിക്കയത്രേ ചെയ്യുന്നു. പുതിയ വായു എപ്പോഴും അകത്തു വരുന്നതിനാൽ മാത്രം തീ നല്ലവണ്ണം കത്തുന്നു, പുതിയ വായു അടുക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ ചുററുമുള്ള ആകാശത്തിൻെറ അമ്ലതം ക്രമേണ ചെലവായി തീൎന്നുപോകും.

230. തീയിൽ ഊതുമ്പോൾ ജ്വാല വൎദ്ധിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഊതുന്നതിനാൽ നാം വരുത്തുന്ന തടിച്ച വായുവിൽ സാധാരണമായ ആകാശത്തിൽ ഉള്ളതിനെക്കാൾ അധികം അമ്ലതം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടത്രേ.

231. ചിമ്നിവായിൻെറ അല്പം മീതേ ഊതുന്നതിനാൽ വെളിച്ചം കെട്ടുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അമ്ലതത്താൽ തീക്കു ആഹാരം കിട്ടുന്നെങ്കിലും മനുഷ്യന്നു അതിഭക്ഷണത്താൽ സുഖക്കേടു വന്നിട്ടു മരിക്കുന്ന പ്രകാരം തീക്കു പെട്ടന്നു അധികം അമ്ലതം കിട്ടുമ്പോൾ അതിനോടു ചേരുവാൻ കഴിയായ്കയാൽ കെട്ടുപോകും. അങ്ങിനേ തന്നേ മെഴുകുതിരിയും കെടുക്കാം. മീതേ ചോദിച്ച കാൎയ്യം വേറേ. ചിമ്നിയിൽ തന്നേ താഴോട്ടു ഊതുന്നതു ആപത്തുള്ള പ്രവൃത്തി ആകുന്നു; കാരണം കത്തുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്ന പലവിധമായ ആകാശഭേദങ്ങൾ ഊതുന്നതിനാൽ താഴോട്ടു ചെന്നു എണ്ണയെ കത്തിച്ചാൽ കഷ്ടം തന്നേ. അതിൻ നിമിത്തം വിളക്കു കെടുക്കേണ്ടതിന്നു ചിമ്നിയുടെ മീതേ നേരേ ഊതുന്നതു ഏററേ നല്ലു. ഇതിനാൽ ഒരു നിമിഷത്തിൽ പുതിയ ആകാശം ചിമ്നിയുടെ മീതേ കടന്നു പോകുന്നതുകൊണ്ടും ചൂടുള്ള വായുവിന്നു കയറി പോവാൻ കഴിയായ്ക

കൊണ്ടും താഴേ പുതിയ വായു പ്രവേശിക്കാതേ ജ്വാലെക്കു ആഹാരം കിട്ടായ്കയാൽ കെട്ടുപോകും.

232. പഴുപ്പിച്ച ഇരുമ്പിന്മേൽ ശീതമുള്ള വായുവിനെ ഊതിയാലും ഉഷ്ണം വൎദ്ധിച്ചു ഇരിമ്പു ഉരുകുവാൻ തുടങ്ങുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാം ഊതിയ പുതിയ ആകാശത്താൽ ഉലയിലുള്ള വായു വളരേ തിങ്ങീട്ടു ഇരുമ്പിന്നു അധികം അമ്ലിലതം നല്കുന്നതിനാൽ ഉഷ്ണം വൎദ്ധിച്ചിട്ടു ലോഹം ഉരുകിപ്പോകും.

233. പുകഗോപുരത്തിൽ തീ ഉത്ഭവിക്കുമ്പോൾ കെട്ടുക്കേണ്ടതിന്നു മീതേ നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന ചാക്കുശീല വെക്കുന്നതു മതിയാകും; അതെന്തുകൊണ്ടു?

തീ കത്തേണ്ടതിന്നു എങ്ങിനേ എങ്കിലും പുതിയ വായു വേണം; ആ നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന രട്ടിനെ മീതേ വെച്ചശേഷം വഷളായ വായുവിന്നു പോവാൻ വഴി ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു താഴേ പുതിയ ആകാശം പ്രവേശിക്കയില്ല. ഇവ്വണ്ണം തീക്കു ആഹാരം കിട്ടാതേ അതു കെട്ടുപോകും.

234. പുകഗോപുരത്തിൽ തീ പിടിച്ച ശേഷം താഴേ ഗന്ധകം കത്തിക്കുന്നതിനാൽ തീ കെട്ടുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഗന്ധകം കത്തിക്കുന്നതിനാൽ ഗന്ധകാമ്ലിലതം (Sulphuric acid) എന്നുള്ള ആവി ഉളവാകുന്നു; ഈ ആവി തീയെ പോഷിപ്പിക്കുന്നതല്ല. അതുകൂടാതേ അതിന്നു വളരേ ഘനം ഉള്ളതുകൊണ്ടു പുകഗോപുരത്തിന്റെ താഴേ കെട്ടിനില്ക്കുമ്പോൾ പുതിയ ആകാശത്തിന്നു പ്രവേശിപ്പാൻ വഹിയാ. മീതേയോ അമ്ലിലതം ഇല്ലാത്ത ചൂടുള്ള വായു ബലത്തോടേ പുറപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടു അവിടേനിന്നും പുതിയ ആകാശം കടക്കുന്നില്ല. ഇവ്വണ്ണം തീ ക്രമേണ കെട്ടുപോകേയുള്ളു.

235. ഒരു മുറിയുടെ വാതില്കളും കിളിവാതില്കളും മുറുക്കേ അടെച്ചിരിക്കുമ്പോൾ അകത്തു തീ പിടിച്ചാൽ ചിലപ്പോൾ അതു തന്നാലേ കെട്ടുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വാതിലുകളിലും കിളിവാതിലുകളിലും പലപ്പോഴും നാം കാണുന്ന വിള്ളലുകളിലൂടേ അല്പം വായു അകത്തു വരുന്നെങ്കിലും മുറിയിലുള്ള തീ അധികം അമ്ലജനം വിഴുങ്ങുന്നതുകൊണ്ടു പ്രവേശിക്കുന്ന വായു മതിയാകുന്നില്ല. അമ്ലജനത്തെ തടുക്കുന്നതിനാൽ തീയുടെ ഒരു അംശം കെട്ടുപോകും. ചിലപ്പോൾ വെള്ളം പകരുന്നതിനാൽ തീ കെടുക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതു ദോഷത്വം അത്രേ. വെള്ളത്തിന്മേൽ പ്ലവിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ (കെറോസിൻ, പശുവിൻനെയ്യ് തുടങ്ങിയുള്ളവ) കത്തുന്നെങ്കിൽ വെള്ളത്താൽ ഒന്നും സാധിക്കയില്ല. ഈ വക തീ കെടുക്കേണ്ടതിന്നു നനഞ്ഞ ചാക്കു, പൂഴി, മണ്ണു, വളം തുടങ്ങിയുള്ളവയെ തീയിൽ ചാടുന്നതു ഏററവും നല്ല വഴിയാകുന്നു.

236. രിക്തകയിൽവെച്ച ജന്തുക്കൾ ചത്തുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ശ്വാസം കഴിപ്പാൻ അമ്ലജനം എങ്ങിനേ എങ്കിലും വേണം; രിക്തകയിൽ ആകാശം അശേഷം ഇല്ലായ്കയാൽ അമ്ലജനവും ഉണ്ടാകയില്ലല്ലോ. അമ്ലജനം കൂടാതേ തീ കെട്ടുപോകുന്ന പ്രകാരം ജന്തുക്കളും ക്രമേണ ജീവനില്ലാതേ പോകും. വിളക്കു കത്തുവാൻ കഴിയാത്ത സ്ഥലത്തു ജന്തുക്കൾക്കും ജീവിപ്പാൻ വഹിയാ.

237. സമുദ്രത്തിന്റെ അടിയോളം മുക്കിയ ജലമജ്ജനയന്ത്രത്തെ (15-ാം ചോദ്യം) കൂടക്കൂടേ വെള്ളത്തിൽനിന്നു വലിച്ചെടുപ്പാൻ ആവശ്യമായി വരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആ യന്ത്രത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വായുവിനെ അതിലുള്ള ആളുകൾ ശ്വാസം കഴിക്കുന്നതിനാൽ ക്രമേണ ചെലവഴിക്കുന്നു; ശേഷിക്കുന്ന യവക്ഷാരവായുവിനെ കൊണ്ടു ജീവിച്ചുകൂടാ. ചില ജലമജ്ജനയന്ത്രങ്ങളിൽ കരയിലുള്ളവർ എപ്പോഴും പുതിയ വായുവിനെ കടത്തുന്നു.

238. അശേഷം അടെക്കപ്പെട്ട ചെറിയ മുറിയിൽ പെരുത്തു ആളുകളെ ആക്കുമ്പോൾ അവർ ക്രമേണ മരിച്ചുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ ആളുകൾ ഒക്കെയും മുറിയിലുള്ള അമ്ലതത്തെ വേഗം കൈക്കൊണ്ടു ശ്വാസിച്ചശേഷം ജീവനെ രക്ഷിക്കേണ്ടതിന്നു ഒന്നും ശേഷിക്കുന്നില്ല; നമ്മുടെ ശ്വാസകോശങ്ങളിൽനിന്നു പുറത്തു വരുന്നതു അംഗാരവും യവക്ഷാരവായുവും അത്രേ.

239. വീഞ്ഞോ ബീരോ പുളിക്കുന്ന മുറിയിൽ പ്രവേശിക്കുന്നത് അപായമുള്ള കാൎയ്യമാകുന്നത് എന്തുകൊണ്ടു?

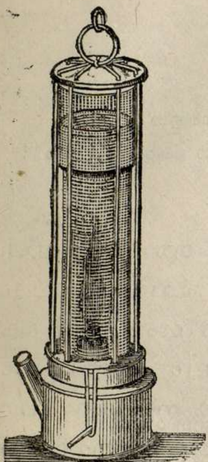
പുളിക്കുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്നത് അംഗാരവായു അത്രേ. ശ്വാസം കഴിക്കുമ്പോൾ അതുമാത്രമേ കൈക്കൊള്ളുന്നെങ്കിൽ രക്തത്തിന്നു ഉപകാരം വരാതേ ജീവൻ പോയിപ്പോകും.

240. വളരേ സമയത്തോളം അടെക്കപ്പെട്ട ലോഹക്കുഴികളിലോ കിണറുകളിലോ മനുഷ്യർ ഇറങ്ങുമ്പോൾ പലപ്പോഴും പെട്ടന്നു മരിച്ചുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ വക സ്ഥലങ്ങളിൽ പലപ്പോഴും ശ്വാസം കഴിക്കേണ്ടതിന്നു പററാത്ത അല്ലെങ്കിൽ വിഷമുള്ള ആകാശഭേദങ്ങൾ കെട്ടിനില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. കിണറുകളിൽ ഉത്ഭവിക്കുന്നതു പൊക്കിള എന്നല്ല ബ്ലോ, അതു അതിൻെറ ഘനത്തിൻനിമിത്തം കിണററിൻ അടിയിൽ കിടക്കുന്ന അംഗാരം എന്ന ആവിയത്രേ. കക്കൂസിൽ അധികം അപായമുള്ള ആകാശഭേദം ജനിക്കുന്നു, അതു ഗന്ധകജലജം (Sulphuretted Hydrogen) തന്നേയാകുന്നു. ഇതിനാൽ മനുഷ്യൎക്കു ശ്വാസം മുട്ടിപ്പോകും. കല്ക്കരി എടുക്കുന്ന കുഴികളിലോ അംഗാരകജലജം (Carbonic Hydrogen) എന്ന ആകാശഭേദം ഉളവാകുന്നു, ആയതു ശ്വാസം കഴിക്കുന്നതിനെ തടുക്കുന്നതല്ലാതേ എത്രയും വേഗത്തിൽ തീ പിടിച്ചു ബലത്തോടേ വിരിഞ്ഞു ഭയങ്കരമായ ആപത്തു വരുത്തും. ഈ വക കുഴികളിൽ ഇറങ്ങിപ്പോകുന്നതിന്നു മുമ്പേ ശോധന ചെ

യ്യേണ്ടതു് അത്യാവശ്യം. ഒരു വിളക്കു കയറുകൊണ്ടു കെട്ടി താഴ്ത്തുമ്പോൾ വിളക്കു കെട്ടുപോയാൽ വിഷമുള്ള വാഷ്പങ്ങൾ അടിയിലുണ്ടെന്നു അറിയാം. ഈ പക്ഷത്തിൽ വെടിവെക്കുന്നതിനാലും കുമ്മായം താഴോട്ടു ചാടുന്നതിനാലും ആപത്തു നീങ്ങും. ഈ ചിത്രത്തിൽ നാം എത്രയും വിശേഷമായ ലാന്തർ (Davy's Safety-Lamp) കാണുന്നുവല്ലോ. ജ്വാലയുടെ ചുററും അരിപ്പയുടെ മാതിരി ഒരു മൂടി ഉണ്ടു; ചൂടു് അതിന്റെ ചെറിയ ദ്വാരങ്ങളിലൂടേ ചെന്നിട്ടു ആ ആപത്തുള്ള ആകാശഭേദങ്ങൾക്കു തീ പിടിക്കയില്ല. ഈ വിളക്കു കൈയിൽ പിടിച്ചിട്ടു ആളുകൾക്കു ഭയം എന്നിയേ കുഴികളിൽ ഇറങ്ങാം.

No. 62.



241. വിലാത്തിയിൽ ആളുകൾ ചിലപ്പോൾ വൈകുന്നേരത്തു തീക്കലത്തിലേ അഗ്നി കെട്ടുപോകുന്നതിന്നു മുമ്പേ അതിനെ അടെച്ചാൽ രാത്രിയിൽ മരിച്ചുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തീക്കലത്തെ അടെച്ച ശേഷം കരി കേവലം വെന്തുപോകേണ്ടതിന്നു വേണ്ടുവോളം അമ്ലജം കിട്ടായ്കകൊണ്ടു അവ കനലുകളായി അംഗാരാമ്ലജത്തോടു തുല്യമായ അതിഭയങ്കര ആകാശഭേദത്തെ ജനിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ ജീവഹാനി വരുത്തുന്നു. ഈ ആകാശഭേദം പുകഗോപുരത്തിലൂടേ തെററിപ്പോകാതേ മുറിയിൽ വ്യാപിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ആളുകൾ അറിയാതേകണ്ടു അതിനെ കൈക്കൊണ്ടു മരിച്ചുപോകും. മുറിയിൽ വെച്ച തീച്ചട്ടിയിലുള്ള കനലുകളെ വെണ്ണീർകൊണ്ടു മൂടിയാലും അപായം അങ്ങിനേ തന്നേ വരും എന്നറിക.

എട്ടാം അദ്ധ്യായം.

ശബ്ദം Sound.

"വാക്കുകൊണ്ടു കോട്ട കെട്ടുക"

"ചെവിയെ നട്ടവൻ കേൾക്കാതിരിക്കുമോ?"

242. ശബ്ദം ഉളവാകുന്നതു എങ്ങിനേ?

ശബ്ദം എപ്പോഴും വസ്തുക്കളുടെ ഇളക്കത്താൽ ഉളവാകുന്നു. ഈ ഇളക്കത്തെ ആകാശം നമ്മുടെ ചെവികളിലേക്കു കൊണ്ടുവരുന്നതിനാൽ നാം അതിനെ ഒരു ശബ്ദമായി കേൾക്കുന്നു. ഈ ഇളക്കം ഒരു മാതിരി വിറയലും ചാഞ്ചാട്ടവും അത്രേ. ചിലപ്പോൾ ഈ ഇളക്കത്തെ കണ്ണുകൊണ്ടു കാണ്മാൻ കഴിയും. ഒരു വീണയുടെ ചരടു കുലുങ്ങുന്നതും വീണയുടെപുറത്തു പൂഴികിടന്നാൽ പെട്ടിയെ മീട്ടമളവിൽ പൂഴി അതിന്മേൽ തുള്ളുന്നതും കാണാം. അതിനെ തൊടുവാൻ പോലും പ്രയാസമില്ല. മണി അടിക്കുന്ന സമയം വിരൽ മെല്ലേ മണിയുടെ അററത്തു വെച്ചാൽ മണിയുടെ ഉള്ളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വിറയലിനാൽ ശബ്ദം ജനിക്കുന്നു എന്നു അറിയും. എങ്കിലും ശബ്ദിക്കുന്ന വസ്തു മാത്രമല്ല ചുററുമുള്ള ആകാശവും കുലുങ്ങുന്നതു കൂടേ അനുഭവത്താൽ അറിയാം. ഇടിവെട്ടുന്ന സമയം കിളിവാതിലുകളുടെ കണ്ണാടി ചിലമ്പുന്നതും പീരങ്കിത്തോക്കിൽ വെടിവെക്കുമ്പോൾ കണ്ണാടി പൊട്ടുന്നതും മതിയായ സാക്ഷ്യം ആകുന്നു. ശബ്ദത്തിൽ മുഴക്കം, ഒച്ച, ശബ്ദം, സ്വരം എന്നി മുഖ്യഭേദങ്ങളുണ്ടു. ഉറച്ച ശബ്ദം ഒരിക്കൽ മാത്രം കേൾക്കുമ്പോൾ അതിന്നു മുഴക്കം എന്ന പേർ പറയാം.

ക്രമം ഇല്ലാത്ത ശബ്ദം ഒരു ഒച്ച. അതുകൂടാതേ അനേകം വേറേ ഭേദങ്ങൾ ഉണ്ടല്ലോ. നല്ല ക്രമത്തിൽ സമമായി വരുന്ന ശബ്ദത്തിന്നു നാം ശബ്ദം, സ്വരം, ധ്വനി എന്നീ പേർ പറയുന്നു.

243. വടികൊണ്ടു ഒരു കല്ലിന്മേൽ അടിക്കുമ്പോൾ ശബ്ദം കേൾക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കല്ലിന്മേൽ അടിക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ എല്ലാ അംശങ്ങൾക്കു ഒരു ഇളക്കം വന്നിട്ടു ആകാശം പോലും ഇളക്കത്തെ നമ്മുടെ ചെവിയുടെ സമീപത്തും ഉള്ളിലും ഉള്ള വായുവിൽ എത്തിക്കുന്നതിനാൽ നാം അതു ഒരു ശബ്ദമായി അനുഭവിക്കും.

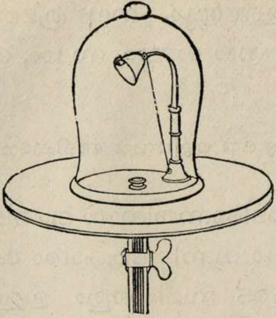
244. ചവുക്ക് (കവിഞ്ചി)കൊണ്ടു വേഗം വീശിയാൽ ശബ്ദം ഉളവാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചവുക്കിനെ വീശുമ്പോൾ പെട്ടന്നു വായുവിനെ അതിന്റെ സ്ഥലത്തുനിന്നു തെററിക്കുന്നതിനാൽ നാം വെള്ളത്തിൽ ഒരു കല്ലു ഇടുമ്പോൾ വൃത്താകാരമായ ചെറുഓളങ്ങൾ മേല്ക്കുമേൽ അകന്നു വ്യാപിക്കുന്ന പ്രകാരം ആകാശത്തിൽ ഒരു ഇളക്കം ഉണ്ടാകും. ഒരു വസ്തു കുലുങ്ങുന്നതിനാൽ വെള്ളത്തിന്റെ തിരകൾ കണക്കേ ഞെക്കിയ വായുവൃത്തങ്ങളും വീണ്ടും വിരിയുന്ന വായുവിന്റെ തിരമാലകളും തമ്മിൽ ചേരുകയും ചെയ്യും. ചവുക്ക് ആകാശത്തെ പെട്ടന്നു വേർപിരിച്ച ശേഷം അതു ക്ഷണത്തിൽ വീണ്ടും ചേരുന്നതിനാൽ ശബ്ദം ഉണ്ടാകും.

245. വായുനിസ്സാരണയന്ത്രത്തിന്റെ ഗ്രഹകപാത്രത്തിന്റെ കീഴിൽ വെച്ച മണി വായു നീങ്ങിയ ശേഷം ശബ്ദിക്കാത്തതു് എന്തുകൊണ്ടു?

മണി ഉള്ളിൽ ശബ്ദിക്കുന്നെങ്കിലും അതു കേൾക്കേണ്ടതിന്നു ആകാശം മണിയുടെ ഈ ഇളക്കത്തെ നമ്മുടെ ചെവിയിൽ

No. 63.



കൊണ്ടുവരേണം; എന്നാൽ മേല്പറഞ്ഞ സംഗതിയിൽ മണിയുടെയും ചെവിയുടെയും നടുവേ വായു ഇല്ലായ്കയാൽ ശബ്ദം കേൾപ്പാൻ പാടില്ല.

246. ദൂരത്തുവെച്ചു ഉണ്ടായ ഒരു ശബ്ദം നല്ലവണ്ണം കേൾക്കാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശത്തിന്റെ ഇളക്കം കുലുങ്ങുന്ന വസ്തുവിന്റെ ചുറ്റും വ്യാപിക്കുന്നു എങ്കിലും നാം ഇളകുന്ന വസ്തുവിൽനിന്നു ദൂരത്തിൽ ചെല്ലുന്നേടത്തോളം ഇളക്കപ്പെട്ട ആകാശത്തിന്റെ തിരമാലകൾ വിസ്താരം ഏറി ഏറി ചുമയും താനും. ശബ്ദത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന തിരമാലകൾ 2 വട്ടം ദൂരത്തിൽ പോകുമ്പോൾ ഇളക്കപ്പെട്ട സ്ഥലം 4 പ്രാവശ്യം വലുതാകകൊണ്ടു ഈ ദൂരത്തിൽ ഇളക്കത്തിന്റെ ബലം മുമ്പേത്ത ബലത്തിന്റെ കാൽ അംശം അത്രേ. ആകയാൽ ആ ദിക്കിൽനിന്നു ചെവിയിൽ എത്തുന്ന ശബ്ദത്തിന്നു കാൽ അംശം ശക്തി മാത്രം ഉണ്ടാകും.

247. ചില വസ്തുക്കളെ അടിക്കുന്നതിനാൽ വലിയ ശബ്ദം കേൾക്കുന്നെങ്കിലും മറ്റു ചില വസ്തുക്കളെ അടിക്കുമ്പോൾ ശബ്ദം അല്പമേയുള്ളു; ഈ ഭേദം കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വസ്തുക്കളിലുള്ള അയവു, ഉറപ്പു എന്നിവററെ വിചാരി

ച്ചാൽ വലിയ ഭേദം കാണും. വളരേ അയവുള്ള വസ്തുക്കളിൽ ഒരു സ്ഥലത്തു ഇളക്കം ഉണ്ടെങ്കിൽ അംശങ്ങൾ അധികം കുലുങ്ങുന്നതല്ലാതേ ഇളക്കം ക്ഷണം എല്ലാ അണുക്കളിലും വ്യാപിച്ചു പോകും. അങ്ങിനേ തന്നേ അധികം തിങ്ങിയ വസ്തുക്കളിൽ അധികം അണുക്കൾ കുലുങ്ങുന്നതുകൊണ്ടു അധികം ശബ്ദിക്കും. ഇളകുന്ന അണുക്കളുടെ സംഖ്യയും ഓരോ അംശത്തിൻെറ ഇളക്കവും വൎദ്ധിക്കുന്തോറും ആകാശത്തിൻെറ ഇളക്കവും നമ്മുടെ ചെവിയിൽ എത്തുന്ന ശബ്ദവും വൎദ്ധിക്കും. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു വളരേ പതമുള്ള വസ്തുക്കളും വിശേഷിച്ചു ദ്രവങ്ങളും ഇളകുമ്പോൾ വലിയ ശബ്ദം ജനിപ്പിക്കയില്ല.

248. ദൂരത്തിൽ വിറകുവെട്ടുന്ന ആളുടെ വെട്ടിൻെറ ശബ്ദം കേൾക്കുന്നതിന്നു മുമ്പേ നാം മഴുവീഴുന്നതു കാണുന്നതെന്തുകൊണ്ടു?

ഓരോ ഇളക്കത്തിന്നു ഒരു സമയം വേണം; അങ്ങിനേ തന്നേ ആകാശം ഒരു ശബ്ദത്തെ ചെവിയിൽ എത്തിക്കുന്നതിന്നും സമയം വേണം. ശാസ്ത്രികൾ കണ്ടെത്തിയ പ്രകാരം ഒരു വിനാഴികയിൽ ശബ്ദം 1100 അടിയോളം ഓടും. വെളിച്ചം അതിനെക്കാൾ വേഗം ഓടുന്നതാകുന്നു. അതിനാൽ ശബ്ദം കേൾക്കുന്നതിന്നു മുമ്പേ മഴു വീഴുന്നതു കാണുന്നു. പീരങ്കിത്തോക്കിൽ വെടിവെക്കുമ്പോൾ നാം തീ കാണുന്നതു മുതൽ ശബ്ദം കേൾക്കുംവരേ കഴിഞ്ഞുപോകുന്ന സമയത്തെ എണ്ണുന്നതിനാൽ പീരങ്കിത്തോക്കു എത്ര ദൂരത്തിൽ നില്ക്കുന്നു എന്നു നിശ്ചയിക്കാം. അങ്ങിനേ തന്നേ മിന്നൽ മിന്നിയ ശേഷം ഇടിവെട്ടുവോളം കഴിഞ്ഞു പോകുന്ന സമയം കുറിക്കുന്നതിനാൽ മേഘങ്ങൾ എത്ര ദൂരത്തിലാകുന്നു എന്നു അറിയാമല്ലോ.

249. മണിയുടെ ശബ്ദവും വേറേ ശബ്ദങ്ങളും സമമായ ദൂരത്തിൽ പോലും അധികമോ കുറച്ചോ ആയിട്ടു ശബ്ദിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ശബ്ദത്തിൻെറ ബലം മൂന്നു സംഗതികളാൽ ഭേദപ്പെടാം. ഇളകുന്ന വസ്തുവിൻെറ അവസ്ഥ ഒന്നു (247), ഇളക്കത്തെ ന

ടത്തുന്ന വായുവിൻെറ അവസ്ഥ വേറെ ഒരു സംഗതി, ഇളക്കം കൈകൊള്ളുന്ന ചെവി മൂന്നാമത്തേ സംഗതിയുമാകുന്നു. ആകാശത്തിൻെറ അയവും തടിയും എപ്പോഴും ഭേദിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ശബ്ദങ്ങളിലും വളരേ വ്യത്യാസം കാണും. വായു തടിക്കുന്നേടത്തോളം ഇളക്കത്തെ നല്ലവണ്ണം വ്യാപിപ്പിക്കും. അതുകൊണ്ടു ഉയൎന്ന ഒരു പൎവ്വതശിഖരത്തിന്മേൽ ഒരു കൈത്തോക്കിൻെറ ശബ്ദം താണ സ്ഥലങ്ങളിൽ കൈകൊട്ടുന്നതുപോലേ മാത്രമേ കേൾക്കുന്നുള്ളു. വിലാത്തിമുതലായ ശൈത്യപ്രദേശങ്ങളിലേ ആകാശത്തിന്നു അധികം തടി ഉണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ടു ശീതകാലത്തിൽ ശബ്ദങ്ങൾ വളരേ ദൂരത്തിൽ കേൾക്കുന്നു. രാത്രിയിൽ നാം ശബ്ദങ്ങളെ അധികം നല്ലവണ്ണം കേൾക്കുന്നതു മൌനതനിമിത്തം മാത്രമല്ല പകൽസമയത്തു ചൂടുള്ള വായു കയറി ശബ്ദവാഹനത്തിരകളെ തടുക്കുന്നതു നിമിത്തവും ആകുന്നു. ഇളക്കം ചെല്ലുന്ന ദിക്കിൽ കാററും അനുകൂലിച്ച് ഓടുമ്പോൾ ശബ്ദത്തിൻെറ വേഗതയെയും വൎദ്ധിപ്പിക്കും; എതിരായി ഊതുന്ന കാററോ വേഗതയെ കുറെക്കുന്നു താനും. അങ്ങിനേ തന്നേ മഴ പെയ്യുന്നതിനാലും ഹിമം വീഴുന്നതിനാലും ശബ്ദവാഹനത്തിരകൾക്കു വളരേ തടസ്ഥം വരുത്തുമാറുണ്ടു.

250. നിലത്തു കിടന്നു ഭൂമി തൊടാതേ ചെവി വെച്ചാൽ എത്രയും ദൂരത്തിലിരിക്കുന്ന പീരങ്കിത്തോക്കിൻെറ ശബ്ദം കേൾപ്പാൻ അധികം എളുപ്പമാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശത്തെക്കാൾ ഭൂമി ശബ്ദത്തെ അധികം നല്ലവണ്ണം വ്യാപിപ്പിക്കുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. സാക്ഷാൽ കട്ടിയായ വസ്തുക്കൾ ദ്രവങ്ങൾപോലും വായുവിനെക്കാൾ ശബ്ദത്തെ അധികം വേഗത്തിൽ കൊണ്ടുപോകും. ഇരുമ്പിൽ ശബ്ദം $16\frac{2}{3}$ വട്ടവും മരത്തിൽ 18 വട്ടവും വെള്ളത്തിൽ $4\frac{1}{2}$ വട്ടവും അധികം വേഗം ഓടും. എത്രയും നീളമുള്ള ഒരു പലകയുടെ ഒരു അററത്തു ഒരു

ഘടികാരം വെച്ചിട്ടു ചെവി മറേറ അററത്തു വെച്ചാൽ അതി ൻെറ മുട്ട കേൾക്കാം. തുണി, പഞ്ഞി, കമ്പിളി, തുവൽ മുത ലായ അയഞ്ഞിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ ശബ്ദത്തിന്നു വലിയ തട സ്ഥമായി നില്ക്കുന്നു. കാരണം ശബ്ദം എപ്പോഴും ഈ വസ്തു ക്കളുടെ അംശങ്ങളുടെ ഇടയിലുള്ള വായുവിലൂടേ ചെല്ലേണ്ടി വരും.

251. ഒരു പാറയുടെയോ മതിലിൻെറയോ മുമ്പിൽ ചില അടിദൂരത്തിൽ നിന്നിട്ടു ഒരു വാക്കു ഉച്ചരിക്കുമ്പോൾ അതു വീണ്ടും കേൾക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

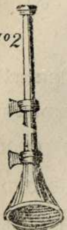
സംസാരിക്കുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്ന ഇളക്കത്തെ വായു ആ പാറവരെയും കൊണ്ടുപോയ ശേഷം ശബ്ദവാഹകത്തിര കൾക്കു ഒരു തടസ്ഥം വന്നിട്ടു ശബ്ദം പോയ വഴിയിൽക്കൂടി മടങ്ങി വരുന്നതിനാൽ ഒരു പ്രതിശബ്ദം ഉണ്ടായ്വരും. ന മ്മുടെ ചെവിക്കു ഒരു വിനാഴികയിൽ 9—10 പദങ്ങൾ മാത്രം കൈക്കൊൾ്വാൻ കഴിയുന്നതുകൊണ്ടു $\frac{1}{10}$ വിനാഴികയിൽ ശബ്ദം 110 അടിയോളം ഓടുന്നതുകൊണ്ടും ഈ സമയത്തിൽ അങ്ങോ ട്ടും ഇങ്ങോട്ടും 55 അടി ചെല്ലുവാൻ പാടുണ്ടാകകൊണ്ടും പ്ര തിശബ്ദം കേൾ്പാനായി എങ്ങിനേ എങ്കിലും പാറയിൽനിന്നു 55 അടി ദൂരത്തിൽ നില്ക്കേണം. അധികം അടുത്തിരിക്കയോ ഒരു മുറിയിൽ നില്ക്കുകയോ ചെയ്താൽ ഉച്ചരിക്കുന്ന വാക്കും അതി ൻെറ പ്രതിശബ്ദവും ഒന്നായി തീൎന്നിട്ടു ആദ്യശബ്ദത്തെ ഉറ പ്പിക്കയത്രേ ചെയ്യുന്നു. ഒരു പദാംശം മാത്രമല്ല 2, 3 പദങ്ങളു ടെ പ്രതിശബ്ദം കേൾ്ക്കേണ്ടതിന്നു 2, 3×55 അടി ദൂരത്തിൽ നി ല്ക്കേണം. ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ ഒരിക്കൽ മാത്രമല്ല ചിലസമ യത്തേക്കു ഒരു വാക്കിൻെറ പ്രതിശബ്ദം കേളായ്വരുന്നു. ഇതി ന്നായി സമാന്തരങ്ങളായ ചില പാറകളോ മതിലുകളോ ആ വശ്യം. മായിലന്ത് എന്ന ദേശത്തിൽ ഒരു ശബ്ദത്തെ 40-50 പ്രാ വശ്യം ആവൎത്തിച്ചു ധ്വനിപ്പിക്കുന്ന ഒരു സ്ഥലമുണ്ടു. പ്രതി

ശബ്ദം കേൾപ്പാൻ തക്കവണ്ണം രംഗസ്ഥലങ്ങളെയും പള്ളികളെയും പണിയിക്കരുതു!

252. വളരേ ദൂരത്തിൽനിന്നു സംസാരിക്കേണ്ടതിന്നു കപ്പിത്താന്മാർ ഒരു വൎത്തമാനക്കുഴൽ (Speaking trumpet) പ്രയോഗിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 64.

N°2



ഈ കുഴലിന്നു ഒരു വലിയ നാളത്തിന്റെയോ കാഹളത്തിന്റെയോ രൂപം ഉണ്ടു. ഇതിലൂടേ സംസാരിക്കുമ്പോൾ ഉള്ളിലേ ഭാഗങ്ങൾക്കു തട്ടുന്ന ശബ്ദത്തിന്റെ തിരകൾ അവിടേനിന്നു മടങ്ങീട്ടു എല്ലാ തിരകളും ഏകദേശം ഒരുമിച്ചു ഒരു ദിക്കിലേക്കു ചെല്ലുന്നതിനാൽ വളരേ ശക്തിപ്രാപിക്കും. കുഴൽകൂടാതേ സംസാരിക്കുന്നെങ്കിൽ തിരകൾ നാലുദിക്കിലും ചെല്ലുന്നതുകൊണ്ടു അത്ര ശക്തി ഇല്ല. (Telephon ദൂരശ്രവണയന്ത്രം നോക്കുക). ഈ കുഴൽ ശബ്ദങ്ങളെ കൈക്കൊള്ളേണ്ടതിന്നും ഉപകരിക്കാം. അതിൻ നാളത്തിൽ വളരേ തിരകൾ അകപ്പെട്ടിട്ടു നേരിയ കുഴലിൽ നന്ന തിങ്ങിയശേഷം ബലത്തോടേ ചെവിയിൽ എത്തും.

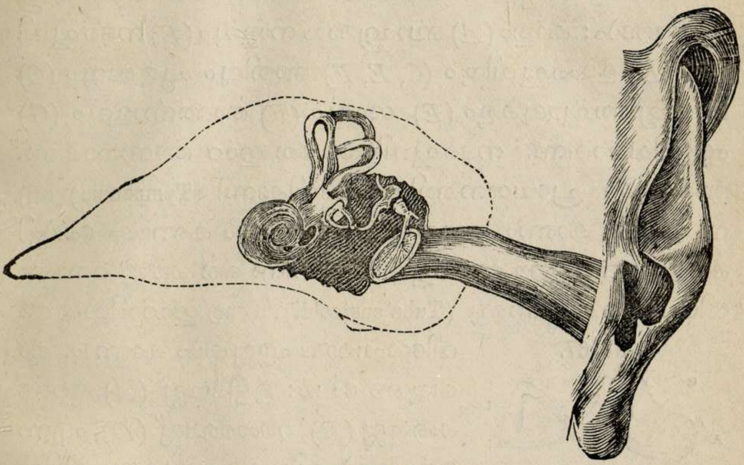
253. പാട്ടിന്റെ സ്വരം കണ്ടെത്തേണ്ടതിന്നു നാം പ്രയോഗിക്കുന്ന മുള്ളിനെ (Tuning fork) അധികം ധ്വനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു അതിനെ മേശമേൽ നിൎത്തുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ധ്വനിമുള്ളു മുഴങ്ങുവാൻ തുടങ്ങിയ ശേഷം മേശമേൽ നിൎത്തുമ്പോൾ മേശയും മുഴങ്ങുവാൻ തുടങ്ങും. ഇതിനാൽ ആകാശത്തിലും അധികം ഇളക്കം ഉളവാകുന്നതിനാൽ ശബ്ദം അധികം ബലത്തോടേ ചെവിയിൽ എത്തും. ഇതിൻ നിമിത്തം വീണയിലും ചരടുകളെ ഒഴിഞ്ഞ പെട്ടിയുടെ മീതേ കെട്ടാറുണ്ടു. ചരടു അനങ്ങുമ്പോൾ പെട്ടിയും അകത്തുള്ള വായുവും കുലുങ്ങുന്നതു കൊണ്ടു ധ്വനിശക്തിയോടേ ചെവിയിൽ എത്തും താനും.

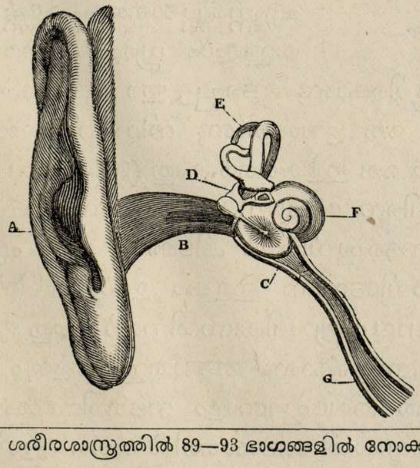
254. ചെവിടർ കേൾക്കാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?*

നാം 249-ാം ചോദ്യത്തിൽ സൂചിപ്പിച്ച മൂന്നു സംഗതിക

No. 65.



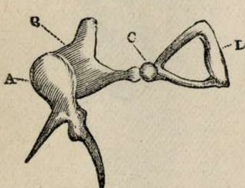
No. 66.



*സൂചകം. ശരീരശാസ്ത്രത്തിൽ 89—93 ഭാഗങ്ങളിൽ നോക്കുക.

ളിൽ മൂന്നാമത്തേ സംഗതി നിമിത്തം ചെവിടർ കേൾക്കു ന്നില്ല. ഇതിനെ ബോധിക്കേണ്ടതിന്നു ചെവിയുടെ അവസ്ഥയെ തൊട്ടു ഒരല്പം അറിയേണ്ടതാകുന്നു. അതിന്റെ മുഖ്യ അംശങ്ങൾ: കാതും (*A*) ബാഹ്യമായ നാളവും (*B*) നടുച്ചെവിയും (*D*) ഉൾച്ചെവിയും (*C, E, F*) അതിലും പൂമുഖവും (*C*) അൎദ്ധവൃത്തച്ചാലുകളും (*E*) ശംഖും (*F*) അന്തൎന്നാളവും (*G*) എന്നിവയാകുന്നു. നടുച്ചെവിയോ ഒരു ഗുഹ തന്നേയാകുന്നു. അതിന്റെ പ്രവേശനത്തിൽ ചെവിക്കുന്നി (Tympanum) എന്ന ചൎമ്മം കാണും. അതു ചെണ്ടത്തോൽ കണക്കേ കേൾപ്പിക്കു ഉതകുന്നു. ഈ നടുച്ചെവിയിൽനിന്നു ഒരു കുഴൽ തൊണ്ടയിലേക്കു ചെല്ലുന്നുണ്ടു (Tuba eustachii). ആ ഗുഹയിൽ മൂന്നു

No. 67.

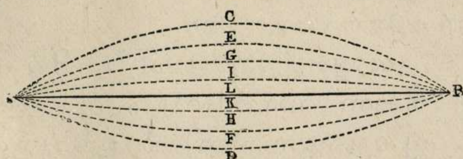


വിശേഷമായ എല്ലുകൾ കാണാം. അവയുടെ പേർ: മുട്ടിയെല്ലു (*A*), അടെക്കല്ലെല്ലു (*B*), റക്കാബെല്ല് (*D*), എന്നത്രേ. ഉൾച്ചെവിയുടെ പലകുഴലുകളിൽ എണ്ണപ്പെടാത്ത കൎണ്ണേന്ദ്രിയമജ്ജാതന്തുക്കൾ വ്യാപിക്കുന്നതല്ലാതേ നേൎമ്മയായ ഉള്ളുരികൊണ്ടു മൂടപ്പെട്ട ഈ കുഴലുകൾ നിൎമ്മലജലപ്രായമായ ഒരു ദ്രവംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ആകാശം നടത്തിയ ഒരു ഇളക്കത്തെ കാതു (252-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച കുഴലിനെ പോലേ) കൈക്കൊണ്ട ശേഷം ചെവിക്കുന്നിയെയും നടുച്ചെവിയിൽ കിടക്കുന്ന മൂന്നു എല്ലുകളെയും ഇളക്കും. അവിടേനിന്നു ഇളക്കം ഉൾച്ചെവിയിൽ ഇരിക്കുന്ന ദ്രവത്തിൽപോലും വ്യാപിക്കുന്നതിനാൽ അതു മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും ഒഴുകുന്നതുകൊണ്ടു മജ്ജാതന്തുക്കളെയും ഇളക്കും, ഇവ ഇളക്കത്തെ തലച്ചോറോളം നടത്തിയശേഷം അവിടേ അതൊരു ശബ്ദമായി ബോധത്തിൽ വരും. ഈ ദീൎഘവഴിയി

ൽ വല്ലതും വഷളായി പോയാൽ ഇളക്കം ശബ്ദമായി ചമയുവാൻ പാടില്ലല്ലോ. വിശേഷാൽ മജ്ജാതന്തുക്കളുടെ ശക്തി പോരാഞ്ഞാകയോ അന്തഃകർണ്ണം ഇല്ലാതിരിക്കയോ ചെയ്താൽ കേൾപ്പാൻ അശേഷം പാടില്ലാതേ വരും. ചെവിക്കുന്നിയും അതിൻ പിമ്പിൽ കിടക്കുന്ന മൂന്നു എല്ലുകളും പൊയ്പോയാലും കേൾപ്പിക്കുറവു വളരേ വരുന്നെങ്കിലും ഇനിയും കേൾപ്പാൻ കഴിവുണ്ടു.

255. ഒരു തടിച്ച ചരടിനെയും നേൎമ്മയായ ചരടിനെയും മീട്ടുമ്പോൾ തടിച്ച ചരടിൽനിന്നു താണ നാദം പുറപ്പെടുകയും ഈ ചരടിനെ തന്നേ അധികം വലിച്ചശേഷം അതു അധികം ഉയൎന്ന ധ്വനിയെയും ചുരുക്കിയാൽ അധികം താണ ശബ്ദത്തെയും പുറപ്പെടുവിക്കയും ചെയ്യുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 68.



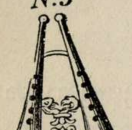
ഒരു വിനാഴികയിൽ നമ്മുടെ ചെവിയിൽ എത്തുന്ന ശബ്ദത്തിൻ തിരകളുടെ സംഖ്യപ്രകാരം ഉയൎന്ന ശബ്ദമോ താണശബ്ദമോ കേൾക്കും. അതുകൊണ്ടു ഒരു ചരടു വേഗം അനങ്ങുന്നേടത്തോളം ധ്വനിയും ഉയൎന്നിരിക്കും. ഈ ചരടു നേൎക്കയും ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നേടത്തോളം വേഗം അനങ്ങുന്നതു കൊണ്ടു ചോദ്യത്തിന്നു ഉത്തരം പറവാൻ പ്രയാസമില്ല. രാഗത്തിൽ എട്ടാം സ്വരം ഒന്നാം സ്വരത്തോടു ഒക്കുകയില്ലയോ? ഈ എട്ടാം സ്വരം കിട്ടേണ്ടതിന്നു ഒന്നാം സ്വരത്തിന്നായി വേണ്ടുന്ന കുലുക്കങ്ങളുടെ ഇരട്ടിച്ച സംഖ്യ ആവശ്യം. ഒരു വിനാഴികയിൽ ഉളവാകുന്ന കുലുക്കങ്ങൾ 30-50 മുതൽ 5000-9000 വരേ മാത്രമേ നമുക്കു വ്യക്തസ്വരമായി കൈക്കൊ

ൾവാൻ കഴിയും. സ്വരമേളത്തിലോ ധ്വനിജങ്ങളായ കുലുക്കങ്ങൾ മാത്രമല്ല നാദങ്ങളുടെ ഐക്യതയും ഒരു പ്രധാന കാൎയ്യമാണ്. ഓരോ സ്വരം രാഗത്തിന്റെ മൂലസ്വരമായി നില്ക്കാമല്ലോ. ഈ മൂലസ്വരത്തെക്കാൾ 3, 4, 5... വട്ടം അധികം കുലുക്കങ്ങളാൽ ഉളവാകുന്ന സ്വരം എപ്പോഴും മൂലസ്വരത്തോടു നല്ലവണ്ണം മേളിക്കും. അങ്ങിനേ തന്നേ $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{5}{3}$ പ്രാവശ്യം അധികം കുലുക്കങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഉണ്ടായി വരുന്ന രാഗത്തിന്റെ അഞ്ചാമത്തതും മൂന്നാമത്തതും നാലാമത്തതും ആറാമത്തതുമായ സ്വരങ്ങൾ മൂലസ്വരത്തോടു നല്ലവണ്ണം ഒക്കും. രണ്ടു സ്വരങ്ങളെ തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ കേൾവിക്കു ഇമ്പമില്ലെങ്കിൽ അസൌമ്യസ്വരങ്ങൾ ഉളവാകും.

256. **നീളമുള്ള കുഴൽകൊണ്ടു കുറുതായ കുഴലിനെക്കാൾ താണശബ്ദം പുറപ്പെടുവിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

No. 69.

N°3

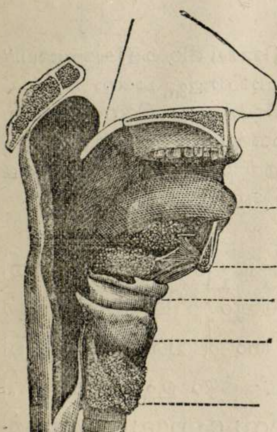


ശബ്ദം പ്രത്യേകമായി കുഴലിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വായുവിനെക്കൊണ്ടു ഉളവാകുന്നതല്ലാതേ ഒരു സ്വരത്തിന്റെ ഉയൎച്ചയും താഴ്ചയും ഒരു വിനാഴികയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന കുലുക്കഭേദങ്ങളാലും ഉണ്ടായ്വരുന്നതാണ്. കുഴലിന്റെ നീളം വൎദ്ധിക്കുന്തോറും കുലുക്കങ്ങളുടെ എണ്ണവും കുറയും എന്നും കുഴലിന്റെ നീളം കുറയുന്നേടത്തോളം കുലുക്കങ്ങളുടെ സംഖ്യയും വൎദ്ധിക്കും എന്നും വിചാരിച്ചാൽ നീളമുള്ള കുഴലിൽ താണശബ്ദം ഉത്ഭവിക്കുന്നതു സ്പഷ്ടമല്ലോ. ഒരു കുഴലിൽ അടെപ്പാനും തുറപ്പാനും തക്കതായ ദ്വാരങ്ങൾ തുളെച്ചാൽ തുറന്നിരിക്കുന്ന ഒന്നാം ദ്വാരം കുഴലിന്റെ അററം എന്നു വിചാരിക്കേണ്ടി വരും. ഇവ്വണ്ണം ദ്വാരങ്ങളെ തുറക്കയും അടെക്കയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ ശബ്ദത്തെ ഉയൎത്തുവാനും താഴ്ത്തുവാനും കഴിയും എന്നതു തെളിയുമല്ലോ.

257. മനുഷ്യന്റെ തൊണ്ടയിൽ സ്വരം ഉളവാകുന്നതെങ്ങിനേ? *

മനുഷ്യന്റെ തൊണ്ട ഒരു മാതിരി കുഴൽ അത്രേ. സംസാരിക്കേണ്ടുന്നതിന്നു വേണ്ടുന്ന കരണങ്ങൾ മൂന്നു. സ്വരം

No. 70.



കൃകം എന്ന തൊണ്ടവായിൽനിന്നു ജനിക്കുന്നു; ഇതിന്നു വേണ്ടുന്ന വായു ശ്വാസനാളത്തിലൂടേ കൃകത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. വായുവിനെ ജനിപ്പിച്ചയക്കുന്ന കരണം ശ്വാസകോശം തന്നേയാകുന്നു. കൃകത്തിന്റെ അംശങ്ങളോ നാലു ഞരമ്പുകളും മേലിലുള്ള വായെ അടെപ്പാനും തുറപ്പാനും തക്കതായ രണ്ടു ബന്ധനങ്ങളും അത്രേ. ശ്വാസകോശത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടിട്ടു ശ്വാസനാളത്തിലൂടേ ചെന്ന വായു ഈ കൃകദ്വാരത്തിന്റെ ബന്ധനകളെ ഇളക്കുന്നതിനാൽ സ്വരത്തെ ജനിപ്പിക്കും. സംസാരിക്കാത്ത സമയം ആ രണ്ടു ബന്ധനങ്ങൾ കൃകദ്വാരത്തെ ഏകദേശം മൂടീട്ടു വായു ദ്വാരത്തിന്റെ ഒരു ചെറിയ അംശത്തിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നു. ശബ്ദം പുറപ്പെടുന്ന സമയത്തിലോ ആ ബന്ധനങ്ങൾ ഉറപ്പായി തീൎന്നിട്ടു അവയുടെ ഇടയിൽ എത്രയും ഇടുക്കുള്ളു ഒരു വിള്ളൽ (Glottis) ഉളവായ ശേഷം ഇതിൽ കൂടി ചെല്ലുന്ന വായു ബന്ധനങ്ങളെ ഇളക്കും. ഈ ഇളക്കം വിഴുങ്ങിടത്തിലുള്ള (Pharynx) വായുവിലും വ്യാപിക്കുന്നതിനാൽ ഇളക്കത്തിന്റെയും ശബ്ദത്തിന്റെയും ബലം ഏറും. ബന്ധനങ്ങളുടെ വിരിവും നീളവും പോലേ പലവിധമായ സ്വരഭേദങ്ങളും ഉണ്ടായ്വരുന്നു.

സൂചകം: ശരീരശാസ്ത്രത്തിൽ 104 105-ാം ഭാഗങ്ങളിൽ നോക്ക.

ഒമ്പതാം അദ്ധ്യായം.

ഘൎമ്മം Heat.

"തീക്കൊള്ളിമേലേ മീറു കളിക്കുമ്പോലേ."
"നീ ശീതവാനോ ഉഷ്ണവാനോ ആയാൽ കൊള്ളായിരുന്നു. ഇങ്ങിനേ ശീതവാനല്ല ഉഷ്ണവാനുമല്ല ശീതോഷ്ണവാനാകയാൽ നിന്നെ എൻ വായിൽനിന്ന് ഉമിണ്ണുകളവാൻ ഇരിക്കുന്നു."

258. ചൂടു എന്നതു എന്തു?

ചൂടു എന്ന വാക്കിനാൽ നാം ചിലപ്പോൾ പദാൎത്ഥത്തിന്റെ ഒരു വിശേഷമായ അവസ്ഥയെയും ചിലപ്പോൾ ഈ അവസ്ഥയാൽ നമ്മിൽ ഉണ്ടാകുന്ന അനുഭവത്തെയും കുറിക്കുന്നു. സാധാരണയായി നാം പലപ്പോഴും ഉഷ്ണത്തെ കുറിച്ചു പദാൎത്ഥങ്ങളിലുള്ള ഒരു വസ്തു എന്ന പോലേ സംസാരിക്കുന്നതല്ലാതേ പണ്ടു പണ്ടേ ശാസ്ത്രികൾ പോലും ഉഷ്ണം എന്നതു കൂടക്കൂടേ പദാൎത്ഥങ്ങളിൽ പ്രവേശിച്ചു വ്യാപിക്കുന്ന ഒരു വസ്തു തന്നേയാകുന്നു എന്നു പറഞ്ഞു വന്നിരുന്നു; എങ്കിലും അതു തെററായ വിചാരം തന്നേ. ഉഷ്ണം ശബ്ദത്തോടു എത്രയും തുല്യമായ കാൎയ്യം ആകുന്നു. ചൂടും ഒരു വക അപാദാനമത്രേ. ഈ അപാദാനവും വെള്ളത്തിൽ നാം കാണുന്ന ചെറിയ ഓളങ്ങളോടു തുല്യമായി ഉത്ഭവിച്ചു പരന്നും അകന്നും കൊണ്ടിരിക്കുന്നു എങ്കിലും ശബ്ദത്തിന്റെ തിരകളെക്കാൾ ഉഷ്ണത്തിന്റെ തിരകൾ അത്യന്തം ചെറിയതാകുന്നു. ഉഷ്ണത്തെ കുറിച്ചു ശാസ്ത്രികളുടെ ഇടയിൽ ഇന്നും തൎക്കം അററിട്ടില്ല. ഉഷ്ണം ഒരു വക ചലനത്താൽ ഉളവാകുന്നു എന്നു എല്ലാവരും സമ്മതിക്കുന്നെങ്കിലും ചൂടുള്ള വസ്തുവിന്റെ അണുക്കൾ

തന്നേ ചലിക്കുന്നു എന്നു ചിലർ ഊഹിക്കുന്നതിൽ മററുള്ള വർ സമ്മതിക്കാതേ അങ്ങിനേ അല്ല, പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളെ കൊണ്ടു അറിവാൻ കഴിയാത്ത എത്രയും നേർമ്മയായ ഒരു അനിന്ദ്രിയവസ്തു (Ether) എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും വ്യാപിച്ചു അ നങ്ങുന്നതിനാൽ ഉഷ്ണം ഉണ്ടാകും. ഈ സൂക്ഷ്മമായ വസ്തു എന്തായാലും ആയതു ചൂടുള്ള വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ ന ടത്തി വേറേ സ്ഥലങ്ങളിലേക്കു കൊണ്ടു പോകുന്നു. വസ്തു ആകട്ടേ ഈ ആവിയാകട്ടേ എങ്ങിനേ കുലുങ്ങുവാൻ തുടങ്ങു ന്നു എന്നു ചോദിച്ചാൽ ഉഷ്ണത്തെ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു ചി ല ഉത്ഭവസ്ഥാനങ്ങളുണ്ടു. സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികൾ, ഉരസൽ അമൎത്തൽ, ദഹനം എന്നിവ പ്രധാനഉറവുകൾ തന്നേയാ കുന്നു. ശീതം എന്നതു ഉഷ്ണത്തിൽ ഒരു കുറവു മാത്രം.

259. ഉരുക്കുകൊണ്ടു തീക്കല്ലിനെ അടിച്ചാൽ തീപ്പൊരികൾ തെറിക്കു ന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉറപ്പുള്ള തീക്കല്ലിനെ ഉരുക്കുകൊണ്ടു അടിക്കുമ്പോൾ ഉ രുക്കിന്റെ ചെറിയ അംശങ്ങൾ തെറിച്ചു ഉരസലിനാൽ പ ഴുത്തുപോയിട്ടു പൊരികളായി മിന്നുന്നതു കൂടാതേ എളുപ്പ ത്തിൽ തീപിടിക്കുന്ന വസ്തുക്കളെ കത്തിക്കും. ഈ പൊരികൾ കടലാസ്സിൽ വീണിട്ടു നാം ഒരു ഭൂതക്കണ്ണാടി (Microscope)കൊ ണ്ടു നോക്കുമ്പോൾ അതു ഉരുകിയ ഉരുക്കത്രേ എന്നു വേഗം കാണും. അങ്ങിനേ തന്നേ രണ്ടു ചരക്കല്ലുകളെ തമ്മിൽ അ ടിക്കുമ്പോൾ കല്ലിന്റെ പഴുത്തകഷണങ്ങൾ പൊരികളായി വീഴും. രാത്രിയിൽ കല്ലുപാകിയ വഴിയിൽ കൂടി കുതിര ഓടി ച്ചുപോകുമ്പോൾ ലാടത്തിൽനിന്നു പഴുത്തഇരിമ്പിന്റെ പൊരികൾ തെറിക്കും. ഇവ്വണ്ണം ഉരസൽ കൊണ്ടും അമ ൎത്തൽകൊണ്ടും ചൂടുണ്ടാകും. കുറേ നേരത്തോളം മുട്ടിക്കൊ

ണ്ടിരുന്നാലും ചൂടുണ്ടാകും. വേണ്ടുവോളം മുട്ടുന്നതിനാൽ തന്നേ കൊല്ലുന്ന ഒരു ആണിയെ പഴുപ്പിപ്പാൻ കഴിയും.

260. ചില തീക്കുച്ചുകളെ അവയുടെ പെട്ടിയോടു മാത്രവും വേറേ ചില തീക്കുച്ചുകളെ പരുപരുത്ത വല്ല മതിലിനോടും ഉരസുന്നതിനാൽ തീക്കത്തുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉരസൽകൊണ്ടു വേഗം കത്തുന്ന പ്രകാശദം(Phosphorus) രണ്ടു മാതിരി ഉണ്ടു. സാധാരണമായ മാതിരി മഞ്ഞനിറമുള്ളതാകുന്നു. തീ കിട്ടേണ്ടതിന്നു ഈ മാതിരി തൊടുന്നതു മാത്രം മതിയാകും. ഒരു ചെറിയ കൊള്ളി ആദ്യം ഗന്ധകത്തിൽ മുക്കിയ ശേഷം അതിന്റെ അററത്തെ മഞ്ഞനിറമുള്ള പ്രകാശദത്തിൽ മുക്കീട്ടു അതിന്മീതേ ഒരുവക പശതേക്കുമ്പോൾ ഈ മാതിരി തീക്കുച്ചു ആയ്തീൎന്നു. ഈ മാതിരി പ്രകാശദം എത്രയും എളുപ്പത്തോടേ കത്തുന്നതുകൊണ്ടു വല്ല പരുപരുത്തിടത്തു ഉരസി പശ നീക്കുന്നതു മതി; കൊള്ളി നല്ലവണ്ണം കത്തേണ്ടതിന്നായിട്ടത്രേ നാം ഗന്ധകത്തെ ചേൎത്തിരിക്കുന്നു. ഈ മാതിരി പ്രകാശദം കൊണ്ടു പലപ്പോഴും വലിയ ആപത്തു വന്നതുകൊണ്ടു ഇപ്പോൾ പെട്ടിയുടെ പരുപരുത്ത ഭാഗത്തോടു ഉരസുന്നതിനാൽ മാത്രം കത്തുന്ന ഒരു മാതിരി തീക്കുച്ചുകൾ നടപ്പായി തീൎന്നിരിക്കുന്നു. ഈ വക തീക്കുച്ചുകളെ എത്രയും പരുപരുത്ത വേറേ സ്ഥലത്തു ഉരസിയാലും തീ കിട്ടുകയില്ല. ഇതിന്റെ സംഗതി എന്തു? തീക്കുച്ചിന്റെ അററത്തു എളുപ്പത്തിൽ കത്തുന്ന ആ പ്രകാശദം അല്ല ഈ പ്രകാശത്തെ വേഗം കത്തിക്കുന്ന വേറൊരു പദാൎത്ഥം അത്രേ തേക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇത്ര വേഗത്തിൽ കത്താത്ത ചുവന്ന പ്രകാശദം എന്ന രണ്ടാം മാതിരിയോ പെട്ടിയുടെ ചുററുമുള്ള പരുപരുത്ത കടലാസ്സിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. തീക്കുച്ചു ഈ കടലാസ്സിനോടു ഉരസുമ്പോൾ ഈ ചു

വന്ന പ്രകാശത്തിൽനിന്ന ഒരല്പം നീങ്ങി കൊള്ളിയുടെ അ
ററത്തുള്ള വസ്തുവിനോടു ചേരുന്നതിനാൽ അഗ്നി ഉളവാ
കുന്നു.

261. വണ്ടിയുടെ അച്ചുകൾക്കു കീൽ തേക്കുന്നതിന്ന ആവശ്യം എന്തു
കൊണ്ടു?

ചക്രങ്ങൾ തിരിയുന്നതുകൊണ്ടു വളരേ ഉരസൽ ഉണ്ടാ
കുന്നതിനാൽ ചൂടുണ്ടാകും. ഇതു അധികം ആയി പോയാൽ
അച്ചിന്നും ചക്രത്തിന്നും തീ പിടിക്കും. ഈ ഉരസലിനെ
കുറക്കേണ്ടതിന്ന കീൽ ഇടുകയോ എണ്ണ തേക്കുകയോ ചെയ്യു
ന്നതു നന്നു.

262. ഒരു കയറു പിടിച്ചു വേഗം ഇറങ്ങുമ്പോൾ കൈ പൊള്ളുന്നതു
എന്തുകൊണ്ടു?

വേഗം ഇറങ്ങുന്നതിനാൽ കയററിന്നും കൈക്കും തമ്മിൽ
വളരേ ഉരസൽ ഉണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ടു ചൂടു ഉളവായി കൈ
പൊള്ളും. ഇവ്വണ്ണം തീക്കൊണ്ടു വേദന മാത്രമല്ല പൊക്കള
പോലും ഉണ്ടായ്വരാം. വേഗതയും കയററിൻെറ നീളവും
വൎദ്ധിക്കുന്തോറും ഉരസലും ചൂടും വേദനയും അധികമായി
തീരും.

263. പുതിയ കുമ്മായത്തെ നീററുമ്പോൾ വെള്ളം പതെക്കുന്നതു എന്തു
കൊണ്ടു?

നാം കീമശാസ്ത്രത്തിൽനിന്ന അറിയുംപ്രകാരം ഒരു പു
തിയ പദാൎത്ഥത്തെ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്ന രണ്ടു പദാൎത്ഥങ്ങൾ
തമ്മിൽ ചേരുമ്പോൾ എപ്പോഴും ചൂടുണ്ടാകും. കക്കയും വെ
ള്ളവും തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാൽ കുമ്മായം എന്ന പുതിയ
പദാൎത്ഥം ഉളവായിട്ടു പെരുത്തു ചൂടുണ്ടാകും. കക്ക ഈ വെ
ള്ളത്തെ പരിഗ്രഹിച്ചപ്രകാരം കക്ക നീററുന്നതിനാൽ അറി
യാം; പുതിയ വസ്തു മുഴുവനും ഉണങ്ങിയിരിക്കകൊണ്ടു വെ

ള്ളം കട്ടിയായ വസ്തുവായി ചമഞ്ഞു എന്നതു സ്പഷ്ടം. ഈ വക സംയോഗത്താൽ എപ്പോഴും ഉഷ്ണം ഉളവാകുന്ന പ്രകാരം പല ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളിൽനിന്നു തെളിയുന്നു. വെള്ളവും ഗന്ധകാമ്ലവും തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാൽ വലിയ ചൂടുണ്ടാകകൊണ്ടു കൈ ഗന്ധകാമ്ലത്തിൽ ഇട്ട ശേഷം വെള്ളംകൊണ്ടു കഴുകരുതേ. അങ്ങിനേ തന്നേ നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ ചൂടു രക്തത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അംഗാരം വായുവിൽനിന്നു കൈക്കൊള്ളുന്ന അമ്ലതത്തോടുള്ള സംയോഗത്തിന്റെ ഫലമത്രേ. ഓരോ ദഹനവും ഇപ്രകാരമുള്ള ചേൎച്ചയാകകൊണ്ടു അതിനാൽ വളരേ ചൂടു ഉളവാകും. (224.)

264. നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന പുല്ലിന്നു പലപ്പോഴും തന്നാലേ തീ പിടിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന സസ്യങ്ങൾ ഒക്കയും ക്രമേണ അമ്ലതത്തോടു ചേൎന്നിട്ടു ഒരു കറുത്ത വസ്തുവായ്തീരും. ഈ വസ്തുവിൽ വളരേ അംഗാരകം അടങ്ങിയിരിക്കയും ചെയ്യും. ഈ മാററത്താൽ മേല്പറഞ്ഞ പ്രകാരം ചൂടു ഉളവാകുന്നതല്ലാതേ വളരേ തടിച്ച അംഗാരകജലജം കൂടേ (Carbonic Hydrogen) ജനിക്കുന്നു. പുല്ലു വേറേ സസ്യങ്ങളെ പോലേ ചൂടു വ്യാപിപ്പിക്കുന്നതിന്നു എത്രയും പററാത്ത വസ്തു ആകകൊണ്ടു ചൂടു വൎദ്ധിച്ചിട്ടു പുല്ലു കത്തുവാൻ തുടങ്ങും. അതു കത്തേണ്ടതിന്നു വേണ്ടുന്ന അമ്ലതത്തെ കൊണ്ടുവരുന്ന വായു പുൽക്കൂട്ടത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന സമയത്തു ദഹനം സംഭവിക്കും. അങ്ങിനേ തന്നേ കപ്പി, പൊടിച്ച കരി, കമ്പിളി എന്നിവ കൂട്ടി ഇട്ടിരിക്കുന്നിടത്തു ചിലപ്പോൾ തീ ഉത്ഭവിക്കാം.

265. ഊതുന്നതിനാലോ കാററിനാലോ വിളക്കു കെട്ടുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വല്ലതും കത്തേണ്ടതിന്നു രണ്ടു സംഗതികൾ ആവശ്യം.

വസ്തുവിൽ ഉണ്ടായി വന്ന ചൂട്ടം തടസ്ഥം കൂടാതേ പ്രവേശിക്കുന്ന അമിലതവും എന്നിവയത്രേ. ഊതിനാലും കാററിനാലും കത്തുന്ന തിരിക്കു എത്രയോ അമിലതം കിട്ടിയാലും കത്തുന്ന സ്ഥലം മുഴുവൻ അധികം തണുത്തു പോകുന്നതിനാൽ തീ കെട്ടുപോകേണം. കത്തേണ്ടതിന്നു വേണ്ടുന്ന ഈ ചൂട എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും ഒരുപോലേ എന്നല്ല; കത്തേണ്ടതിന്നു ഗന്ധകത്തിന്നു അല്പം മാത്രം ചൂട മതി എന്നു വരികിലും ലോഹങ്ങൾക്കു എത്രയും വളരേ ചൂട വേണം. അതിൻപ്രകാരം നാം ദഹ്യങ്ങളും അദഹ്യങ്ങളുമായ വസ്തുക്കളെക്കൊണ്ടും സംസാരിക്കുന്നു; ഇതിന്റെ ശരിയായ അൎത്ഥമോ ചിലവസ്തുക്കൾ അല്പംമാത്രം ചുടുമ്പോൾ അമിലതത്തോടു ചേരുകയും മററു ചില വസ്തുക്കളോ നാം അറിയാത്ത ഉഷ്ണത്തിൽ മാത്രമേ അമിലതത്തോടു ചേൎന്നു കത്തു.

266. നാം ചായയോ കപ്പിയോ കാച്ചുന്ന പാത്രങ്ങൾക്കു മരംകൊണ്ടുള്ള പിടി ഉണ്ടാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാം ശബ്ദത്തെ കുറിച്ചു വിവരിച്ച അദ്ധ്യായത്തിൽ കേട്ട പ്രകാരം ശബ്ദത്തെ നടത്തുന്ന വസ്തുക്കൾക്കു വലിയ ഭേദം ഉണ്ടു. (247-ാം ചോദ്യം.) അങ്ങിനേ തന്നേ ചൂടിനെ വ്യാപിപ്പിക്കുന്ന വസ്തുക്കളിലും വലിയ വ്യത്യാസം കാണുന്നു. ലോഹങ്ങൾ ചൂടിനെ എത്രയും നല്ലവണ്ണം വ്യാപിപ്പിക്കുന്നതുകൊണ്ടു തിളെച്ച വെള്ളം പാത്രത്തിൽ പകൎന്ന ശേഷം ലോഹംകൊണ്ടുള്ള പിടി ആയിരുന്നാൽ തൊടുവാൻ ബഹു പ്രയാസമായിരിക്കും. മരമോ ചൂടിനെ പരിഗ്രഹിക്കായ്കകൊണ്ടു മരപ്പിടി എപ്പോഴും തൊടാമല്ലോ. കമ്പിളിയും രോമങ്ങളും ചൂടിനെ എത്രയോ പ്രയാസത്തോടേ നടത്തി പോരുന്നു.

267. ഒരു കമ്പി കൈകൊണ്ടു വളരേ സമയത്തോളം തീയിൽ പിടിപ്പാൻ കഴികയില്ലെങ്കിലും കടലാസിന്റെ കഷണം തീ വിരലോടടുത്തു എത്തും വരേ അങ്ങിനേ പിടിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കമ്പി ചൂടിനെ നല്ലവണ്ണം നടത്തുന്നതുകൊണ്ടു അതു വേഗം കൈയ്യുടെ അററത്തു എത്തും. കടലാസ്സോ ഉഷ്ണത്തെ എത്രയും പ്രയാസത്തോടേ നടത്തുന്നതുകൊണ്ടു തീ കൈയ്യുടെ അടുക്കൽ എത്തുമ്പോൾ പോലും കടലാസ്സു ചൂടിനെ അത്രോളം വ്യാപിപ്പിക്കുന്നില്ല.

268. ദീൎഘസമയത്തോളം ഈൎന്നശേഷം ഈൎച്ചവാൾ തൊട്ടാൽ കൈ പൊള്ളുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈരുന്നതിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന വലിയ ഉരസൽ കൊണ്ടു വളരേ ഉഷ്ണം ഉളവാകുന്നതു തന്നേയല്ല മരം ആ ചൂടിനെ ശരിയായി കൈക്കൊള്ളാതേയും നടത്താതേയും ഇരിക്കേ ഈൎച്ചവാൾ അതിനെ എത്രയും നല്ലവണ്ണം കൈക്കൊണ്ടിട്ടു പെരുത്തു ചൂടു പിടിച്ചു പോകും. അങ്ങിനേ തന്നേ ഒരു നാണ്യം കൊണ്ടു മേശമേലോ തുണിയിലോ തേച്ചശേഷം അതു എത്രയോ ചൂടായി തീൎന്നാലും മേശയും തുണിയും അല്പം മാത്രം ചൂടുപിടിച്ചതായി കാണുന്നു.

269. കൈയിൽ വെണ്ണീർ പരത്തി അതിന്മേൽ ഒരു കനൽ വെച്ചാൽ കൈ പൊള്ളാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെണ്ണീർ ചൂടിനെ ബഹു പ്രയാസത്തോടേ മാത്രമേ നടത്തുന്നുള്ളു. അതുകൊണ്ടു തീക്കലത്തിൽ അധികം വെണ്ണീർ ഉണ്ടെങ്കിൽ നല്ല ചൂടു ഉണ്ടാകയില്ല. വസ്തുക്കൾക്കു തീപ്പിടിക്കാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു വെണ്ണീർ നല്ലവണ്ണം ഉതകുന്നു. പണം സൂക്ഷിച്ചുവെപ്പാനായിട്ടു ഖജാനകൾ ഉണ്ടല്ലോ. ഇവയുടെ ഇരട്ടയായ ഇരിമ്പുതകിടുകളുടെ നടുവിൽ വെണ്ണീർ ഇട്ടാൽ പുറമേയുള്ള തകിടു പഴുത്താലും തീ ഉള്ളിൽ അതിക്രമിക്കുന്നതു വളരേ ദുൎല്ലഭം ആകുന്നു.

270. ചില ആളുകൾക്കു (വിശേഷാൽ കൊല്ലന്മാൎക്കു) തീക്കനൽ എടുത്തു അല്പസമയത്തോളം കൈയിൽ വെപ്പാൻ കഴിയുന്നത് എന്തുകൊണ്ടു?

എപ്പോഴും ആയുധങ്ങളെ കൈയിൽ ധരിച്ചു മുട്ടുന്നതിനാൽ ഇങ്ങിനേത്തവൎക്ക ഉള്ളങ്കൈയിൽ തഴമ്പു ഉണ്ടാകകൊണ്ടും തഴമ്പിച്ച തോൽ ചൂടിനെ വളരേ താമസിച്ചു മാത്രം നടത്തുന്നതുകൊണ്ടും അത്രേ.

271. മണ്ണുകൊണ്ടുള്ളവയെക്കാൾ ഇരിമ്പുതീക്കലങ്ങളെക്കൊണ്ടു മുറികളിൽ അധികം വേഗം ചൂടുണ്ടാകുന്നതെന്തുകൊണ്ടു?

മണ്ണിനെക്കാൾ ഇരിമ്പു ചൂടിനെ അധികം നല്ലവണ്ണം നടത്തുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. എങ്കിലും ഇരിമ്പിൻതീക്കലത്തിൽ ചൂടു എല്ലാം വേഗം ആറുന്നതുകൊണ്ടു വേഗം തണുത്തുപോകും.

272. ഒരു തീക്കലത്തിന്റെ ഉൾഭാഗം പുകയറകൊണ്ടു മൂടപ്പെട്ടിരുന്നാൽ നല്ല ചൂടു വരാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

പുകയറ ചൂടിനെ നല്ലപോലേ നടത്തായ്കകൊണ്ടത്രേ. തീക്കലങ്ങളിൽനിന്നു ചൂടു വേഗം വായുവിൽ വ്യാപിച്ചുപോകുന്നത് ഒരു പ്രധാനകാൎയ്യമാകുന്നു.

273. ശീതകാലത്തു നാം കമ്പിളിയുടുപ്പു ധരിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കമ്പിളി ചൂടിനെ എത്രയോ പ്രയാസത്തോടേ നടത്തുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. ശീതകാലത്തു നമ്മുടെ ശരീരത്തിൻ ചുററുമുള്ള വായുവിനെക്കാൾ അധികം ചൂടുണ്ടാകകൊണ്ടു ഈ ചൂടിനെ കാത്തുരക്ഷിക്കുന്നതു പ്രധാനം. കമ്പിളി അതിനെ ശരീരത്തിൽനിന്നു എടുത്തു പുറത്തു കൊണ്ടുപോകായ്കയാൽ അതു എത്രയും നല്ല ഉടുപ്പാണ്. കമ്പിളി തന്നേ ചൂടു വരുത്തിക്കൊടുക്കും എന്നു ചിലർ വിചാരിക്കുന്നതു തെററത്രേ.

274. ഉഷ്ണകാലത്തു യാത്രചെയ്യുന്ന ഇംഗ്ലിഷ്കാർ കട്ടിയായ വെള്ളത്തെ കമ്പിളികൊണ്ടു പൊതിയുന്നതു എന്തിന്നു?

ഈ കാൎയ്യത്തിൽ കട്ടിയായ വെള്ളത്തിന്റെ ചുററിലിരിക്കുന്ന ഉഷ്ണവായു അതിക്രമിക്കാതേ ഇരിക്കേണ്ടുന്നതു ആവശ്യം.

കമ്പിളി ചൂടിനെ നല്ലവണ്ണം വ്യാപിപ്പിക്കായ്കകൊണ്ടു കട്ടിയായ വെള്ളത്തിൻെറ ശീതത്തെ നന്നായി കാക്കും.

275. ശീതമുള്ള രാജ്യങ്ങളിൽ വീടുകളെ കല്ലുകൊണ്ടു അല്ല മരംകൊണ്ടു പണിയിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വീട്ടിന്നകത്തു നെരിപ്പോടു നല്ല ചൂടു വരുത്തിയശേഷം അതിനെ കാത്തു സൂക്ഷിപ്പാൻ ആവശ്യം. കല്ലു മരത്തെക്കാൾ അധികം വേഗം ചൂടിനെ ഉൾക്കൊണ്ടിട്ടു ഇല്ലായ്മ ചെയ്യുന്നതിനാൽ മരംകൊണ്ടുള്ള വീടുകളിൽ അധികം സുഖം ഉണ്ടാകും. ഈ വിഷയത്തിൽ കട്ടിയായ വെള്ളംപോലും കല്ലിനെക്കാൾ നല്ലതാകകൊണ്ടു വടക്കെ പാൎത്തുവരുന്ന എസ്കീമോസ്സ് എന്ന ജാതി കട്ടിയായ വെള്ളംകൊണ്ടു വീടുകളെ പണിയിച്ചുപോരുന്നു. അപ്രകാരം തന്നേ അങ്ങോട്ടു യാത്ര ചെയ്യുന്ന വെള്ളക്കാരും ശീതകാലത്തു കട്ടിയായ വെള്ളത്തിൽ ഉറെച്ചു നില്ക്കുന്ന കപ്പലുകളുടെ ചുററും ഹിമംകൊണ്ടും കട്ടിയായ വെള്ളംകൊണ്ടും മതിലുകളെ കെട്ടിവരുന്നുണ്ടു.

276. ഇറുക്കമുള്ള ഉടുപ്പിനെക്കാൾ അഴഞ്ഞുകിടക്കുന്ന ഉടുപ്പിനാൽ അധികം ചൂടു അനുഭവമായിവരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നല്ല ചൂടു ഉണ്ടാകേണ്ടതിന്നു ശരീരത്തിലുള്ള ചൂടിനെ കാത്തുരക്ഷിക്കുന്നതു തന്നേ പ്രധാനകാൎയ്യം. ഇറുക്കമുള്ള ഉടുപ്പു ധരിച്ചാൽ ഈ ഉടുപ്പുമാത്രം ശരീരത്തെ മൂടുന്നതുകൊണ്ടു ശരീരത്തിൻെറ ചൂടു പുറപ്പെട്ടുപോകും. അഴഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഉടുപ്പു ധരിച്ചാലോ ശരീരത്തിൻെറയും ഉടുപ്പിൻെറയും ഇടയിൽ വായു ഉള്ളതുകൊണ്ടും വായു ചൂടിനെ നല്ലവണ്ണം വ്യാപിക്കായ്കകൊണ്ടും ശരീരത്തിലുള്ള ചൂടിന്നു നല്ല രക്ഷയുണ്ടു. അങ്ങിനേ തന്നേ പകൽസമയത്തു ഉടുപ്പു ധരിച്ചു കിടക്കുന്ന സമയത്തിൽ ചിലപ്പോൾ ശീതം തോന്നുകയും രാത്രിയിലോ ഉടുപ്പു മാററി പുതപ്പിനെമാത്രം പുതെച്ചാൽ വേണ്ടുവോളം ചൂടു അനുഭവിക്കയും ചെയ്യും.

277. വിലാത്തിയിൽ ശീതകാലത്തു വയലിൽ ഹിമം കിടന്നാൽ വിതെച്ച വിത്തിന്നു യാതൊരു നഷ്ടവും വരാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഹിമം തന്നേ ചൂടിനെ നല്ലവണ്ണം തടുക്കുന്നതുകൂടാതേ ഇതിൽ വളരേ വായു അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടും നിലത്തിൻെറ ചൂടു പുറപ്പെടുന്നതിനെ നന്ന തടുത്തു മീതേയുള്ള ശീതവായുവിനെ അകററും. ഇവ്വണ്ണം വിത്തു നഷ്ടമായിപ്പോകാതേ ഹിമത്തിൻ കീഴേ ചിലപ്പോൾ മുളെക്കയും കൂടേ ചെയ്യുന്നു.

278. വെള്ളത്തിന്നും വായുവിന്നും സമമായ ചൂടുണ്ടായാലും വെള്ളത്തിൽ നമുക്കു അധികം ശീതം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം വായുവിനെക്കാൾ അധികം ചൂടിനെ നടത്തുന്നതുകൊണ്ടു ശരീരത്തിൽനിന്നു അധികം ചൂടു വെള്ളത്തിൽ പോയ്പോകുന്നതിനാൽ നമുക്കു ശീതം തോന്നും.

279. ഒരേ സമയത്തു തന്നേ ഓരോ വസ്തുക്കളെ തൊടുമ്പോൾ അവയുടെ ചൂടിൽ വലിയ ഭേദം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മുടെ കൈകളു വസ്തുക്കളെക്കാൾ അധികം ചൂടു ഉണ്ടെന്നുവരികിലും ചൂടിനെ നല്ലവണ്ണം നടത്തുന്ന വസ്തുക്കൾ നമ്മുടെ കൈയിൽനിന്നു വേഗം ചൂടു കൈക്കൊള്ളുന്നതിനാൽ തണുപ്പു തോന്നുന്നു. അവ ചൂടിനെ നടത്തുന്നില്ലെങ്കിലോ നമ്മുടെ കയ്യിൻെറ ചൂടു മാറായ്കകൊണ്ടു വസ്തുക്കൾക്കു നല്ല ചൂടുണ്ടു എന്നു തോന്നുന്നു. അവ്വണ്ണം മരത്തെക്കാളും കമ്പിളിയെക്കാളും ലോഹങ്ങൾക്കു അധികം തണുപ്പുണ്ടെന്നു സാധാരണമായി തോന്നും എങ്കിലും സൂര്യരശ്മികളാലോ തീയാലോ രണ്ടു വിധമായ വസ്തുക്കൾക്കു ശരീരത്തിൻെറ ചൂടിനെക്കാൾ അധികം ചൂടു ഉണ്ടായാൽ ചൂടു നല്ലവണ്ണം നടത്തുന്ന വസ്തുക്കൾ നടത്താത്ത വസ്തുക്കളെക്കാൾ അധികം ചൂടുള്ളതായി തോന്നും. അതെന്തുകൊണ്ടു എന്നു ചോദിച്ചാൽ ഒന്നാമത്തേതു

അധികമായ ചൂടിനെ വേഗം കൈക്കൾ വിട്ടുകൊടുക്കുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. അതുകൊണ്ടു പെരുത്ത് ഉഷ്ണം ഉള്ളപ്പോൾ ഒരു കമ്പിളിയിൽ വലിയ ഭേദം കാണുന്നില്ലെങ്കിലും പിച്ചളകൊണ്ടുള്ള ഒരു പിടിയെ തൊടുവാൻ ഏകദേശം പാടില്ലാതേയാകും.

280. ചില കച്ചവടക്കാൎക്ക തൊടുന്നതിനാൽ നല്ലതും ചീത്തയുമായ രത്നങ്ങളെ വകതിരിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെറും കണ്ണാടിയെക്കാൾ രത്നങ്ങൾ ചൂടിനെ അധികം നല്ലവണ്ണം നടത്തുന്നതുകൊണ്ടു രത്നങ്ങൾ കയ്യിൽനിന്നു അധികം ചൂടു വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ അവയെ തൊടുമ്പോൾ അധികം തണുപ്പുണ്ടു എന്നു തോന്നും എങ്കിലും കണ്ണാടിക്കും രത്നത്തിന്നും അല്പഭേദം മാത്രം ഉള്ളതുകൊണ്ടു അങ്ങിനേ അറിവാനായി വളരേ ശീലം വേണം. നിശ്ചയം വരുത്തേണ്ടതിന്നു വേറേ വഴി ഉണ്ടു: രത്നങ്ങളിന്മേൽ ആവി ഇടുന്നതിനാലത്രേ. രത്നങ്ങൾ അധികം വേഗം ചൂടായിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു ശ്വാസം വിട്ടതിനാൽ ഉളവായ ജലയാവിയെ കണ്ണാടിയെക്കാൾ അധികം താമസിച്ചു വലിക്കയും അധികം വേഗം വിടുകയും ചെയ്യും.

281. കാറ്റു ഊതുമ്പോൾ നമുക്ക ശീതം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കാറ്റിന്റെ ശീതമുള്ള വായു നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ ചൂടു വലിച്ചെടുക്കുന്നതുകൊണ്ടും ഒരിക്കൽ മാത്രമല്ല നാം എപ്പോഴും പുതിയ ശീതക്കാറ്റു കൊള്ളുന്നതു കൊണ്ടും ശീതം അധികമായി തീരും. അതു കൂടാതേ ഈ കാറ്റു ഉടുപ്പിലൂടേ തട്ടുന്നതിനാൽ ഉടുപ്പുകൊണ്ടുള്ള ഉപകാരവും നിഷ്ഫലമായി ചമയും താനും. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു കാറ്റിനാൽ പുറമേയുള്ള വായുവിന്റെ ശീതം വൎദ്ധിക്കുന്നതോടു കൂടേ ഉടുപ്പു ഉതകായ്കകൊണ്ടു നമുക്ക അധികം ശീതം തോന്നും.

282. നെരിപ്പോടിനാൽ മുറിയിൽ ചൂടു ഉളവാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തീക്കലത്തിലേ ചൂടു സമീപത്തുള്ള വായുവിനെ മാത്രമല്ല മുറിയിലുള്ള വായുവിനെ എല്ലാം ക്രമേണ ചൂടാക്കും. ചൂടു വ്യാപിപ്പിക്കുന്നതു മൂന്നു വിധത്തിലാണ്; ചൂടുള്ള വസ്തുവിന്റെയും ചൂടില്ലാത്ത വസ്തുവിന്റെയും നടുവിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ അംശങ്ങൾ ക്രമേണ ചൂടു പിടിച്ചു ഒടുക്കം ചൂടില്ലാത്ത വസ്തുവിൽ എത്തുന്നു. ഇതു ഒന്നാമത്തേ വഴി (Conduction). ഇതിനെ കുറിച്ചുള്ള ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളാകുന്നു നാം ഇതുവരേ വിവരിച്ചതു. സൂര്യന്റെ രശ്മികളോ 8 നിമിഷങ്ങളിൽ 90,000,000 നാഴികദൂരത്തിൽനിന്നു ഭൂമിയിൽ എത്തി വഴിയിലുള്ള വായുവിനെ ചൂടാക്കായ്കകൊണ്ടു (ഇതിന്നു സാക്ഷ്യം മേല്പോട്ടു കയറി പോകുന്നേടത്തോളം ശീതം വൎദ്ധിക്കുന്നു) സൂര്യന്റെ ചൂടു ഒന്നാമത്തേ വഴിയായി ഭൂമിയിൽ എത്തുന്നില്ല എന്നതു സ്പഷ്ടമല്ലോ! സൂര്യൻ തന്റെ രശ്മികളെ വീശീട്ടു അവ ഇടയിലുള്ള ആകാശത്തിൽ കൂടി ചെന്നു ചൂടില്ലാത്ത ഭൂമിക്കു തട്ടും (Radiation) സൂര്യനെ പോലേ തീക്കലവും ചൂടു പുറപ്പെട്ടുവിക്കുന്നു. അതിൻനിമിത്തം തീക്കലത്തിന്റെയും നമ്മുടെയും നടുവിൽ ഒരു മറ ഉണ്ടായിരുന്നാൽ ചൂടു അത്ര തോന്നുകയില്ല. ചൂടുള്ള വസ്തു ചൂടില്ലാത്ത വസ്തുവിന്നു അതിനോടു സമമായ ചൂടു ഉണ്ടാകുംവരേ ഘൎമ്മരശ്മികളെ വീശും. ഇവ്വണ്ണം മുറിയിലുള്ള എല്ലാ സാമാനങ്ങളുടെയും ചൂടു സമമായ്തീരും. (മൂന്നാം വഴിയെ കുറിച്ചു നാം 307-ാം ചോദ്യത്തിൽ കേൾക്കും.

283. ഒരു മതിലിനോടു അടുത്തു നില്ക്കുന്ന മരത്തിന്റെ ഫലങ്ങൾ പുറത്തു നില്ക്കുന്ന മരങ്ങളുടെ ഫലങ്ങൾക്കു മുമ്പേ മൂക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ മരം ശേഷമുള്ള മരങ്ങളെ കണക്കേ സൂൎയ്യരശ്മികളെ കൊള്ളുന്നതു കൂടാതേ ശബ്ദത്തിന്റെ വിഷയത്തിൽ നാം കേ

ട്ടപ്രകാരം (251)മതിൽ കൈക്കൊണ്ട സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികളെയും നിരാകരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ചൂട്ട മരത്തിന്നു തട്ടും.

284. തീക്കണ്ണാടി (burning glass) കൊണ്ടു കടലാസ്സിനെ കത്തിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ തീക്കണ്ണാടി അണ്ഡാകൃതിയായിരിക്കുന്നതു (Convex) കൊണ്ടു ചൂട്ട വരുത്തുന്ന രശ്മികൾ ഇതില്പൂടേ ചെല്ലുമ്പോൾ വഴിയിൽനിന്നു ഒരല്പം തെറ്റീട്ടു (363) കടലാസ്സു രശ്മികൾ യോജിക്കുന്ന സ്ഥലത്തു വെച്ചാൽ കണ്ണാടി ഉൾക്കൊണ്ട എല്ലാ രശ്മികളും കടലാസ്സിന്മേൽ ഒരു വിന്ദുവിൽ ചേരുന്നതിനാൽ കടലാസ്സിന്നു തീപ്പിടിപ്പാൻ വേണ്ടുന്ന ചൂട്ട ഉളവാകും.

285. ഉഷ്ണകാലത്തിൽ കറുത്ത ഉടുപ്പു ധരിച്ചാൽ ചൂട്ട അധികം അനുഭ വിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചൂട്ടുള്ള വസ്തുക്കൾ രശ്മികളായി പുറപ്പെട്ടവിക്കുന്ന ചൂട്ട കൊള്ളുന്ന വസ്തുക്കളിൽ വലിയ ഒരു ഭേദം ഉണ്ടാകുന്നുവല്ലോ! കറുത്ത വസ്തുക്കൾ ഈ രശ്മികളെ താല്പൎയ്യത്തോടേ കൈക്കൊള്ളുന്നു എന്നാൽ വെളുത്ത വസ്തുക്കൾ അവയെ നിഷേധിച്ചു നിരാകരിക്കുന്നു. കറുത്ത നിറം സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികൾക്കു ഇത്ര അനുകൂലമായിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈ കേരളദേശത്തിൽ അത്യാവശ്യമില്ലെങ്കിൽ കറുത്ത ഉടുപ്പു ധരിക്കുന്നതു ദോഷത്വം അത്രേ. വിലാത്തിയിൽ ശീതകാലത്തു കറുത്ത ഉടുപ്പു ധരിക്കേണ്ടതിന്നു കാരണം അതു നെരിപ്പോട്ടിന്റെ ചൂടിനെ നല്ലവണ്ണം കൈക്കൊള്ളുന്നതുകൊണ്ടത്രേ.

286. വെള്ളം കാച്ചേണ്ടതിന്നു പുതിയ പാത്രങ്ങളെക്കാൾ പുകയറ തട്ടിയ പഴയ പാത്രങ്ങൾ ഏറേ നല്ലതു ആകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മിനുസമായിരിക്കുന്ന പാത്രം ചൂടിന്റെ രശ്മികളെ അധികം വിരോധിച്ചു നിരാകരിക്കും. പരുപരുത്തതും കറുത്തതുമായ പാത്രമോ ചൂടിനെ നല്ലപോലേ കൈക്കൊള്ളുന്നതിനാൽ വെള്ളം വേഗം തിളെക്കും.

287. ചീനമണ്ണുകൊണ്ടുള്ള മിനുസമായ പാത്രങ്ങളിൽ വെക്കുന്ന ഭക്ഷണം വേഗം തണുത്തു പോകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

പരുപരുത്ത വസ്തുക്കൾ ചൂടിനെ അധികം താല്പൎയ്യത്തോടേ കൈക്കൊള്ളുന്നെങ്കിലും സ്വന്തചൂടിനെയും അപ്രകാരം തന്നേ പുറപ്പെടുവിക്കും. ഒന്നാം ഗുണം വല്ലതും കാച്ചേണ്ടതിന്നു വലിയ ഉപകാരം ആയിരുന്നാലും തീ കെട്ട ശേഷം ചൂടു പോകാതേ കാത്തുരക്ഷിക്കുന്നതിൽ രണ്ടാമത്തേ ഗുണം ദോഷകരമായ്ത്തീരുന്നു. ചൂടു വേഗം ആറിപ്പോകുന്നതിനാൽ ഭക്ഷണം തണുത്തു പോകും. മിനുസമായ പാത്രങ്ങൾക്കു ഇതിൽ വളരേ വിശേഷമുണ്ടു.

288. നമുക്കു അൎദ്ധരാത്രിയിലല്ല രാവിലേ മാത്രം പ്രത്യേകമായി ശീതം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂമി സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികളിൽനിന്നു പകൽസമയത്തു കൈക്കൊണ്ട ചൂടിനെ രാത്രിയിൽ ക്രമേണ വിടുന്നതുകൊണ്ടു പിറേറദിവസം രാവിലേ ചൂടു അധികം പോയി ശീതം അധികം തോന്നുന്നു. സസ്യാദികൾകൊണ്ടു മൂടപ്പെട്ട കറുത്തതായ സ്ഥലത്തുനിന്നു അധികം ചൂടു നീങ്ങിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു ഈ വക സ്ഥലങ്ങളിൽ വീടുകൂടാതേ കിടന്നുറങ്ങുന്നതു അപായമുള്ള കാൎയ്യം ആയിരിക്കാം.

289. മേഘങ്ങൾ ആകാശത്തെ മൂടിക്കിടന്നാൽ രാത്രിയിൽ അത്ര ശീതം തോന്നാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂമി പകൽസമയത്തു കൈക്കൊണ്ട ചൂടിനെ വീണ്ടും രാത്രിയിൽ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നുവല്ലോ. മേഘം മൂടിക്കിടക്കുമ്പോൾ കയറിപ്പോകുന്ന ചൂടിനെ അതു തടുത്തു നിരാകരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു നിലം ഏറേ തണുത്തു പോകുന്നില്ല. വിലാത്തിയിൽ തെളിവുള്ള രാത്രിയിൽ ആളുകൾ സസ്യങ്ങളെ രക്ഷിപ്പാനായിട്ടു കത്തിക്കുന്ന തീയിൽനിന്നു കയറുന്ന പുകകൊണ്ടു മേല്പറഞ്ഞ മേഘങ്ങളെ പോലേ ചൂടിനെ തടുക്കും. അങ്ങിനേ തന്നേ

വിലയേറിയ തൈകളെ കൊമ്പുകളെക്കൊണ്ടും പായികൊണ്ടും കാത്തുരക്ഷിക്കുന്നതു നടപ്പാൎത്തിന്നു.

290. എണ്ണയെക്കാൾ വെള്ളത്തെ ചൂടാക്കുന്നതു അധികം പ്രയാസമാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചൂടിനെ വ്യാപിപ്പിക്കുന്ന കാൎയ്യത്തിൽ ഓരോ വസ്തുക്കൾക്കു തമ്മിൽ വലിയ ഭേദം ഉള്ള പ്രകാരം ഉള്ളിലോട്ടു ചൂടിനെ കൈക്കൊള്ളുന്നതിലും വളരേ ഭേദം ഉണ്ടു. വെള്ളത്തിന്നു ചൂടു കൈക്കൊൾവാൻ എണ്ണയെക്കാൾ അധികം കഴിവു ഉണ്ടാകകൊണ്ടു എണ്ണയോടു സമമായ ചൂടു ഉണ്ടാകുംവരേ അധികം ചൂടു ഉൾക്കൊള്ളും. അങ്ങിനേ തന്നേ വെള്ളം എണ്ണയോടൊപ്പം തണുത്തുപോവാനായിട്ടു അധികം ചൂടു വിട്ടുകൊടുക്കേണ്ടി വരും. ഇപ്രകാരം വേറേ വസ്തുക്കളിലും വളരേ ഭേദം കാണുന്നു. ഇരിമ്പിനെ ചൂടാക്കേണ്ടതിന്നു നാകത്തെക്കാൾ ഇരട്ടിച്ച ചൂടു വേണം. എങ്കിലും നാകം വളരേ വേഗം തണുത്തുപോകും. പിന്നേ ഭൂമിയെക്കാൾ വെള്ളത്തെ ചൂടാക്കേണ്ടതിന്നു 4 വട്ടം അധികം ചൂടു ആവശ്യമാകകൊണ്ടു ഭൂമിക്കു അധികം ചൂടുണ്ടാകും. എങ്കിലും കാററിനാലും രാത്രിയിൽ ചൂടു വിടുന്നതിനാലും സമുദ്രത്തെക്കാൾ ഭൂമി അധികം വേഗം തണുത്തുപോകും. ചൂടു കൈക്കൊള്ളേണ്ടതിന്നുള്ള പല വസ്തുക്കളുടെ പ്രാപ്തിയെ തമ്മിൽ ഒത്തുനോക്കുന്നതിനാൽ അവയുടെ വിശേഷമായ ചൂടു എന്തെന്നു (Specific heat) അറിയാം. ഈ കാൎയ്യത്തിലും നാം ഓരോ വസ്തുക്കളെ വെള്ളത്തോടു താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കുന്നതു നടപ്പാകുന്നു.

പത്താം അദ്ധ്യായം.

ചൂടിനാൽ ഉളവാകുന്ന മാററങ്ങൾ.

The effects of Heat.

“ഉൾക്കാമ്പുരുക്കി ചമെക്കാശ്ശു.”
“അവൻ (ദൈവം) ഇരുന്നിട്ടു ഉരുക്കി വെള്ളിയെ ശുദ്ധിവരുത്തും; അവൻ അവരെ പൊന്നിനെ പോലേയും വെള്ളിയെ പോലേയും നിൎമ്മലമാക്കുകയും ചെയ്യും.”

I. വിരിവു Expansion by Heat.

291. ഉഷ്ണമാത്ര (Thermometer) എന്നതു എന്തു?

വസ്തുക്കൾ ചൂടിനാൽ വിരിയുന്നതത്രേ ചൂടിൻെറ പ്രധാനഫലം. ചൂടിനാൽ വസ്തുക്കൾ വിരിയുന്നതും ശീതത്താൽ ചുരുങ്ങുന്നതും നാം അനുഭവത്താൽ അറിയുന്നു. (28-ാം ചോദ്യം ഇതിന്നു വിരോധമായി നില്ക്കുയില്ല എന്തുകൊണ്ടു?) വെള്ളത്തിൽമാത്രം നാം ഒരു വിധം ക്രമക്കേടിനെ കാണുന്നു. അതെങ്ങിനേ എന്നു ചോദിച്ചാൽ വെള്ളത്തിന്നു 4 ഇലി (4 degrees Celsius) ചൂടുള്ളപ്പോൾ ഏററവും ചുരുങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവിടം മുതൽ അധികം ചൂടാകയോ തണുപ്പിക്കയോ ചെയ്യുന്നെങ്കിൽ വെള്ളം വിരിഞ്ഞു ഘനം കുറഞ്ഞു പോകും. അതിൻനിമിത്തം വെള്ളത്തെക്കാൾ കട്ടിയായ വെള്ളം ഘനം കുറഞ്ഞതാകുന്നു. (296 നോക്ക). ചൂടിനാൽ വസ്തുക്കൾ വിരിയുന്നതു ശാസ്ത്രികൾ കണ്ടിട്ടു എത്ര ചൂടുണ്ടു എന്നു നിശ്ചയിക്കേണ്ടതിന്നു ഓരോ യന്ത്രങ്ങളെ സങ്കല്പിച്ചു. ഇതിന്നായി വിശേഷാൽ നല്ല ക്രമത്തിൽ ചൂടിൻെറ അല്പമായ ഭേദത്താൽ അധികം വിരിയുന്ന വസ്തുക്കൾ ഉചിതമുള്ളവയാകുന്നു. രസം, ജലയാവി,

വായു മുതലായവയും ചില ലോഹങ്ങളും പ്രധാനം. ഇങ്ങിനേയുള്ള യന്ത്രത്തിന്നു ഘൎമ്മമാത്ര എന്ന പേർ വിളിക്കാമല്ലോ. അതു വായുമാത്രയോടു തുല്യമായാലും ചില ഭേദങ്ങൾ ഉണ്ടു. താഴേയുള്ള അററം ഉണ്ട ആയിട്ടുള്ള കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള എത്രയോ നേരിയ കുഴലിനെ ചൂടാക്കുന്നതിനാൽ വായുവിനെ എല്ലാം കുഴലിൽനിന്നു പുറത്താക്കിയ ശേഷം അതിനെ രസം കൊണ്ടു നിറെച്ചു മീതേ ഉരുക്കി അടെക്കും. ഈ കുഴലിനെ ഒരു കുറി തോതിനോടു (scale) കെട്ടി ഉറപ്പിച്ചതിൽ പിന്നേ ഒന്നാമതു ചൂടിന്റെ ഉത്തമാധമങ്ങളായ രണ്ടു അതിരുകളെ നിശ്ചയിക്കേണം. യന്ത്രത്തെ തിളെക്കുന്ന വെള്ളത്തിലിട്ടു രസം വിരിഞ്ഞു കയറുന്ന സ്ഥലത്തെ കുറിക്കുന്നു. പിന്നേ യന്ത്രത്തെ കട്ടിയായിപ്പോകുമാറാകുന്ന തണുത്ത വെള്ളത്തിൽ ഇട്ടു രസം ചുരുങ്ങി ഇറങ്ങുന്ന സ്ഥലത്തെയും സൂചിപ്പിക്കും. ഈ രണ്ടു അതിർരേഖകളുടെ നടുവിൽ ഉള്ള സ്ഥലത്തെ ഇലികളായി (degrees) വിഭാഗിക്കാം. ശെത്സിയൻ (Celsius) എന്ന ശാസ്ത്രി ഈ രണ്ടു വിന്ദുക്കളുടെ മദ്ധ്യത്തിൽ 100 ഇലികളാക്കി; ഈ ശതധാ ഘൎമ്മമാത്ര വിശേഷാൽ ശാസ്ത്രവിഷയങ്ങളിൽ പെരുമാറി വരുന്നു. രെയോമീർ (Reaumur) എന്ന പ്രാഞ്ചിക്കാരൻ 80 ഇലികളായി മാത്രം കുറിച്ചു; ഈ യന്ത്രത്തെ പ്രാഞ്ചിക്കാരും ശൎമ്മാനരും പ്രയോഗിക്കാറുണ്ടു. ഇവ രണ്ടിലും കട്ടിയായ വെള്ളത്തിന്റെ ചൂടു കുറിക്കുന്ന ഇലിയിൽ സൊന്ന (0) ആയി വിചാരിപ്പാൻ ആവശ്യം. ഇംഗ്ലന്തിലോ വേറൊരു ഘൎമ്മമാത്ര പ്രയോഗിച്ചു വരുന്നു. രസം ഒന്നാമത് ഇതിന്നായി പ്രയോഗിച്ച, ഫാരൻഹൈത് (Fahrenheit) എന്ന ശൎമ്മാനൻ ഇതിനെ സങ്കല്പിച്ചു. ഈ ശാസ്ത്രി ഹിമംകൊണ്ടും നവക്ഷാരം (Sal Ammoniac) കൊണ്ടും അപൂൎവ്വമായ ശീതം വരുത്തീട്ടു കുഴൽ അതിൽ ഇട്ടു രസം കുഴലിൽ ഇറങ്ങിനിന്ന സ്ഥലത്തു സൊന്ന കുറിച്ചശേഷം തിളെ

ക്കുന്ന വെള്ളത്തിൽ ഇട്ട രസം കയറിയ വിന്ദുവിൽ 212 എന്നു കുറിച്ചു തോതിനെ 212 ഇലികളായി വിഭാഗിച്ചു. ഈ യന്ത്രത്തെ കട്ടിയായ വെള്ളത്തിൽ ഇട്ടാൽ രസം 32 ഇലിയോളം കയറും.

292. വണ്ടിയുടെ ചക്രത്തിന്നു ചുട്ടു പഴുപ്പിച്ച പട്ട ഇടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പഴുത്ത ഇരിമ്പു വിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈ അവസ്ഥയിൽ പട്ട തറെച്ചാൽ ആറി തണുക്കുമ്പോൾ ചക്രത്തോടു നല്ലവണ്ണം പററും. ആണികൾ ശീതമായിരിക്കേണം: പഴുത്ത ആണികളെ തറെച്ചാൽ തണുത്തുപോയശേഷം അവ ചുരുങ്ങി ഇളകി പുറത്തു വീഴും.

293. ഒരു തംബ്ലേരിൽ പെട്ടന്നു ചൂടുവെള്ളം പകരുമ്പോൾ അതു പൊട്ടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചൂടുവെള്ളത്താൽ കണ്ണാടിയും വിരിയും. ചുററുവട്ടത്തെക്കാൾ അടിക്കു അധികം ചൂടു തട്ടുന്നതുകൊണ്ടു തംബ്ലേരിന്റെ നാനാഭാഗങ്ങളും ഒരു പോലേ വിരിയാതേ അണുക്കൾ തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞു കണ്ണാടി പൊട്ടിപ്പോകും. അപ്രകാരം തന്നേ തംബ്ലേർ ചൂടുള്ള തീക്കലത്തിന്മേൽ വെക്കുമ്പോഴും പൊട്ടിപ്പോകും. പൊട്ടിപ്പോകാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു കടലാസ്സിന്മേൽ വെച്ചാൽ മതി. കടലാസ്സ് ചൂടിനെ നല്ലവണ്ണം നടത്തായ്കയാൽ തംബ്ലേർ ക്രമേണ ചൂടുപിടിച്ചു ഒരു പോലേ വ്യാപിക്കും.

294. നാകംകൊണ്ടു പുര തകിടടിക്കുമ്പോൾ നാകത്തിന്റെ തകിടുകളെ തമ്മിൽ വിളക്കുവാൻ കഴിയാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉഷ്ണകാലത്തിൽ നാകവും വിരിയുന്നതുകൊണ്ടു തകിടുകൾക്കു വിസ്തരിച്ചു പോവാൻ സ്ഥലം ഇല്ലെങ്കിൽ വളഞ്ഞിട്ടു ശീതകാലത്തിൽ ചുരുങ്ങി പൊട്ടിപ്പോകും. അതുകൊണ്ടു രണ്ടു തകിടുകളുടെ അററങ്ങളിൽ ഒന്നു മേലോട്ടും മറേറതു കീഴോട്ടും വളെച്ചു അവയെ തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നെങ്കിൽ വിരിയേണ്ട

തിന്നും ചുരുങ്ങേണ്ടതിന്നും വേണ്ടുവോളം സ്ഥലം ഉണ്ടാം. അങ്ങിനേ തീവണ്ടിയുടെ ഇരിമ്പുപാതകളുടെ കഷണങ്ങളെ തമ്മിൽ കൊള്ളിച്ചു ചേൎക്കുവാൻ പാടില്ല.

295. വിലാത്തിയിൽ ഒരു പാത്രത്തിൽ പകരുന്ന വെള്ളം കട്ടിയായി ചമയുന്നെങ്കിൽ പാത്രം പൊട്ടിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം കട്ടിയായി പോകുന്ന സമയത്തിൽ വിരിഞ്ഞു തെററിപ്പോവാൻ വഴി ഇല്ലായ്കകൊണ്ടു പാത്രം പൊട്ടും. പാറകളെ പോലും പിളൎക്കുവാൻ കട്ടിയായ്തീരുന്ന വെള്ളത്തിന്നു വേണ്ടുവോളം ബലം ഉണ്ടു.

296. വിലാത്തിയിൽ ശീതകാലത്തിൽ പുഴകളിലും കുളങ്ങളിലും വെള്ളം അടിയോളം കട്ടിയായി പോകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം 4° C വരേ തണുത്തു പോകുമ്പോൾ ഉത്തമഘനമുണ്ടായി തീരും. അധികം തണുത്തു പോകുമ്പോഴോ വെള്ളം വിരിഞ്ഞു ഘനം കുറയുന്നതുകൊണ്ടു ശീതമുള്ള വെള്ളം എപ്പോഴും മീതേ ഇരിക്കും. അധികമായ ശീതത്താൽ കട്ടിയായി ചമയാം. ഇവ്വണ്ണം അധികം ചൂടുള്ള വെള്ളം താഴേ ഇരിക്കുന്നതിനാൽ മീതേയുള്ള കട്ടിയായ വെള്ളം ഒരു മൂടിയായി ശീതം താഴോട്ടു പ്രവേശിക്കുന്നതിനെ തടുക്കുന്നു പോലും. വെള്ളത്തിന്നു ഈ വിശേഷത ഇല്ലെങ്കിൽ വെള്ളത്തിന്റെ ഘനം 0°C വരേ വൎദ്ധിച്ചു പുഴകളും കുളങ്ങളും അടിയോളം കട്ടിയായി പോകുമായിരുന്നു. അതെങ്ങിനേ എന്നു ചോദിച്ചാൽ മീതേയുള്ള വെള്ളം തണുത്തു ഘനം ഏറി താണു പോയശേഷം അതിൻ മീതേയുള്ള വെള്ളം പിന്നേ അപ്രകാരം ചെയ്യും. അങ്ങിനേ വെള്ളം എല്ലാം 0°C വരേ തണുത്തു പോകുവോളം അതു ഇറങ്ങുകയും കരേറുകയും ചെയ്യേണം. ഒടുക്കം വെള്ളം ഒന്നാമതു അടിയിൽ കട്ടിയായിതീൎന്നിട്ടു ക്രമേണ എല്ലാം ഈ രൂപം എടുത്തെന്നു വന്നാൽ ആ രാജ്യങ്ങളിൽ കഷ്ടം എത്ര

വലുതായി ഭവിക്കമായിരുന്നു എങ്കിലും വെള്ളത്തിൻെറ പ്രമാണം 4° Cഎന്ന ശീതം തൊട്ടു വേറേ വസ്തുക്കളുടേതു പോലേ ഇനി കുറഞ്ഞു പോകാതേ വിരിയുന്നതുകൊണ്ടു ശീതമുള്ള വെള്ളം മീതേ നിന്നു ഇവിടേ ഒന്നാമതു കട്ടിയായി പോകേണം. ഈ കാൎയ്യത്തിൽ നാം എത്രയും ആവശ്യമായ ഒരു ക്രമക്കേടു കാണുന്നു. പ്രകൃതിക്കു ഒരു ആവശ്യത കണ്ടിട്ടു തന്നാലേ വല്ലതും മാററുവാനും മനുഷ്യരുടെ ഗുണത്തിന്നായി ചിന്തിപ്പാനും അശേഷം കഴിയായ്കയാൽ ഈ പ്രകൃതിയുടെ നിയമങ്ങളുടെ പിമ്പിൽ അവയെ നിശ്ചയിച്ചു ആവശ്യം ഉണ്ടെങ്കിൽ മാററുവാൻ പ്രാപ്തനായ ഒരു ആത്മാവു ആലോചിച്ചു വ്യാപരിക്കുന്നു എന്നു തെളിയുന്നു.

297. തീരേ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു പാത്രത്തിലേ വെള്ളത്തെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ വെള്ളം കവിഞ്ഞു ഒഴുകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചൂടാക്കുന്നതിനാൽ വെള്ളം വിരിഞ്ഞു കൊള്ളുവാൻ പാത്രത്തിൽ സ്ഥലം ഇല്ലായ്കയാൽ വഴിഞ്ഞുപോകും. പാത്രത്തെ തീയിൽനിന്നു എടുത്താൽ വെള്ളം തണുത്തു വീണ്ടും ചുരുങ്ങിപ്പോകും.

298. ഉഷ്മമാത്രയിലേ രസം ഉഷ്ണത്താൽ കയറുകയും ശീതത്താൽ ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മററുള്ള വസ്തുക്കളെ പോലേ രസവും ഉഷ്ണത്താൽ വിരിഞ്ഞു കുഴലിൽ കയറുകയും അങ്ങിനേ തന്നേ ശീതത്താൽ രസവും ചുളി കുഴലിൽ താണു പോകയും ചെയ്യും. ഇപ്രകാരം തന്നേ മററുള്ള ദ്രവങ്ങളും വിരിയുകയും ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നെങ്കിലും രസം മാത്രം ശീതോഷ്ണങ്ങളാൽ എപ്പോഴും സമമായി വിരിയുകയും ചുളുകയും ചെയ്യും.

299. പറങ്കി അണ്ടി തീയിൽ ഇട്ടാൽ ഒരു ശബ്ദം ഉണ്ടായിട്ടു തോടു പൊട്ടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തോട്ടുകൊണ്ടു അടെക്കപ്പെട്ട വായു തീയിൽ വിരിഞ്ഞിട്ടു പുറത്തേക്ക പോകുമ്പോൾ തോലിനെ പൊട്ടിച്ചു കളയും.

300. വിറകു കത്തുന്ന സമയത്തു കിറുകിറുത്തു പൊരികൾ തെറിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വിറകിൻ അകത്തു ദ്വാരങ്ങളിൽ ഉള്ള വായു തീയാൽ വിരിഞ്ഞു പുറത്തേക്ക പോവാൻ ശ്രമിക്കുമളവിൽ വിരോധിക്കുന്ന മരത്തിന്റെ ചെറിയ കഷണങ്ങളെ തെറിപ്പിച്ചു കളയും.

301. ഒരു വസ്തിയിൽ അല്പം വായു മാത്രം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നെങ്കിലും അതു ചൂടുള്ള സ്ഥലത്തിൽ വെച്ചാൽ വീക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചൂടിനാൽ വായു വിരിഞ്ഞു കഴിയുന്നേടത്തോളം വലിയ സ്ഥലത്തെ നിറെക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതിനാൽ വസ്തിയും വിരിയേണം.

302. ഒരു തംബ്ലേർ മറിച്ചു തീയിൽ പിടിച്ച ശേഷം കമിഴ്ത്തി കൈയിൽ നിൎത്തിയാൽ വീണ്ടും കൈയിൽനിന്നു എടുപ്പാൻ അല്പം പ്രയാസം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തംബ്ലേറിലുള്ള വായു തീയിൽ വെച്ചു വളരേ വിരിഞ്ഞിട്ടു കുറേ പുറത്തേക്ക പോയ ശേഷം തംബ്ലേറിൽ ശേഷിക്കുന്ന വായു വളരേ നേൎമ്മയായിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു പുറമേയുള്ള ആകാശം തംബ്ലേറിലുള്ള വായുവിനെക്കാൾ അധികം അമൎത്തും. കൈയിൻ തടസ്ഥം നിമിത്തം ആകാശത്തിന്നു തംബ്ലേറിൽ പ്രവേശിപ്പാൻ പാടില്ലായ്കകൊണ്ടു പുറമേയുള്ള ആകാശത്തിന്റെ ഘനം എല്ലാം തംബ്ലേറിന്മേൽ അമൎത്തുന്നു; തംബ്ലേർ എടുക്കേണമെങ്കിൽ ഈ ആകാശത്തിന്റെ ഘനത്തെ വിരോധിച്ചു ജയിപ്പാൻ ആവശ്യം. അങ്ങിനേ തന്നേ തോൽ അല്പം മുറിച്ച ശേഷം ചോരയെ വലിച്ചെടുക്കേണ്ടതിന്നു വൈദ്യന്മാർ കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള മണികളെ ചൂടാക്കി മുറിവുകളിൽ വെക്കും. മണികളിലുള്ള വായു തണുത്തു ചൂളിയാൽ ഒരു രിക്തത ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു പുറമേയുള്ള ആകാ

ശം അകത്തുള്ള തോലിനെ വളരേ അമൎത്തി ഞെരുക്കുന്നതി നാൽ ചോര ഒഴുകും.

303. തീ കത്തുമ്പോൾ പുക മേലോട്ടു കയറുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

തീയുടെ ചുററുമുള്ള ആകാശം ചൂടിനാൽ വളരേ വിരി ഞ്ഞു ഘനം കുറയുന്നതുകൊണ്ടു മേലോട്ടു കയറും. ഇതു ബ ലത്തോടേ കയറുന്നതിനാൽ പുകയെയും മേലോട്ടു കൊണ്ടു പോകും.

304. ഒരു മുറിയിൽ തീ കത്തിച്ചാൽ താഴത്തേതിൽ അധികം മീതേ ചൂടു തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചൂടിനാൽ വായു വിരിയുന്നതല്ലാതേ ഘനവും കുറഞ്ഞു പോകുന്നു. അതിൻനിമിത്തം ചൂടുള്ള വായു കയറിയ ശേഷം ഘനവും ശീതവുമുള്ള വായു താണ സ്ഥലങ്ങളിൽ ഇരിക്കും. എണ്ണ എപ്പോഴും വെള്ളത്തിന്മേൽ കിടക്കുന്നതു പോലേ അ ധികം ചൂടുള്ള വായു എപ്പോഴും ഉഷ്ണം കുറഞ്ഞ വായുവിന്മേൽ പരന്നു കിടക്കും.

305. വിളക്കിന്മേൽ ഒരു ചിമ്നി വെച്ചാൽ അധികം നല്ലവണ്ണം പ്രകാശിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചിമ്നിയിൽ ചൂടുള്ള വായു എപ്പോഴും കയറുന്നതിനാൽ ചുററുമുള്ള ആകാശത്തിൽ താഴോട്ടു ഒരു കാററൂട (സഞ്ചാരം) ഉളവായിട്ടു ശീതമുള്ളവായു ജ്വാലയുടെ താഴേ പ്രവേശിച്ചു എപ്പോഴും പുതിയ അമ്ലതത്തെ എത്തിച്ചുകൊള്ളും. താഴേ പ്രവേശിക്കുന്ന പുതിയവായുവിൻനിമിത്തം ചൂടുള്ള വായു വേഗം തെററി പോകേണം; ഇങ്ങിനേ ജ്വാലെക്കു അമ്ലതം ധാരാളമായി കിട്ടും. ചിമ്നികൾ വിളക്കുകൾക്കു ഉതകും പ്രകാരം ഗോപുരങ്ങൾ വലിയ അഗ്നിക്കു ഉതകേണം. ഉയരം വൎദ്ധിക്കുന്തോറും ഉപകാരവും വൎദ്ധിക്കും. ചിമ്നിക്കു അധികം വീതി ഉണ്ടെങ്കിൽ മീതേയുള്ള വായു വേണ്ടുവോളം

ചൂടായി തീരുവാൻ പാടില്ല; വീതിപോരാ എന്നു വരികിൽ താഴേ പുതിയ ആകാശം വേണ്ടുവോളം പ്രവേശിക്കയില്ല.

306. ഒരു മുറിയെ തീക്കലത്താൽ നല്ലവണ്ണം ചൂടാക്കിയ ശേഷം വാതിൽ തുറന്നു ഒരു വിളക്കു എടുത്തു വാതിലിൻ മേൽഭാഗത്തു വെച്ചാൽ ജ്വാല പുറത്തേക്കു തിരിയുകയും വിളക്കു താഴേ വെച്ചാൽ ജ്വാല മുറിയുടെ അകത്തു പ്രവേശിക്കയും ചെയ്യുന്നതു എന്തു കൊണ്ടു?

വാതിൽ തുറക്കുന്നതിനാൽ ഒരു മാതിരി കാററൂട ഉണ്ടാകും. പുറത്തുള്ള ശീതവും ഘനവുമുള്ള വായു വാതിലിൻ കീഴ്ഭാഗത്തൂടേ പ്രവേശിച്ചിട്ടു മുറിയിലുള്ള ചൂടായവായുവിലൊരു അംശത്തെ മേലോട്ടു ഉന്തി വാതിലിൻ മേൽഭാഗത്തൂടേ പുറത്താക്കും. മുറിയിൽ എവിടേ എങ്കിലും ഒരു ദ്വാരം ഉണ്ടെങ്കിൽ അവിടേ ഈ വക കാററൂട (സഞ്ചാരം) ഉളവാകും. ഇതു മുറിയിൽ പുതിയവായു ചെല്ലേണ്ടതിന്നു എത്രയും ആവശ്യമായ കാൎയ്യമാകുന്നു.

307. കടല്പുറത്തു കരക്കാററും കടല്ക്കാററും ഊതുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പകൽസമയത്തു ഭൂമി കടലിനെക്കാൾ അധികം ചൂടുകൈക്കൊണ്ടിട്ടു കരയുടെ മീതേ ചൂടുള്ളവായു കയറിയ ശേഷം അതിന്നു പകരം കടലിൽനിന്നു തണുപ്പുള്ള കാററു അതു ഉണ്ടായിരുന്നിടത്തു വന്നു നിറയുന്നതിനാൽ കടല്ക്കാററു ഉളവാകും. രാത്രിയിലോ കടൽ പകൽസമയത്തു കൈക്കൊണ്ട ചൂടിനെ വിടുന്നതുകൊണ്ടു സമുദ്രത്തിൽ മീതേയുള്ള വായുവിന്നു അധികം ചൂടുണ്ടാകും. അതു കയറി അതിന്നുപകരം ഘനമേറിയ വായു കരയിൽനിന്നു ചെല്ലുന്നതിനാൽ കരക്കാററു ഊതും. അങ്ങിനേ തന്നേ മദ്ധ്യരേഖയുടെ സമീപത്തു എത്രയും ചൂടുള്ള വായു കയറി ധ്രുവത്തിലേക്കു ചെല്ലുന്നതിനാലും ഭൂമി പടിഞ്ഞാറുനിന്നു കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാലും കന്നിമൂലയിൽനിന്നു ഊതുന്ന കാററു ഉണ്ടാകും. ഇങ്ങിനേ വായു ഒഴിയുന്ന സ്ഥലത്തെ നിറെക്കേണ്ടതിന്നു ധ്രുവത്തിൽനിന്നു ശീതമുള്ള

വായു തെക്കോട്ടു അടിക്കുന്നതിനാലും ഭൂമിയുടെ സഞ്ചാരത്താലും മീനമൂലയിൽനിന്നു ഊതുന്ന കാററ് ഉളവാകും.

308. നാം പാത്രത്തെ തീയിൻ അരികേ എത്രയും അട്ടപ്പിക്കുന്നതിനാൽ പതെക്കുന്നതിനെക്കാൾ തീയിൽ വെച്ചാൽ അതിലുള്ള വെള്ളം അധികം വേഗം പതെക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം ചൂടിനെ നടത്തുന്നതിൽ അത്ര പററാത്ത വസ്തു ആകകൊണ്ടു അരികേ മാത്രം പാത്രത്തെ വെക്കുന്നതിനാൽ തീയിലുള്ള വെള്ളത്തിൻെറ അംശം പതെച്ചുകൊണ്ടിരിക്കേ അടിയിലുള്ള അംശത്തിൽ പക്ഷേ ശീതോഷ്ണം കാണാം. ഇവ്വണ്ണം വെള്ളത്തിന്നു ചൂടിനെ വ്യാപിപ്പിപ്പാൻ അല്പം കഴിവു ഉണ്ടായതുകൊണ്ടു വെള്ളം എത്രയും താമസിച്ചു ചൂടായിപോകും. വെള്ളത്തിന്നു വേറേ വഴി പററും. അതു നാം 282-ാം ചോദ്യത്തിൽ മുന്നറിയിച്ച മൂന്നാം വഴി തന്നേ. പാത്രത്തെ തീയുടെ മീതേ വെച്ചാൽ ഒന്നാമതു അടിയിലുള്ള വെള്ളം ചൂടുപിടിച്ചു വിരിയുന്നതിനാൽ ഘനം കുറയുന്നതുകൊണ്ടു കയറുന്നതല്ലാതേ, ഘനമുള്ള പച്ചവെള്ളവും താണു ചൂടായിപ്പോയ ശേഷം കയറും. ഈ സഞ്ചാരത്താൽ വെള്ളത്തിന്നു വേഗം സമമായി ചൂടു ഉണ്ടാകും. അതിൻപ്രകാരം ചൂടു പുറപ്പെട്ടു ക്രമേണ എല്ലാ അംശങ്ങളെയും കൈക്കലാക്കും എന്നല്ല വസ്തുവിൻെറ എല്ലാ അംശങ്ങളും ചൂടിൽ കൂടി ചെല്ലുന്നതിനാൽ (Convection) വസ്തുവിന്നു ചൂടുപിടിക്കും.

II. ചൂടിനാൽ പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ മൂന്നു വിധമായ വ്യവസ്ഥകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാററങ്ങൾ.

Changes caused by Heat in the three states of Matter.

309. വസ്തുക്കളുടെ മൂന്നു വിധമായ വ്യവസ്ഥകൾ ചൂടിനാൽ ഭേദിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചൂടിനാൽ കട്ടിയായ വസ്തുക്കൾ ദ്രവങ്ങളായും ദ്രവങ്ങൾ
വാഷ്പമായും മാറും. കട്ടിയായ വസ്തു ദ്രവമായി തീരുന്നെങ്കിൽ
അതിന്നു ഉരുകുക എന്നും ദ്രവം ആവിയായി ചമഞ്ഞാൽ
അതിന്നു തിളെക്കുക (വാഷ്പീകരണം vaporisation) എന്നും നാം
പറയുന്നുവല്ലോ. ഇതു എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും സമമായ ചൂ
ടിനാൽ സംഭവിക്കുന്ന കാൎയ്യമാകുന്നു എന്നു വിചാരിക്കേണ്ട.
ഓരോ വസ്തുവും അതാതിന്നുള്ള പ്രത്യേകതപോലേ നിശ്ചയി
ക്കപ്പെട്ട ചൂടുകൊണ്ടു ഉരുകുകയോ പതെക്കുകയോ ചെയ്യും.
ഈ കാൎയ്യത്തിൽ ഒന്നു ബഹുആശ്ചൎയ്യം തന്നേ. അതെന്തു
പോൽ: ഉരുകുന്ന വസ്തുവിനെ ചൂടാക്കുന്നേടത്തോളം അ
തിൻെറ ഉഷ്ണം വൎദ്ധിക്കുന്നെങ്കിലും ഉരുകുവാൻ തുടങ്ങുന്ന സ
മയം തൊട്ടു എല്ലാം ദ്രവമായി ചമയും വരേ തീ എത്ര കത്തി
ച്ചാലും അതിൻെറ ചൂടു ഇനി വൎദ്ധിക്കയില്ല. ഇവ്വണ്ണം ഉ
രുകുമളവിൽ വസ്തുവിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന ഉഷ്ണം വസ്തുവിൻെറ
ചൂടു വൎദ്ധിക്കായ്കകൊണ്ടു ശാസ്ത്രികൾ അതിന്നു ഗൂഢോഷ്ണം
(latent heat) എന്നു പറയുന്നു. ഉഷ്ണം കുറയുന്നതിനാൽ വസ്തു
വീണ്ടും കട്ടിയായിപ്പോകുമ്പോൾ ഈ ബന്ധിക്കപ്പെട്ട ചൂടു മു
ക്തമാകും പോൽ. അങ്ങിനേ തന്നേ വെള്ളം പതെപ്പാൻ തു
ടങ്ങിയ നിമിഷം തൊട്ടു എല്ലാം ആവിയായി മറഞ്ഞു പോ
വോളം ചൂടു വൎദ്ധിക്കായ്കയാൽ വെള്ളത്തിൻ ആവിയിലും അ
ങ്ങിനേത്ത ഗൂഢമായ ചൂടു വ്യാപിക്കുന്നു എന്നു നിശ്ചയിക്കാം.
എന്നാലും ദ്രവങ്ങളുടെ കാൎയ്യത്തിൽ ഒരു ഭേദം കാണും. ദ്രവം
മുഴുവൻ ആവിയായി ഭവിക്കേണ്ടതിന്നു പതെക്കുന്ന ചൂടു വേ
ണം എന്നു വരികിലും ഓരോ ചൂടിനാലും ദ്രവത്തിൻെറ മേ
ൽഭാഗത്തുള്ള അംശങ്ങൾ ആവിയായി ചമയുമാറാകുന്നു; അ
തിന്നു വററൽ (evaporation) എന്ന പേർ വിളിക്കാം. എല്ലാ
ആവികളെ പോലേ വെള്ളത്തിൻ ആവിക്കും വിരിയുവാൻ

ഒരു താല്പൎയ്യമുണ്ടു. അതിന്റെ നിറിഡത വൎദ്ധിക്കുന്തോറും വിരിയുന്ന ശക്തിയും വൎദ്ധിക്കേണം.

310. ഈയ്യം കരണ്ടിയിൽ ഇട്ടു വിളക്കത്തു വെച്ചാൽ ഉരുകുന്നെങ്കിലും ഇരിമ്പു ആയിരുന്നാൽ ഉരുകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഓരോ വസ്തുവിന്നും ഉരുകേണ്ടതിന്നു പ്രത്യേകമായി ഒരു ഉഷ്ണം വേണം. ഈയ്യത്തെക്കാൾ ഇരിമ്പിന്നു എത്രയും ഉഷ്ണം ആവശ്യമാകകൊണ്ടു താമസിച്ചു മാത്രം ഉരുകും. ഈയ്യം 335°C[1] ചൂടിനാൽ ഉരുകുന്നെങ്കിലും ഇരിമ്പോ 1500°C ഉഷ്ണത്താൽ മാത്രമേ ഉരുകുന്നുള്ളു. ഇത്ര ഉഷ്ണം ഒരു വിളക്കിന്നു വരുത്തുവാൻ കഴിവില്ല. (എന്തുകൊണ്ടു?) ഉരുകേണ്ടതിന്നു ചെമ്പിന്നു 1050°, വെള്ളിക്കു 1000°, നാകത്തിന്നു 285° ചൂടു വേണം. 4 അംശം ബിസ്മുഥ് (Bismuth), 1 അംശം ഈയ്യം, 1 അംശം നാകം എന്നീലോഹങ്ങളെ തമ്മിൽ ഇടകലൎത്തിയാൽ പതെക്കുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ ഉഷ്ണത്താൽ (100°) ഉരുകും. ഗന്ധകത്തിന്നു 110°, മെഴുവിന്നു 61°, കട്ടിയായ വെള്ളത്തിന്നു 0°, പയിനെണ്ണെക്കു -10°,[2] രസത്തിന്നു -40°യും മാത്രം ചൂടു വേണം.

311. ഹിമവും കട്ടിയായ വെള്ളവും ഉരുകുന്ന സമയത്തിൽ നമുക്കു ശീതം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഓരോ വസ്തു ഉരുകുന്ന സമയം വേണ്ടുന്ന ചൂടിനെ വായുവിൽനിന്നു വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ വായു വളരേ തണുത്തുപോകും. അതു തെളിയിക്കേണ്ടതിന്നു ഒരു പാത്രത്തിൽ 0° ചൂടുള്ള വെള്ളം പകരുകയും മറെറാരു പാത്രത്തെ ഹിമംകൊണ്ടു നിറെക്കയും ചെയ്തതിൽ പിന്നേ രണ്ടു പാത്രങ്ങളെയും ഒരു തീക്കലത്തിന്മേൽ വെച്ചിട്ടു ഹിമം എല്ലാം വെള്ളമായി ചമഞ്ഞ ശേഷം രണ്ടു പാത്രങ്ങളിലുമുള്ള വെള്ളത്തി

---

1) C = Celsius, 291-ാം ചോദ്യം നോക്കുക. 2) —10° എന്നു പറഞ്ഞാൽ 0° എന്ന ശീതം തൊട്ടു 10 ഇലി താഴോട്ടുള്ള ശീതമത്രേ.

ൻെറ ചൂടിനെ നോക്കുമ്പോൾ ഹിമത്തിൽനിന്നു ഉളവായ വെള്ളത്തിൻെറ ചൂടു 0°, മറേറ പാത്രത്തിലുള്ള വെള്ളമോ 75° ചൂടു ഉണ്ടാകും. രണ്ടു പാത്രങ്ങളിലും സമമായ ചൂടു പ്രവേശിച്ചതുകൊണ്ടു ഒന്നാം പാത്രത്തിൽ നാം കാണാത്ത 75° ചൂടു വെള്ളം ഉരുകേണ്ടതിന്നു ചെലവായിപ്പോകയും ഉരുകുന്ന ഹിമം ഒരു വിധേന ഈ ചൂടിനെ നിഗ്രഹം ആക്കുകയും ചെയ്തു. (309.)

312. വിലാത്തിയിൽ ചൂടുള്ള മുറിയിൽപോലും ഒരു മേശമേൽ വെള്ളം പകൎന്നിട്ടു ഇതിൽ നാകംകൊണ്ടുള്ള വസിയും വസിയിൽ ഹിമവും ഉപ്പും വെച്ചാൽ വസിയുടെ താഴേയുള്ള വെള്ളം കട്ടിയായ്ത്തീരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉരുകുന്ന ഹിമത്താൽ ഉപ്പും അലിഞ്ഞിട്ടു ചുററുമുള്ള വായുവിൽനിന്നു വളരേ ചൂടു കൈക്കൊണ്ടശേഷം ചൂടു എത്രയും നല്ലവണ്ണം നടത്തുന്ന നാകംകൊണ്ടു ഈ ചൂടില്ലായ്മയും വേഗം വെള്ളത്തിൽ വ്യാപിച്ചു വെള്ളം കട്ടിയായ്ത്തീരുകയും. 6 അംശം ഗന്ധകക്ഷാരം (Sulphate of Soda, Glauber's Salt), 4 അംശം ജലഹരിതാമ്ലം (Hydrochloric acid), 5 അംശം നവക്ഷാരം, 5 അംശം വെടിയുപ്പും (Saltpetre), 10 അംശം വെള്ളം എന്നീ മിശ്രങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഉളവാകുന്ന ശീതം ഹിമത്തെയും ഉപ്പിനെയും തമ്മിൽ കലൎത്തുന്നതിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ശീതത്തെക്കാൾ അത്യന്തം വലിയതാകുന്നു താനും. —30° C അധികശീതം ഉണ്ടാകേണ്ടതിന്നു ഹിമത്തെയും വെള്ളത്തിൽ കലക്കിയ ഗന്ധകാമിലത്തെയും (Diluted Sulpheric acid) തമ്മിൽ ഇടകലൎത്തുന്നതു മതി എന്നറിക.

313. വിലാത്തിയിൽ ഹിമം വീഴുന്ന സമയത്തിൽ ശീതം അല്പം കുറയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഹിമം വീഴുന്ന സമയത്തിൽ വായുവിലുള്ള വെള്ളം കട്ടിയായ്ത്തീൎന്നിട്ടു നാം 309-ാം ചോദ്യത്തിൽ കണ്ടപ്രകാരം ഹിമത്തിൽ

ശ്രദ്ധമായിരിക്കുന്ന അനവധി ചൂടു മുക്തമായി ആകാശത്തിൽ വ്യാപിക്കുന്നതിനാലത്രേ. ഇതുനിമിത്തം നാനാ ചെറിയ തൈകളുടെ അരികേ ആളുകൾ വെള്ളം നിറഞ്ഞ വസികളെ വെച്ചിട്ടു വെള്ളം കട്ടിയായിത്തീരുന്നതിനാൽ തൈകൾ വിട്ടുപോയ ചൂടു പിടിക്കും.

314. നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന വസ്ത്രങ്ങൾ കാററത്തു ഇട്ടാൽ ഉണങ്ങുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന വസ്ത്രങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വെള്ളം ആകാശത്തിൽ ആവിയായ്ത്തീൎന്നിട്ടു ഈറമായ വായു നീങ്ങി എപ്പോഴും പുതിയ വരണ്ട ആകാശം വസ്ത്രങ്ങൾക്കു തട്ടുന്നതിനാൽ നനവു വേഗം നീങ്ങി ഉണങ്ങുന്നു.

315. വസ്ത്രങ്ങളെ ഉണക്കേണ്ടതിന്നു അവയെ വിരിച്ചിടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മേല്ഭാഗത്തിലേ വെള്ളം ആവിയായി ചമയുന്നതുകൊണ്ടു മേല്ഭാഗം കഴിയുന്നേടത്തോളം വിസ്താരമാക്കുന്നതു നന്നു. മടക്കിവെച്ച വസ്ത്രങ്ങൾ വളരേ താമസിച്ചു ഉണങ്ങുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു എന്നു ചോദിച്ചാൽ ഈറം ക്രമേണമാത്രം മേല്ഭാഗത്തേക്കു കയറുന്നതുകൊണ്ടത്രേ.

316. ആകാശം ഈറംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന സമയം വസ്ത്രങ്ങൾ പലപ്പോഴും ഉണങ്ങാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശത്തിൽ ജല ആവി വേണ്ടുവോളം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നെങ്കിൽ അതിൽ അധികം കൈക്കൊൾവാൻ പാടില്ലാതേ പോകും. ആവി ആകാശത്തിൽ ചേരാവുന്നിടത്തോളം ചേൎന്നാൽ അതിന്നു പിന്നീടു (saturation) അധികം കൈക്കൊൾവാൻ പാടില്ല. വരണ്ട ആകാശത്തിന്നു ആവി കൈക്കൊൾവാൻ കഴിയുന്നതുകൊണ്ടു ഉഷ്ണകാലത്തിൽ തുണി വളരേ വേഗം ഉണങ്ങും.

317. മഴ പെയ്യുന്നതിനാൽ ആകാശം തണുക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മഴത്തുള്ളികൾ ചൂടുള്ള ആകാശത്തിലും വിശേഷാൽ നിലത്തുവെച്ചും ആവിയായി ചമയുന്നതിനാൽ വളരേ ചൂടു ചുററുമുള്ള വായുവിൽനിന്നു അപഹരിക്കുന്നതുകൊണ്ടത്രേ.

318. തീയിൽ വെള്ളം പകരുന്നതിനാൽ കെട്ടുപോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം തീയിൽ ആവിയായി തീരുന്നതിനാൽ ചുററുമുള്ള വായു തീ കത്തുവാൻ കഴിയാത്തവണ്ണം തണുത്തു പോവോളം തന്നേ ചൂടിനെ അടെക്കുന്നു.

319. നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന വിറകു നന്നായി കത്താതേ ഇരിക്കുന്നതല്ലാതേ വേണ്ടുവോളം ചൂടും ഉണ്ടാകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ വിറകിലുള്ള ഈറം ആവിയായി തീൎന്ന ശേഷമേ തീ നല്ലവണ്ണം കത്തുകയുള്ളൂ. ഇതിനാൽ വിറകിനെ കത്തിപ്പാൻ വേണ്ടുന്ന ചൂടിൽ ഒരംശം പോയിപ്പോകുന്നു. അതുകൊണ്ടു ഈ നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന വിറകു കത്തേണ്ടതിന്നു അധികം ചൂടു ആവശ്യം. കത്തുന്ന സമയത്തു എപ്പോഴും വെള്ളം ആവിയായി തീരുന്നതുകൊണ്ടും ചുററുമുള്ള ആകാശത്തിൽനിന്നു ചൂടു ഈ ആവിയോടു ചേരുന്നതുകൊണ്ടും ഈ ചൂടു മനുഷ്യൎക്കു നിഷ്ഫലമായി പോകും.

320. ഉഷ്ണകാലത്തിൽ പോലും വീഞ്ഞ്കുപ്പിയെ നനഞ്ഞ തുണികളെകൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞു വെച്ചാൽ വീഞ്ഞിന്നു നല്ല തണുപ്പു വരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ തുണികളിലുള്ള ഈറം ഉഷ്ണത്താൽ ആവിയായ്ത്തീരേണ്ടതിന്നു പെരുത്തു ചൂടു വേണം എന്നല്ലേ. ഈ ചൂടു ചുററുമുള്ള ആകാശത്തിൽനിന്നു വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ കുപ്പിക്കും വീഞ്ഞിന്നും തണുപ്പു ഉണ്ടാകും. എങ്കിലും കാൎയ്യം സാദ്ധ്യമായി വരേണ്ടതിന്നു ഈ തുണികളെ എപ്പോഴും മാറേറണ്ടതാകുന്നു. വേറേ ചില ദ്രവങ്ങൾ ആവിയായി ചമയുന്നതി

നാൽ അധികം ശീതം വരുത്തും. ഇവയിൽ ഒന്നു ഫെൎമ്മമാത്ര യുടെ ഉണ്ടയിന്മേൽ പകൎന്നാൽ അതിലേ രസം + 15° C തൊട്ടു $-7\frac{1}{2}$° വരേ ഇറങ്ങിപ്പോകും (ഭേദം $22\frac{1}{2}$°!).

321. നാം കുടിക്കുന്ന വെള്ളം കൂജയിൽ പകൎന്നാൽ ഇത്ര തണുപ്പുള്ളതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ കൂജകളിലുള്ള ബഹുരന്ധ്രതയുടെ നിമിത്തം (porosity) എപ്പോഴും ഒരല്പം വെള്ളം ഒഴുകുന്നതിനാൽ പുറഭാഗം നനഞ്ഞിരിക്കകൊണ്ടു ഈ വെള്ളം ആവിയായി തീൎന്നിട്ടു ചൂടിനെ അകററി നിൎത്തുന്നതിനാൽ കൂജെക്കും അകത്തുള്ള വെള്ളത്തിന്നും നല്ല തണുപ്പു ഉണ്ടാകും.

322. മനുഷ്യന്നു പെരുത്തു ഉഷ്ണം സഹിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പെരുത്തു ഉഷ്ണത്തിൽ മനുഷ്യൻ സൎവ്വാംഗം വിയൎക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈ വിയൎപ്പു ആവിയായി തീരേണ്ടതിന്നു പെരുത്തു ചൂടിനെ തോലിൽനിന്നു വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ അതിനെ തണുപ്പിക്കും. ആകയാൽ വളരേ ക്ലേദം അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വായുവിൽ നമുക്കു ഉഷ്ണം സഹിപ്പാൻ അധികം പ്രയാസം തോന്നുന്നു; അതോ ഈ വക ആകാശം നമ്മുടെ സ്വേദത്തിന്റെ ഈറത്തെ കൈക്കൊള്ളാത്ത നിമിത്തമത്രേ.

323. ഉഷ്ണമുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ പോലും കുളിച്ച ഉടനേ ഏകദേശം ശീതം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്മേലുള്ള വെള്ളം പെട്ടന്നു ആവിയായ്തീരുവാൻ തുടങ്ങുന്നതിനാൽ ശരീരത്തിൽനിന്നു വലിച്ചെടുക്കുന്ന അനവധി ചൂടു എടുത്തു കൈക്കൊള്ളും. അതു ശരീരത്തിന്റെ വിസ്താരം നിമിത്തം എത്രയും വേഗം നടക്കുന്ന പ്രവൃത്തി ആകയാൽ പോയ്പോയ ചൂടിന്നു പകരം ശരീരത്തിന്നുള്ളിൽനിന്നു വേറേ ചൂടു വരുവാനായി സമയം ഉണ്ടാകയില്ല.

324. നനഞ്ഞുപോയ ഉടുപ്പിനെ മാററുന്നില്ലെങ്കിൽ ശീതം പിടിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉടുപ്പിലുള്ള ഈററ ആവിയായി തീരേണ്ടതിന്നു വളരേ ചൂടു ആവശ്യമായ്വരും. അതൊക്കയും ശരീരത്തിൽനിന്നു വരുന്നതുകൊണ്ടും തോലിന്റെ പ്രവൃത്തി ചില സമയത്തേക്കു നിന്നുപോകുന്നതുകൊണ്ടും പലപ്പോഴും ഇതിനാൽ ദീനം വരുന്നു! ഉടുപ്പിനെ മാററുവാൻ പാടില്ലെങ്കിൽ ശരീരം കൊണ്ടു പ്രവൃത്തിക്കുന്നതു നന്നു (നടക്കുന്നതിനാൽ). ഈ അദ്ധ്വാനത്താൽ നമുക്കു നഷ്ടമായ ചൂടിന്നു പകരം പുതിയതു കിട്ടും.

325. രണ്ടു ഘൎമ്മമാത്രകളിൽ ഒന്നിനെ നേരിയ ശീലകൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞു വെള്ളത്തിൽ മുക്കി നിൎത്തിയാൽ രണ്ടു ഘൎമ്മമാത്രകളും കാണിക്കുന്ന ഭേദത്താൽ ആകാശത്തിലുള്ള ക്ലേദം ഇത്രയെന്നു അറിവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശം ഉണങ്ങിയിരിക്കുന്നേടത്തോളം വെള്ളം വേഗം ആവിയായി തീൎന്നിട്ടു ഇതിനാൽ വെള്ളത്തിൽ മുക്കിയ ഘൎമ്മമാത്രയുടെ ഉണ്ട തണുത്തുപോകുന്നതുകൊണ്ടു അതിന്റെ രസം ഇറങ്ങിപ്പോകും. ആകാശം വരണ്ടതായി ഈററം കൈക്കൊള്ളുന്നേടത്തോളം രസവും വീഴേണം. ഈ രണ്ടു ഘൎമ്മമാക്രൾ സമമായ ചൂടു കാണിക്കുന്നെങ്കിൽ ആകാശം ഇനി വേറേ ഈററം കൈക്കൊൾ്വാൻ കഴിയാത്തവണ്ണം ക്ലേദം കൊണ്ടു നിറഞ്ഞുപോയി എന്നതു ഇതിൽ കാണാം. (316-ാം ചോ.) ഇവ്വണ്ണം വെള്ളത്തിൽ മുക്കാത്ത ഘൎമ്മമാത്രയെയും മുക്കിയ ഘൎമ്മമാത്രയെയും തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ നമുക്കു ക്ലേദമാത്ര എന്ന പുതിയ യന്ത്രം കിട്ടും (Psychrometer).

326. വിശറികൊണ്ടു വീശുമ്പോൾ നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്നു നല്ല തണുപ്പുണ്ടാകുന്നെങ്കിലും ഒരു ഘൎമ്മമാത്രയുടെ മീതേ വീശുന്നതിനാൽ രസം ഇറങ്ങാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാം 314-ാം ചോദ്യത്തിൽ കേട്ടപ്രകാരം ഇളക്കപ്പെട്ട വാ

യു ആകുന്ന കാററിനാൽ വിശേഷാൽ നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ ഉണങ്ങുന്നു. അങ്ങിനേ തന്നേ വീശുന്നതിനാൽ വായു ഇളകീട്ടു എപ്പോഴും പുതിയ വായു നമ്മുടെ അരികേ വരുന്നതുകൊണ്ടു നമ്മുടെ വിയൎപ്പു വേഗം ആവിയായി തീൎന്നിട്ടു ശരീരത്തിൽനിന്നു ചൂടു എടുക്കുന്നതിനാൽ നമുക്കു ആശ്വാസവും തണുപ്പും ഉണ്ടാകുന്നു. ഛത്രമാത്രയെ വീശുന്നതിനാലോ ആകാശത്തിൽ ഒരു ഇളക്കം ഉണ്ടാകുന്നതല്ലാതേ ആവിയായി തീരുവാൻ വെള്ളം ഇല്ലായ്കയാൽ ചൂടു കുറഞ്ഞു പോകയില്ലല്ലോ.

327. വായുബഹിഷ്കരണയന്ത്രത്തിന്റെ ഗ്രാഹകപാത്രത്തിൻ അടിയിൽ വെള്ളം നിറഞ്ഞ ഒരു ചെറുവസിയെയും അതിൻ മീതേ ഗന്ധകദ്രവം (Sulphuric Ether) കൊണ്ടു നിറഞ്ഞ വസിയെയും വെച്ചാൽ വെള്ളം കട്ടിയായി തീരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ ദ്രവം സാധാരണമായ ആകാശത്തിൽ പോലും ആവിയായി ചമയുന്നതിനാൽ തുലോം ചൂടു പിടിച്ചടക്കി തണുപ്പു ജനിപ്പിക്കുന്നുണ്ടു. വായുവിന്റെ അമൎത്തൽ കുറയുന്നേടത്തോളം വാററലിൻ വേഗതയും അതിന്റെ ഫലമാകുന്ന തണുപ്പും വൎദ്ധിക്കുന്നതുകൊണ്ടു വെള്ളം കട്ടിയായ്ത്തീരുവാൻ തക്കതായ ശീതം ഉളവാകും.

328. മൌനമായിരിക്കുന്ന ആകാശത്തിൽ പുക കയറിപ്പോകാത്തതു മഴ വേഗം വരുന്നു എന്നു മുന്നറിയിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പുകയോടു കൂടേ കയറുന്ന കരിയുടെ ചെറിയ അണുക്കൾ വെള്ളത്തിന്റെ ആവിയെ താല്പൎയ്യത്തോടേ കൈക്കൊള്ളുമാറുണ്ടല്ലോ. വളരേ ആവി ഉണ്ടെങ്കിൽ അവ വേഗം ഇതിനെ പിടിച്ചടക്കുന്നതിനാൽ ഘനം ഏറുകകൊണ്ടു അവ വീഴും. അങ്ങിനേ തന്നേ ചില മാതിരി ഉപ്പു വേഗം ഈറം എല്ലാം വലിച്ചെടുക്കും. അതുകൊണ്ടു കാരവും ഉപ്പും പലപ്പോഴും അലിഞ്ഞു വെള്ളമായി തീരുന്നു.

329. ചില വസ്തുക്കൾ വിശേഷാൽ രോമങ്ങളും ചരടുകളും ക്ലേദംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞ വായുവിൽ വീക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ചില വസ്തുക്കൾ ഈറത്തെ എത്രയും ദൂരത്തിൽനിന്നു ആകൎഷിക്കുന്നു. ഈ ഈറത്തെ അവ ഉൾക്കൊണ്ട ശേഷം അതു വെള്ളമായിത്തീൎന്നിട്ടു വസ്തു ക്രമേണ വിസ്താരമായ്ത്തീരും. ഇതു പ്രത്യേകമായി രോമങ്ങളിൽ കാണാം. വേറെ വഴിയായി ആകാശത്തിൽ ഈറം ഉണ്ടോ ഇല്ലയോ എന്നു നിശ്ചയിപ്പാൻ കഴിയാത്ത സമയത്തിൽ പോലും ഈ വക വസ്തുക്കൾ അതിനെ നീട്ടുകയും ചുരുക്കുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു അവയെ ക്ലേദമാത്രകൾക്കായി പ്രയോഗിക്കാം (Hygrometer). അതിൽ ഒരു നല്ല മാതിരിയെ വൎണ്ണിക്കാമല്ലോ. ഒരു ചെറിയ ഗുഹയിൽ കുത്തനെ തൂങ്ങുന്ന ഒരു ചരടിനോടു കെട്ടപ്പെട്ട ഒരു ചെറിയ കൊള്ളിയും അതിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തു പൂക്കളെ നനെപ്പാൻ വേണ്ടുന്ന പാത്രത്തെ വഹിക്കുന്ന പുരുഷനെയും മറുവശത്തു കുട പിടിക്കുന്ന ഒരു സ്ത്രീയെയും കാണും. ചരടു ക്ലേദത്താൽ നീളുമ്പോൾ സ്ത്രീ ഗുഹയിൽനിന്നു പുറത്തുവരികയും ചരടു ഉണക്കത്താൽ ചുളുമ്പോൾ പുരുഷൻ ഗുഹയിൽനിന്നുവരികയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ ആകാശത്തിന്റെ വ്യവസ്ഥ അറിയാം.

330. ചിലപ്പോൾ വൈകുന്നേരത്തു നടക്കുന്ന സമയത്തിൽ നമ്മുടെ വസ്ത്രങ്ങൾ നനഞ്ഞപോലേ തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ആവികൾ വൈകുന്നേരത്തിലേ തണുപ്പുകൊണ്ടു വീണ്ടും വെള്ളമായി ഭവിക്കുന്നതിനാൽ ചെറിയ തുള്ളികളായി നമ്മുടെ വസ്ത്രങ്ങളിന്മേൽ വീഴും.

331. പുറമേയുള്ള ആകാശം തണുക്കുമ്പോൾ കണ്ണാടിവാതിലുകളുടെ ചില്ലിന്റെ അകത്തേഭാഗം നനഞ്ഞിരിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മുറിയിലേ ആകാശത്തിലും വെള്ളത്തിന്റെ ആവി വ്യാപിച്ചിട്ടു പുറമേ തണുത്തുപോയ വായുവിനാൽ കുളിർ ം ിടി

ച്ച കണ്ണാടിയെ തൊടുന്നതിനാൽ ഈ ആവി വെള്ളമായ്ത്തീൎന്നു കണ്ണാടിയിന്മേൽ തന്നേ ഇരിക്കും. വിലാത്തിയിലോ വൎഷന്തോറും അവിടേയുള്ള അധികമായ ശീതത്താൽ ആവി ഒരു ദ്രവമായിട്ടു മാത്രമല്ല എത്രയും ശീതമുള്ള കട്ടിവെള്ളമായും ചമയും പോലും.

332. രാത്രിയിൽ ആകാശം തെളിഞ്ഞിരുന്നാലും പലപ്പോഴും കാലത്തു എല്ലാ സസ്യങ്ങളും ജലകണങ്ങളെക്കൊണ്ടു നനഞ്ഞിരിക്കുന്നതു എന്തു?

ഭൂമി രാത്രിയിൽ ചൂടിനെ വിട്ടയക്കുന്നതിനാൽ തണുത്തു പോകുന്നതല്ലാതേ സമീപമുള്ള ആകാശത്തെയും കുളിൎപ്പിക്കും. ഈ ആകാശത്തിൽ വെള്ളത്തിന്റെ ആവികൾ ഇനി ആവിയായി നില്പാൻ കഴിവില്ലാതേ വീണ്ടും വെള്ളമായിച്ചമഞ്ഞിട്ടു തുള്ളികളായി സസ്യാദികളിന്മേൽ വീഴും. എന്നാലും ചൂടിനെ വിടുന്നതിൽ ഓരോ വസ്തുവിന്നു ഓരോ തരത്തിലുള്ള പ്രാപ്തി ഉള്ളതുകൊണ്ടു ആ തുള്ളികൾ അവയുടെ മീതേ വീഴുന്നതിലും വലിയ വ്യത്യാസം കാണേണം. ഭൂമി, കല്ലു, ലോഹം എന്നിവറ്റെക്കാൾ സസ്യങ്ങളും പ്രത്യേകമായി അവയുടെ ഇലകളും അധികമായി കുളിൎക്കുന്നതുകൊണ്ടു സസ്യങ്ങളിൽ വിശേഷാൽ ഈ വെള്ളം കാണ്മാനുണ്ടു. ഈ വെള്ളത്തിന്നു മഞ്ഞു എന്നു പേരുണ്ടു. എങ്കിലും അതു ശീതത്തിന്റെ ഗതിഭേദങ്ങളിൻപ്രകാരം മാത്രം മാറുന്നു എന്നു വിചാരിക്കേണ്ടു; വായുവിൽ എത്രയും ഈറം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു എന്നതും കൂടേ ഒരു വിശിഷ്ടകാൎയ്യമാകുന്നു. ആകാശത്തിൽ തങ്ങുവാൻ കഴിയുന്നേടത്തോളം ആവി തങ്ങിയതിന്റെ ശേഷം മാത്രമേ അതു ഉറഞ്ഞു തുടങ്ങും. ആകാശത്തിൽ വെള്ളത്തിൻ ആവി വൎദ്ധിക്കുന്തോറും ആവി വെള്ളമായ്ത്തീരുവാൻ വേണ്ടുന്ന ശീതവും കുറയാം. വിലാത്തിയിൽ ചിലപ്പോൾ ദീൎഘമായ രാത്രിയിൽ ഭൂമി 0° C എന്ന ശീതത്തിന്റെ താഴേ വ

രേ തണുത്തുപോകുന്നതുകൊണ്ടു ദ്രവമായി ചമഞ്ഞ ആവി വെള്ളമായി മാത്രം അല്ല കട്ടിയായ വെള്ളമായും (ഉറെച്ച മഞ്ഞു; Rime) സസ്യങ്ങളുടെമേൽ കാണാം. അങ്ങിനേ തന്നേ ശീതകാലത്തു വിലാത്തിയിൽ ഉലാത്തുന്ന സമയം ചിലപ്പോൾ സ്വന്തശ്വാസത്തെ പോലും കാണ്മാൻ കഴിയും; അതു പുകയോ മഞ്ഞോ എന്ന പോലേ വായിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്നു. അതു ശ്വാസത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിൻെറ ആവി ശീതത്താൽ വെള്ളമായിത്തീൎന്നിട്ടു ദൃശ്യമായി ഭവിക്കുന്നതിനാലത്രേ.

333. ആകാശം മേഘങ്ങളാൽ മൂടിക്കിടക്കുന്ന രാത്രിയിൽ മഞ്ഞു വീഴാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

മേഘങ്ങൾ ഭൂമിയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ചൂടിൻ രശ്മികളെ മടക്കി അയക്കുന്നതുകൊണ്ടു നിലം വേണ്ടുവോളം തണുക്കുന്നില്ല. അതിൻനിമിത്തം അനവധി ചപ്പുള്ള മരങ്ങളുടെ ചുവട്ടിൽ മഞ്ഞു വീഴാ.

334. ആകാശം തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്ന രാത്രിയിൽ കാററു ഊതുമ്പോൾ മഞ്ഞു വീഴാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

വളരേ ചൂടു വിടുന്ന വസ്തുക്കളുടെ അരികേ വായു എത്രയും തണുക്കുന്നെങ്കിലും കാററു ഈ വക ആകാശത്തെ നീക്കി ചൂടുള്ള വായുവിനെ കൊണ്ടുവരുന്നതിനാൽ വസ്തുക്കൾക്കു വേണ്ടുവോളം കുളിൎമ്മ പിടിപ്പാൻ വഹിയാ.

335. വൎഷകാലത്തിൽ വിശേഷാൽ മഞ്ഞു ഇത്ര കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഭൂമിയിൽനിന്നു ഈ സമയത്തു ഇടവിടാതേ വെള്ളത്തിൻെറ ആവി കയറുന്നെങ്കിലും ഈ ഈറം കൊണ്ടു നിറഞ്ഞ ശീതമുള്ള ആകാശം അതിനെ കൈക്കൊള്ളായ്കകൊണ്ടു ആവി ഉറയും. ഈ ഉറയുന്ന ആവി ആദ്യം എത്രയും ചെറിയ പൊക്കളകളായി അത്യന്തമായി കൂടുന്നതുകൊണ്ടു അദൃശ്യമായിരിക്കയില്ല. ഈ പൊക്കളകളെ വായു

അല്പസമയത്തോക്ക പിടിച്ചാലും അവ കൂടക്കൂടേ ഇറങ്ങും. അല്പം ചൂടുള്ള നിലത്തോ വെള്ളത്തിലോ വീണാൽ വീണ്ടും ആവിയായിത്തീൎന്ന ശേഷം കയറി പുതുതായി ഉറഞ്ഞു മഞ്ഞായി ചമയും. ഇതുഹേതുവായിട്ടു ചിലപ്പോൾ മഞ്ഞു എത്ര സമയത്തോളം മറയുകയും മടങ്ങിവരികയും ചെയ്യു പോരുന്നു.

336. മേഘങ്ങളിൽനിന്നു മഴപെയ്യുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മേഘങ്ങൾ ഉയരത്തിൽ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മഞ്ഞു അത്രേ. ഈ ജലവഹങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ ഇറങ്ങി വെള്ളത്തിന്റെ ആവികൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ആകാശത്തിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ ആ ചെറിയ പൊക്കുളകൾ അതിനോടു ചേൎന്നു ഘനം ഏറിയശേഷം തുള്ളികളായി വീഴും. മേഘം ഉയരത്തിൽ ഇരിക്കുന്തോറും തുള്ളികൾ വലുതാകും. ഒരു ദിക്കിൽ മേഘങ്ങൾ പ്രവേശിക്കുന്ന ആകാശം 0°C എന്നതിന്റെ താഴേ ശീതം കാണിച്ചാൽ ആ പൊക്കുള തുള്ളികളല്ല അവ തന്നേ കട്ടിയായി തീൎന്നു ഹിമമായി വീഴും. ഏററവും ഉഷ്ണമുള്ള രാജ്യങ്ങളിൽ കല്മഴ ഉണ്ടാകുന്നതു എങ്ങിനേ എന്നതിനെക്കൊണ്ടു ശാസ്ത്രികളുടെ ഇടയിൽപോലും തൎക്കം അററിട്ടില്ല. ബോധിപ്പാൻ തക്കതായ ഓരോ ഊഹഹേതുക്കളിൽ ഒന്നു പറയാം. ചിലപ്പോൾ വെള്ളത്തിൽ സംഭവിക്കുന്ന പ്രകാരം ഉയരത്തിലുള്ള ആ തടിച്ച ആവിയുടെ പൊക്കുളയും കട്ടിയായി പോകാതേ 0°C എന്ന ശീതത്തെക്കാൾ അധികമായി കുളുൎക്കാം. ഈ വക പൊക്കുളകൾ ഒരു ഇളക്കം വരുന്നതിനാൽ പെട്ടന്നു ഒരുമിച്ചു കട്ടിയായി ചമഞ്ഞു വലിയകഷണങ്ങളായി വീഴും. ഇവ വരുന്ന വഴിയിൽ ഉരുകുന്നതു പാടില്ലല്ലോ.

337. ചിലപ്പോൾ തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്ന ആകാശത്തിൽ പെട്ടന്നു മേഘങ്ങൾ ഉത്ഭവിച്ചു പലപ്പോഴും വേഗം മറഞ്ഞു പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശത്തിൽ പലപ്പോഴും വെള്ളത്തിന്റെ ആവി വള രേ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നെങ്കിലും ചൂടുനിമിത്തം അതു ഉറയാതേ അദൃശ്യമായിരിക്കും. ആകാശം പെട്ടന്നു തണുക്കുകയോ ശീത ക്കാററ് ഇതിലൂടേ ചെല്ലുകയോ ചെയ്താൽ ആവി ക്ഷണ ത്തിൽ പൊക്കുളകളായി ഉറഞ്ഞു മേഘങ്ങൾ ഉളവാകും. ഈ മേഘങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ പെട്ടന്നു ഇറങ്ങി അധികം ചൂടുള്ള ആകാശത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനാൽ വീണ്ടും ആവിയായി ചമഞ്ഞു മറഞ്ഞുപോകും.

338. വെള്ളത്തെയും വേറേ ദ്രവങ്ങളെയും കാച്ചി വററിപ്പാൻ കഴിയു ന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളവും വേറേയുള്ള ദ്രവങ്ങളും കാച്ചുന്നതിനാൽ ആ വിയായി തീൎന്നിട്ടു ഈ ആവി അതിന്റെ അല്പമായ ഘന ത്തിൻ നിമിത്തം കയറി ആകാശത്തോടു ചേൎന്നു ഒടുക്കം പാ ത്രത്തിൽ വെള്ളം ഇല്ലാതേ പോകും. ആവിയായി ചമയു വാൻ കഴിയാത്ത വസ്തു വെള്ളത്തിൽ ഉണ്ടായിരുന്നാൽ (ഉ പ്പു മുതലായവ) അതു പാത്രത്തിൽ ശേഷിക്കും.

339. വെള്ളം 100°C എന്ന ഉഷ്ണത്താൽ മാത്രം തിളെക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം കാച്ചുമ്പോൾ ആദിമുതൽ ആവി ഉളവാകുന്നെ ങ്കിലും ഇവ കുമളിച്ചു വെള്ളത്തിന്റെയും ആകാശത്തിന്റെ യും അമൎത്തൽകൊണ്ടു വീണ്ടും ഉറഞ്ഞു വെള്ളമായി ചമയും. ഇതിന്നിടയിൽ ആവിയുടെ ശക്തി മേല്ക്കുമേൽ വൎദ്ധിച്ചു ശേ ഷം വെള്ളത്തിന്നു 100°C എന്ന ചൂടു ഉണ്ടാകുമ്പോൾ മാത്രമേ ആവിക്കു ആകാശത്തിന്റെ അമൎത്തലിനെ വിരോധിച്ചു തെ ററിപ്പോവാൻ കഴിവുള്ളൂ. അതുകൊണ്ടു കയറുന്ന ആവിയു ടെ ബലവും ആകാശത്തിന്റെ അമൎത്തലും സമമായിരിക്കും. ഇവ്വണ്ണം വററൽകൊണ്ടു ദ്രവത്തിന്റെ മേൽഭാഗത്തു അല്പം ബലമുള്ള ആവികൾ ഉത്ഭവിച്ചു വായുവിനോടു ചേരുകയും

പതെക്കുന്നതിനാലോ ദ്രവത്തിൻെറ ഉള്ളിൽ ബലമേറിയ ആവികൾ ജനിക്കയും ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

340. ഈയപ്പാത്രത്തിലോ നാകപാത്രത്തിലോ വെള്ളം കാച്ചിയാലും പാത്രം ഉരുകാതേ വെള്ളം തിളെക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പാത്രത്തിന്നു തട്ടുന്ന ചൂടൊക്കയും വെള്ളം പിടിക്കയും വെള്ളത്തിന്നു 100°Cയിൽ പരമായി കിട്ടായ്കയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു പാത്രത്തിന്നും 100°C എന്നുള്ള ചൂടു മാത്രമേ വരുന്നുള്ളൂ. ശേഷിക്കുന്ന ചൂടെല്ലാം ആവിയിൽ പ്രവേശിച്ചു ആവിയെ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു ചെലവായിപ്പോകും. നാകത്തിന്നു ഉരുകേണ്ടതിന്നു 230°C, ഈയത്തിന്നു 331°C ഉഷ്ണം വേണം, ഇതിൻ നിമിത്തം വെള്ളം കടലാസ്സുകൊണ്ടുള്ള പാത്രത്തിൽ പോലും കാച്ചുവാൻ കഴിയും. വെള്ളം കാച്ചി വററിയ ശേഷം മാത്രം ഈ വക പാത്രങ്ങൾ ഉരുകാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു പൊരുത്തു സൂക്ഷ്മം വേണം.

341. പഴുത്തലോഹത്തകിടിന്മേൽ വെള്ളത്തിൻ തുള്ളികൾ വീണാൽ അവ ആവിയായി ചമയാതേ രസതുള്ളികൾ എന്ന പോലേ തിരിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ എത്രയും ആശ്ചൎയ്യകരമായ കാൎയ്യം ലൈദൻഫ്രൊസ്റ്റ് (Leidenfrost) എന്ന ശാസ്ത്രി 1756-ാമതിൽ കണ്ടെത്തിപോൽ. വെള്ളം പഴുത്ത തകിടിന്മേൽ വീഴുന്നതിന്നു മുമ്പേ അല്പം ആവി ഉളവായി തുള്ളിയുടെയും തകിടിൻെറയും നടുവിൽ നില്ക്കുന്നതിനാൽ തുള്ളികൾ വെള്ളമായി തന്നേ ഇരിക്കുന്നു. ഉഷ്ണം കുറഞ്ഞുപോകുന്നെങ്കിൽ മാത്രം തുള്ളികൾ ആവിയായി ചമഞ്ഞു മാഞ്ഞുപോകുന്നു. ഉഷ്ണത്തിൻ ആധിക്യത്താലോ തകിടിൻെറ ആകൎഷണം കുറഞ്ഞു വെള്ളത്തിൻെറ സംലഗ്നാകൎഷണം അധികം വ്യാപരിക്കുന്നതിനാൽ വെള്ളം ഉരുളയുടെ രൂപം എടുക്കുന്നു എന്നു തോന്നുന്നു.—10° എന്ന ശീ

ത്തിൽ പോലും പതെക്കുന്ന ഗന്ധകത്തിന്റെ അമിലത്തെ പഴുത്ത ഒരു ഇരിമ്പുവസ്സിയിൽ പകൎന്നിട്ടു അല്പം വെള്ളം ചേൎത്താൽ വെള്ളം പെട്ടന്നു കട്ടിയായി ചമയുന്നതു എന്തൊരു ആശ്ചൎയ്യം! പിന്നേ ഇരിമ്പു ഉരുക്കുന്ന പണിക്കാർ ചിലപ്പോൾ ഉരുകുന്ന ഇരിമ്പിൽ തങ്ങളുടെ കൈമുക്കിയാലും യാതൊരു ഹാനി വരികയില്ല എന്നു കേൾക്കുന്നു. അതോ തോലിന്റെ ഈറത്താൽ ഉളവാകുന്ന ആവി ഉരുകുന്ന ഇരിമ്പിന്റെയും കൈയുടെയും മദ്ധ്യത്തിൽ ഇരിക്കുന്നതുകൊണ്ടാകുന്നു എന്നറിയേണം.

342. വെള്ളം നിറഞ്ഞ പാത്രത്തിൽ നാകം ഇട്ടിട്ടു പാത്രത്തെ എത്ര ചൂടാക്കിയാലും നാകം ഉരുകാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം പതെച്ചാൽ കൈക്കൊള്ളുന്ന ചൂടു എല്ലാം ആവിയെ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു മാത്രം ചെലവഴിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടു 100° C യിൽ പരമായ ഉഷ്ണം ഉണ്ടാകയില്ല. നാകത്തെ ഉരുക്കേണ്ടതിന്നു നമുക്കു 230° C ഉഷ്ണം ആവശ്യമാകകൊണ്ടു പതെക്കുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ ചൂടു മതിയാകയില്ല. വെള്ളം വററിയ ശേഷം മാത്രം ചൂടെല്ലാം നാകത്തിന്നു തട്ടുന്നതിനാൽ ഉരുകുവാൻ കഴിയും എന്നിട്ടും പതെക്കുന്ന വെള്ളത്തിൽ ഉരുകുന്ന ചില ലോഹങ്ങളുടെ കലൎപ്പുകളുണ്ടു. (310-ാം ചോദ്യം നോക്കുക.)

343. നാം ചൂടാക്കുന്ന പെരുത്തു കൊഴുപ്പുള്ള ഭക്ഷണങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽ പാകം ചെയ്യുന്നവയെക്കാൾ അധികം മൃദുവായ്തീരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കൊഴുപ്പു പതെക്കേണ്ടതിന്നു വെള്ളത്തെക്കാൾ അത്യന്തം വലിയ ഉഷ്ണം വേണം. ആകയാൽ ഇതിൽ വല്ലതും ചൂടാക്കുമ്പോൾ അതിന്നു 100° C യിൽ അധികമായ ചൂടു തട്ടുന്നതിനാലേ നല്ല മൃദുത്വം ഉണ്ടാവൂ. ഇതുനിമിത്തം കൊഴുപ്പു ഇല്ലാത്ത ഇറച്ചി വറുക്കേണ്ടതിന്നു പെരുത്തു സമയം വേണം.

344. സാരമില്ലാത്ത അറാക്ക് വാററുന്നതിനാൽ അധികം നന്നായി തീരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അറാക്കിൽ ആവിയും (Alcohol) വെള്ളവും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. അല്പമായ ചൂടിനാൽ ഈ ആവി നീങ്ങി ആകാശത്തോടു ചേരുന്നതുകൊണ്ടു അറാക്കിനെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ വെള്ളത്തെക്കാൾ അധികം ആവി ചാരായച്ചട്ടിയിൽനിന്നു നീങ്ങിപ്പോകും. നീങ്ങിപ്പോയതു സൂക്ഷ്മത്തോടേ വേറൊരു പാത്രത്തിൽ സംഗ്രഹിച്ചു വീണ്ടും കുളൎപ്പിച്ചാൽ പുതുതായി ഉളവാകുന്ന അറാക്കിൽ അധികം ആവി ഉണ്ടാകും. ആവി അറാക്കിൽ പെരുകുന്നേടത്തോളം അതിന്റെ ബലം വൎദ്ധിക്കും താനും.

345. കാച്ചുന്നതിനാൽ എല്ലുകളെപ്പോലും കഞ്ഞി കണക്കേ മൃദുവാക്കുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഇതു ചൂടു വരുത്തേണ്ടതിന്നു വായു പ്രവേശിക്കാത്തവണ്ണം പാത്രത്തിന്നു ഒരു മൂടിവേണം. മൂടുന്നതിനാൽ ആവിക്കു തെററിപ്പോവാൻ വഴിയില്ല. ഈ ആവി വെള്ളത്തിന്മേൽ അത്യന്തം അമൎത്തുന്നതുകൊണ്ടു കുമളെക്കുന്ന പൊക്കളെകൾക്കു ആവിയായി തീരുവാനും വെള്ളത്തിന്നു പതെക്കുവാനും കഴികയില്ല. ഇവ്വണ്ണം വെള്ളത്തിന്റെ ചൂടു മേല്ക്കുമേൽ വൎദ്ധിച്ചിട്ടു കൊട്ടുകളെപ്പോലും മൃദുവാക്കുവാൻ കഴിയും. ചൂടു വൎദ്ധിക്കുന്തോറും അടെക്കപ്പെട്ട കുമളകളുടെ ബലം പെരുകുന്നെങ്കിലും അവ അധികമായി വെള്ളത്തിന്മേൽ അമൎത്തുന്നതുകൊണ്ടു ഇനി പതെപ്പാൻ പാടില്ല. ഈ കിടാരത്തെ വളരേ തടിച്ച ഇരിമ്പുകൊണ്ടു ഉണ്ടാക്കുവാൻ ആവശ്യം. അതുകൂടാതേ വെള്ളത്തിന്റെ ആവിക്കു അധികം ബലം കിട്ടിയ ഉടനേ അതു തന്നാലേ തുറക്കുവാൻ തക്കതായ കവാടം വേണം (Safety valve) അതില്ലെങ്കിൽ കിടാരം ഒടുക്കം ഭയങ്കരമായ ശക്തിയോടേ പൊട്ടിപ്പോകും.

346. ചൂടുള്ള വെള്ളം വായുയന്ത്രത്തിന്റെ ഗ്രഹകപാത്രത്തിന്റെ കീഴിൽ വെച്ച ശേഷം വായുവിനെ നേൎമ്മയാക്കുമ്പോൾ പതെക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വായുവിനെ നേൎമ്മയാക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ അമൎത്തൽ കുറഞ്ഞുപോയിട്ടു ഈ അമൎത്തലിനെ ജയിപ്പാൻ മതിയായ ആവിയെ അല്പമായ ചൂടിനാൽ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു കഴിയും.

347. ഗന്ധകദ്രാവകം (Sulphuric ether) ചൂടാക്കാതേയും 0° C എന്ന ശീതത്തിലും മേല്പറഞ്ഞ ഗ്രഹകപാത്രത്തിൽ വായുവിനെ വലിച്ചെടുത്ത ശേഷം തിളെക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ ദ്രാവകം $37\frac{1}{2}$° C എന്ന അല്പമായ ചൂടിൽ സാധാരണമായി പതെക്കുന്നതുകൊണ്ടു അതിന്റെ ആവികൾക്കു അധികം ബലം ഉണ്ടു എന്നതു സ്പഷ്ടം. പുറമേയുള്ള അമൎത്തലിനെ നീക്കിയ ശേഷമോ ആവികൾക്കു 0° C എന്ന അല്പമായ ചൂടു ഉളവായിട്ടു വെള്ളം പതെക്കുന്നു.

348. പൎവ്വതങ്ങളുടെ ശിഖരത്തിന്മേൽ വെള്ളം പതെക്കേണ്ടതിന്നു 100° C ആവശ്യമില്ലാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

പൎവ്വതങ്ങളുടെ മുകളിൽ ആകാശത്തിന്റെ അമൎത്തൽ കുറഞ്ഞുപോകകൊണ്ടു അതിനെ തടുക്കേണ്ടതിന്നു വെള്ളത്തിന്റെ ആവിക്കു ഇത്ര ബലം വേണ്ടാ; അതുകൊണ്ടു ഈ ബലം വരുത്തേണ്ടതിന്നു സമഭൂമിയിൽ വേണ്ടുന്ന ചൂടിനെക്കാൾ കുറഞ്ഞതു മതിയാകും. മൊന്ത് ബ്ലംഗ് (Mont Blanc) എന്ന പൎവ്വതത്തിൻ ശിഖരത്തിന്മേൽ 85° ചൂടു മതി. ഇത്ര ഉയൎന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ ഇറച്ചിയെ തുറന്നിരിക്കുന്ന പാത്രങ്ങളിൽ വേവിപ്പാൻ ആവതില്ല; കാരണം 85° C ചൂടുകൊണ്ടു അതിന്നു വേണ്ടുന്ന മൃദുത്വം ഉണ്ടാകയില്ല. വെള്ളം ഏതു ഉഷ്ണത്താൽ പതെക്കുന്നു എന്നു സൂക്ഷ്മത്തോടേ നിശ്ചയിച്ചു പല സ്ഥലങ്ങളെ ഈ കാൎയ്യത്തിൽ തമ്മിൽ ഒപ്പിച്ചു നോക്കുന്നതിനാൽ ഒരു സ്ഥലത്തിന്റെ ഉയരത്തെയും നിശ്ചയിപ്പാൻ കഴിയും.

349. വെള്ളം നിറഞ്ഞ പാത്രത്തെ തീയിൽ വെച്ചിട്ടു ഒരു മൂടി അതി ന്മേൽ ഇട്ടാൽ പതെക്കുന്ന വെള്ളം മൂടിയെ പൊന്തിച്ചു നീക്കിക്കളയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

പതെക്കുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്ന ആവി എല്ലാ ഭാഗത്തും അമർത്തുന്നതുകൊണ്ടു അതു മൂടിക്കു തട്ടി അതിനെ നീക്കിക്കളയും. മൂടിയെ മുറ്റുകേ കെട്ടിയാലേ പാത്രം മുഴുവൻ പൊട്ടുകയുള്ളൂ.

350. കുറേ നീളമുള്ള ഒരു കുപ്പിയിൽ വെള്ളം പകൎന്നിട്ടു വായു പ്രവേശിക്കാത്തവണ്ണം ഒരു ചാമ്പുകോൽ ഇട്ട ശേഷം വെള്ളം ചൂടാകുമ്പോൾ ചാമ്പുകോൽ കയറുകയും കുപ്പിയെ വെള്ളത്തിൽ മുക്കിയാലോ അതു ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളം ചൂടാകുമ്പോൾ ഇതിൽ ഉളവാകുന്ന ആവികൾ വിരിയുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതിനാൽ ചാമ്പുകോലിനെ മേലോട്ടു ഉന്തും. കുപ്പിയെ വെള്ളത്തിൽ മുക്കുന്നതിനാലോ വെള്ളം കുളിൎത്തു ആവി തടിച്ചിട്ടു വീണ്ടും വെള്ളമായി തീരുന്നതുകൊണ്ടു വെള്ളത്തിന്റെ മീതേ നേൎത്ത വായു ഉളവാകുന്നതിൻ നിമിത്തം പുറമേയുള്ള വായു ചാമ്പുകോലിനെ അമുക്കി താഴ്ത്തും.

351. ആവികൊണ്ടു വലിയ യന്ത്രങ്ങളെ നടത്തുവാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാം 345-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച പപീന്റെ കിടാരവും (Papin's Digesser) മുമ്പേത്ത ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച നീളമുള്ള കുപ്പിയും എല്ലാ ആവിയന്ത്രങ്ങൾക്കും ആധാരമായി നില്ക്കുന്നതാകുന്നു. ഈ വക യന്ത്രങ്ങളുടെ ശക്തി ആവിയുടെ അയവിനാൽ ജനിച്ച ആവിയെ അമർത്തുന്ന അടപ്പിന്റെ മേല്ഭാഗത്തിൽ വലിപ്പപ്രകാരം വൎദ്ധിക്കും. ദൃഷ്ടാന്തം: ഒരു അംഗുലത്തിന്റെ വൎഗ്ഗത്തിന്മേലുള്ള ആകാശത്തിന്റെ അമൎത്തൽ 15 റാത്തൽ എന്നല്ലേ. അടപ്പിന്റെ മേല്ഭാഗത്തിന്റെ വിസ്താരം 10,000

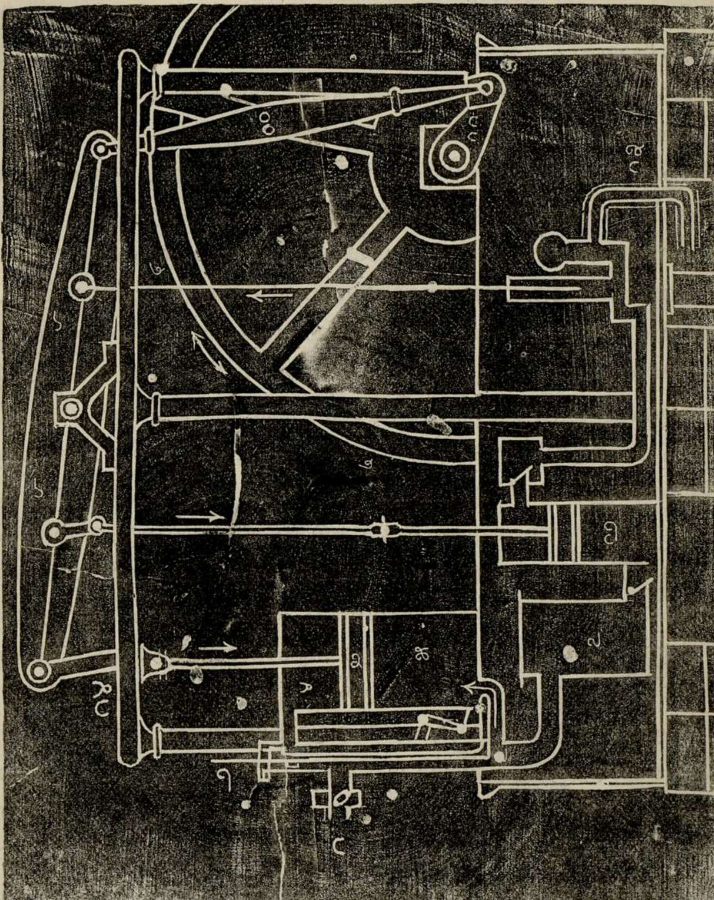
അംഗുലവൎഗ്ഗങ്ങൾ എന്നും ആവിയുടെ അയവു 15 റാത്തലോടു സമം എന്നും വരികിൽ ഈ ചാമ്പുകോലിനോടുള്ള അടെപ്പു 150,000 റാത്തലോടു സമമായ ബലത്തോടെ മേലോട്ടു കയറേണം എന്നും അല്ലേ.

1. പപീൻ എന്ന ഫ്രാഞ്ചിക്കാരൻ 1690 ഇൽ ഒന്നാം പ്രാവശ്യം ഒരു കുഴലിൽ നില്ക്കുന്ന അടപ്പോടുള്ള ചാമ്പുകോലിനെ ആവികൊണ്ടു പൊന്തിച്ച ശേഷം ന്യൂകോമൻ (New-comen) കൌലെ (Cowley) എന്നീ രണ്ടു ഇംഗ്ലിഷ്കാർ ആവിയന്ത്രത്താൽ പണി ചെയ്വാൻ തുടങ്ങി; എങ്കിലും ഈ രണ്ടു ആളുകൾ പുകയാവിയെ കുഴലിൽ ജനിപ്പിക്കാതേ അതു പ്രത്യേകമായ ഒരു കിടാരത്തിൽ ചെയ്തു. ഈ കടാഹത്തിൽനിന്നു പുകയാവി ഒരു കുഴലിലൂടേ അടപ്പിനോടുള്ള ചാമ്പുകോൽ വായു പ്രവേശിക്കാത്തവണ്ണം നടക്കുന്ന ഗോളസ്തംഭത്തിലേക്കു കടക്കുന്നു. ആവി അടപ്പിനെ പൊന്തിച്ച ശേഷം കടാഹത്തിലേക്കുള്ള കവാടത്തെ അടെച്ചു വേറൊരു കവാടത്തെ തുറക്കുന്നതിനാൽ പച്ചവെള്ളം ഗോളസ്തംഭത്തിൽ ഒഴുകുന്നതുകൊണ്ടു ആവി ഉറഞ്ഞു വെള്ളമായി തീൎന്നിട്ടു ആകാശം വീണ്ടും ചാമ്പുകോലിനെ താഴ്ത്തിയ ശേഷം അവർ വേറേ കവാടങ്ങളെ അടെച്ചു വീണ്ടും ആവിയെ അകത്തു നടത്തുകയും ചെയ്തു. ഈ ചാമ്പുകോൽ ഒരു തുലാത്തിന്റെ ഒരു ഭുജത്തോടു കെട്ടീട്ടു തുലാത്തിന്റെ മറേറ ഭുജത്തോടു പക്ഷേ ഒരു ജലയന്ത്രത്തിന്റെ ചാമ്പുകോൽ കെട്ടുന്നതിനാൽ ആ ജലയന്ത്രത്തെ ആവികൊണ്ടു നടത്തുവാൻ കഴിയും. ആവിയുടെ യന്ത്രത്തിൽ ചാമ്പുകോൽ ഇറങ്ങുന്നെങ്കിൽ ജലയന്ത്രത്തിൽ ചാമ്പുകോൽ കയറുകയും ഒന്നാം യന്ത്രത്തിന്റെ യഷ്ടി കയറുന്നെങ്കിൽ രണ്ടാം യന്ത്രത്തിന്റെ അച്ചുകോൽ ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യും. എത്രയും വിവേകിയായ ഒരു ചെക്കൻ (പോത്തർ

Potter) 1713-ാമതിൽ യന്ത്രം തന്നേ ആ തുലാം കയറുകയും ഇറക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ ആവിയന്ത്രത്തിന്റെ കവാടങ്ങളെ തുറക്കുവാനും അടെപ്പാനും തക്കതായ കൌശലപ്പണിയെ സങ്കല്പിച്ചു പോൽ. എന്നിട്ടും ന്യൂകോമന്റെ ആവിയന്ത്രത്തിന്നു ഒരു വലിയ കുറവുണ്ടായിരുന്നു. ആവിയന്ത്രത്തിന്റെ ചാമ്പുകോലിനെ താഴ്ത്തുകയും ഇതിനോടു ചേൎക്കപ്പെട്ട ജലയന്ത്രത്തിന്റെ ചാമ്പുകോലിനെ പൊന്തിക്കയും ചെയ്യുന്ന ബലം ആവിയല്ല ആകാശത്തിന്റെ അമൎത്തലത്രേ എന്നു പറയാം അതു കൂടാതേ ആവിയന്ത്രത്തിന്റെ ഗോളസ്തംഭത്തിൽ പച്ചവെള്ളം നടത്തുന്നതിനാൽ അതു തണുത്തതുകൊണ്ടു എത്രയോ ആവിയും വിറകും നഷ്ടമായ്പോയി.

2. ആവി അടപ്പിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തിൽ മാത്രം വ്യാപരിക്കുന്ന ഈ ന്യൂകോമന്റെ യന്ത്രങ്ങളുടെ കുറവുകൾ ഒക്കയും ജേമ്സ് വോത്ത് (James Watt) എന്ന ശ്രേഷ്ഠയന്ത്രക്കാരൻ കണ്ടു 50 വൎഷം ഇടവിടാതേ ധ്യാനിച്ചു അദ്ധ്വാനിച്ചു ശേഷം ഇപ്പോൾ നാം ലോകത്തിൽ എങ്ങും കാണുന്ന ആവിയന്ത്രത്തെ യന്ത്രിച്ചു താനും. ഒന്നാമതു ഈ ബുദ്ധിമാൻ ആവിയുടെ ദുൎച്ചെലവിനെ ഇല്ലാതെയാക്കി. ഇതിന്നായിട്ടു ഗോളസ്തംഭത്തിൽ അല്ല പ്രത്യേകമായ പാത്രത്തിൽ ആവിയെ തണുപ്പിച്ചാൽ ഗോളസ്തംഭം ഇത്ര കുളൎത്തുപോകയില്ല എന്നു വിചാരിച്ചു ആവി അടപ്പിനെ പൊന്തിച്ച ശേഷം അതിനെ ഗോളസ്തംഭത്തോടു ഒരു കവാടത്താൽ ചേൎക്കപ്പെട്ട ഒരു പാത്രത്തിൽ നടത്തി പച്ചവെള്ളത്തിൽ തണുപ്പിച്ചു വെള്ളമാക്കി കളഞ്ഞു. ആവി വെള്ളമാക്കുന്ന ഈ പാത്രത്തിന്നു ശീതളപാത്രം (൭=7), (Condenser) എന്ന പേർ വിളിക്കാമല്ലോ; ആവി ഗോളസ്തംഭത്തിൽനിന്നു (൪=4; ൫=5), ഒരു കുഴലൂടേ (൬=6) ഇതിലേക്കു പ്രവേശിക്കും.

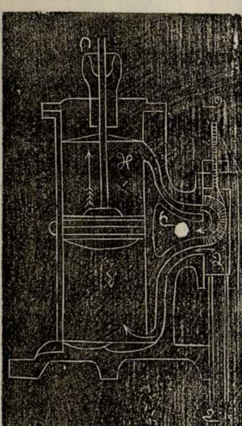
No. 71.



3. എന്നിട്ടും ഗോളസ്തംഭം ന്യൂകോമന്റെ യന്ത്രത്തിൽ മേല്ഭാഗത്തു തുറന്നിരിക്കുന്നതു കൊണ്ടു ചാമ്പുകോൽ ഇറങ്ങി പോകുന്ന സമയത്തു മീതേ വായു അകപ്പെട്ടു അടപ്പിനെ താഴ്ത്തുന്നതല്ലാതേ ഗോളസ്തംഭത്തിന്റെ ഉൾഭാഗത്തെ തണുപ്പി

ച്ചതുകൊണ്ടു പിന്നേ പ്രവേശിക്കുന്ന ആവിയിൽനിന്നു ഒരംശം വെള്ളമായി ചമഞ്ഞു നഷ്ടമായി പോയി. വോത്ത് എന്ന ശാസ്ത്രി ഈ കുറവിനെയും തീൎത്തു; മുമ്പേ ഒരു വിധേന ആകാശയന്ത്രമായിരുന്നതിനെ അവൻ ഒരു ആവിയന്ത്രമാക്കുകയും ചെയ്തു. അവൻ ഗോളസ്തംഭത്തെ മേല്ഭാഗത്തു അടെച്ചു; ആവി അടപ്പിന്റെ മീതേയും താഴേയും പ്രവേശിച്ചു ചാമ്പുകോലിനെ പൊന്തിക്കയും താഴ്ത്തുകയും ചെയ്യേണ്ടതിന്നു തക്ക വഴിയെ സങ്കല്പിച്ചു. അതു സാധിച്ചതിനാൽ ഈ യന്ത്രംകൊണ്ടു അനവരതമായി മേലോട്ടും കീഴോട്ടും ഒരു ചലനം ജനിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അതു വേറേ യന്ത്രങ്ങളുടെ പലവിധമായ ഘടനാപ്രകാരങ്ങളാൽ വേണ്ടുന്ന എല്ലാ ചലനങ്ങളെ നിദാനമാക്കേണ്ടതിന്നു എത്രയും ഉചിതമായ ഒരു യന്ത്രമായ്ചമഞ്ഞു. ആവി ജനിക്കുന്ന കടാഹത്തിൽനിന്നു അതു പരസ്പരമായി ആപ്പിന്റെ മീതേയും കീഴിലും പ്രവേശിച്ചു ഉന്തിയ ശേഷം ശീതളപാത്രത്തിലേക്കു ചെല്ലുന്ന മാതിരി ബോധിക്കുന്നതു പ്രധാനകാൎയ്യം. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ നാം ഗോള-

No. 72.



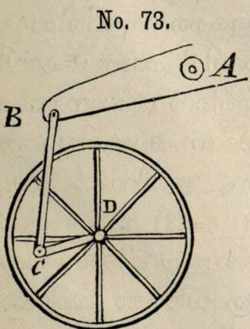
സ്തംഭത്തിൽ നില്ക്കുന്ന ചാമ്പുകോലും (൪=4; ൧=1) അതിനോടു ചേൎക്കപ്പെട്ട കവാടപ്പെട്ടിയും (Valve chest) കാണുന്നു. ഈ പെട്ടിയിൽ വെച്ചു കോലിനോടു (൨=2) ചേൎക്കപ്പെട്ട ഒരു വലിപ്പു മാറിമാറി ഗോളസ്തംഭത്തിൻ ഊൎദ്ധ്വഭാഗത്തിലേക്കുള്ള വഴിയെ തുറന്നു ശീതളപാത്രത്തിലേക്കുള്ള വഴിയെ അടെക്കയോ ഗോളസ്തംഭത്തിൻ അധോഭാഗത്തിലേക്കുള്ള വഴിയെ തുറന്നു ജലപാത്രത്തിലേക്കുള്ള വഴിയെ അടെക്കയോ ചെയ്യാൻ തക്കവണ്ണം ഇറങ്ങു-

കയും കയറുകയും ചെയ്യും. ഈ വലിപ്പിനെ ഉന്തി നീക്കുന്നതു ആവി തന്നേ. ഗോളസ്തംഭത്തിന്റെ ചാമ്പുകോൽ കയറിയ ഉടനേ വലിപ്പിന്റെ കോൽ ഇറങ്ങുകയും ഒന്നാം ചാമ്പുകോൽ ഇറങ്ങിയ ശേഷം വലിപ്പിൻ കോൽ കയറുകയും ചെയ്യും. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ ഗോളസ്തംഭത്തിൻ ചാമ്പുകോൽ കയറി പോകുന്നതുകൊണ്ടു വലിപ്പു കടാഹത്തിൽനിന്നു ഗോളസ്തംഭത്തിൻ അധോഭാഗത്തിലേക്കു വഴിയെ തുറന്നു (ഉ = 3) കടാഹത്തിൽനിന്നു ഊൎദ്ധ്വഭാഗത്തേക്കു നടത്തുന്ന കുഴൽ അടെക്കപ്പെട്ടു പോകുന്നു (ഋ = 5). എന്നാൽ ചാമ്പുകോൽ കയറുമളവിൽ അടപ്പിൻ മീതേയുള്ള ആവി തെററിപ്പോവാൻ തക്കവണ്ണം ഊൎദ്ധ്വഭാഗത്തിൽനിന്നു ആവിയെ തണുപ്പിക്കുന്ന ജലപാത്രത്തിലേക്കുള്ള വഴി തുറന്നിരിക്കുന്ന പ്രകാരം നാം കാണുന്നെങ്കിലും (ഋ = 5 — 6) അധോഭാഗത്തിൽനിന്നു അങ്ങോട്ടു നടത്തുന്ന വഴി അടെക്കപ്പെട്ടു താനും. ചാമ്പുകോൽ മീതേ എത്തിയ ഉടനേ വലിപ്പു താണുപോകുന്നതുകൊണ്ടു എല്ലാം മാറി പോകും. കടാഹത്തിൽനിന്നു വരുന്ന ആവി ഇപ്പോൾ ഗോളസ്തംഭത്തിൻ ഊൎദ്ധ്വഭാഗത്തേക്കും ചെന്നു ചാമ്പുകോലിനെ താഴ്ത്തുകയും അധോഭാഗത്തിൽനിന്നു ആവി പുറപ്പെട്ടു തണുപ്പിക്കുന്ന ജലപാത്രത്തിലേക്കു (ട = 6) ചെല്ലുകയും ചെയ്യും. 76-ാം ചിത്രത്തിൽ (*o—n*) നാം ഈ കവാടപ്പെട്ടിയുടെ പ്രയോഗവും ചേഷ്ടയും എത്രയും സൂക്ഷ്മമായി കാണുന്നു. അതിന്റെ ചാമ്പുകോൽ വലഭാഗത്തു എത്തിയ ശേഷം വലിപ്പു ഇടഭാഗത്തേക്കു മാറുന്നതുകൊണ്ടു ആവി വലഭാഗത്തു ചെന്നു ചാമ്പുകോലിനെ ഇടഭാഗത്തേക്കു ഉന്തും.

4. നമ്മുടെ ആവിയന്ത്രം കിട്ടേണ്ടതിന്നു വോത്ത് എന്ന ജ്ഞാനി ഇനിയും ചില ആശ്ചൎയ്യമായ അംഗങ്ങളെ യന്ത്രിച്ചു.

ആവി കടാഹത്തിൽനിന്നു ഒരു കുഴലൂടേ (No. 71. ൧=1) പ്രവേശിച്ചശേഷം അതു കവാടപ്പെട്ടിയെക്കൊണ്ടു (ഇതിന്റെ കോൽ ൨=2) ഗോളസ്തംഭത്തിന്റെ മേൽഭാഗത്തിലോ താഴേയുള്ള ഭാഗത്തിലോ ചെല്ലുകയും (൪=4; ൫=5) അവിടേനിന്നു ജലപാത്രത്തിൽ (൭=7) അകപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നപ്രകാരം കേട്ടുവല്ലോ. ആവിയുടെ ബലത്താൽ കയറുകയും ഇറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നെങ്കിലും യന്ത്രപ്പണികളെ നടത്തേണ്ടതിന്നു ഈ ചലനം ഇത്ര ആവശ്യമില്ല. ചക്രങ്ങളെ തിരിക്കേണ്ടതിന്നു നേർ രേഖയായ ചലനം വേണം എന്നല്ലേ. അതിൻ നിമിത്തം ചാമ്പുകോലിൻ ലംബരേഖയായ ചലനത്തെ നേർ രേഖയായ ചലനമാക്കി മാറേറണ്ടതിന്നു വോത്ത് നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൻ മേൽഭാഗത്തു കാണുന്ന ഒരു ഭുജമുള്ള തുലാം എന്ന കരണത്തെ സങ്കല്പിച്ചു. അതിൻ ഒരററത്തെ നാം ചാമ്പുകോലിനോടും (൧൪=14) മറേറ അററത്തെ ചക്രത്തെ തിരിക്കുന്ന വലിയ ഇരിമ്പുകോലിനോടും (൧൧=11) ചേൎക്കുന്നതി

No. 73.



നാൽ കാൎയ്യം സാധിക്കും. പിന്നേ ചാമ്പുകോൽതാണുപോകുന്നതിനാൽചിത്രത്തിന്റെ ചക്രത്തിലുള്ള അമ്പു സൂചിപ്പിക്കുന്ന പ്രകാരം ചക്രം വലഭാഗത്തിൽനിന്നു ഇടഭാഗത്തേക്കു തിരിയും. അങ്ങിനേയുള്ള വലിയ ചക്രത്താൽ രണ്ടു ഉപകാരം ഉണ്ടാകും. ചക്രത്തിന്റെ വൃത്തപരിധിയുടെ ചുററും അററമില്ലാത്ത തോൽവാർ ഇട്ടാൽ(Endless band) വേറേ ഒരു ചക്രത്തെ തിരിപ്പാൻ കഴിയും. അതു കൂടാതേ ആവി ആ ഇരുമ്പുകോലിനെ (൧൧=11) തിരിക്കുന്ന സമയത്തിൽ രണ്ടു പ്രാവശ്യം ഈ കോൽ ചക്രത്തിൻ ചാമ്പുകോലിന്മേൽ

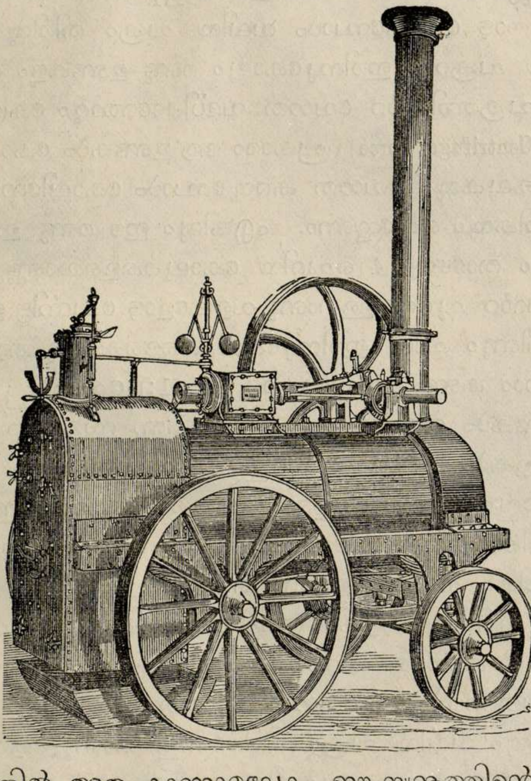
ലംബരേഖയായി നില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു ആവിയുടെ ബലം ഒരു നിമിഷത്തേക്ക അസാദ്ധ്യമായി ചമയുമായിരിക്കും (dead points). ഈ ചക്രമോ ചിലപ്പോൾ തിരിയുന്നതിനാൽ പ്രാപിച്ച വേഗതയെ കൊണ്ടും മാന്ദ്യതയെ കൊണ്ടും ആവി വ്യാപിക്കാത്ത ആ രണ്ടു സ്ഥലങ്ങളിൽ ഇരിമ്പുകോലിനെ വലിക്കുന്നതല്ലാതേ യന്ത്രത്തിൻെറ ചലനത്തെ ക്രമപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യും.

5. ഇതു കൂടാതേ വോത്ത് ഇനിയും ആവിയന്ത്രത്തിൻെറ തികവിന്നായി ചില അംഗങ്ങളെ സങ്കല്പിച്ചു ചേൎത്തു. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ തുലാത്തോടു ചേൎക്കപ്പെട്ട രണ്ടു ജലയന്ത്രങ്ങളെ കാണുന്നുവല്ലോ. ഇതു അത്യാവശ്യം തന്നേ ആകുന്നു. ആവിയെ തണുപ്പിക്കുന്ന ജലപാത്രത്തിലേ വെള്ളം എപ്പോഴും ചൂടുള്ള ആവിയെ കൈക്കൊള്ളുന്നതിനാൽ വേഗം ആവിയെ തണുപ്പിപ്പാൻ കഴിയാത്ത ഉഷ്ണം കാണിക്കേണം; അതു നിമിത്തം ഒരു ജലയന്ത്രം (ന൭=12) ഈ ചൂടുള്ള വെള്ളത്തെ എടുത്തു പല കുഴലുകളിലൂടേ രണ്ടാം ജലയന്ത്രത്തിൻെറ അടപ്പിൻ കീഴേ എത്തിച്ചുകൊള്ളും. വെള്ളത്തെ പൊന്തിച്ച ഒന്നാം ജലയന്ത്രത്തിൻെറ അടപ്പു കിണററിൻ ചാമ്പുകോലിനോടു സമം (193). രണ്ടാം ജലയന്ത്രത്തിൻെറ ചാമ്പുകോലോ നാം പിസ്കാരിയിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ദ്വാരമില്ലാത്ത ചാമ്പുകോലിനോടു ഒക്കുന്നതു കൊണ്ടു ഇതിനാൽ നാം ചൂടുള്ള വെള്ളത്തെ ഒരു കുഴലിലൂടേ (ന൮=13) പുറത്താക്കി കിടാരത്തിലേക്കു നടത്തും. ഈ ചൂടുള്ളവെള്ളം കിടാരത്തിൽ വേഗം ആവിയായ്ത്തീരുന്നതുകൊണ്ടു ഇത്ര വിറകോ കരിയോ ചെലവു ചെയ്വാൻ ആവശ്യമില്ല. ആവിയെ തണുപ്പിക്കുന്ന ജലപാത്രത്തിലേക്കു എപ്പോഴും പുതിയവെള്ളം വരുത്തുവാൻ ഒരു മൂന്നാം ജലയന്ത്രം ഉണ്ടു; അതു നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ കണ്ടു കൂടാ. ഈ ജലയന്ത്രങ്ങളുടെ ചാമ്പുകോൽ ഒക്കയും ആ

വിയന്ത്രത്തിൻ തുലാത്തോട ചേൎക്കപ്പെട്ടതുകൊണ്ടു ആവിയന്ത്രത്തിൻെറ ചാമ്പുകോൽ നടക്കുന്നതിനാൽ ഈ ജലയന്ത്രങ്ങളുടെ ചാമ്പുകോൽ പ്രവൃത്തിക്കും.

6. ഇനി ഒന്നേ ശേഷിക്കുന്നുള്ളൂ. അതു നമ്മുടെ ഒന്നാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നില്ലെങ്കിലും അടെക്കപ്പെട്ട വേറേ ആവി

No. 74.



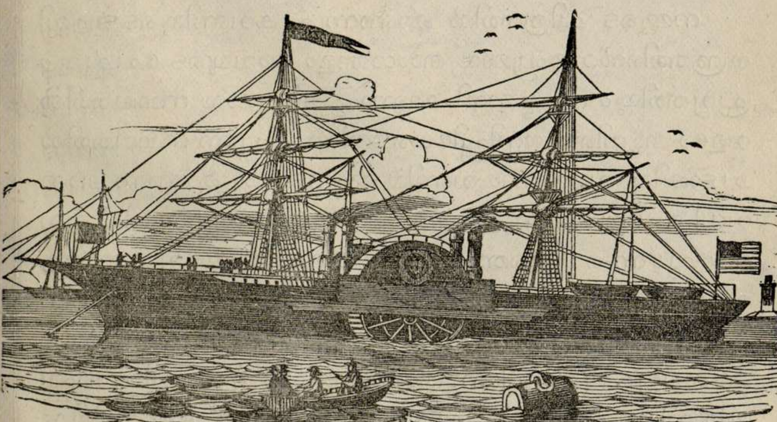
യന്ത്രത്തിൽ അതു കാണാമല്ലോ. ഈ യന്ത്രത്തിൻെറ മീതേ ഇരിമ്പുകൊണ്ടുള്ള ഉണ്ട നില്ക്കുന്നു. ഒന്നാം ചിത്രത്തിൽ കിടാ

രത്തിൽനിന്നു ആവി കൊണ്ടു വരുന്ന കുഴലിലുള്ള ഒരു കവാടത്തിന്നും (ന=1) ഈ ഉണ്ടകൾക്കും ഒരു ചേൎച്ച ഉണ്ടു. അതെങ്ങിനേ? ഇരിമ്പുകോലിന്റെ ചുററും തിരിയുവാൻ തക്കവണ്ണം ഉണ്ടകളെ തൂക്കി ഉറപ്പിച്ചശേഷം ഈ കോലിന്റെ താഴേയുള്ള അററത്തോടു ചേൎക്കപ്പെട്ട ഒരു ചെറിയ ചക്രത്തെ അതിരില്ലാത്ത (അററങ്ങൾ ഇണെച്ച) തോൽവാർ വലിയ ചക്രത്തോടു ചേൎക്കുമ്പോൾ വലിയ ചക്രം തിരിയുമളവിൽ ചെറിയ ചക്രവും ഇരിമ്പുകോലും രണ്ടു ഉണ്ടകളും തിരിയേണം. ചക്രത്തിന്റെ വേഗത വൎദ്ധിക്കുന്തോറും കേന്ദ്രത്യാഗശക്തി (Centrifugal force) പ്രകാരം ആ ഉണ്ടകൾ കോലിൽനിന്നു അകലുകയും വേഗത കുറയുമ്പോൾ കോലിനോടു അടുത്തു വരികയും ചെയ്യേണം. എങ്കിലും ഈ രണ്ടു ഉണ്ടകൾ മീതേയും താഴേയും 4 ചെറിയ കോലുകളെക്കൊണ്ടു വലിയ കോലിന്റെ ചുററുമുള്ള രണ്ടു വളകളോടു ചേൎന്നിട്ടു ഈ വളകൾ വീണ്ടും ചില ഇരിമ്പുകോലുകളെക്കൊണ്ടു ആവിക്കുഴലിൽ നാം കണ്ട കവാടത്തോടു (ന=1:) ചേൎക്കപ്പെട്ടതുകൊണ്ടു ഉണ്ടകൾ തമ്മിൽ അകന്നുപോകുന്ന സമയത്തിൽ ആ രണ്ടു വളകൾ തമ്മിൽ അടുത്തുവരുന്നതിനാൽ ആ കവാടത്തെ അല്പം അടെക്കുന്നതുകൊണ്ടു കുറച്ചു ആവി യന്ത്രത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനാൽ വേഗത കുറഞ്ഞുപോകും. ഈ വേഗത അധികം കുറഞ്ഞ ഉടനേ ആ രണ്ടു ഉണ്ടകൾ തമ്മിൽ അടുത്തു വരികയും വളകൾ തമ്മിൽ വേൎപിരികയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ കവാടത്തെ അധികം തുറന്നിട്ടു വീണ്ടും അധികം ആവി വരുന്നതിനാൽ വേഗത കുറഞ്ഞുപോകയില്ല. ഈ ഉണ്ടകളെയും വലിയ ചക്രം തിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ആവിയുടെ പലവിധമായ ബലത്താലും തീയുടെ ഭേദത്താലും യന്ത്രത്തിൽ ജനിക്കുന്ന വെവ്വേറെ വിരോധങ്ങളാലും വേഗതയിൽ വരുന്ന

മാററങ്ങളെയും ക്രമക്കേടുകളെയും പോലും യന്ത്രം താൻതന്നേ ശരിയാക്കുവാനും സമമായ വേഗതയെ ജനിപ്പിപ്പാനും തക്ക വണ്ണം വോത്ത് ജ്ഞാനി ഒരു അംഗത്തെ യന്ത്രിക്കയും ചെയ്തു.

7. ഇവ്വണ്ണം ഈ ആവിയന്ത്രം എത്രയും ആശ്ചൎയ്യകരമായ പ്രവൃത്തിയായ്ത്തീൎന്നു. നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ കാണുന്നപ്രകാരം ഒരു അവയവം മറെറാരു അവയവത്തെ ശുശ്രൂഷ ചെയ്യുന്നതിനാൽ സൎവ്വാംഗത്തിൽ നല്ല ക്രമം കാണുന്നകണക്കേ ഈ ആവിയന്ത്രം ഗോളസ്തംഭത്തിന്റെ രണ്ടു ഭാഗങ്ങളിൽ ആവി പ്രവേശിപ്പിക്കയും മൂന്നു ജലയന്ത്രങ്ങളെ നടത്തുകയും ഓരോ ക്രമക്കേടിന്നു യഥാസ്ഥാനം വരുത്തുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു മനുഷ്യന്നു തീ ഇടുന്നതും ആവിയന്ത്രത്തിന്നു പ്രവൃത്തി കൊടുക്കുന്നതും മാത്രമേ ശേഷിക്കുന്നുള്ളു. നാം ഇതുവരേ വിവരിച്ച ആവിയന്ത്രത്തിന്നു എത്രയോ പ്രയോഗങ്ങൾ ഉണ്ടു. ഒന്നാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന ആവിയന്ത്രം തീക്കപ്പലുകളുടെ അകത്തുള്ളതു തന്നേ. മുമ്പേ ഈ യന്ത്രം ഒരു വലിയ ചക്ര

No. 75.

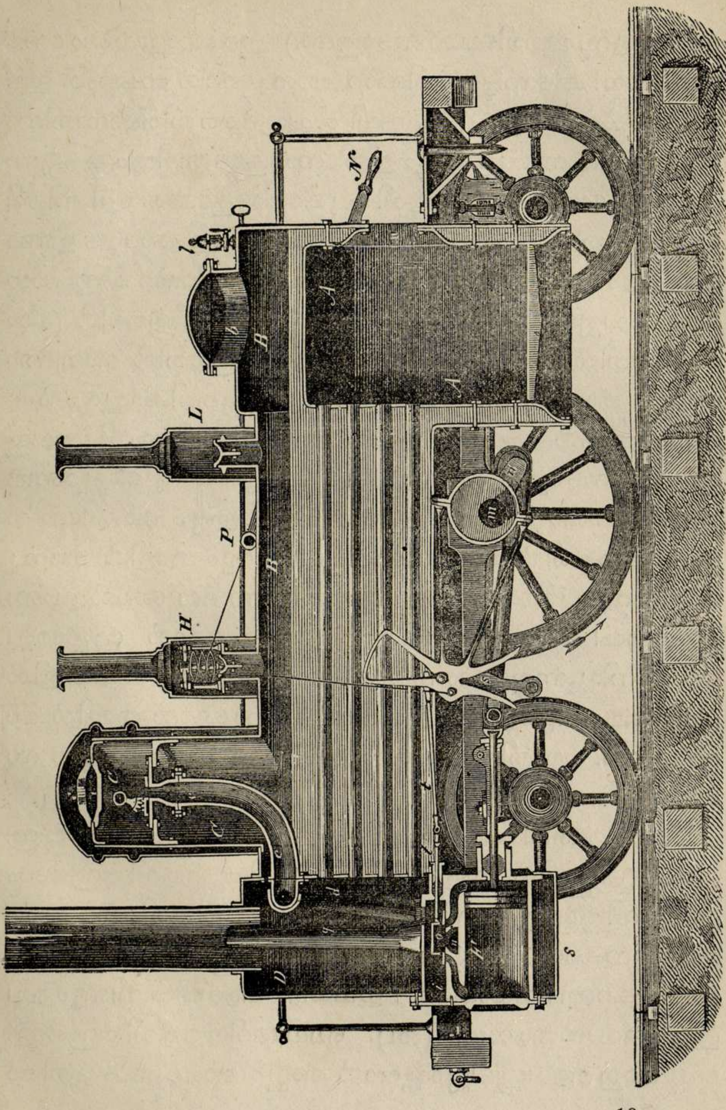


ത്തെ (പൊടിയന്ത്രത്തിൻ ചക്രം കണക്കേ) തിരിക്കുന്നതിനാൽ കപ്പലിനെ ഓടിച്ചു. ന്യൂയോൎക്കിൽ പാൎത്തിരുന്ന റോബൎത്ത് ഫുല്ത്തോൻ (Robert Fulton) 1807-ാം കൊല്ലത്തിൽ ഈ മാതിരി തീക്കപ്പലുകളെ നിൎമ്മിച്ചു, എങ്കിലും ഈ മാതിരി ഇന്നി കാണു ന്നില്ല. 1839-ാമതിൽ എരിക്സോൻ സ്മിത്ത് (Ericson and Smith) എന്നീ അമേരിക്കക്കാർ പിരിയാണികൊണ്ടു ഓടുന്ന തീക്കപ്പ ലിനെ യന്ത്രിച്ചു. (121-ാം ചോദ്യം നോക്കുക) നാം വിവരിച്ച ഒ ന്നാം ആവിയന്ത്രം സ്ഥിരമായി നില്ക്കുന്നുവല്ലോ; നമ്മുടെ ര ണ്ടാം ചിത്രത്തിലോ ഓരോ സ്ഥലത്തേക്കു കുതിരയാൽ കൊ ണ്ടുപോവാൻ തക്കതായ യന്ത്രം കാണുന്നു. നിലത്തു നില്ക്കുന്ന നാലു ചക്രങ്ങളെ കുതിര തിരിക്കേണം: മീതേ കാണുന്ന വലി യ ചക്രത്തെ ആവി തിരിച്ചു, അതിരില്ലാത്ത തോൽവാർകൊ ണ്ടു വേറേ ചക്രങ്ങളോടു ചേൎക്കുന്നതിനാൽ ഓരോ പണിയെ ചെയ്വാൻ കഴിയും.

352. തീവണ്ടിയുടെ ആവിയന്ത്രത്തിൽ നാം ആ വലിയ തുലാം, ഓടിക്കു ന്ന ചക്രം എന്നീ അംശങ്ങളെ കാണാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന പുകവണ്ടിയുടെ ആവി യന്ത്രത്തിന്റെ മുഖ്യമായ അംശങ്ങളും അവയുടെ ചേൎച്ചയും പ്രവൃത്തിയും സ്പഷ്ടമായി കാണാം. അല്പമായ സ്ഥലത്തിൽ വളരേ ആവിയെ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു *A* എന്ന സ്ഥലത്തിൽ ചൂടാക്കിയ വായു നാം വണ്ടിയുടെ നടുവിൽ കാണുന്ന അന വധി ചെമ്പുകൊണ്ടുള്ള കുഴലുകളിലൂടേ ചെല്ലുമളവിൽ ഇവ യെ ചൂഴുന്ന വെള്ളത്തെ ചൂടാക്കും. ഇതിനാലുളവാകുന്ന ആ വി *BB* എന്ന സ്ഥലത്തിൽ കൂടി *CC* എന്ന ആവി തൊപ്പിയിൽ കയറി *d* എന്ന കുഴലിലൂടേ *F* എന്ന ഗോളസ്തംഭത്തിലേ ക്കു ചെല്ലും. (അങ്ങിനേ തന്നേ ഒരു കുഴൽ ആവി തൊപ്പി യിൽനിന്നു ആവിയെ യന്ത്രത്തിന്റെ വേറേ ഭാഗത്തിരിക്കു

No. 76.



ന്ന ഗോളസ്തംഭത്തിലേക്ക നടത്തുന്നു.) ഈ ഗോളസ്തംഭം നേർരേഖയായി കിടന്നിട്ട അതിന്റെ ചാമ്പുകോൽ വേറൊരു ഇരിമ്പുകോൽകൊണ്ടു (*n*) ആ വലിയ ചക്രത്തെ തിരിക്കുന്നതിനാൽ, ശേഷിക്കുന്ന ചക്രങ്ങളും ഇതിനോടുകൂടേ തിരിയും. *q* എന്ന കുഴലൂടേ ശേഷിക്കുന്ന ആവി പുകയോടുകൂടേ കയറി നീങ്ങിപ്പോകുന്നതിനാൽ ഈ ചിമ്നിയിൽ ശക്തിയുള്ള കാറ്റൂട ഉണ്ടാകും. ആവി ഗോളസ്തംഭത്തിൽ ചാമ്പുകോലിന്റെ രണ്ടു ഭാഗത്തും ചെല്ലുന്ന മാതിരി നാം മുമ്പേത്ത ചോദ്യത്തിൽ (3-ാം അംശത്തിൽ) വിവരിച്ചുവല്ലോ! ഈ യന്ത്രത്തിൽ അത്യന്തം അയവു കാണിക്കുന്ന ആവികൊണ്ടു പ്രവൃത്തിക്കായ്കയാൽ ജലപാത്രത്തിൽ ആവിയെ തികെക്കുവാനും ഇതിന്നായിട്ട ജലയന്ത്രങ്ങളെ നടത്തുവാനും ആവശ്യമില്ലായ്കകൊണ്ടു മേല്പറഞ്ഞ തുലാം ചേൎക്കുവാനും യാതൊരു സംഗതി ഇല്ല. അങ്ങിനേ തന്നേ യന്ത്രത്തിൻ രണ്ടുഭാഗത്തും ഗോളസ്തംഭങ്ങളിൽ ചാമ്പുകോൽ വ്യാപരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു തിരിക്കുന്ന ഒരു കോൽ ലംബരേഖയായി നില്ക്കുന്ന സമയത്തു വേറേ കോൽ നേർരേഖയായി നില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു ആ ബലമില്ലാത്ത സ്ഥലങ്ങളിൽ (dead points) എപ്പോഴും ഈ രണ്ടു ഇരിമ്പുകോൽ തമ്മിൽ സഹായിക്കും. അതിൻനിമിത്തം ഓടിക്കുന്ന ചക്രത്തിന്റെ സഹായം വേണ്ടാ.

രണ്ടു മാതിരി ആവിവണ്ടികളുണ്ടു: ബലം കുറഞ്ഞ യന്ത്രങ്ങൾ (കപ്പലിൽ ഉള്ളതു), ബലമേറിയ ആവിയന്ത്രങ്ങൾ (തീവണ്ടിയുടേതു) എന്നിവ തന്നേ. ആകാശത്തിന്റെ അമത്തലിനെക്കാൾ $1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$ വട്ടം ശക്തി ജനിപ്പിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ ബലം കുറഞ്ഞവയാകുന്നു. ഇവയിൽ ആവിയെ വീണ്ടും വെള്ളമാക്കുവാൻ ആവശ്യം (351). ബലമേറിയ ആവിയന്ത്രങ്ങളിലോ അതു ആവശ്യമില്ലായ്കയാൽ അല്പം അംഗങ്ങൾ മതിയാ

കും. വലിയ ചക്രത്തെ നിൎത്തിയ ശേഷം ഗോളസ്തംഭത്താലും അതിന്റെ ചാമ്പുകോലിനാലും യന്ത്രത്തെ പുതിയ വെള്ളം കൊണ്ടു നിറെക്കാം. ബലമേറിയ ഒരു ആവിയന്ത്രത്തെ ഒന്നാമത് അമേരിക്കക്കാരനായ ഒലിവർ ഇവന്സ്സ് (Oliver Evans) 1800-ാം വൎഷത്തിൽ സങ്കല്പിച്ചു, ഇതുകൊണ്ടു ഒരു വണ്ടിയെ വലിച്ചശേഷം 1814-ാമതിൽ റോബൎത്ത് സ്തിഫെന്സ്സൊൻ (Robert Stephenson) എന്ന ഇംഗ്ലിഷ് യന്ത്രക്കാരൻ നമ്മുടെ പുകവണ്ടിയെ സങ്കല്പിക്കയും ചെയ്തു.

353. ഒരു ആവിവണ്ടിയുടെ വാൾ്പിന്നു ഒരു രക്ഷാകവാടം (Safety Valve) ആവശ്യം ആകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അശേഷം അടെച്ചിരിക്കുന്ന കടാഹത്തിൽ നീൎപ്പുക വൎദ്ധിച്ചു വൎദ്ധിച്ചു ഒടുക്കം വാൾ്പിനെ പൊളിപ്പാൻ തക്കതായ ബലം ഉളവാകാം. ഈ ആളിപ്പിനെ തടുക്കേണ്ടതിന്നു കടാഹത്തിന്റെ മേല്ഭാഗത്തിൽ (*L*) ഒരു കവാടം ഉണ്ടു; അതു ഒരു തൂക്കംകൊണ്ടു അടെക്കപ്പെട്ടാലും കടാഹത്തിൽ ആവിയുടെ ബലം അധികമായിത്തീരുമ്പോൾ ആവി തന്നാലേ കവാടത്തെ തുറന്നു അപായമില്ലാത്ത അമൎത്തൽ ഉണ്ടാകുംവരേ ആവി തെറിച്ചുപോകും. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ ഇനി നാം കാണുന്നതു ഒരു ആവിമാത്രയും (Manometer-*H*, §86 നോക്കുക) ഒരു ചൂളക്കുഴലും (Whistle-*l*) അത്രേ. തീവണ്ടി നടത്തുന്ന ആൾ അല്പം ആവി ഒരു വിള്ളലിലൂടേ തെറിച്ചുപോവാൻ സംഗതി വരുത്തുന്നതിനാൽ ഒരു ശബ്ദം ജനിക്കുന്നു.

പതിനൊന്നാം അദ്ധ്യായം.

വെളിച്ചം Light.

"വീൎയ്യം ഉണ്ടായിട്ടല്ലോ സൂൎയ്യനെ ഭയപ്പെട്ടു. കൂരിരുട്ടുകൾ പോയി പാതാളേ വസിക്കുന്നു; ചാരുസുന്ദരനായ ചന്ദ്രനെ കാണുന്നേരം, ചാരത്തു മരത്തണൽ പിടിച്ചു നില്ക്കുന്നല്ലീ." "പുതപ്പു പോലേ അവൻ (ദൈവം) വെളിച്ചം ചുററിക്കൊണ്ടു."

354. വെളിച്ചം എന്നതു എന്തു?

നാം വല്ലതും കാണുന്നെങ്കിൽ അതു നമ്മുടെ കണ്ണുകളുടെ മജ്ജാതന്തുക്കളാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഒരു അനുഭവം അത്രേ. ഈ അനുഭവത്തിന്റെ സംഗതിക്കു നാം വെളിച്ചം എന്ന പേർ വിളിക്കാറുണ്ടു. പണ്ടുപണ്ടേ ശാസ്ത്രികൾ ഉപദേശിച്ച പ്രകാരം ഈ വെളിച്ചം ഒരു പദാൎത്ഥം എന്നു വിചാരിച്ചു വന്നു. പുഷ്പം സുഗന്ധത്തെ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന പ്രകാരം മിന്നുന്ന വസ്തുക്കൾ ഈ പദാൎത്ഥത്തെ വിട്ടയച്ചിട്ടു അതു കണ്ണിൽ വ്യാപിക്കുന്ന മജ്ജാതന്തുക്കൾക്കു തട്ടുന്നതിനാൽ നാം മിന്നുന്ന വസ്തുവിനെ കാണുന്നു എന്നും ഈ പദാൎത്ഥത്തിന്നു മററു പദാൎത്ഥങ്ങൾക്കുള്ള സാധാരണമായ വിശേഷതകൾ ഇല്ലായ്കയാൽ അതിന്റെ ഫലങ്ങളെ നമുക്കു അറിയാം എന്നും വിചാരിക്കുന്നതു നടപ്പായിരുന്നു. എങ്കിലും അങ്ങിനേ അല്ല ചൂടും ശബ്ദവും എന്ന പോലേ വെളിച്ചവും ചലിക്കുന്ന ഒരു ഇളക്കത്താൽ നമ്മുടെ കണ്ണിൽ വരുന്നു. മിന്നുന്ന വസ്തുവിൽനിന്നു ഈ ചലനം പുറപ്പെട്ടു നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തുന്നതിനാൽ ദൃഷ്ടി (sight) ഉണ്ടാകും. ഈ ഇളക്കത്തിന്റെ വാഹകനോ ലോകത്തെയും എല്ലാ പദാൎത്ഥങ്ങളെയും നിറെക്കുന്ന എത്രയും സൂക്ഷ്മമായ ഒരു പദാൎത്ഥമാകുന്നു (ether).

355. വെളിച്ചത്തിന്റെ ഉറവുകൾ ഏവ?

തന്നാലേ മിന്നുന്ന എല്ലാ വസ്തുക്കൾ (പ്രത്യേകമായി സൂൎയ്യനും നക്ഷത്രങ്ങളും), ചൂടു പിടിച്ചു പഴുക്കയും കത്തുകയും ചെയ്യുന്ന വസ്തുക്കൾ, ജന്തുക്കളുടെയും സസ്യങ്ങളുടെയും കേടു വരുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങൾ, ജീവനോടിരിക്കുന്ന ചില ജന്തുക്കൾ, വിദ്യുച്ഛക്തി (electricity) എന്നീ ഉറവുകളിൽനിന്നു വെളിച്ചം പുറപ്പെടുന്നു. ഇപ്രകാരം ചില വസ്തുക്കൾ തന്നാൽ തന്നേ മിന്നുകയും മറ്റുള്ള വസ്തുക്കൾ മിന്നുന്ന വസ്തുക്കളെ കൊണ്ടു മാത്രം പ്രകാശിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഇവ്വണ്ണം ചന്ദ്രന്റെയും ഗ്രഹങ്ങളുടെയും പ്രകാശം സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്നതത്രേ. സംശയം കൂടാതേ അങ്ങിനേ കൊള്ളിമീനുകൾ (Meteor) സൂൎയ്യന്റെ ചുറ്റും സഞ്ചരിക്കുന്ന ഏറ്റവും ചെറിയ ഗ്രഹങ്ങളുത്രേ. ഭൂമിയുടെ സമീപത്തു വരുമ്പോൾ ഭൂമി അവയെ ആകൎഷിച്ചിട്ടു വീഴും. ആകാശം അവ വീഴുന്ന സമയത്തിൽ വിരോധിക്കുന്നതിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഉരസൽകൊണ്ടു മാത്രം അവ ഇത്ര ഘൎമ്മം കാണിക്കുന്നു. വയലുകളിലും ചളിയിലും ചിലപ്പോൾ രാത്രിയിൽ നാം കാണുന്ന കൊള്ളിയൻ (ignis fatuus) എവിടേനിന്നു വരുന്നു എന്നതിൽ പൂൎണ്ണനിശ്ചയം ഇല്ല. അതു 1 അംശം ഗന്ധകവും 4 അംശം ജലവായുവും യോജിക്കുന്നതിനാൽ ഉത്ഭവിക്കുന്നു എന്നു, ചിലരും അതു പ്രകാശദം (Phosphorus) അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ജലവായുവിനാൽ ഉളവാകുന്നു എന്നു, വേറേ ചിലരും അതു വിദ്യുച്ഛക്തിയെക്കൊണ്ടു ഉണ്ടായി വരാറുണ്ടു എന്നു മറ്റു ചിലരും പറയുന്നു.

356. വെളിച്ചത്താൽ വരുന്ന ചലനം ഉണ്ടാകുന്നതു എങ്ങിനേ?

വെളിച്ചം ഉഷ്ണത്തെ പോലേ നേരായ വഴിയിൽ എല്ലാ ദിക്കിൽനിന്നും പുറപ്പെടുന്നു. ഈ വഴിക്കു നാം രശ്മി എന്നു പേർ വിളിക്കുന്നു. മിന്നുന്ന വസ്തുവിനാൽ വെളിച്ചത്തിന്റെ

വാഹനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഇളക്കത്തിന്റെ വേഗത എത്രയും വലുതാകുന്നു. കണ്ണു ഒരിക്കൽ ഇമെക്കുന്ന സമയത്തു വെളിച്ചം 186,000 നാഴിക അകലം സഞ്ചരിച്ചു കഴിഞ്ഞു. ഇവ്വണ്ണം 900 ലക്ഷം നാഴിക ദൂരത്തിരിക്കുന്ന സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികൾ 8 നിമിഷംകൊണ്ടു ഭൂമിയിൽ എത്തും. അതുകൊണ്ടു വെളിച്ചം ശബ്ദത്തെക്കാൾ 900,000 പ്രാവശ്യം വേഗം ഓടുന്നു പോലും. വ്യാഴം എന്ന ഗ്രഹത്തിന്റെ ചുററും 4 ചന്ദ്രന്മാർ സഞ്ചരിക്കുന്നുവല്ലോ. ഇവയിൽ ഏററവും അടുത്തിരിക്കുന്നതു 42 മണിക്കൂറിലും 28 നിമിഷങ്ങളിലും 38 വിനാഴികയിലും സഞ്ചാരത്തെ തീക്കുന്നതല്ലാതേ വ്യാഴത്തിൻ നിഴലിൽ കൂടി പോകുന്നതിനാൽ ഓരോ സഞ്ചാരത്തിൽ ഒരിക്കൽ കറുത്തതായി തീരും. ഭൂമി സ്ഥിരമായി നിന്നാൽ വ്യാഴത്തിൽ ചന്ദ്രഗ്രഹണം എപ്പോഴും നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട സമയത്തിൽ വരേണ്ടതു. എങ്കിലും അങ്ങിനേ അല്ല; ഭൂമി സൂൎയ്യനോടു ഏററവും അടുത്തിരിക്കുന്ന സമയത്തിലും (ദിസമ്പർ മാസം 21-ാംനു- Winter solstice, perihelion, ദക്ഷിണായനസൂൎയ്യസംസ്ഥിതി) ഭൂമി സൂൎയ്യനിൽ നിന്നു ഏററവും ദൂരത്തിരിക്കുന്ന സമയത്തിലും (ജൂൻമാസം 21-ാംനു- Summer solstice, aphelion, ഉത്തരായണസൂൎയ്യസംസ്ഥിതി) വ്യാഴത്തിൽ ചന്ദ്രന്റെ ഗ്രഹണം സംഭവിക്കുന്ന സമയങ്ങളെ തമ്മിൽ ഒപ്പിച്ചുനോക്കുമ്പോൾ ഉത്തരായണസൂൎയ്യസംസ്ഥിതിയിൽ ആ ഗ്രഹണം 16 നിമിഷവും 26 വിനാഴികയും താമസിച്ചു സംഭവിക്കുന്നതു കാണാം. ഈ ഭേദം ചന്ദ്രൻ ക്രമക്കേടു കാണിക്കുന്നതിനാലല്ല, ഭൂമി അധികം ദൂരത്തിൽ ഇരിക്കുന്ന സമയം വെളിച്ചത്തിന്നു അവിടേ എത്തേണ്ടതിന്നു അധികം സമയം വേണ്ടിവരുന്നതിനാലത്രേ. ആ രണ്ടു ദിവസങ്ങളിൽ ഭൂമി നില്ക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങൾക്കു തമ്മിൽ 1,800 ലക്ഷം നാഴിക ഇട കിടക്കുന്നതു കൊണ്ടു വെളിച്ചത്തിന്നു 1,800 ല

ക്ഷം നാഴികയിൽ കൂടി ചെല്ലേണ്ടതിന്നു 16 നിമിഷവും 26 വി നാഴികയും വേണം എന്നു തെളിയുന്നുവല്ലോ. അതിൻപ്രകാരം വെളിച്ചം ഒരു വിനാഴികയിൽ 186,000 നാഴിക സഞ്ചരിക്കും താനും. ഈ എത്രയും ആശ്ചൎയ്യമായ കണക്കു രേമർ (Römer) എന്ന ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രി ഒന്നാം പ്രാവശ്യം കൂട്ടിയ ശേഷം നാഴികകളുടെ സൂക്ഷ്മമായ സംഖ്യ കിട്ടേണ്ടതിന്നു ശാസ്ത്രികൾ ഇനിയും അദ്ധ്വാനിക്കുന്നു. വെളിച്ചത്തിന്റെ വേഗതയെ കുറിച്ചു വേറേ വഴിയായി അന്വേഷിച്ചാലും ഫലം ഇതിനോടു ഒക്കുന്നതുകൊണ്ടു കാൎയ്യത്തിൽ ആശ്രയിപ്പാൻ നല്ല സംഗതി ഉണ്ടു.

357. വസ്തുക്കൾ സൂക്ഷ്മവായുവിന്റെ (ether) ചലനം കൈക്കൊള്ളുന്നതു എങ്ങിനേ?

ഈ സൂക്ഷ്മവായുവിനെ ചലിപ്പിപ്പാൻ തക്കതായ വസ്തുക്കൾ (സൂൎയ്യനെ പോലേ) തന്നാലേ പ്രകാശിക്കുന്നവയാകുന്നു. ഈ ചലനം കൈക്കൊള്ളുന്നതല്ലാതേ അവ ഗമിക്കുന്നതിൽ സമ്മതിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ സ്വച്ഛതയുള്ളവയാകുന്നു (കണ്ണാടി ഒരു ദൃഷ്ടാന്തം). വജ്രം, കണ്ണാടി മുതലായ എത്രയും ഉറപ്പുള്ള വസ്തുക്കളിലൂടേ പുറപ്പെടുന്നതല്ലാതേ ഈ വസ്തുക്കളുടെ ഉള്ളിൽ ചലിക്കേണ്ടതിന്നു ഈ സൂക്ഷ്മവായുവിന്റെ അണുക്കൾ എത്രയോ ചെറുതായിരിക്കേണം. ഒരു വസ്തു വെളിച്ചത്തിന്റെ രശ്മികളെ ശരിയായി കൈക്കൊള്ളാതേ തടുക്കുകയോ താമസിപ്പിക്കയോ ചെയ്യുന്നെങ്കിൽ ഇതിന്നു പ്രകാശമില്ലാത്ത കറുത്ത വസ്തു എന്നു പറയും. രശ്മികളെ പ്രതിബിംബിക്കുന്ന വസ്തുക്കളോ വെളുത്ത നിറത്തെയും വേറേ വൎണ്ണങ്ങളെയും കാട്ടും.

358. വെടിവെക്കുമ്പോൾ ഒച്ച കേൾക്കുന്നതിന്നു മുമ്പേ നാം ഒരു മിന്നൽ കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ശബ്ദത്തെക്കാൾ വെളിച്ചം അത്യന്തം വേഗം ഓടുന്നതു

കൊണ്ടത്രേ. ഒച്ചയും വെളിച്ചവും ഒരു ഇളക്കത്താൽ സംഭവിക്കുന്നെങ്കിലും ആകാശം കൊണ്ടു പോകുന്ന ശബ്ദത്തെക്കാൾ ആ സൂക്ഷ്മവായു കൊണ്ടുപോകുന്ന വെളിച്ചം അതി ശീഘ്രത്തോടേ ഓടുന്നതുകൊണ്ടു ഈ ചലനം ഒന്നാമത്തു നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തും.

359. കത്തിച്ച മെഴുത്തിരിയുടെ അടുക്കൽ പുസ്തകത്തെ നല്ലവണ്ണം വായിപ്പാൻ കഴിയുന്നെങ്കിലും അല്പം ദൂരത്തിൽ പാടില്ലാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തിൽ ചാടിയ കല്ലിനാൽ ഉളവായ ഓളങ്ങൾ മേല്ക്കുമേൽ അകന്നു പരന്നു പോകുന്നപ്രകാരം വെളിച്ചം ദൂരത്തിലാകുന്നേടത്തോളം അതു പ്രകാശിപ്പിക്കുന്ന സ്ഥലം വിസ്താരമായി തീരുകയും ഓരോ സ്ഥലത്തിൽ കുറയുകയും ചെയ്യും; എങ്കിലും ഇതിൽ നല്ലോരു ക്രമം കാണാം. ഇരട്ടി ദൂരത്തിൽ പ്രകാശത്തിൻെറ പാതി അനുഭവമാകും എന്നല്ല; ഇരട്ടിച്ച ദൂരത്തിൽ പ്രകാശം കാലംശവും 3 വട്ടം ദൂരത്തിൽ 9-ാം അംശവും 4 പ്രാവശ്യം ദൂരത്തിൽ 16-ാം അംശവും മാത്രമേ അനുഭവമാകയുള്ളൂ. അതിൻവണ്ണം പ്രകാശം വെളിച്ചത്തിൻെറ ദൂരത്തിൻ വൎഗ്ഗങ്ങൾക്കൊത്തവണ്ണം കുറഞ്ഞുപോകുന്നു എന്നു പറയാം. അതു ബോധിപ്പാൻ പ്രയാസമില്ലല്ലോ; ഒരു ഉണ്ടയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു വിളക്കിനെ നിൎത്തിയാൽ അതു ഗോളത്തിൻെറ ഉൾഭാഗത്തെ മുഴുവൻ പ്രകാശിപ്പിക്കുന്നതല്ലാതേ വിളക്കിൻ രശ്മികൾ ഉണ്ടയുടെ അൎദ്ധവ്യാസങ്ങളോടു സമമായിരിക്കും. ഈ അൎദ്ധവ്യാസത്തെ ഇരട്ടിക്കുമ്പോൾ നാം ക്ഷേത്രഗണിതത്തിൽനിന്നു (Geometry) അറിയും പ്രകാരം ഉണ്ടയുടെ ഉപരിഭാഗം ഇതിനാൽ 2 വട്ടം അല്ല 4 പ്രാവശ്യം വലുതായി ചമയും; നാലു പ്രാവശ്യം അധികം വലിയ സ്ഥലത്തെ വിളക്കു പ്രകാശിപ്പിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ശോഭ ഓരോ സ്ഥലത്തിൽ 4 വട്ടം കുറയേണം. ഈ ഉണ്ടയിൽ എന്ന പോലേ വെ

ളിച്ചം എപ്പോഴും എല്ലാ ദിക്കിൽ വിളങ്ങുകയാൽ വെളിച്ചം എല്ലായ്പോഴും മേല്പറഞ്ഞ സൂത്രപ്രകാരം കുറയും. അതു വിചാരിക്കുമ്പോൾ ഭൂമിയെയും ഗ്രഹങ്ങളെയും പ്രകാശിപ്പിക്കുന്ന ആദിത്യന്റെ ശോഭയുടെ വിശേഷതയെ കുറിച്ചു അല്പം ഊഹിക്കാമല്ലോ.

360. കണ്ണാടിയിലൂടേ നോക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കേ വസ്തുക്കളെ കാണ്മാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കണ്ണാടി സ്വച്ഛതയുള്ള വസ്തു ആകകൊണ്ടു അതിന്റെ അപ്പുറത്തുള്ള വസ്തുക്കളിൽനിന്നു വരുന്ന വെളിച്ചം തടസ്ഥം കൂടാതേ ഇതിലൂടേ കടന്നുപോയിട്ടു നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തും. എന്നിട്ടും തികഞ്ഞ സ്വച്ഛത കണ്ണാടിക്കുപോലും ഇല്ല. തടിച്ചു കഷണം എടുക്കുമ്പോൾ വസ്തുക്കളെ കണ്ടറിവാൻ വളരേ പ്രയാസം. അപ്രകാരം തന്നേ ആകാശവും വെള്ളവും തീരേ സ്വച്ഛമായ വസ്തുക്കൾ അല്ല; ആഴമുള്ള വെള്ളങ്ങളിൽ നോക്കുമ്പോൾ അടി കണ്ടുകൂടാ. വായുവിന്നു പൂർണ്ണസ്വച്ഛത ഉണ്ടായാൽ ആകാശം കറുത്തിരിക്കും.

361. വെളിച്ചത്തെ കൈക്കൊള്ളാത്ത വസ്തുക്കളെ കാണ്മാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

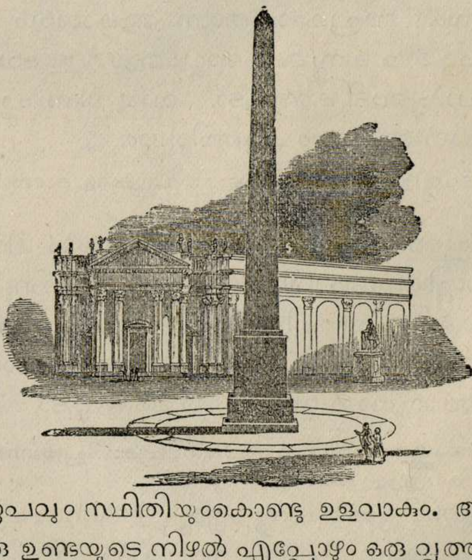
വെളിച്ചത്തെ സ്വീകരിക്കാത്ത വസ്തുക്കൾ മിന്നുന്നവസ്തുവിന്റെ രശ്മികളെ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതുകൊണ്ടു രശ്മികൾ നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തി വസ്തുവിന്റെ ചിത്രത്തെ ജനിപ്പിക്കും. വേറേ വസ്തു നടുവിൽ നില്ക്കുന്നെങ്കിലോ രശ്മികൾ കണ്ണിൽ എത്തായ്കയാൽ വസ്തുവിനെ കണ്ടുകൂടാ.

362. സ്വച്ഛതയില്ലാത്ത വസ്തുവിനെ പ്രകാശിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ ഒരു നിഴൽ ഉളവാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

സ്വച്ഛതയില്ലാത്ത വസ്തു എപ്പോഴും നേരേ പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികളെ തടുക്കുന്നതുകൊണ്ടു അതിന്റെ പിമ്പിലുള്ള സ്ഥലത്തിൽ രശ്മികൾ എത്തായ്കയാൽ ആ സ്ഥലം പ്രകാശമി

ല്ലാതേ ആയ്പോകും. ഈ പ്രകാശമില്ലാത്ത സ്ഥലത്തിന്നു നാം നിഴൽ എന്നു പേർ വിളിക്കുന്നു. ഈ രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെ നടുവിലുള്ള ഇട വൎദ്ധിക്കയും രശ്മികൾ ലംബരേഖയായി വീഴുകയും ചെയ്യുന്നേടത്തോളം ഛായ ചുരുങ്ങിപ്പോകും. നിഴലിൻ സ്ഥിതിയും സ്ഥലവും പ്രകാശിക്കുന്ന വസ്തുവിനാലും ആച്ഛാദിക്കുന്ന വസ്തുവിനാലും മാത്രം മാറും. അതുകൊണ്ടു പകൽസമയത്തു മുഴുവൻ സൂൎയ്യന്റെ ചില രശ്മികളെ ആച്ഛാദിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ നിഴൽ നിലത്തു സൂൎയ്യന്റെ സ്ഥിതിയെയും സഞ്ചാരത്തെയും സൂചിപ്പിച്ചു കാണിക്കും. ഇതു വിചാരിച്ചാൽ സൂൎയ്യഘടികാരത്തിന്റെ പ്രയോഗം ബോധിക്കാമല്ലോ. നിഴലിന്റെ രൂപമോ ആച്ഛാദിക്കുന്ന വസ്തു

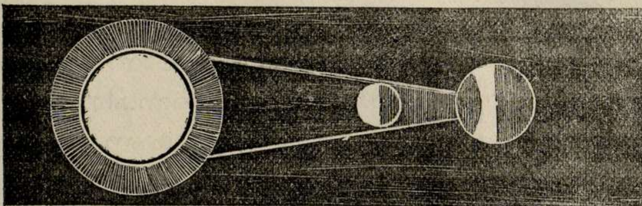
No. 77.



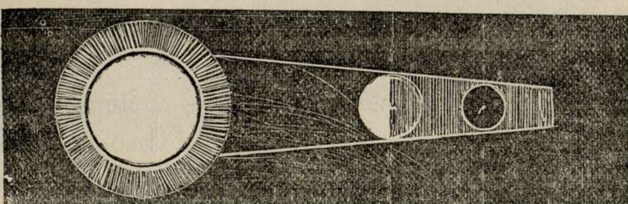
വിന്റെ രൂപവും സ്ഥിതിയുംകൊണ്ടു ഉളവാകും. അതിൻ നിമിത്തം ഒരു ഉണ്ടയുടെ നിഴൽ എപ്പോഴും ഒരു വൃത്തതലം ആയിരിക്കും. വിശ്വത്തെ നിറെക്കുന്ന ഗോളങ്ങളും ഈ വക നിഴ

ലുകളെ ജനിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ സൂൎയ്യചന്ദ്രാദികളുടെ ഗ്രഹണ
ങ്ങൾ ഉളവാകും. ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യന്റെയും ഭൂമിയുടെയും നടുവിൽ

No. 78.



No. 79.



നില്ക്കുന്നതിനാൽ ചന്ദ്രൻ വെളിച്ചമില്ലാത്ത വസ്തുവാകകൊ
ണ്ടു തന്റെ കറുത്തരൂപം സൂൎയ്യചക്രത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു.
ഇതിന്നു സൂൎയ്യഗ്രഹണം എന്നു പേർ; ഇതു സംഭവിക്കുമ്പോൾ
കാററു ഊതിയും ഇരുട്ടു വരികയും രാത്രിയിൽ മാത്രം കാണുന്ന
നക്ഷത്രങ്ങൾ ദൃശ്യമായും പക്ഷികൾ ഭയത്താൽ ഇങ്ങോട്ടും അ
ങ്ങോട്ടും പറന്നും നായ്ക്കൾ കുരെച്ചും എറുമ്പുകൾപോലും
പണിയെ മതിയാക്കിയും രാത്രിയിൽ പുഷ്പിക്കുന്ന പൂക്കൾ വി
കസിച്ചും കൊണ്ടിരിക്കയാൽ മനുഷ്യനും നല്ല സ്വസ്ഥതയി
ല്ല. എന്നാൽ ഭൂമി പ്രതിക്രിയ ചെയ്യുന്നു. ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യ
ന്റെ പ്രകാശത്തെ തടുക്കുന്നതുകൊണ്ടു തഞ്ചം കിട്ടുമ്പോൾ
ഭൂമി ചന്ദ്രന്റെയും സൂൎയ്യന്റെയും നടുവിൽ നിന്നു ചന്ദ്രനെ
കറുപ്പിക്കുന്നു. അതു ചന്ദ്രഗ്രഹണം തന്നേ. പൌൎണ്ണമിയിൽ

മാത്രം സംഭവിക്കുന്ന ഈ കാഴ്ച എത്രയും അപൂൎവ്വം! ചന്ദ്രന്റെ പ്രകാശം മങ്ങിമയങ്ങിയ ശേഷം ചുവന്ന നിറമുള്ള ഒരു മൂടി ഒട്ടുക്കു ഇതിന്റെ ചക്രത്തെ മറെക്കുന്നു. അപ്പോൾ പ്രകൃതിയിൽ ഒരു മഹാ മൌനത ഉണ്ടായിട്ടു വൃക്ഷങ്ങളുടെ ഇലകൾപോലും അനങ്ങുന്നില്ല. പ്രകാശിക്കുന്ന വസ്തു ആച്ഛാദിക്കുന്ന വസ്തുവിനെക്കാൾ വലുതാകുന്നെങ്കിൽ രണ്ടു വിധമായ നിഴൽ ഉണ്ടാകും. മദ്ധ്യത്തിൽ ക്രമേണ കൂൎമ്മിക്കുന്ന എത്രയും കറുത്ത ഛായയും ഇതിൻ രണ്ടു ഭാഗങ്ങളിൽ മേല്ക്കുമേൽ വിശാലമായി തീരുന്ന അല്പം കറുപ്പുള്ള നിഴലും തന്നേ.

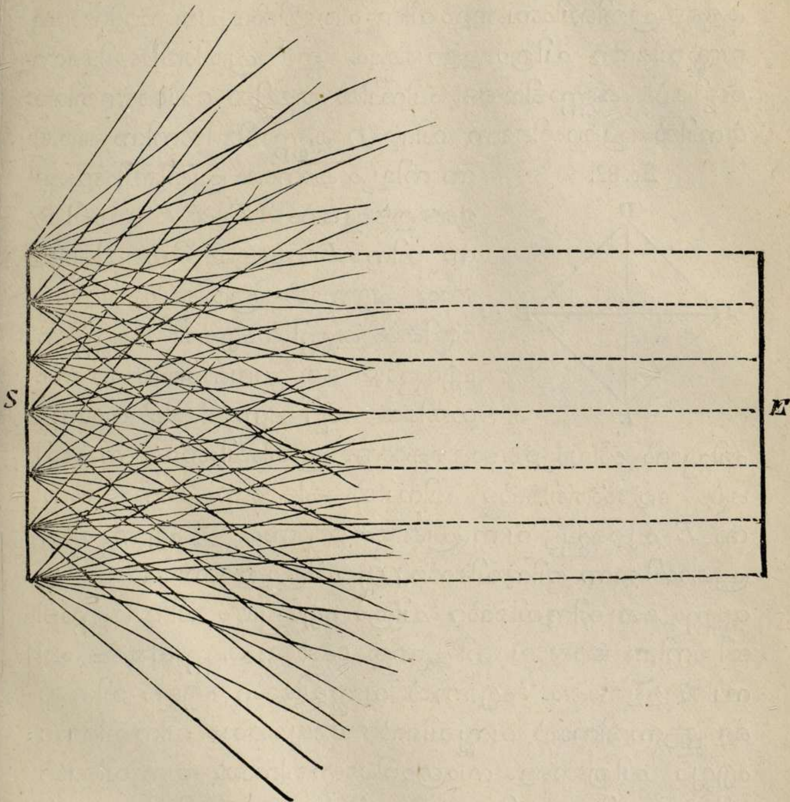
363. നമ്മുടെ സ്വരൂപം കണ്ണാടിയിൽ കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആദൎശത്തിലേക്കു തിരിഞ്ഞ നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ ഭാഗത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികൾ കണ്ണാടിയിലൂടേ കടന്നു ആദൎശത്തിന്റെ പിൻഭാഗത്തിൽ തേച്ച സ്വച്ഛതയില്ലാത്ത രസത്തിന്റെയും നാകത്തിന്റെയും മട്ടം അവയെ വീണ്ടും മടക്കി അയക്കുന്നതിനാൽ നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തി അവിടേ നമ്മുടെ സ്വരൂപത്തെ ജനിപ്പിക്കും. കണ്ണാടിയുടെ പിൻഭാഗം രശ്മികളെ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ചിത്രം പിമ്പിൽ നില്ക്കുന്നപ്രകാരം നമുക്കു തോന്നും.

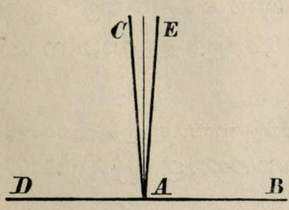
364. നാം ആദൎശത്തിൽനിന്നു അകലേ നില്ക്കുന്നേടത്തോളം നമ്മുടെ സ്വരൂപം പിമ്പിൽ കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നാം ഈ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നപ്രകാരം മിന്നുന്ന വസ്തുവിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികൾ ഒരു കണ്ണാടിയിൽ തട്ടുമ്പോൾ, അവ വീണ കോണും പ്രതിബിംബിക്കുന്ന കോണും അശേഷം സമമായിരിക്കും. അതിൻ നിമിത്തം C എന്ന സ്ഥ

No. 80.



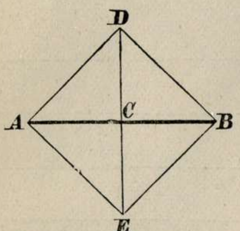
No. 81.



ലത്തിൽനിന്നു DB എന്ന കണ്ണാടിയിന്മേൽ വീണരശ്മിയാൽ CA ഉളവാകുന്ന കോണും CAD, പ്രതിബിംബിക്കുന്ന രശ്മി AE ഉണ്ടാകുന്ന കോണും EAB സമമായി

രിക്കേണം. അതുകൂടാതേ ഒരു വസ്തുവിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ട രശ്മികളുടെ പ്രതിബിംബങ്ങളും വീണ്ടും തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാലേ വസ്തുവിന്റെ ചിത്രം ഉളവാകാം. ഈ പ്രതിബിംബിക്കുന്ന രശ്മികൾ കണ്ണാടിയുടെ പിമ്പിൽ തമ്മിൽ ചേരേണ്ടതിന്നു മുമ്പിൽ പ്രകാശിക്കുന്ന വിന്ദു D കണ്ണാടിയിൽനിന്നു അകന്നു നില്ക്കും കണക്കേ പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ തുടൎച്ചകൾ $AE+BE$ യോജിക്കുന്ന വിന്ദു E സമദൂരത്തിൽ കിടക്കേണം. എന്നാൽ പ്രതിബിംബിക്കുന്ന രശ്മികൾ കണ്ണിൽ എത്തീട്ടു, കണ്ണിന്നു എപ്പോഴും ഒരു ചലനത്തിന്റെ സംഗതിയെ രശ്മി വന്ന ദിക്കിൽ അന്വേഷിപ്പാൻ ശീലം ഉണ്ടാകകൊണ്ടു, പ്രതിബിംബിക്കുന്ന രശ്മികൾ ആദൎശത്തിന്റെ പിമ്പിൽ കിടക്കുന്ന വിന്ദുവിൽനിന്നു E പുറപ്പെട്ടു വന്ന പ്രകാരം തോന്നും. E എന്ന വിന്ദു പ്രകാശിക്കുന്ന വിന്ദുവിന്റെ (D) ചിത്രം തന്നേയാകുന്നു. ഇവ്വണ്ണം ഒരു വിന്ദുവിന്റെ ചിത്രം എപ്പോഴും വിന്ദു കണ്ണാടിയിൽനിന്നു അകലേ നില്ക്കുന്നതു പോലേ കണ്ണാടിയുടെ പിമ്പിൽ ഉളവാകും. എന്നാൽ വസ്തുവിന്റെ എല്ലാ വിന്ദുക്കളെ കൂട്ടുന്നതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ മേല്ഭാഗവും വിന്ദുവിന്റെ എല്ലാ ചിത്രങ്ങളെ സംഗ്രഹിക്കുന്നതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ ചിത്രവും കിട്ടും. ചിത്രം വസ്തുവിനോടു സ്ഥിതിയിലും വലിപ്പത്തിലും രൂപത്തിലും ഒക്കേണം എന്നു തെളിയുന്നു. എങ്കിലും ഈ ചിത്രം എന്റെ കാഴ്ചയിൽ മാത്രം ഉളവാകുന്ന ചിത്രം അത്രേ.

No. 82.



365. തടിച്ചകണ്ണാടിയെക്കാൾ നേൎമ്മയായതു നന്നു, അതു എന്തുകൊണ്ടു?

അധികം തടി ഉണ്ടെങ്കിൽ പിൻഭാഗംമാത്രമല്ല മുൻഭാഗം

കൂടേ രശ്മികളെ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതിനാൽ നമ്മെ ഭ്രമിപ്പിക്കുന്നതായ രണ്ടു ബിംബങ്ങൾ ഉളവാകും. രണ്ടു ബിംബങ്ങളും എപ്പോഴും കണ്ണാടിയുടെ ഇരട്ടിച്ച തടിയോളം തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞിരിക്കേണം. തടി വൎദ്ധിക്കുന്തോറും രണ്ടു ബിംബങ്ങൾ സ്പഷ്ടമായിത്തീരുന്നതിനാൽ ഒന്നിനെ മറേറതു വിരൂപമാക്കി തീക്കും. ഇതുഹേതുവായിട്ടു ഓരൊററ ചിത്രത്തെ മാത്രം കാണിക്കുന്ന ലോഹംകൊണ്ടുള്ള ദൎപ്പണം നല്ലതു. അങ്ങിനേ കണ്ണാടിയുടെ ഇരുഭാഗങ്ങൾ എതിർ ചെല്ലുന്നെങ്കിൽ വിരൂപമായ ചിത്രം മാത്രം ഉണ്ടായി വരാം.

366. പൂൎണ്ണസ്വച്ഛതയുള്ള ഒരു കണ്ണാടിയിൽ കാണ്മാൻ കഴിയാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ കണ്ണാടി കൈക്കൊള്ളുന്ന എല്ലാ രശ്മികൾ പിൻഭാഗത്തുള്ള വിന്ദുവിൽ തമ്മിൽ ഇടമുറിപ്പാൻ തക്കവണ്ണം പ്രതിബിംബിക്കുന്നതുകൊണ്ടു നാം കണ്ണാടിയെ കാണാതേ അതിൻെറ പിമ്പിൽ നില്ക്കുന്ന വിന്ദുക്കളെ കാണുന്നതേ ഉള്ളു.

367. മിനുസമില്ലാത്ത കണ്ണാടിയിൽ ഒരു ചിത്രം കാണ്മാൻ കഴിയാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ കണ്ണാടിയിലുള്ള പരുപരുപ്പുനിമിത്തം അതിന്മേൽ വീണ കിരണങ്ങളെ ക്രമംകൂടാതേ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അവ പിമ്പിൽ ചേരായ്കയാൽ ചിത്രം ഉളവാകയില്ല.

368. കിളിവാതിലിൻ കണ്ണാടിയിലും ചിലപ്പോൾ സ്വരൂപം കാണ്മാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

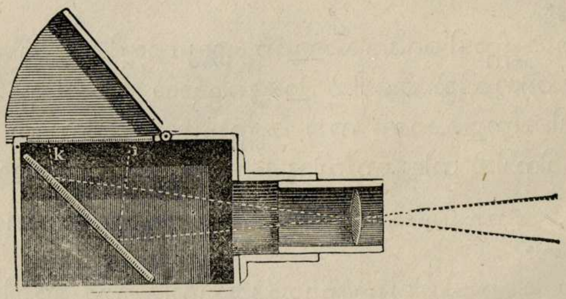
ഈ വക കണ്ണാടി രശ്മികളെ സാധാരണമായി പ്രതിബിംബിക്കായ്കകൊണ്ടു ഒരു ചിത്രം ഉണ്ടാവാൻ പാടില്ല. എന്നിട്ടും അവയുടെ പിമ്പിൽ രശ്മികളെ തടുക്കയോ മടക്കി അയക്കുകയോ ചെയ്യുന്ന മതിൽ നില്ക്കുമ്പോൾ ഒരു ചിത്രം ഉണ്ടാകുവാൻ കഴിയും. അതിൻനിമിത്തം ഒരു അൽമൈരയുടെ കണ്ണാടിയി

ലോ കിളിവാതിലിൻ കണ്ണാടിയിലോ നോക്കുന്നെങ്കിൽ സ്വരൂപം കാണും. വിശേഷാൽ വിളക്ക കയ്യിൽ പിടിച്ചു രാത്രിയിൽ കിളിവാതിലിൻ കണ്ണാടിയുടെ മുമ്പിൽ നില്ക്കുമ്പോൾ വിളക്കിന്റെ ചിത്രവും നില്ക്കുന്നവന്റെ സ്വരൂപവും നല്ലവണ്ണം കാണും.

369. ഒരു ചിത്രപ്പെട്ടിയുടെ അടിയിൽ വെച്ച ചിത്രങ്ങൾ പിന്നേ നിട്ടന കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ ചിത്രങ്ങൾ ഭ്രതകണ്ണാടിമുഖാന്തരമായി നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തുന്നതിന്നു മുമ്പേ 83-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നപ്ര

No. 83.



കാരം പെട്ടിയുടെ അടിയോടു 45 ഇലികൾ (45°) വീതിയുള്ള കോണിന്റെ ഭുജത്തോടു ഒത്തവണ്ണം നില്ക്കുന്ന കണ്ണാടി മീതേ കിടക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ (*k-i*) ചിത്രത്തെ വലഭാഗത്തേക്ക പ്രതിബിംബിച്ചു കണ്ണിന്റെ മുമ്പാകേ നിൎത്തും. ഒരു വസ്തുവും കണ്ണാടിയും 45° വീതിയുള്ള കോണിന്റെ ഭുജങ്ങളായി നില്ക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ചിത്രം ലംബരേഖയായി കണ്ണാടിയുടെ പിമ്പിൽ നില്ക്കും. ഇതിനാൽ ചിത്രത്തിന്റെ രൂപവും സ്ഥിതിയും വസ്തുവിനോടു സമമായിട്ടു ചിത്രവും കണ്ണാടിയോടു 45° വീതിയുള്ള കോണായി നില്ക്കും.

വസ്തു വലഭാഗത്തു കുഴലിന്റെ മുമ്പാകേ നിന്നാൽ പെട്ടിയിലുള്ള കണ്ണാടി ഇതിന്റെ ചിത്രത്തെ മേലോട്ടു പ്രതിബിംബിച്ചു, നാം ചിത്രത്തെ *k–i* എന്ന സ്ഥലത്തിൽ കാണും. അതിന്മേൽ നേൎമ്മയായ കടലാസ്സു വെച്ചാൽ ചിത്രത്തെ വരെപ്പാൻ യാതൊരു പ്രയാസമില്ല.

370. ഒരു വസ്തുവിന്റെ പല ചിത്രങ്ങളെ കണ്ണാടിയിൽ കാണ്മാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

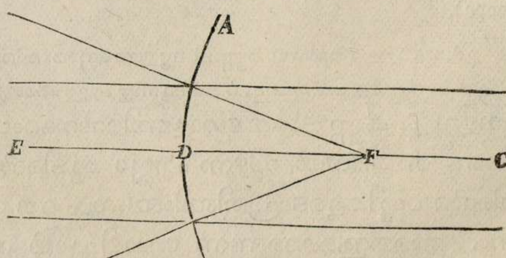
രണ്ടു കണ്ണാടി സമാന്തരരേഖയായി നില്ക്കുന്നെങ്കിൽ അവ വസ്തുവിനെമാത്രമല്ല അവയുടെ ചിത്രങ്ങളെയും വീണ്ടും വീണ്ടും പ്രതിബിംബിക്കുന്നതിനാൽ ചിത്രങ്ങൾ നയനഗോചരമാകുവോളം പെരുകും. രണ്ടു കണ്ണാടികളെ ഒരു കോണിന്റെ ഭുജങ്ങളായി ചേൎത്താൽ ചിത്രങ്ങളുടെ സംഖ്യ കോണിന്റെ അകലം വൎദ്ധിക്കുന്തോറും കുറയും. കോണിന്റെ വീതി എത്ര പ്രാവശ്യം വട്ടത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവോ അത്ര പ്രതിബിംബങ്ങളും ഉണ്ടാകും. അവ 45° വീതിയുള്ള കോണായി നില്ക്കുന്നെങ്കിൽ ചിത്രങ്ങളുടെ എണ്ണം 8; 60° വീതി ഉണ്ടെങ്കിൽ 6 ചിത്രങ്ങൾ ഉളവാകും. കോണായി നില്ക്കുന്ന ഈ രണ്ടു കണ്ണാടി ഒരു കുഴലിൽ ഇട്ടു പലനിറമുള്ള മുത്തുകളോ കണ്ണാടിയുടെ കഷണങ്ങളോ രണ്ടു കണ്ണാടിയുടെ നടുവിൽ വെച്ചിട്ടു കുഴലിനെ തിരിക്കുമ്പോൾ എത്രയും ഭംഗിയുള്ള കാഴ്ച ഉണ്ടാകും (Kaleidoscope).

371. ഉൾവളവുള്ള (concave) കണ്ണാടി സൂൎയ്യന്നുനേരേ തിരിച്ചാൽ കത്തുവാൻ തക്കതായ വസ്തുക്കളെ ദഹിപ്പിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു? (No. 84.)

ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടി ഒരു ഗോളത്തിന്റെ ഒരംശം അത്രേ ആകകൊണ്ടു അതിന്മേൽ വീഴുന്ന എല്ലാ ചൂടിന്റെയും വെളിച്ചത്തിന്റെ രശ്മികളുടെ പ്രതിബിംബങ്ങൾ ഒരു വിന്ദുവിൽ ചേരേണം. അതെന്തുകൊണ്ടെന്നു ചോദിച്ചാൽ സൂൎയ്യന്റെ

No. 84.

No. 85.

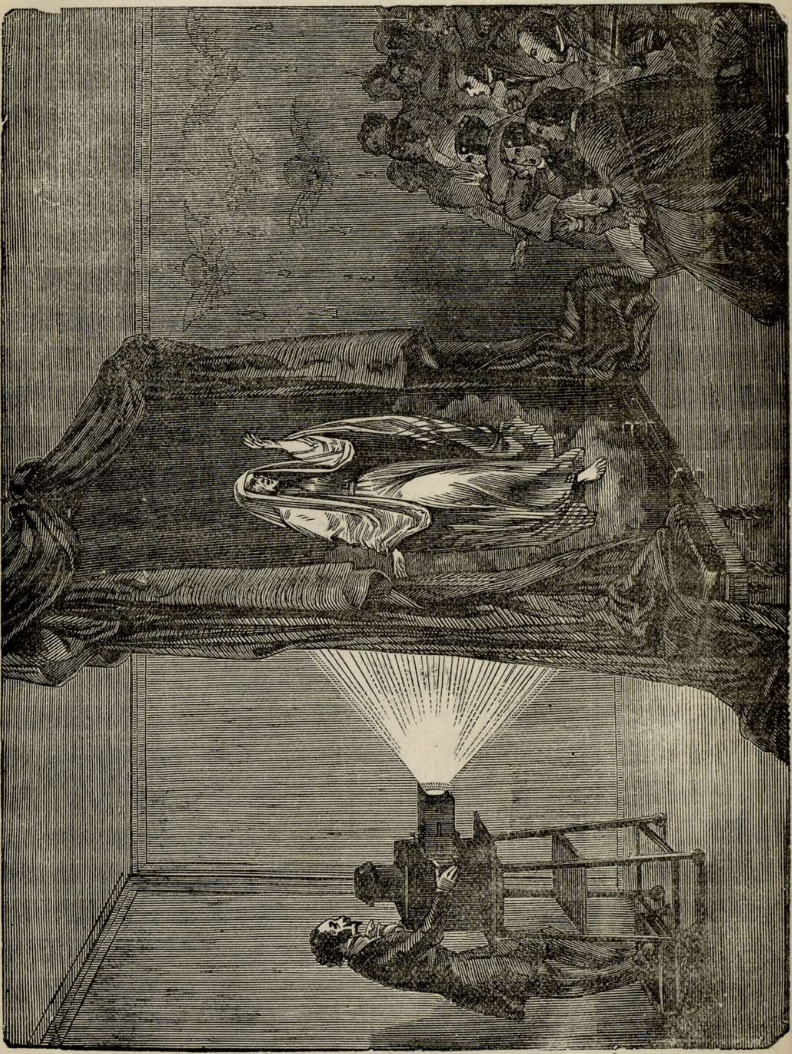


രശ്മികൾ ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നു പുറപ്പെടുന്നതിനാൽ മേല്ക്കു മേൽ തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞു പോകുന്നെങ്കിലും സൂൎയ്യൻ പറഞ്ഞു കൂടാത്ത ദൂരത്തിലിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അതിന്റെ രശ്മികൾ സമാന്തരരേഖയായി ഇവിടേ എത്തുന്നു എന്നു പറയുന്നതിനാൽ അല്പം തെറ്റിപ്പോകുന്നു. നാം 85-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന പ്രകാരം കണ്ണാടിയുടെ അച്ചിനോടു (*E C*) സമാന്തരരേഖയായി വീഴുന്ന എല്ലാ രശ്മികളുടെ പ്രതിബിംബങ്ങളും ഒരു വിന്ദുവിൽ (*F*) ചേരും. ഈ വിന്ദുവിന്നു ഉഷ്ണകേന്ദ്രം (focus) എന്ന പേർ പറയാം. അതു കണ്ടെത്തേണ്ടതിന്നു പ്രയാസമില്ല. രശ്മി കണ്ണാടിയെ തൊടുന്ന സ്ഥലത്തേക്കു ഒരു അൎദ്ധവ്യാസം വരെച്ചു, ഇതിനാൽ ഉളവാകുന്ന കോണിനോടു സമമായ മറെറാരു കോൺ വരെക്കുന്നെങ്കിൽ ഈ കോണിന്റെ വേറേ ഭുജം അച്ചിനെ ഇടമുറിക്കുന്ന വിന്ദു ഉഷ്ണകേന്ദ്രം തന്നേ. ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടി ഒരു ഉണ്ടയുടെ അംശം എന്നു വരികിൽ ഉഷ്ണകേന്ദ്രം വൃത്തപരിധിയുടെയും ഉണ്ടയുടെ കേന്ദ്രത്തിന്റെയും നടുവേ അച്ചിന്മേൽ കിടക്കും. അച്ചിന്റെ ദിക്കിൽ വന്ന രശ്മി കണ്ണാടിയിന്മേൽ നിട്ടെന വീഴുന്നതുകൊണ്ടു രശ്മിയും അതിന്റെ പ്രതിബിംബവും ഒന്നായി തീരേണം. ഇത്ര രശ്മികൾ ഒരു വിന്ദുവിൽ കൂടുന്നതിനാൽ ഉഗ്രമായ ഘൎമ്മം ഉളവായി വസ്തുക്കളെ കത്തിപ്പാൻ മതിയാകും. ഈ വക കണ്ണാടികളെക്കൊണ്ടു അൎഖ്മേദൻ എന്ന ജ്ഞാനി രോമരുടെ യുദ്ധക്കപ്പലുകളെ ദഹിപ്പിച്ചുകളഞ്ഞു പോൽ. (84-ാം ചിത്രം).

372. ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടികൊണ്ടു ഉളവാകുന്ന ചിത്രങ്ങൾ പലപ്പോഴും പിമ്പിൽ അല്ല കണ്ണാടിയുടെ മുമ്പിൽ നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

85-ാം ചിത്രപ്രകാരം ശോധനചെയ്യുമ്പോൾ വസ്തു നില്ക്കുന്ന സ്ഥലത്തെ മാററുന്നതിനാൽ വലിയ ഭേദം ഉണ്ടാകും എന്നു കാണും. ഒരു വസ്തു 1. കണ്ണാടിയുടെയും (*D*) ഉഷ്ണകേന്ദ്ര

No. 86.

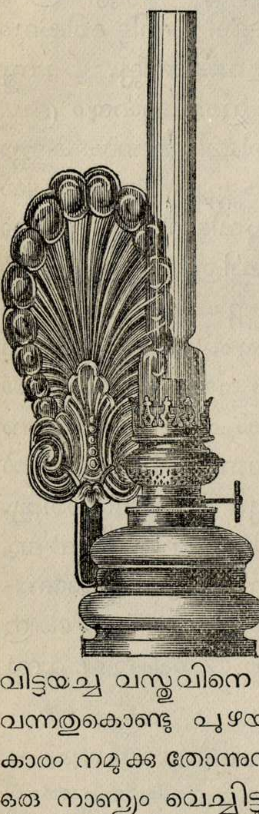


ത്തിന്റെയും (F) നടുവിൽ നില്ക്കുന്നതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ ഓ രോ വിന്ദുവിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികളുടെ പ്രതിബിംബ ങ്ങൾ കണ്ണാടിയുടെ പിമ്പിൽ മാത്രം ചേരുന്നതുകൊണ്ടും ക ണ്ണാടിയുടെ വളവിനെക്കൊണ്ടും അതിന്റെ പിമ്പിൽ വസ്തുവി നെക്കാൾ വലിയ ചിത്രം ഉണ്ടാകും. 2. വസ്തു ഉഷ്ണകേന്ദ്ര ത്തിൽ തന്നേ (F) നില്ക്കുന്നെങ്കിൽ രശ്മികളുടെ എല്ലാ പ്രതി ബിംബങ്ങൾ സമാന്തരരേഖയായി മടങ്ങി വന്നിട്ടു ഒരിക്കലും ചേരായ്കയാൽ യാതൊരു ചിത്രവും ഉളവാകുന്നില്ല. 3. വസ്തു ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിന്റെയും (F) കണ്ണാടികേന്ദ്രത്തിന്റെയും (C) മ ദ്ധ്യത്തിൽ വെച്ചാൽ രശ്മികളുടെ പ്രതിബിംബങ്ങൾ കണ്ണാ ടിയുടെ മുമ്പിൽ ചേരുന്നതുകൊണ്ടും കണ്ണാടിയുടെ വളവിൻ നിമിത്തവും മേൽകീഴായ ചിത്രം വസ്തുവിനെക്കാൾ വലുതാ യി കണ്ണാടിയുടെ മുമ്പിൽ നില്ക്കും. ഈ ചിത്രം ആകാശത്തിൽ നിന്നുന്നെങ്കിലും കണ്ണാടികൊണ്ടോ എണ്ണ പിരട്ടിയ കടലാസ്സു കൊണ്ടോ പിടിച്ചു കാണിപ്പാൻ കഴിയും. ഉൾവളവുള്ള വ ലിയ കണ്ണാടി പ്രയോഗിച്ചാൽ ചിത്രം യാതൊരു സഹായം കൂടാതേ സ്പഷ്ടമായി കാണാം. നാം 86-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണു ന്നപ്രകാരം ഉപായക്കാർ പൈശെക്കുവേണ്ടി ഈ യന്ത്രത്താൽ ഭീരുക്കൾക്കു പ്രേതങ്ങളെ കാണിക്കാമല്ലോ എന്നു വിചാരിച്ചു. ഇതിന്നായി വസ്തുവിനെ തന്നേ മേൽകീഴായി നിൎത്തുവാൻ ആ വശ്യം. വസ്തുവിനെ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു ദൂരത്താക്കുന്നേട ത്തോളം ചിത്രം അടുത്തു ചുരുങ്ങിപ്പോകും. 4. വസ്തു കേന്ദ്ര ത്തിൽ (C) തന്നേ നില്ക്കുമ്പോൾ ചിത്രം മേൽകീഴായി വസ്തു വിന്റെ സ്ഥലത്തിൽ നില്ക്കേണ്ടി വരും.

373. മതിലുകളിന്മേൽ നാം തറെക്കുന്ന വിളക്കുകളിൽ പിമ്പിലും ലാന്ത റിലുള്ള വിളക്കിൻ മൂന്നുഭാഗങ്ങളിലും ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടികളെ പ്രയോഗി ക്കുന്നതു എന്തിന്നു?

ഈ കണ്ണാടികൾ കൂടാതേ വിളക്കിൻ രശ്മികൾ പല ദിക്കിലേക്കും പുറപ്പെട്ടു പോകുന്നതുകൊണ്ടു ഈ വിവിധസ്ഥലങ്ങൾക്കു വളരേ പ്രകാശം കിട്ടുകയില്ല. ഈ വളവുള്ള കണ്ണാടികളോ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിൽ നില്ക്കുന്ന വെളിച്ചത്തിൽനിന്നു വരുന്ന എല്ലാ രശ്മികളെയും കണ്ണാടിയുടെ അച്ചിനോടു സമാന്തരരേഖയായി പ്രതിബിംബിക്കുന്നതുകൊണ്ടു എല്ലാ രശ്മികളും ഒരൊററ ദിക്കിൽ ചെല്ലേണ്ടതിന്നു വിളക്കിനെ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിൽ തന്നേ നിൎത്തുന്നതിനാൽ രശ്മികൾ ഒരു ദിക്കിലേക്കു ചെന്നു നല്ലവണ്ണം പ്രകാശിക്കും.

No. 87.



374. അടികാണുന്ന പുഴകളിൽ നമുക്കു തോന്നുന്നതിനെക്കാൾ അധികം ആഴം ഉണ്ടാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെളിച്ചത്തിന്റെ രശ്മികൾ ഒരു വസ്തുവിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടിട്ടു വേറേ തുമ്മ (ഇടതൂൎച്ച)യെ കാണിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന സമയത്തിൽ വഴിയിൽനിന്നു അല്പം തെററി വേറേ ഒരു സ്ഥലത്തിൽനിന്നു വന്നപ്രകാരം നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തും. എന്നാൽ രശ്മികൾ വരുന്ന വഴിയിൽ മാത്രം അവയെ വിട്ടയച്ച വസ്തുവിനെ തിരയുവാൻ നമ്മുടെ കണ്ണിന്നു ശീലം വന്നതുകൊണ്ടു പുഴയുടെ അടി അല്പം ഉയൎന്നിരിക്കുന്ന പ്രകാരം നമുക്കു തോന്നുന്നു. ഇങ്ങിനേ തന്നേ ഒരു തംബ്ലേറിൽ ഒരു നാണ്യം വെച്ചിട്ടു വെള്ളം പകരുമ്പോൾ നാണ്യം കയറിപ്പോകുന്നു എന്നു തോന്നുന്നില്ലേ!

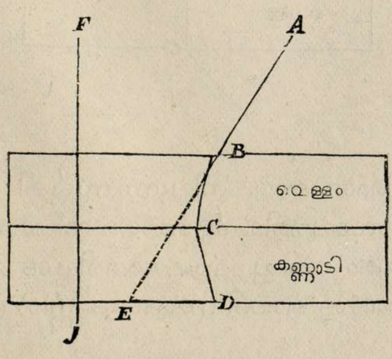
375. ചുക്കാൻ തുഴ മുതലായവ ചരിച്ചു വെള്ളത്തിൽ ഇട്ടാൽ അതു പൊട്ടിപ്പോയപ്രകാരം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെള്ളത്തിൻ പുറത്തിരിക്കുന്ന തുഴയുടെ അംശം അതു സാക്ഷാൽ ഇരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തിൽ തന്നേ കാണുന്നെങ്കിലും വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങുന്ന അംശത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന വെളിച്ചത്തിന്റെ എല്ലാ രശ്മികൾ ആകാശത്തിൽ പ്രവേശിച്ചു ഉടനേ വഴിയിൽനിന്നു തെറ്റുന്നതു (ഒരു വിധേന പൊട്ടുന്നതു) കൊണ്ടു നാം ഈ അംശങ്ങൾ ഒക്കയും കുറേ മീതേയുള്ള സ്ഥലത്തിൽ കാണുന്നതിനാൽ തുഴ വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങുന്ന സ്ഥലത്തു അതു പൊട്ടിപ്പോയ പ്രകാരം തോന്നും.

376. ഉദയകാലത്തു നാം ആദിത്യനെ ചക്രവാളത്തിൻ മീതേ ഉദിക്കുന്നതിന്നു മുമ്പേ കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

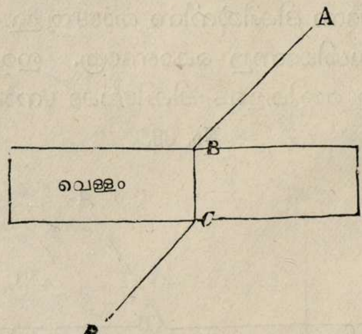
സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികൾ ആകാശത്തിലൂടേ ചെല്ലുന്ന സമയത്തിൽ മേല്പറഞ്ഞ തുഴ എന്ന പോലേ പൊട്ടിപ്പോകും. അതെന്തുകൊണ്ടെന്നു ചോദിച്ചാൽ അവ വായു എത്രയോ നേൎമ്മയായിരിക്കുന്ന ദിക്കിൽനിന്നു താഴേയുള്ള തടിച്ച ആകാശത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതു കൊണ്ടത്രേ. ഇവ്വണ്ണം നാം കണ്ണിൽ എത്തിയ രശ്മികളുടെ ദിക്കിലേക്കു നോക്കിയാൽ സൂൎയ്യ

No. 88.



നെ അതു നില്ക്കുന്ന സ്ഥലത്തിൽ അല്ല കുറേ ഉയൎന്നിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തിൽ കാണുന്നതു കൊണ്ടു ഉള്ളവണ്ണം ഉദിക്കുന്നതിന്നു മുമ്പേ കാണും. ഒരു രശ്മി ലംബരേഖയായി വേറേ വസ്തുവിൽ വീഴുമ്പോൾ തെററിപ്പോകാതേ ഇതിലൂടേ ചെല്ലും. തടിച്ചവസ്തുവിലൂടേ അധികം നേരിയ വസ്തുവിൽ പ്രവേശിക്കുന്നെങ്കിൽ (വെള്ളത്തിൽനിന്നു ആകാശത്തിൽ) കിരണം പുതിയ വസ്തുവിനെ തൊടുന്ന സ്ഥലത്തിൽ ഒരു ലംബരേഖയെ ഊഹിച്ചാൽ രശ്മി ആ ലംബരേഖയിൽനിന്നു അകന്നുപോവാൻ തക്കവണ്ണം പുതിയ വസ്തുവിലൂടേ ചെല്ലും എന്നറിക. എന്നാൽ കിരണം അധികം നേരിയ വസ്തുവിൽനിന്നു തടിച്ച വസ്തുവിൽ പ്രവേശിക്കുന്നെങ്കിലോ (സൂൎയ്യന്റെ കതിരുകളെ പോലേ നേൎത്ത വായുവിൽനിന്നു തടിച്ചആകാശത്തിലേക്കു) കിരണം ആ ലംബരേഖയോടു അടുത്തുവരുവാൻ തക്കവണ്ണം തടിച്ചവസ്തുവിലൂടേ ചെല്ലും. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു

No. 89.



ചക്രവാളത്തിന്റെ താഴേ നില്ക്കുന്ന സൂൎയ്യകിരണങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ ഉയൎന്ന സ്ഥലത്തിൽ എത്താതേ നിലത്തോടു അടുത്തിരിക്കുന്ന അധികം തടിച്ച ആകാശത്തിലൂടേ ചെല്ലുമളവിൽ മേല്ക്കുമേൽ താഴോട്ടു തെററി നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പ്രവേശിക്കാമ

ല്ലോ. ഒടുക്കം കണ്ണോ കിരണം കണ്ണിൽ എത്തിയ ദിക്കിൽ സൂൎയ്യനെ അന്വേഷിക്കുന്നതിനാൽ അധികം ഉയൎന്ന സ്ഥലത്തിൽ അതിനെ കണ്ടെത്തും.

377. വെയിലിനാൽ വളരേ ചൂടുപിടിച്ച മേല്പുരയിൽ നോക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ പിമ്പിലുള്ള വസ്തുക്കൾ തുളുമ്പുന്ന പ്രകാരം തോന്നുന്നതു എന്തു കൊണ്ടു?

പുരയിലുള്ള അത്യന്ത ഉഷ്ണത്താൽ അതിന്മീതേയുള്ള വായു പലവിധമായ തുമ്പ്മ കാണിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ചലിക്കും. അതിന്നിമിത്തം ഈ ഇളകുന്ന ആകാശത്തിലൂടേ ചെല്ലുന്ന വെളിച്ചത്തിന്റെ കിരണങ്ങൾ അധികമോ കുറച്ചോ പൊട്ടുന്നതിനാൽ എപ്പോഴും മാറുന്ന ദിക്കിൽ കണ്ണിൽ എത്തുന്നതുകൊണ്ടു വസ്തു താൻ തന്നേ എപ്പോഴും സ്ഥലത്തെ മാററി വിറെക്കുന്നു എന്നു നമുക്കു തോന്നും.

378. ഗ്രഹങ്ങൾ യാതൊരു ഇളക്കവും കൂടാതേ മിന്നുന്നെങ്കിലും മററുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ തിളങ്ങി വിളങ്ങുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഗ്രഹിപ്പാൻ കഴിയാത്ത ദൂരത്തിലിരിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വിട്ടം നമുക്കു എത്രയോ ചെറുതായി തോന്നുന്നു. അവിടേനിന്നു കിരണങ്ങൾ എപ്പോഴും പലവിധമായ ഇടതൂൎച്ചയെ കാട്ടുന്ന ആകാശത്തിലൂടേ ചെല്ലുമളവിൽ അല്പം മാത്രം പൊട്ടുന്നെങ്കിൽ നക്ഷത്രം താൻ തന്നേ സ്ഥലത്തെ മാററി എന്നു തോന്നേണ്ടി വരും. ഗ്രഹങ്ങളുടെ വിട്ടമോ അവയുടെ രശ്മി പൊട്ടലിനെക്കാൾ വലുതാകുന്നതുകൊണ്ടു പ്രകാശം എപ്പോഴും സ്വസ്ഥതയും തെളിവുമുള്ളതായിരിക്കും.

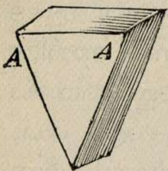
379. നാം ഒരു കിളിവാതിലിൻ കണ്ണാടിയൂടേ നോക്കുമ്പോൾ വെളിച്ചത്തിന്റെ രശ്മികൾ പൊട്ടാതേ എല്ലാ വസ്തുക്കളും ശരിയായി കാണുന്നതു എന്തു കൊണ്ടു? (No. 89.)

കിരണങ്ങൾ കണ്ണാടിയിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന സമയം അല്പം പൊട്ടുന്നെങ്കിലും (BC) വേറേ ഭാഗത്തിൽനിന്നു പുറ

പ്പെട്ടിട്ടു വീണ്ടും എതിർഭാഗത്തേക്കു തെററിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു (*C D*) ഒന്നാം പൊട്ടൽ രണ്ടാം പൊട്ടലിനാൽ നിഷ്ഫലമായി ചമയും. അധികം തടിച്ച വസ്തുവാകുന്ന കണ്ണാടിയിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന സമയത്തിൽ രശ്മി വലഭാഗത്തേക്കു തെററിപ്പോകുന്നേടത്തോളം കണ്ണാടിയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന സമയത്തു ഇടഭാഗത്തേക്കും തെററിപ്പോകുമല്ലോ. ഇവ്വണ്ണം പുറപ്പെടുന്ന രശ്മിയും (*C D*) പ്രവേശിച്ച കിരണവും (*A B*) സമാന്തരരേഖകളായി ചെല്ലുന്നതുകൊണ്ടു നാം നോക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ അല്പം സ്ഥലം മാററുന്നതല്ലാതേ വേറേ ഫലം വരികയില്ല. ഈ മാററം പോലും വളരേ തടിച്ചകണ്ണാടിയിൽ മാത്രമേ (ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതു പോലേ) കാണ്മാൻ കഴിവുള്ളു.

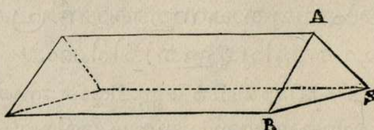
380. **ആപ്പിന്റെ ആകൃതിയിൽ കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള വസ്തുവിലൂടേ നോക്കുമ്പോൾ വസ്തുക്കൾ വളരേ ഉയരത്തിലോ താഴേയോ കാണുന്നതു എന്തു?**

No. 90.



ഈ കണ്ണാടിയുടെ രൂപം രണ്ടു മുക്കോണുകളും മൂന്നു സമകോണജങ്ങളും (Parallelogram) കൊണ്ടു ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വസ്തുവിന്റെ മുക്കോൺ നമ്മുടെ മുമ്പിൽ കിടക്കുന്നെങ്കിൽ 90-ാം ചിത്രത്തിന്റെ കാഴ്ചയും ഒരു സമകോണജം മുമ്പിൽ വെച്ചാൽ 91-ാം ചിത്രത്തിന്റെ കാ

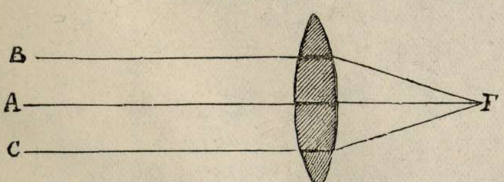
No. 91.



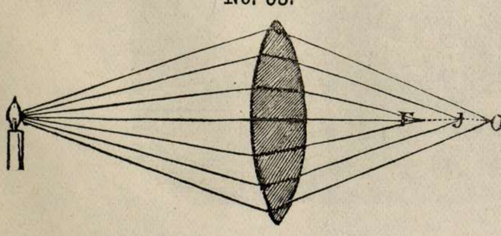
ഴ്ചയും ഉളവാകും. ഇംഗ്ലിഷ് ഭാഷയിൽ അതിന്നു പ്രിസ്മ് (Prism) എന്നു പേർ. ഒരു വസ്തുവിന്റെ രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ സമാന്തരരേഖകളായി കിടക്കുന്നെങ്കിൽ മാത്രം പ്രവേശിക്കുന്ന രശ്മിയും

പുറപ്പെടുന്ന കിരണവും സമാന്തരരേഖകളായി ചെല്ലാം (379). രശ്മി പ്രിസ്മയിലൂടേ കടന്നുപോകുന്നെങ്കിലോ രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ ഒരു കോണിന്റെ രണ്ടു ഭുജങ്ങളായി നില്ക്കുന്നതു കൊണ്ടു പ്രവേശിക്കുന്ന കിരണത്തിന്റെ ദിക്കു വേറേ, പുറപ്പെടുന്ന രശ്മിയുടെ ദിക്കു വേറേ ആയിരിക്കും. ചിത്രത്തിൽ നാം കാണുന്നപ്രകാരം മുക്കോണിന്റെ ഉച്ചാഗ്രം താഴോട്ടു നോക്കുമ്പോൾ 376-ാം ചോദ്യത്തിൽ നാം നിശ്ചയിച്ച സൂത്രപ്രകാരം രശ്മി പ്രിസ്മയിൽ പ്രവേശിക്കയും പുറപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്ന സമയത്തിൽ പ്രിസ്മയുടെ തടിച്ച ഭാഗത്തേക്കു തെററിപ്പോയ ശേഷം കണ്ണു പുറപ്പെടുന്ന രശ്മിയുടെ ദിക്കിൽ ഈ കിരണത്തെ അയച്ച വസ്തുവിനെ അന്വേഷിക്കുമ്പോൾ അതു വളരേ ഉയരത്തിൽ കിടക്കുന്ന വസ്തു എന്നു തോന്നും. എന്നാൽ മുക്കോണിന്റെ ഉച്ചാഗ്രം മേലോട്ടു നോക്കിയാൽ മേല്പറഞ്ഞ സൂത്രപ്രകാരം രശ്മി വീണ്ടും രണ്ടു പ്രാവശ്യം പ്രിസ്മയുടെ തടിച്ച ഭാഗത്തേക്കു തെററിപ്പോകുന്നതിനാൽ അതു കണ്ണിന്നു വളരേ താഴേ കിടക്കുന്ന വസ്തുവിൽ നിന്നു വന്ന രശ്മി എന്നു തോന്നും.

No. 92.



No. 93.



381. അണ്ഡാകൃതികളായിരിക്കുന്ന മുതിരെക്കൊത്ത കണ്ണാടിച്ചില്ലുകളെ നമുക്കു തീക്കണ്ണാടികളായി പ്രയോഗിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

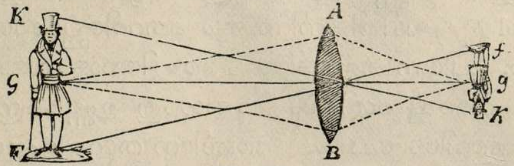
നാം മുമ്പേ ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടിയിൽ കണ്ടപ്രകാരം ഇവിടേയും സമാന്തരരേഖകളായി ഈ കണ്ണാടിക്ക തട്ടുന്ന രശ്മികൾ ഇതിലൂടേ ചെല്ലുമളവിൽ തെററി കണ്ണാടിയുടെ മറുഭാഗത്തിൽ ഒരൊററ വിന്ദുവിൽ ചേൎന്നു വെളിച്ചത്തിൻെറ രശ്മികളോടു കൂടേ ചൂടിൻ രശ്മികളും പൊട്ടി ആ വിന്ദുവിൽ കൂട്ടുന്നതിനാൽ വളരേ ഉഷ്ണം ഉളവാകും. ഈ വിന്ദുവിന്നും ഉഷ്ണകേന്ദ്രം എന്നു പേർ വിളിച്ചു വരുന്നു. അങ്ങിനേ തന്നേ രശ്മികൾ ഈ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടു മേല്പറഞ്ഞ കണ്ണാടിച്ചില്ലിലൂടേ കടന്നു പൊട്ടിയ ശേഷം സമാന്തരരേഖകളായി വേറേ ഭാഗത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടു വരും. അതിൻ നിമിത്തം വളവുള്ള ആദൎശങ്ങൾക്ക പകരമായി ആളുകൾ

No. 94.

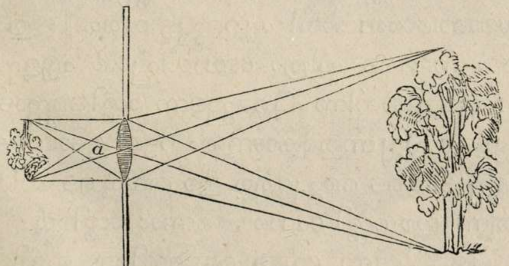
വിളക്കുമാടങ്ങളിൽ ഈ കണ്ണാടിച്ചില്ലിനെ എടുത്തു വിളക്കിന്റെ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിൽ നിൎത്തുന്നതിനാൽ രശ്മികളെ ഒരു ദിക്കിലേക്കു നടത്തിപ്പോരുന്നു.

382. വളരേ ദൂരത്തിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെ ഈ തീക്കണ്ണാടിയിലൂടേ നോക്കുമ്പോൾ മേല്കീഴായി നില്ക്കുന്ന ചെറിയ ചിത്രം തീക്കണ്ണാടിയുടെ അപ്പുറത്തു ഉളവാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 95.



No. 96.



വളരേ ദൂരത്തിരിക്കുന്ന വസ്തുവിൽനിന്നു വരുന്ന വെളിച്ചത്തിന്റെ രശ്മികൾ തീക്കണ്ണാടിയിലൂടേ പോയി പൊട്ടുന്നതിനാൽ തമ്മിൽ അടുത്തുവന്നിട്ടു തീക്കണ്ണാടിയുടെ പിമ്പിൽ വേഗം ചേരുന്നതിനാൽ ഒരു ചിത്രം ഉളവാകും. ഒരു ചിത്രം എപ്പോഴും വെളിച്ചത്തിന്റെ രണ്ടു രശ്മികൾ തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാൽ ഉണ്ടായി വരും. എല്ലാ രശ്മികളെയും വരെപ്പാൻ പാടില്ലല്ലോ: ഒരു വസ്തുവിന്റെ മുകളിൽ നിന്നും (K) അടിയിൽനിന്നും (F) പുറപ്പെടുന്ന ഈ രണ്ടു രശ്മികളെ വരെ

ച്ച അവയുടെ വഴി ബോധിച്ചാൽ മതി. ഇഷ്ടംപോലെ ഓരോ രശ്മികളെ വരെപ്പാൻ പ്രയാസം. ഇവ കണ്ണാടിയിലൂടേ പോകുന്ന സമയത്തിൽ എങ്ങിനേ തെറ്റുന്നു എന്നു നിശ്ചയിപ്പാൻ പെരുത്തു സമയവും അദ്ധ്യാനവും വേണം. അതുകൊണ്ടു നാം എപ്പോഴം നിശ്ചയമായ വഴിയിൽ ചെല്ലുന്ന രശ്മികളെ തെരിഞ്ഞെടുത്തു വരെക്കും. ഇവ ഏവ എന്നു ചോദിച്ചാൽ: കണ്ണാടിയുടെ കേന്ദ്രത്തിലൂടേ വരെച്ച രശ്മികൾ (*K k* and *F f*) വഴിയിൽനിന്നു ഒട്ടും തെറ്റിപ്പോകാതേ കടന്നു പോകും. പിന്നേ കണ്ണാടിയുടെ അച്ചിനോടു സമാന്തരരേഖകളായി വരെച്ച രശ്മികൾ മറ്റുഭാഗത്തു ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിലൂടേ ചെന്നു അവിടേ ചേരും. അങ്ങിനേ തന്നേ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിലൂടേ പോകുന്ന രശ്മി മറ്റുഭാഗത്തിൽ കണ്ണാടിയുടെ അച്ചിനോടുള്ള സമാന്തരരേഖയായി പുറപ്പെട്ടു വരും. ഇതു മനസ്സിൽ ധരിച്ചാൽ നമ്മുടെ ചിത്രം ബോധിപ്പാൻ എളുപ്പം തന്നേ. *K* എന്ന തലയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന രശ്മി കണ്ണാടിയുടെ കേന്ദ്രത്തിലൂടേ ചെല്ലുന്നതുകൊണ്ടു പൊട്ടൽ കൂടാതേ കടന്നുപോകും. കണ്ണാടിയുടെ അപ്പുറത്തു ഈ തലയുടെ ചിത്രം ഉളവാകേണ്ടതിന്നു ഈ രശ്മി പോരാ. ഒന്നാം രശ്മിയെ *k* എന്ന വിന്ദുവിൽ ഇടമുറിക്കുന്ന വേറേ ഒരു രശ്മിയെ ഇനി ഊഹിക്കേണം. വസ്തുവിന്റെയും കണ്ണാടിയുടെയും ഇടയിലുള്ള ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിലൂടേ ചെല്ലുന്ന രശ്മി കണ്ണാടിയിൽകൂടേ കടന്ന ശേഷം *G g* എന്ന അച്ചിനോടുള്ള സമാന്തരരേഖയായി പുറപ്പെട്ടിട്ടു ഒന്നാം രശ്മിയെ *k* എന്ന വിന്ദുവിൽ ഇടമുറിക്കുന്നതിനാൽ *K* എന്ന വിന്ദുവിന്റെ ചിത്രം ഉളവാകും. അതിൻപ്രകാരം വസ്തുക്കളുടെ എല്ലാ വിന്ദുവിലും ചിത്രങ്ങൾ ഉണ്ടായ്വരുന്നതിനാൽ അതിന്റെ ചിത്രം മുഴുവൻ കാണും. മേല്ഭാഗത്തുനിന്നു വരുന്ന രശ്മികൾ കണ്ണാടിയിലൂടേ താഴോട്ടു ചെല്ലുന്നതുകൊ

ണ്ടു ചിത്രം മറിഞ്ഞു നില്ക്കുന്നതു ആശ്ചൎയ്യമല്ല. അങ്ങിനേ തന്നേ വസ്തു കണ്ണാടിയിൽനിന്നു ദൂരത്തു നില്ക്കുന്നേടത്തോളം അതിന്റെ ചിത്രം അടുത്തു ചെറുതായി തീരും. ഒടുക്കം വസ്തു അന്തമില്ലാത്ത ദൂരത്തിൽ ഇരിക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ എല്ലാ രശ്മികളും കണ്ണാടിയുടെ അപ്പുറത്തു കിടക്കുന്ന ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിൽ ചേൎന്നിട്ടു ചിത്രം കാണുകയില്ല. വസ്തു അധികം അടുത്തു വരുന്നതിനാലോ ഏതു ചിത്രം ഉളവാകും എന്നു ചോദിച്ചാൽ നമ്മുടെ ചിത്രം കാണിക്കുന്നു താനും. *f g k* എന്ന ചെറിയ ആളുടെ സ്വരൂപം വസ്തുവായി വിചാരിക്കുമ്പോൾ *K G F* അതിന്റെ ചിത്രമായി നില്ക്കും. അതുപോലേ ഒരു വസ്തു ഈ തീക്കണ്ണാടിയുടെ (ഇപ്പുറത്തുള്ള) ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തോടു അടുക്കുന്നേടത്തോളം അതിന്റെ ചിത്രം അകന്നു വലുതായി തീരും. ഒടുക്കം വസ്തു ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിൽ തന്നേ നില്ക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ രശ്മികൾ കണ്ണാടിയുടെ അപ്പുറത്തു സമാന്തരരേഖകളായി പുറപ്പെട്ടിട്ടു ഒരിക്കലും തമ്മിൽ ഇടമുറിക്കായ്കയാൽ ഒരു ചിത്രം ഉണ്ടാകുവാൻ പാടില്ല. ഈ വക ചിത്രങ്ങൾ ഉണ്മയായ രശ്മികളെക്കൊണ്ടു ഉളവാകയാൽ ഇവ കണ്ണു രശ്മികളെ അവ ചേരുവോളം നീട്ടുന്നതിനാൽ മുകുരത്തിൽ ജനിപ്പിച്ച ചിത്രങ്ങൾ അല്ല, അവ കടലാസ്സിന്മേൽ കാണ്മാൻ തക്കതായ ചിത്രങ്ങൾ തന്നേയാകുന്നു. എന്നിട്ടും ആദൎശത്തിൽ നാം കാണുന്ന മാതിരിയെയും തീക്കണ്ണാടിയെക്കൊണ്ടു വരുത്തുവാൻ കഴിയും. ഇതു സാദ്ധ്യമാകുന്നതോ വസ്തുവിനെ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിന്റെയും തീക്കണ്ണാടിയുടെയും ഇടയിൽ നിൎത്തുന്നതിനാൽ തന്നേ. ഇതിന്റെ സംഗതിയോ ഈ വസ്തുവിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടിട്ടു കണ്ണാടിക്കു തട്ടുന്ന രശ്മികൾ തീക്കണ്ണാടിയിൽ തെറ്റുന്നെങ്കിലും ഒരിക്കലും ചേരാത്തവണ്ണം കണ്ണാടിയുടെ അപ്പുറത്തു പുറപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടു കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുന്ന ഭാഗത്തിൽ ഒരു ചി

ത്രം ഉണ്ടാവാൻ പാടില്ല. കണ്ണു ഈ രശ്മികളെ അവ ചേരുവോളം നീട്ടുന്നതിനാലേ വസ്തു നില്ക്കുന്ന ഭാഗത്തിൽ അതിനെക്കാൾ വലിയ ചിത്രം ഉളവായി വരു. എങ്കിലും ഈ ചിത്രം ആദൎശത്തിന്റെ എല്ലാ ചിത്രങ്ങളെപ്പോലേ നോക്കുന്നവന്റെ കാഴ്ചയിൽ ഇരിക്കേ ഉള്ളൂ.

383. ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടിച്ചില്ലിലൂടേ ()() നോക്കുമ്പോൾ എല്ലാ വസ്തുക്കളും ചുരുങ്ങി അടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മേല്പറഞ്ഞ തീക്കണ്ണാടി ഒരു വസ്തുവിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന എല്ലാ രശ്മികളെ സംഗ്രഹിക്കുന്ന പ്രകാരം ഈ ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടി എല്ലാ കിരണങ്ങളെയും ചിതറിപ്പിക്കുന്നു. രശ്മികൾ ഈ വക കണ്ണാടിയിൽ കടന്നു പൊട്ടിപ്പോയ ശേഷം സമാന്തരരേഖകളായോ ഒരിക്കലും ചേരാത്ത രേഖകളായോ പുറപ്പെട്ടു വരുന്നതുകൊണ്ടു ഒരു ഉണ്മയായ ചിത്രം ഉളവാകുവാൻ പാടില്ലല്ലോ! അതിന്നു പകരം വീണ്ടും കണ്ണു ഈ ചിതറിപ്പോകുന്ന രശ്മികളെ അവ ചേരുംവരേ പിന്നോട്ടു നീട്ടുന്നതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ മുമ്പിൽ കാഴ്ചെക്കായി ഒരു ചെറിയ ചിത്രം ഉത്ഭവിക്കും.

384. വൎണ്ണിക്ക എന്ന വിദ്യയെ അഭ്യസിപ്പിക്കുന്ന ആളുകൾ കാമ്മറി (Camera obscura) എന്ന യന്ത്രം പ്രയോഗിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു? (83-ാം ചിത്രം.)

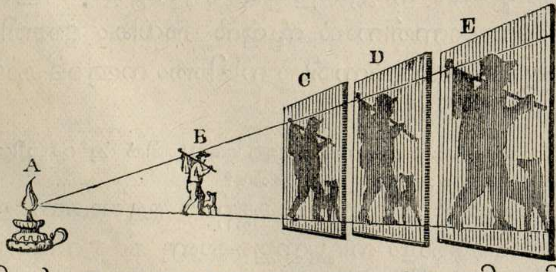
നാം ഈ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന പ്രകാരം ഈ കാമ്മറി ഒരു ചെറിയ പെട്ടിയത്രേ. അതിന്റെ മുമ്പിലുള്ള കുഴലിൽ നാം ഒരു ചെറിയ തീക്കണ്ണാടി കാണുന്നു. പെട്ടിയുടെ അകത്തോ അതിന്റെ അടിയോടു 45° വീതിയുള്ള കോണിന്റെ ഭുജങ്ങളായി വിചാരിക്കുന്ന ഒരു ആദൎശം നില്ക്കുന്നു. മേല്ഭാഗത്തു അല്പം പ്രകാശിക്കുന്ന ഒരു കണ്ണാടിയും അതിൻ മീതേ തുറപ്പാനും അടെപ്പാനും തക്കതായ വാതിലും ഉണ്ടു. തീക്കണ്ണാടിയിലൂടേ പ്രവേശിക്കുന്ന രശ്മികളാൽ ദൎപ്പണത്തിൽ

(382-ാം ചോദ്യപ്രകാരം) ഒരു ചെറിയ ചിത്രം ഉളവായിട്ടു മുകുരം അതിനെ (362-ാം ചോദ്യപ്രകാരം) മേലോട്ടു പ്രതിബിംബിക്കുമ്പോൾ ആ പ്രകാശമില്ലാത്ത കണ്ണാടിയിൽ ചിത്രം കാണായി വരും. അതിന്മേൽ നേൎമ്മയായ ഒരു കടലാസ്സു വെച്ചിട്ടു ചിത്രത്തെ എളുപ്പത്തോടേ വരെക്കാം. ആവശ്യമില്ലാത്ത പ്രകാശത്താൽ ചിത്രം മാഞ്ഞുപോകാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു പെട്ടിയുടെ ഉൾഭാഗങ്ങളെ കറുപ്പിക്കുന്നതും മീതേയുള്ള വാതിലും വേണ്ടുന്നതാകുന്നു. ഈ പെട്ടി വിശേഷാൽ വെളിച്ചംകൊണ്ടു പിന്താരിക്കേണ്ടതിന്നു ഉപകരിക്കുന്നു.

385. ഒരു വസ്തു ദൂരത്തിരിക്കുന്നേടത്തോളം ചെറുതായിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു വസ്തുവിനെ നാം അതിന്റെ ദൃഷ്ടികോൺപ്രകാരം നിശ്ചയിക്കുന്നു. ദൃഷ്ടികോൺ എന്നതു ഒരു വസ്തുവിന്റെ മുകളിൽനിന്നും അടിയിൽനിന്നും നമ്മുടെ കണ്ണിൽ ഒരു രേഖയെ വരെക്കുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്നു. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ

No. 97.



വിളക്കിന്റെ സ്ഥലത്തു ഒരു കണ്ണുണ്ടു എന്നു വിചാരിച്ചാൽ അതു തിരിച്ചറിയാമല്ലോ. എന്നിട്ടും ഈ ദൃഷ്ടികോൺ വസ്തുവിന്റെ വലിപ്പത്താൽ മാത്രമല്ല മാറിപ്പോകുന്നു എന്നു ഈ ചിത്രത്തിൽ എത്രയും സ്പഷ്ടമായി കാണുന്നു. *B*, *C*, *D*, *E*

എന്ന ആളുകളുടെ നീളം എത്ര ഭേദിക്കുന്നെങ്കിലും അതിന്നൊ ത്തവണ്ണം ദൂരത്തിൽ നില്ക്കുന്നതു കൊണ്ടു ഏററവും വലിയ ആളിന്റെയും ഏററവും ചെറിയ ആളിന്റെയും ദൃഷ്ടികോൺ ഒന്നത്രേ. അതിൻ നിമിത്തം ഒരു ചെറിയ വസ്തു അതിന്റെ പിമ്പിൽ നില്ക്കുന്ന വലിയ വസ്തുവിനെ കാണ്മാൻ കഴിയാത്ത വണ്ണം മൂടിക്കളയാം. കൈകൊണ്ടു ദൂരത്തിലിരിക്കുന്ന മര ത്തെയും ഒരു നക്ഷത്രത്തെ പോലും മൂടി വെപ്പാൻ കഴിയും. രാത്രിയിൽ ഒരു വിളക്കു നിലത്തു വെച്ചിട്ടു ഒരു ചെറിയ കുട്ടി അതിൻ മുമ്പാകേ നില്ക്കുമ്പോൾ കുട്ടിയുടെ നിഴൽ മതിലി ന്മേൽ എത്രയും വലിയ വീരനായി നില്ക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു എന്നതു കൂടേ നമ്മുടെ ചിത്രത്താൽ തെളിയുന്നു.

386. സൂൎയ്യോദയത്തിലും സൂൎയ്യാസ്തമാനത്തിലും സൂൎയ്യൻ അധികം വലുതാ യി തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശത്തിന്റെ താഴേയുള്ള വരികളിൽ വായുവിന്നു അധികം തടി ഉണ്ടാകകൊണ്ടു അതു സൂൎയ്യന്റെ വെളിച്ച ത്തെ അല്പം നടത്തുന്നതല്ലാതേ സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കുന്ന ദിക്കിൽ വേറേ വസ്തുക്കൾ നില്ക്കുന്നതു കൊണ്ടു സൂൎയ്യനെ ഇവയോടു ഒപ്പിച്ചു നോക്കുന്നതിനാൽ സൂൎയ്യൻ അധികം ദൂരത്തിൽ നി ല്ക്കുന്ന പ്രകാരം തോന്നുന്നതിൻ നിമിത്തം നമ്മുടെ കാഴ്ചയിൽ വലിപ്പവും വൎദ്ധിക്കും.

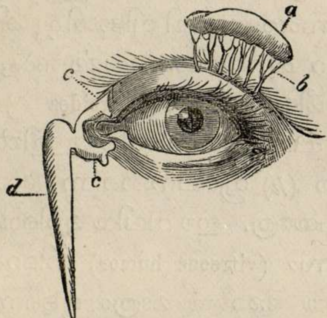
387. ഇരുട്ടിൽ ഒരു കനൽ എടുത്തു ക്ഷണത്തിൽ ചുററും വീശുമ്പോൾ മിന്നുന്ന ഒരു ചക്രം കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെളിച്ചത്താൽ നമ്മുടെ കണ്ണിൽ ഉളവാകുന്ന ഇളക്കം ചില സമയത്തോളം നില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഒന്നു നീങ്ങിപ്പോകു ന്നതിന്നു മുമ്പേ പുതിയ ഇളക്കം ഉളവാകുന്നതിനാൽ കനൽ വെവ്വേറേ സ്ഥലങ്ങളിൽ ഇരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഉണ്ടായി വന്ന ദൃഷ്ടികൾ ഒക്കെയും ഒന്നായി തീൎന്നിട്ടു കണ്ണു അതിനെ എല്ലാം ഒരുമിച്ചു ഒരു ചക്രമായി ദൎശിക്കും.

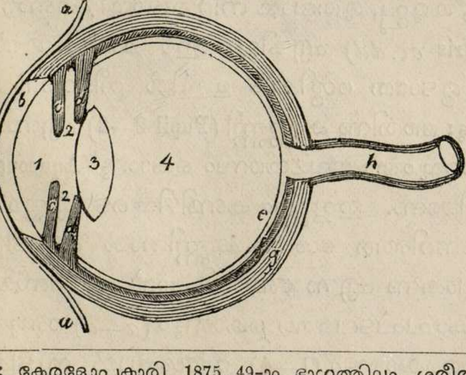
388. നല്ല കണ്ണിന്നു അടുത്തിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളും ദൂരത്തിലിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളും നയനഗോചരമായിരിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?*

ഇതിനെ ബോധിക്കേണ്ടതിന്നു കണ്ണിന്റെ അംശങ്ങളും പ്രവൃത്തിയും അറിവാൻ ആവശ്യം. കണ്മിഴി സ്വച്ഛതയുള്ള ചില ചൎമ്മങ്ങളെ കൊണ്ടും ചില ദ്രവങ്ങളെ കൊണ്ടും ഉണ്ടായി അസ്ഥികളാൽ നിൎമ്മിക്കപ്പെട്ട ഒരു ഗുഹയിൽ അടങ്ങി കി

No. 98.



No. 99.



*സൂചകം: കേരളോപകാരി 1875, 49-ാം ഭാഗത്തിലും, ശരീരശാസ്ത്രത്തിൻ 94-101-ാം ഭാഗങ്ങളിലും നോക്കുക.

ടക്കുന്നു. ഈ വിശിഷ്ടയന്ത്രത്തിൽ പൊടി മുതലായവ പ്രവേശിക്കാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു കണ്ണിമ, പുരികം കണ്ണീരിനെ ജനിപ്പിക്കുന്ന പിണ്ഡങ്ങൾ എന്നീ അംശങ്ങളുണ്ടു. കണ്മിഴിക്കു 5 പടലങ്ങൾ ഉണ്ടു; പുറമേയുള്ള തോലിന്നു ബാഹ്യപടലം എന്നു പേർ; അതിന്റെ മുമ്പിലുള്ള അംശം സ്വച്ഛത കാണിക്കുന്നു, അതു കാചപടലം (Cornea *aa*) അതിന്റെ പിമ്പിൽ കിടക്കുന്ന അണ്ഡാകൃതിയായിരിക്കുന്ന സ്ഫടികമയരസം (Lens 3) കൊണ്ടു കണ്ണു രണ്ടംശങ്ങളായി വിഭാഗിച്ചു കിടക്കുന്നു. (1—4) പിൻവശത്തിന്റെ ചുററും രണ്ടു ചർമ്മങ്ങൾ, ആ ബാഹ്യപടലത്തിന്റെ (*g*) മീതേ തരണി (Choroidea *f*) അതിന്റെ മീതേ അല്ലെങ്കിൽ പിൻവശത്തിന്റെ ഉള്ളിൽ തന്നേ നേത്രമജ്ജാതന്തുവിന്റെ (*h*) വ്യാപനമാകുന്ന നേത്രാന്തരപടലം (Retina *e*) എന്നിവയത്രേ. ഈ വലിയ മുറിയെ (4) വെള്ളെക്കൊക്കുന്ന ജലമയരസം (vitreous humor) നിറെക്കുന്നു. നേത്രാന്തരപടലം വലിയ അറയെ മാത്രം മൂടുന്നെങ്കിലും തരണിയോ (*f*) മുമ്പിലുള്ള മുറിയിൽ കണ്ടെത്തും; അതു നീലം, തവിട്ടു, പച്ച, കറുപ്പു, മുതലായ നിറങ്ങളായി കാണുന്ന മഴവിൽത്തോൽ (Iris *cc. dd*) എങ്കിലും ഈ ചർമ്മം മുൻഭാഗത്തെ അശേഷം മൂടാതേ രശ്മികൾ ഉള്ളിൽ വീഴുവാൻ തക്കതായ ദ്വാരം ഉണ്ടു; അതിന്നു കണ്ണുണ്ണി (Pupil 2—2) എന്നു പേരുണ്ടു. ചെറിയ അറയും ആ ജലമയരസം കൊണ്ടു (Aqueous humor - 1) നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഇപ്പൊഴും കണ്മിഴിയുടെ എല്ലാ അംശങ്ങളെയും കണ്ടറിഞ്ഞ ശേഷം കണ്ണിനാൽ എങ്ങിനേ ചിത്രങ്ങൾ ഉളവാകുന്നു എന്നു ബോധിപ്പാൻ പ്രയാസമില്ല. മുതിരപ്പുറമായ കാചപടലത്തെ കൊണ്ടും (*a—a*) രണ്ടു വിധമായ ജലരസത്തെക്കൊണ്ടും (1—4) വിശേഷാൽ സ്ഫടികമയരസം കൊണ്ടും (3) കണ്ണുണ്ണിയിലൂടേ പ്രവേശിച്ച വെളിച്ചത്തിന്റെ

രശ്മികൾ മുമ്പേ വിവരിച്ച ചോദ്യങ്ങൾ പ്രകാരം വഴിയിൽ നിന്നു അല്പം തെററി വലിയ അറയുടെ പിൻഭാഗത്തുള്ള നേത്രാന്തരപടലത്തിന്മേൽ (*e*) വസ്തുവിൻെറ ചെറിയ ചിത്രം ഉണ്ടാകും. എങ്കിലും 382-ാം ചോദ്യത്തിൽ നാം കണ്ട പ്രകാരം വസ്തുക്കൾ തീക്കല്ലിൽനിന്നു ദൂരത്തിൽ നില്ക്കയോ അതിനോടു അടുത്തിരിക്കയോ ചെയ്യുംപ്രകാരം ചിത്രത്തിൻെറ വലിപ്പത്തിലും അതു നില്ക്കുന്ന സ്ഥലത്തിലും സ്ഥിതിയിലും വലിയ ഭേദം ഉളവാകാം. അതിൻ പ്രകാരം അല്പവസ്തുക്കളുടെ ചിത്രങ്ങൾ മാത്രം നേത്രാന്തരപടലത്തിന്മേൽ വീഴുവാൻ കഴിയുമായിരിക്കും; അധികം ദൂരത്തുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ചിത്രം നേത്രാന്തരപടലത്തിൻ മുമ്പിലും അധികം അടുത്തുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ചിത്രം ആ ചമ്മത്തിൻ പിമ്പിലും വീഴേണം എന്നല്ലേ. ഈ പ്രയാസത്തെ നീക്കേണ്ടതിന്നു കണ്ണിന്നു ഒരു വിശേഷമായ പ്രാപ്തിയുണ്ടു. അടുത്തിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളെ നോക്കുന്ന സമയത്തിൽ കണ്മിഴി അല്പം പൊന്തുന്നതിനാൽ സ്ഥടികമയരസം നേത്രാന്തരപടലത്തിൽനിന്നു അല്പം അകന്നു പോകുന്നതുകൊണ്ടു ഇനി ചിത്രങ്ങൾ ഈ പടലത്തിൻെറ പിമ്പിൽ അല്ല അതിന്മേൽ തന്നേ വീഴേണം. അങ്ങിനേ തന്നേ വസ്തുക്കൾ വളരേ ദൂരത്തിൽ ഇരിക്കുന്നെങ്കിൽ കണ്മിഴി നിമേഷിക്കുന്നതിനാൽ സ്ഥടികമയരസവും നേത്രാന്തരപടലവും തമ്മിൽ അടുത്തു വരുന്നതു കൊണ്ടു ചിത്രം നേത്രാന്തരപടലത്തിൻെറ മുമ്പിലല്ല അതിന്മേൽ വീഴുവാൻ സംഗതി ഉണ്ടാകും.

389. നമുക്കു രണ്ടു കണ്ണു ഉണ്ടായാലും നാം വസ്തുക്കളെ ഇരട്ടിയായി കാണാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

രണ്ടു കണ്ണുകൾ രശ്മികൾ വരുന്ന ദിക്കിൽ വസ്തുക്കളെ അപേക്ഷിച്ചു നോക്കുന്നതിനാൽ ഇതിൻെറ ചിത്രം നേത്രാന്ത

രപടലത്തിന്മേൽ സമമായ സ്ഥലങ്ങളിൽ ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു നേത്രമജ്ജാതന്തുവിന്നു വരുന്ന സ്പൎശനം ഒരുപോലേയായി ചമയേണം. വസ്തുവിന്റെ ചിത്രം രണ്ടു കണ്ണുകളിൽ വെവ്വേറേ സ്ഥലങ്ങളിൽ വീഴുന്നതിനാൽ നാം വസ്തുവിനെ ഇരട്ടിയായി കാണും. മുഖത്തിൽനിന്നു അല്പ ദൂരത്തു ഒരു വിരലിന്റെ പിമ്പിൽ വേറൊരു വിരൽ വെച്ച ശേഷം മുമ്പിലുള്ള വിരലിനെ ഉറ്റുനോക്കുമ്പോൾ അതിൻ ചിത്രം രണ്ടു കണ്ണിൽ നേത്രാന്തരപടലത്തിന്റെ നടുവിൽ വീണിട്ടു കണ്ണു അതിനെ ഒന്നായി കാണുന്നതേയുള്ളൂ. പിമ്പിലുള്ള വിരലിന്റെ ചിത്രമോ വലകണ്ണിൽ നേത്രാന്തരപടലത്തിന്റെ ഇടഭാഗത്തിലും ഇടകണ്ണിൽ ആ പടലത്തിന്റെ വലഭാഗത്തിലും വീഴുന്നതുകൊണ്ടു ഈ വിരലിനെ ഇരട്ടിയായി കാണും. പിമ്പിലുള്ള വിരലിനെ ഉറ്റുനോക്കുമ്പോൾ അതു ഏകമായും അടുത്തുള്ളതിനെ ഇരട്ടിയായും കാണും.

390. **വയസ്സുള്ള ആളുകൾക്കു പലപ്പോഴും അടുത്തുള്ള വസ്തുക്കളെ നന്നായി കാണേണ്ടതിന്നു മൂക്കുകണ്ണാടി ആവശ്യമായ്വരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

വൃദ്ധന്മാരുടെ കണ്ണുകൾക്കുള്ള ക്ഷീണത നിമിത്തം അടുത്തുള്ള വസ്തുക്കളെ കാണേണ്ടതിന്നു കണ്മിഴിയെ പൊന്തിപ്പാനുള്ള പ്രാപ്തി പോയ്പോയതു കൊണ്ടു അടുത്ത വസ്തുക്കളിൽനിന്നു വരുന്ന രശ്മികൾ സ്ഫടികമയരസത്തിലൂടേ പോകുന്ന സമയത്തിൽ വേണ്ടുവോളം ഭേദിക്കായ്കയാൽ രശ്മികൾ തമ്മിൽ ചേരുന്നതിന്നു മുമ്പേ നേത്രാന്തരപടലത്തിൽ തട്ടുന്നതുകൊണ്ടു വസ്തുവിന്റെ ഓരോ വിന്ദു ഈ ചൎമ്മത്തിന്മേൽ തെളിവില്ലാത്ത വട്ടമായിനിന്നു അങ്ങിനേ തന്നേ ഉളവായ വേറേ വട്ടങ്ങളോടു ചേരുന്നതിനാൽ നിശ്ചയമില്ലാത്ത ചിത്രം ഉത്ഭവിക്കും. ഈ വക ആളുകൾ അടുത്തുള്ള വസ്തുക്കളെ ശരിയായി കാണേണ്ടതിന്നു തീക്കണ്ണാടിയോടു സമമായ കണ്ണാ

ടികൾ കണ്ണിന്റെ മുമ്പിൽ വെക്കേണം. ഈ വക കണ്ണാടിയാൽ രശ്മികൾ അധികമായി പൊട്ടി അധികം അടുക്കുന്നതിനാൽ നേത്രാന്തരപടലത്തിന്മേൽ തന്നേ ചേൎന്നു സ്പഷ്ടമായ ചിത്രം ഉളവാകും.

391. ചില ആളുകൾ സമീപത്തിൽ ഉള്ളതെല്ലാം എത്രയും നല്ലവണ്ണം കാണുന്നെങ്കിലും അല്പം ദൂരത്തിലുള്ളതു അവ്യക്തമായി കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

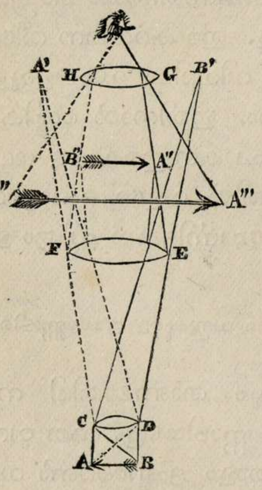
അതു ബാല്യക്കാരിൽ പോലും നാം ചിലപ്പോൾ കാണുന്ന ഒരു ക്ഷീണതയും കുറവുമത്രേ. കണ്ണിന്നു ദൂരത്തിലിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ മുമ്പാകേ നിമേഷിപ്പാൻ പ്രാപ്തിയില്ലായ്കയാൽ ജലമയരസവും കാചപടലവും അധികം വളഞ്ഞിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു രശ്മികളും അധികം പൊട്ടി നേത്രാന്തരപടലത്തിന്മേൽ ചേൎന്നിട്ടു വീണ്ടും വേൎപിരിഞ്ഞ ശേഷം മാത്രം നേത്രാന്തരപടലത്തിന്നു തട്ടുന്നതുകൊണ്ടു വീണ്ടും ഓരോ വിന്ദുവിന്നു പകരം ഒരു വട്ടം ഉളവാകുന്നതിനാൽ അവ്യക്തമായ ചിത്രം മാത്രം ഉത്ഭവിക്കേയുള്ളു. ഈ കുറവിനെ തീൎക്കേണ്ടതിന്നു നാം 383-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടിച്ചില്ലിനെ പ്രയോഗിക്കേണം. ഇതിനാൽ രശ്മികൾ തമ്മിൽ തമ്മിൽ വേൎപിരിഞ്ഞു പോകുന്നതുകൊണ്ടു ജലമയരസത്തിലൂടേ കടക്കുന്ന സമയത്തിൽ വളരേ പൊട്ടുന്നെങ്കിലും നേത്രാന്തരപടലത്തിന്മേൽ ചേൎന്നിട്ടു ഒരു ചിത്രം ഉളവാകുന്നതത്രേ ആകുന്നു.

392. കണ്ണുകൊണ്ടു കാണ്മാൻ വഹിയാത്ത വസ്തുക്കളെ ഭൂതക്കണ്ണാടികൊണ്ടു കാണ്മാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

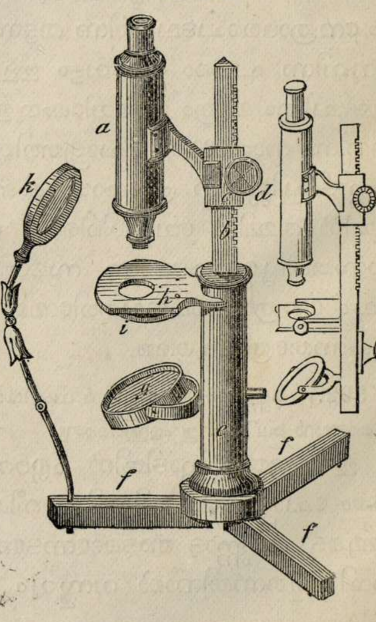
ഈ ഭൂതക്കണ്ണാടിയിൽ ഏററവും താണമാതിരി നാം 375-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച തീക്കണ്ണാടിയത്രേ. ഒരു വസ്തു നമ്മുടെ കണ്ണോടു അടുക്കുന്നേടത്തോളം ദൃഷ്ടികോൺ വലുതായി തീരുന്നതിനാൽ വസ്തുവും വലുതായി തീൎന്നപ്രകാരം

തോന്നും. എങ്കിലും ഈ കാൎയ്യത്തിൽ ഒരു അതിരുണ്ടു. വസ്തുക്കളെ അധികം അടുപ്പിച്ചാൽ കണ്മിഴിക്കു അതിൻപ്രകാരം ഇനി വീക്ഷുവാൻ കഴിയായ്കയാൽ സ്പഷ്ടമായ ചിത്രം ഉളവാകയില്ല. നാം 382-ാം ചോദ്യത്തിൽ കേട്ടപ്രകാരം ഈ തീക്കണ്ണാടിയുടെയും അതിൻ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിന്റെയും മദ്ധ്യേ ഒരു വസ്തുവിനെ വെച്ചാൽ അതിന്റെ പിമ്പിൽ അതിന്റെ വലുതായിപ്പോയ ചിത്രം കാണും. ഈ കണ്ണാടി നമ്മുടെ കണ്ണിന്റെയും വസ്തുവിന്റെയും മുമ്പിൽ വെക്കുന്നതിനാൽ വസ്തുവിനെ കണ്ണിന്നു കാണ്മാൻ തക്കതായ ദൂരത്തിലാക്കുവാൻ കഴിയും. എങ്കിലും ഒരു നല്ല ഭൂതക്കണ്ണാടി കിട്ടേണ്ടതിന്നു നാം ഒരു കണ്ണാടി മാത്രമല്ല നമ്മുടെ രണ്ടു ചിത്രങ്ങളിൽ കാ

No. 100.



No. 101.



ണം പ്രകാരം 2, 3 കണ്ണാടികൾ പ്രയോഗിക്കുന്നതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ വലിപ്പം അത്യന്തം വർദ്ധിക്കേണം. ഇവ്വണ്ണം ഒന്നാം ചിത്രത്തിൽ A, B എന്ന വസ്തുവിന്റെ രശ്മികൾ C D എന്ന കണ്ണാടിയില്കൂടേ കടക്കുന്നതിനാൽ A' B' എന്ന ചിത്രം ഉണ്ടാകും; ഈ ചിത്രത്തിൽ രശ്മികൾ F E എന്ന കണ്ണാടിയില്കൂടേ ചെല്ലുന്നതിനാൽ A'' B'' എന്ന ചിത്രത്തെ ജനിപ്പിക്കും. ഈ രണ്ടാം ചിത്രത്തിന്റെ രശ്മികൾ ഇനി H G എന്ന കണ്ണാടിയില്കൂടേ പോകുന്നതിനാൽ ഒടുക്കം A''' B''' എന്ന വലിയ ചിത്രം ഉണ്ടായി വരും. ഈ സൂത്രത്തിൻപ്രകാരം നാം രണ്ടാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന യന്ത്രം (യന്സൻ എന്ന ഹൊല്ലന്തക്കാരൻ 17-ാം നൂററാണ്ടിൽ സങ്കല്പിച്ചു) ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇവിടേ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന മൂന്നു തീക്കണ്ണാടികൾ a എന്ന കുഴലിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. വസ്തുവിനെ നാം i, h എന്ന സ്ഥലത്തിൽ വെക്കും; ഇതിനെ നമ്മുടെ കണ്ണിന്റെ പ്രാപ്തിക്കു തക്കവണ്ണം അടുപ്പിക്കയോ ദൂരത്താക്കുകയോ ചെയ്യാം (b, c, d). താഴേ പ്രവേശിക്കുന്ന എല്ലാ വെളിച്ചവും മേലോട്ടു അയക്കേണ്ടതിന്നു തിരിപ്പാൻ തക്കതായ ഒരു സാധാരണ ആദൎശം (g) കാണും. രാത്രിയിലും വസ്തുക്കളെ ശോധന ചെയ്വാനായിട്ടു (k) എന്ന തീക്കണ്ണാടി പ്രയോഗിക്കുന്നുണ്ടു. അതു വിളക്കിന്റെ രശ്മികളെ കൈക്കൊണ്ടു അവയെ വസ്തുവിന്മേൽ നടത്തും; ആവശ്യം പോലേ തിരിപ്പാനും കയററുവാനും ഇറക്കുവാനും കഴിയും.

393. കണ്ണുകളാൽ കാണ്മാൻ കഴിയാത്ത നക്ഷത്രങ്ങളെ ചീനക്കുഴൽകൊണ്ടു അടുപ്പിച്ചു കാണ്മാൻ കഴിയുന്നതു എങ്ങിനേ?* (Telescope).

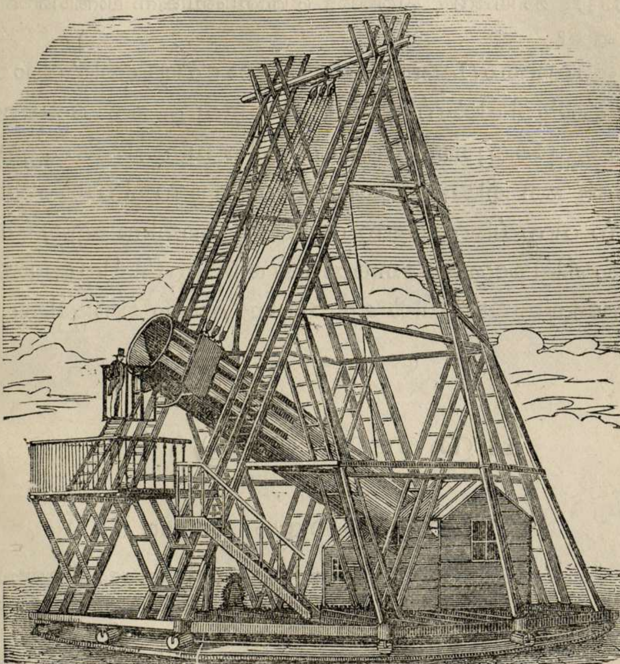
ഇതിന്നായിട്ടു രണ്ടു തീക്കണ്ണാടികൾ ആവശ്യം തന്നേ. വസ്തുവിന്റെ മുമ്പാകേ ഒരു വലിയ തീക്കണ്ണാടി വെച്ചിട്ടു എ

*സൂചകം. കേരളോപകാരി, 1876, 161-ാം ഭാഗം നോക്ക.

ങ്ങും ചിതറി എത്രയും മങ്ങിപ്പോയ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ രശ്മിക
ളെ സംഗ്രഹിച്ചു കണ്ണിന്റെ മുമ്പാകെ ഉളവാകുന്ന ചെറിയ
ചിത്രത്തെ നാം അതിന്റെയും നമ്മുടെ കണ്ണിന്റെയും നടുവി
ലുള്ള രണ്ടാം തീക്കണ്ണാടികൊണ്ടു കാണ്മാൻ തക്ക ദൂരത്തിലാക്കു
കയോ വലുതാക്കുകയോ ചെയ്യും. ഇവ്വണ്ണം ഒരു ചീനക്കുഴൽ
വസ്തുവിന്റെ തീക്കണ്ണാടികൊണ്ടും (objective) കണ്ണിന്റെ തീ
ക്കണ്ണാടികൊണ്ടും (ocular) ഉളവാകുന്നു. കണ്ണിന്റെ തീക്കണ്ണാ
ടിക്കു പകരമായി 383-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച ഉൾവളവുള്ള
കണ്ണാടിച്ചില്ലിനെയും വസ്തുവിന്റെ തീക്കണ്ണാടിക്കു പകരം
ലോഹംകൊണ്ടുള്ള ഉൾവളവുള്ള ദൎപ്പണത്തെയും പ്രയോഗി
ക്കാം (372-ാം ചോദ്യം). ഇവ്വണ്ണം മൂന്നു വിധം ചീനക്കുഴലുകൾ
നടപ്പായ്ത്തീൎന്നു. 1. കെപ്ലരുടെ (Kepler) ചീനക്കുഴൽ; ഇതിൽ ര
ണ്ടു തീക്കണ്ണാടികൾ (അണ്ഡാകൃതിയായിരിക്കുന്ന കണ്ണാടിച്ചി
ല്ലുകൾ) കാണും. ഇതിനാൽ മേല്കീഴായി നില്ക്കുന്ന ചിത്രം ഉള
വാകുന്നതുകൊണ്ടു ഭൂമിയിലുള്ള വസ്തുക്കളെ ശരിയായി കാണേ
ണ്ടതിന്നു വസ്തുവിന്റെ കണ്ണാടിയുടെയും കണ്ണിന്റെ കണ്ണാടി
യുടെയും നടുവിൽ ഒരു മൂന്നാം കണ്ണാടിയെ വെക്കുന്നതിനാൽ
വസ്തുക്കളെ തക്കതായ സ്ഥിതിയിൽ കാണും. (terrestrial tele-
scope) നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കേണ്ടതിന്നു അതു ആവശ്യമില്ല: 2. ഗ
ലിലേയന്റെ (Galilei) ചീനക്കുഴലിൽ വസ്തുവിന്റെ കണ്ണാടി
തീക്കണ്ണാടി ആയാലും കണ്ണിന്റെ കണ്ണാടി ഉൾവ്വളവുള്ള കണ്ണാ
ടിച്ചില്ല അത്രേ. 3. ന്യൂതന്റെ (Newton) ചീനക്കുഴലിന്റെ ദ്വാ
രത്തിൽ നക്ഷത്രത്തിന്റെ രശ്മി പ്രവേശിച്ച്, അടെക്കപ്പെട്ട മ
റേറ അററത്തിന്റെ ഉള്ളിൽ ഉൾവളവുള്ള ദൎപ്പണം രശ്മികളെ
പ്രതിബിംബിക്കയും കുഴലിൻ ഉള്ളിൽ ഒരു ചിത്രത്തെ ജനിപ്പി
ക്കയും ചെയ്തിട്ടു ഒരു സാധാരണമായ ആദൎശം അതിനെ ഒരു
ഭാഗത്തിലിരിക്കുന്ന കണ്ണിന്റെ കണ്ണാടിയുടെ മുമ്പാകേ വരു

ത്തിയ ശേഷം ഈ കണ്ണാടി ചിത്രത്തെ വലുതാക്കുകയും ചെ യ്യും. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ നാം കാണുന്ന ഹെൎശൽ (Herschel)

No. 102.



എന്ന ശാസ്ത്രിയുടെ ചീനക്കുഴലിനാൽ ഒരു വസ്തുവിനെ 7000 പ്രാവശ്യം വലുതാക്കുവാൻ കഴിയും. ഇതിനെക്കാൾ റോസ്സ് (Rosse) പ്രഭുവിന്റെ ചീനക്കുഴൽ വലിയതാകുന്നു പോലും. ലി പ്പൎസ്ഹേ (Lippershey) 1603-ാം കൊല്ലത്തിലും ഗലിലെയി 1610-ാം വൎഷത്തിലും ഈ ചീനക്കുഴൽ സങ്കല്പിച്ചശേഷം കെ പ്ലർ നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കേണ്ടതിന്നു 1611-ാം സംവത്സരത്തിൽ ഒന്നാമതു അതിനെ പ്രയോഗിച്ചപ്പോൾ. ഉൾവളവുള്ള ആദൎശ

ത്ത ഗ്രെഗൊറെ (Gregory) എന്ന ഇംഗ്ലിഷ്ക്കാരൻ 1663-ാം കൊല്ലത്തിൽ ഒന്നാം പ്രാവശ്യം ചീനക്കുഴലിൽ ഇടുകയും ചെയ്തു.

394. മതിലിന്മേൽ ചിത്രങ്ങളെ പ്രതിബിംബിക്കുന്ന ലാന്തരിന്റെ കൌശലം എന്തു?

ഈ ലാന്തർ (Laterna magica) 384-ാം ചോദ്യത്തിൽ നാം വിവരിച്ച കാമ്മറയിൽ നില്ക്കുന്നു. ഉൾവളവുള്ള ഒരു ദർപ്പണത്തിന്റെ ഉഷ്ണകേന്ദ്രത്തിൽ നാം നിൎത്തിയ വിളക്കിന്റെ എല്ലാ രശ്മികളെ ഒരു തീക്കണ്ണാടിയില്കൂടേ നടത്തുന്നതിനാൽ തമ്മിൽ ചേൎന്ന വസ്തുവിനെ തട്ടുന്ന സമയത്തു അതിന്നു എത്രയും പ്രകാശം കിട്ടിയശേഷം ഒരു ചെറിയ തീക്കണ്ണാടിയില്കൂടേ കടന്നിട്ടു നേരേയുള്ള മതിലിൽ ഒരു വലിയ ചിത്രം ജനിപ്പിക്കും.

പന്ത്രണ്ടാം അദ്ധ്യായം.

വൎണ്ണം (ഛായം) Colour.

"മഴപെയ്യുന്നതിനാൽ പേടിയുണ്ടാകരുതു എന്നതിന്നു അടയാളമായിട്ടു മേഘത്തിങ്കൽ ശോഭയുള്ള മഴവില്ലിനെ ഉണ്ടാക്കിവെച്ചു, ഇതു എനിക്കും ഭൂമിക്കും ഉള്ള നിൎണ്ണയത്തിന്നു മുദ്രയായിരിക്കും എന്നു ദൈവം കല്പിച്ചു."

395. പലവിധമായ നിറങ്ങൾ ഉളവാകുന്നതു എങ്ങിനേ?

ശബ്ദസ്പന്ദത്തിന്റെ പലവിധമായ വേഗതയെ കൊണ്ടു വെവ്വേറേ ധ്വനികൾ ഉളവാകുന്നപ്രകാരം വെളിച്ചത്തിന്റെ ഓരോ വില്ലാട്ടങ്ങളാൽ പല നിറങ്ങൾ കാണും. ഏററവും വേഗത്തിൽ ഓടുന്ന വെളിച്ചത്തിന്റെ സ്പന്ദങ്ങളാൽ ചുവപ്പു നീല നിറമുള്ള (violet) രശ്മികളും ഏററവും മെല്ലേ ചലിക്കു

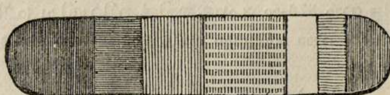
ന്ന വെളിച്ചത്താൽ ചുവന്ന രശ്മികളും ഉളവാകും. എങ്കിലും വെളിച്ചത്തിൻെറ സ്പന്ദങ്ങൾ ശബ്ദത്തിന്റേവയെക്കാൾ എത്രയോ വേഗം നടക്കുന്നു. ഒരു വിനാഴികയിൽ ഏററവും താണ ശബ്ദം 8 ഏററവും ഉയൎന്ന ശബ്ദം 24,000 അനക്കങ്ങളും ജനിപ്പിക്കുന്നെങ്കിലും ചുവന്ന നിറം കിട്ടേണ്ടതിന്നു ഒരു വിനാഴികയിൽ വെളിച്ചം 450 ബിലിയോനും (ഒരു മഹാകോടിയെ ലക്ഷംകൊണ്ടു ഗുണിച്ചാൽ ഒരു ബിലിയോൻ ഉണ്ടാകും), മേല്പറഞ്ഞ ചുവപ്പു നീലനിറമായ രശ്മിയെ കാണേണ്ടതിന്നു 660 ബിലിയോനും പ്രാവശ്യം അനങ്ങേണം. ഈ പലവിധമായ വേഗതയുടെ നിമിത്തം ഈ രശ്മികൾ കണ്ണാടിയിലൂടേ കടക്കുന്ന സമയത്തിൽ പലവിധേന പൊട്ടുന്നതു ആവശ്യം; അധികം വേഗത്തിൽ ഓടുന്ന ചുവപ്പുനീലനിറങ്ങളുള്ള രശ്മികൾ മെല്ലേ നടക്കുന്ന ചുവന്ന രശ്മികളെക്കാൾ അധികമായി ഭേദിച്ചു പോകേണം. ഇതു ഹേതുവായി എല്ലാ നിറങ്ങളും സൂൎയ്യൻെറ വെളുത്ത വെളിച്ചത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു സൂൎയ്യൻെറ രശ്മിയെ ഗതിയിൽനിന്നു തെററിക്കുന്നതിനാൽ അതു ഇതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന നിറങ്ങളായി ഭേദിച്ചുപോകും.

396. സൂൎയ്യൻെറ രശ്മികൾ വെള്ളംകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന തംബ്ലേറിലൂടേ കടക്കുകയോ ഇരുട്ടുള്ള മുറിയിൽ ഒരു ചെറിയ ദ്വാരത്തിൽ കൂടി ചില രശ്മികൾ പ്രവേശിച്ചിട്ടു നാം 376-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച പ്രിസ്മയിലൂടേ ചെല്ലുകയോ ചെയ്യുന്നെങ്കിൽ നാം എത്രയും ഭംഗിയുള്ള നിറങ്ങളെ കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

സൂൎയ്യൻെറ രശ്മികൾ വെള്ളത്തിന്നോ കണ്ണാടിക്കോ തട്ടുന്നെങ്കിൽ അവ പൊട്ടി പ്രിസ്മയുടെ ഉച്ചാഗ്രം താഴോട്ടു നോക്കുമ്പോൾ രശ്മികൾ മേലോട്ടു തെററിപ്പോകും. ഇവയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന നിറങ്ങൾ വ്യത്യാസമായി പൊട്ടുന്നതു കൊണ്ടു പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികൾ ഒരു കെട്ടായി നില്ക്കാതേ അവയുടെ പൊട്ടൽ പോലേ ഒരു നിരയിൽ നില്ക്കുന്നതേയുള്ളൂ. പ്രി

സ്മ സൂൎയ്യന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പല നിറമുള്ള രശ്മികളെ തമ്മിൽ വേൎതിരിക്കയും സ്പഷ്ടമായി കാണിക്കയും ചെയ്യുവല്ലോ. മീതേ ഒന്നാമതു ചുവപ്പും നീലവും കലൎന്ന നിറം (violet) പിന്നേ നീല, പച്ച, മഞ്ഞ, നാരങ്ങവൎണ്ണം, (orange) ചുവപ്പ എന്നീ നിറങ്ങൾ കാണും. സൂൎയ്യന്റെ വെളിച്ചം ഏകമായാൽ പ്രിസ്മയിലൂടേ കടന്ന ശേഷം പ്രകാശിക്കുന്ന ഒരു വട്ടം ഉളവാകുമായിരുന്നു; അതു പലനിറങ്ങളാൽ ശോഭിക്കുന്ന നീളമുള്ള സ്ഥലമായി ചമയുന്നതിനാൽ സൂൎയ്യന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ ഈ ആറു നിറമുള്ള രശ്മികൾ എങ്ങിനേ എങ്കിലും അടങ്ങിയിരിക്കേണം എന്നതു സ്പഷ്ടം. വെളിച്ചത്തിന്റെ രശ്മികൾ പലവിധത്തിൽ പൊട്ടുന്നതിനാലേ ഈ നിറങ്ങൾ ഉണ്ടാവുന്ന പ്രകാരം തെളിവു കൊടുപ്പാൻ പ്രയാസമില്ല. ഇനി ഉച്ചാഗ്രം മേലോട്ടു നോക്കുന്ന ഒരു പ്രിസ്മയിൽ ഈ ചിതറിപ്പോയ രശ്മികളെ തിരിക്കുന്നെങ്കിൽ രശ്മികൾ വീണ്ടും ഒന്നായി തീൎന്നിട്ടു ചിത്രം ധാവള്യമായി ചമയും. ന്യൂതൻ (Newton) എന്ന കീൎത്തിപ്പെട്ട ജ്ഞാനി 1666-ാം കൊല്ലത്തിൽ സൂൎയ്യന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന നിറങ്ങൾ ഒന്നാമതു കണ്ടെത്തി കാൎയ്യം തെളിയിക്കയും ചെയ്തു.

No. 103.



397. ചീനക്കുഴലുകളിലൂടേ നോക്കുമ്പോൾ വെളിച്ചം അവയുടെ തീക്കണ്ണാടികളിലൂടേ കടക്കുന്നെങ്കിലും നാം ആ നിറങ്ങൾ കാണാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ വക യന്ത്രങ്ങൾക്കായി നാം പ്രയോഗിക്കുന്ന കണ്ണാടി സാധാരണമായ മാതിരി അല്ല; ഈ ചായമില്ലാത്തതു കിട്ടേണ്ടതിന്നു നാം രണ്ടു മാതിരി കണ്ണാടി തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നു, ഒന്നു നമ്മുടെ സാധാരണമായ കണ്ണാടി തന്നേ (flint-glass).

മറേറതോ വളരേ ഈയ്യം അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വിശേഷമായ മാതിരി (crown-glass).* ഈ രണ്ടു മാതിരികൊണ്ടുള്ള രണ്ടു കണ്ണാടി ഉണ്ടാക്കി ഇവയെ തമ്മിൽ ചേക്കുന്നതിനാൽ ചീനക്കുഴലിന്റെ അണ്ഡാകൃതിയായ കണ്ണാടിച്ചില്ല ഉളവാകും. സാധാരണമായ കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള പ്രീസ്മ വേറേ കണ്ണാടികളെക്കാൾ രശ്മികളെ അല്പം അധികം പൊട്ടിക്കുന്നതല്ലാതേ നിറങ്ങളെ അധികമായി ചിതറിക്കുന്നതുകൊണ്ടു നിറങ്ങളുടെ ചിത്രത്തിന്നു അധികം നീളം ഉണ്ടാകും. അങ്ങിനേയുള്ള രണ്ടു പ്രീസ്മ രശ്മികളെ പൊട്ടിക്കുന്ന അവയുടെ കോണുകൾ രണ്ടു ദിക്കിൽ നോക്കുവാൻ തക്കവണ്ണം തമ്മിൽ ചേക്കുമ്പോൾ ഇതിലൂടേ കടക്കുന്ന ഒരു രശ്മി അതിന്റെ വെളിച്ചത്തിന്റെയും ചായത്തിന്റെയും രണ്ടു വിരോധമായ പൊട്ടൽ അനുഭവിക്കേണം. എങ്കിലും വിശേഷമായ കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള പ്രീസ്മയുടെ കോണിന്നു തക്കതായ വീതി വരുത്തുന്നതിനാൽ രണ്ടു കണ്ണാടി നിറങ്ങളെ ചിതറിക്കുന്നതു തമ്മിൽ നിഷ്ഫലമാകുന്നെങ്കിലും വെളിച്ചത്തിന്റെ പൊട്ടലിൽനിന്നു വിശേഷമായ കണ്ണാടി ഇപ്പോൾ അധികരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഒരംശം ശേഷിക്കും. ഈ വക കണ്ണാടികൾ രശ്മികളെ അല്പം മാത്രം പൊട്ടിക്കുന്നെങ്കിലും നിറങ്ങളുടെ കാഴ്ച വസ്തുക്കളെ കാണുന്നതിൽ തടസ്ഥം വരുത്തുകയില്ല താനും. അങ്ങിനേ തന്നേ ചീനക്കുഴലുകൾക്കു പററുന്ന അണ്ഡാകൃതിയായ കണ്ണാടി കിട്ടേണ്ടതിന്നു ഈ രണ്ടു വിധമായ കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള ഉൾവളവുള്ള (concave) കണ്ണാടിച്ചില്ലിനെയും മുതിരപ്പുറമായ (convex) ചില്ലിനെയും തമ്മിൽ ചേക്കുന്നതു ആവശ്യം. ഭൂതക്കണ്ണാടികൾക്കായും ചീനക്കുഴലുകൾക്കായും ഈ എത്രയും ഉപകാരമായ ചായമില്ലാത്ത കണ്ണാടി ഉണ്ടാക്കേണ്ടതിന്നു ഡൊല്ലോന്ത്

* കേരളോപകാരി 1876, 33-ാം ഭാഗത്തിൽ നോക്കുക.

(Dollond) എന്ന ഇംഗ്ലിംഷ്കാരൻ 1757-ാമതിൽ വഴി സങ്കല്പിച്ച പോൽ.

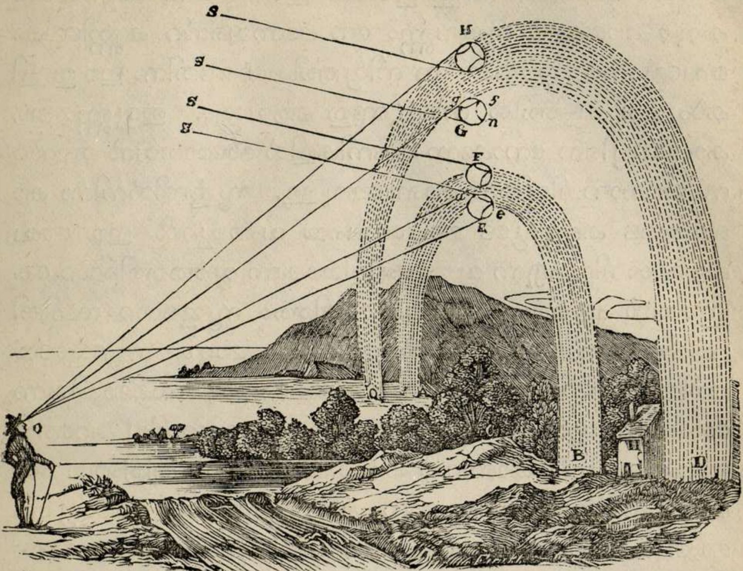
398. മഞ്ഞിൻെറ തുള്ളികളിൽ ഉദിക്കുന്ന സൂൎയ്യൻ ഇത്ര ഭംഗിയുള്ള നിറങ്ങളായി ശോഭിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മഞ്ഞിൻ തുള്ളികൾ സൂൎയ്യൻെറ രശ്മികളെ വളരേ പൊട്ടിച്ചിട്ട കണ്ണു പല നിറങ്ങളായി ചിതറിപ്പോയ രശ്മികളുടെ എതിർ നില്ക്കുമ്പോൾ ഇവയിൽ ഒന്നു കണ്ണിന്നു തട്ടീട്ട ശേഷിക്കുന്നവ കാണാതേ കടന്നു പോകും. ഇവ്വണ്ണം സൂൎയ്യൻ പ്രകാശിക്കുന്ന അനവധി തുള്ളികളിൽ ഒന്നു പച്ച, മറ്റൊന്നു നീലം, വേറേ ഒന്നു ചുവപ്പു എന്നു തോന്നുന്നതല്ലാതേ കണ്ണു തിരിയുകയും ഉലാവി നടക്കുകയും ചെയ്യുന്നെങ്കിലോ ഓരോ തുള്ളി വേറേ നിറമുള്ള രശ്മികളെ കണ്ണിൽ അയക്കുന്നതു കൊണ്ടു വൈവൎണ്ണ്യം ഉണ്ടാകും.

399. സൂൎയ്യൻെറ രശ്മികൾ മഴപെയ്യിക്കുന്ന എതിർ നില്ക്കുന്നതായ ഒരു മേഘത്തോടു തട്ടുമ്പോൾ മഴവില്ല ഉളവാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന പ്രകാരം സൂൎയ്യൻെറ രശ്മികൾ മഴയുടെ തുള്ളികളിൽ പ്രവേശിച്ചിട്ട പൊട്ടിയ ശേഷം പിമ്പിൽ നില്ക്കുന്ന കറുത്ത മേഘം അവയെ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതു കൊണ്ടു വീണ്ടും പൊട്ടി പലനിറമുള്ള രശ്മികളായി ചിതറിപ്പോകുന്നുവല്ലോ! മഴപെയ്യിക്കുന്ന മേഘം നമ്മുടെ മുമ്പിലും സൂൎയ്യൻ നമ്മുടെ പിമ്പിലും നിന്നുകൊണ്ടിരിക്കേ ഓരോ തുള്ളി ഒരു ദിക്കിൽ നോക്കുന്ന കണ്ണിൽ ഒരൊററ നിറമുള്ള രശ്മിയെ അയക്കും. എണ്ണപ്പെടാത്ത തുള്ളികളെ കൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന മേഘത്തിന്നോ വെളിച്ചത്തിൻെറ എല്ലാ നിറങ്ങളെയും കാണിപ്പാൻ കഴിയും. ഏററവും ഉയൎന്ന തുള്ളികളിൽനിന്നു താഴേ പുറപ്പെട്ടുന്ന ചുവന്ന രശ്മികൾ മാത്രം നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തീട്ട ശേഷിക്കുന്നവ കടന്നുപോ

No. 104.



കും. അങ്ങിനേ തന്നേ ഏററവും താഴേയുള്ള തുള്ളികൾ ചുവപ്പും നീലയും കലൎന്ന (violet) നിറമുള്ള രശ്മികളെ കണ്ണിൽ അയക്കാറുണ്ടു. ഇതിന്റെ സംഗതിയോ ഇനിയും അധികം താഴേയുള്ള നീല, പച്ച, മഞ്ഞ, ചുവപ്പു എന്നീ നിറമുള്ള രശ്മികൾ കടന്നു പോകുന്നതത്രേ.

400. ഇന്ദ്രവില്ലിന്നു എപ്പോഴും വൃത്തക്കള്ളിയുടെ രൂപം ഉണ്ടാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു നിറത്തെ തന്നേ കാണിക്കുന്ന തുള്ളികൾ എങ്ങിനേ എങ്കിലും സൂൎയ്യന്റെയും നോക്കുന്നവന്റെയും നേരേ സമമായ സ്ഥിതിയിൽ നില്ക്കേണം എന്നു പറഞ്ഞാൽ പുറപ്പെടുന്ന എല്ലാ ചുവന്ന രശ്മികളും സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികളോടു സമമായിരിക്കുന്ന കോണുകളിൽ നില്ക്കേണം; കോൺ ഭേദിക്കുമ്പോൾ

നിറവും ഭേദിക്കും. അതു കൂടാതെ ഈ ചുവന്ന രശ്മികൾ ഒക്കെയും കാണ്മാൻ തക്കവണ്ണം നോക്കുന്നവന്റെ കണ്ണിലേക്കു ചെല്ലേണം. ഈ രണ്ടിന്നു നിവൃത്തിവരേണ്ടതിന്നു ഈ തുള്ളികൾ ഒരു വട്ടത്തിൽ നില്ക്കേണ്ടതു ആവശ്യം. ഇവ്വണ്ണം ആകാശവില്ലിനെ നോക്കുന്ന കാണികളിൽ ഓരോരുവൻ തന്റെ സ്വന്തവാനവില്ലിനെ കാണുകേയുള്ളൂ. സൂൎയ്യനിൽനിന്നു കാണിയുടെ കണ്ണിലൂടേ ഒരു രേഖയെ വരെച്ചാൽ ഈ രേഖ ആകാശവില്ലു എന്ന വൃത്തക്കള്ളിയാകുന്ന വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ എത്തും. അതിൻ നിമിത്തം സൂൎയ്യന്റെ സ്ഥിതിപ്രകാരം ആകാശവില്ലിന്റെ വലിപ്പം മാറും. സൂൎയ്യോദയത്തിലും വാനവില്ലു ഒരു അൎദ്ധവൃത്തത്തോടു സമമായിരുന്നശേഷം സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കുന്നേടത്തോളം ആകാശവില്ലു കുറഞ്ഞു ഉച്ചെക്കു ഒന്നും കാണ്മാൻ കഴികയില്ല. ഉച്ച തിരിഞ്ഞ ശേഷമോ മഴവില്ലു സൂൎയ്യാസ്തമാനത്തിൽ വീണ്ടും ഒരു അൎദ്ധവൃത്തമായി ചമയും വരേ അതിന്റെ വലിപ്പം അസ്തമിക്കുന്നേടത്തോളം വൎദ്ധിക്കും താനും.

401. പ്രധാനവാനവില്ലു അല്ലാതേ നിറങ്ങളെ ഇത്ര സൂക്ഷ്മമായി കാണിക്കാത്ത വേറൊന്നിനെ നാം കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉയൎന്ന തുള്ളികളിൽ സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികൾ ചിലപ്പോൾ രണ്ടു വട്ടം പൊട്ടി രണ്ടുപ്രാവശ്യം പ്രതിബിംബിക്കും. സാധാരണമായ ആകാശവില്ലിൽ മീതേയുള്ള തുള്ളികൾ അവയുടെ താഴേയുള്ള ചുവന്ന രശ്മികളെ മാത്രം വിട്ടയക്കുന്നതിനാൽ ഈ വില്ലിൻ മീതേ ചുവന്ന നിറം കാണും. നമ്മുടെ രണ്ടാം വില്ലിലോ പിൻഭാഗം സൂൎയ്യരശ്മിയെ രണ്ടുവട്ടം പ്രതിബിംബിച്ചശേഷം തുള്ളിയുടെ മേൽഭാഗത്തു ഇരിക്കുന്ന രശ്മി മാത്രം നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്താം; അതിന്നു ചുവപ്പും നീലവും കലൎന്ന നിറം ഉണ്ടാക കൊണ്ടു രണ്ടാം ആകാശവില്ലു

പ്രധാനവാനവില്ലിന്റെ ഛായയത്തോടു വിപരീതമായി നില്ക്കുന്ന ചുവപ്പും നീലവും കലൎന്ന ഈ നിറം കാണിക്കും. എന്നാൽ ഈ രണ്ടാം വാനവില്ലിലേ ഉയൎന്ന തുള്ളികളിൽനിന്നു ഏററവും ഉയൎന്ന രശ്മിയും താണ തുള്ളികളിൽനിന്നു ഏററവും താണ രശ്മിയും കൈയിൽ എത്തുന്നതിനാൽ ഈ രണ്ടാം ആകാശവില്ലിൽ നാം മീതേ ചുവപ്പും നീലവും കലൎന്ന നിറവും താഴേ ചുവപ്പും കാണേണം. ഇവ രണ്ടു വട്ടം പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ട രശ്മികളാൽ ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു നിറങ്ങളെ ഇത്ര സ്പഷ്ടമായി കണ്ടു കൂടാ. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ കാൎയ്യം നല്ലവണ്ണം കാണാം. *E E* പ്രധാനആകാശവില്ലിനു സംബന്ധിച്ച രണ്ടു തുള്ളികൾ. ഇവ രശ്മികളെ ഒരിക്കൽ മാത്രം പ്രതിബിംബിച്ചശേഷം തുള്ളിയുടെ താഴേ പുറപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടു ചുവന്ന രശ്മിയായി കണ്ണിൽ എത്തും. *G H* എന്ന രണ്ടു തുള്ളികളുടെ കാൎയ്യം വേറേ, *n s* എന്ന രണ്ടു സ്ഥലങ്ങളിൽ പിൻഭാഗം രശ്മിയെ പ്രതിബിംബിച്ച ശേഷം തുള്ളിയുടെ ഏററവും ഉയൎന്ന രശ്മികളാകുന്ന *Ho-go* കണ്ണിൽ എത്തുന്നതുകൊണ്ടു ഈ ആകാശത്തിന്റെ മീതേയുള്ള ഛായം ചുവപ്പും നീലവും കലൎന്ന നിറം ആയിരിക്കേണം.

402. പ്രകൃതിയിലുള്ള മിക്കവാറും എല്ലാ വസ്തുക്കളിൽ നാം പ്രത്യേകമായി ഒരു നിറത്തെ കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

സ്വയമായി പ്രകാശിക്കാത്ത വസ്തുക്കൾ സൂൎയ്യന്റെ പ്രകാശത്തെ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതിനാൽ മാത്രം കാണായ്വരുന്നു. ഏകദേശം എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഈ രശ്മികളെ കൈക്കൊണ്ടു അവയെ ഭേദിപ്പിച്ചശേഷം ഒരൊററ നിറത്തെ മാത്രം പ്രതിബിംബിക്കയും ശേഷിക്കുന്ന നിറങ്ങളെ അദൃശ്യമാക്കുകയും ചെയ്യും. ഇവ്വണ്ണം ചുവന്ന വസ്തു ചുവന്ന രശ്മികളെ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതത്രേ.

403. നാം ചില വസ്തുക്കളിൽ വെളുത്ത നിറത്തെയും മററുള്ളവയിൽ കറുത്ത നിറത്തെയും കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെളുത്ത വസ്തുക്കൾ സൂൎയ്യൻെറ രശ്മികളെ അശേഷം ഭേദിപ്പിക്കാതേ അവയെ മുഴവൻ പ്രതിബിംബിക്കയും കറുത്ത വസ്തുക്കളോ വെളിച്ചത്തെ മുഴവൻ ഗ്രസിച്ചു ഒന്നും പ്രതിബിംബിക്കാതേയും ഇരിക്കുന്നതുകൊണ്ടത്രേ. വെളുത്ത വസ്തുക്കൾ വെളിച്ചത്തെ മുഴവൻ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഇവയെ നോക്കുന്നതിനാൽ കണ്ണിന്നു ചിലപ്പോൾ വേദന വരാം.

404. മെഴുത്തിരി ആകട്ടേ എണ്ണയുടെ വിളക്കാകട്ടേ കത്തുന്ന സമയത്തിൽ ചില നിറങ്ങളെ (വിശേഷാൽ പച്ച നീല നിറങ്ങളെ) തമ്മിൽ വകതിരിപ്പാൻ പ്രായാസം തോന്നുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മുടെ വിളക്കുകളുടെ വെളിച്ചത്തിന്നു സാക്ഷാൽ സാധാരണമായി മഞ്ഞനിറം ഉണ്ടായിട്ടു പച്ച, നീലനിറങ്ങൾ ഇതിൽ ഏകദേശം ഇല്ലായ്കയാൽ വിളക്കിൻെറ പ്രകാശത്തിലിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്നു പച്ച, നീല നിറങ്ങളെ പ്രതിബിംബിപ്പാൻ പ്രയാസം. നീലനിറമുള്ള വസ്തു നീലനിറത്തെ മാത്രം പ്രതിബിംബിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അതു വിളക്കിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽനിന്നു കിട്ടായ്കയാൽ വിട്ടയപ്പാൻ പാടില്ലല്ലോ. ഇതുഹേതുവായിട്ടു ഈ വക വസ്തുക്കൾ വിളക്കിൻെറ പ്രകാശത്തിൽ ഒരു വക തവിട്ടുനിറത്തെ മാത്രം കാണിക്കും. മദ്യസത്ത് കത്തിക്കുന്ന ഒരു വിളക്കിൻെറ തിരിക്കു ഉപ്പു തേച്ചാൽ ജ്വാല അശേഷം മഞ്ഞ നിറത്തെ കാട്ടും. മഞ്ഞയോ വെളുത്ത നിറമോ അല്ലാത്ത എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഈ വിളക്കിൻെറ പ്രകാശത്തിൽ മേല്പറഞ്ഞ തവിട്ടു, കറുപ്പു നിറങ്ങളെ കാണിക്കേയുള്ളു.

405. ശോണമായ ബന്ധനത്തെ ഒരു വെളുത്ത കടലാസ്സിൽ വെച്ചിട്ടു ചില സമയത്തേക്കു ഉററുനോക്കിയശേഷം ബന്ധനത്തെ നീക്കുമ്പോൾ കടലാസ്സു പച്ചനിറം കാണിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

നമ്മുടെ കണ്ണിൻെറ നേത്രാന്തരപടലത്തിന്നു ചുവന്ന

നിറത്താൽ ദീൎഘസമയത്തേക്ക ഒരു ഇളക്കം വന്ന ശേഷം ഈ ഛായത്തിന്നായി പിന്നേ കണ്ണു ഉദാസീനത കാട്ടേണം. അതിൻനിമിത്തം വെളുത്ത കടലാസ്സിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികളിൽനിന്നു ചുവന്ന നിറം നീങ്ങിയശേഷം ശേഷിക്കുന്ന നിറങ്ങൾ പച്ചഛായമായി കാണാസ്സുരും. പച്ചനിറം ചുവന്ന നിറത്തിന്റെ സഹനിറം എന്നു പറഞ്ഞാൽ പ്രീസ്മയാൽ ഉളവായ എല്ലാ നിറങ്ങളെ ഒരു തീക്കണ്ണാടികൊണ്ടു സംഗ്രഹിക്കുമളവിൽ ചുവന്ന രശ്മിയെമാത്രം ഒരു മറയെക്കൊണ്ടു തടുക്കുമ്പോൾ വെളുത്ത ചിത്രമല്ല പച്ചചിത്രം ഉളവാകേയുള്ളൂ. അങ്ങിനേ തന്നേ നാരങ്ങവൎണ്ണം (orange) നീലനിറത്തോടും, ചുവപ്പും നീലയും കലൎന്നനിറം മഞ്ഞച്ഛായത്തോടും സഹനിറങ്ങളായി നില്ക്കും. ഇവ്വൎണ്ണം നിലാവു ഒരു മുറിയിൽ വ്യാപിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കേ വിളക്കിന്റെ മഞ്ഞ വെളിച്ചം മിന്നുന്നതിനാൽ നീലനിറമുള്ള നിഴലുകൾ ഉണ്ടാകും.

406. ആകാശത്തിന്നു ഇന്ദ്രനീലനിറം ഉള്ളതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശവായു തീരേ സ്വച്ഛതയുള്ള വസ്തു എന്നു വിചാരിക്കരുത്. അതു വിശേഷാൽ സൂൎയ്യവെളിച്ചത്തിന്റെ നീലനിറമുള്ള രശ്മികളെ പ്രതിബിംബിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ആ ഭംഗിയുള്ള നീലനിറം ഉളവാകും. അതില്ലെങ്കിൽ ആകാശം കറുപ്പായിട്ടു നാം പകലിലും നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണുമായിരിക്കും. ഏററവും ഉയരത്തിൽ ആകാശം കറുത്തിരിക്കുന്നുപോലും. വെള്ളത്തിന്റെ ആവി എല്ലാം നീങ്ങിപ്പോയ ശേഷം പ്രത്യേകമായി ആകാശം അത്യന്തം ശോഭിതമായി ഇന്ദ്രനീലനിറത്തിൽ തെളിയുന്നു.

407. സൂൎയ്യോദയത്തിലും സൂൎയ്യാസ്തമാനത്തിലും ഉഷസ്സും ചെമ്മാനവും നാം കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കയും അസ്തമിക്കയും ചെയ്യുന്ന സമയത്തിൽ

ആകാശത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിൽ ആവി തടിച്ചു മഞ്ഞായിത്തീരുന്നു. മഞ്ഞിന്റെ ഈ പൊടികളെ നാരങ്ങവൎണ്ണം (orange) എന്ന നിറമുള്ള രശ്മികൾ കടന്നുപോകുന്നതിൽ സമ്മതിക്കുന്നു. ആവി സൂൎയ്യാസ്തമാനത്താൽ വന്ന തണുപ്പു കൊണ്ടു മാത്രം തടിച്ചു ഏകദേശം ചക്രവാളത്തിൽ നില്ക്കുന്ന സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികൾ മഞ്ഞിന്റെ പൊടികളൂടേ ദീൎഘവഴിയിൽ നടക്കേണം എന്നു വരികിൽ എത്രയും ഭംഗിയുള്ള ചെമ്മാനം ഉണ്ടാകും. ആവി സൂൎയ്യാസ്തമാനത്തിന്നു മുമ്പേ തടിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശമില്ലാത്ത മഞ്ഞനിറമുള്ള മേഘങ്ങൾ വേഗം വരുന്ന മഴയെ മുന്നറിയിക്കുന്നു. രാവിലേയോ സൂൎയ്യൻ പ്രവൃത്തിപ്പാൻ തുടങ്ങിയശേഷം മാത്രം ആവി കയറുന്നതുകൊണ്ടും ഉദിച്ച സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികൾ അല്പമായ വഴിയിലൂടേ ചെല്ലുന്നതുകൊണ്ടും ഉഷസ്സു ചെമ്മാനത്തിന്റെ ശോഭ കാണിക്കുന്നില്ല. സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കുന്നെങ്കിലും പെരുത്ത് ആവി കയറി മഞ്ഞായി ചമയുമ്പോൾ എത്രയും ഭംഗിയുള്ള ഉഷസ്സു വരുവാനുള്ള വൎഷത്തെ മുന്നറിയിക്കയും ചെയ്യും.

408. ഒരു ചെറിയ ദ്വാരത്തിലൂടേ മുറിയിൽ വെളിച്ചം പ്രവേശിച്ചിട്ടു ഒരു കടലാസ്സിൽ ഉളവാകുന്ന പ്രകാശവൃത്തം ദ്വാരത്തെക്കാൾ വലുതാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വെളിച്ചത്തിന്റെ രശ്മികൾ ദ്വാരത്തിലൂടേ കടക്കുന്ന സമയത്തിൽ ദ്വാരത്തിന്റെ വക്കത്തു അല്പം തെററി നേരേ പോകാതേ കുറേ ചിതറുന്നതിനാൽ ദ്വാരത്തെക്കാൾ വലിയ സ്ഥലത്തെ പ്രകാശിപ്പിക്കും. വെള്ളത്തിന്റെ തിരകൾ ഒരു ദ്വാരത്തിലൂടേ കടക്കുന്ന സമയത്തു പുതിയ തിരകളെ ജനിപ്പിക്കുന്നപ്രകാരം വെളിച്ചത്തിന്റെ അനക്കങ്ങളും ഈ ദ്വാരത്തിലൂടേ ചെല്ലുമളവിൽ പുതിയ ഇളക്കങ്ങളെ വരുത്തും.

409. മുത്തുച്ചിപ്പിയിലും വേറേ ചില തോട്ടുകളിലും ഒരു മണിജ്വാല കാണുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ ചിപ്പികളുടെ മേല്ഭാഗത്തിൽ അനേകം എത്രയും ചെറിയ ചാലുകളുണ്ടു. വെളിച്ചം ഈ സീതകളൂടേ കടക്കുന്ന സമയത്തിൽ പൊട്ടി രശ്മികൾ പുറപ്പെട്ട ശേഷം മേല്ഭാഗം പ്രതിബിംബിക്കുന്ന രശ്മികളോടു ചേരുന്നതിനാൽ ഇവയെ ബലപ്പെടുത്തുകയോ ക്ഷീണിപ്പിക്കയോ ചെയ്യേണം. എങ്കിലും രശ്മികളെ ശക്തീകരിക്കയോ ക്ഷയിപ്പിക്കയോ ചെയ്യുന്നതിനാൽ വെളിച്ചം പൊങ്ങുന്ന വേഗതയും വദ്ധിക്കയോ കുറയുകയോ ചെയ്യേണം. എന്നാൽ നാം 395-ാം ചോദ്യത്തിൽ കേട്ടപ്രകാരം ഈ പലവിധമായ വേഗതയാൽ പലവിധമായ നിറങ്ങൾ ഉളവാകും. അതിൻനിമിത്തം ആ മണിജാലയിൽ എല്ലാ ചായങ്ങൾ കലന്നിരിക്കുന്നപ്രകാരം തോന്നുന്നു. ചില പ്രാണികളുടെ ചിറകുകളിലും ഈ അപൂൎവ്വമായ പ്രകാശം കാണും. പെരുത്തു നേൎമ്മയായ നെയ്ത്തിലൂടേ ഒരു വിളക്കിന്റെ ജ്വാലയിലോ സൂൎയ്യനിലോ നോക്കുമ്പോൾ ഈ വക തിളക്കം ഉണ്ടാകും.

410. **സാബൂൻ കലക്കീട്ടു ഒരു കുഴൽ കൊണ്ടു അതിൽ ഊതുന്നെങ്കിൽ അതിനാൽ ഉളവാകുന്ന പൊക്കുള പലനിറങ്ങളിൽ ശോഭിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

പൊക്കുളകളുടെ പുറമേയുള്ള ഭാഗവും ഉൾഭാഗവും സൂൎയ്യന്റെ രശ്മികളെ പ്രതിബിംബിച്ച ശേഷം രശ്മികൾ തമ്മിൽ ചേരുന്നതുകൊണ്ടു വെളിച്ചത്തെയും അതിന്റെ വേഗതയെയും വദ്ധിപ്പിക്കയോ കുറെക്കയോ ചെയ്യുന്നതിനാൽ പല നിറങ്ങളെ ജനിപ്പിക്കും. പൊക്കുളകളുടെ പുറഭാഗത്തിൽ തടി എപ്പോഴും മാറുന്നതുകൊണ്ടു ഇടവിടാതേ വൈവൎണ്ണ്യം ഉണ്ടായിവരേണം. വെള്ളത്തിന്റെ തിരകൾ തമ്മിൽ എതിരേല്ക്കുന്നതിനാൽ ഉയൎന്ന തിരകളും താണ ഓളങ്ങളും ഉളവാകുന്ന പ്രകാരം രശ്മികൾ തമ്മിൽ ഇടമുറിക്കുന്നതിനാൽ ശീഘ്രമായ ചലനമോ വേഗത കുറഞ്ഞ വില്ലാട്ടമോ വരാം.

പതിമൂന്നാം അദ്ധ്യായം.

അയസ്കാന്തശക്തി Magnetism.

"നമ്മുടെ ഹൃദയം ദൈവത്തിൽ സ്വസ്ഥത കണ്ടെത്തുംവരേ അസ്വാസ്ഥ്യത്തിൽ ഇരിക്കേ ഉള്ളു."

411. അയസ്കാന്തശക്തി എന്നതു എന്തു?

അയസ്കാന്തശക്തി എന്നതു ചില പദാൎത്ഥങ്ങളിൽ നാം കാണുന്ന ഇരിമ്പിനെ ആകൎഷിപ്പാൻ തക്കതായ ശക്തി; അയസ്കാന്തത്തിന്നു ഈ ശക്തി തന്നാലേ ഉണ്ടു, വേറേ വസ്തുക്കൾക്കു ഈ പ്രാപ്തി പകരുന്ന പ്രവൃത്തിയെ കൊണ്ടു വരുത്തുവാൻ കഴിയും. ഈ ബലം വരുത്തേണ്ടതിന്നു വിശേഷിച്ചു ഉരുക്കു എത്രയും നന്നായി സഹായിക്കും. എങ്കിലും ഈ പ്രാപ്തി അയസ്കാന്തത്തിന്റെ എല്ലാ സ്ഥലങ്ങളിലും ഒരു പോലേ വ്യാപിക്കുന്നു എന്നു വിചാരിക്കേണ്ട; വിശേഷാൽ തമ്മിൽ വിപരീതമായി നില്ക്കുന്ന രണ്ടു സ്ഥലങ്ങളിൽ (അയസ്കാന്താഗ്രം, poles) ശക്തി വ്യാപരിക്കുന്നു. അയസ്കാന്തത്തിന്റെ ഒരു അററത്തെ വേറൊരു അയസ്കാന്തത്തിന്റെ 2 അററങ്ങളോടു അടുപ്പിച്ചാൽ അതു ഒന്നിനെ ആകൎഷിക്കയും മറേറതിനെ നിഷേധിക്കയും ചെയ്യും. നമ്മുടെ ഭൂഗോളം തന്നേ ഒരു അയസ്കാന്തമാകുന്നു. അതിന്റെ രണ്ടു അററങ്ങൾ ഏകദേശം ഭൂമിയുടെ ഉത്തരധ്രുവത്തോടും ദക്ഷിണധ്രുവത്തോടും സമമായി കിടക്കുന്നു. ഈ ഭൂമിയും വേറേ അയസ്കാന്തങ്ങളെ ആകൎഷിക്കയോ നിഷേധിക്കയോ ചെയ്യും. ഇതു ഹേതുവായിട്ടു ഒരു അയസ്കാന്തസൂചി യാതൊരു തടസ്ഥം കൂടാതേ തിരിയുവാൻ തക്കവണ്ണം തൂക്കിയാൽ ഒരററം ഭൂമിയുടെ ഉത്തരധ്രുവത്തേക്കും മറേറ അററം ഭൂമിയുടെ ദക്ഷിണധ്രുവത്തേക്കും തിരിയേണം. അയസ്കാന്തത്തിന്റെ വടക്കോട്ടു തിരിയുന്ന അററത്തിന്നു നാം

ഉത്തരധ്രുവവും തെക്കോട്ട നോക്കുന്ന അററത്തിന്നു ദക്ഷിണ ധ്രുവവും എന്നു പേർ വിളിക്കുന്നു.

412. ഒരു ഇരിമ്പുകോൽ അയസ്കാന്തത്തിന്റെ അററത്തെ തൊട്ടപ്പോൾ ഇരിമ്പുകോൽ ഒരു അയസ്കാന്തമായി തീൎന്നിട്ടു ഇരിമ്പിനെ ആകൎഷിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഓരോ ഇരിമ്പിൽ അയസ്കാന്തശക്തി അടങ്ങിയിരിക്കുന്നെങ്കിലും ഉത്തരധ്രുവത്തോടു സംബന്ധിച്ച ശക്തിയും ദക്ഷിണ ധ്രുവത്തോടു ചേൎന്നിരിക്കുന്ന ശക്തിയും സമമായിരിക്കുന്നതു കൊണ്ടു ഈ രണ്ടു വിധമായ ബലങ്ങൾ തമ്മിൽ തമ്മിൽ നിഷ്ഫലമാകുന്നു. അയസ്കാന്തത്തെ ഒരു അററത്തോടു അടുപ്പിക്കുന്നതിനാലോ ഒരു ബലത്തിന്നു പ്രവൃത്തി കിട്ടുന്നതുകൊണ്ടു മറേറ ബലവും സ്വാതന്ത്ര്യം പ്രാപിച്ചു ആകൎഷിപ്പാൻ തുടങ്ങും. അയസ്കാന്തത്താൽ ഇരിമ്പിൽ ഒരു വിധേന നിൎവ്വാപിതമായ്ക്കിടക്കുന്ന ശക്തികൾ എഴുനീററു തമ്മിൽ വേൎപ്പിരിഞ്ഞ ശേഷം വ്യാപരിപ്പാൻ തുടങ്ങും. അയസ്കാന്തത്തിന്റെ ഉത്തരധ്രുവത്തെ അടുപ്പിച്ചാൽ ഇരിമ്പിൽ ദക്ഷിണധ്രുവത്തിന്നു സംബന്ധിച്ച അയസ്കാന്തശക്തി അങ്ങോട്ടു ചെന്നു കൂടും. ഇരിമ്പിലുള്ള ഉത്തരധ്രുവമായ അയസ്കാന്ത ശക്തിയോ മറേറ അററത്തു വ്യാപരിപ്പാൻ ആരംഭിക്കും. ഇവ്വണ്ണം ഇരിമ്പു അയസ്കാന്തമായി തീൎന്ന ശേഷം വീണ്ടും വേറേ ഇരിമ്പിനോടു അടുപ്പിക്കുന്നതിനാൽ ഈ അയസ്കാന്തശക്തി കൊടുക്കാം. ആകയാൽ അയസ്കാന്തത്തിന്റെ ഒരു ധ്രുവത്തെ അയിരിൽ മുക്കിയാൽ അതു കൂട്ടമായി അതിനോടു പററി തൂങ്ങും. ഈ ശക്തി വേറേ വസ്തുക്കളിലൂടേ പോലും വ്യാപരിക്കാം. ഒരു കടലാസ്സിന്മേലോ മേശമേലോ കിടക്കുന്ന അയിർ താഴേ പിടിച്ചു വെച്ച അയസ്കാന്തത്താൽ ആകൎഷിക്കപ്പെട്ടു ഇങ്ങോട്ടും അങ്ങോട്ടും വലിപ്പാൻ കഴിയും.

413. ഒരു അയസ്കാന്തത്തെ രണ്ടംശങ്ങളാക്കി പൊട്ടിച്ചാൽ ഓരോ അംശം വീണ്ടും ഒരു അയസ്കാന്തമായി ചമയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഇരിമ്പിൽ അയസ്കാന്തത്തിൻെറ രണ്ടു വിധമായ ബലങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നെങ്കിലും ഇവയിൽനിന്നു ഇടഭാഗത്തും മററൊന്നു വലഭാഗത്തും വ്യാപിക്കുന്നു എന്നല്ലല്ലോ; അയസ്കാന്തത്തിൻെറ എല്ലാ അണുക്കളിൽ ഈ രണ്ടു ബലങ്ങൾ അടങ്ങി വ്യാപിക്കയും ഓരോ അംശത്തിൽ ഒരു ബലം ഉത്തരധ്രുവത്തേക്കും വേറേ ബലം ദക്ഷിണധ്രുവത്തേക്കും തിരിഞ്ഞു കിടക്കുകയും ചെയ്യുന്നതത്രേ. രണ്ടററങ്ങളുടെ നടുവിലുള്ള അണുക്കൾ തമ്മിൽ തൊടുന്ന സമയത്തിൽ ഈ രണ്ടു ബലങ്ങൾ അന്യോന്യം പിടിച്ചു നിഷ്ഫലമാകുന്നെങ്കിലും തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞ ഉടനേ പുതിയ രണ്ടു അററങ്ങളിൽ രണ്ടു ശക്തികൾക്കുള്ള വിരോധം കാണേ *S* ——— *N* *S* ——— *N* ണ്ടിവരും. *S* ദക്ഷിണധ്രുവവും *N* ഉത്തരധ്രുവവും എന്നു വരികിൽ നടുവിൽ *NS* തമ്മിൽ തൊടുന്ന സമയത്തിൽ കെട്ടി നിഷ്ഫലമാകും. തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞ ശേഷമോ *N* ഉത്തരധ്രുവ അയസ്കാന്തശക്തിയായും *S* എന്നതു ദക്ഷിണധ്രുവ ശക്തിയായും വ്യാപരിക്കേണം.

314. ഉരുക്കു കൊണ്ടുള്ള കോൽ അയസ്കാന്തം കൊണ്ടു തേച്ചാൽ സ്ഥിരമായ ഒരു അയസ്കാന്തം ആയി തീരുന്നെങ്കിലും സാധാരണമായ ഇരിമ്പിന്നു കിട്ടിയ അയസ്കാന്തശക്തി വീണ്ടും വേഗം പോയ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉരുക്കു രണ്ടു വിധമായ അയസ്കാന്തശക്തികളെ തമ്മിൽ വേർതിരിക്കുന്നതിനെ വളരേ വിരോധിക്കുന്നതല്ലാതേ വേർപിരിഞ്ഞ ശേഷം അവ വീണ്ടും ചേരുന്നതിലും സമ്മതിക്കയില്ല. ഉരുക്കിനെ അയസ്കാന്തമാക്കുവാൻ ബഹുപ്രയാസം തന്നേ. അയസ്കാന്തം ഇതിനെ തൊടുന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ മാത്രം ആ വേപ്പാടു സാധിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഉരുക്കു ഒരു അയസ്കാന്തമായി തീരേണ്ടതിന്നു അതിൻെറ എല്ലാ സ്ഥലങ്ങളെ

തേക്കുന്നതിനാൽ അയസ്കാന്തത്തോടു ചേൎക്കുവാൻ ആവശ്യം. ഉരുക്കുകോലിന്റെ നടുവിൽനിന്നു രണ്ടു അററങ്ങളിലേക്കു തേക്കുന്നതിനാലേ പലപ്പോഴും കാൎയ്യം സഫലമായിത്തീരും.

415. അയസ്കാന്തത്തെ പലപ്പോഴും ഒരു ലാഡത്തിന്റെ രൂപത്തിലാക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

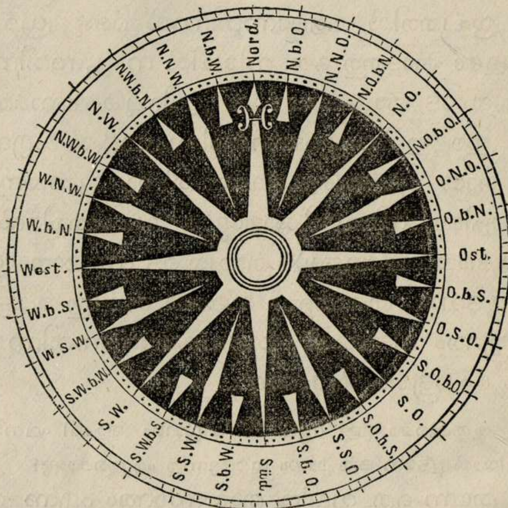
ഈ രൂപത്തിൽ ആക്കുന്നതിനാൽ രണ്ടു ധ്രുവങ്ങൾ തമ്മിൽ വളരേ അടുത്തു ഒരു നിരയിൽ നില്ക്കുന്നതിനാൽ ഐക്യശക്തിയോടേ അടുപ്പിച്ചു ഒരു ഇരിമ്പുകഷണത്തെ ആകൎഷിക്കും. ഈ ഇരിമ്പുകഷണത്തിന്നു നങ്കൂരം എന്നു പേർ; അതിൻ താഴേ തൂക്കങ്ങളെ കെട്ടുന്നതിനാൽ അയസ്കാന്തത്തിന്റെ ശക്തിയെ നിശ്ചയിക്കാമല്ലോ. ലാഡത്തിന്റെ രൂപമുള്ള ചില അയസ്കാന്തങ്ങൾ അവയുടെ സമമായ ധ്രുവങ്ങൾ തമ്മിൽ മുട്ടുവാൻ തക്കവണ്ണം തമ്മിൽ ചേൎത്തു കെട്ടിയാൽ ശക്തി അത്യന്തം വൎദ്ധിക്കും. (ശക്തീകരിക്കേണ്ടതിന്നു വേറേ വഴി 439-ാം ചോദ്യത്തിൽ നോക്ക.)

416. ഉരുക്കുകൊണ്ടുള്ള സൂചി അയസ്കാന്തം ആക്കി ഘനത്തിൻ വിന്ദുവിൽ തൂക്കിയാൽ ഉടനേ ഒരു ഭാഗം ഇറങ്ങുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഭൂമി തന്നേ ഒരു വലിയ അയസ്കാന്തം എന്നു നാം കേട്ടുവല്ലോ. അതിന്റെ ഉത്തരധ്രുവം സൂചിയുടെ ദക്ഷിണധ്രുവത്തിന്നു സംബന്ധിച്ചു അയസ്കാന്തശക്തിയെയും അതിന്റെ ദക്ഷിണധ്രുവം സൂചിയുടെ ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നു സംബന്ധമായ അയസ്കാന്തശക്തിയെയും ആകൎഷിക്കും. ഈ സൂചി അശേഷം ലംബരേഖയായി നില്ക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങൾ ഭൂവയസ്കാന്തശക്തിയുടെ രണ്ടു ധ്രുവങ്ങൾ തന്നേയാകുന്നു. ഇവ ഭൂമിശാസ്ത്രത്തിന്റെ രണ്ടു ധ്രുവങ്ങളിൽനിന്നു അല്പം ഭേദിക്കുന്നു. ഈ സ്ഥലങ്ങളോടു അടുക്കുന്നേടത്തോളം സൂചി ഇറങ്ങും. ഈ ധ്രുവങ്ങൾ ഭൂമിശാസ്ത്രത്തിന്റെ ധ്രുവങ്ങളിൽനിന്നു ഒക്കൊയ്ക്കുകൊണ്ടു

ദിക്കു നിശ്ചയിക്കേണ്ടതിന്നു ഈ രണ്ടു വിധമായ ധ്രുവങ്ങളാൽ ഓരോ സ്ഥലത്തിൽ ഉളവാകുന്ന ഭേദം അറിയേണം. ദിക്കിനെ നിശ്ചയിക്കേണ്ടതിന്നു നാം തവക (compass) എന്ന യന്ത്രം പ്രയോഗിക്കുന്നു. സൂചി എപ്പോഴും ഈ ചിത്രത്തിൽ നാം കാ

No. 105.



ണുന്ന ചക്രത്തിൽ വടക്കോട്ടു തിരിക്കുമ്പോൾ ഭൂമിശാസ്ത്രത്തിലേ ധ്രുവമല്ല ഭൂവയസ്കാന്തശക്തിയുടെ ധ്രുവം അത്രേ എന്നു ഓൎക്കേണം. ഒരു സ്ഥലത്തിൽ തന്നേ ഈ സൂചിയുടെ ദിക്കും താഴോട്ടുള്ള ചായ്വും മാറിപ്പോകുന്നതു ബഹുആശ്ചൎയ്യമായ കാൎയ്യം തന്നേ. ഇതു ഭൂവയസ്കാന്തശക്തിയാൽ സംഭവിക്കുന്ന ഒരു ഭേദത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു പോലും. ചീനക്കാർ തവകയെ പണ്ടു പണ്ടേ പ്രയോഗിച്ചുവന്ന ശേഷം അതു 13-ാം നൂററാണ്ടിൽ മാത്രം വിലാത്തിയിൽ നടപ്പായി തീൎന്നു. റോസ് (James Ross) എന്ന കപ്പിത്താൻ 1831-ാമതിൽ ഭൂവയസ്കാന്തശക്തി

യുടെ ഉത്തരധ്രുവത്തെ കണ്ടെത്തിയ ശേഷം 1841-ാമതിൽ ദക്ഷിണധ്രുവത്തിന്റെ സമീപത്തിൽ തന്നേ എത്തിയിരിക്കുന്നു.

417. കൊല്ലന്മാരുടെ കൈക്കോപ്പുകൾ പലപ്പോഴം അയിരിനെ ആകൎഷിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉരുക്കുകൊണ്ടും ഇരിമ്പുകൊണ്ടും ഉള്ള കോപ്പുകൾ എപ്പോഴം ഭ്രുവയസ്കാന്തശക്തിയുടെ ദിക്കിലേക്കു തൂക്കുന്നെങ്കിൽ ഒരു വലിയ അയസ്കാന്തമാകുന്ന ഈ ഭൂമി അവയെ ആകൎഷിക്കുന്നതിനാൽ അയസ്കാന്തങ്ങൾ ആകിത്തീരും. വേറേസ്ഥിതിയിൽ ഈ ശക്തി വീണ്ടും പോയ്പോകുന്നെങ്കിലും വലിയ ഇളക്കത്താൽ വിശേഷാൽ ഈ കോപ്പുകളെ വളരേ മുട്ടുന്നതിനാൽ അവ സ്ഥിരമായ അയസ്കാന്തങ്ങൾ ആയി ചമയാം പോലും.

പതിനാലാം അദ്ധ്യായം.

വിദ്യുച്ഛക്തി Electricity.

"മേല്പെട്ടു മിന്നൽ പോലേ പൊങ്ങി ദേഹിയും
കീഴ്പെട്ടു ഓരു പോലേ വീണു ദേഹവും."

418. വിദ്യുച്ഛക്തി എന്നതു എന്തു?

ചില വസ്തുക്കളെ വിശേഷാൽ കണ്ണാടി ശിലാജതു ഗന്ധകം മുതലായ പദാൎത്ഥങ്ങളെ നല്ലവണ്ണം ഉരസുമ്പോൾ അവെക്കു ഘനം കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കളെ (കടലാസ്സു, മരത്തിന്റെ മജ്ജ) അല്പമായ ദൂരത്തിൽനിന്നു ആകൎഷിപ്പാൻ പ്രാപ്തി ഉണ്ടാകും. ഈ ആകൎഷണശക്തിക്കു നാം വിദ്യുച്ഛക്തി (വിദ്യുദ്ധാതു) എന്ന പേർ വിളിക്കുന്നു. ഈ ആകൎഷണത്തിന്നും അയസ്കാന്തശക്തിക്കും ഒരു ഭേദം ഉണ്ടു. വിദ്യുച്ഛക്തി ആകൎഷിച്ച ഉടനേ വീണ്ടും വസ്തുവിനെ വികൎഷിക്കുന്നു. പിന്നേ വി

ദ്യുച്ഛക്തി ഉഷ്ണത്തെ പോലേ ഉത്ഭവിക്കുന്നതല്ലാതേ ശബ്ദം, ഉഷ്ണം, വെളിച്ചം എന്നിവറേറ പോലേ വിദ്യുച്ഛക്തിയെയും നടത്തി വേറേ വസ്തുക്കൾക്കു കൊടുപ്പാനും കഴിയും. എന്നിട്ടും അതു മേല്പറഞ്ഞ അവസ്ഥകളെ പോലേ നടുവിലുള്ള വായു ആകട്ടേ സൂക്ഷ്മവായു ആകട്ടേ തുളുമ്പുന്നതിനാലല്ല അയസ്കാന്തശക്തി ഇരിമ്പിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പ്രകാരം വിദ്യുച്ഛക്തിയും എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും അടങ്ങി വ്യാപരിക്കുന്ന ഒരു ശക്തിയാകുന്നു. ഈ ശക്തിയെ തൊട്ടുണൎത്തുവാൻ മാത്രം ആവശ്യം; എന്നിട്ടും വസ്തുക്കളിൽ ചില ഭേദങ്ങൾ ഉണ്ടു. ചില വസ്തുക്കളെ വിദ്യുച്ഛക്തി കാണിക്കുന്ന ഒരു പദാൎത്ഥത്തെ കൊണ്ടു തൊടുന്നെങ്കിൽ തൊട്ടസ്ഥലം മാത്രം വീണ്ടും വിദ്യുച്ഛക്തിയെ കാണിക്കും. വേറേ വസ്തുക്കളെ തൊട്ട ശേഷമോ വിദ്യുച്ഛക്തി പെട്ടന്നു മേൽഭാഗം മുഴുവൻ വ്യാപിച്ചിട്ടു ഓരോ സ്ഥലം ഈ ശക്തിയെ കാട്ടും. അങ്ങിനേ നാം വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ സന്നേതൃക്കളും ദുൎന്നേതൃക്കളും (good and bad conductors) തമ്മിൽ വേർ തിരിക്കുന്നു. പട്ടു, കണ്ണാടി, ശിലാജതു എന്നീ വസ്തുക്കൾ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ഏകദേശം നടത്താതേ ഇരിക്കയും ശേഷമുള്ള എല്ലാ ലോഹങ്ങളും അതു വിശേഷമായി കൈക്കൊണ്ടു നടത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉരസുന്നതിനാൽ എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ഒരു മാതിരി വിദ്യുച്ഛക്തി കിട്ടും എന്നല്ല, നാം രണ്ടു മാതിരി അയസ്കാന്തത്തെ ചൊല്ലി കേട്ടപ്രകാരം രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടു എന്നറിയേണം. മജ്ജകൊണ്ടുള്ള രണ്ടു ചെറിയ ഉണ്ട ഉണ്ടാക്കി പട്ടുനൂൻ കൊണ്ടു തൂക്കിയ ശേഷം ഉരസൽകൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി കാണിക്കുന്ന കണ്ണാടിയുടെ കോൽകൊണ്ടു തൊടുന്നെങ്കിൽ ശക്തി ഈ ഉണ്ടകളിൽ വ്യാപിച്ചു അവയെ തമ്മിൽ തമ്മിൽ അകററി വികൎഷിക്കും. പിന്നേ വേറേ രണ്ടു മജ്ജയുണ്ടകളെ ഉരസപ്പെട്ട അരക്കിൻ കോൽ

കൊണ്ടു തൊട്ടാലേ ഉണ്ടകൾ വീണ്ടും തമ്മിൽ വികൎഷിക്കുന്നുള്ളൂ. എന്നാൽ കണ്ണാടിക്കോൽ കൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ലഭിച്ച ഉണ്ട ഒന്നു അരക്കുകോൽകൊണ്ടു വിദ്യുദ്ധാതു കൈക്കൊണ്ട ഉണ്ടയോടു അടുപ്പിച്ചാലോ ഈ രണ്ടു ഉണ്ടകൾ തമ്മിൽ വളരേ ആകൎഷിക്കും. നാം മുമ്പേ കണ്ട പ്രകാരം ഒരു കോൽ കൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ലഭിച്ച ഉണ്ടകൾ തമ്മിൽ നിഷേധിക്കുന്നതു കൊണ്ടു ഇപ്പോൾ തമ്മിൽ ആകൎഷിക്കുന്ന ഉണ്ടകളിൽ രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തി വ്യാപരിക്കേണം. ഒന്നിന്നു കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി (positive electricity) മറേറതിന്നു (അരക്കു) ശിലാജതുവിദ്യുച്ഛക്തി (negative electricity) എന്നും പേരുണ്ടു. നാം കണ്ട പ്രകാരം സമമായ വിദ്യുച്ഛക്തി ലഭിച്ച വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ അകററി നിഷേധിക്കയും വിപരീതമായി നില്ക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തി കൈക്കൊണ്ട പദാൎത്ഥങ്ങൾ അന്യോന്യം ആകൎഷിക്കയും ചെയ്യേണം. ഈ വിദ്യുച്ഛക്തി എന്താകുന്നു എന്നു ശാസ്ത്രികൾക്കു പോലും നിശ്ചയിപ്പാൻ ബഹുപ്രയാസം തോന്നുന്നു. എങ്ങിനേ എങ്കിലും ഈ രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തി എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. രണ്ടു വിധമായ അയസ്കാന്തശക്തിയിൽ നാം കണ്ട പ്രകാരം തമ്മിൽ തമ്മിൽ അംഗീകരിച്ച ഈട്ടമുട്ടിൻ നിമിത്തം ശക്തിയെ അറിയുന്നില്ല. ചില ശാസ്ത്രികൾ ഈ വിദ്യുച്ഛക്തി എത്രയും സൂക്ഷ്മമായ ഒരു ദ്രവം തന്നേയാകുന്നു എന്നു പറയുന്നു. അതു രണ്ടു വിധമായ ദ്രവങ്ങളാൽ ഉളവായി ഉരസലിനെ കൊണ്ടു തമ്മിൽ വേർപിരിഞ്ഞു പോകും.

419. വിദ്യുദോട്ടം എന്നതു എന്തു? (Electric current.)

വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു ഉരസൽ അല്ലാതേ വേറൊരു വഴിയും ഉണ്ടു; രണ്ടു വിധമായ ലോഹങ്ങൾ തമ്മിൽ തൊടുന്നതിനാലും രണ്ടു പദാൎത്ഥങ്ങൾ തമ്മിൽ ചേൎന്നു ഒരു

പദാൎത്ഥമായി തീരുന്നതിനാലും (Chemical union) വിദ്യുച്ഛക്തി ഉളവാകുന്നു. തൊടുന്നതിനാൻ ഉത്ഭവിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിക്കു അതിനെ കണ്ടെത്തിയ ശാസ്ത്രികളുടെ പേർപ്രകാരം ഗലാനിയുടെ (Galvani) വിദ്യുച്ഛക്തി അല്ലെങ്കിൽ വൊല്തയുടെ (Volta) വിദ്യുദ്ധാതു എന്ന പേർ നടപ്പായി. രണ്ടു വിധമായ ലോഹങ്ങൾ തമ്മിൽ തൊടുന്നതിനാൽ ഒന്നിൽ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയും മറേറതിൽ അരക്കുവിദ്യുച്ഛക്തിയും ഉളവാകും; എങ്കിലും ലോഹങ്ങളെ മാററുന്നതിനാൽ മുമ്പേ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയെ ജനിപ്പിച്ച ലോഹം പിന്നേ അരക്കുവിദ്യുച്ഛക്തിയെയും പുറപ്പെടുവിക്കാം. ഇതു വിചാരിച്ചാൽ ചില ലോഹങ്ങളെ അവ മുൻചെല്ലുന്നതിനോടു അരക്കുവിദ്യുച്ഛക്തിയെയും പിൻചെല്ലുന്നതിനോടു കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയെയും ജനിപ്പിപ്പാൻ തക്കവണ്ണം ഒരു നിരയിൽ വെച്ചു ചേൎക്കാം. നാകം, ഈയം, വെള്ളീയം, ഇരിമ്പു, ചെമ്പു, വെള്ളി, പൊൻ, ഗുരുതമം (Platinum) വിശേഷാൽ അരക്കിന്റെ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന കരി എന്നീ പദാൎത്ഥങ്ങളെ ഇങ്ങിനേ ക്രമപ്പെടുത്തുമ്പോൾ ഇവയിൽ രണ്ടിനെ തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ രണ്ടു വിദ്യുക്തികൾ ഉളവാകുന്നതല്ലാതേ ഈ നിരയിൽ രണ്ടു വസ്തുക്കൾ അന്യോന്യം പിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നേടത്തോളം അവയെ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ബലം വൎദ്ധിക്കും. ദൃഷ്ടാന്തം: നാകത്തെയും ചെമ്പിനെയും തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനെക്കാൾ നാകത്തെയും ഗുരുതമത്തെയും യോജിപ്പിക്കുന്നതു നന്നു എങ്കിലും നാകവും കരിയും തമ്മിൽ തൊടുന്നതിനാൽ ഏററവും ഊക്കുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തി ഉളവാകും. ഈ രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തി വീണ്ടും തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാലേ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഫലം കാണാം. വിരോധമായി നില്ക്കുന്ന വേറേ വിദ്യുച്ഛക്തിയോടു ചേരേണ്ടതിന്നു 418-ാം ചോദ്യ

ത്തിൽ നാം കേട്ട പ്രകാരം ആ കോലുകൾ ഘനമില്ലാത്ത വസ്തുക്കളെ ആകൎഷിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഇപ്രകാരം വിപരീതമായ വിദ്യുച്ഛക്തിയോടു ചേരേണ്ടതിന്നു ചിലപ്പോൾ ഈ വിദ്യുത് നടത്താത്ത നടുവിലുള്ള വസ്തുക്കളെ തുളെക്കയോ നശിപ്പിക്കയോ ചെയ്യുന്നതല്ലാതേ ഒരു അഗ്നികണമായി അങ്ങോട്ടു തുള്ളും. എങ്കിലും രണ്ടാം വഴിയോ: വേറേ ഒരു വസ്തു രണ്ടു പദാൎത്ഥങ്ങളിൽ വ്യാപിക്കുന്ന രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തികളെ നടത്തി തമ്മിൽ ചേൎക്കാം. രണ്ടു മാതിരി വിദ്യുച്ഛക്തികൾ നടത്തുന്ന വസ്തുവിലൂടേ ചെല്ലുന്നതിനാൽ ഒരു വിദ്യുദോട്ടം ഉളവാകും. ദൃഷ്ടാന്തം: നാകത്തെയും ചെമ്പിനെയും തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ നാകത്തിൽ കണ്ണാടിയുടെ വിദ്യുച്ഛക്തിയും ചെമ്പിൽ അരക്കുവിദ്യുച്ഛക്തിയും ഉണ്ടായി വന്ന ശേഷം അവ വീണ്ടും ചേരുവാൻ താല്പൎയ്യപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടു രണ്ടു ലോഹങ്ങളുടെ അററങ്ങളെ വിദ്യുച്ഛക്തി നല്ലവണ്ണം നടത്തുന്ന ഒരു കമ്പിയാൽ തമ്മിൽ ചേൎക്കുമ്പോൾ ഈ കമ്പിയിൽ ഒരു സഞ്ചാരവും ഓട്ടവും ഉളവാകേണം. കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി കമ്പിയിലൂടേ ചെമ്പിനോടു ചേരുവാൻ തക്കവണ്ണം ഓടുകയും അരക്കുവിദ്യുച്ഛക്തി ചെമ്പിൽനിന്നു നാകത്തോടു ചേരുവാനായി ഓടുകയും ചെയ്യും. പുതിയ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉത്ഭവിക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ രണ്ടു മാതിരി തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാൽ സമസ്ഥത ഉണ്ടാകും. ഈ വിദ്യുദോട്ടത്തിന്റെ ഫലങ്ങൾ മൂന്നു; ഇതിനാൽ വെളിച്ചവും ഉഷ്ണവും ഉളവാകുന്നതല്ലാതേ അയസ്കാന്തശക്തി കൂടേ ജനിക്കും. അതു കൂടാതേ ഈ വിദ്യുദോട്ടം ചില വസ്തുക്കളിലൂടേ നടത്തുന്നതിനാൽ അതിനെ അതിന്റെ മൂലാംശങ്ങളായി വിഭാഗിപ്പാൻ കഴിയും. അങ്ങിനേ വിദ്യുദോട്ടത്തെ വെള്ളത്തിലൂടേ നടത്തുന്നെങ്കിൽ അതു ജലവായുവും അമ്ലതവും എന്നീ രണ്ടു മൂല അംശങ്ങ

ളായി വിഭാഗിച്ചു പോകും. ഒരു മൂന്നാം ഫലം വിദ്യുദോട്ടത്താൽ ഉളവാകുന്ന ക്ഷോഭം അത്രേ. മനുഷ്യനിലും ജന്തുക്കളിലും കൂടേ നടക്കുന്ന സമയത്തിൽ ദേഹങ്ങൾ ഞെട്ടിപ്പോകും.

420. കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള കോൽ താൻ അരക്കു താൻ കമ്പിളികൊണ്ടോ പൂച്ചയുടെ തോൽകൊണ്ടോ ഉരസിയ ശേഷം അവ കടലാസ്സിന്റെ ചെറിയ കഷണങ്ങളെ ആകൎഷിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ കോലിൽ ഉരസൽകൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടായി വന്നതുകൊണ്ടു ആകൎഷിക്കും. എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ഉണൎത്തുവാൻ കഴിയുന്നെങ്കിലും ഈ ശക്തിയെ നല്ലവണ്ണം നടത്തുന്ന മനുഷ്യകൈകൊണ്ടു അതു വേറേ വസ്തുക്കളിൽനിന്നു ക്ഷണത്തിൽ നീങ്ങിപ്പോകുന്നു. അതിൻനിമിത്തം ലോഹംകൊണ്ടുള്ള കോലിനെ കണ്ണാടിയുടെയോ കന്മദത്തിന്റെയോ പിടികൊണ്ടു പിടിച്ച ശേഷം ഉരസലിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉളവാകും.

യവനർ പണ്ടു പണ്ടേ ഈ ശക്തിയെ അമ്പരിൽ (Amber) കണ്ടെത്തി; ഈ വസ്തുവിന്നു യവനഭാഷയിൽ എലെക്ത്രോൻ എന്ന പേർ ഉണ്ടായതു കൊണ്ടു ഇംഗ്ലിഷ് ഭാഷയിൽ ഈ ശക്തിക്കഎലെക്ത്രിസിത്തി എന്ന പേരുണ്ടു. ഈ ശക്തി വേറേ വസ്തുക്കളിലും വ്യാപിക്കുന്ന പ്രകാരം 16-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ അവസാനത്തിൽ മാത്രം ഗില്ബെൎത്ത് (Gilbert) എന്ന ഇംഗ്ലിഷ്ക്കാരൻ കണ്ടെത്തുകയും ചെയ്തുപോൽ.

421. ഉരസൽകൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി കാണിക്കുന്ന അരക്കിനെ കൂടക്കൂടേ വക്കുകൊണ്ടു കെട്ടിയ മജ്ജുകൊണ്ടുള്ള ചെറിയ ഉണ്ടയോടു അടുപ്പിക്കുന്നതിനാൽ അരക്കിന്റെ വിദ്യുച്ഛക്തി ക്രമേണ പോയ്പോകുന്നെങ്കിലും ആ ചെറിയ ഉണ്ടയിൽ ഈ ശക്തി കാണാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആ ഉണ്ട അരക്കിൽനിന്നു വിദ്യുച്ഛക്തിയെ കൈക്കൊള്ളുന്നെങ്കിലും ഈ ശക്തിയെ നന്നായി നടത്തുന്ന വക്കും നമ്മുടെ ശരീരവും അതിനെ വേഗം ഭൂമിയിലേക്ക കൊണ്ടുപോകും

ന്നതുകൊണ്ടു അരക്കിന്റെ വിദ്യുച്ഛക്തി കുറഞ്ഞു പോകുന്നെ ങ്കിലും ഉണ്ടയിൽ അതു നില്ക്കയില്ല. ഉണ്ടയിൽ വിദ്യുച്ഛക്തി നില്ക്കാത്ത പ്രകാരം നാം എങ്ങിനേ അറിയുന്നു എന്നു ചോ ദിച്ചാൽ അരക്കു ഇതിനെ എപ്പോഴും വീണ്ടും ആകൎഷിക്കുന്ന തിനാലത്രേ. 418-ാം ചോദ്യത്തിൽ നാം കേട്ടപ്രകാരം ഉണ്ട അരക്കിന്റെ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ കൈകൊണ്ടു പിടിച്ചാൽ ഇനി അരക്കു ഉണ്ടയെ നിഷേധിക്കുമായിരുന്നു. ഗ്രേ (Gray) എന്ന ഇംഗ്ലിഷ്കാരൻ 1729-ാം കൊല്ലത്തിൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ നടത്തു ന്ന കാൎയ്യത്തിൽ വസ്തുക്കൾക്കുള്ള വ്യത്യാസത്തെ കണ്ടെത്തി.

422. വക്കിന്നു പകരം പട്ടുനൂൽ എടുക്കുമ്പോൾ മേല്പറഞ്ഞ അരക്കു ഉ ണ്ടയെ ആകൎഷിച്ച ശേഷം നിഷേധിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഉണ്ട അരക്കിനെ തൊടുന്നെങ്കിൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ കൈ ക്കൊണ്ടിട്ടു പട്ടുനൂൽ ഇതിനെ നടത്തായ്കകൊണ്ടു ഉണ്ടയിൽ നില്ക്കും. ഇവ്വണ്ണം ഉണ്ടയിലും അരക്കിലും സമമായ വിദ്യുച്ഛ ക്തി വ്യാപിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അവ തമ്മിൽ നിഷേധിക്കേണം. ഉണ്ട കൈകൊണ്ടു തൊട്ടാൽ അരക്കു ഈ ഉണ്ടയെ വീണ്ടും ആകൎഷിക്കും. അതു ഉണ്ടയിലുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തിയെ കൈ വലി ച്ചെടുത്തതുകൊണ്ടത്രേ.

423. ഒരു കടലാസ്സിനെ ചൂടാക്കി ഗുമ്മികൊണ്ടു തേച്ച ശേഷം മേശമേൽ കിടക്കുന്ന മജ്ജുകൊണ്ടുള്ള ചെറിയ ഉണ്ടകളുടെ മീതേ പിടിച്ചു വെച്ചാൽ ഉണ്ട കൾ തുള്ളുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കടലാസ്സിൽ തേക്കുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉളവായിട്ടു ഒ ന്നാമതു അതു ഉണ്ടകളെ ആകൎഷിക്കും. എന്നാൽ ഈ വിദ്യു ച്ഛക്തി ഉണ്ടകൾക്കു കിട്ടിയ ശേഷം കടലാസ്സു അവയെ നിഷേ ധിക്കേണം: അവ മേശമേൽ വീണു മേശയാൽ വിദ്യുച്ഛക്തി പോയ്പോയ ശേഷം കടലാസ്സു വീണ്ടും ആകൎഷിക്കും. ഇവ്വണ്ണം കടലാസ്സിന്റെ മിന്നൽധാതു നീങ്ങുവോളം ഈ ഉണ്ടകൾ തു ള്ളേണ്ടിവരും. ഈ ഉണ്ടകൾക്കു പകരം പൂഴി എടുത്താലും മതി.

424. മജ്ജുകൊണ്ടുള്ള രണ്ടു ചെറിയ ഉണ്ടകളിൽ ഒന്നിന്നു അരക്കുകൊണ്ടും മറ്റൊന്നിന്നു കണ്ണാടിക്കോൽകൊണ്ടും വിദ്യുച്ഛക്തി ലഭിച്ചശേഷം അവ തമ്മിൽ തൊട്ടുന്നെങ്കിൽ ഈ ശക്തി മുഴുവൻ പോയ്പ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഈ രണ്ടു ഉണ്ടകൾക്കു അരക്കിനാലും കണ്ണാടിയാലും അന്യോന്യം വിരോധമായി നില്ക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തികൾ ലബ്ധമായ ശേഷം ഉണ്ടകൾ തമ്മിൽ തൊടുന്ന സമയത്തു തമ്മിൽ ചേൎന്നു പരസ്പരം സ്വാധീനമാക്കും. അതിൻനിമിത്തം അവെക്കു ഇനി വിദ്യുച്ഛക്തി ഇല്ല എന്നു തോന്നും. ദീഫേ (du Fay) എന്ന ഫ്രാഞ്ചിക്കാരൻ 1733-ാം വൎഷത്തിൽ പരസ്പരം വിരോധമായി നില്ക്കുന്ന ഈ രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തികളെ കണ്ടെത്തി.

425. വിദ്യുച്ഛക്തിയുള്ള വസ്തുക്കൾ വിദ്യുച്ഛക്തി ഇല്ലാത്ത ശക്തികളെ ദൂരത്തിൽനിന്നു ആകൎഷിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഓരോ വസ്തുവിൽ രണ്ടു മാതിരി വിദ്യുച്ഛക്തി അടങ്ങിയിരിക്കുന്നെങ്കിലും വിദ്യുച്ഛക്തിയുള്ള വസ്തു അടുത്തു വരുന്നതിനാൽ തമ്മിൽ കെട്ടിയ വിദ്യുച്ഛക്തികൾ വിമുക്തങ്ങളായി വിദ്യുച്ഛക്തിയുള്ള വസ്തു വിപരീതമായ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ആകൎഷിക്കും. അരക്കിനെ ഉരസുന്നതിനാൽ ഇതിൽ വിമുക്തമായ കമ്മദത്തിൻ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉളവാകും, പട്ടുനൂൽകൊണ്ടു കെട്ടിയ ആ ചെറിയ ഉണ്ട അടുപ്പിച്ചാൽ ഇതിലുള്ള രണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തികൾ വേർപിരിഞ്ഞു കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി അരക്കിൻെറ ഭാഗത്തിലും കമ്മദവിദ്യുച്ഛക്തി മറേറ ഭാഗത്തും നില്ക്കും. ഉണ്ട അരക്കിനെ തൊട്ടുന്നെങ്കിൽ ഉണ്ടയുടെ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി അരക്കിൻെറ കമ്മദവിദ്യുച്ഛക്തിയോടു ചേൎന്ന ശേഷം ഉണ്ടയിൽ കമ്മദശക്തി ശേഷിക്കേ ഉള്ളു. ഉണ്ട അരക്കിനെ തൊടുന്നതിന്നു മുമ്പേ ഉണ്ടയെ വിരൽകൊണ്ടു തൊട്ടാൽ കമ്മദവിദ്യുച്ഛക്തി നീങ്ങിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു അരക്കു ഉണ്ടയിൽ ശേഷിക്കുന്ന കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയെ അധികം ആകൎഷിക്കേണം. ഇവ്വണ്ണം ഈ ആകൎഷണം തമ്മിൽ വിരോധമായ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ര

ണ്ടു മാതിരി തമ്മിൽ ചേരുവാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നതിനാലേ ഉളവാകുന്നതു.

426. ഇരിട്ടിൽ അരക്കിനെ ഉരസിയ ശേഷം വിരലിൻെറ മുട്ട അടുപ്പിച്ചാൽ അഗ്നികണം അരക്കിൽനിന്നു തുള്ളുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അരക്കിലുള്ള കന്മദവിദ്യുച്ഛക്തിയും വിരലിൻെറ മുട്ടിൽ അടുത്തുവന്ന കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയും തമ്മിൽ ആകൎഷിച്ചു ചേരേണ്ടതിന്നു ഒട്ടക്കം നടുവിലുള്ള വായുവിനെ ബലത്തോടേ നീക്കി ആശ്ലേഷിക്കുന്ന സമയത്തു ഉഷ്ണവും വെളിച്ചവും ജനിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ ഒരു അഗ്നികണം കാണായ്വരും. ഇവ്വണ്ണം ഈ അഗ്നികണം ചേൎച്ചയുടെ ലക്ഷണം തന്നേ. ആകൎഷിക്ക വികൎഷിക്ക എന്നിവ ചേൎച്ചെക്കായി ഒരു ഛായ്വു കുറിക്കുന്നതത്രേ.

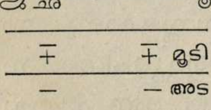
427. വിദ്യുച്ഛക്തി കാട്ടി (Electro-scope) എന്ന യന്ത്രത്താൽ ഇത്തിരി വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടാകുന്ന പ്രകാരം നിശ്ചയിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു കമ്പിയുടെ ഒരു അററത്തിൽ സ്വൎണ്ണപത്രത്തിൻെറ രണ്ടു ചെറിയ കഷണങ്ങളെ പററിച്ചാൽ ഈ യന്ത്രമായി തീൎന്നു. വായു ഈ സ്വൎണ്ണക്കടലാസ്സിനെ ഇളക്കാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു ഒരു കുപ്പിയുടെ മൂടിയിൽക്കൂടി ഒരു ദ്വാരം തുളെച്ചു കമ്പി ഇതിൽ ഇടുന്നതിനാൽ സ്വൎണ്ണക്കടലാസ്സു കുപ്പിയുടെ അകത്തു ഇരിക്കും. കമ്പിയുടെ പുറമേയുള്ള അററത്തെ എത്രയും അല്പമായ വിദ്യുച്ഛക്തി കാണിക്കുന്ന വസ്തുകൊണ്ടു തൊട്ടാൽ ഇതിനോടു സമമായ കമ്പിയുടെ വിദ്യുച്ഛക്തി അകന്നു സ്വൎണ്ണപത്രത്തിലേക്കു ഓടുന്നതിനാൽ ആ രണ്ടു പത്രഖണ്ഡങ്ങളിലും സമമായ വിദ്യുച്ഛക്തി വ്യാപിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അവ തമ്മിൽ നിഷേധിച്ചു വേർപിരിഞ്ഞു നില്ക്കും. ഒരു വസ്തുവിൽ ഏതു മാതിരി വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടു എന്നു കൂടേ നിശ്ചയിക്കേണ്ടതിന്നു ഈ യന്ത്രം പ്രയോഗിക്കാം. ഒന്നാമതു നാം

അതിനെ കമ്പദംകൊണ്ടുള്ള കോലാൽ തൊട്ട ശേഷം സ്വൎണ്ണപത്രഖണ്ഡങ്ങൾ തമ്മിൽ വേൎപിരിയും. പിന്നേ ശോധന ചെയ്യുന്ന വസ്തുവിനെക്കൊണ്ടും തൊട്ടാൽ കടലാസ്സിൻെറ ഇലകൾ അധികമായി വേൎപിരിയുമ്പോൾ വസ്തുവിൽ കമ്പദത്തിൻെറ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടു എന്നും കടലാസ്സിൻെറ ഇലകൾ തമ്മിൽ ചേരുമ്പോൾ വസ്തുവിൽ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടു എന്നും അറിയും.

428. വിദ്യുച്ഛക്തിവാഹകനെക്കൊണ്ടു (Electrophorus) വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ചില മാസത്തേക്കു കാത്തു സൂക്ഷിപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വൊല്ത (Volta) എന്ന ഇതല്യൻ 1775ഇൽ സങ്കല്പിച്ച യന്ത്രത്തിൻെറ കൌശലം വേഗം തിരിച്ചറിയും. ലോഹംകൊണ്ടുള്ള വസിയിൽ അവൻ ഉരുക്കിയ കമ്പദംകൊണ്ടുള്ള ഒരു മാതിരി അട ഇട്ട ശേഷം കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള പിടിത്തംകൊണ്ടു പിടിപ്പാൻ തക്കതായ ലോഹംകൊണ്ടുള്ള മൂടിയെ വെച്ചു. ശേഷം കുറുക്കൻെറ വാൽകൊണ്ടോ ഒരു പൂച്ചയുടെ തോൽകൊണ്ടോ ഈ അടയിന്മേൽ നല്ലവണ്ണം അടിച്ചാൽ അതിന്നു കമ്പദത്തിൻെറ വിദ്യുച്ഛക്തി കിട്ടും. അതിൽ പിന്നേ ലോഹം കൊണ്ടുള്ള മൂടി ഇടുന്നതിനാൽ ഈ അട മൂടിയുടെ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയെ ആകൎഷിക്കയും മൂടിയുടെ കമ്പദവിദ്യുച്ഛക്തി മണ്ടി മൂടിയുടെ മേൽഭാഗത്തിൽ നില്ക്കയും ചെയ്യും.



(ഇതിനെ കാണിക്കുന്ന നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ — = കമ്പദവിദ്യുച്ഛക്തി; + = കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി എന്നറിക.) പിന്നേ മൂടിയെ വിരൽകൊണ്ടു തൊട്ടാൽ അതിൻെറ കമ്പദവിദ്യുച്ഛക്തി നീങ്ങി മൂടിയിൽ ശേഷിക്കുന്ന കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയെ അട മുറുകേ പിടിക്കുന്നു. മൂടിയെ എടുക്കുന്നെങ്കിലും അതിൻെറ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി സ്വാതന്ത്ര്യം പ്രാപിക്കും. മൂടിയെ

അല്പം പൊന്തിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കേ ഒരു വിരൽകൊണ്ടു മൂടിയെയും വേറൊരു വിരൽകൊണ്ടു അടയെയും തൊട്ടാൽ രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തികൾ ഒരു അഗ്നികണം തെറിക്കുന്നതിനാൽ ബലത്തോടേ ചേൎന്നു വിരലുകളിൽ ഒരു ഇളക്കം അനുഭവമാകും. ആകയാൽ മൂടി എടുക്കും വരേ രണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തികൾ ബദ്ധരായി നിന്നു മൂടി എടുക്കുന്ന സമയത്തിൽ മാത്രം അവ വിമുക്തമാകയും ചെയ്യും.

429. വിദ്യുച്ഛക്തി നിറഞ്ഞ കുപ്പി (Leyden Jar) ഒരു കൈയിൽ പിടിച്ചു മറുകൈകൊണ്ടു കുപ്പിയുടെ നടുവിൽ നില്ക്കുന്ന കമ്പിയെ തൊട്ടാൽ ശരീരത്തിന്നു ഒരു ഞെട്ടൽ വരുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

No. 106.

കുപ്പി ഏകദേശം നമ്മുടെ ചിത്രത്തിലുള്ളതിനെ പോലേ തന്നേ. ഒന്നു രണ്ടു അംഗുലം ശുദ്ധകണ്ണാടി ശേഷിപ്പാൻ തക്കവണ്ണം അകത്തും പുറത്തും വെള്ളീയംകൊണ്ടു പററിച്ചു, അകത്തുള്ള വെള്ളീയത്തെ തൊടുവാൻ തക്കവണ്ണം നടുവിൽ ഒരു കമ്പിയെ നിൎത്തി അതിൻ മീതേ പിച്ചളകൊണ്ടുള്ള ഉണ്ടയെ ഉറപ്പിക്കും. ഈ യന്ത്രം ഒരു മാതിരി തോക്കു തന്നേയാകുന്നു. അതുകൊണ്ടു ഒന്നാമതു അതിനെ നിറെപ്പാൻ ആവശ്യം. ഇതു നാം 428-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച വിദ്യുച്ഛക്തിവാഹകനെക്കൊണ്ടു ചെയ്യാം. നാം ഇതിന്റെ മൂടിയെ കൈകൊണ്ടു തൊട്ട ശേഷം (എന്തിന്നായി?) ഒരു കൈയിൽ കുപ്പിയെയും മറേറ കൈയിൽ മൂടിയെയും എടുത്തു കുപ്പിയുടെ ഉണ്ടയെയും മൂടിയെയും തമ്മിൽ അടുപ്പിക്കുന്നെങ്കിൽ രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെ നടുവിൽ ഒരു അഗ്നികണം തെറിച്ചു മൂടിയുടെ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി കുപ്പിയിൽ പ്രവേശിക്കും. പിന്നേ മൂടിയെ വീണ്ടും അടയിന്മേൽ വെച്ചു മേൽഭാഗത്തെ കൈകൊണ്ടു തൊട്ട ശേഷം അതിനെ വീ

ണ്ടും എടുത്തു കുപ്പിയുടെ ഉണ്ടയെ അടുപ്പിക്കുന്നതിനാൽ കണ്ണാടിയുടെ വിദ്യുച്ഛക്തി കുപ്പിയിൽ അകപ്പെടും. ഇവ്വണ്ണം ആ മൂടി തൊടുന്തോറും കുപ്പി കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയെ കൈക്കൊണ്ടു കുപ്പിയുടെ അകത്തുള്ള വെള്ളീയത്തിൽ വ്യാപിച്ചു പുറമേയുള്ള വെള്ളീയത്തിന്റെ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ വിഭാഗിച്ചു കന്മദവിദ്യുച്ഛക്തിയെ നിഷേധിക്കയും ചെയ്യും. അങ്ങിനേ പുറമേയുള്ള വെള്ളീയത്തിൻ കന്മദവിദ്യുച്ഛക്തി കൂടി വൎദ്ധിക്കുന്നെങ്കിലും പുറമേയുള്ള കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി കൈയിലൂടേ നിലത്തേക്കു പോകുന്നതു കൊണ്ടു പുറമേ വേറേ വിദ്യുച്ഛക്തി ശേഷിക്കേയുള്ളൂ. അതു കുപ്പിയുടെ അകത്തുള്ള കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയോടു ചേരുവാൻ എത്രയും ശ്രമിക്കുന്നെങ്കിലും നടുവിലുള്ള കണ്ണാടിയുടെ നിമിത്തം അവ തമ്മിൽ ചേരാതേ വലിയ വലിച്ചലും ആകൎഷണവും മാത്രമേ ഉളവാകുന്നുള്ളൂ. തമ്മിൽ ചേരേണ്ടതിന്നു അത്യന്തം ആഗ്രഹിക്കുന്ന ഈ രണ്ടു വിധമായ ശക്തികൾക്കു വേറേ വഴി ഉണ്ടു. കുപ്പിയെ ഒരു കൈയിൽ പിടിച്ചു മറേറ കൈകൊണ്ടു ഉണ്ട തൊട്ടു ഉടനേ ശരീരത്തിൽ ഒരു വല്ലാത്ത ഞെട്ടൽ ജനിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ രണ്ടു ശക്തികൾ തമ്മിൽ ചേരും. അതെങ്ങിനേ എന്നു ചോദിച്ചാൽ പുറമേയുള്ള വെള്ളീയത്തെയും ആ ഉണ്ടയെയും തൊടുന്നതിനാൽ നമ്മുടെ ശരീരം അകത്തും പുറത്തുമുള്ള വെള്ളീയത്തെ മാത്രമല്ല ഇവയിലുള്ള രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തികളെയും തമ്മിൽ യോജിപ്പിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അവ ശരീരത്തിലൂടേ തമ്മിൽ ചേരും. ഒരാൾ കുപ്പിയെ പിടിക്കയും ശേഷം പേർ ഓരോരുവൻ മറെറാരുവന്റെ കൈ പിടിക്കയും ചെയ്തു ശേഷം ഒടുക്കം ഒരാൾ കുപ്പിയുടെ ഉണ്ടയെ തൊട്ടുന്നെങ്കിൽ പെട്ടന്നു എല്ലാ ആളുകളും ഈ ഞെട്ടൽ അനുഭവിച്ചിട്ടു വിദ്യുച്ഛക്തികൾ ഈ ആളുകളിലൂടേ തമ്മിൽ ചേരും.

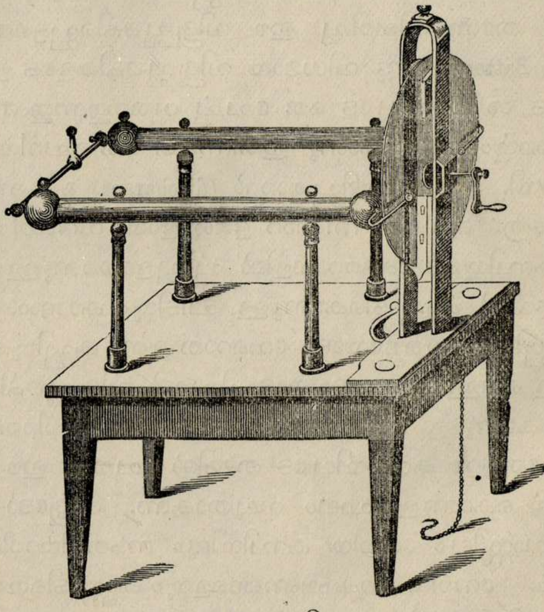
ഇതിനാൽ ഉളവാകുന്ന ശക്തിയെ അത്യന്തം വൎദ്ധിപ്പിപ്പാൻ കഴിയും. നാം ഈ മാതിരി 9—12 കുപ്പികൾ അടിയിൽ വെള്ളീയം കൊണ്ടു പാററിക്കപ്പെട്ട പെട്ടിയിലിട്ടു, കുപ്പിയുടെ എല്ലാ ഉണ്ടകളെയും ഒരു കമ്പികൊണ്ടു തമ്മിൽ ചേൎത്തശേഷം വിദ്യുച്ഛക്തിവാഹകനെ കൊണ്ടോ 430-ാം ചോദ്യത്തിൽ നാം വിവരിപ്പാൻ പോകുന്ന യന്ത്രത്തെ കൊണ്ടോ അധികമായി വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ഈ പല കുപ്പികളിൽ നടത്താം. വളരേ വിദ്യുച്ഛക്തി കൈക്കൊണ്ട ഒരൊററക്കുപ്പിയിലോ വിശേഷാൽ ഇപ്പോൾ തന്നേ വിവരിച്ച ഈ വിദ്യുച്ഛക്തിപ്പെട്ടകത്തിലോ (Electric Battery) രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തികളുടെ ഇടയിൽ നമ്മുടെ ശരീരത്തിലൂടേ ഒരു ചേൎച്ച വരുത്തുന്നതു അസഹ്യമായ കാൎയ്യം ആകകൊണ്ടു ഇതിന്നായി ഒരു ചെറിയ യന്ത്രം നടപ്പായി. ഈ യോജിപ്പുകാരൻ (discharger) ഒരു വലിയ മുള്ളു അത്രേ. ഒരു കോണിന്റെ ഭുജങ്ങളായി വിഭാഗിച്ചു പോകുന്ന കമ്പിയുടെ രണ്ടററങ്ങളിൽ പിച്ചളകൊണ്ടുള്ള ഉണ്ടകളും നടുവിൽ കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള പിടിയും കാണും. ഒരു ഉണ്ട കുപ്പിയുടെ ഉണ്ടയോടും വേറൊരു ഉണ്ട കുപ്പിയുടെ പുറമേയുള്ള വെള്ളീയത്തോടും അടുപ്പിച്ചാൽ വിദ്യുച്ഛക്തികൾ കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള പിടിത്തത്തിൻ നിമിത്തം ശരീരത്തിലൂടേ ചെല്ലാതേ ഈ കമ്പിയിലൂടേ തമ്മിൽ ചേരും. ഈ വിദ്യുത്കുപ്പിയെ കൊണ്ടുള്ള ഫലം വലുതാകുന്നു. വിദ്യുദോട്ടം സ്വൎണ്ണക്കടലാസ്സിലും നേരിയ കമ്പിയിലും നടത്തിയാൽ ഉരുകിപ്പോകും. നേരിയ മരക്കഷണങ്ങളെയും കണ്ണാടിയെയും ഈ ചെറിയ മിന്നൽപ്പിണർ തുളെക്കയും കടലാസ്സമുതലായവററെ കത്തിക്കയും ചെയ്യും. ക്ലൈസ്ത് (Kleist) എന്ന ശമ്മാനൻ 1745-ാം കൊല്ലത്തിൽ ഈ കുപ്പി ഒന്നാം പ്രാവശ്യം പ്രയോഗിച്ച ശേഷം അവ വിശേഷാൽ ലൈദൻ എന്ന പട്ടണ

ത്തിൽ പാൎത്തിരുന്ന കുന്നേയെൻ (Cunnoeus) എന്ന ശാസ്ത്രിയാൽ നടപ്പായി തീൎന്നതുകൊണ്ടു "ലൈദനിൽനിന്നു വന്ന കുപ്പികൾ" എന്ന പേർ ധരിക്കുന്നു.

430. വിദ്യുദ്യന്ത്രത്തിന്റെ ചക്രത്തെ തൊടുന്നതിനാലല്ല നടത്തുന്ന അംശത്തോടു വിരൽ അടുപ്പിച്ചാൽ ഊക്കുള്ള അഗ്നികണങ്ങളെ കൈക്കൊള്ളുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള ചക്രത്തെ തിരിക്കുന്നതിനാൽ അതു

No. 107.



രണ്ടു ഭാഗത്തുമുള്ള തോൽസഞ്ചിയോടു ഉരസുന്നതുകൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ഉളവാകും. ഈ തോലിനെ നാം വെള്ളീയം, നാകം, രസം എന്നീ ലോഹങ്ങളുടെ മട്ടിനെ കൊണ്ടു തേക്കേണ്ടതു ആവശ്യം. വിദ്യുച്ഛക്തിയെ നടത്തുന്ന അംശമോ പി

ച്ചുളകൊണ്ടുള്ള ഒന്നു രണ്ടു ഗോളസ്തംഭങ്ങൾ അത്രേ. ഇവ നാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന പ്രകാരം കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള കാലുകളിന്മേൽ നില്ക്കുന്നു. ചക്രം തിരിയുന്നതിനാൽ കണ്ണാടിയിൽ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തിയും (+) തോലിൽ കന്മദവിദ്യുച്ഛക്തിയും (—) ഉളവാകും. ശക്തിയെ നടത്തുന്ന രണ്ടംശങ്ങളിൽനിന്നു ഒരു കമ്പി പുറപ്പെട്ടിട്ടു ചക്രത്തെ ഒരല്പം ചുററിയിരിക്കുന്നതല്ലാതേ ഇതിലുള്ള പല ആണികളെക്കൊണ്ടു കണ്ണാടിയോടു എത്രയും അടുക്കുന്നതിനാൽ ഗോളസ്തംഭങ്ങളുടെ എല്ലാ — വിദ്യുച്ഛക്തി ചക്രത്തിന്റെ അരികേ കൂടുകയും + വിദ്യുച്ഛക്തിയോ അകന്നു നടത്തുന്ന അംശത്തിന്റെ വേറേ ഭാഗത്തു കൂടും. കണ്ണാടിക്കാലുകളുടെ നിമിത്തം ഈ വിദ്യുച്ഛക്തിയിൽനിന്നു ഒന്നും നീങ്ങിപ്പോകയില്ല. ചക്രത്തിലോ കാൎയ്യം വേറേ; ഇതിൽ ഉളവായ + വിദ്യുച്ഛക്തി ഒക്കയും ഗോളസ്തംഭങ്ങൾ കൈക്കൊണ്ടിട്ടു ഇടഭാഗത്തു അവയെ ചേൎക്കുന്ന അംശത്തിൽ കൂടും; തോലിൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന — വിദ്യുച്ഛക്തിയോ ഒരു ചങ്ങലകൊണ്ടു നിലത്തു പോകും. ഈ യന്ത്രത്താൽ ഇഷ്ടംപോലേ + വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ഈ രണ്ടു ഗോളസ്തംഭങ്ങളിൽ കയററുവാനും അവിടേനിന്നു പരിഗ്രഹിപ്പാനും കഴിയും (സാധാരണമായി മേല്പറഞ്ഞ കുപ്പികളെ ഈ ഗോളസ്തംഭത്തോടു അടുപ്പിക്കുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടു നിറെക്കുന്നു.) വിരലിനെയോ വേറേ വസ്തുവിനെയോ അടുപ്പിച്ചാൽ അഗ്നികണം ചിലപ്പോൾ രണ്ടു മൂന്നു അംഗുലത്തോളം തെറിക്കുന്നതു കാണാം. എനിക്കു — വിദ്യുച്ഛക്തി കിട്ടുവാൻ ആവശ്യമുണ്ടെന്നുവരികിൽ ഞാൻ + വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ഒരു ചങ്ങലകൊണ്ടു നിലത്തേക്കു യോജിപ്പിച്ചു നടത്തി ചക്രത്തിന്റെ തോലിന്നു ഒരു ഗോളസ്തംഭത്തെ അടുപ്പിക്കുന്നതു മതി. ഈ യന്ത്രത്തെ ശൎമ്മാനരാജ്യത്തിൽ ചില ശാസ്ത്രികൾ സങ്കല്പിച്ചു. (**Hansen, Winkler, Bose.**)

431. കണ്ണാടിക്കാലിന്മേൽ നില്ക്കുന്ന കാൽക്കസേലമേൽ ഒരു മനുഷ്യൻ കയറി വിദ്യുദ്യന്ത്രത്തിന്റെ ഗോളസ്തംഭത്തെ പിടിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കെ അവനിൽനിന്നു അഗ്നികണങ്ങളെ വലിച്ചെടുപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കണ്ണാടിയിന്മേൽ നില്ക്കുന്നതിനാൽ ആ മനുഷ്യൻ യന്ത്രത്തിന്റെ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ നടത്തുന്ന അവയവത്തിന്റെ ഒരംശമായി തീരുന്നു. ദൃഷ്ടാന്തമായി എന്റെ വിരലിന്റെ മുട്ട ആ മനുഷ്യന്റെ മൂക്കിന്റെ അററത്തോടു അടുപ്പിച്ചാൽ മൂക്കിലുള്ള + വിദ്യുച്ഛക്തി എന്റെ ശരീരത്തിലുള്ള — വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ആകർഷിച്ചു ഇതിനോടു ചേരുമളവിൽ ഒരു അഗ്നികണം തെറിക്കും.

432. വിദ്യുച്ഛക്തിയെ നടത്തുന്ന ഗോളസ്തംഭത്തിന്മേൽ ഒരു സൂചിയെ നിർത്തിയാൽ ഇനി ഗോളസ്തംഭത്തിൽനിന്നു അഗ്നികണം തെറിപ്പാൻ പാടില്ലാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

സമമായ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ എല്ലാ അംശങ്ങളും തമ്മിൽ വികർഷിച്ചു അകന്നുപോവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതുകൊണ്ടും ആ സൂചിയിൽ കൂടി വായു ഇവിടേ അല്പം മാത്രം വിരോധിക്കുന്നതുകൊണ്ടും ആകാശത്തിലേക്കു ഒഴുകും. ഈ സൂചിയുടെ മീതേ കൈ വെച്ചാൽ വിദ്യുച്ഛക്തി വായുവിനെ നീക്കുന്നതിനാൽ ഒരു കാററൂട ഉത്ഭവിക്കുന്ന പ്രകാരം അനുഭവമാകും. രാത്രിയിൽ കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി പുറപ്പെട്ടു ഒഴുകുമ്പോൾ രശ്മികളെകൊണ്ടുള്ള ഒരു കെട്ടിനെയും കന്മദവിദ്യുച്ഛക്തി പുറപ്പെടുമ്പോൾ ഒരു ചെറിയ നക്ഷത്രത്തെയും കാണാം. അതുകൊണ്ടു യന്ത്രത്താൽ വേണ്ടുവോളം വിദ്യുച്ഛക്തി കിട്ടേണ്ടതിന്നു കുപ്പികളും ഈറം നിറഞ്ഞ വായുവും അധികമായ ആളുകളും യന്ത്രത്തിന്റെ അരികേ വേണ്ടാ. കേരളത്തിൽ കാര്യം ബഹുപ്രയാസം. ശീതകാലത്തിലോ തീക്കലത്താൽ ചൂടാക്കപ്പെട്ട മുറിയിൽ ഉരസുന്നതിനാൽ വേണ്ടുവോളം വിദ്യുച്ഛക്തി ജനിപ്പിക്കാം.

433. മിന്നൽ മിന്നുന്ന സമയത്തിൽ ഉയൎന്ന വൃക്ഷത്തിൻ ചുവട്ടിൽ നില്ക്കുന്നതു അപായമുള്ള കാൎയ്യമാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഒരു മിന്നൽക്കൊടി നാം ഇപ്പോൾ തന്നേ വിവരിച്ച വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ വലിയ അഗ്നികണം അത്രേ. വിദ്യുച്ഛക്തി വായുവിലും വിശേഷാൽ വളരേ ക്ലേദം പിടിച്ച ആകാശത്തിലും അകപ്പെടാം (432). രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തി വഹിക്കുന്ന രണ്ടു മേഘങ്ങൾ തമ്മിൽ അടുത്തു വരുമ്പോൾ വിദ്യുച്ഛക്തികൾ തമ്മിൽ അത്യന്തം ആകൎഷിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അവ നടുവിലുള്ള വായുവിനെ പിളൎപ്പിച്ച തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാൽ സാധാരണമായി മിന്നൽ ഉളവാകും. പിളൎന്നുപോയ ആകാശം വീണ്ടും പെട്ടന്നു ചേരുന്നതുകൊണ്ടു ഇടിമുഴക്കം കേൾക്കേണ്ടി വരും. വെളിച്ചം ശബ്ദത്തെക്കാൾ വേഗം ഓടുന്നതുകൊണ്ടു നാം ഒന്നാമതു മിന്നൽ കണ്ട ശേഷം മാത്രമേ ഇടിയൊലി കേൾക്കുന്നുള്ളൂ. എങ്കിലും രണ്ടു മേഘങ്ങളുടെ നടുവിൽ മാത്രമല്ല വിദ്യുച്ഛക്തി നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന മേഘം ഭൂമിയോടു അടുത്തു വരുന്നതിനെക്കൊണ്ടും ഒരു മിന്നൽപ്പിണർ ഉളവാകാം. ഉയൎന്ന വസ്തുക്കൾ മേഘങ്ങളോടു അധികം അടുത്തിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഇവയിൽ വിശേഷാൽ ഈ ചേൎച്ച സംഭവിച്ചിട്ടു ഇടിവാൾ തട്ടി എന്നു ആളുകൾ പറയും. അതു ഇടിയാൽ സംഭവിച്ചു എന്നു വിചാരിക്കുന്നതും ഇടിമുഴക്കം കേട്ടിട്ടു ആളുകൾ പേടിക്കുന്നു എന്നതും ദോഷത്വം അത്രേ. ഇടി ഒരു ശബ്ദം മാത്രം ആകകൊണ്ടു ഇതിനാൽ യാതൊരു ആപത്തും വരികയില്ല; മിന്നലോ അപായമുള്ള കാൎയ്യം അത്രേ. + വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടു നിറഞ്ഞ മേഘം ഭൂമിയോടു അടുക്കുമ്പോൾ ഇതിന്റെ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ആകൎഷിച്ചിട്ടു ഒരു വസ്തു വേണ്ടുവോളം സമീപിച്ചിരുന്നാൽ വായുവിനെ പിളൎപ്പിച്ച ഭയങ്കരമായ ബലത്തോടേ ആ വസ്തുവിലുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തിയോടു ചേരും. വിശേഷിച്ചു ഈ ശക്തിയെ നല്ലവണ്ണം

നടത്തുന്ന വസ്തുക്കൾക്ക ആപത്തുണ്ടു. ഇതു നിമിത്തം ഇടിവാൾ ലോഹം, വെള്ളംകൊണ്ടു നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന നിലം, കറയാൽ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന വൃക്ഷങ്ങൾ എന്നീ വസ്തുക്കളോടു തട്ടുവാൻ വളരേ താല്പൎയ്യപ്പെടുന്നെങ്കിലും ഇവയിലൂടേ നിലത്തേക്ക ഓടും. നല്ലവണ്ണം നടത്താത്ത വസ്തുക്കളെയോ ഇടിവാൾ തകൎക്കയും മരങ്ങളെ കത്തിക്കയും മനുഷ്യരെയും ജന്തുക്കളെയും വധിച്ചുകളകയും ചെയ്യുന്നതു പലപ്പോഴും സംഭവിക്കുന്നതാനും.

434. വീടുകളെ ഇടിവാളിൽനിന്നു കാക്കേണ്ടതിന്നു നാം ഇരിമ്പുകോലുകളെ പ്രയോഗിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ഇരിമ്പു വിദ്യുച്ഛക്തിയെ നല്ലവണ്ണം ആകൎഷിക്കുന്നതുകൊണ്ടു നാം വീടുകളുടെ മോന്തായത്തിന്റെ മീതേ ഒരു ഇരിമ്പുകോൽ വെച്ചു ഉറപ്പിച്ചിട്ടു അതു വീട്ടിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തു താഴോട്ടു നിലത്തിലേക്ക നടത്തുന്നതല്ലാതേ മീതേയുള്ള കോലിന്റെ അററത്തിന്മേൽ മേലോട്ടു കൂൎമ്മിച്ചു ഒരു ഇരിമ്പുകോലിനെ നിറുത്തും. ഈ ഇരിമ്പുകോൽ ഭൂമിക്ക വിരോധമായി വിദ്യുച്ഛക്തിയെ എപ്പോഴും താഴോട്ടു നടത്തുന്നതിനാൽ ആ സ്ഥലത്തിൽ ഭൂമിയുടെ വിദ്യുച്ഛക്തി കുറഞ്ഞുപോകും. എന്നിട്ടും ഇടിവാൾ ഈ ഇരിമ്പിന്നു തട്ടുന്നെങ്കിൽ അതു പെട്ടന്നു വിദ്യുച്ഛക്തിയെ നനവുള്ള സ്ഥലത്തേക്ക നടത്തുന്നതുകൊണ്ടു വീട്ടിന്നു യാതൊരു നഷ്ടവും വരികയില്ല. ഇവ്വണ്ണം ഈ ഇരിമ്പുകോൽ ഇടിവാളിനെ ആകൎഷിച്ചു നിശ്ചയമായ വഴിയിൽ നടത്തുന്നതിനാലേ ഭവനങ്ങളെ സൂക്ഷിച്ചുപോരുന്നു. ഇരിമ്പുകോൽ പൊട്ടിപ്പോയാൽ നഷ്ടം വരികേയുള്ളൂ. കാരണം വിദ്യുദോട്ടത്തിന്നു തടസ്ഥം വന്നിട്ടു വിരോധിക്കുന്നതൊക്കെയും തകൎത്തു നശിപ്പിക്കും. ഈ കൌശലപ്രവൃത്തി മന്ത്രിച്ചവൻ ഫ്രങ്ക്ലീൻ (Franklin) എന്ന കീൎത്തിപ്പെട്ട അമേരിക്കക്കാരൻ തന്നേ

ആകുന്നു. ഈ ജ്ഞാനി ഒന്നാമത്തു ഒരു കാററാടി പറപ്പിച്ചതി നാൽ 1752-ാം വൎഷത്തിൽ മിന്നലിൻ സ്വഭാവം സ്പഷ്ടമായി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

435. ഇടിവാൾ തട്ടിയ ശേഷം നാം സാധാരണമായ മുരുമുരുപ്പു കേൾക്കാതെ ഒരൊററ മഹാശബ്ദം മാത്രം കേൾക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ആകാശത്തിൻെറ ചലനത്താൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന ഇടിയൊലി ഇടിവാൾ തട്ടുന്ന സമയത്തിൽ എത്രയും സമീപത്തു ഉളവാകുന്നതുകൊണ്ടു ഈ ചലനങ്ങൾ ഒക്കയും ഒരുമിച്ചു നമ്മുടെ ചെവിയിൽ എത്തും. മിന്നൽപ്പിണർ പല മേഘങ്ങളില്കൂടേയും എണ്ണപ്പെടാത്ത ഈററപ്പൊകളകളൂടേയും സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാൽ മുഴക്കം ഈ പല ചലനങ്ങളുടെ ദൂരത്തിന്നു തക്കവണ്ണം ക്രമേണമാത്രം ചെവിയിൽ എത്തും.

436. മിന്നൽപ്പിണർ ജിഹ്മമായ വഴിയിൽ ഓടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

മിന്നൽക്കൊടി വായുവിനെ പെട്ടന്നു ചൂടാക്കുന്നതുകൊണ്ടു അതിനെ നീക്കിയാൽ വായു തടിച്ചുപോകും. തടിച്ച വായു വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ഇത്ര നല്ലവണ്ണം നടത്തായ്കയാൽ അതിൻനിമിത്തം മിന്നൽ കൂടക്കൂടേ തെററി നേൎമ്മയായ വായുവിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനാൽ ഈ ജിഹ്മമായ വഴി ഉണ്ടാകും.

437. ഇടിയും മഴയുമുള്ള സമയത്തിൽ പലപ്പോഴും ഗോപുരങ്ങൾ, പാമരങ്ങൾ, ഉയൎന്ന വൃക്ഷങ്ങൾ എന്നീ വസ്തുക്കളുടെ അററങ്ങൾ പ്രകാശിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

അതു 432-ാം ചോദ്യത്തിൽ വിവരിച്ച വിദ്യുദ്യന്ത്രത്തിൻ ഗോളസ്തംഭത്തിന്മേൽ നില്ക്കുന്ന സൂചിയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശം അത്രേ. ഭൂമിയുടെ മേല്ഭാഗത്തു അധികം വിദ്യുച്ഛക്തി കൂടി, ഈ ശക്തികൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന മേഘങ്ങളുടെ സാമീപ്യത്താൽ കൂൎമ്മയായ വസ്തുക്കൾ എപ്പോഴും വിദ്യുച്ഛക്തിയെ പുറപ്പെടുവിക്കും. ഈ പ്രകാശം ചിലപ്പോൾ കു

തിരകളുടെ ചെവികളിൽനിന്നും മനുഷ്യന്റെ വിരലിന്റെ അറ്റത്തിൽനിന്നും മിന്നുന്നതു കാണാം (St. Elmo's fire).

ഉഷ്ണമുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ ചിലപ്പോൾ വൈകുന്നേരത്തു തെളിഞ്ഞ ആകാശത്തിൽപോലും ഇടിമുഴക്കം കൂടാതേയുള്ള ഒരു മാതിരി മിന്നൽ കാണാം. അതു പലപ്പോഴും ഇടി കേൾപ്പാൻ കഴിയാത്ത ദൂരത്തിലിരിക്കുന്ന ഉണ്മയായ മിന്നൽപ്പിണർ ആയിരിക്കാം; അല്ലെങ്കിൽ ചക്രവാളത്തിന്റെ താഴേ പുറപ്പെട്ട മിന്നൽക്കൊടിയുടെ പ്രതിബിംബമായിരിക്കാം. എന്നിട്ടും ചിലപ്പോൾ വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടു നിറഞ്ഞ മേഘങ്ങൾ തന്നാലേ ഈ ശക്തിയെ വിട്ടുവിക്കുന്നതിനാൽ ഉളവാകുന്ന പ്രകാശം ആകുന്നു എന്നു കൂടേ ഊഹിപ്പാൻ നല്ല സംഗതിയുണ്ടു.

ധ്രുവവെളിച്ചം (Aurora borealis or bolar aurora) എന്ന മനോഹരമായ കാഴ്ചയും വിദ്യുച്ഛക്തിയാൽ ഉളവാകുന്നു എന്നു തോന്നുന്നു. അയസ്കാന്തസൂചി ഇതിനാൽ ഭ്രമിക്കുന്നു എന്നും അതു പ്രകാശിക്കുന്ന സമയത്തിൽ കമ്പിവൎത്തമാനങ്ങളെ അയപ്പാൻ ഏകദേശം കഴിവില്ല എന്നും കേട്ടാൽ ഈ ഭംഗിയുള്ള ദൃഷ്ടിക്കും അയസ്കാന്തത്തിന്നും വിദ്യുച്ഛക്തിക്കും ഒരു ചേൎച്ച ഉണ്ടു എന്നതു സ്പഷ്ടം. ഇരുണ്ട വൃത്തക്കള്ളികളുടെ ചുറ്റിൽ നാം അത്യന്തം ശോഭിക്കുന്ന ഒരു ചാപം കാണും (വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രം ഏകദേശം അയസ്കാന്തത്തിന്റെ മദ്ധ്യരേഖയിൽ കിടക്കുന്നു). മഞ്ഞ, ചുവപ്പ്, നീലം എന്നീ നിറങ്ങളിൽ മിന്നുന്ന ഈ വില്ലിൽനിന്നു കൂടക്കൂടേ എല്ലാ ദിക്കിലും ചുവന്ന വെളിച്ചത്തിൻ മരീചികൾ കെട്ടുകളായി തെറിക്കാറുണ്ടു. ഈ ആശ്ചൎയ്യമായ കാഴ്ച സൂൎയ്യനാലും ഭ്രമിയുടെ സഞ്ചാരത്താലും ജനിച്ച വിദ്യുദോട്ടങ്ങൾകൊണ്ടു ഉളവാകുന്നു എന്നു ചില ശാസ്ത്രികൾ ഊഹിക്കുന്നു.

438. നാവിനെ മിന്നസമായ ചെമ്പിന്റെയും നാകത്തിന്റെയും നടുവിൽ ഇട്ടു ഈ രണ്ടു ലോഹങ്ങളെ തമ്മിൽ അടുപ്പിച്ചാൽ ക്ഷാരത്തിന്റെ രുചി അനുഭവമാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

രണ്ടു ലോഹങ്ങൾ തമ്മിൽ തൊടുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ജനിപ്പിക്കാം എന്നു നാം 419-ാം ചോദ്യത്തിൽ കേട്ടുവല്ലോ. കാണ്മാൻ കഴിയാത്ത വിദ്യുച്ഛക്തിയെ രുചിപ്പാൻ പാടുണ്ടാകും. ചെമ്പിനെ നാവുകൊണ്ടു തൊട്ടാൽ പുളിരസവും നാവിൻ കീഴെ വെച്ചാൽ ക്ഷാരത്തിന്റെ രുചിയും ജനിക്കും. ഈ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ നേത്രമജ്ജാതന്തുക്കൾക്കും അനുഭവമാക്കുവാൻ കഴിയും; മേൽതാടിയുടെ ഊനിന്റെ വലഭാഗത്തു ചെമ്പിനെയും ഇടഭാഗത്തു നാകത്തെയും വെച്ചിട്ടു മറേറ അററങ്ങളെ വായിൻ മുമ്പിൽ ചേൎത്താൽ അല്പമായ പ്രകാശം കാണും. ഈ മാതിരി വിദ്യുച്ഛക്തിക്കു സ്പൎശനവിദ്യുച്ഛക്തി എന്നു പേർ വിളിക്കാം. നിശ്ചയമായി ഈ രണ്ടു ലോഹങ്ങളെ തമ്മിൽ തൊടുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉളവാകുന്നതു രണ്ടു തകിടുകളെ ഒന്നു മറേറതിന്മേൽ വെച്ച ശേഷം വീണ്ടും എടുത്തു വിദ്യുച്ഛക്തികാട്ടിയെക്കൊണ്ടു ശോധന ചെയ്യുന്നതിനാൽ നമുക്കു അറിയാം. (427) ഈ വിധം വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ഗലവാനി 1786-ാം കൊല്ലത്തിൽ കണ്ടെത്തിയ ശേഷം വൊല്ത്ത അതിനെ 1800-ാം വൎഷത്തിൽ തിരിച്ചറികയും ചെയ്തു.

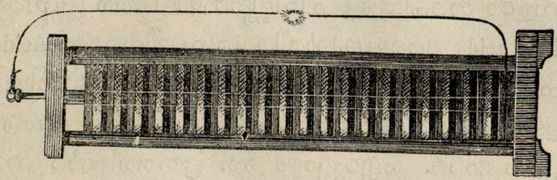
439. അമ്ലിതം (അമ്ലം) കലക്കിയ വെള്ളത്തിൽ ചെമ്പുതുത്ഥനാകത്തകിട്ടുകളെ തമ്മിൽ തൊടാതേ മുക്കി മേലററങ്ങളെ ഒരു കമ്പികൊണ്ടു ചേൎത്താൽ അധികം വിദ്യുദ്ധാതു ഉളവാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

ദ്രവങ്ങളിൽ വിശേഷാൽ പുളിച്ച ദ്രവങ്ങളിൽ ലോഹങ്ങൾ അധികം വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ജനിപ്പിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അത്രേ. നാകത്തിന്റെ തകിടു ഈ ദ്രവത്തിൽ മുക്കിയാൽ നാകത്തിന്നു — വിദ്യുച്ഛക്തിയും ദ്രവത്തിന്നു + വിദ്യുച്ഛക്തിയും കിട്ടും. ചെമ്പിൻ തകിടിനെ മുക്കിയാലോ അതു നല്ല ഈ

+ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ കൈക്കൊണ്ടു മേല്പറഞ്ഞ കമ്പിയാൽ ഈ ശക്തി നാകത്തിൻെറ — വിദ്യുച്ഛക്തിയോടു ചേരും. എങ്കിലും നാകം ഇനി ദ്രവത്തിൽ നില്ക്കുന്നതു കൊണ്ടു എപ്പോഴും രണ്ടു വിധമായ വിദ്യുച്ഛക്തികൾ ജനിച്ചു കമ്പിയാൽ പരസ്പരം ചേരുന്നതിനാൽ നിരന്തരമായി ഒഴുകുന്ന ഒരുവിദ്യുദോട്ടം ഉണ്ടാകും. ഉരസലിനാൽ ക്ഷണത്തിൽ മാത്രം ഒരു ചേർച്ച സംഭവിക്കുന്നെങ്കിലും നദി ഇടവിടാതേ സമുദ്രത്തിലേക്കു ഒഴുകിച്ചേരുംപ്രകാരം ഈ സാമാനത്താൽ + വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു എപ്പോഴും ചെമ്പിൽനിന്നു നാകത്തിലേക്കു ചെല്ലുന്നു എന്നു പറയാം. ഗല്വാനി ഈ മാതിരി വിദ്യുച്ഛക്തി കണ്ടെത്തിയതുകൊണ്ടു നാം ഇതിന്നു ഗല്വാനിയുടെ വിദ്യുച്ഛക്തി എന്നും ഇപ്പോൾ വിവരിച്ച സാമാനത്തിന്നു ഗല്വാനിയുടെ ഭൃതം (Galvanic Couple) എന്നും പറയുന്നു. (അതു 283-ാം ഭാഗം അറെറഴത്തു കമ്പിയുടെ ചിത്രത്തിൽ കാണാം.) ലൈദനിൽനിന്നു വന്ന കുപ്പികളെ കൊണ്ടു നാം ചെയ്ത പ്രകാരം ഗല്വാനിയുടെ ചില ഭൃതങ്ങളെ തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ ശക്തിയെ വൎദ്ധിപ്പിപ്പാൻ കഴിയും. ശേഷം ഒന്നാം ഭൃതത്തിൻെറ നാകത്തകിടിനെ രണ്ടാം ഭൃതത്തിൻ ചെമ്പുതകിടിനോടും അതിൻ നാകത്തകിടിനെ മൂന്നാം ഭൃതത്തിൻ ചെമ്പുതകിടിനോടും ചെമ്പിൻെറ കമ്പികൊണ്ടു യോജിപ്പിക്കേണം. ഇതിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാലെക്കു നാം ഗല്വാനിയുടെ പെട്ടകം (Galvanic Battery) എന്നു പേർ വിളിക്കുന്നു. ഒടുക്കം നാം ചേൎക്കുന്ന രണ്ടു തകിടുകൾക്കു ധ്രുവങ്ങൾ എന്നു പേർ വിളിക്കുന്നു. ഇവ്വണ്ണം അവസാനച്ചെമ്പുതകിടിന്നു + ധ്രുവവും ഒടുക്കത്തേ നാകത്തകിടിന്നു — ധ്രുവവും എന്നു പേർ വരും. ഈ രണ്ടു തകിടുകളെ തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ + വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു ചെമ്പിൽനിന്നു നാകത്തിലേക്കു ചെല്ലും. ധ്രുവങ്ങളെ

തമ്മിൽ ചേൎത്താൽ ഗല്വാനിയുടെ മാല അടെക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നും അവയെ ചേൎത്തില്ലെങ്കിൽ മാല തുറന്നിരിക്കുന്നു എന്നും പറയുന്നു. നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ ഗല്വാനിയുടെ

No. 108.



പെട്ടകത്തിന്റെ ഏററവും പഴയ മാതിരി കാണുന്നു. ഇതിൽ ചെമ്പുതുത്ഥനാകത്തകിട്ടുകളുടെ നടുവിൽ നനഞ്ഞിരിക്കുന്ന കമ്പിളിയുടെ കഷണങ്ങളെ വെച്ചിട്ടു ഒന്നാം തകിടിനെയും മീതേയുള്ള തകിടിനെയും കമ്പികൊണ്ടു ചേൎക്കുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു ഉണ്ടായി വരും. ഈ സാമാനത്തെ വൊല്ത 1800-ാം കൊല്ലത്തിൽ സങ്കല്പിച്ചു. (Voltaic pile).

440. ഗല്വാനിയുടെ ഈ പെട്ടകത്തിൽ ഉളവാകുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തി വേഗം നീങ്ങിപ്പോകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വിദ്യുച്ഛക്തികൾ മാത്രമല്ല തകിട്ടുകളും ദ്രവവും തമ്മിൽ ചേരുന്നതിനാൽ അവ മാറി വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നു പ്രാപ്തി കുറഞ്ഞു പോകും. ഈ പ്രയാസത്തെ തീൎക്കേണ്ടതിന്നു നാം ഒന്നല്ല രണ്ടു ദ്രവങ്ങളെ പ്രയോഗിക്കുന്നു. നാം രണ്ടു തകിട്ടുകളെ രണ്ടു വിധമായ ദ്രവങ്ങളിൽ ഇട്ടു ഈ ദ്രവങ്ങളെ പെരുത്തു രന്ധ്രത കാണിക്കുന്ന ഒരു മതിലിനെ കൊണ്ടു തമ്മിൽ വേൎതിരിക്കുന്നതിനാൽ രണ്ടു ദ്രാവകങ്ങളും ഇട കലൎന്നുപോകാതേ തമ്മിൽ തൊടുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ ജനിപ്പിക്കും; ഇപ്രകാരം വിദ്യുദ്ധാതുവിന്റെ രണ്ടു പെട്ടകങ്ങളും നടപ്പാവുന്നു. രന്ധ്രത ഇല്ലാത്ത കണ്ണാടിപ്പാത്രത്തിൽ നാം വെള്ളത്തിൽ കലക്കിയ ഗന്ധകാമിലത്തെ പകൎന്നിട്ടു ഇതിൻ

പുറമേ രസംകൊണ്ടു തേച്ച (amalgamated) ഒരു നാകത്തകിടിനെ മുക്കും. അതു കൂടാതേ നാം ഈ ദ്രവത്തിൽ വളരേ രന്ധ്രത കാണിക്കുന്ന ചെറിയ മണ്ണിൻപാത്രത്തെ മുക്കീട്ടു ഇതിൽ വളരേ ശക്തിയുള്ള ചവല്ക്ഷാരാമിലത്തെ (യവക്ഷാരാമ്ലം Nitric acid) അല്ലെങ്കിൽതീക്ഷ്ണരസാമിലത്തെ (Acid of salt-petre) പകൎന്ന ശേഷം ഗുരുതമംകൊണ്ടുള്ള നേരിയ തകിടിനെ ഇടും. ഈ സാമാനത്തിന്നു ഗ്രൊവെൻറ (Grove) പെട്ടകം എന്നു പേർ. എപ്പോഴും ഒരു ഭൂതത്തിൻെറ നാകത്തെ വേറേ ഭൂതത്തിൻെറ ഗുരുതമത്തോടു ചേൎക്കുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയൊഴുക്കു ഉണ്ടാകും. നാകം ഗന്ധകാമിലത്തിൽ അല്പം ഉരുക്കീട്ടു ഉളവാകുന്ന ജലവായു മൺപാത്രത്തിൻ രന്ധ്രങ്ങളിലൂടേ ചെന്നു ചവക്ഷാരാമിലത്തോടു ചേരുന്നതിനാൽ അല്പം അമിലതം കൈക്കൊണ്ടു വെള്ളമായി തീരുകയും (അമിലതത്താലും ജലവായുവിനാലും വെള്ളം ഉളവാകുന്നു) ശേഷിക്കുന്ന ചവക്ഷാരാമിലത്തോടു ചേൎന്നിട്ടു ജലചവക്ഷാരാമിലത്തെ (nitrous acid) ജനിപ്പിക്കയും ചെയ്യും. ഇവ്വണ്ണം ജലവായു ഗുരുതമത്തിൽ എത്തായ്കയാൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ഇത്ര വേഗം ക്ഷീണിച്ചുപോകയില്ല. ബുൻസെൻെറ (Bunsen) പെട്ടകത്തിൽ നമുക്കു ഗുരുതമത്തിന്നു പകരമായി കരികൊണ്ടുള്ള ഗോളസ്തംഭത്തെ എടുത്തു പ്രയോഗിക്കാം. ഈ വക പെട്ടകങ്ങളെക്കൊണ്ടു വളരേ ശക്തിയുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തി ഉളവാകും. ഇവയിലും + വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു ഗുരുതമത്തിൽനിന്നു നാകത്തിലേക്കു ചെല്ലും; രണ്ടു കമ്പികളുടെ അററങ്ങൾ അടുത്തു വരുമ്പോൾ അഗ്നികണങ്ങൾ തെറിക്കുന്നതല്ലാതേ പിടുപിടേ എന്നുള്ള ശബ്ദവും കേൾപ്പാറാകും.

441. **ദൂരത്തുനിന്നു തുരങ്കത്തെ കത്തിക്കേണ്ടതിന്നു ഗല്വാനിയുടെ ഒരു പെട്ടകത്തിന്റെ രണ്ടു കമ്പികളെ തുരങ്കത്തിന്റെ വെടിമരുന്നിലൂടേ നടത്തുന്ന എത്രയും നേൎത്ത കമ്പികൊണ്ടു ചേൎക്കുന്നതു മതിയാകുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

ഈ കമ്പിയുടെ രണ്ടറ്റങ്ങളെ തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്ന നിമിഷത്തിൽ ഭ്രുതങ്ങളുടെ മാല അടക്കപ്പെടുകയും വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു ഉളവാകയും ചെയ്തിട്ടു അത്യന്തം ഉഷ്ണം ജനിക്കുന്നതിനാൽ വെടിമരുന്നിലൂടേ ചെല്ലുന്ന ആ നേരിയ കമ്പി പഴുത്തു വെടിമരുന്നിനെ കത്തിക്കും. ഈ കാൎയ്യത്തിൽ വഴിയുടെ ദൂരത്താൽ യാതൊരു ഭേദവും വരികയില്ല.

442. **തുത്ഥത്തിന്റെ (തുരിശു vitriol of copper) ദ്രവത്തിൽ ഒരു ചെമ്പുകോലിനെയും ഇരിമ്പുകൊലിനെയും ഇട്ട ശേഷം ചെമ്പുകോലിനെ ഗല്വാനിയുടെ പെട്ടകത്തിൻ + ധ്രുവത്തോടും (ഗുരുതമത്തകിടിനോടു) ഇരിമ്പുകോലിനെ— ധ്രുവത്തോടും (നാകത്തകിടിനോടു) ചേൎക്കുന്നെങ്കിൽ ഇരിമ്പുകോൽ ചെമ്പുകൊണ്ടു മൂടപ്പെടുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു തുത്ഥത്തിൻ ദ്രവത്തിലൂടേ നടത്തുന്നതിനാൽ ഈ ദ്രവം അതിൻ മൂലാംശങ്ങളായിവേൎപിരിഞ്ഞിട്ടു അതിലുള്ള ചെമ്പു ധ്രുവത്തോടു ചേൎന്നിരിക്കുന്ന ഇരിമ്പിനെ മൂടിക്കളയും; ഇതിനെ വിചാരിച്ചു ചില ജ്ഞാനികൾ വിദ്യുദ്വൎണ്ണശാസ്ത്രത്തെ സങ്കല്പിച്ചു (Galvan oplastics), എന്നു പറഞ്ഞാൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ മുഖാന്തരം വസ്തുക്കളെ വൎണ്ണിപ്പാൻ പോലും സാധിക്കും. ദൃഷ്ടാന്തം: നമുക്കു ഒരു നാണ്യത്തിന്റെ രൂപം കിട്ടുവാൻ ആവശ്യമുണ്ടാകാം, എന്നാൽ നാം ഒന്നാമതു അതിന്റെ കരു പിടിക്കേണ്ടതാണ്; നാണ്യത്തെ മെഴുവിന്മേൽ അമൎത്തുന്നതിനാൽ അതു കിട്ടും. പിന്നേ ഈ കരു വിദ്യുച്ഛക്തി നടത്തേണ്ടതിന്നു ഇതിനെ കാരീയം കൊണ്ടു തേച്ചു ചെമ്പിന്റെ കമ്പിയാൽ നല്ലവണ്ണം കെട്ടും; അതിന്റെ ശേഷം ഒരു വലിയ പാത്രത്തെ ഗന്ധകാമ്ലതുത്ഥത്തിന്റെ ദ്രവംകൊണ്ടു (Sulphate of copper) നിറെച്ചു

അതിൻ മീതേ രണ്ടു ചെമ്പുകോലുകളെ വെച്ച അതിനോടു മേല്പറഞ്ഞ കരുവിനെയും മറേറതിനോടു ചെമ്പിൻെറ ഒരു തകിടിനെയും ദ്രവത്തിൽ മുക്കുവാൻ തക്കവണ്ണം കെട്ടിയ ശേഷം കരുവിൻെറ ചെമ്പുകോലിനെ ഗല്വാനിയുടെ പെട്ടകത്തിൽ — ധ്രുവത്തോടും ചെമ്പുതകിടിൻെറ കോലിനെ + ധ്രുവത്തോടും ചേൎത്ത ശേഷം മനുഷ്യൻെറ പ്രവൃത്തി തീൎന്നു; ശേഷമുള്ളതു വിദ്യുച്ഛക്തി ചെയ്യും. ഭൂതങ്ങളുടെ മാലയെ കെട്ടിയ ശേഷം വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കുകൊണ്ടു മേല്പറഞ്ഞ ദ്രവം അതിൻെറ മൂലാംശങ്ങളായി വിഭാഗിച്ച പോകും. അമിലതം + ധ്രുവത്തിൻെറ അരികേയും ചെമ്പു — ധ്രുവത്തിൻെറ അടുക്കലും ചെന്നിട്ടു കരുവിനെ നിറെച്ച മൂടുന്നതിനാൽ നാണ്യത്തിൻെറ രൂപം പിന്നേ ചെമ്പിന്മേൽ കാണും. ആ ചെമ്പുതകിടു വിദ്യുദോട്ടത്തെ അടക്കേണ്ടതിന്നായി മാത്രമല്ല അതു അമിലതത്തോടു ചേരുന്നതിനാൽ ദ്രവത്തിന്നു വേണ്ടുവോളം ചെമ്പു വരുത്തേണ്ടതിന്നു കെട്ടിത്തൂക്കി ഇരിക്കുന്നു താനും. പൊൻപൂശുക, വെള്ളിത്തകിടു പൊതിയുക എന്നീ പ്രവൃത്തികളെ ഇപ്രകാരം തന്നേ സാധിപ്പിക്കാം. ഈ വിദ്യുദണ്ണശാസ്ത്രം 1838-ാമതിൽ യാകോബി (Jacobi) എന്ന ഗൎമ്മാനനും സ്പെന്സർ (Spencer) എന്ന ഇംഗ്ലിഷ്ക്കാരനും ഒരേ സമയത്തിൽ തന്നേ കണ്ടെത്തി പോൽ.

443. **അമിലതം, ജലവായു എന്ന ഭൂതവസ്തുക്കളാൽ വെള്ളം ഉളവാകുന്നു, എന്നു നാം അറിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?**

ഒരു ഭാഗത്തു അടെച്ചിരിക്കുന്ന കണ്ണാടികൊണ്ടുള്ള രണ്ടു കുഴലുകളെ വക്കോളം വെള്ളംകൊണ്ടു നിറെച്ച ശേഷം വെള്ളം ഒഴുകാത്തവണ്ണം തിരിച്ച വെള്ളം നിറഞ്ഞ പാത്രത്തിൽ ഇട്ടതിൽപിന്നേ ഗല്വാനിയുടെ പെട്ടകത്തിൻെറ രണ്ടു കമ്പികൾ കുഴലുകളിൽ ഓരോന്നിൽ നടത്തിയാൽ കുഴലുകളിലുള്ള

വെള്ളം ക്രമേണ കുറഞ്ഞു ഗുരുതമത്തിൻ തകിടിൽനിന്നു വന്ന കമ്പിയുടെ കുഴലിൽ അമിലതവും നാകത്തിൽനിന്നു വന്ന കമ്പിയുടെ കുഴലിൽ ജലവായുവും ജനിക്കും. ജലവായുവിന്റെ കുഴൽ അശേഷം ഈ ആകാശഭേദത്താൽ നിറഞ്ഞുപോയ സമയത്തിൽ വേറേ കുഴലിൽ പകുതി വെള്ളവും പകുതി അമിലതവും കാണുന്നതുകൊണ്ടു മൂന്നംശങ്ങളിൽ വെള്ളത്തിൽ രണ്ടംശം ജലവായുവും ഒരംശം അമിലതവും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു എന്നു കൂടേ ഇതിനാൽ തെളിയുന്നു. അങ്ങിനേ തന്നേ വേറേ വസ്തുക്കളെ വിദ്യുദോട്ടം അവയിലൂടേ നടത്തുന്നതിനാൽ അവയുടെ മൂലാംശങ്ങളായി വിഭാഗിപ്പാൻ കഴിയും. ദൃഷ്ടാന്തം: പൊരിക്കാരം (Potash) വളയൽ ഉപ്പു (Soda) എന്നീ വസ്തുക്കൾ ഭൂതവസ്തുക്കൾ എന്നു മുമ്പേ ശാസ്ത്രികൾ വിചാരിച്ചാലും ദേവി (Davy) എന്ന ജ്ഞാനി വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കിനെ അവയിലൂടേ നടത്തിയപ്പോൾ ഇതുവരേ ആരും അറിയാത്ത രണ്ടു ഭൂതവസ്തുക്കളോടു (Potassium, Sodium) ജലവായുവും അമിലതവും ചേരുന്നതിനാലേ പൊരിക്കാരവും വളയൽ ഉപ്പും ഉളവാകുന്നു എന്നു കണ്ടെത്തി സാക്ഷ്യപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു.

444. **ഇരിമ്പിനെ നാകംകൊണ്ടു പൊതിയുന്നെങ്കിൽ തുരുമ്പിക്കാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?**

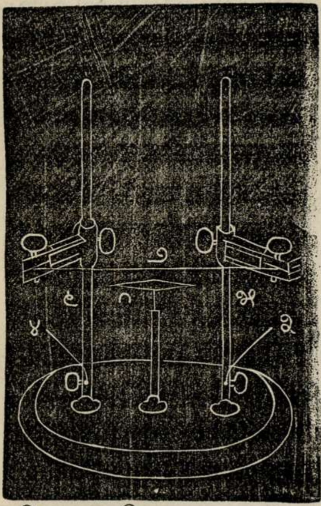
ഇരിമ്പിനെയും നാകത്തെയും തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതിനാൽ ഇരിമ്പു — വിദ്യുച്ഛക്തിയെയും നാകം + വിദ്യുദ്ധാതുവിനെയും ജനിപ്പിക്കും. ഈ വിദ്യുച്ഛക്തിയാൽ വായുവിലുള്ള ഈറം അതിന്റെ മൂലാംശങ്ങളായി പിരിഞ്ഞു അതിൻ അമിലതം + ധ്രുവത്തോടു (നാകത്തോടു) ചേരുന്നതുകൊണ്ടും തുരുമ്പിക്കു എന്നതു ഇരിമ്പു അമിലതത്തോടു ചേരുന്നതിനാൽ ആകകൊണ്ടും കറ പിടിക്കാതേ ഇരിക്കും. നാകത്തിന്നു പകരം ചെമ്പു എടുത്താൽ കാൎയ്യം കേവലം വേറേ. ഈ ചേൎച്ചയിൽ ചെ

മ്പു — വിദ്യുച്ഛക്തിയെയും ഇരിമ്പു + വിദ്യുച്ഛക്തിയെയും ജനിപ്പിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈറത്തിന്റെ എല്ലാ അമ്ലതം ഇരിമ്പിനോടു ചേൎന്നു അധികം വേഗം തുരുമ്പിക്കും പോലും. അതിൻ നിമിത്തം ചെമ്പിലൂടേ തറെച്ച ആണികൾ ക്ഷണത്തിൽ തുരുമ്പിക്കേണം.

445. വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കിൻ സമീപത്തു ഒരു അയസ്കാന്തസൂചി പ്രയോഗിച്ചുകൂടാത്തതു എന്തുകൊണ്ടു?

വടക്കോട്ടു നോക്കുന്ന ഒരു അയസ്കാന്തസൂചിയുടെ മീതേ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു വടക്കിൽനിന്നു തെക്കോട്ടു (6—5) ചെല്ലുമ്പോൾ സൂചി കിഴക്കോട്ടും (2) ഒഴുക്കു സൂചിയുടെ താഴേ വടക്കു നിന്നു തെക്കോട്ടു ഓടുന്നെങ്കിൽ സൂചി പടിഞ്ഞാറോട്ടും (1) തെററിപ്പോകും. അപ്രകാരം തന്നേ സൂചിയുടെ മീതേ ഒഴുക്കു തെക്കുനിന്നു വടക്കോട്ടു (5-6) പോകുമ്പോൾ സൂചി പടിഞ്ഞാറോട്ടും (1)* സൂചിയുടെ താഴേ തെക്കുനിന്നു വടക്കോട്ടു ഓടുന്നെങ്കിൽ സൂചി കിഴക്കോട്ടും (2) തെററിപ്പോകേണം. കാൎയ്യം എളുപ്പത്തോടേ മനസ്സിൽ ധരിക്കേണ്ടതിന്നു ഒരു ഉപമ പ്രയോഗിക്കാം.

No. 109.



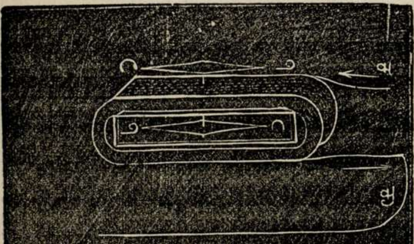
വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ + ഒഴുക്കു കാലിൽ പ്രവേശിച്ചു തലയോളം ഒഴുകുവാൻ തക്കവണ്ണം ഒരാൾ ഈ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കിൽ നിൽക്കുന്നു എന്നു ഊഹിക്ക. ഈ ആൾ ചുററും നീന്തുന്ന സമയത്തിൽ

---

*സൂചകം: 1 = ൧; 2 = ൨; 3 = ൩; 4 = ൪; 5 = ൫; 6 = ൬ എന്നറിക.

എപ്പോഴും മുഖം സൂചിയിലേക്കു തിരിക്കുന്നെങ്കിൽ സൂചിയുടെ വടക്കേ അററം ഇടഭാഗത്തേക്കും തെക്കേ അററം വലഭാഗത്തേക്കും തെററിപ്പോകുന്നതു കാണാം. അയസ്കാന്തസൂചി അല്പമായ വിദ്യുച്ഛക്തിയാൽ തെററിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടു ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന സാമാനത്താൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടോ ഇല്ലയോ എന്നു നല്ലവണ്ണം ശോധനചെയ്വാൻ കഴിയും. നമ്മുടെ രണ്ടാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന പ്രകാരം കമ്പി പലപ്പോഴും ഒരു അയസ്കാന്തസൂചിയുടെ ചുററിലും നടത്തുന്നതിനാൽ ഒഴുക്കിനെ ബലപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിയും. ഈ സാമാനത്തിന്നു "ഗുണകാരം" (Multiplicator) എന്ന പേരുണ്ടു. 1820-ാം കൊല്ലത്തിൽ എസ്റ്റദ് (Oersted) എന്ന ദേനക്കാരൻ ഈ കാൎയ്യം കണ്ടെത്തിയതിനാൽ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ചരിത്രത്തിൽ ഒരു വിധേന ഒരു പുതിയ യുഗം ആരംഭമായി വന്നു. മേലേ വിവരിച്ചതു അല്പമായ കാൎയ്യം എന്നു തോന്നുന്നെങ്കിലും ഇതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തിക്കും അയസ്കാന്തത്തിന്നുമുള്ള ചേൎച്ചയെ കുറിക്കുന്നതുകൊണ്ടു അതു കമ്പിവൎത്തമാനത്തിന്റെ കൌശലത്തിന്നു ആധാരമായി നില്ക്കുന്നു താനും.

No. 110.



446. അയസ്കാന്തശക്തി ഇല്ലാത്ത ഇരിമ്പിനെ ചെമ്പിന്റെ കമ്പികൊണ്ടു ചുററീട്ടു അതിൻ രണ്ടു തലകളെ ഗലവാനിയുടെ പെട്ടകത്തിന്റെ രണ്ടു ധ്രുവങ്ങളോടു ചേൎത്ത ശേഷം ഇരിമ്പു അയസ്കാന്തശക്തി കാണിക്കുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു സാധാരണമായ ഇരിമ്പിലൂടേ ഒഴുകുന്നതിനാൽ അതു ഒരു അയസ്കാന്തമായി ചമയുന്നതുകൊണ്ടു

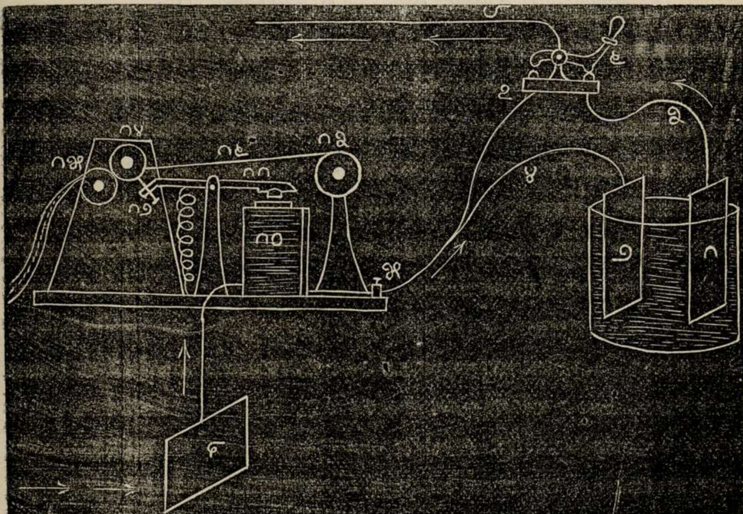
ന്ത്രേ. ഈ വക അയസ്കാന്തത്തിന്നു വിദ്യുദയസ്കാന്തം (Electro-magnet) എന്നു പേർ. വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ബലം വൎദ്ധിക്കുന്തോറും അയസ്കാന്തശക്തിയും വൎദ്ധിക്കും. ലാഡത്തിൻ രൂപത്തിൽ ഒരു ഇരിമ്പിനെ തൂക്കീട്ടു ഒരു ഇരിമ്പുകഷണത്തെ അടുപ്പിച്ചാൽ അതു പററുകയില്ല. വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു ഇതിലൂടേ ചെന്ന ഉടനെ അതു അയസ്കാന്തമായി തീൎന്നിട്ടു 100—200 റാത്തൽ ഘനമേറിയ ഇരിമ്പിൻകഷണങ്ങളെ ആകൎഷിക്കാം. ഒഴുക്കിനെ നിൎത്തിയാൽ പെട്ടന്നു ആകൎഷണവും നിന്നു ഇരിമ്പുകഷണം വീഴും. വിദ്യുച്ഛക്തി ആകാശത്തിൽ പകരാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു ചെമ്പിന്റെ കമ്പിയെ പട്ടുനൂൽകൊണ്ടു ചുററി പൊതിയുവാൻ ആവശ്യം.

447. വിദ്യുച്ഛക്തിയെ കൊണ്ടു വൎത്തമാനം എത്രയും ദൂരത്തിലേക്കു അയപ്പാൻ കഴിയുന്നതു എന്തുകൊണ്ടു?

കമ്പിവൎത്തമാനത്തിന്റെ കാൎയ്യം ബോധിക്കേണ്ടതിന്നു 3 കാൎയ്യം മനസ്സിൽ ധരിപ്പാൻ ആവശ്യം. 1) വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ അത്ഭുതമായ വേഗത. ഈ കാൎയ്യത്തിൽ ശാസ്ത്രികൾക്കു പൂൎണ്ണനിശ്ചയം ഇല്ലായ്കയാലും നടത്തുന്ന വസ്തുക്കളാൽ വേഗത വളരേ ഭേദിക്കുന്നതിനാലും വിദ്യുച്ഛക്തി എങ്ങിനേ എങ്കിലും വെളിച്ചത്തെക്കാൾ അധികം വേഗം ഓടുന്നതാകുന്നു പോലും. 2) നാം പലപ്പോഴും കണ്ടപ്രകാരം ചെമ്പിന്റെ കമ്പിയോ ഇരിമ്പിൻകമ്പിയോ മാത്രമല്ല ഭൂമിയും ലോഹങ്ങളും ഈ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ വളരേ താല്പൎയ്യത്തോടേ നടത്തുന്നു. 3) 445. 446. എന്നീ ചോദ്യങ്ങളിൽ കണ്ടപ്രകാരം ദൂരത്തിൽനിന്നു ഓരോ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കിനാൽ ഒരു ഇരിമ്പുകഷണത്തിന്നു അയസ്കാന്തശക്തി വരുത്തുവാനും ഈ ശക്തിയെ നിൎത്തുവാനും കഴിയുന്നതു കൊണ്ടു എത്രയും ദൂരമുള്ള സ്ഥലത്തു ഈ

ആകൎഷണത്താലും നിഷേധത്താലും അടയാളങ്ങളെ അറിയിപ്പാൻ വഴിയുണ്ടു.

No. 111.



നമ്മുടെ ചിത്രത്തിൽ നോക്കുമ്പോൾ ഇപ്രകാരം അടയാളങ്ങളെ മാത്രമല്ല ചിഹ്നങ്ങളെ കൊണ്ടും വാക്കുകളെയും വിചാരങ്ങളെയും അറിയിക്കേണ്ടതിന്നു വേണ്ടുന്ന സാമാനങ്ങൾ ഒക്കയും കാണും. ഒന്നാമതു രണ്ടു സ്ഥലങ്ങൾക്കു നടുവിൽ ഒരു വിദ്യുദോട്ടം വരുത്തുവാൻ ആവശ്യം. ഇതിന്നായി ഓരോ സ്ഥലത്തിൽ 1) ഗല്വാനിയുടെ പെട്ടകം ഉണ്ടാകും ഇതിൽനിന്നു രണ്ടു കമ്പികൾ പുറപ്പെട്ടു ഒന്നു (3 — 8) മീതേയുള്ള അമ്പുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നപ്രകാരം ഭൂമിയുടെ മീതേ ശക്തിയുള്ള തൂണുകളുടെ മേൽ വേറേ സ്ഥലത്തേക്കു നടത്തി അടയാളങ്ങളെ കൈക്കൊള്ളുന്ന യന്ത്രത്തിൽ എത്തിക്കും. മ

റേറത്തു (4—5—9) താഴേ ഭൂമിയിൽ മാത്രം ചെന്നിട്ടു വിദ്യുച്ഛക്തിയെ അങ്ങോട്ടു കൊണ്ടുപോയശേഷം ഭൂമി തന്നാലേ ശക്തിയെ നടത്തി വേറേ സ്ഥലത്തിൽ വെച്ച കമ്പി വീണ്ടും കൈക്കൊണ്ടു ഒന്നാം കമ്പി എത്തിയ യന്ത്രത്തിൽ തന്നേ എത്തിക്കും. ഭൂമി ഈ ശക്തിയെ അധികം നല്ലവണ്ണം നടത്തേണ്ടതിന്നു നാം ഓരോ തൂണിൻെറ താഴേ ലോഹത്തിൻെറ ഒരു വലിയ തകിട്ടു നിൎത്തുന്നുവല്ലോ (൯=9).* 2) ഈ ഓട്ടത്തെ ജനിപ്പിക്കേണ്ടതിന്നും നിൎത്തേണ്ടതിന്നും അല്ലെങ്കിൽ അടയാളങ്ങളെ കൊടുപ്പാനായിട്ടു ഒരു സാമാനം വേണം എന്നല്ലേ. അതു നാം ചിത്രത്തിൻ മീതേ (൬, ൭=6,7) കാണുന്നു. അതു ഒരു വാതിലിൻ പിടിത്തത്തോടു തുല്യം: അതിന്നു താക്കോൽ എന്നു പേർ പറയാം. വൎത്തമാനത്തെ അയക്കുന്ന ഉദ്യോഗസ്ഥൻ ഈ താക്കോൽ താഴ്ത്തിയാൽ (ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നപ്രകാരം) രണ്ടു സ്ഥലങ്ങളുടെ നടുവിൽ വിദ്യുദോട്ടം അടക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു കൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു ഉളവാകും. 3) ഈ അടയാളങ്ങൾ കൈക്കൊള്ളേണ്ടതിന്നു ഒരു സാമാനം ഓരോ സ്ഥലത്തിൽ ഉണ്ടു; അതു ചിത്രത്തിൻെറ ഇടഭാഗത്തു നാം കാണുന്നഏററവും വിശിഷ്ടഅംശം തന്നേ. താക്കോലിനെ താഴ്ത്തുന്നതിനാൽ വിദ്യുച്ഛക്തികമ്പിയിലും ഭൂമിയിലും കൂടി ഓടി വേറേ സ്ഥലത്തിലുള്ള ഈമൂന്നാം സാമാനത്തിലൂടേ ചെല്ലും. ഇതിലൂടേ ചെല്ലുന്നതിനാൽ ഇരിമ്പിൻ രണ്ടു ഗോളസ്തംഭങ്ങൾ (൧൦, 10) അയസ്കാന്തശക്തി പിടിച്ചു ഒരു അച്ചിൻെറ ചുററിൽ തിരിയുന്ന തുലാത്തിൻെറ ഭുജത്തിൽ തറെച്ച (൧൧, 11) ഇരിമ്പുകോലിനെ താഴോട്ടു ആകൎഷിച്ചു വലിക്കുന്നതിനാൽ വേറേ ഭുജം മേലോട്ടു ക

---

* സൂചകം: 1=൧; 2=൨; 3=൩; 4=൪; 5=൫; 6=൬; 7=൭; 8=൮; 9=൯; 10=൧൦; 11=൧൧; 12=൧൨; 13=൧൩; 14=൧൪; 15=൧൫.

യറും. മേലോട്ടു പോകുന്ന ഭുജത്തിൽ നാം കൂൎമ്മയായിരിക്കുന്ന ഒരു ആണി കാണും (൨൭, 12), അതു ഭുജത്തോടു കൂടേ മേലോട്ടു കയറി ഒരു ചക്രത്തോടു കൂടേ ചുററിൽ തിരിയുന്ന കടലാസ്സിൽ (൨൮, 15) കുത്തും. താക്കോൽ പൊന്തിച്ച ഉടനേ രണ്ടു ഗോളസ്തംഭങ്ങളുടെ അയസ്കാന്തശക്തി നീങ്ങി ചിത്രത്തിൽ നാം കാണുന്ന താഴോട്ടു വലിക്കുന്ന ചുരുൾ വില്ലിന്റെ ബലത്താൽ തുലാത്തിന്റെ വലഭുജം മേലോട്ടു കയറുന്നതുകൊണ്ടു ഇടഭാഗത്തിലുള്ള എഴുത്താണി കടലാസ്സിനെ വിട്ടിട്ടു കടലാസ്സു വെറുതേ തിരിയും. ഇവ്വണ്ണം കടലാസ്സിൽ പല അടയാളങ്ങളെ ദൂരത്തിൽനിന്നു എഴുതിപ്പാൻ കഴിയും എന്നു ബോധിപ്പാൻ പ്രയാസമില്ല. നാം താക്കോലിനെ ചില സമയത്തേക്കു താഴ്ത്തിയാൽ ആ ആണി കടലാസ്സിൽ ഒരു രേഖ വരക്കേണം. താക്കോൽ പൊന്തിച്ച താഴ്ത്തി അല്പം മാത്രം തൊട്ടാൽ ആണി കടലാസ്സിൽ കുത്തി ഒരു പുള്ളി ഉളവാകും. ഇവ്വണ്ണം വേണ്ടുന്ന അക്ഷരങ്ങൾ ചെറിയ രേഖകളെക്കൊണ്ടും പുള്ളികളെക്കൊണ്ടും കിട്ടും. നടപ്പായ അടയാളങ്ങൾ അതാവിതു:

A (അ) = .—,	B (ബ) = —...	C (ച) = —.—.
D (ദ) = —..	E (എ) = .	F (ഫ) = ..—.
G (ഗ) = — —.	H (ഹ) = ...	I (ഇ) = ..
K (ക) = —.—	L (ല) = .—..	M (മ) = — —
N (ന) = —.	O (ഒ) = — — —	P (ഫ) = .— —.
Q (ക്വ) = — —.—	R (റ) = .—.	S (സ) = ...
T (ത) = —	U (ഉ) = ..—	V (വ) = ...—
W (വ) = .— —	X (ക്സ) = —..—	Y (യ) = —.— —

Z (ත්ස) = — — . .   Ch (ච) = — — — —   Ae = . — . —

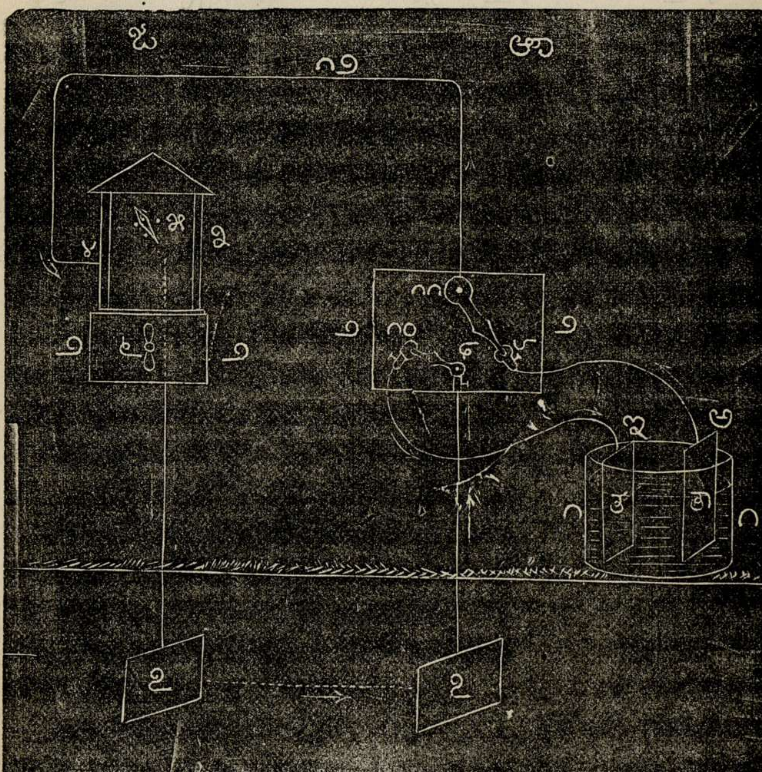
1 = . — — — —   2 = . . — — —   3 = . . . — —   4 = ... —

5 = ...   6 = — . . . .   7 = — — . . .   8 = — — — . .   9 = — — — — .

0 = — — — — —   . = ...   , = . — . — . —   ; = — . — . — .

: = — — — . . .

No. 112.



നമ്മുടെ ഈ ചിത്രത്തിൽ ഒരു കമ്പിവൎത്തമാനം ഒരു സ്ഥലത്തിൽനിന്നു വേറേ സ്ഥലത്തേക്കു ഓടുന്നതു ഒരു വിധേന നമുക്കു കണ്ടറിയാം. താക്കോൽ താഴ്ത്തിയാൽ + വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഒഴുക്കു വലഭാഗത്തിരിക്കുന്ന ഗല്വാനിയുടെ പെട്ടകത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടു കമ്പിയില്കൂടേയും ഇടഭാഗത്തുള്ള താക്കോല്കൂടേയും ചെന്ന ശേഷം വിദ്യുദയസ്കാന്തത്തിൽ എത്തി അവിടേനിന്നു താഴോട്ടു ഭൂമിയിൽ അകപ്പെട്ടിട്ടു ഭൂമിയോ അതിനെ മടക്കികൊണ്ടു പോയി ഒന്നാം സ്ഥലത്തിലേ വിദ്യുദയസ്കാന്തത്തില്കൂടേ ചേൎന്ന ശേഷം അതു പെട്ടകത്തിന്റെ — ധ്രുവത്തോടു ചേരും.

ഈ എത്രയും കൌശലമുള്ള പ്രവൃത്തി ആർ യന്ത്രിച്ചു എന്നു ചോദിച്ചാൽ അതു ഒരൊററ ആളല്ല, പല കീൎത്തിപ്പെട്ട ജ്ഞാനികൾ അതിനെ ക്രമേണ സങ്കല്പിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു പറയേണം. 1808-ാം കൊല്ലത്തിൽ സെമെരിങ്ക് (Sœmering) എന്ന ഗൎമ്മാനൻ ഒന്നാമതു ഉരസലിനാലുളവാകുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിയെ അടയാളങ്ങൾ കൊടുപ്പാനായി പ്രയോഗിക്കേണ്ടതിന്നു ശ്രമിച്ചു. ഈ അറെറഴുത്തുകമ്പി (Telegraph) തന്നേ സങ്കല്പിച്ചു ജ്ഞാനികൾ ഗൌസ്സ്, വേബർ (Gauss, Weber) എന്ന രണ്ടു ഗൎമ്മാനരാകുന്നു. (1853-ാം കൊല്ലം) സ്റ്റൈൻഥാൽ (Steinthal) ഒന്നാമതു ഭൂമിയെ ഈ വിദ്യുച്ഛക്തി നടത്തേണ്ടതിന്നു പ്രയോഗിച്ചപോൽ. എല്ലാ ദിക്കിലും ഇപ്പോൾ പ്രയോഗിക്കുന്ന അറെറഴുത്തുകമ്പി മോസ് (Morse) എന്ന അമേരികക്കാരൻ യന്ത്രിച്ചതു ആകുന്നു. മനുഷ്യർ ഈ കമ്പികളെ തല്ക്കാലത്തു ഭൂമിയുടെ എല്ലാ രാജ്യങ്ങളില്കൂടേ കെട്ടിവെക്കുന്നതല്ലാതേ സമുദ്രത്തിൻ ആഴത്തിൽ കിടക്കുന്ന പ്ലാകങ്ങൾ ഭൂഖണ്ഡങ്ങളെ

പോലും തമ്മിൽ ചേൎത്തിട്ടു മനുഷ്യരുടെ വിചാരങ്ങൾ ഇപ്പോൾ മിന്നൽപ്പിണരിനു ഒത്ത വേഗതയിൽ കരയിലും കടലിലും മരുഭൂമികളിലും കൂടി ഓടുന്നതിനാൽ ലോകത്തിൽ എങ്ങും മനുഷ്യരുടെ എല്ലാ വ്യവസ്ഥകളിലും എത്ര മാററങ്ങളും ഉപകാരങ്ങളും ഉളവായി വന്നിരിക്കുന്നു.

APPENDIX.

അ നു ബ ന്ധം.

ഈ പ്രകൃതിശാസ്ത്രം സത്യതല്പരനായ ഒരു മനുഷ്യനെ എന്തെല്ലാം പഠിപ്പിക്കുമെന്നു ചുരുക്കമായി വിവരിച്ചു കൂടാ എങ്കിലും ചില ഉപദേശങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കാം. സൎവ്വജ്ഞനായ ഒരു ദൈവം ഈ ഭൂമിയുടെ മീതേ വാഴുന്നു എന്നു പ്രകൃതി മുഴുവൻ നമുക്കു സാക്ഷ്യം ചൊല്ലുന്നുവല്ലോ; എന്നാൽ ദൈവത്തിന്നു പകരം പ്രകൃതിയുടെ നിയമങ്ങളെ ദൈവീകരിച്ചു കുമ്പിടുന്നതു സാധിക്കയില്ലല്ലോ. ധൎമ്മം ഉണ്ടെങ്കിൽ ഒരു ധൎമ്മകൎത്താവും വേണ്ടേ? പ്രകൃതിയിൽ എങ്ങും ഒരു ലാക്കും വിക്ഷയവും കാണുമ്പോൾ അതു തന്നാലേ വന്നു എന്നും അതു മനുഷ്യരുടെ ഊഹമത്രേ എന്നും പറയുന്നതു സാരമില്ല. കണ്ണിനെ ഇരുട്ടുള്ള ഗൎഭപാത്രത്തിൽ ഉണ്ടാക്കിയവന്നു കാഴ്ച ഇല്ലേ; ചെവിയെ സൃഷ്ടിച്ചവന്നു കേൾവി വേണ്ടേ? ഈ ദൈവം സകലവും വിശേഷമായ ക്രമത്തിൽ തോന്നിച്ചു, അവന്റെ ജ്ഞാനവും വിവേകവും ലോകത്തിൽ എങ്ങും ശോഭിക്കുന്നു എന്നു നമുക്കു പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്താൽ അറിയാം. പ്രകൃതിയുടെ പലതരങ്ങളിലും നാം കാണുന്ന നിയമങ്ങൾ തമ്മിൽ അനുസരിക്കയും സമ്മതിക്കയും ചെയ്യുന്നതല്ലാതേ പല തരങ്ങളുടെ ബോധമില്ലാത്ത അംശങ്ങൾ അന്യോന്യം സഹായിച്ചാൽ അതു എല്ലാററിന്നും അടിസ്ഥാനവും ആധാരവുമായിരിക്കുന്ന ഒരാത്മാവിന്റെ ആലോചനയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നില്ലയോ? ജന്തുക്കൾ സസ്യങ്ങൾക്കു വേണ്ടുന്ന അംഗാരാമ്ലത്തെയും സസ്യങ്ങൾ ജന്തുക്കൾക്കു ആവശ്യമായ അമിലതത്തെയും പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു (224-ാം ചോദ്യം), വെള്ളം മത്സ്യങ്ങൾക്കു അമിലതം വരുത്തേണ്ടതിന്നു എപ്പോഴും താഴോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നു (308-ാം ചോ.) വെള്ളം കട്ടിയായി തീരുന്നു (296-ാം ചോ.) മുതലായ ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ പ്രകൃതിയുടെ പല സംസ്ഥാനങ്ങളിൽ വാഴുന്ന ഏകദൈവം എല്ലാ സൃഷ്ടികളിലും തന്റെ ദൃഷ്ടിയെ വെച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു എത്രയും സ്പഷ്ടമായി കാണിക്കുന്നു. പിന്നേ പ്രകൃതിയിൽ കാൎയ്യങ്ങൾ ഇടവിടാതേ മാറിയും പദാൎത്ഥങ്ങൾ ജനിച്ചു കഴിഞ്ഞുപോകയും ചെയ്യുന്നെങ്കിലും ഒരു ലേശംപോലും

നഷ്ടമാസ്സോകാത്തപ്രകാരം കാണുമ്പോൾ നമ്മുടെ ദൈവം സൃഷ്ടിച്ചവ ഒക്കയും പരിപാലിക്കുന്നു എന്നും തെളിയുന്നു. അതുകൂടാതെ മനുഷ്യർ സാധാരണമായി ഊഹിക്കാത്ത ജീവജാലങ്ങൾ ഭൂതക്കണ്ണാടി ചീനക്കുഴൽ എന്നിവററാൽ കാണായ്വരുന്നതുകൊണ്ടു മഹാദൈവത്തിൻെറ ഐശ്വൎയ്യവും തേജസ്സും ഏററവും വിളങ്ങുന്നു എന്നു മാത്രമല്ല ഒന്നിനെ പോലും മറക്കാതെ ഓരോ ജീവിക്കും വേണ്ടുന്നതിനെ ഒരുക്കി നല്കുന്നതുകൊണ്ടു അവൻ ദയാവാത്സല്യങ്ങളാൽ സമ്പൂൎണ്ണനായ ഒരു സൃഷ്ടാവാകുന്നു എന്നും കൂടേ പ്രകൃതി എന്ന പുസ്തകം മനുഷ്യരോടു അറിയിക്കുന്നു.

പ്രകൃതി എത്രയും സൂക്ഷ്മമായ ഈ ഉപദേശങ്ങളാൽ മാത്രം അല്ല ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളെക്കൊണ്ടും നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. പലപ്പോഴും നാം പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്ന നിയമങ്ങളും ആത്മികവ്യവസ്ഥകളിൽ വ്യാപരിക്കുന്ന ക്രമങ്ങളും എത്രയും തുല്യമാകയാൽ ഈ രണ്ടു രാജ്യങ്ങൾക്കു തമ്മിലുള്ള ചേൎച്ച നല്ലവണ്ണം കാണ്മാൻ ഉണ്ടു. ഇതിനെ തെളിയിക്കേണ്ടതിന്നു ചില ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ മതിയാകും. വീഴുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻെറ വേഗത മേല്ക്കുമേൽ വൎദ്ധിക്കുംപോലേ വിടക്കാസ്സോകുന്ന ഒരു മനുഷ്യനും വല്ലായ്മയിലും വികൃതിയിലും മേല്ക്കുമേൽ വൎദ്ധിച്ചു എത്രയോ വേഗത്തിൽ നശിച്ചു പോകും. കപ്പൽയാത്രക്കാരും വനചാരികളും ചിലപ്പോൾ ചില മായക്കാഴ്ചകളെ ആകാശത്തിൽ കാണുംപ്രകാരം പല മനുഷ്യരുടെ ഊഹങ്ങളും ആഗ്രഹങ്ങളും ഒരിക്കലും നിവൃത്തിയായി വരാതേ കാൎയ്യം പിടിപ്പാൻ പോകുന്നേരം എല്ലാം മായാനിൎമ്മിതമത്രേ എന്നു വ്യസനത്തോടേ കണ്ടറിയും. കണ്ണുണ്ടായാലും വെളിച്ചം എന്നിയെ ഒന്നും കണ്ടുകൂടാത്തപ്രകാരം മനുഷ്യന്നു ബുദ്ധിയും ജ്ഞാനവും ഉണ്ടായാലും ഒന്നാമതു അതിനെ പ്രകാശിപ്പിക്കുന്ന ദിവ്യവെളിച്ചം കൂടാതേ അവർ ഇരുട്ടിൽ തപ്പി തപ്പി നടക്കുകേയുള്ളു. വൎഷവിന്ദുക്കളിൽ വിളങ്ങുന്ന സൂൎയ്യൻെറ രശ്മിയാൽ ഉളവായ ആകാശവില്ലു മഴ തീരുമ്പോൾ നീങ്ങിപ്പോയിട്ടും ആ തുള്ളികളിൽ ശോഭിച്ചിരുന്ന ആദിത്യൻ ഇനിയും പ്രകാശിക്കുന്നുവല്ലോ. അപ്പണ്ണം മനുഷ്യാത്മാവു ശരീരത്തെ ജീവിപ്പിച്ച ശേഷം ഈ ശരീരം കേട്ടുപിടിച്ചാലും ആത്മാവു ഹാനികൂടാതേ നിത്യം നില്ക്കും. വെളിച്ചത്തിൻെറ ശൌക്ല്യമായ രശ്മി സ്വച്ഛതയുള്ള വസ്തുവിലൂടേ ചെല്ലുന്നതിനാൽ പല നിറങ്ങളായി വിളങ്ങുംപ്രകാരം ദൈവതേജസ്സും മനുഷ്യരിൽ പല വരങ്ങളായി പ്രതിബിംബിക്കുന്നുവല്ലോ! നമ്മുടെ ശബ്ദത്തിന്നു ഒരു പ്രതിശബ്ദം കേൾക്കുംവണ്ണം മററുള്ളവരോടു നാം ഏതുപ്രകാരം പെരുമാറുന്നുവോ അതേപ്രകാരം അവർ നമ്മെ സ്നേഹിക്കയോ വെറുക്കുകയോ ചെയ്യും. ആവിയെ അമൎത്തുന്നേ

ടത്തോളം അതിന്റെ ബലം പെരുകുന്നതു പോലേ പല മനുഷ്യരുടെ പ്രാപ്തി യും ശക്തിയും ഞെരുക്കത്താലും പ്രയാസത്താലും വൎദ്ധിച്ചു അത്യന്തം ശോഭിക്കും. എന്നാലും ഈ രണ്ടുകാൎയ്യങ്ങൾക്കും ഒരു അതിരുണ്ടെന്നു ഓൎക്കേണം. ഉഷ്ണത്താൽ പദാൎത്ഥങ്ങൾ വിരിയുകയും സസ്യങ്ങൾ വളരുകയും ചെയ്യുമ്പോലേ ആത്മാക്കളിലും ഉഷ്ണത്തോടും വെളിച്ചത്തോടും തുല്യമായ സ്നേഹം മാനുഷഹൃദയങ്ങളെ അന്യോന്യം ചേരുവാൻ തക്കവണ്ണം തുറന്നു ഉണ്മയായ ചൈതന്യവും ജീവനും പ്രാപിപ്പാറാക്കും താനും. ഓരോ വസ്തുവിൽ ഉഷ്ണവും അയസ്കാന്തശക്തിയും വിദ്യുച്ഛക്തിയും അവ്യക്തമായി അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു; ഇപ്പറഞ്ഞ ശക്തികൾ വ്യാപിക്കുന്ന മറ്റു ഓരോ വസ്തുവിനാൽ ഉണൎന്നു പ്രവൃത്തിക്കുംപോലേ ആത്മികരാജ്യത്തിൽ ജീവൻ ജീവനെ ജനിപ്പിച്ചു തക്കതായ ഓരോ സഹായത്താലും ഉപദേശത്താലും മനുഷ്യനിൽ എന്തെല്ലാം ശക്തികളെ ഉണൎത്തി പ്രവൃത്തിപ്പിപ്പാൻ കഴിയും. അയസ്കാന്തം അനേകകഷണങ്ങളായി നുറുക്കിക്കളഞ്ഞാലും ഓരോ കഷണത്തിലും ഈ ശക്തി ഇനിയും വ്യാപിക്കുന്നു എന്നാലും പെരുത്തു ഉഷ്ണത്താൽ ശക്തി ഇല്ലാതേ പോകുന്നതുപോലേ പ്രാകൃതനായ മനുഷ്യന്റെ പാപസ്വഭാവവും പറഞ്ഞുകൂടാത്ത കഷ്ടങ്ങളാലും ശിക്ഷകളാലും മാറിപ്പോകാതേ മേലിൽനിന്നു പുതിയ ഒരാത്മാവു അവനിൽ ആവസിക്കുന്നതിനാൽ മാത്രമേ ഭേദിച്ചു പോകുയുള്ളു. സമമായ അയസ്കാന്തശക്തികളും വിദ്യുച്ഛക്തികളും തമ്മിൽ തമ്മിൽ മറുക്കുകയും ഭേദ്യമായവ അന്യോന്യം ആകൎഷിക്കയും ചെയ്യുന്നപ്രകാരം മുറ്റും സമന്മാരായ മനുഷ്യർ പലപ്പോഴും തമ്മിൽ വെറുക്കയും വ്യത്യാസപ്പെട്ടവരോ അന്യോന്യം ആകൎഷിക്കയും ചെയ്യുന്നുണ്ടല്ലോ. അയസ്കാന്തസൂചി എപ്പോഴും വടക്കോട്ടു തിരിഞ്ഞുനില്ക്കുന്നതുപോലേ ഓരോ മനുഷ്യന്റെ മനക്കാമ്പിലും ദൈവത്തോടു ചേരുവാൻ തക്കതായ ഒരു ആഗ്രഹമുണ്ടു. നിൎമ്മൂലനാശം വരാതേ ഭൂകമ്പങ്ങളും കൊടുങ്കാറ്റുകളും മിന്നൽപിണരുകളും ആകാശത്തെ ശുദ്ധീകരിപ്പാനായിട്ടു മാത്രം അത്യാവശ്യമാകുന്നപ്രകാരം മനുഷ്യജാതിക്കും ഭയങ്കരനഷ്ടം വരാതേ ഇരിക്കേണ്ടതിന്നു പലപ്പോഴും യുദ്ധം, ക്ഷാമം, രോഗം മുതലായ ദുഷ്കാലങ്ങളും വലിയ ഉപകാരങ്ങളായി ഉതകേണം. വലിയ അനുഗ്രഹത്തിൻ ദൃഷ്ടാന്തമാകുന്ന മഴ ഭേദം എന്നിയേ എല്ലാ നിലങ്ങളിലും പെയ്യുന്നതു പോലേ ദൈവത്തിന്റെ കൃപയും ദുഷ്ടരും നല്ലവരും ഒരുപോലേ അനുഭവിക്കുന്നു എങ്കിലും ഈ വൎഷത്താൽ ചില ദിക്കിൽ നദികൾ കവിഞ്ഞു മൂലച്ഛേദം വരുത്തുകയും മറ്റുള്ള സ്ഥലങ്ങൾ തണുത്തു കൃഷി എത്രയും നല്ലവണ്ണം വളരുകയും ചെയ്യുന്നപ്രകാരം ദൈവത്തിന്റെ കൃപയും ഒരുവനു അനുഗ്രഹവും മറ്റൊരുവനു ശിക്ഷയും

ആയ്യമയും താനും. ഓരോ വൎഷവിന്ദുവിൽ ആദിത്യൻെറ സ്വരൂപം പ്രതിബിംബിക്കും പോലേ മനുഷ്യരുടെ ഇടയിൽ ഓരോരുവൻെറ ഹൃദയത്തിലും മഹാദൈവത്തിൻെറ കരുണ വിളങ്ങീട്ടു മൎത്യൻെറ മനസ്സു പരിശുദ്ധാത്മാവിൻെറ ആലയവും വാസസ്ഥലവും ആയി തീരേണ്ടതു. മേല്പറഞ്ഞതു ചില ഉദാഹരണങ്ങളത്രേ; തുറന്ന കണ്ണുകൊണ്ടും ദൈവത്തെ സ്നേഹിക്കുന്ന ഹൃദയംകൊണ്ടും നാം പ്രകൃതി എന്ന പുസ്തകം വായിപ്പാൻ ശീലിച്ച ശേഷം നാം എവിടേ നിന്നാലും അതു വിശുദ്ധസ്ഥലം എന്നും ദൈവം ആ വഴിയെ കടന്നുപോയിട്ടു നമുക്കവേണ്ടി ഒരു ഉപദേശം എഴുതിയിരിക്കുന്നു എന്നും കാണും. പ്രിയവായനക്കാരേ! കല്ലുകൾ വീടുകെട്ടേണ്ടതിന്നായും മൃഗസസ്യാദികൾ ആഹാരത്തിന്നായും വെള്ളം കുടിപ്പാനായും മാത്രമല്ല സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു; പ്രകൃതിയുടെ മീതേ ദൈവത്തിൻെറ ആത്മാവു ആവസിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈ ആത്മാവിൽനിന്നു ഉത്ഭവിച്ച മനുഷ്യദേഹി പ്രകൃതിയിൽ എങ്ങും അവനു ഗ്രഹിപ്പാൻ കഴിയുന്ന ഒരു ഭാഷ കേൾക്കുന്നുവല്ലോ! അതുനിമിത്തം മാത്രം വെളിച്ചം നമ്മുടെ ഹൃദയത്തെ സന്തോഷിപ്പിക്കയും സ്വരം നമ്മെ ആശ്വസിപ്പിക്കയും ചെയ്യുന്നുള്ളു. പ്രകൃതി എന്ന പുസ്തകം നിങ്ങൾക്കു ഉള്ളവണ്ണം ബോധിക്കയും സ്വൎഗ്ഗീയപിതാവിൻെറ പത്രത്തെ നിങ്ങൾ വായിക്കയും ചെയ്തശേഷം ഉന്നതത്തിൽ വസിക്കുന്ന നമ്മുടെ ദൈവം തേജസ്സും ദയയും കൊണ്ടു സമ്പൂൎണ്ണനും നാമോ അവൻെറ മുമ്പാകേ പൊടിയും വെണ്ണീറുമത്രേ എന്നു കണ്ടറിയുന്നതുമല്ലാതേ ദൈവബോധത്തിൻെറ ഈ ആദ്യാക്ഷരങ്ങളെ പഠിക്കയും വെളിച്ചമാകുന്ന ദൈവത്തിൻെറ വസ്ത്രത്തോങ്ങൽ തൊടുകയും ചെയ്യുതിൽ പിന്നേ നിങ്ങൾ തികഞ്ഞ അറിവിൽ എത്തുവാനും ദൈവത്തിൻെറ ഹൃദയത്തിൽ തന്നേ നോക്കുവാനും ആഗ്രഹിക്കും എന്നു ഈ പുസ്തകത്തിൻെറ ഗ്രന്ഥകൎത്താവു വാഞ്ഛിക്കുന്നു.

സമാപ്തി.

REPERTORY.

§ 1. ***Introduction.*** Definition of *Physics* and its relation to Natural History, *Chemistry* and other natural sciences (Mal. Preface and Question 1-6).

Physics as well as Chemistry deal with inorganic bodies. We call a body *organic*, if it by certain organs receives materials from outside and partly assimilates and partly secretes them. Other bodies are inorganic.

Natural Sciences.

A. Science of objects. Natural History.			B. Science of Phenomena. Nat. Philosophy.		
1	2	3	4	5	6
Bodies homogeneous in their masses.	Heterogeneous in their masses and without spontaneous motion.	Heterogeneous in their masses and with spontaneous motion.	Changes not affecting the composition of bodies.	Changes affecting the composition of bodies.	Changes in organic bodies.
Mineralogy	*Botany*	*Zoology*	*Physics*	*Chemistry*	*Physiology*

CHAPTER I.

General Properties of Bodies.

7-108.

§ 2. ***Definition.*** 7. All bodies have a certain extension. Whatever occupies space is called *matter;* if matter is limited we call it a *body.* What causes a change in a body we call *force.*

§ 3. We may distinguish between *essential properties*, without which a body cannot be thought of as existing (extension and impenetrability), and *accidental* ones.

§ 4. 1) *Extension* or magnitude 8-11. *Mass*, *Volume*, *Form* of a body, *Measure*, its unit the metre.

§ 5. 2) *Impenetrability*. The space occupied by one body cannot simultaneously be occupied by another. Seeming penetrability (water poured upon a heap of sand) 12-17.

§ 6. 3) *Porosity*. Bodies never fill the whole space they occupy. The *pores* are either sensible 18. 19. 20. 21. or intermolecular pores.

Examples: 18-30. Besides these: Chalk thrown into water; *filters* (Chem. Primer, page 38); salt dissolved in water.

§ 7. A consequence of porosity is the *Compressibility* of bodies. Hence: The *density* of a body (its mass being unchanged) increases in proportion to the decrease of its volume. If D = density of body, M its mass and V its volume, and d, m and v the corresponding figures for another body, we may say:

$$D : d = M . v : m . V \text{ or } D = \frac{M}{V}.$$

§ 8. 4) *Divisibility*. 31-35. All bodies may be divided into distinct parts. Some facts in Chemistry lead to the conclusion, that the divisibility of matter has a limit, while further consideration has led to the supposition of the existence of the so-called *Atoms* (extremely minute indivisible parts). Certain phenomena indicate further, that these atoms do not come in contact with each other, but each of them is supposed to be surrounded by an *ether*-atmosphere (ether means an extremely fine gaseous substance).

Remark. The existence of Atoms represents a dogma in natural science; for the atoms are beyond the reach of experiments. To proceed

from divisible parts to indivisible parts, is a leap from the physical to the metaphysical world, which leap can be carried out only by belief (!). This shows, that even the exact sciences cannot dispense with faith, not even in laying the foundation for their systems.

§ 9. 5) *Cohesion.* 36-43. The force, which unites the molecules of a body and resists the divisibility of matter. In some bodies we see on the contrary an inclination of the *molecules* (a perceivable cluster of atoms) to separate from each other, which force may be called *Repulsion* or *Expansion.* This repulsion amongst the molecules can be explained properly only by the supposition of the existence of an ether-atmosphere between the single atoms. Cohesion varying with the nature of bodies, 38. 41. with the arrangement of their molecules 39. 40. 42. and with their temperature 37.

§ 10. That force, by which the molecules of different elements are attracted is called: "*Chemical Affinity* or Chemical Attraction." *f. e.* Oxygen and Hydrogen in forming water.

§ 11. The 3 *states of matter* caused by Cohesion or Repulsion. (States of aggregation.)

a) *Solids:* Cohesion preponderates over repulsion.

b) *Liquids:* Cohesion is almost balanced by repulsion. With their minimum of cohesion they form drops.

c) *Gases:* Repulsion or the force of heat preponderates over cohesion.

Gases are either *permanent* or *coercible;* the former remain gases, even if exposed to the greatest pressure and cold; the latter may be liquified. In a transitional state we see *vapours* and steam. Till recently Nitrogen, Asetic oxide and carburetted Hydrogen gas were considered permanent gases. (Faraday, Graham, Sictet and Cailletet).

Remark: We know of no *absolute liquid,* this means of no body, in which cohesion and repulsion would be exactly the same or in which neither the one nor the other would prevail.

§ 12. 6) *Adhesion.* 44-58. The attraction between the surfaces of two bodies.

Other applications: in raising a plank placed on water resistance is felt; walking through thick mud; gluing, soldering, cementing, coating mirrors; dust on the ceiling etc. As a rule cohesion and adhesion act against each other, in some cases adhesion may change into cohesion: as in soldering, gluing, cementing, luting etc.

No. I.

§ 13. 7) *Capillarity.* 59-71. The attraction between narrow tubes and liquids. It may be observed best in small tubes (called capillaries, tubulus capillaris). If this adhesion of the tubes preponderates, the liquid in the tube stands above the liquid outside, and this is called capillaceous attraction; if the cohesion of the liquid abounds, it will stand lower in the tube than outside, and this we call capillaceous depression (repulsion).

Other examples: The sap rising in plants; a lump of sugar placed with only a part of it in water dissolves more quickly, than if fully immersed, because in the first case the air, filling the capillary tubes, is able to escape more rapidly than in the second.

§ 14. *Absorption* is the penetration of a liquid or a gas into a porous body; *Imbibition* is restricted to liquids penetrating into the pores of a solid body. Thus if the leaves of plants receive carbonic acid etc. we call it absorption.

§ 15. The mutual exchange of two liquids through a porous body is called *Endosmose* (perhaps better: Diosmose or Osmose). If there is communication between two liquids, capable of mixing through the pores of a porous body (a bladder or unglazed clay), the colour would show, that the liquids with different velocities mix with each other, in consequence of which, quite independent of hydrostatical laws, the level of one liquid rises and that of the other falls. Tie up one end of a chimney with a piece of bladder, pour in a solution of blue vitriol and dip the chimney into a vessel containing so much water, that the vitriol in the chimney and the water are on one level. We shall see, that the liquid in the chimney rises and gradually the water takes the colour of the blue vitriol. The process goes on until both liquids are alike. To understand this it must be borne in mind, that 1) There is a stronger attraction between water and blue vitriol than between the parts of each of these two liquids. 2) Water passes with greater ease through the pores of the bladder than blue vitriol. 3) The pressure of the higher column of liquid in the chimney is not sufficient to overcome cohesion and capillaceous attraction, the pores being too small.

§ 16. 8) *Inertia*. 72-82. The incapability of matter to change its own state of motion or of rest. It is a negative property of matter. The impeding causes are: adhesion, friction and resistance of the air.

Other examples: "a needle is fixed at each end of a broomstick and these needles are made to rest on two glasses, placed on chairs, the needles alone being in contact with the glasses.

If the broomstick is then struck violently with another stout stick, the former will be broken, but the glasses will remain intact. The more energy there is thrown into the blow the better the experiment answers." (Young England, January 1882.) Before leaping over a ditch we run towards it; descending from and getting into a carriage in motion; cleaning dusty books by striking them against each other; dusting a coat by beating it with a stick.

§ 17. Rolling *Friction* less than sliding friction; friction lessened by rubbing the surfaces with fatty substances. A heavy weight suspended by a rope may be put in motion by a finger (which of the three impedements are in action in this case and which not?). Friction sometimes increased, *e.g.* when a drag is applied to a wheel. The necessity of friction. 128.

Friction is the greater

1) the rougher the surfaces in contact,
2) the larger the surfaces,
3) the more solid the substances of the bodies exposed to friction,
4) the heavier the moving body.

§ 18. In case the surfaces are smooth only No. 3 & 4 have to be considered. Friction is an impediment to motion, because the moving body has either to break or to ascend elevations on the way, the one being resisted by cohesion, the other by gravity. If the surfaces are very smooth or one of them is the surface of water, motion has to overcome *adhesion*. How strongly this adhesion may act as an impediment to motion, we may experience in shoving forward a piece of a looking-glass on another. As to the *resistance of the air* or any other medium the impediment will be the greater,

1) the greater the fore-side of the moving body,

2) the denser the medium and

3) the greater the velocity of the moving body.

§ 19. 9) *Elasticity.* 83-86. Bodies tend to resume their original form or volume. As it is a displacement of the molecules, it may be experienced in consequence of *pressure*, *flexure* (bending), *torsion* (twisting), and *tension* (stretching). Limit of elasticity, beyond which bodies either lose their form or break. Different degrees of elasticity: some bodies yield at once to any displacement of their parts (*brittle*), others accept the new condition caused by tension, pressure or flexure (*extensible*).

Other applications: Corks used for closing bottles; children's balls; air-cushions; springs of carriages, watches and clocks (see 144); the sounding box of the piano, guitar and violin (253). Liquids possess very little elasticity and gases only one-sided one (expansibility).

§ 20. 10) *Gravity.* 87-94. The force, in virtue of which a body falls. A body not supported tends to fall towards the centre of the earth, which is a particular case of the universal attraction exerted between the heavenly bodies and all bodies in nature.

A body suspended by a thread is not attracted by the walls of the house in any perceptible way, why not? But on the other hand the atoms of perfumes filling a room, we shall experience the strongest scent near the walls.

§ 21. Gravity acts upon bodies in proportion to their mass and inversely as the square of their distance. The mass of the attracting body being M, that of the attracted M_1, distance $= D$, attraction $= A$ and the corresponding figures for two other masses: m, m_1, d and a, we see

$$A : a = \begin{cases} M : m \\ M_1 : m_1, = M.\ M_1.\ d^2 : m.\ m_1.\ D^2 \\ d^2 : D^2 \end{cases}$$

$$= \frac{M.\ M_1}{D^2} : \frac{m.\ m_1}{d^2}$$

§ 22. Bearing in mind the magnitude of the earth's radius (4000 miles), all bodies on the surface of the earth may be considered as being at the same distance from the earth's centre; thus the difference of the manner, in which they are attracted is only due to their difference in weight. Gravity reveals itself in the pressure of one body on another, in traction (drawing) and in falling (see Chapter III).

§ 23. The pressure of a body upon its support is called its *Weight*. We make a difference between *Absolute weight* (the proportion, in which the pressure of a body stands to the pressure of certain fixed bodies, called weights) and *specific weight* (in which the absolute weights of two bodies of equal volume are compared, the unit being water; see 167).

§ 24. On account of the earth's flattening at the poles and on account of the decrease of the centrifugal force (III, 3) from the equator to the poles (which force impedes gravity), the weight of a body increases from the equator to the poles.

§ 25. A line drawn in the direction, in which gravity acts is called a *vertical* line, and a line perpendicular to this line is a *horizontal* line. Owing to the tractive action of gravity by means of the *Plummet* (Plumb-line) people may know, whether a wall is vertical or not.

Remark. It was Newton who, seeing an apple fall from a tree in his garden, first gave clear expression to the law of gravitation.

§ 26. 11) *Centre of Gravity*. 95-108. The point, through which gravity acts, or the point, in which gravity may be neu-

tralized and the whole body may be supported, or the point, round which the molecules of a body are equally arranged. If the mass of a body is not homogeneous, the centre of gravity will be found in the direction of those parts possessing the greatest specific weight.

§ 27. The way in which this point may be found. 95. If the mass of a body is homogeneous and its substance equally distributed, the centre of gravity may be decided by mathematical calculations, it will be

1) For a *Triangle* in the point of intersection of two lines drawn from two corners to the middle of the opposite sides.

2) For a three-edged *Pyramid* in the point of intersection of two lines drawn from two corners to the centre of gravity of the opposite triangles.

3) For a *Prism* in the middle of a line connecting the centres of gravity of both bases; hence for a cylinder in the middle of its axis.

4) For a *Circle* in its centre.

5) For an *Arc* on its besecting radius at a distance from the centre of the circle equal to $\frac{S}{B} R$ (B being the arc, S the chord belonging to it and R the radius).

For some bodies the centre of gravity lies *outside* their masses (in a hollow ball, a hoop, an empty cask *etc.*).

Remark. *Archimedes* was the first physicist, who decided the centre of gravity by mathematical operations.

§ 28. *Stable*, *unstable* and *neutral equilibrium*, as seen in the pendulum of a clock, in a stick balanced upright on the finger, and in a wheel. 95.

When the centre of gravity is supported the action of gravity is neutralized and the body stands firm or remains in equilibrium. 96-108.

Other applications: The art of rope-dancing; loading a bandy, when the heaviest goods should be at the bottom.

CHAPTER II.

Equilibrium and motion of solid bodies.

109-129.

§ 29. 1) Both rest and motion are either absolute or relative. *Absolute rest*, means the absence of any motion. There is no such condition, for even the sun rotates about an unknown central sun. *Relative* (or apparent) *rest* is a condition, according to which a body in reference to surrounding objects is without motion, *e.g.* the passenger in a carriage is in a state of relative rest with respect to his carriage. Our houses are in a state of apparent rest, but they are in incessant motion with respect to the sun. As we know no fixed point in the universe, the idea of *absolute-motion* cannot also be realized and we know only of *relative motion*, *e.g.* a carriage with respect to the trees and fields on both sides of the way.

§ 30. 2) That which causes a body either to move or to stop is called *force;* in the first case it is called *power*, in the second *resistance*. The different kinds of motion are (1) uniform (2) accelerated and (3) retarded motion.

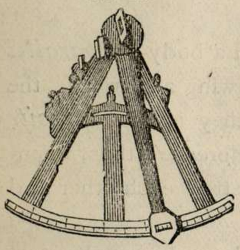
The only *uniform* motion, of which we know is the rotation of our earth round its axis; *accelerated* motion we see in a falling body and *retarded* motion will be caused by throwing a stone perpendicularly upwards. 109.

As to the direction it is either rectilinear or curvilinear. 109.

§ 31. *Velocity* means the proportion of the space, traversed by a body, to the time necessary for it. 109.

§ 32. An instrument by which the intensity of forces is measured, we call a *Dynamometer*. The force developed by a body is in general expressed in pounds. The steel-yard (Dynamometer) is a very simple apparatus; it has the form of a "V". At the end of each arm an arc is fixed, which passes freely through an aperture of the opposite arm, one of these arms is graduated. One of the arcs being fixed to a resisting support, the other arc, to which the weight or any force is to be attached, draws near the arm, to which it is fixed, to an extent dependent on the weight.

No. II.



§ 33. The effects of moving bodies are proportional to the products of their masses and their velocities. 110-111.

If the effect of a moving body (or the weight of a falling body) is $=F$, mass $=M$ and velocity $=V$, we see

1) $F = M.\ V$ *th. m.?*

2) $M = \frac{F}{V}$ *th. m.?*

3) $V = \frac{F}{M}$ *th. m.?*

Example: 10 men tow a vessel weighing 1800 tons, and 5 men another one with a weight of 600 tons for the same time and with the same strength; how many times is the velocity of the second vessel greater than that of the first one?

$$V = \frac{F}{M} = \frac{10}{1800}$$

$$v = \frac{f}{m} = \frac{5}{600}, \text{ hence}$$

$V : v = \frac{10}{1000} : \frac{5}{600} = 2 : 3$, the velocity of the second vessel being $\frac{3}{2}$ times greater than that of the first one.

3. *Compound forces.*

§ 34. *a*) If the two forces acting upon a body are *parallel* and act in the same direction (2 horses drawing a carriage), the resultant, is equal to their sum; but if they act in *opposite* directions, the resultant is equal to their difference; thus, whenever the opposing forces are equal they destroy each other and Equilibrium is caused.

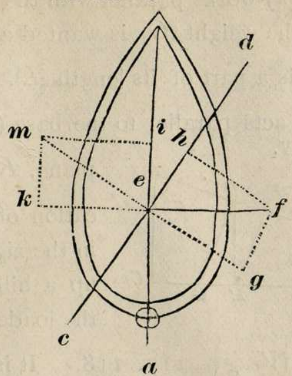
§ 35. *b*) *Parallelogram of forces;* how the resultant of two concurring forces may be found (the resultant being the diagonal of the parallelogram, which may be formed by the two concurring forces): 112.—and how also a single force may be replaced by or decomposed into two others 113. In the same manner the resultant of more than two concurring forces may also be found.

If forces are represented by lines, the lines show the intensity of the force (by their length) as well as their direction.

Example: A train can be moved by horses. The horses are not allowed to go on the railway-line, but 2 horses drawing on the right and 2 horses on the left of the railway-line produce the same effect as 4 horses drawing in the direction of the railway-line. In what direction have the horses to pull? (Form examples for all these compositions of forces.)

Applications of the Parallelogram of forces we see in a boat or a swimmer crossing a river: 112. a kite (flight of a bird)-114. the wind blowing against *the sails* of a vessel. 113.

No. III.



This figure illustrates what we tried to explain in *Q.* 113, (*page* 45). The puff of the wind (*e f*) strikes against the sail-cloth (*c d*) obliquely, and its force is decomposed into two forces, one of which (*e h*) acts along the surface of the sail, thus becoming useless; while the other (*g e*) presses upon the sail in a vertical direction. But on account of the oblique position of the sail the force *g e* or *e m* also cannot exert its full effect, but is decomposed again into two others: one of these (*e i*) moves the vessel in the direction of its keel, the other one (*e k*) pushes the vessel sideways. As the ship is built in such a manner that the resistance of water in front of the vessel is the least possible and sideways the greatest possible, and as the steer helps to maintain the position of the body of the ship, it will move forward.

§ 36. 4) An instrument for transmitting the action of a force is called a *machine* and the moving force is called the *motor.* By such machines the force cannot be increased, for what apparently is gained in force, we lose in time. Although the mechanical advantage is always equal to the mechanical loss, we find it very often convenient to modify the action of a force in such a way, that power is won at the expense of time.

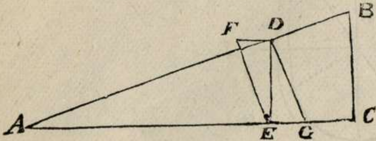
The most simple machines are the following:

§ 37. 1) *The inclined plane* 115. We distinguish between the height, base and length of such a plane.

a) If the force (k) works parallel with the inclined plane only as great a part of the weight (G) is wanted as the height (H) of the inclined plane is a part of its length (L), hence: $K = \frac{H}{L} G$.

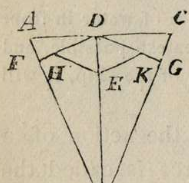
b) If the force acts parallel to the base (B) of the inclined plane, $K = \frac{H}{B} G$. An application of this plane we see in the zigzagging of a road up a hill side 116 and in the loader. 115.

No. IV.



§ 38. 2) The *Wedge*. 117. 118. It is a combination of two inclined planes or it is a straight three-sided prism, the bases of which are equilateral triangles, the sides of this triangle we call the sides, and the base the back of the wedge. If the resistance acts perpendicularly upon the sides of the wedge, $K = \frac{\frac{1}{2} R}{S}$. G (K= force, G= resistance, R the back and S a side of the wedge).

No. V.



Our figure proves this formula. $D E$ represents the power, which is decomposed into the two forces DH and DK, acting vertically upon the sides $A B$ and $C B$ and contrary to the resistance; thus, the triangles $D E H$ and $A C B$ being similar:

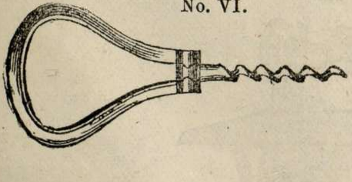
$$D E : D H = A C : A B$$
$$D E : 2 D H = \tfrac{1}{2} A C : A B$$
$$D E : 2 D H = A D : A B$$
$$K : G = \tfrac{1}{2} R : S$$
$$K = \frac{\frac{1}{2} R}{S} G.$$

—Express this formula in words.

All cutting instruments are wedges (knife, scissors, plane-iron, chisel, hatchet and axe). Why do we use for log-wood an axe with a somewhat blunt wedge and for cutting it into small pieces one with a sharp wedge? Even nails, punchers and needles are wedges.

§ 39. 3) The *Screw*. 119. Consisting of the male-screw and the screw-nut. In laying a rectangular triangle (or an inclined plane!) round a cylinder, the periphery of its base being equal to the sides of the rectangular triangle, the hypotenuse will form the worm of the screw (the height of which will be equal to the other side). The elevations of the male-screw fit into the spiral deepenings of the screw-nut. The resistance acts upon the screw-nut, and as the force works in a horizontal direction on the male-screw (see inclined plane b) and figure) the formula will be: $K = \frac{H}{P}. G$ (P being the circumference of the male-screw or the base of the inclined plane).

No. VI.



Applications of the screw are: corkscrew 120; screw of steamers 121, 351, 7; bookbinder's press; it may also be used for fastening one body to another.

§ 40. 4) The *Lever*. 122. The parts of a lever are;—the *Fulcrum* and the *arms*.

There are *two kinds of Levers:*

I. *First:* The fulcrum between the arm of power and the arm of resistance.

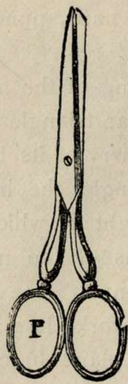
a) The arms are equal (balance).

b) They are unequal (scissors).

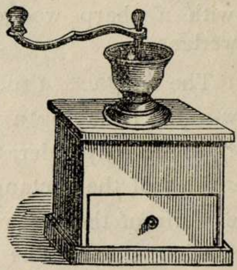
II. *Second*: The fulcrum at the end of the lever.

a) The arm of resistance is the shorter one (cp. the oars of a boat).

No. VII.

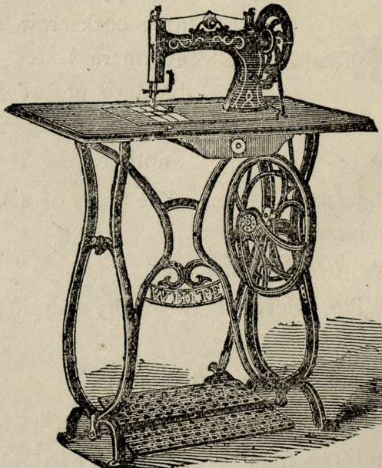


No. VIII.



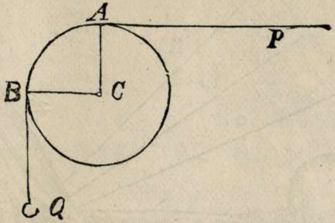
b) The arm of power is the shorter one (pedals used in pianos, sewing-machines and grindstones). 124. 125. 126. 128.

No. IX.



If the arms are not in one straight line we call it a *bent-lever* (joint-lever).

No. X.

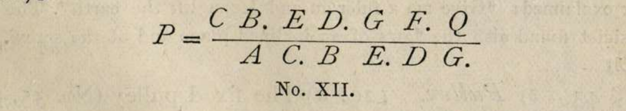


§ 41. As to the equilibrium of all these different kinds of levers there is only one law:

Power and resistance are in equilibrium, if the product of power and its arm is equal to the product of resistance and its arm. Hence if in the figure 23 (page 53) P = Power and Q = Resistance.
$$P : Q = B\,C : A\,C$$
$$P.\,AC = Q.\,B.\,C$$

By a system of levers with unequal arms force may be con-

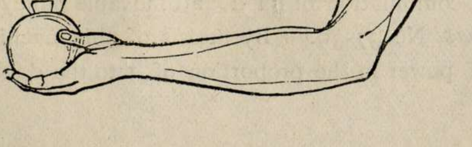
No. XI.



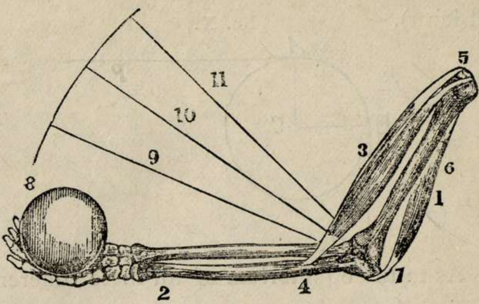
siderably increased. It is obvious that P and Q are in equilibrium, if

$$P = \frac{C\,B.\ E\,D.\ G\,F.\ Q}{A\,C.\ B\,E.\ D\,G.}$$

No. XII.

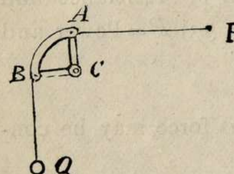


No. XIII.



For applications see 122-129. Other examples are nut-

No. XIV.



crackers (II, a); a finger caught near the hinge of a shutting door (II, a); the members of our body, moved by the muscles (II, b). The see-saw or balancing board, crow-bar, pens, pencils etc. An application of the bent-lever we see in the bell-crank.

§ 42. The most important application of the lever is *the Balance* (for the different kinds and the conditions which must be satisfied by a good balance see 123).

Remark. Archimedes (see 167, page 27) finding out the laws of the lever exclaimed: "Give me a fulcrum and I can lift the earth". The same physicist found also the laws of an inclined plane and of the screw. (250 *B. C.*)

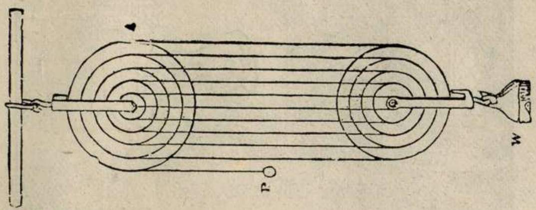
§ 43. 5) *Pulley.* 129. *a*) The fixed pulley (No. 35, page 62) used for giving the power a more convenient direction; a lever I. a.

b) The movable pulley No. 36. a lever II. a.

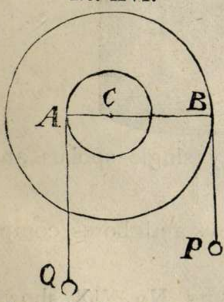
c) A combination of fixed and movable pulleys we see in the *Polyspast* No. 37-39. By means of this machine we have a saving of power in the proportion of 1 to the double number

of movable pulleys or of 1 to the number of parts of the rope, which connect the pulleys with each other.

No. XV.



No. XVI.



§ 44. 6) The *Wheel and axle.* 127. This machine consists of a wheel and a cylinder. As the power acts at the circumference of the wheel and the resistance at that of the cylinder, the radius of the wheel represents an arm of power and the radius of the cylinder an arm of resistance and we have simply a lever I b. Hence the law formed for the levers holds also true for this machine.

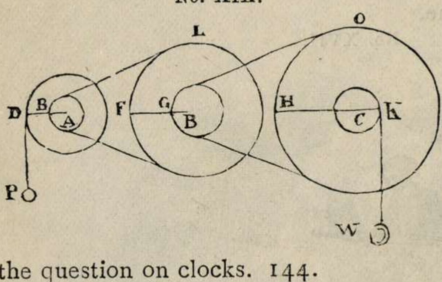
No. XVII.

No. XVIII.

Instead of the whole wheel often only single spokes are used.

Applications are: the reel, the crab, keys and bores comp. No. 31. 32. 33.

No. XIX.



§ 45. No. XIX. shows how different wheels and axles may be connected with each other by the so-called *endless band* (351,4). About another way of connection by cogs compare the question on clocks. 144.

CHAPTER III.

Falling, Pendulum and Curvilinear Motion.

130-144.

§ 46. 1) Falling.—The cause of falling is the attraction of the earth. The chief laws are the following:

1) The *velocity* of a falling body increases in proportion to the duration of its fall.

2) The space, which a body traverses in subsequent seconds, increases in proportion to the progression of the odd numbers.

3) The space traversed by a falling body in any given time is proportional to the square of that time.

4) In a vacuum all bodies fall with equal velocity. 130. 133. 134.

§ 47. The laws of falling bodies may also be proved in the following manner: As a falling body is continually influenced by gravity its motion is a continually accelerated motion and its velocity must increase in proportion to the duration of its fall; if its velocity would be 10′ per second after the first second, it will be 2×10 at the end of the second, 3×10 at the end of the third second *i. e.* if at the end of the third second gravity would cease to act upon it, the body would thereafter fall at 30′ per second.

As to the space we must consider, that the velocity of 10′ per second reached at the end of the first second is composed of innumerable velocities from 0′ up 10′ per second, which means the same as if another body would have fallen by an uniform motion with an average velocity of $\frac{0 \times 10}{2} = 5'$, hence the body has traversed a space of 5′—After two seconds it has acquired a

velocity of $20'$ and has traversed a space, which a body by an uniform motion would have gone through in two seconds with an average velocity of $\frac{0 \times 20}{2} = 10'$. Hence space in 2 seconds will be $2 \times 10 = 2.\ 2.\ 5 = 2^2.\ 5$. The same calculation will show, that for 3 seconds space will be $\frac{0 \times 30}{2}.3 = 3.\ 15 = 3.\ 3.\ 5 = 3^2.\ 5$. For 4 seconds we get $\frac{0 \times 40}{2} \times 4 = 20.\ 4 = 4.\ 4.\ 5 = 4^2\ 5$. For 5 seconds $5^2.\ 5$ and for H second $H^2.\ 5$.

Having proved laws 1 and 3, law 2, may be easily derived either from law 1 or 3. For, knowing the space traversed in any second we have only to add the $5'$ which a falling body traverses in consequence of gravity to the velocity acquired in the preceding second, *f. e.* In the 7th second the space must be $6 \times 10 + 5 = 65'$. Arranging the spaces of subsequent seconds according to this calculation we shall see law 2 verified too.

§ 48. The laws of falling bodies may be verified by means of the "*Inclined plane*". Although the force, with which something rolls down an inclined plane, is not the full action of gravity (but according to the degree of inclination of the plane, a greater or smaller fraction or one of the components of gravity) the proportion, in which velocity increases, remains unaltered and the slackening of the fall by the inclined plane enables us to observe the progress in velocity, if the inclined plane is graduated in inches. The same inclined plane may be used as a loader (see § 37.) on account of the decomposition, which takes place, if a cask is laid upon it. By *Atwood's machine* all the laws of falling may be demonstrated. It consists of a wooden pillar with a clock work on the top and a graduated scale for measuring the spaces traversed by a weight suspended by a silk thread.

§ 49. 2) *Projection.* *a*) If a body is thrown *perpendi-*

cularly downwards we have always to add the projectile force to the space through which it would have traversed according to gravity, *f. e.* if the projectile force is 10′ per second.

the space for the 3rd second = 5.5 + 10 = 35;

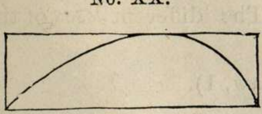
" " 3 seconds = 9.5 + 3.10 = 75.

§ 50. *b*) If a body is thrown *vertically upwards* we have to subtract from the projectile force the space through which the body would have fallen by gravity in the given time. As soon as the projectile force is consumed in doing so, the body falls as usual.

§ 51. *c*) A body thrown *horizontally* goes as far as if acted upon only by this projectile force, but it will be always so much below the original line of projection as it would have fallen during this time by vertical motion. Thus the body moves in a curved line (part of a parabola). This is the way, the ball of a gun passes. What for the aim with a gun? Why not necessary at a small distance, why raised at a great distance?

§ 52. *d*) A body thrown *obliquely* takes the course of a parabola, why? In practice the resistance of the air must be taken into consideration (Artillery). Careful investigations and calculations about projections are made in the ballistic science.

No. XX.



§ 53. 3) *Pendulum.* The motion of the pendulum is a kind of fall followed by a rise, which is due to inertia, the fall is accelerated and the rise retarded by gravity.

§ 54. The chief laws are:

1) The oscillations of one and the same pendulum are made in equal times (are isochronous). Without friction and resistance of the air the pendulum would never cease to swing.

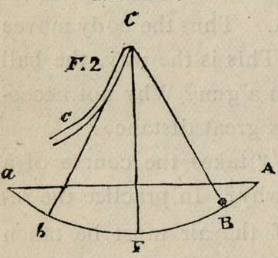
2) The durations of the oscillations are in proportion to the

square roots of the lengths of the pendulums. Of course in proportion to the length of the pendulum also the amplitude will increase in a given time. The pendulum *A*, being *n* times greater than the pendulum *B*, will traverse in a given time through a space *n* times greater. For doing so the pendulum *A* wants for one amplitude $\sqrt{n}$ times more time (see law 3 of a falling body).

3) The substance of the pendulum has no influence upon the oscillations.

4) The duration of the oscillations of a given pendulum is inversely as the square root of gravity in the place in which the oscillations take place. 131.

No. XXI.



§ 55. This motion is called *oscillating motion* and we call the path *b-F* a semioscillation, *b-B* a complete or single oscillation, and the backward and forward motion a double oscillation.

§ 56. The different *uses* of the *Pendulum*.

a) It is used for measuring time (Law, 1).

Clocks. 135; 144. The oscillations of a pendulum influenced by temperature (136.) and by the force of gravity (the number of oscillations increases from the equator towards the poles). 137. Another application of the pendulum we see in the *Metronome*, an instrument used for marking the time in practising music. By a bob of lead the pendulum may be shortened or lengthened, and in consequence of this the oscillations will be accelerated or retarded just as the beat requires it. The pendulum moves a clock work thus producing a regular beat, which gives the time.

b) It proves, even better than free descent of bodies, Law 4 of falling.

c) Newton's Law of gravitation may be proved (Apparatus of Cavendish). If m = mass, g = gravitation, e = distance, Newton's law may be expressed this way: $g = \frac{m}{e^2}$.

d) Knowing the gravity of the earth by means of law 4 of the pendulum, the mass of the earth may also be fixed.

e) The mass of the sun and

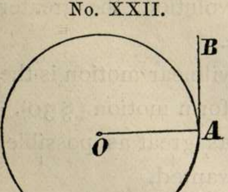
f) The form of the earth (137) may be determined.

g) The rotation of the earth (Poncault's experiment) can be proved.

Remark. By the oscillations of a suspended lamp in the Cathedral of Pisa *Galileo* (1564-1642) discovered the law of isochronism. Huyghens (1660) used the pendulum at first for measuring time, and Richer (1672) found at first that the oscillations differ with different longditude.

§ 57. 4) *Curvilinear motion.* It is the resultant of the incessant co-operation of the *Centrifugal* and *Centripetal Force.* 132.

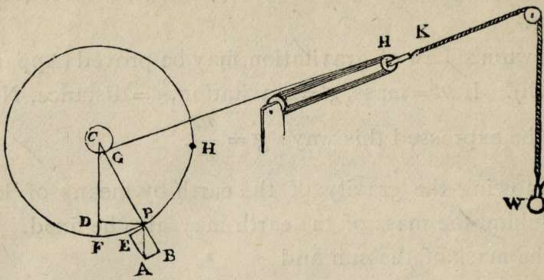
No. XXII.



The force, which draws the body towards the centre is called Centripetal force and the other one according to which the body tends to flee from the centre (AB) is called Centrifugal force. Both forces acting simultaneously the body moves in the direction of the diagonal (Chap. II, 3.) in No. XXIII. PA.

But as in any moment both of these forces are in action, the body changes its direction every moment, thus moving in a curved line, which may be supposed to consist of innumerable little straight lines. According to the amount and direction of both these forces the course may be a circle or spiral or an ellipse etc.

No. XXIII.



§ 58. The two forces being equal and acting perpendicularly upon each other, the course will be a circle.

§ 59. If the Centripetal force be stopped all of a sudden, the body in consequence of inertia will pursue its course in the direction of the tangent. For example: if the gravity of the earth would cease to attract, everything on the surface of the earth would be projected even the whole mass of the earth would be scattered in pieces in the universe.

§ 60. The greater the radius of the course and the mass of the body and the smaller the line of revolution, the greater the Centripetal and Cenrifugal forces will be.

§ 61. An important application of curvilinear motion is the *fly-wheel* (351, 4) used for imparting an uniform motion (§ 30). For this purpose its *vis inertiae* must be as great as possible, hence a large radius and a great mass are wanted.

§ 62. The *rotations* of the moon round the earth and of the planets round the sun are also curvilinear motions. Newton assumed and (1682) proved that the Centripetal force active in the rotation of the moon is the earth's gravitation.

§ 63. The *three* celebrated *laws of Kepler* (1571-1630) are the following:

1) The courses of planets are ellipses and the sun is situated in one of their foci.

2) The radius-vector (or line connecting the planet's centre with that of the sun) describes equal areas in equal times.

3) The squares of the periodic times of any two planets have the same ratio as the cubes of their mean distances.

Remark. Here we have one of the great many instances of *proportionality* (*cf.* § 46. 53. 100. 181. 236. etc.) in nature. Where there is proportionality it must be concluded, that it is the result of *thought* and points back to an intellect, to a legislation in nature.

Applications of the Centrifugal force are: a ball attached to a thread, 138; mud thrown off by the wheels of a carriage, 139; a tumbler full of water put inside a hoop, 140; a hoop trindled along the ground.—Slings, sugar refineries and washing establishments afford other applications of the Centrifugal force.

§ 64. The Centrifugal force increases with the velocity of the moving body; this must be taken into consideration, when a train or a horseman moves along a curve. 141.

§ 65. When a ball is in curvilinear motion all parts of its surface have not the same velocity; in case the parts of such a ball are liable to be disintegrated by this force, then an accumulation of matter must take place about the middle of the ball whilst at the poles, where there is hardly any motion at all, the ball will be flattened. This accounts for the operation of the potter's wheel and for the flattening of the earth, (originally in a state of fusion) at the poles. 142.

The mechanism of *mills* and *clocks* (or watches) is based upon the laws of the lever, the pendulum, curvilinear motion and Centrifugal force. 143. 144.

CHAPTER IV.

Equilibrium and Motion of Liquids Hydrostatics.

145-174.

§ 66. The characteristics of liquids are the mobility of their parts and their low degree of compressibility. 145.

§ 67. All the laws laid down for the equilibrium and motion of solid bodies hold also true for liquids.

§ 68. The surface of water at rest is a horizontal plane and is called water level, hence the surface of a river is an inclined plane.

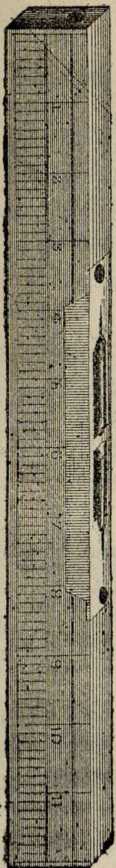
§ 69. 1) *Liquids are in a state of equilibrium*, when their surfaces in communicating vessels are in the same horizontal plane. 146. If the communicating vessels contain different liquids, the height of that liquid, the specific height of which is *n* times less than that of the other, is *n* times greater.

Applications of this we see in the water-jet projected from the shorter of two communicating tubes and in fountains, which play (jet d'eau) in gardens. 147. 148. The formation of *springs* and wells are due to the same law, especially the *Artesian wells* dug first in the province of Artois are a striking verification of the fact, that the water of a well originating from a spring, which comes from a higher place than the well, tends to rise.

Remark. The jet projected from the shorter tube will always ascend only to about $\frac{5}{8}$ of the height, at which the liquid stands in the longer tube and this is due to the resistance of air, to adhesion and to the water falling down again.

Another application of the principle of the equilibrium of liquids we see in the *Water-level*, an instrument by which the

No. XXIV.



difference in level of different places is determined (see Phy. Primer, page 25). It consists simply of a metal or glass tube bent upward at both ends. After having filled the tube with water, the level at both ends will be the same, and placing one's eye in a line with the two surfaces, one is sure to look along a horizontal line and is in a position to compare the heights of all surrounding points with this level line. Still more accurate is the *Spirit-level.* It is a glass tube, which, with the exception of a bubble of air, is filled with spirits. If in horizontal position, this bubble will be between two points marked in the tube. Both instruments are of the highest importance for the construction of canals, bridges, railways, roads, etc.

§ 70. As to the *Efflux* of a liquid it corresponds to the falling of a solid body and the simple rule is this:

Through an orifice in the bottom or the side (see § 71. *a.* Pascal's first law) of a vessel a liquid flows out with a velocity equal to that attained by a body during a free descent from the surface of the liquid to the orifice of the vessel; $c = \sqrt{2\,h\,g}$ (c = velocity; h = height; g = velocity at the end of the first second). If the water flows out horizontally, it will describe part of a parabola. (*Cf.* the horizontal projection § 51.)

Remark. The actual velocity of efflux will be somewhat less than the theoretical one owing to *a)* adhesion at the orifice, *b)* the fact that there is no absolute liquid (*cf.* page III, Remark), *c)* the falling water being hindered by the particles of water aside.

§ 71. 2) *Pascal's Law* see 149-154.

a) The pressure is transmitted undiminished in all directions. 149.

b) The pressure transmitted is proportional to the height of the volumes of water; on the bottom of a horizontal vessel it is equal to the weight of a prism made up of the same liquid, the base of which is equal to the bottom of the vessel and the height equal to the distance between the bottom and the liquid's level. Thus a cask is caused to burst by a tube of full water, 150; empty bottles at the bottom of the sea are either cracked or filled with water. 153.

c) The pressure is independent of the shape of the vessel and the quantity but not the height of the liquid. 152.

d) The pressure transmitted is proportional to the extent of surface exposed to pressure, an application of which law we see in the *Hydraulic press* (Water-press or Bramah-press; see Phys. Primer, page 23). 154.

§ 72. As to the *pressure* of a liquid on *the side-walls* of the vessel it is the same as that of a liquid-prism, the base of which is equal to the place pressed upon and the height equal to the distance between the centre of gravity of this place and the liquid's level.

This law is of great importance for casting up embankments, for the construction of sluices, and it holds true also for the surfaces of bodies dipped in a liquid (the bottom of a boat, sea-animals, the diving-bell). A consequence of this pressure side-ways is the turning round of Barker's mill. 151.

3) *Buoyancy of liquids and specific weight.*

§ 73. As the pressure exerted on a liquid is transmitted in all directions, a pressure exerted upon the upper layers of a liquid must cause an equal reaction from below, which upward pressure is termed the buoyancy of liquids.

§ 74. The consequence of this is, that some bodies, the pressure of which balances the buoyancy of water, remain in suspension in any position in the liquid, others *sink* and others *float;* see 155. A body is pressed upward by a pressure equal to the weight of water, which it has displaced.

§ 75. This upward pressure or buoyancy is simply the consequence of Pascal's law (§ 71, *a*). There is a cylinder (A) dipped into water, on its whole surface it is exposed to the pressure of water, but the pressure on each side is counterbalanced by the pressure of the opposite side. At the bottom of this vessel there meet two pressures of a contrary direction, downward the weight of the cylinder (A) and the column of water above the cylinder (B). The pressure upwards consists of the weight of a column of water having the base of the cylinder and the height equal to the distance between this base and the water-level (the pressure being proportional to the depth), hence it is B and a column of water as big as A, we call it C, and the pressure will be $A + C$. Now in case the cylinder dipped in water would have the same specific weight as this column ($A = C$), both pressures would be equal and the cylinder would neither sink nor rise, but remain in suspension wherever it is. In case A is heavier than C, A will sink, but the water will bear part of its weight, for

$$\begin{array}{r} A + B \\ -C + B \\ \hline A - C \end{array}$$

, hence A, the cylinder, looses part of its weight as great as C or the weight of the column of water is placed by the cylinder.

Finally if A is lighter than C (lighter than water), A will float, because the upward pressure (buoyancy) is stronger than the pressure downward; such a body will sink so far, that the

weight of the displaced liquid will be as heavy as the whole body; *f.e.* if $A=2$ and $C=3$, the body will be buoyed by a pressure $=1$, hence $\frac{2}{3}$ only of A being in water will displace a mass of water sufficient to counterbalance A.

This law can also be proved by experiment; to the scale-pan of a balance is attached a hollow cylinder and to this again a solid one fitting exactly into the hollow one; the weight of both cylinders is counterpoised by weights laid in the other scale-pan. If the lower solid cylinder is immersed in water the equilibrium will be disturbed and only by filling the hollow cylinder with water the two scale-pans are balanced again (see Stewart's Primer, page 28-30).

In consequence of this oil swims on water, 156; a hollow ball of metal floats, 157; but bottles filled with water sink, 158; bodies of people who are drowned rise after some days to the surface of the water, 159; Buoyancy may be so strong that a sunken machine can be raised by empty kerosine-casks connected under water with this machine; ice floats in water, 160; vessels in spite of the heavy cargoes they carry do not sink, 161; men, fastening on air bladders, swim easily, 162; sediments are formed in liquids, 163; some woods sink deeper in water than others, 164; vessels entering from the ocean the mouth of a river draw more water, 165; an egg sinks in ordinary water, but swims in salt water (the water of the Dead Sea!), 166; iron floats on mercury, but sinks at once in water (wood-brooks carry along big pieces of rocks).

§ 76. The effects of suspension, immersion and floating may be well demonstrated by the *Cartesian diver*, a glass cylinder, nearly full of water, in which a little hollow figure with a little hole in it by causing or removing pressure upon the water will be caused to sink or to rise. Now this law of buoyancy is called:

§ 77. *The Principle of Archimedes* see: 169.

That a body in water loses a part of its weight equal to the weight of the displaced water, was discovered by Archimedes when in his bath. He then ran home crying: "I have found it ('eureka')!"

There are many applications of this principle: A dog may raise the body of a man in water, 170; a stone seems to be very light in water, 169; we may raise a bucket full of water with one finger to the surface of the water, 172; man is able to swim, 173; fishes and their swimming bladder, 174. Fishes remain in suspension wheresoever they are, they lose in water the whole of their weight. In consequence of this, will a tumbler partly filled with water be heavier after some fish have been thrown into it?

§ 78. By means of Archimedes' principle also *the specific weight* of bodies may be *determined.*

A solid body is at first weighed in air, afterwards in water, the difference represents the weight of the displaced water, which has the same volume as the weighed substance. In calculating, how often this difference or weight of water is contained in the weight of the substance in air we get the specific weight of that substance.

To get the specific weight of a *liquid*, say alcohol, we weigh a body not dissolved by water or alcohol at first in water and then in the liquid in question. In finding the loss of weight in each case and ascertaining how often the loss of weight in alcohol is contained in the loss of weight in water, the quotient thus obtained, represents the specific weight of the liquid (alcohol). Another method is to use a vessel containing a fixed mass or weight of distilled water, and substituting the liquid in

question for water, the quotient of both weights shows the specific weight sought for (Nicholson's Areometer).

§ 79. The lighter a liquid is, the deeper a constant weight will sink. 167.

Thus, for ascertaining the quality of some liquids some special Hydrometers are in use: One is the *Alcoholometer* (the more alcohol brandy contains, the stronger it is and the deeper the Alcoholometer sinks). 168. 344.

Another one is the *Lactometer* used for testing the quality of milk. The deeper the Alcoholometer sinks in brandy, the more water it contains and so much the weaker it is; the higher the Lactometer floats in milk, the better the milk is. But the latter is no infallible test, as the natural quality of milk changes and the particular strength of milk may be obtained by an admixture of other substances.

§ 80. 1) Specific weight of some solid bodies.

(0° *warmth*).

Platinum	22.100.	Diamond	3.520.
Gold	19.325.	Flint-glass	3.779.
Lead	11.325.	Common glass	2.370.
Silver	10.474.	Marble	2.837.
Bismuth	9.822.	Crystal	2.683.
Copper	8.878.	Porcelain	2.493-2.145.
Brass	8.395.	Gypsum	2.311.
Arsenic	8.308.	Sulphur	2.033.
Steel	7.816.	Ivory	1.917.
Iron (hammered)	7.788.	Phosphorus	1.770.
„ (cast)	7.207.	Amber	1.078.
Zinc	7.291.	Wax	0.969.
Antimony	6.712.	Natrium	0.972.
Iodine	4.948.	Kalium	0.865.

Blackwood	1.226.	Linden-wood	0.439.
Oak-wood	1.170.	Mahogany	1.060.
Beech	0.590.	Nut-wood	0.677.
Fir-wood	0.555.	Poplar	0.380.
Ash-wood	0.644.	Cork	0.210.

2) Some Liquids.

Distilled Water	1.000.	Wine (Rhine)	0.999.
Mercury	13.598.	Linseed-oil	0.953.
Sulphuric Acid	1.848.	Turpentine	0.872.
Dilute Sulph. Acid 50%	1.387.	Alcohol	0.793.
„ Nitric Acid 50%	1.295.	Sulphuric Ether	0.715.
Milk	1.030.	Bi-sulphuret of Carbon	1.272.
Wine Malaga	1.022.		

CHAPTER V.

Equilibrium and Motion of Gases.

175-185.

§ 81. Physical properties of the atmospheric air. 175. Gravity and translocation of their parts are properties common to liquids and gases and all the laws of liquids based upon these properties are also applicable to gases. Gases have two properties, which liquids have not: elasticity and extensiveness.

Wind, 176. 215; Resistance of air, 176. 177; Impenetrability of air, 178; elasticity of air. 179. 180.

Applications are: the *wind-mill*, 181; rotating fire-works, 182; the *rocket*, 183; the recoil of cannon and guns, 184. 185.

§ 82. As we are surrounded by air we cannot decide any thing about the laws concerning the surface of the atmosphere.

Owing to gravity the atmosphere will have a globular surface, and owing to the mobility of its parts there will be higher waves there than on the surface of an ocean. In consequence of gravity and elasticity the density of air will increase towards the surface of the earth.

CHAPTER VI.

Pressure and Weight of the Air.

186-222.

§ 83. 1) *Torricelli*, a pupil of Galileo, proved not only the pressure of air, but also the amount of this pressure. A glass tube, closed at one end, is filled with mercury; the other aperture being first closed with the thumb, we invert the tube and place it vertically in a mercury trough. The mercury sinks until it stands at a height of 30 inches. This shews, that the atmosphere can support a column of mercury the height of which is 30 inches. Since the weight of a column of mercury (30 inches high), the section of which is equal to a square inch, consists of 30 cubic inches, and as the weight of a cubic inch of mercury is=0.49 of a pound, the pressure of the atmosphere on a square inch of surface is equal to 14.7 pounds, (15 pounds in round numbers, which is called "*one atmosphere*").

Remark. Knowing the length of the earth's radius, it is not difficult to calculate the weight of the whole mass of atmosphere surrounding the earth.

§ 84. Construction of the *Barometer* (measure of the air's weight). 186. What we have proved of atmospheric pressure holds true only at sea-level. *Pascal* found out, that the mercury in the tube descends in proportion as we ascend in the

atmosphere. 187. Use of the barometer see: 188. In consequence of this coincidence between the state of the weather and the height of mercury in the barometer, the following indications have been marked on a barometer:

31	inches	= Very dry.
$30\frac{2}{3}$	„	= Settled weather.
$30\frac{1}{3}$	„	= Fine weather.
30	„	= Variable.
$29\frac{2}{3}$	„	= Rain or wind.
$29\frac{1}{3}$	„	= Much rain.
29	„	= Storm.

As a change of weather takes place not only in consequence of a decrease or increase of the air's weight, the instrument does not always prove reliable. There are *different kinds of barometers:* Our ordinary barometers are either *cistern* or *syphon* barometers; in the former the tube is immersed in a spherical well filled with mercury, in the latter the tube is only bent and the shorter branch serves as a cistern.—Mercury is used for barometers, because it stands at the least height and does not moisten the glass. Why is it necessary that the upper part of a barometer contains no air? How do we know that it is so? Is it necessary that the tube should have the same width? Why is this desirable for the syphon barometer? If the barometer is removed from its vertical position the column of mercury will be longer, why?

§ 85. The barometer may also be used for measuring the heights of places above the sea-level, as we see that a diminution of 1 inch in the height of the barometer corresponds to an ascent of about 875 feet. But as the density of air decreases as we ascend, the fall of mercury in the barometer does not go on in the same proportion, and complete tables are necessary

for ascertaining the height of any place by means of the barometer. The *height of the atmosphere* has been calculated at from 30-40 miles, but the existence of air has been proved for a height of 198-212 miles.

§ 86. An instrument for measuring the elastic force of gases or vapours is called a *Manometer* (see Q. 353). For the same temperature the density of a gas is proportional to its pressure. A bent glass-tube, partly filled with mercury, about 20 feet high and open at the top, is connected with the vessel in which the gas is contained or with the boiler of an engine. The elastic force of the vapour being equal to the atmospheric pressure the mercury will stand at the same level in the tube and in the bulb, and the number 1 is marked on the board to which the tube is fastened; 30 inches above (the force of one atmosphere) we mark 2, etc. etc. Thus for example the mercury forced up to 5 we see that the vapour in the boiler has an elastic force equal to 5 atmospheres, this means each square inch of the boiler has to sustain a pressure of 5×15 or 75 pounds.

§ 87. A very delicate and portable barometer exists in the *Aneroid barometer* constructed by *Casella*, in which without mercury the differing pressure of the air is communicated to a thin corrugated metal on the top of a metal box exhausted of air. The motions of this metal are transmitted by multiplying levers to an index, which moves on a scale. This barometer may also be modified in such a way as to act as a *manometer*, and occupies less place than the instrument described above.

§ 88. 2) There are plenty of instances from which the pressure of air may be seen: Water rises in pumps 26 feet (the theoretical limit would be 34′), 189; a bottle full of water inverted and placed vertically in water will not be emptied, 190; if a tumbler full of water be covered with a sheet of paper and in-

verted, the water does not flow out, 191; wine does not flow out from a cask, if the bunghole is not opened, 192; the use of the *wine-tester*, 196; the *syphon*, a bent tube with unequal legs and open at both ends. 197. *Intermittent springs*, which are nothing else than natural syphons. They flow as often as the water-level in the under-ground basin reaches the highest point of the syphon. When the basin is empty, the spring ceases to flow, hence its name. Pressure supported by the human body, 198; on high mountains blood jets from our pores, 199; *we get tired very soon walking on high mountains*, 200; we feel tired and depressed before a thunderstorm, 201; air escapes with great force from a bottle opened on a high mountain, 202; *Magdeburg hemispheres*, 203; air in a bladder expands under the receiver of an air-pump, 204; a bottle made of thin glass, filled with air, and corked will break under the same circumstances, 205; an egg with a small hole in it emptied under the receiver, 206; an apple with a wrinkled surface becomes smooth again, a frog under the receiver swells up. 207.

§ 89. All these examples prove, *a*) that the pressure of the air is transmitted in all directions, *b*) Any part within the atmosphere has to sustain a pressure equal to the weight of a column of air, the base of which is the place pressed upon and the height is the height of the atmosphere.

As to the *density* of a gaseous body it increases in proportion to the pressure exerted upon it. This law is called the law of *Mariotte* (1660), although it was discovered 10 years before him by Boyle in England. The consequence of this law is that in proportion to the density of a gaseous body its expansive force will increase and its volume decrease.

Of course this law can only be applied, if the temperature of air does not change.

§ 90. 3) *Apparatus founded on these properties of air.*

1. *The air pump* (208).

Applications of this instrument, besides what is stated already, are: crushing force of the atmosphere, 209; the wine-tester does not flow, 210; mineral waters, beer and wine lose their taste, 209; the fall of bodies in vacuo, 211; *the fountains in vacuo* (a flask containing water and air is put under the receiver of an air-pump, the neck of the flask is closed and a tube, dipping in the water, passes through the cork; after the air is rarefied water issues from the tube).

§ 91. 2. *The condensing pump* or an apparatus for compressing air. It consists of a cylinder in which a solid piston (without valve) moves up and down, the cylinder is connected with a receiver below, and besides that is provided with a valve, which permits the entrance of fresh air. The piston descends and air is compelled to enter the receiver, the receiver having been shut the piston ascends and fresh air enters and so on. An application of this pump we see in the *air-gun*. 216. 217. A compression of air takes place also in *bellows*, and in our chest, whilst breathing, sucking, smoking, and drinking. 195.

§ 92. 3. *Hero's fountain* see: 218, and the fountain *in vacuo* under 1. (Hero of Alexandria 210 B. C.)

§ 93. 4. *Water-pumps.*

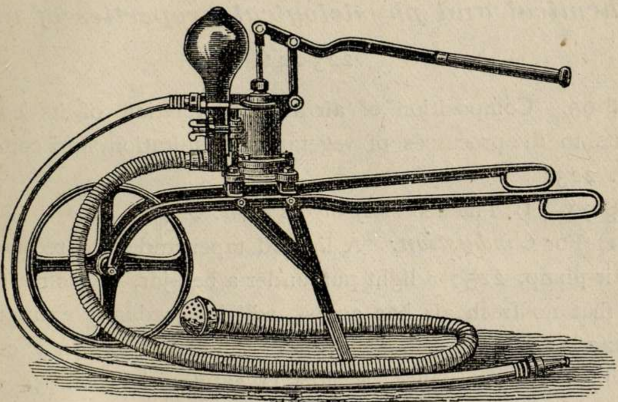
a) The *suction-* or *lift-pump*. 193. (The piston perforated and provided with a valve).

b) The *force-pump*, by means of which water is raised, not in consequence of the atmospheric pressure but of the pressure of the piston. Hence there is no valve in the piston and no lifting pipe, but the barrel itself with a valve in the bottom (opening upward) is dipped in the liquid. The water is forced out through a long tube with a valve placed in its orifice. In

raising the piston water enters the barrel, when the piston descends the valve in the bottom closes, whilst the other valve opens and gives exit to the water. The height to which water may be raised is not limited (in theory).

An application of this pump and of *Hero's fountain* we see in the *Fire-engine*, 220; and in the *Syringe*. 219.

No. XXV.



This pump (for watering a garden) is a combination of a suctio-nand force-pump, the water enters through a leather-pipe and for getting a continuous flow of it, it is forced at first into a ball (Hero's fountain). Our frontispiece shows, that by means of such leather-pipes fire-engines also can supply themselves with water.

§ 94. 4) *Pressure on bodies in air.* Archimedes' principle applied to gases. 213. That bodies lose part of their weight in air may be verified by experiment. A scale-beam with a weight at one side and a hollow copper sphere at the other side, which in air counterbalance each other, is put under the receiver of

an air-pump. After the air has been exhausted the sphere sinks. This instrument is termed: a *Baroscope.*

The chief applications of this principle are *Balloons*, 221; and the flight of birds. 222.

CHAPTER VII.

Chemical and physiological properties of air.

223-241.

§ 95. Composition of air and the relation of its constituents to the processes of vegetation, respiration, and combustion. 223.

§ 96. 1) The necessity of *Oxygen.* 224.

1) For *Combustion:* A lighted taper under the receiver of an air-pump, 225; a light put under a bell-jar, in such a manner that no fresh air has access, will be gradually extinguished, 226; a lamp without cylinder smokes, 227; in a cellar, in which wine ferments, a light is extinguished, 228; wind increases a fire, 229; similarly we blow a fire to revive it, 230; but (see: 231); a current of fresh air causes iron to melt in fire, 232; when the chimney is covered by a wet sack-cloth, the fire becomes extinguished, 233; when in the bottom of a large chimney sulphur is burned, the fire goes out, 234; fire sometimes goes out by itself in a burning room, if the doors and windows are carefully shut up. 235.

2) For *Respiration:* Animals die in vacuo, 236; (fishes and reptiles can bear it for a much longer time, insects live several days in a vacuum). The diver's bell must be drawn out of water from time to time, 237; it is unhealthy, if a room is crowded. 238.

§ 97. 2) *Dangerous gases.* Carbonic acid produced by fermentation, 239; carbonic acid, sulphuretted hydrogen, carburetted hydrogen gas produced in mines, wells and sewers; how do we prove the existence of such gases? *Davy's Safety-Lamp*, 240; people killed by *choke-damp*. 241.

CHAPTER VIII.

Sound Acoustics. 242-257.

§ 98. Sound produced by a vibratory motion; how this may be verified see: 242.

§ 99. 1) The *Propagation* of sound, 243; *sound-waves* or condensed and expanded layers of air. The origin and propagation of sound-waves are similar to the manner in which waves of water come into existence and extend. Just as that part of the water in a lake, which has been agitated by throwing in a stone, does not proceed to the shore, but after it has put the neighbouring parts in motion it recedes, so is it with the propagation of sound, 244; thus sound is not propagated in a vacuum. 245.

§ 100. Causes which influence the *intensity* of sound.

a) The intensity of sound is inversely as the square of the distance of the sounding body from the ear. 246. Sound-waves are hollow balls and the surfaces of balls are in proportion to the squares of their radii.

b) It is influenced by the mass, elasticity and density of the body, which vibrates or yields a sound. 247.

c) The intensity of sound depends on the density of the air, in which it is produced and propagated. 249.

d) It is modified by the direction of the wind. 249.

e) It is strengthened by the neighbourhood of a sounding body 253. (*Resonance* of air).

§ 101. The *Velocity* of sound in air, 248. (1,100 ft. a second). Gay, Lussac, and Alex. v. Humboldt 1822.

§ 102. The Propagation and Velocity of sound *in liquids and solids*. 250. In general liquids conduct sound better than solids (Biot, Gay, Lussac, Sturm and Colladon). The velocity of sound differs with different mediums, *e. g.*

in whale-bone	$6\frac{2}{3}$	times
„ linden-wood	15	„
„ glass	$16\frac{2}{3}$	„
„ iron	$16\frac{2}{3}$	„
„ fir-wood	18	„

greater than in the air.

§ 103. Velocity rises also in one and the same body, if the condition of that body changes (*f. e.* different trunks of one kind of wood and higher temperature increase velocity of sound, moisture in the air hinders the propagation of sound). Velocity of sound is quite independent of the source of sound and its height or depth (a concert at some distance).

§ 104. *Reflection* of sound or *echoes*. 251. The reflection of sound takes place according to the same laws as the reflection of heat and light. Place 2 parabolic mirrors at some distance from each other; at a certain point we put a watch in front of the one, called the *focus*. All the vibrations emanating from this focus will be reflected from this mirror in parallel rays, fall on the second mirror and are thrown back to its focus. If the ear is put to this second focus, the ticking of the watch is distinctly heard, because all the sound-waves are concentrated in the ear.

§ 105. Under what circumstances an *echo* will take place?

251. Experience teaches us that in one second we cannot hear more than nine sounds, hence we can only distinguish sounds from each other which succeed at intervals of $\frac{1}{9}$ second, a second sound reaching the ear before $\frac{1}{9}$ second has elapsed coincides with the first sound.

An echo can only be produced, if the reflecting object is at a distance of at least 61 ft.

If there are many reflecting walls, a poly-syllabic echo will be produced.

If the sound-waves strike a reflecting wall in an oblique direction, the echo will be heard not at the place of its origin but somewhere else.

How is it possible to hear an echo on the sea? How can a very strong sound (*f. e.* the discharge of a cannon) cause an echo in places where under ordinary circumstance an echo is never heard?

§ 106. The use of *tubes* for transmission of sound.

a) The *speaking-trumpet.* 252.

b) The *ear-trumpet*, an inverted speaking-trumpet.

c) The *stethoscope*, an instrument similar to the speaking-trumpet. One end is held against the diseased part of the body and the ear against the other end. By means of this a physician may detect anything abnormal in the chest or elsewhere.

Our outer *ear* represents also a sound-trumpet. In some animals this part of the ear is long and flexible, so that the animal can adjust it in compliance with the direction from which the sound comes. For the other parts of the ear see: 254.

§ 107. Solid bodies do not only reflect sound-waves, they may also be put into a state of vibration and impart these vibrations to the air on the other side (music, conversation etc. heard through the walls of a room). The thinner and more elastic

such bodies are, the better will they transport sound. A highly interesting phenomenon is *Marloye's Diapason*, consisting of two tuning-forks, which are screwed on two hollow boxes made of very thin wood and open at one side. If one of these tuning-forks is struck, the other one will sound too, even at a distance of 10-12′ and will vibrate self-dependent after the sound of the first fork has been stopped.— Such vibrating bodies even strengthen sound, and this is called Resonance (see following passage and 253).

2) The production of *musical sounds.*

§ 108. Difference of sound and noise. 242. Limit of perceptible sounds; musical *scale; intervals* and the numbers of vibrations, by which they are produced.

§ 109. By different apparatus (Savart's Monochord, the Siren of Cagniard de la Tour, the cogged wheel, each tooth striking a card whilst passing, Stewart's Primer, page 59. 60) the following law may be affirmed. The pitch of a sound depends on the number of vibrations produced in one second. Equal sounds are produced by one and the same number of vibrations whatever may be the source of the sound. The quotient of 1100 ft. and the number of vibrations shows the length of one sound-wave. Hence we also may say, that the pitch of a sound depends on the length of the sound-waves.

§ 110. The names of the 8 tones of the musical scale are: do, re, mi, fa, sol, la, sa or si. The tone produced by one half of the string or by the double number of sound-vibrations is called the *octave.* The corresponding lengths of the string for the 8 tones from the key-note to the octave are: 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{8}{15}$, $\frac{1}{2}$, and the corresponding numbers of vibrations: 1, $\frac{9}{8}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{15}{8}$, 2. *Harmony* and *Dissonance*, see: 256.

§ 111. The *tuning-fork* and *Resonance of air*, see: 253.

If we take a glass cylinder and then, whilst pouring water in the cylinder, make a tuning-fork vibrate, hold it over the cylinder at a certain height from the water, the sound of the fork will be strengthened. The sound of another tuning-fork yielding a different sound, will not be strengthened at the same time (by the same cylinder), which shows, that the column of air enclosed in the cylinder partakes of the vibrations of the tuning-fork, emitting the same note.

§ 112. As to the *vibrations of strings:* The number of vibrations in a second is inversely as the length and the diameter of the string; thus the shorter and thinner a string, the greater its number of vibrations, the higher the tune. 255.

Lagrage (1759) discoverd the following law:

$$M = \frac{\sqrt{k}}{l\, r \sqrt{d}}$$

(k means the stretching power, l the length of the string, r its radius and d the density of the material).

If a string at the end of the first of its four parts is supported or touched by the finger, the last fourth will produce a tone, which is the second octave of the key-note produced by the whole string (flageolet-tone or harmonic sound).

§ 113. In stringed instruments the sound is strengthened by a *sounding-box*, both faces of which vibrate together with the enclosed air. The vibrations of tones may even be rendered visible by the so-called *Chladni's Figures:* We scatter some sand upon a metal-plate or glass-plate and a violin bow is passed smartly along the edge. The sand dances off and settles itself in beautiful figures, which show places of vibration and of no vibration.

§ 114. As to the *wind-instruments* the wind is produced either by simply blowing into the tubes or by bellows. With

regard to the arrangements made to set the enclosed air in vibration we make a difference between *mouth-instruments* and *reed-instruments*. In the former by the so-called mouth-piece air enters not in a continuous flow (as if simply blowing into a tube) but in an intermittent manner; in the latter air is set in vibration by means of elastic plates, called tongues. Mouth-instruments we have in the flute, the horn and in most pipes of an organ; vibration by tongues is produced in the harmonium, the clarionet, the oboe and the bassoon. Take a blade of grass and fasten it between the thumbs of both hands and you have a reed-instrument. On blowing into the hole or rent produced by joining both thumbs together a sound will issue.

§ 115. If pipes are *stopped*, the number of vibrations are inversely as the lengths; hence the longer a pipe of this kind the deeper the sound. A pipe half as long as another yields a sound which is the octave of that produced by this pipe. 256. The note yielded by an *open pipe* is always an octave higher than the note of a closed one of the same length.

§ 116. By a reed-pipe, which in perfection surpasses anything constructed by art or science, the *human voice* is produced. 257.

§ 117. There exists a curious instrument called a *Chemical Harmonicon*, in which a sound is produced by a chemical process. If we hold a glass-tube, 50-100 centimeter long, above the flame of burning hydrogen, the flame begins to tremble and the air within the tube begins to sound. The sound changes with the length and width of the tube. In bringing this singing or sounding flame before a looking-glass and causing it so turn round its own axis, we behold a circle of flames, separated from each other by dark intervals. The sound is produced by the vibrations of the flame and the air. The vibration of the flame

is produced by successive explosions produced by a periodical combination of Oxygen with Hydrogen. After each explosion the flame is almost extinguished, as the looking-glass shows.

§ 118. If sound-waves meet each other in such a manner, that the condensation of one wave fills up the expansion of another they neutralize each other and no sound is heard. (*Interference*). Most of the investigations on sound we owe to *Helmholtz.*

CHAPTER IX.

HEAT.

A. *Sources of Heat and its propagation.*

258-290.

§ 119. *Definition.* The *two hypotheses* as to the nature of heat: 1) *Theory of emission*, according to which heat is a subtle, imponderable substance, surrounding the molecules of bodies and passing from one body to another. 2) *Theory of undulation*, according to which heat is caused by a vibratory motion in the bodies themselves. This vibration causes waves of warmth in a kind of ether pervading the whole universe. Hence the phenomenon of warmth is similar to that of sound in its organ as well as in its propagation (through ether instead of the air). The vibrations of this ether finally cause the sensation of heat in our body. The waves of heat and those of light are not different from each other, if still not all the waves of heat produce the sensation of light, we must consider that our organ of sight is only affected by such vibrations of ether, which show a certain length of their waves. The atoms of all bodies are more or less in a state of such vibration. One and the same

body may seem to be cold or warm according to the condition in which we have been before.

§ 120. The degree of warming is called *temperature*, which is not a quantity of the substance of heat (first theory), but a quantity of the living power, produced by the vibrating atoms of a body (second theory). According to this second theory, which is now accepted in general, heat like sound is caused by a vibratory *motion*. 258.

§ 121. 1) There are *different sources of heat*. They are: 1) mechanical sources, such as friction, percussion and pressure; 2) physical sources, that is: solar radiation, terrestrial heat, changes of condition and electricity; 3) chemical sources, *i. e.* chemical combinations, especially combustion. 258.

§ 122. *a*) *Heat due to friction*. Flint and steel or two pebbles rubbed together. 259. The axles of a carriage. 260. Sliding down a rope. 262. Rubbing of Lucifer matches and safety-matches. 261. Sir H. Davy even succeeded in melting two pieces of ice by rubbing them together in a vacuum below zero. Heat is produced in the tools used for sawing, boring, filing etc. or by rubbing the hands together. 268. Some think, that even *shooting-stars* are planetary bodies, which, attracted by the earth, are raised to incandescence in consequence of their friction with the atmosphere and by the compression of the air.

§ 123. *b*) *Heat due to percussion*. A horse trotting over a hard pavement; iron hammered on an anvil may be raised to red heat.

§ 124. *c*) *Heat due to chemical combination*. Chemical combinations are always accompanied by an elevation of temperature: limeslaking; water and sulphuric acid; animal heat (see § 174); combustion as a combination of the Hydrogen and Carbon contained in the burning substance with the Oxygen

of the air. 263. (225). Also putrefaction as a slow process of combustion (damp pay takes fire), 264; but for combustion a certain amount of heat is wanted, which amount varies with different bodies (combustible and incombustible bodies). 265.

§ 125. *d*) The most powerful source of heat is the *radiation of the sun.* "Faraday calculated that the average amount of heat radiated in a day on each acre of ground in the latitude of London is equal to that which would be produced by the combustion of 60 sacks of coal."

§ 126. *e*) As to *terrestrial heat* or the heat peculiar to our earth, the heat on the surface of the earth's crust is due solely to the influence of solar radiation. In a depth of 3-5′ in the temperate zone the daily changes of temperature cease, in a depth of 60-80′ we have the layer of constant temperature and, we may say, here ends the inflnence of the sun's radiation. Below this layer we may observe an increase of 1° *C* for 129 feet. This increase is not the same everywhere; it seems to be influenced by the condition of the various strata. Proofs of this inward-heat are: 1. *Mines* (care must be taken to exclude air whilst measuring), 2. *Artesian wells.* A bore near Berlin shows the following results:

Depth.	Temp. in Réaum.	Depth.	Temp.
700′	17.275°	1700′	24.74°
900′	18. 78°	1900′	26.50°
1100′	21. 14°	2100′	28.66°
1300′	21. 51°	3300′	37.23°
1500′	23. 27°	4042′	38.50°.

Also Artesian wells prove that as to the increase of heat no rule can be fixed. There is a place (Neuffen in Germany) where an increase of 1 °*C* may be observed after a descent of 34.1′

and there is another place, in which heat increases 1° only after a descent of 444′. These varieties may be caused by cool or warm waters, the influence of air (*e.g.* in bores from the top of a hill), by the conductive property of the rocks, also by chemical processes. Perhaps the centre of heat is also not at the same distance from every place of the earth's crust. 3. *Hot-wells*, (*f. e.* Geysers in Iceland) which occur even in the coldest parts of the earth; their heat is constantly the same and greater than the heat in any part of the earth's crust within our observation. 4. *Volcanoes.* The heat of lava-streams must be estimated to amount to 2000° *R.* We may imagine the excessive heat of lava from the fact that vessels of glass melted on the table in a monastery without coming in contact with the lava itself. A lava-stream still moved after 10 years and another one was so hot after 3½ a year that pieces of wood thrown into it were melted at once. 5. *Earthquakes.* 6. The lifting and sinking of whole masses of land.—The cause of this excessive heat is: the earth having formerly been in a melting, fluid state like a great many other celestial bodies, is not yet cooled down and in its interior parts it is still in the liquid state of such bodies.

§ 127. *f*) Heat due to *changes of conditions,*—see: 309. (Heat is set free by solidification and liquefaction § 153-155).

§ 128. *g*) Heat due to *electricity* see: § 270. 285.

2) *Propagation of Heat.*

§ 129. *a*) *Conductive Power* of bodies. There are *good and bad conductors:* Metals and wires are good conductors; paper, wood, ashes, earth and soot are bad conductors: 266-272. The worst conductor is air, hence all porous bodies are bad conductors. Use of cloths. 273. Ice folded in flannel. 274. Houses built of wood and ice. 275. Tight and loose dresses. 276. Snow protects seed and young grain from frost. 277. Water a better

conductor than air. 278. Sensation of heat and cold, when in contact with certain bodies. 279. The genuineness of gems tested by touching them. 280. Wind conducts heat thus producing cold. 281. Dipping the hand into melting iron. 340. Red hot cannon-balls can be wheeled to the gun's mouth in wooden barrows partially filled with sand. Lava has been known to flow over a layer of ashes underneath which was a bed of ice, and the ice did not melt. (About propagation of heat by convection, see § 146.)

§ 130. *a*) *Radiation*, *Reflection and Absorption of Heat.* The warmer body causes by means of the thermal waves, proceeding from it vibrations of the atoms in a colder body. Hot bodies may send out rays of heat, which produce heat without heating the air. In standing before a fire or exposing ourselves to the sun's heat, we feel warm in consequence of the radiation of heat. 282. This radiation takes place in all directions round a body, but the rays themselves are emitted in a right line. This heat is even propagated in a vacuum. Radiant heat is proportional to the temperature of its source, but like sound its intensity is inversely as the square of the distance.

§ 131. Bodies always tend to exchange their heat in order to assume an uniform temperature or "*the Equilibrium of Temperature*".

§ 132. Three cases are possible in this respect:

1. If the bodies exchanging their temperature are of the same substance and mass, the warmer body loses as many degrees as the cooler one gains, *f. e.* 1 lb. at 100° *C* and 1 lb. at 20° make a mixture of 60°.

2. The bodies have the same substance but unequal mass. If the cooler one has *n* times more mass, it gains *n* times less degrees than the warmer one loses; if the cooler one has *n* times

less mass than the warmer one, it gains n times more degrees than the warmer one loses; *f. e.* 1 lb. water at 100° and 3 lbs. at 20° make a mixture of 40°. If the 3 lbs. lose x degrees, we get the following equation:

$$100 - 3x = 20 + x$$
$$100 = 20 + 4x$$
$$x = 20,\ 3x = 60.$$

1 lb. at 20° and 3 lbs. at 100° give a mixture of 80°, for

$$100 - x = 20 + 3x$$

$x = 20$, hence the cooler body gains 60°, the warmer one loses 20°.

For both cases *Richmann's rule* holds true:

$$T = \frac{Mt + mt}{M + m}$$

(M and T being the mass and temperature of one body, m and t that of another one.

3. If the substances of two bodies are different, the temperature of the cooler one rises more or less according to the condition of its substance; *f. e.* 1 lb. of water at 100° and 1 lb. of mercury at 69° produce a mixture of 99°; 1 lb. of water at 69° and 1 lb. of mercury at 100° give a mixture of 70°. We see the quantity of heat, which raises the temperature of 1 lb. of mercury for 30°, raises that of a pound of water only for 1°; hence water has a 30 times greater *capacity to absorb heat* than mercury or a quantity of water having an equal temperature with the same quantity of mercury contains 30 times more heat than the latter. Taking the capicity of water for absorbing heat for 1, we see that the capacity of mercury will be $\frac{1}{30}$. That number, which indicates how many times more heat is contained in one pound of any substance, than in 1 pound of water of

the same temperature, is called the *Specific Heat* of that body. (More about this see under 3, § 136.)

§ 133. When a ray of heat falls upon the surface of a body, part of it is *absorbed* and raises the temperature of the body, another part darts off in such a manner, that the angle made by the incident (falling) ray and the surface of the body is equal to the angle formed by the *reflected* ray and that surface.

§ 134. The absorbing and reflecting powers of bodies are very different in various bodies. Some absorb much and reflect little, some reflect much and absorb little. Bodies, which the rays of heat pass through we may call *diathermal* and those, which reflect them, *athermal* bodies. (Crookes's Radiometer.)

The reflecting power of some substances may be seen in the following instances: Plants placed in contact with a wall. 283. Reflecting power diminished by black colour, 285; cooking vessels should be black and rough, 286; white and polished vessels cool slowly. 287. Nocturnal radiation prevented by clouds or smoke, which reflect the rays of heat. 288. 289.

§ 135. A great heat may be produced by concave mirrors, which catch the parallel rays of the sun and reflect them in such a way, that they coincide in one point, the focus of this *burning mirror*.

Remark. It is said that Archimedes burnt the Roman vessels in the harbour of Syracuse by means of such mirrors. 284. (See No. 84 page 210.)

§ 136. 3) *Specific Heat.* We may compare bodies as to the quantity of heat they absorb, when their temperature rises through a certain number of degrees. The unit chosen for this comparison (the *thermal unit*) is the quantity of heat necessary for raising 1 lb. of water through one degree of Centigrade.

§ 137. For finding the specific heat of any body the most reliable method is that of mixture. With a certain quantity of

water we mix the substance to be investigated, having ascertained before its quantity and temperature, and observe the rise of temperature in the water.

If the quantity of water is $= m$, its temperature $= t^\circ$, the water represents $m.\ t$ thermal units; if the specific heat of the body in question would be the same as that of water and m_1 its quantity t_1 its temperature, it would contain $m_1.\ t_1$ thermal units; but if we call the specific heat in question c_1 the second body contains $c_1.\ m_1.\ t_1$ thermal units. Hence before the mixture takes plases both substances contain $m.\ t + c_1.\ m_1.\ t_1$ thermal units. After the mixture the temperature of both bodies is uniform and we call it T°. Water contains $m\ T$ the second body $c_1\ m_1\ T$ thermal units, hence both together $m\ T + c_1\ m_1\ T$ or $(m + c_1\ m_1)\ T$. As by the mixture the quantity of heat is not changed, we get the following equation.

$$m\ t + c_1\ m_1\ t_1 = (m + c_1\ m_1)\ T$$

from which the value of c_1 easily may be derived; *f. e.* an iron ball of 2 lbs. and 93° heat is thrown into 9 lb of water at 10° and the temperature of the water increases to 12°, find the specific heat of iron. $m_1 = 9, t_1 = 10, m_1 = 2, t_1 = 93$ and $T = 12$.

$$9.\ 10 + c_1.\ 2.\ 93 = (9 + c_1\ 2)\ 12$$

$$90 + 186\ c_1 = 108 + 24\ c_1$$

$$c_1 = \tfrac{1}{9}.$$

Remark. 1. For finding the specific heat of bodies soluble in water, we take another liquid, the specific heat of which we know already.

Remark. 2. The specific heat of simple bodies (elements) is inversely as the weight of their atoms (Dulong, Petit).

Thus for instance more heat is wanted for raising the temperature of water than that of oil; iron wants more than zinc, water more than earth. 290.

CHAPTER X.

HEAT.

B. *The Effects of Heat.*

291-353.

I. Expansion by Heat.

§ 138. 1) As bodies expand by heat, we may measure temperature in examining the regular expansion of a certain body in consequence of heat. The instrument for measuring temperatures is called a *Thermometer.* For its construction and the *three kinds* of mercurial thermometers, see: 291.

§ 139. For changing the degrees of *Reaumur's* thermometer in such of *Celsius* or *Fahrenheit* the following formula will be found covenient:

$$n°R = \tfrac{5}{4}n°C \qquad = (\tfrac{9}{4}n + 32)°\ F.$$
$$n°C = \tfrac{4}{5}n°R \qquad = (\tfrac{9}{5}n + 32)°\ F.$$
$$n°F = \tfrac{4}{9}\ (n - 32)°R = \tfrac{5}{9}\ (n - 32)°\ C.$$

The tube must have the same width, every where. Why? Why should the tube be as narrow as possible? Why the bnlb as small as possible? Why is the open end sealed by melting the glass? The space above the mercury must be a vacuum, why?

The thermometer does not show, how much heat is contained in a body.

Remark. The first thermometer was constructed by Drebbel in Holland (1630); Fahrenheit in Danzig and Reaumur in France added the two fundamental points with the commencement of the 18th century. The thermometer of Reaumur is used in Germany, that of Fahrenheit in England, and that of Celsius in France and in *science.*

§ 140. Also alcohol may be taken instead of mercury. *Rutherford's maximum and minimum thermometers* are

very useful. Both are placed horizontally and the maximum thermometer, whilst rising, pushes a small piece of iron wire, which will remain on the highest point as soon as the mercury contracts. The minimum thermometer contains a very small hollow glass, which is not displaced as long as the alcohol expands, but which in consequence of adhesion is carried with the alcohol as long as it contracts.

§ 141. 2) A very instructive example of *Expansion* is *Gravesande's ring*. It is a brass-ball, which in ordinary temperature passes freely through a ring, but when heated, does not pass through. For another example see Physics Primer, page 64.

a) *Expansion of solids:*

§ 142. As to the *linear* expansion of a body in heating it from 0-100°*C* we ascertain what part of its length is added by expansion. The number representing this is called the *Coefficient of expansion.* The length of a body being 500′ at 0°*C* and 501′ at 100°*C*, the Coefficient of expansion will be $\frac{1}{500}$. The cubic expansion is three times greater than the linear one. Every solid body has its own coefficient of expansion (cohesion being different with various bodies). For solid bodies expansion between 0° and 100° is in general proportional to temperature, not so in higher temperatures and with liquids (with the exception of mercury). Examples:

Securing tires on wheels. 289. Iron roofing not to be soldered, 294 (railways); hot water poured in a tumbler. 293. The walls of a gallery at the Conservatoire des Arts et Métiers in Paris began to bulge and were drawn together by passing iron bars through them; the bars were exposed to heat, expanded and were screwed up, allowed to cool they contracted and drew the walls together. Another application is *the Compensation Pen-*

dulum. In § 56, *a*, (136); we read about the influence of temperature upon a pendulum. To compensate for these changes a pendulum was constructed, in which the evil corrects and cures itself. For this purpose the several metal bars, of which the pendulum consists, are arranged in such a manner, that the upward expansion of some rods is exactly compensated by the downward expansion of some other rods.

§ 143. *b*) *Expansion of Liquids.* They are more expansible than solids. There is the remarkable exception that water at 4°*C* has its maximum density, and if still cooled down it expands. Great importance of this fact in the economy of nature. 291. 295 and 296. An evident proof of design in nature! Applications are: A tumbler full of water runs over when the water is heated. 297. Mercury in the thermometer. 298.

§ 144. *c*) *Expansion of Gases.* Their expansion is most regular and their expansibility is even 13 times as great as that of water.

§ 145. As to the *expansion of vapours* it is the greater the more vapours of the same density are heated or the more they are condensed by pressure, but this pressure cannot be increased *ad libitum*, for, having obtained a certain density, vapours will enter the liquid state. A vapour in this *maximum of density* is said to be *saturated* and in this state it has also obtained the *maximum of expansion.* For the vapours of different liquids the maximum of expansion differs, but the expansion of vapours coming to existanee by ebullition is the same for all liquids, it is equal to one atmosphere.

Applications are: The skin of chest-nuts bursts in the fire, 299; the crackling of fire-wood, 300; the bladder on a hot metal plate, 301; a tumbler held over the flame of a candle and then put on the hand, 302 (scarification); smoke rising,

303; current of warm air from the inside to the outside in a room, 304. 302; use of a chimney on a lamp, 305; draughts in chimneys, 305; expansion and contraction the cause of all winds, *Land and Sea-Breeze.* 307. How the climate of a country is influenced by its situation in respect to large tracts of land or water!

§ 146. 3) In connexion with this expansion of liquids and gases, due to heat, we may also understand the way, in which liquids are heated. This kind of propagation is called *convexion.* 368. (§ 129. 130.) The same process takes place in tanks and rivers so slowly, that we cannot observe the circulation of water. At night and in the cold seasons the water in the surface cools down, sinks and the warmer layers of water rise and after having been cooled sink down too, thus causing a perpetual movement in the water, which is of the highest importance to animals living in water. Without this circulation of water oxygen would never come down into the depths and this oxygen must sustain the life of the animals living down there. Besides, this movement prevents corruption and the poisoning of the earth. Is all this mere chance? Is it not rather the trace of a purpose laid down in nature?

II. Changes of the state of bodies by the action of Heat.

§ 147. The process of fusion and ebullition shows, that heat diminishes cohesion and that in the case of ebullition this cohesion even is changed into repulsion.

§ 148. 1) Laws of *Fusion. a*) Fusion begins for one and the same substance at a certain temperature, which is invariable. *b*) From the moment fusion commences the temperature does not rise until the fusion is complete.

§ 149. *Latent Heat* is the heat absorbed by the body during its fusion and it is not indicated by a thermometer. 309.

If we heat a vessel filled with snow over a light, the thermometer put into the snow, the temperature will rise up to 0°, but at this point it will stop until all the snow is melted.

1lb. of water at 80° *C* and 1lb of water at 0° *C* mixed together are changed into 2 lbs. of water at 40°*C*, but

1lb. of water at 80° *C* and 1lb. of snow at 0°*C* mixed together, yield 2lbs. of water at 0°*C*. In this case the surplus of heat is absorbed by the melting body.

§ 150. The same takes place and the same laws hold true also for *evaporation* (the slow formation of *vapours* on the surface of a liquid, which process goes on at any temperature in an open vessel) and *ebullition* (a rapid production of vapour in the mass of a liquid itself). 309.

§ 151. Aëriform bodies, which under ordinary circumstances are not produced by evaporation we call *gases* (but see § 167), vapour is invisible, only when commencing to liquify can it be seen (mist).

§ 152. As to latent heat the amount of heat absorbed by a body varies with different substances. Iron absorbs more than lead; fusing and boiling point. 310. Melting substances absorb heat, hence a *thaw* lowers the temperature in spring. 311. This is the reason, why even in a hot country ice may be prepared; for *Freezing mixtures* see: 312. 3 parts (by weight) of snow and 1 part of salt give a mixture of 0° to—17° *C*. Powdered sulphate of soda (Glauber's salt) poured over by hydro-chloric acid yield a mixture of + 10° to-17° *C*. 3 parts of muriatic (hydro-chloric) calcium and 2 parts of snow—0° *C* to—28° *C*, 1 part of dilute sulphuric acid and 1 part of snow—7° to—51° *C*.

§ 153. Just the contrary takes place in *Solidification* (passage from the liquid to the solid state) or the *Liquefaction* of gases and vapours (passage from the gaseous to the liquid

state), *i. e.* heat is disengaged or heat is set free. So *e. g.* as long as snow falls the severity of cold is diminished; water freezing near plants saves them from cold, 313; water in a tube, from which air has been excluded can be cooled down to—10° *C* without freezing, if it is not shaken; if shaken part of it freezes at once and the temperature rises to 0° *C.*

§ 154. Whether some bodies cool quickly or slowly causes a difference in their properties (cohesion); *f. e.* sulphur by a sudden solidification is changed into a tough, tender mass; if cooled down slowly we get a hard, brittle substance. By a quick cooling glass and iron are made hard and brittle.

§ 155. The disengagement of heat can only be observed if the processes of solidification and liquefaction take place very quickly. So *f. e.* if vapour at 100° *C*, is led into a vessel containing water at 0° *C*, it will be liquified and the whole mass of water will have a temperature of 100° *C.* This can only be the result of the vapour passing over from the gaseous into the liquid state.

§ 156. Most chemical substances when passing from the liquid or gaseous into the solid state assume some definite geometric form or are said to *crystallize.* Crystals are produced when a substance, such as nitre, is dissolved in water and the solution is allowed to evaporate gradually, or when a body, such as sulphur, is melted and allowed to solidify by cooling. We are ignorant of the mode, in which such crystallization takes place; but the process, by which crystals are formed is always a very slow one, and the more gradually a crystal has been produced the larger and more perfect it is. As a rule any particular body possesses a definite form, in which it always crystallizes and by which it can be distinguished. The many thousand different forms are arrayed in 6 systems. There are crystals so

small, that they can be perceived only by a microscope and there are some, which have a weight of 800 lbs. The smallest particle of one shows the same form which the original crystal possesses. Also these crystals are a proof of divine thought pervading all regions of the universe, from the systems of planets or fixed stars down to microscopical particles of matter. Water, uniting with neutral bodies or salts, forms crystals and water in this solid state is called "*water of crystallization*". In such crystals we have water in its solid state as well as in ice. The transition from the uncrystallized into the crystallized state of a body is accompanied by a motion in the most minute parts of the liquid, by which the phenomenon of light is produced (if the liquid is shaken). The same substances only once give light by crystallization, if dissolved again and exposed to crystallization no light will be seen.

§ 157. 2) All these processes are *influenced* in many ways. We know of bodies, which instead of *melting* (fusing) are decomposed (paper, wood, wool); others seem to be refractory, but this perhaps only because we are at a loss to produce the necessary heat.

§ 158. Each body melts only at a fixed temperature.

Hammered iron	at 1600°*C*	Lead	at 334°*C*
Soft "	" 1500°—	Bismuth	" 256°—
Steel	at 1800-1400°—	Tin	" 230°—
Cast iron	" 1050-1200°—	Sulphur	" 109°—
Gold	at 1250°—	Wax	" 68°—
Silver	" 1000°—	Stearin	" 49°—
Antimony	" 432°—	Ice	" 0°—
Zinc	" 360°—	Turpentine	" —10°—
		Mercury	" —40°—

§ 159. *Solidification* is not only accompanied by a disengagement of heat; in some cases also a material *increase* of the

solidifying body takes place. Thus the volume of water increases in solidifying. 295. 296. Ice may even break a bomb-shell, as Major Williams in Canada has proved, whose bomb-shell was cracked and projected to a distance of 415′. The same takes place with cast-iron, bismuth and antimony, whilst gold, silver and copper *contract*; wherefore coins cannot be cast but are stamped with a die.

§ 160. The expansion of water by freezing may be explained by the fact, that freezing is a kind of crystallization; hence the molecules of water by arranging themselves in regular groups occupy a larger space.

§ 161. Pressure may be substituted for heat and the point of solidification or fusion lowered in doing so. By a pressure of 8 atmospheres the freezing point of water may be lowered by 0.06°*C* (James and William Thomson) and by a pressure of about 13000 atmospheres Mousson succeeded in liquifying ice at a temperature of—18°*C*. In the first case a strong pressure prevented the molecules of water from arranging themselves in crystals, in the second case an immense pressure destroyed the arrangement of crystals.

§ 162. *Evaporation* is influenced: *a*) by *the renewal of air;* thus linen is hung out to dry, 314; use of *fans*. 326. If the air is not renewed it will finally be *saturated* with vapour and then the formation of vapour ceases 316, 322. Each space can receive only a certain quantity of vapour, which is the greater the warmer the vapour (see *b*) and the drier the air. The air being thus an obstacle to vaporization, we may understand, that *in a vacuum* all liquids are instantaneously converted into vapour. 327. *b*) Evaporation is farther influenced by *temperature:* the higher it is the more abundant will be the vapour produced, 316; *c*) by the *extent* of the *surface*. 315. (Salt-

pans). Evaporation takes place only at the surface of a liquid *d*) by *pressure*; as the pressure of the atmosphere is a hindrance to the formation of vapours, the more this pressure is diminished the more evaporation takes place.

§ 163. By evaporation heat is rendered latent or it is absorbed from the surrounding air: But in evaporation all the heat is not rendered latent (as in boiling), else it would not be possible to warm a liquid in an open vessel. We feel cool after rain, 317; fire extinguished by water, 318; wet fire-wood, 319; wine kept cool by wet clothes. 320. *Filtration* (see Porosity), 321; evaporation taking place on our skin, 322; we feel cold coming out of a bath. 323. Moist linen is cold and injurious. 324.

§ 164. We have seen that temperature and evaporation are in close connection, so it is of great importance to know the actual quantity of vapour present in the air; this quantity is very variable with the seasons, the climates, the temperature and other causes. The degree of moisture or the distance of the air from its point of saturation may be known by *the Psychrometer*, 325 (also called "Wet-bulb Hygrometer").

§ 165. Also a great many *Meteorological Phenomena* depend upon heat and evaporation. Smoke does not rise before rain, 328; a great number of animal and vegetable substances (hair, strings etc.) elongate as the air becomes moist, and contract as it becomes dry; thus they indicate the quantity of vapour contained in air. Instruments serving the purpose of measuring the amount of moisture in the atmosphere are called *Hygrometers* (or Hygroscopes). 329. Clothes get damp by the moisture in the air. 330.

§ 166. *Liquefaction* or the condensation of vapours may be *due to* 3 causes: *a*) *chemical affinity* (salt absorbs the

vapour of the air), *b*) *Pressure.* If vapour is exposed to an immense pressure, a point will be finally reached, where the vapour present is just sufficient to saturate a given space. Any pressure beyond this point will cause the vapour to pass into the liquid state. *c*) Liquefaction *by cooling.* After vapours are in a state of saturation the slightest lowering of temperature will stop repulsion between the molecules and attraction will preponderate, they agglomerate, form small drops, float in the air and are deposited on the surrounding bodies. Thus windows are covered with moisture. 331. Vapours passing over from the gaseous to the liquid state may be seen over a vessel containing hot water. In winter even the breath of men and animals will be rendered visible. *Dew* depends not only on the degree of temperature, but also on the quantity of vapour contained in the air, for liquefaction begins only after the air is saturated. 332 (*Hoar frost*). No deposit of dew if there are clouds, 333; or if wind blows. 334. *Fogs* and *mists* are chiefly caused by the moist soil being warmer than the air. 335. *Clouds* are only a mist in higher regions and consist also of small hollow vesicles of water suspended in the air ("small balloons"). They may rise and disappear all of a sudden. 336. 337. Formation of *Rain*, *Snow*, and *Hail*. 336.

§ 167. By pressure and cooling even some gases have been forced to liquify and as some physicists (Cailletet, Raoul, Pictet) have succeeded in the liquefaction of Oxygen and Hydrogen even, there is no doubt, that all the gases are capable of such a change, and taking this for granted there would be no scientific difference between vapours and gases.

§ 168. *Ebullition* or boiling consists in the production of elastic bubbles, which rise and in layers of lower temperature are condensed again until large bubbles rise and burst on the

surface, from which moment water is transformed into vapour or *ebullition* commences.

§ 169. For a given pressure boiling always begins at a certain temperature, *f. e.* at 100°*C* for water; but this temperature varies with different bodies. (About the latent heat of evaporation or ebullition, see 1.) 339. 342. 343.

§ 170. The boiling point is *influenced: a*) by *substances in solution.* If *f. e.* salt is mixed, the boiling point will be raised, but sand or saw-dust put into the water makes no difference whatever, why? *b*) by *the nature of the vessel* in which water is boiled, 340; *c*) by *pressure.* Water or substances heated in closed vessels, in which case boiling is impossible, but temperature, the elastic force and density of the liquid increase. *Papin's digester*, 345 (a safety-valve necessary). The greater the pressure of the atmosphere on the surface of a liquid the higher its boiling point will be.

§ 171. A liquid cannot boil until heat has increased repulsion between the molecules of the liquid to such a degree as to overcome the pressure of the atmosphere (see § 9) and of the upper layers of the liquid; hence either the temperature must be raised or the pressure diminished. Water boils under the receiver of an air-pump. 346. Sulphuric ether boils even at *o°C* under the receiver of an air-pump. 347. (Compare the paradoxical experiment 42 in the Physics Primer, according to which water in a glass-flask, which formerly boiled, begins to boil again, when cooled by a stream of cold water). Water boils at lower temperatures on high mountains than at the sea-level (this is a great obstacle to the preparation of food), thus heights may be measured by the boiling point. 348.

§ 172. 3) The *elastic force of aqueous vapour* increases at a high temperature. 349. In utilizing this force and consi-

dering that by cooling this vapour may be condensed Papin succeeded in raising and lowering a piston in a vertical cylinder. 350. This led to the invention of the **Steam-Engines.** 351. 352. 354. The force of such engines depending upon the elastic force of the steam and the surface of the piston. 351.

Newcomen's and Cawley's engine, in which the pressure of the atmosphere causes the piston to descend. 351, 1.

How *James Watt* improved it *a*) by the *Condenser*, 351, 2, a cylinder, in which the steam is cooled to prevent the cooling of that cylinder in which the piston moves.

b) The *valve-chest*, an arrangement, by which the steam is caused to pass alternately above and below the piston. (See No. 72.) 351, 3.

c) By means of the *connecting rod* and *crank* the (rectilinear motion is changed into a continuous circular motion (see No. 73) and by the *Fly-wheel* the *dead points* are overcome and regular motion is kept up. 351, 4.

d) Watt added *three pumps* worked by the engine itself: the *cold water pump*, which replaces the heated water in the condenser, the *air* (or warm-water) *pump*, which withdraws from the condenser the air and water accumulating there and the *feed-pump*, which forces the same water (withdrawn by the air-pump from the condenser) to enter the boiler. 351, 5.

e) The *Regulator*, by which the engine itself regulates the quantity of steam entering the valve-chest, thus keeping up a uniform motion. 351, 6.

An application of this engine we see in the *Steamers*. (Robert Fulton, Ericson and Smith 1807-1839.) 351, 7.

The *Locomotive* wants neither cold water-pump and air-pump, nor the fly-wheel, being a *high pressure-engine* and

working with 2 pistons. Steamers work also with 2 pistons, but they have only a *low pressure-engine*. 352.

For the purpose of safety, locomotives are farther furnished with the *safety-valve*, the *manometer* (§ 86) and the *whistle*. 353.

§ 173. By the conjoint co-operation of ebullition and condensation (liquefaction) *Distillation* takes place, an operation by which either volatile liquids and substances in solution or two fluids of different volatility may be separated from each other. 344.

§ 174. 4) *Animal Heat*. The observations of John Davy led to the following interesting facts.

1) The blood-heat of men is between 35.8° and 38.9° *C* and is not much influenced by age, food and climate.

2) For mammalia it is between 37.2° and 39.7°*C*.

3) For birds it is between 37.2° and 43.3°*C*.

4) The temperature of warm-blooded animals is independent of the surrounding medium, for cold-blooded animals it is almost the same with the medium, in which they live. Hence the organism of warm-blooded animals must either produce heat (by the combination of Oxygen and Carbon) or heat will be given out.—People in the north eat more (especially carbonic substances) than people living in hot climates; we eat more in winter than in summer; after exercise we feel warm and hungry; by too much exercise we grow lean; birds have more exercise than mammalia, and these more than amphibious animals; hence birds have the warmest blood and consume comparatively the greatest quantity of food; animals sleeping in winter breathe very slowly, their pulsation is languid and weak, their skin is cold and they are not fleshy.

The refrigeration of the body is effected by evaporation on

the skin.—This transpiration is hindered by air-tight clothes (on this account they keep warm), by the saturation of the atmosphere; fever is moderated by perspiration; by high temperature or plenty of exercise perspiration is caused; by producing a draught we cool ourselves.

Remark. Highly interesting phenomena in connection with heat are the following: water-drops on a red-hot iron plate (Leidenfrost's drops); ice produced by pouring sulphuric acid (boiling-point -10°) and some drops of water in a red-hot iron vessel; to dip the hand into melting iron. 341.

CHAPTER XI.

ON LIGHT.

354-394.

A. *Light in General.*

§ 175. *Definition.* The two theories about the origin of light: 1) The *emission theory:* an imponderable substance is propagated and penetrates our eye producing there the sensation of vision. 2) The *undulatory theory:* the rapid vibrations of the molecules of an illuminating body are communicated to the *luminiferous ether* (*conf.* the theories about heat) and are propagated by this medium in the form of waves to the eye. Of course this ether must penetrate all bodies and occupies the whole universe (besides that it is imponderable). The emission theory (supported by Newton) cannot explain all phenomena. One ray of light may be strengthened, weakened and darkened by another one, according to the emission theory more light should only increase the splendour. We may transform *ad libitum* light into heat, into mechanical force, magnetism etc. which shows, that these phenomena are in relation to each other.

The undulatory theory (supported by Huyghens and Euler) does not only explain all these phenomena, it shows also a wonderful connection and harmony with the analogous vibrations of fluids, sound, heat a. s. o. 354. Not only utility but also beauty, harmony and aesthetic effects belong to the purposes of creation! It seems the oscillatory vibrations of the ether appear according to different modifications as light or heat or electricity. The subtility of this ether seems to be beyond all comprehension. Babinet has calculated, that the subtility of the luminiferous ether of comets in comparison with our atmospheric air corresponds to a fraction, the numerator of which is = 1 and the denominator 10^{125}, hence a number consisting of 126 ciphers.

§ 176. The *various sources of light* are: The sun, stars, heat, chemical combinations (putrefaction, *f. e.* in decaying wood), electricity, phosphorescence. 355. Any condensation or agitation of matter, be it caused by mechanical pressure or by an electric stream or by attraction of the molecules in consequence of chemical combinations or by the contact of fine-distributed substances etc., may under favorable circumstances disengage heat and light. As to chemical combinations a piece of chlorate of potash thrown into spirit of wine and touched by a drop of sulphuric acid, the decomposition of the potash will cause the spirit of wine to burn with a bright flame. There are some substances, which emit light on account of their affinity to the oxygen of the air; they are called *Pyrophorus* (Phosphorus, fulminating mercury, the dangerous product of a decomposition of spirit of wine with mercury). Some vegetables, animals and decaying wood show a spontaneous phosphorescence. Some bodies have the remarkable property to absorb light and to continue the vibrations of the ether for some time in their inside. Fluorspar shines for weeks after it has been

exposed to the light of the sun. If our organ of sight would be sharper perhaps we might see this continuation of shining in more stones.

B. *Optics in a special sense.*

§ 177. The *propagation of light* takes place in mediums, which allow the light to traverse, in a right line, which line is called a *ray of light* (luminous ray). 356.

§ 178. The *velocity of light* was determined by Roemer by an observation of the eclipses of Jupiter's first satellite. 356. 358.

§ 179. *Effects of light in general* are:

1) It makes bodies visible (light itself we cannot see, we see only the bodies, from which it proceeds).

2) It furthers the growth of organic bodies (the colour of plants and of men). See § 223.

3) Chemical decompositions (pure concentrated nitric acid is coloured by light; it separates gold from its solutions, silver from argentates; destroys most colours. See §§ 201. 220-222.

§ 180. *Effects of light on different bodies.* Some bodies stop the rays of light and are called *opaque bodies*, others transmit light and are called *transparent* (or translucent) bodies. All bodies absorb part of the light, polished surfaces *reflect* it. 357. 360. 361. There are no perfect opaque (not transparent) or transparent bodies. Why are snow and powdered ice not transparent?

§ 181. The *intensity of light* is inversely as the square of its distance. 359. "The light of the sun is about equal to that which would be given by 50,000 wax candles at a distance of one yard; that of the full-moon is equal to that given by one wax candle at a distance of 126 inches."

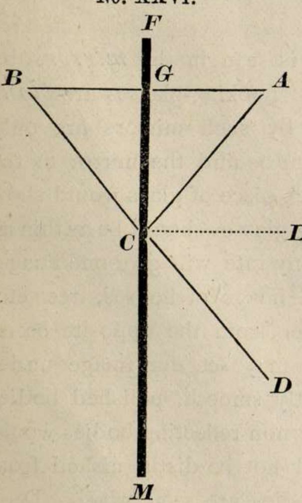
§ 182. There is a very simple instrument, called *Photometer*, for meassuring the intensity of light: In front of a white screen we fix a black stick and place the two flames in question at such a distance from the stick, that the two shadows produced by them show the same darkness. The squares of the two distances between the screen and the flames represents the intensities of the two flames.

§ 183. *Shadow* is caused by light falling upon an opaque body; the partly illuminated portion of it is called *Penumbra.* Applications of this are: the *sun-dial* and the *eclipses of the sun and moon.* 362.

C. *Katoptrics.*

§ 184. *Reflection of light.* The law of reflection is this: a ray of light falling upon a polished surface is reflected in such a way that the angle of the *incident* (falling) *ray* with the surface is equal to the angle of the *reflected ray* with the surface. The straight line at right angles with the mirror is called the *normal* (*C L* in No. XXVI.). We always see a body in the direction of the rays at the moment they enter the eye, thus *not* in its proper place.

No. XXVI.



The instrument for proving this law is called *Theodolite*, which consists of a telescope turning round the axis of a vertical and graduated circle.

§ 185. The law may also be proved mathematically. On *FM*,

the mirror falls AG as the chief ray and AC as any other incident ray, AG is reflected in the direction of GA, AC in the direction of CD. As AB and CL are parallel they are in one and the same plane, hence also AC and CD. CD and AG being in the same plane but not parallel, must intersect each other and as

$$\triangle AGC \cong \triangle BGC,$$
$$GB = GA.$$

§ 186. As all the rays proceeding from a lighted body would intersect only behind the plane of a perfectly polished mirror, we would see only the images of the lighted objects but not the mirror itself, but there is no perfectly polished surface. A shining plane may be considered as consisting of infinite shining points. Each of these points stirs up a whole system of light-waves. This will cause an infinite number of waves, which like sound-waves propagate themselves quite independent of each other, only where they intersect one another will they modify each other.

§ 187. An application of this is seen in the *mirrors*, by which our image is produced. 363. Looking-glasses are *plane mirrors*. The images produced by such mirrors are only *virtual* images and stand as distant behind the mirror as the object stands before it. 364. A thick piece of glass would show two reflecting surfaces, hence looking-glasses should be as thin as possible, 365 ; metallic mirrors at any rate will give one image. In the same way we see the reversed image of houses, trees etc. standing on the border of a river from the opposite bank. Even in the glass of a window we may see our image under certain circumstances. 368. Perfectly smooth, polished bodies cannot be seen, 369—and absolutely non-reflecting bodies would appear all equally black and could not be distinguished from each other. Nevertheless black bodies are seen, why? Deep

wells are black, why? A place without light looks black. Opaque bodies produce no image, but are visible, because they reflect part of luminous rays irregularly (another part is absorbed and a third one reflected regularly) 367. In this case the light is *diffused* or *scattered*. By means of a mirror objects lying in a horizontal position give an image in a vertical position (if the angle of incidence is 45°). 369. By two inclined mirrors the images may be multiplied ((*Kaleidoscope*); if the two mirrors are parallel, the number of images is infinite in theory, but in practice it is limited, because the brightness of the images gradually decreases. 370. This phenomenon corresponds to the echo of tones.

The spherical mirror.

§ 188. 1) *Concave mirrors.* All rays falling parallel to the axis of the mirror are reflected in such a manner, that the reflected rays concentrate in one luminous point, called the *Focus*. The centre of that sphere of which the concave mirror forms a part, is called the *centre of curvature.*

As to any other ray falling upon the mirror, the reflected ray may be found according to the law laid down for the plane mirror. (§ 185.) Considering the concave mirror as made up of an infinite number of small plane mirrors the normal ray will be a line drawn through the centre of curvature (which we may call the *principal ray*), the radius standing vertically on any point of the circumference. Hence the angle of the incident ray with the principal ray will be equal to the angle of the reflected ray with the principal ray. Geometrical conclusions will prove that the focus is always in the middle of the mirror and the centre of curvature. In this focus of course an intense heat can be

produced. This mirror may be used: *a*) as *burning glass*, 371; *b*) also *images* may be formed in concave mirrors.

Remark. An image coming to existence by a real junction of two rays is called a *real* (physical) *image*, if rays have only apparently a centre of union they will produce a *virtual* (geometrical) *image*.

An object standing more distant than the focus will produce an inverted real picture. The more distant the body, the nearer and smaller the image. If the object is at an infinite distance, the image being infinitely small, will stand in the focus. The more the object approaches towards the focus, the more the inverted image will draw back and increase to an infinite distance and magnitude. In the centre of curvature the object and the image coincide.

If the object proceeds from the focus towards the mirror, the image behind the mirror decreases in magnitude from an infinite magnitude to that of the object.

If the object stands between the focus and the mirror, only a virtual enlarged image will be formed (just as in the looking-glass). 372. These mirrors may *c*) also be used as *Reflectors* by placing a luminous object in their focus. 373. (The concave mirrors in light-houses. As the rays proceeding from the focus are reflected in parallel lines, the light can be seen at a great distance. By means of a clock-work the light and mirror turn round a vertical axis so as to throw light over the whole surface of the sea. Also in the lanterns of locomotives the light is placed in the focus of a concave mirror).

§ 189. 2) *Convex mirrors.* If the light is reflected by the external side of a spherical mirror, we have a convex mirror before us. The magnitude and the place of the image are constructed in the same manner as with the concave mirror. If the object from an infinite distance approaches towards the mirror, the image proceeds from the *virtual* (negative) *focus* (the point

half a radius distant behind the mirror) towards the mirror, its magnitude increasing from infinity to the magnitude of the object. The image is always a virtual one.

D. *Dioptrics.*

§ 190. *Refraction of light.* When a ray of light passes obliquely from one translucent medium into another (*f. e.* from air into water), it is deflected from its straight line, and this is called refraction. The original direction of the ray is called the *incident ray*, the continuation in the new medium the *refracted ray*. A perpendicular line drawn at the point of incidence is called the *normal* or *perpendicular* and produces an angle of incidence and an angle of refraction. Of course a perpendicular ray is not refracted at all (it may be called the principal ray).

§ 191. In general we may say, that the angle of the ray of light with the normal line in a thin medium is greater than in a dense medium, but there are exceptions to this rule. In one and the same medium a ray of light is always refracted in the same manner, the ratio from air to glass is 3 : 2, from air to water 4 : 3, this means the angle of incidence for a ray passing from air into glass is $1\frac{1}{2}$ times as great as its angle of refraction. (Snellius, a Dutchman discovered this law in 1625.)

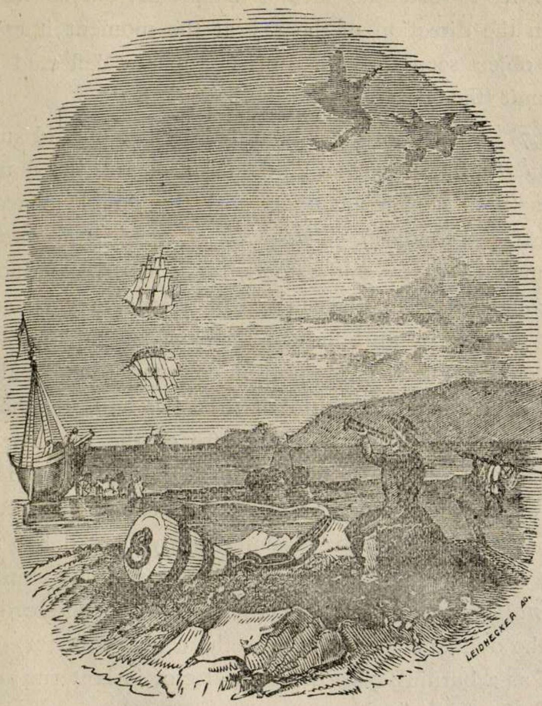
§ 192. Applications are: A clear river, the bottom of which we can see seems to be less deep than it really is. 374. We also see fishes not in their proper place; a stick placed in water appears broken. 375. We see the rising sun and stars a little before they are above the horizon. 376. If we place a cube of glass upon a written paper, the writing seems to be raised.

§ 193. If a body passes from water into air, the angle of refraction is greater than that of incidence and as the angle of

incidence increases (by letting fall its ray more obliquely) the angle of refraction does so too. Hence before the ray of incidence falls parallel to the surface of the water, the ray of refraction (its angle being greater) must immerse in the water and because now both rays are within the water *refraction is changed into reflection.* As soon as the ray of refraction travels through water, light is reflected according to the ordinary laws of reflection. This kind of reflection is called *total* (or internal) *reflection*, because in this case the whole of the incident light is reflected.

§ 194. The different layers of air have a different density especially over a very much heated soil. The least dense layers are then the lowest and luminous rays, whilst passing through these layers of air, the angle of incidence will more and more increase. The total reflection of the rays, which must take place at the beginning, finally will become refraction (the incident angle having become small enough) and the object will be seen in the continuation of the final direction of the ray reaching our eye, which means: we see it as if below the ground or as if in the atmosphere. An inverted image *above* the objects will appear, if the upper layers of the air are thinner than the lower ones, otherwise the image will be *below* the subjects. In this case the rays of light passing through layers of less density, the angle of refraction will increase to such a degree that ultimately refraction will succeed to internal reflection. This phenomenon is called *mirage* (thus a tranquil lake, trees and villages may be seen in a desert). Similar images are produced on the sea. But these occur only if the temperature of the air is higher than that of the sea, hence the layers below are denser. This phenomenon we call *Fata morgana.* By the unequal density of the different layers of the air also the following is caused;

No. XXVII.



substances above a heated roof seem to tremble, 377; the fixed stars glitter. 378.

Refraction through glasses.

§ 195. When light passes through a medium with *two plane parallel surfaces*, the ray will be refracted twice in the same proportion, thus no deviation will take place (the glass panes in our windows). 379. As the object is brought nearer to the eye it seems to be enlarged.

§ 196. When a ray passes through a *Prism* it will be de-

flected twice towards the base of the prism; but as we see the image in the direction of the ray at the moment it enters the eye, the object seen through a prism appears deflected towards the summit (the edge opposite the base). 380.

§ 197. A disc of glass bounded by two curved surfaces is called a *lens*. The two chief kinds of lenses are: the double convex lens (both surfaces convex) and the double concave lens (both surfaces concave). *The path of rays in double convex lenses* may be easily understood, for it may be deduced from that through a prism (the surface of a lens may be supposed as being formed by an infinite number of small-plane surfaces). A double convex lens is the portion common to two balls which intersect each other; the centres of these two balls are the *centres of curvature of the lens;* the centre of the lens itself is the *optical centre* and a ray passing through this centre is not refracted at all, because it would be the same as if a ray traverses a glass with parallel faces. Luminous rays parallel to the axis, after having traversed this lens, unite in a single point, called the *principal focus.* As great heat can be produced in this point, the double convex lens (like the concave mirror) may also be used as a burning glass or as a reflector in lanterns and light-houses. 381.

§ 198. As to the *images* produced by this lens we may say in short: when the object stands outside the principal focus a real image is formed, which is the smaller the more distant the object is. When the object is between the lens and the focus only a virtual (as in the looking-glass) multiplied image will be produced behind the object. 382.

§ 199. *A double concave lens* is the place between two balls almost neighbouring each other; the same centres and foci may be distinguished as in the double convex lens. This lens

can produce only virtual erect images, which are nearer and smaller than the object. 383.

Remark. By the convex lens a convergence of the rays, by the concave lens a divergence of the rays will be caused.

E. *Optical instruments.*

Besides burning-glasses and double convex lenses used for reading we name the following:

§ 200. 1) *Camera obscura* (dark room), by which all objects which can reach the hole of a dark shutter are depicted on the oposite screen (invented by Porta 1650). By fixing a convex lens in the orifice and placing a white screen in its focus the image becomes brighter and more definite. 384. This camera obscura may be used in drawing by tracing with a pencil on a thin paper laid upon the screen the outlines of the image. The most important application of this camera obscura we see in

§ 201. 2) *Photography* (see No. 83), which is the art to fix the images produced by the camera obscura on substances sensitive to light. Different substances have been used for this, but the problem was only solved in an efficient manner by *Daguerre* in the year 1839. At first the photograph was taken on metal plates which are not in use now, glass and paper having taken their place. Also the chemical substances employed for this purpose were infinitely changed and the beauty and perfection of the present results we chiefly owe to the improvements of *Talbot* and *Archer.* The method somewhat complicated for people not acquainted with Chemistry is in short this. The camera obscura of photographers consists of a wooden box, one part of which is fixed, while the other one can be pushed in or out like a drawer. In the tube fixed in front of the box are contained one or two convex lenses, which can be moved backwards and forwards by means of a cock-work until the

No. XXVIII.

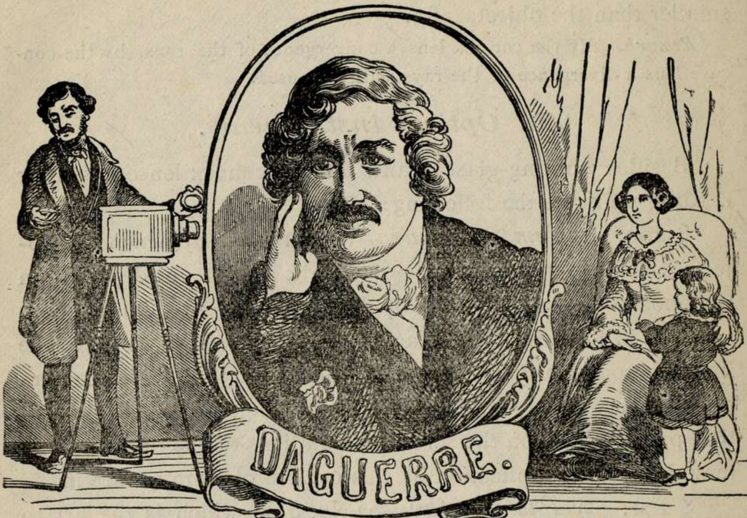


image of a person is formed in the proper position on the glass. Before the portrait is taken a glass plate is coated with a thin layer of Collodion and immersed in a solution of nitrate of silver in a dark room, and the plate is inserted in the camera obscura. The action of light upon this Iodide of silver causes a decomposition, in virtue of which those parts exposed most to the light are dark and vice versâ. This portrait is called *the negative.* To render the plate insensitive to light and to protect it from injury, those parts of Iodide of silver, on which light has not yet acted, are removed and the plate is dried up. For producing the *positive picture* the plate is laid on a sheet of paper impregnated with Iodide of silver and the whole is exposed to the action of light for a certain time. The light parts of the negative being most affected and the dark parts least so, a copy will be obtained on which the lights of negative

are replaced by shades and inversely. The unaffected Iodide having been removed from the positive picture (else the whole picture would become black when exposed to the action of light) the operation of photographing is complete. Whether it will be ever possible to fix also the various colours of objects and to point with light just as we now draw with it, is a question difficult to decide. What we want for that, would be a substance susceptible in such a manner as to re-produce the colours of the sun's spectrum (see § 224). We do not say that this is impossible.

§ 202. 3) *Lanterna magica*, *Magic Lantern* (invented by the German Jesuit Kischner) projects on a wall in a dark room a magnified image of a small object painted on glass. The rays of a lamp standing in the focus of a concave mirror are contracted by a lens upon the object, a magnified real image of which is produced on the wall. 394.

§ 203. 4) *Telescopes.* As to the general construction of these instruments, used for the observation of distant objects, there are two lenses in it: one called *the objective* for concentrating the light from the object in a focus and the other *the eyepiece* (ocular), which is near the eye for magnifying. The invention was quite an accidental one.

§ 204. There are the following kinds: 1) *The Astronomical telescope* (invented by Kepler 1630) which gives inverted images (does not matter for the observation of stars). By putting a third lens between the objective and ocular we see the objects in their proper position, and this instrument is called "*Terrestrial Telescope*". 2) *Galileo's Telescope*, in which the object-glass is a double convex and the ocular a double concave lens (opera-glasses constructed on this principle). It is used only for a small field of view. 3) *Reflecting Telescope* (or

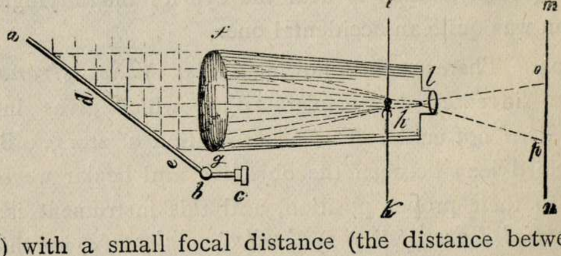
catoptric telescope), the image produced by a concave mirror placed at the end of a long wooden tube, is caught by a plane mirror or unrefracting prism and directed either in front of a tube, containing a series of magnifying glasses, on the side of the large tube (Newton, Earl of Rosse) or it is beheld by an ocular near the front of the telescope (Gregory, Herschel). 393.

§ 205. 5) *Microscopes* for observing objects too small to be seen by the naked eye. The simplest kind is nothing but a double-convex lens and the object is put between the lens and its principal focus (see § 197. 198).

§ 206. *The Compound Microscope* consists of a small objective at the bottom of the tube, below which the object is laid and an eyepiece at the top. The image already magnified by the first lens is magnified again by the second. To increase the power of this instrument two or three object-glasses and oculars may be applied and thus the magnifying power may be carried to 1801 times. To increase illumination a concave mirror below (see No. 101) (*g*), or if the object is an opaque body a condensing lens (*k*) above is in use. 392.

§ 207. *The Solar Microscope* consists of a double convex

No. XXIX.



lens (*l*) with a small focal distance (the distance between the focus and the mirror), which produces of the small object (*h*) placed outside of the focal distance a magnified real image (*o-p*) on the white wall in a dark room (*m-n*). But as the rays of

light proceeding from the little object are spread over a large place, it is necessary to throw as much light as possible upon the object, else the image will be indistinct. This will be done by one or more double convex lenses (*f-g*), which concentrate the sun's light received and reflected by a plane-mirror (*a-b*) upon the object. This instrument was invented by Lieberkühn 1738. Instead of the sun's light Drummond's Hydrogen-Oxygen flame (Hydro-Oxygen Microscope) or electric light (*Photo-electric Microscope*) may also be used (see § 286).

Remark. The use of this instrument for discoveries in the vegetable and animal kingdom is very well known; it has opened new worlds and has exhibited in many ways the infinite perfection of God's works in nature. But the most admirable optical instrument has not been wrought by men, but comes from God's hands, this is the eye.

§ 208. 6) *The Eye.* About the structure of the eye and the mechanism of vision see 388. The *Short-sighted* (myopic) are those who see only at shorter distances, they use double-concave lenses. 391. *Long-sight* (presbytia) due to the flattening of the crystalline lens; in this case double-convex lenses are necessary. 390.

§ 209. The *crystalline lens* and the *cornea* act as two convex lenses and produce an image on the *retina.* The crystalline lens of a fish is almost spherical, because the refraction of a ray of light passing from water into the eye is less than that of a ray passing from the air into the eye! If we want to see properly in water, we have recourse to a convex lens. Why is *the choroid* (the membrane behind the retina) black? Albinos are wanting this black colour, what is the consequence of this? When we pass from a dark room into a bright one or in the reversed case, we see almost nothing in the first moment, why? In general only young people are short-sighted and only old people long-sighted, why?

§ 210. Although objects standing at various distances must produce images appearing at various distances behind the crystalline lens, in a good eye we always see the image falling upon the retina; hence the eye must have the capacity to change the convexity of the crystalline lens, which faculty is called the power of *accommodation*. 388.

§ 211. The sensation of light must last for some time, else it will not be felt; *f.e.*, we cannot see the bullet fired from a cannon. 387.

§ 212. On the other hand we experience the sensation of light also some time after the impression has been made; *f.e.*, a glowing coal rapidly turned round produces a circle of light, the wheel of a carriage rapidly turned round, we cannot see the spokes (the space seems to be filled with a half transparent matter); looking for some minutes at the sun whilst setting and then turning away our eyes, we see for some time several discs of the sun—why several? 387.

§ 213. The sensation of light is felt not only on that part of the retina, which was struck directly by the light, but also on the surrounding parts; this is called *Irradiation*; *f.e.*, the crescent seems to belong to a larger circle than the ashen-hued not illuminated portion of the moon's disc. Bright stars appear much larger than they really are.

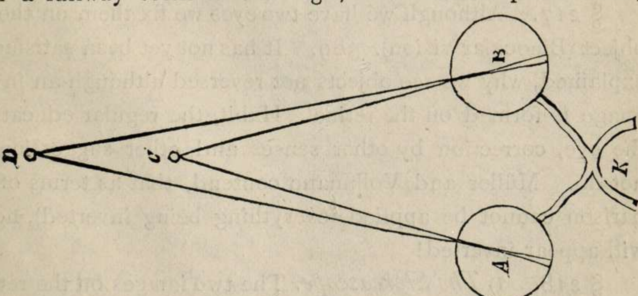
§ 214. That part, in which the *optic nerve* enters the eye is unsusceptible to light (punctum coecum).

§ 215. The membraneous cataract is a darkening of the crystalline lens, amaurosis is a hebetation of the optic nerve; the first disease may be cured by removing or lowering the lens, the second is incurable. Although the lens has been removed, people can see, why? but they are long-sighted, why?

§ 216. As to the mechanism of vision, vision is a sensation

caused upon the optic nerve by the image thrown upon the retina. But this sensation will not tell us, by what object it was caused; which object corresponds with this visual sensation, we know only by a previous information, received through the sense of palpation (inclination of children to touch everything). Hence vision is not a mere sensation, it is also the passing of a judgment! (The same takes place with respect to all perceptions through our senses.) A blind man, very well acquainted with the objects around him, when restored to sight, would not know them by means of his eyes. But more conclusions are necessary for gaining the proper perception through a visual sensation: also the magnitude and distance of an object we determine by inference. As to the magnitude of a body, we turn our eyes from one extreme point to the other. The angle, which our eye thus describes is called *visual* (optic) *angle.* 385. After much experience we make the conclusion, that the greater the angle, which our eye describes, the greater the object. Farther we know, that the visual angle for one and the same object is not always the same, but increases or decreases according to the visual distance; also this and the magnitude of neighbouring known objects is taken into consideration for determining the magnitude of the object in question (the two lines of an alley and of a railway seem to converge; a horizontal plane rises;

No. XXX.



a small spot on the nose seems to be so large). With respect to the distance we conclude: the more distinct and the larger an object the nearer it is, and the more objects between us and the object in view the more distant it is. Also the angle formed by the axis of our eyes, whilst fixed upon an object, is taken into consideration. No. XXX. (A village seems to be nearer, when the fields are covered with snow; it is easier to throw a stone over a field than over a river of the same breadth; the peaks of a mountain-range seem to be at the same distance; the sun and the moon seem to be larger whilst rising and setting.)

Remark. 1. A great many optical deceptions prove, that the conception, which our mind forms of the things looked at, and these things themselves are not congruous with each other. Take a dose of santonine and everything looks yellow, as this substance colours the serum of our blood, also that contained in the retina. 386.

Remark. 2. That the process of seeing is assisted and influenced by man's reason, may also be proved by the fact, that animals, although their visual sense is sharper than that of man, see not as well as he, *f.e.*, if the hunter stands quiet, the game will look at him but not recognise him (what is the truth and error in saying: "Nihil est intellectu, quod non antea fuit in sensu"?). After having seen, that this our eye is the most perfect optical instrument, are we not right in saying, that the opinion, which regards this most wonderful work as either the product of dead matter or of a blind chance, is simply absurd! "He that formed the eye, shall he not see?"

§ 217. Although we have two eyes we fix them on the same object (Binocular vision). 389. It has not yet been satisfactorily explained, why we see objects not reversed although an inverted image is formed on the retina. Habit, the regular education of the eye, correction by other senses and other suggestions will not do. Müller and Volkmann contend, that as terms of comparison cannot be applied (everything being inverted), nothing will appear inverted!

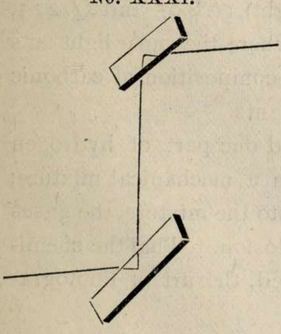
§ 218. 7) *The Stereoscope.* The two images on the retina of

our two eyes are not just the same, as each of them corresponds to a different point of view. By uniting these two images in one we are able to appreciate not only the surface, but also the shape, distance and corporality (sensation of relief) of an object and so the impression will be correct. We make two drawings of the same object, one as seen with the right and the other as seen with the left eye. Then the two drawings are made to coincide by means of a lens, in giving the rays of light the same direction as if converging from one object. If one eye looks through such a lens an impression will be caused, as if we had seen the object itself. This instrument is called Stereoscope, and was invented by Sir C. Wheatstone (1838) and improved by Sir D. Brewster. By the stereoscope genuine bank-notes may be very easily distinguished from forged ones.

F. *Polarization.*

§ 219. If a ray of light falls upon a mirror and we turn this mirror in such a manner that the ray and the mirror form the same angle with each other, the ray will be reflected equally well in all positions of the mirror. But if the reflected ray is caused to be reflected again by a second mirror and this second mirror is turned in the same manner as the first one, the second reflected ray will appear first clearer, then darker, then not at all. If the two mirrors are parallel, it will be reflected best, if they stand at right angles, worst. This change is called *polarization*; and the light reflected a second time we call *polarized light*. Polarization was discovered by

No. XXXI.



Malus in France 1808. Polarization may be caused by refraction as well as by reflection. The light of the sun and of the fixed stars is unpolarized light, that of comets, planets and the moon is polarized.

G. *Chemical effects of Light.*

§ 220 According to the nature of bodies, light either decomposes or composes them; *f. e.* mercury red oxide by the agency of light is decomposed into mercury and oxygen; fats and oils under the influence of light unite with the oxygen of the air and form sebacic acids (froughy butter). Light changes and increases the chemical affinity of a great many substances, thus furthering the chemical exchange of matter in vegetable life.

§ 221. The green parts of plants by the assistance of light very easily decompose carbonic acid (green leaves with carbonic water under a bell-jar, exposed to the light), *cf.* § 95 and *Q.* 223. The richest vegetable growth we find, where the sun's light acts the strongest. Shadows prolong the decomposition of carbonic acid and the separating of oxygen in plants.

§ 222. If one part of chlorate and one part of hydrogen gas are mixed in the dark, they remain a mechanical mixture; as soon as one direct ray of light falls into the mixture, the gases unite chemically causing a vehement explosion. That the chemical effects of light may be even preserved, the art of Photography proves. (See § 201.)

CHAPTER XII.

H. *Decomposition of Light or Colour.*

395-411.

§ 223. 1) The *sensation of different colours* is produced by a different number of vibrations performed by the molecules of ether. 395.

Remark. Fresnel determined the length of the light-waves and the number of their vibrations as follows:

Length of the waves		*Number of vibrations*	
violet	0.000423	759	Billions.
indigo	0.000449	671	"
blue	0.000475	626	"
green	0.000512	579	"
yellow	0.000571	539	"
orange	0.000583	517	"
red	0.000620	478	"

§ 224. White light in passing through prisms or lenses (from one medium into another) is decomposed into *seven different kinds of light or colours* (violet, indigo, blue, green, yellow, orange, red). 396. (This decomposition of the sun's light is called *spectrum*). The refraction of these different colours is different; violet shows the strongest, red the least refraction. As we have seen in No. 103, the image of the sun is no longer a circularity, but a figure, limited on both sides by straight lines and above and below by a circular arc. Hence the sun's spectrum consists of infinite coloured circles, which cover each other and the colours of which gradually succeed each other.

§ 225. The seven colours of the spectrum are simple, which means each of them is indecomposable. By combining the seven different pencils of one ray by the prism *white light can*

be reproduced. 396. Newton made a disc, the centre and the edges of which are covered with black paper, the space between consists of papers of the colours of the spectrum. When this disc is rapidly rotated it appears white. Also the luminous power of the various spectral rays differs, the yellow and green being the most powerful rays. If the spectrum is caught up by a screen with a hole in the middle in such a manner that only green or red or blue rays can pass through the hole and these rays fall upon a second prism, they will not be decomposed again, thus proving that the colours of the spectrum are single and are not a mixture of other colours.

§ 226. In the middle of the spectrum a great number of dark lines have been discovered, Fraunhofer, a German optician, described them first, and so they are called *Fraunhofer's lines*. In the case of the sun's light these lines are always fixed and definite, in flames containing chemical substances these lines replaced by shining lines differ. By Kirchhoff and Bunsen this fact was made a basis for detecting minute portions of any substance, in observing that salts contained in the flame of metals produce always lines identical in colour and position. The method, according to which chemical substances are detected by means of these lines and the colours of the spectrum, is called *the spectrum analysis*, the instrument used for such investigations is known as *Spectroscope*. By this method some quite new substances (Calsium, Rubidium, Thallium, Indium) have been discovered. The difficulty to avoid the lines produced by Sodium, *f. e.*, shows that Sodium is contained almost in everything. For vapourizing the different alkalies and metals electric sparks are applied. It is very likely, that Fraunhofer's lines are caused by various metallic vapours contained in the sun's atmosphere, these vapours absorb the rays of cer-

tain tones of colour (see § 231, Remark) more than they reflect them. If this is the case the Spectroscope will show us, which of our metals are contained as vapours in the sun's atmosphere.

Remark. For optical instruments this decomposition of light would be very inconvenient, hence it was a great improvement, when Dolland in the year 1757 combined two lenses: one of *crown glass*, the other of *flint* glass (containing much lead and having a stronger dispersive power) in such a way that they compensate each other as regards coloration. Such lenses are called *achromatic lenses.* 397.

§ 227. 2) As to *the colour of bodies* it is Newton's theory, that bodies are not coloured at all, but that they have the property to decompose the white sun-light, absorb most of the rays and reflect only those rays, the colour of which they seem to have. So, *f. e.*, green leaves have the property to reflect green rays more than any other colour. 402. White bodies reflect all rays and black none. 403. (So white and black colours are no colours at all.) Green and blue are but with great difficulty distinguished in the light of a lamp. 404.

§ 228. The colours needed to complete the sensation of white light are called *complementary colours.* They are: green and red, orange and blue, indigo and yellow, etc. After having looked at the setting sun we see a green disc upon a white wall, because a mixture of the rays without red produces green. 405. If we look for some time upon a sheet of common red blotting paper on the ground and then upon the plank near it, we shall see a corresponding green space. By the conjoint light of the moon and of the light of a candle a body throws a blue shadow upon a sheet of white paper. Snow exposed to the sun's light on a clear day looks yellowish; if in the shade bluish. We see that colours do not always correspond with the real condition of the object, but may be only *subjective* colours. Any excessive irritation of our optical organ by one colour

makes for some time the eye insusceptible to this colour and the complementary colour takes its place. All this shows that colour is not an essential property of the objects themselves, but the product of a peculiar sensation caused by the irritation of our optical organ. Hence even without light by a mere agitation of the visual nerve the sensation of colours may be produced (by a thrust against our eye, by an electric stream).

§ 229. The Jesuit Grimaldi discovered in the 17th century, that rays passing through a small aperture in a dark room, the spot light shines upon, is larger than we would have expected from the rays coming in. This proves that light, in passing the edges of opaque bodies is turned off and diverges. This turning off is called the *Inflexion of light.* 408. The edges of the spot lighted upon are in general coloured.

§ 230. The phenomena of *Interference* (see § 118) may be accompanied by beautiful colours. If rays of light fall upon thin leaves of a transparent body, it may be, that light reflected by the front-side of the leaf will interfere with such light which after having been reflected by the back-side of the leaf and twice refracted comes back again. By this inflexion and interference the splendour of the mother of pearl, 409; and the beautiful colours of soap-bubbles, 410, are produced. Also the colours of an old window-glass and of stagnant waters may be explained this way.

§ 231. *Fluorescence.* In § 223 we said that the distinction of different colours is due to the different length of the light-waves just as different tones come to existence by different lengths of the sound-waves. And in the same manner, in which we can only perceive sound-waves within a certain limit (see § 108-110), so also the sound-waves can be observed only if they are not too long or too short. The rays longer than those which

produce red colour and rays shorter than such, which are seen in the violet colour cannot be observed, and are called *dark rays of light*. Of the existence of such rays, we know by the thermal and chemical effects of light. Heat increases from violet towards red and is the strongest beyond red, where we see nothing. The chemical effects are in blue and violet stronger than in other colours and strongest beyond the violet colour. This shows, that on both sides of the spectrum there exist rays of light, which we cannot observe. The longest light-waves (red) are refracted least, the shortest (violet) strongest. Some kinds of fluor-spar (fluor-calcium) show a peculiar shining splendour, which is called fluorescence. Phosphate of uranium, petroleum, sulphate of quinine, a solution of spirit of wine and clorophyle etc. show the same property. What is most striking in the matter is the fact, that these bodies show colours which are not contained in the light falling upon them, hence it seems as if these substances were capable of changing the colours, which means they change the refraction of the rays and the lengths of the waves of light, so that dark rays of light are rendered visible. If we make rays of light collected by a lens pass through a solution of copper, which allows only *blue* rays to pass through, a *green*-coloured cone will be seen in phosphate of uranium.

§ 232. *Optical phenomena in the atmosphere.*

1) *The blue colour of the sky.* 406. The atmosphere is not perfectly transparent and reflects especially blue light (else the sky would be black. Aeronauts). Vapours make its colour whiter, hence in winter paler than in summer; in the southern hemisphere bluer, why?

2) *Morning red and evening red*, 407, due to the vapours which in their liquifying state reflect orange rays (vapour streaming forth from a locomotive).

3) *Morning twilight and evening twilight.* The sun shines before rising or after having set down the vapours contained in the air, and these reflect the light. Near the equator almost no twilight, during summer in Europe almost through the whole night, why?

4) *The Rainbow*, 398-401, is seen, if a raining cloud before us and the sun behind us. In which case will it be a circle or a semicircle? The rays of the sun are refracted in entering the drops, reflected on the backside and refracted again when going out. As the drops stand at different heights according to the different magnitude of the angle of refraction, all the colours of the spectrum will be seen. By second reflection inside of the drops a *secondary rainbow* with reversed colours will be caused.

5) The *Halo* is considered to be a phenomenon of interference, produced by ice-crystals, driving in the air.

Remark. In many instances we have seen a wonderful harmony between the laws and phenomena of sound and those of light. As to the colours we may say, they are the tones of light, tones produced by vibrations of an extraordinary velocity (see § 223). Sound-waves and light-waves show an admirable proportionality. The numbers of oscillation for the seven colours of the spectrum are in a similar relation to each other as the numbers of oscillation producing the tones of the musical octave. Also the laws about the intensity of light and of sound are analogous. As to tones we know eight musical octaves, in the spectrum we have only one octave of light, but in § 231 we have seen, that the world of light hides riches our senses have not yet taken possession of. On a higher stage of spiritual life they may be unveiled and rendered accessible!

CHAPTER XIII.

Magnetism.

411-417.

§ 233. *Definition. Natural and artificial magnets. The two poles.* 411. Besides the two ends of a magnet where attraction is most powerful, there is a line in the middle from which magnetism is distributed, which is called the *neutral line* and which shows no attraction at all.

Remark. Plato and Pythagoras had discovered the magnetical power or the property in some bodies to attract iron. Magnets attract iron, even if other bodies are in the middle. (Put iron filings on paper or on a book and hold the magnet on the other side.)

§ 234. If free motion is given to a magnet, one pole turns to the north, the other one to the south.

§ 235. Poles of contrary name attract each other, and poles of the same name repel each other, if the contrary magnetism is of the same strength they neutralize each other (law of *Polarity*).

§ 236. Magnetism is inversely as the square of the distance (*cf.* sound, light); the strength can be estimated by the oscillations of a magnet, which we have diverted from its normal direction.

§ 237. *Influence of magnets upon magnetic substances.* 412. Magnetic bodies are such bodies in which both kinds of magnetism are present, but check or bind each other thus producing a neutral state. In magnets the two kinds of magnetism are separated in each molecule and each produces a separate effect, hence a magnet broken in the midst gives two whole ones. 413.

§ 238. *Magnetisation by magnets* consists in moving the north-pole of a powerful magnet from the middle of the steel

bar to be magnetised to its one end, and the southpole from the middle to the other end of the steel bar. The rubbing can take place either separately or simultaneously, 444; for magnetisation steel is far better than tempered iron, although steel acquires magnetic properties very slowly, and soft iron may be magnetised instantaneously.

§ 239. The strength of the new magnet depends

a) upon the strength of the magnet, producing magnetism

b) upon the quantity and

c) the quality of steel, which is magnetised.

Iron is magnetised only by a vertical position.

By heating magnetic power is weakened and by blood-red-heat it will even be destroyed; moisture and agitation likewise are weakening.

§ 240. A magnet loses nothing of its strength by imparting magnetism to iron. This is sufficient proof, that each molecule of iron is a magnet, but that in unmagnetic iron the molecular magnets are disarranged.

§ 241. 1) If a system of bars is joined together, the magnetic power is increased. Such a magnet, having in general the form of a horse-shoe, is called a *magnetic battery* or *magazine.* This force like other forces wants occupation, else it will decrease, and so the battery is provided with the so-called *armature* or *keeper* (a piece of iron placed in contact with both poles of the battery which prevents the recomposition of the two magnetisms). 415.

§ 242. The Earth itself is a great magnet, and influences magnetism and this is the cause of the magnetism frequently observed in steel and iron-utensils (so in tools and iron-turnings). 417.

§ 243. The force in a magnetic body which at first resists

the separation of the two magnetisms and afterwards their recomposition is called the *coercive force* (thus the coercive force in steel is greater than in soft iron. 414).

§ 244. 2) As to *the earth's magnetic action* we see that a magnetised needle placed on a pivot sets itself in a position more or less north and south. Thus we distinguish between magnetic poles and magnetic meridians of the earth, which do not coincide with the geographical poles and meridians. The magnetic southern pole of the earth is in the north and the northern pole in the south of the earth. Magnetic meridian we call the plane laid through the direction of the magnetic needle and the centre of the earth.

§ 245. The difference in any place between the direction of the magnetic needle and the geographical meridian is called *the declination* of that place. Places on which the magnetic needle shows the same declination may be pointed out and connected by lines on a map; such lines are called *isogonic lines*. The magnetic needle was known as early as the 13th century, the first maps showing its declination were drawn by Halley (1683).

§ 246. The *mariner's compass* consists of a star or *rote* drawn on a paper for pointing out the different directions and a magnetic needle resting on a steel pivot in the centre of the rote. By means of this instrument the declination of a place, if the meridian is known, may be easily determined, or, if the declination is known, the meridian may be found out.

§ 247. There are also compasses to show the magnetic inclination or dip (*Inclination compass*) of the earth, that means: they show the different strength of the earth's magnetism, or the digression of the magnetic needle from the horizontal direction. As this power increases, the more we proceed either to the

magnetic north or south of the earth, the magnetic inclination shows how far a place is from the magnetic poles. All places, on which the needle stands horizontally (the neutral line of the earth as a magnet) form the *magnetic equator* and lines connecting places in which the dipping needle makes equal angles with the respective magnetic meridian are called *isoclinic* lines. At the *magnetic poles* the dipping needle stands vertical.

Remark. It is generally supposed that Robert Norman (1576) discovered inclination; but 33 years before him George Hartmann, a curate in Nürnberg, was acquainted with it. He also discovered the law, that poles of the same name repel and poles of contrary names attract each other.

§ 248. The magnetic north-pole was found by Sir James Ross in 96° 43′ west longitude and 76° northern latitude; of the southern we only know, that it is about 154° east longitude and 75½° south latitude.

§ 249. Inclination as well as declination is subject to variations. In London and Berlin both are continually decreasing. 416. Besides this secular variations, there are annual and diurnal variations, and calling all this regular variations, we may observe also extraordinary variations, caused by the Aurora borealis, earth-quakes and volcanic erruptions.

§ 250. It is supposed that all these phenomena are caused by *two magnetic fluids*, which before magnetisation mutually neutralize each other and separated by a stronger force each of them repels itself and attracts the other. One is called the north or boreal (positive) fluid, the other the south or austral (negative) fluid. Of course this is only a hypothesis, and as the chapter on electricity will show, a very doubtful one. The most powerful means of imparting magnetism is:

CHAPTER XIV.

Electricity.

418-447.

§ 251. 1) The *nature of electricity*. 418. If we rub a glass-rod with a piece of flannel, we see the following phenomena:

a) Light substances are first attracted and then repelled again.

b) A peculiar smell is experienced.

c) If the finger is brought near, a crackling sound will be heard and a spark leaps over. The force by which these phenomena are caused, is called electricity (known to the Greeks by rubbing amber).

§ 252. *Conductors* (metals) and *non-conductors* (glass, sealing-wax). Good conductors, if touched by an electric body have the electricity spread over their entire surface; if touched again, they lose in the same manner all their electricity. Non-conductors receive electricity only at the spot they are touched and lose it only there, if touched again. The human body is a good conductor, dry wood and other bodies are *semi-conductors*. To separate a good conductor from other good conductors, means to *insulate* it. The difference between good and non-conductors was discovered by Gray in 1729.

§ 253. *Sources* of electricity are: *a*) mechanical ones, especially *friction*. 418. *b*) *chemical sources* by composition or decomposition of bodies. Thus different metals by being connected with each other or placed in acids produce the *electric current*. 419. Distinction of two kinds of electricity: *vitreous* electricity (positive), produced by friction of glass; and *resinous*

electricity (negative), by the friction of resin or shellac. 418. Just so in electricity caused by a chemical process we distinguish a *positive current* (*f. e.* from copper to zinc) from a *negative current* (from zinc to copper). 419.

§ 254. 2) *Laws of electrical attraction and repulsion* (or law of *Polarity*). Bodies charged with opposite electricities attract each other. Slight particles are attracted by a glass rod or a stick of sealing wax, rubbed with a piece of flannel. 420. A pith ball touched by an electrified glass rod will be attracted by a stick of sealing-wax and repelled by the glass rod, which shows that bodies charged with the same electricity repel each other. 415.

§ 255. Formerly physicists called positive electricity glass-electricity and the negative resin-electricity. These denominations being unscientific were dispensed with, for by different cushions in one and the same body both kinds of electricity may be produced : *f. e.* sealing wax, if rubbed with wool shows negative electricity, if rubbed with brass or gold, positive; glass, if rubbed with cotton, positive, if rubbed with the skin of a cat, negative electricity.

§ 256. The force by which an electric body attracts or repels another is called the *Tension of electricity*, and the space in which this attraction and repulsion are experienced we call the *electric atmosphere*.

Remark. This Tension means something similar to the tension of vapours, where the word is used to indicate the power, with which the molecules repel each other.

§ 257. Bad conductors may be used as *Insulators*, because they do not lead electricity to the earth "*a common reservoir*" of electricity.

Remark. Good insulators are : air, dry gases, dry paper, silk, diamond and precious stones, caoutchouc, glass, sulphur, resins; conductors are:

metals, graphite, acids, water, snow, vegetables, animals. This explains the attraction and repulsion in the cases mentioned in questions 421-424.

§ 258. The difference between both kinds of electricity may even be rendered visible. On two places of a very smooth cake of resin we cause to strike a positive and a negative spark, powder those spots with semen lycopodii, and we shall see that the positive spark will produce a radiant, the negative spark a roundish figure. They are called *Lichtenberg's Figures*.

§ 259. The way in which *electricity* is *developed* in bodies by friction is this: when the bodies are rubbed together electricity being present in all bodies (just as magnetism in magnetic bodies) in a neutral state, this electricity is decomposed and in both bodies (in the glass rod or the stick of sealing-wax and in the flannel) the two electricities are developed: one body takes the positive electricity (if a glass rod is used, this rod, if sealing-wax is applied, the flannel), the other one the negative (in the first case the flannel, in the second case the stick of sealing-wax). 425.

§ 260. Electricity accumulates especially on the surfaces of bodies and tends to pass over to adjacent bodies, this *tension* (see § 256) of electricity increases with the quantity of electricity. If the power is not too strong, the resistance of air, especially of *dry and dense air* may balance it; if this resistance is overcome, electricity springs off with a crackling sound and in the form of a bright spark (in doing so electric tension will be neutralized). 426.

§ 261. Tension will be the stronger the drier and denser the air is. In a vacuum the compensation of both electricities takes place at a great distance, accompanied by a beautiful luminous phenomenon.

The greater tension the greater the spark or the *quantity of electricity*.

§ 262. Also the *form of a body* influences the way in which electricity is distributed. If the body has a spherical form, electricity is equally charged all over the surface; in elongated bodies it accumulates towards the points, and here of course tension is increased. About the *power of points* see: 432.

§ 263. The influence of an electrified body upon neutral bodies exerted through air or other insulating bodies is called *electrification by induction.* In this respect again the same may be observed, what we have met with in magnetism (see coercive force: § 243). Although good conductors may easily be electrified, it is only temporary, bad conductors are not so easily acted upon by induction, but when once charged the electric state is far more permanent.

§ 264. 3) The most important *instruments* in connection with frictional electricity are:

a) The *Electrosphorus*, an instrument by which large quantities of electricity may not only be produced but also kept for a long time. 428. It consists of a cake of resin placed on a metallic surface; on the cake we place a wooden disc, lined on its under surface with tinfoil and provided with an insulated glass-handle ("the cover"). The chief exeperiments made with the electrophorus are the following:

1) The electrophorus is insulated, the cake flapped with a cat skin and cake as well as the form will show negative electricity.

2) Place the cover on it and it will show negative electricity, whilst that of the form is weakened. If the cover is removed, it loses its electricity and that of the form is strengthened again.

3) Place the cover on it, touch the cover with the finger and a spark will spring off; the form shows positive electricity. If

the cover is removed, its electricity will be positive, that of the form negative.

4) *a.* Place the cover on it, touch at first with one finger the cover and then with another one the form and a stroke will be felt.

b. If after that the cover is removed, we get a positive spark from it. Explain all these phenomena.

§ 265. *b*) The *Electroscope*, a simple instrument (invented by Volta in 1775) for ascertaining whether bodies are electrified or not. 427. It consists of a glass bottle, the neck closed by a cork; a brass rod terminating at its upper extremity in a knob and at the bottom of the flask in two strips of gold leaf; of course the rod must be insulated. How can the existence of electricity be ascertained by this instrument?

§ 266. *c*) The *Electric Machine;* about its form and management see: 430. No. 107. It consists

1) of a disc or cylinder of glass.

2) Two amalgamated (1 part of tin, 1 part of zinc and 2 parts of mercury) cushions.

3) The conductor of the disc and that of the cushions (isolated balls or cylinders of metal).

4) Two brass rods, provided with a series of points in the sides opposite the glass and fixed to the conductors.

§ 267. *d*) *The Leyden Jar*, an instrument for collecting and condensing electricity. 429. This jar, discovered by Kleist in Kamim and Mushenbröck in Leyden 1745, consists of a glass-bottle, the interior part and the outside of which are coated up to a certain distance from the neck with tinfoil; a brass rod ending in a knob communicates with the metal inside.

It may charge itself; how? It may be discharged by touching alternately the knob and the external tinfoil; explain.

§ 268. A great many experiments can be made by means of the electric machine and the Leyden jar, which give us an insight into the nature of electricity. The most important are the following: 1) approaching our hand to the conductor of an electric machine, the neutral electricity in our body is decomposed, the positive is repelled and the negative is attracted. If the tension between the opposed electricity is sufficient, they unite with a crack and a spark, which according to the distance may be rectilinear or curved, or may take a zigzag shape (lightning). 430. 2) Sparks may be taken from the human body by the aid of the *insulating stool*. 431. (As long as we stand on this stool the hair diverges.) 3) Upon the conductor of an electric machine two little bells are suspended by small metal chains and in the middle another one by a silk thread and connected with the ground by a chain; between the 3 bells two small hollow brass balls are suspended by silk threads. When the machine is worked by continuous attraction and repulsion the bells strike alternately against the two balls outside and then against the middle bell. This is called the *electrical chimes*. 4) Something similar are the *dancing puppets*, a light figure of pith standing between two metal discs, one being connected with the electrical machine, the other one with the ground. 5) If the conductor of the machine is provided with a point, it may be shown how points allow electricity to escape (a kind of draught—the electrical aura—being caused to blow over this point and a luminous brush appearing, if the experiment is made in darkness). 432. 6) If on this point *a whirl*, consisting of from 4 to 6 wires, terminating in points all bent in the same direction, is put, this whirl will revolve as soon as the machine is worked. This is something analogous to Barker's mill (§ 72). 7) An electrical spark may also produce chemical

action. If a spark is passed through a mixture of two parts of hydrogen and one part of oxygen water is formed (443); thus if in a little cannon put on an insulator a mixture of two parts of hydrogen and one part of oxygen are introduced and the cannon is closed by a cork, by the disc of an electrophorus the two gases may be caused to combine and their violent explosion will drive out the cork.

§ 269. 8) The Leyden jars may be combined so as to form an *electric battery*. 429. The greater the number of jars the more powerful the effects will be.

§ 270. *The effects* usually are divided into: *a*) physiological, *b*) luminous, *c*) heating, *d*) mechanical, *e*) magnetic, and *f*) chemical. As to *a*) If the two electricities of a Leyden jar unite through the medium of our body, a violent shock is felt in the elbow. This shock may be given to a large number of persons simultaneously, if they form one chain by joining hands; little animals may be killed this way. 429. The effects under *b*) have already been mentioned. *c*) The electric spark is a source of intense heat. Coal gas may be ignited by a person on an insulating stool placing one hand on the conductor of a machine and presenting the other to the jet of gas issuing from a metallic burner. Even a metal wire may be melted by an electrical spark. *d*) As to the mechanical effects a piece of wood may be smashed and a piece of glass or a card can be perforated by such a spark, *e*) a steel bar or needle may be magnetised. *f*) the action upon the chemical constituents of water has been already mentioned. Besides that, if electricity issues through a series of points from the conductor of a machine, a modification of oxygen is produced, which is called *ozone* and which is recognised by a peculiar odour. Ozone may also be produced by putting a piece of phosphorus into a little flask and pouring in

water until half of the phosphorus is in water; the air contained then in the flask has the smell of ozone and acts as such.

§ 271. 4) *Atmospheric electricity.* By the experiments of Franklin and Saussure it was proved that electricity is present in the atmosphere and that lightning and thunder are the effect of this electricity. The atmosphere always contains free electricity, generally positive, but it is found only at a certain height above the ground. If water is caused to vaporise in a vessel, or if vapours by cooling them down are caused to liquify, this change of temperature combined with the friction between these vapours and the atoms of the atmosphere produces electricity. The vapour will show positive, the vessel negative electricity. In a similar way a change of temperature in the atmosphere (especially during the formation and reduction of vapours in the clouds) may cause a separation of the electric tension between the layers of the atmosphere and the surface of the earth. Still the matter is not yet cleared up! If a cloud comes within the electric atmosphere of another one not electric or less electric, the contrary electricity is produced and a discharge takes place, which is called lightning. If the discharge takes place between a cloud and the ground the non-conductors interfering will be destroyed. When the sky is clouded electricity is sometimes positive, sometimes negative, and this may change according to the passage of clouds. *Lightning* and its dangerous *discharge.* 433. How the zigzag of the lightning is produced see 436.

§ 272. Also the so-called *return-shock* may prove very dangerous and fatal. This is not due to a direct discharge of a cloud's electricity, but follows such a discharge. As long as the cloud is near everything like the ground is charged with the opposite electricity, but after the electricity of the cloud is dis-

charged the induction ceases all of a sudden, and this rapid change from the electric state to the neutral state produces the return-shock.

§ 273. The *thunder* is not a single report (like the crackling sound produced by the Leyden jar), but a prolonged rolling which is due to the different distances of the various points of the lightning, and to the manifold echoes called forth by the thunder on account of the zigzag of the lightning.

§ 274. The *lightning conductor* is an application of what we have heard about induction and the power of points (§ 262); it prevents the accumulation of electricity on the surface of the earth, because through the point of the iron rod electricity flows into the atmosphere, neutralizing the electricity of an approaching cloud. In case the production of electricity is too abundant to be discharged by the conductor, the lightning will strike; but then the conductor and not the house will receive the discharge and the building is preserved. 434. The conductive power of the air is different in different places. After the lightning has struck we hear only a single thunder-clap. 435.

§ 275. Thunderstorms however are necessary and useful revolutions in nature. Lightning on its way decomposes the vapour contained in the atmosphere, Hydrogen and Oxygen are liberated and unite with the Nitrogen of the air forming Ammoniac or Nitric acid. Hence the rain water receives its portion of Nitrate of ammoniac, a substance highly necessary for the growth of plants. Maimbrai by electrifying two trees caused them to put forth buds in a time, in which other trees lost their leaves.

§ 276. *St. Elmo's fire* (a case of induction). Lightning without thunder perhaps due to electric discharges below the horizon, by which the clouds above the horizon are illuminated

or due to a quiet exchange of electricities through points, see § 274. *Aurora borealis* was called by A. v. Humboldt a "magnetic thunderstorm", because it is his opinion, that this phenomenon is caused by a restitution of the earth's magnetism after it has been disturbed (for another hypothesis see Q. 437.)

§ 277. 5) *Galvanic electricity* (electricity due to chemical action). Professor *Galvani* discovered this second source of electricity quite accidentally (1789). A dead frog was suspended by a hook of copper to the iron railing of a balcony. As often as the animal's legs came in contact with the iron bars the frog was violently contracted. At first this electricity was assumed to be an electricity inherent in the animal (see § 302) and was called vital fluid, but Professor *Volta* turned his attention from the frog to the connecting metals and assumed, that the disengagement must be due to the contact of the two metals. A controversy between the two professors led to the propounding of the following principle: *When two heterogeneous substances are placed in contact, one of them always assumes the positive and the other the negative electrical condition.* This may be proved by putting one's tongue between a stripe of copper and one of zinc and placing both stripes in contact outside the mouth. 438.

§ 278. One and the same metal connected with two other different metals may assume positive or negative electricity. We may arrange the metals in such a manner, that any one of them is electrified with the preceding negatively and with the succeeding positively, *f. e.* zinc, lead, tin, iron, copper, silver, gold, platinum, coal—.

The more two of the metals in this series are distant from each other the stronger the tension of the electricity produced by them will be (electromotive force); their force will be equal

to the sum of the electromotive forces of the interjected links. But if many discs of metal are laid upon each other, the electromotive force of the two terminating plates is as great as if they were laid directly upon each other.

§ 279. Volta himself proved his theory by the so-called *Voltaic pile*, in which a disc of zinc, a disc of copper and a piece of cloth moistened with acidulated water always in the same order are laid one upon the other and finally the last disc of copper is connected with the first disc of zinc by means of a wire. The electricity furnished by this pile is called *voltaic electricity*. 439. By this voltaic pile really the electromotive force is increased by means of that moistened piece of cloth, which removes impeding effects and still keeps up conduction. Besides, this moistened piece of cloth does not only conduct electricity, it also produces it, and zinc as well as copper are negatively electrified. Hence by the contact of the acid with the zinc the electricity of the pile is strengthened, by that with the copper (which originally shows positive electricity) it is weakened. But as the negative electricity produced by the acid in the zinc is somewhat stronger than the electricity caused in the copper the effect on the whole will be strengthened.

§ 280. It was finally Dr. La Rive, who showed, that in the voltaic pile it was not the contact between two metals that produced electricity, but that it was a chemical action by which the electrical equilibrium was disturbed. Especially chemical actions between metals and liquids are very productive, the liquid showing the positive electrical and the metal the negative electrical condition. An electrical current is produced by immersing a plate of zinc and a plate of copper in dilute sulphuric acid (this is called the simple *voltaic element* or couple). As long as the metals are not in contact the couple is *open*, when they are con-

nected by a conductor (wire), the couple is *closed.* The electricity flowing from copper to zinc is called the positive one, and the end of the wire attached to the negative (copper) plate, where positive electricity accumulates, is called the positive *pole* (*electrode*), the end of the other wire is called the negative pole or electrode. 439.

§ 281. As to the *electricity produced by fluids*, we point out the following laws:

1) All fluids make metals electric, even pure water electrifies zinc and platinum negatively.

2) They cannot be entered into the electromotive series (§ 278). For as nitric acid electrifies zinc negatively, it should stand in the series above zinc and should electrify copper still more negatively; but as a fact copper shows positive electricity, if connected with nitric acid.

§ 282. A series of voltaic elements may be arranged in such a manner, that the zinc of one element, is connected with the copper of another one *a. s. o.* This arrangement is called a *voltaic battery* or galvanic battery. 439. But the currents in these batteries rapidly diminish in intensity; hence *constant batteries*, in which fluid elements are used, having been invented, they may be used for a considerable length of time.

§ 283. The most effectual batteries are:

1) *Daniell's battery:* the two metals are copper and amalgamated zinc; the liquids are a solution of sulphate of copper and dilute sulphuric acid (or a solution of common salt).

2) *Bunsen's battery*, in which are used zinc and carbon as solid substances, nitric acid and dilute sulphuric acid as liquids.

3) *Grove's battery* (Physical Primer, page 121 ff.). The outer vessel is partly filled with dilute sulphuric acid; in this a plate of amalgamated zinc is immersed, this plate holds a porous

vessel, in which we pour strong nitric acid, and finally a thin plate of platinum is immersed in the nitric acid. The positive current passes through the liquid from the platinum to the zinc.

4) *Lectanche's battery:* The outer vessel contains a solution of sal-ammoniac, in which the positive metal zinc is immersed in the porous pot inside we have a mixture of coke and peroxide of manganese, which encloses the negative rod of carbon. This simple and powerful battery is coming into use for telegraphs. 440.

§ 284. 6) *Effects of the electric stream.* They may be classified just as those of the Leyden jar.

I. Physiological effects consist of shocks and violent contractions in the muscles of animal bodies which are not instantaneous as in the case of a Leyden jar, but succeed each other with rapidity (on account of the continuous flow of electricity). In the visual nerve the sensation of light is caused, in the gustatory nerves the sensation of taste; positive electricity applied on the tongue gives a sourish, negative an alkaline taste (in consequence of the chemical decomposition of the saliva). The sensation of light we may produce by holding one wire in the moistened hand and touching with the other the wetted forehead (see § 228, subjective phenomena of light). The same will take place, if we apply a silver spoon to one side and a stripe of zinc to the other side of our gum. By the same bodies also the sensation of taste may be caused.

II. Physical effects.

§ 285. *a) Heating effects:* wires of lead, tin, zinc, copper, gold, silver, iron, platinum melt and volatilize with differently coloured sparks. Thus by a voltaic current the firing of mines, blasting operations and the burning out of wounds may be carried out. 441.

§ 286. *b*) *Luminous effects.* By bringing the two electrodes very nearly in contact the sparks follow each other with such rapidity that a continuous light is produced; if two pieces of charcoal are connected with the poles, the *electric light* is most brilliant. The illuminating power of this light is equal to that of 572 candles; even the coal-gas flame is thrown into the shade in this light; but if too strong, it produces pain in the eye and may even cause something like sun-stroke. By this powerful light also the *Photo-electric microscope* (Fig. No. XXIX) is illuminated. The rays of the electric light pass through a system of lenses (just as in the solar microscope, see § 207) and an extremely magnified image, even of the smallest object (the animalculae in water) will be produced on a wall or on a white screen.

§ 287. *c*) *Magnetic effects:* If an electric stream is led spirally round a rod of iron, the iron shows magnetic attraction.

III. Chemical effects.

§ 288. *a*) Substances are *decomposed* and the elements transported if they are traversed, by an electric current. Thus water may be decomposed into Hydrogen and Oxygen, (discovered by Carlisle and Nicholson 1800), and the existence of Potassium and Sodium was discovered by a voltaic current (Davy 1807). 443. Oxides are decomposed in such a manner that Oxygen appears at the positive pole, the radical at the negative; as to salts the acid appears at the positive pole, the alkali at the negative.

§ 289. An application of this electrical effect we see also in the art of *Galvanoplastics*, by which by means of a galvanic current the reproduction of any object is effected, because this current decomposes a metal and deposits on it an impression

of the object. 435. Also the art of electro-gilding is a similar application of the chemical effects of voltaic electricity. Iron coated with zinc does not rust. 444.

§ 290. Chlorides, Iodides and Bromides are decomposed in such a manner, that the metal appears at the negative, Chlorine, Iodine and Bromine at the positive pole. Common salt (Sodium chloride) may be very easily decomposed, but Sodium does not appear at the negative pole, it combines with the Oxygen and Hydrogen of the water.

§ 291. *b*) The galvanic current also furthers *chemical composition*. Pure zinc is not or only very slowly decomposed in dilute sulphuric acid, if it is touched by a piece of silver it oxidises. The relation between Galvanism and Chemistry has led to

§ 292. *c*) *The Electrochemical Theory of Davy and Berzelius.*

1) Just as copper and zinc are electrified by touching each other, so the *atoms* of two elements in touching each other assume opposite electricity and the attraction between their positive and negative electricity is the cause of chemical combination. (Hence chemical affinity is the inclination of atoms to be electrified contrarily). This explains also the decompositions mentioned above.

2) All elements may be arranged in such a manner, that one of them by its being connected with the preceding one is positively electrified.

3) Binate compounds which show negative electric properties are called acids.

4) Also galvanic electricity is accompanied by chemical decomposition and the strength of the electric current is proportional to the chemical decomposition (Faraday).

§ 293. 7) *Electromagnetism.* It was *Oersted* who in the year 1820 discovered that electrical currents tend to set the magnetic needle at right angles to their own direction, and it is Ampère's rule, that *the north-pole of the needle is always deflected towards the left of the current;* a short time after that Schweigger in Germany discovered the *Galvanometer* or *Multiplier*, a very delicate instrument by which the existence, direction and intensity of currents may be determined. 445. (Comp. No. 110.) The wire of the galvanic battery is led in many turnings above and below the needle.

§ 294. Bars of soft iron under the influence of a voltaic current become magnets and are called *Electromagnets;* they have the horse shoe-shape; a copper wire, covered with silk or cotton, is rolled several times round them and connects them with the voltaic battery. 446.

§ 295. Parallel electric currents of the same direction attract each other, those of different direction repulse one another, crossed currents, if not prevented, will appear as parallel currents of the same direction.

§ 296. 8) *Induction by currents.* In a similar way, in which a magnet produces in iron magnetism, an electric current will call forth an electric current in a neighbouring conductor; this second current will be at the moment, in which it comes into existence, contrary to the original current, at the moment, in which it ceases, it will be of the same kind. These secondary currents, lasting only for a moment, are called *induced currents.*

This induced current is in general used for producing physiological effects, because this momentary shock suits very well to agitate the human body.

§ 297. It is produced in the following way. Round a hollow cylinder a silk-covered copper wire is coiled (called the *secondary coil*). Into the hollow of this cylinder fits a similar one (called the *primary coil*), which consists of less turnings of a stouter copper wire. The ends of the primary coil are connected with the two poles of a battery, whilst the two ends of the secondary coil are either connected with a galvanometer or, if used for psychological purposes, with the human body.

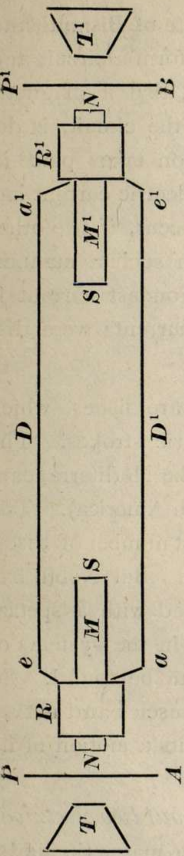
As the effects of this kind of electricity last only for a moment, for utilizing them an apparatus is necessary, by which as quick as possible the galvanic current may be interrupted and thus a continual current can be produced (a cog-wheel). Induced currents were discovered by Faraday (1831).

§ 298. *Induction by Magnets.* If instead of the inward cylinder (primary coil) a magnetic rod is inserted and the ends of the two wires (of the secondary coil) are connected with a Multiplier, the existence of an electric current can be proved. Instead of the magnetic rod even a rod of soft iron may be taken and by approaching and removing a magnet may be magnetised. This proves, that not only by electricity is magnetism caused, but also that magnetism will produce electricity. Even the magnetism of the earth may be used for causing induced currents (Faraday).

§ 299. 9) The chief application of these electromagnets we see in the *Electric Telegraphs.* The chief parts of Morse's telegraph are: 1) The *voltaic battery* as the source of power with the *line wire.* 447, 1. The wires may be aerial, subterranean and submarine. The aerial wire is that in general use; it is sustained by wooden posts and insulated by supports of porcelain. The sub-marine wires are also called *Cables.* In the telegraph a wire connects the positive pole with the electro-

magnet, instead of the second one the *Earth is taken as a Conductor.* 2) *Morse's Key.* 447, 2. It is a metallic lever, one arm pressed upwards by a spring, the other end rests upon a small metal support in contact with the wire. 3) *The Indicator.* 447, 3. consists of an electromagnet, which, when by the key of another station the current is closed, attracts an armature of soft iron, fixed at the end of a lever (movable about an axis). At the other end of the lever there is a pencil, which writes, or a needle, which engraves the signals on a long band of paper rolled round a drum. When the current is open the lever is raised by a spring and the pencil removes from the paper. There is another little electromagnet fixed on a board; the armature of it being attracted, strikes against a bell, and this way the receiving station is warned, that a despatch is about to be sent. This instrument is called the *Electrical Alarum.* By means of the *relay*, which is another auxiliary electromagnet, the current of a local battery is introduced into the communicator in order to strengthen the electric force upon the electromagnet, which has to write a despatch.

§ 300. 10) *The Telephone.* In the electrical alarum we have already an instrument, by which signals may be given. The telephone (recently improved by the Microphone), consists, as this figure shows, of two corresponding apparatus, one in *A* for delivering a message, one in *B* for receiving one. *M* is a strong magnetic rod, one pole connected with a secondary coil (*R*), in front of this we see a small thin plate of iron in a vertical position (*P*) and before this a mouthpiece, having the form of a funnel (*T*). Both ends of the inducing coil in *A* are connected by wires with the ends of the coil in *B*. If through the mouthpiece in *A* a word is spoken, the sound-waves will cause the plate of iron to vibrate and each of these vibra-



No. XXXII.

tions causes when approaching the pole of the magnetic rod (N) an induced current and whilst retreating its contrary current. In consequence of this the magnetic rod at the station B (M^1) will be now strengthened, then weakened, hence plate B' now attracted, then repulsed. This way the plate B' makes as many vibrations as the plate B and in doing so must produce the same sound (word), which was spoken and it will be heard in the mouthpiece at T^1. The first Telephone was constructed by Reis in Germany 1862, but it was improved by Graham Bell, Professor in Boston.

Remark 1. In comparing galvanism with frictional electricity it is obvious that both forces are indentical, only that the electric machine produces a greater tension, a galvanic battery a greater quantity of electricity (the electric spark of a Leyden jar smashes a piece of wood into pieces, but lasts only for a moment; the electricity of a galvanic current breaks scarcely through the dry skin of a finger, but it lasts as long as the wires are closed). Very properly the electric machine was compared with a waterless spring of high descent, whilst the galvanic current is comparable to a spring abounding in water, but of low descent.— Carry out this comparison!

Remark 2. The effect of an electric current depends upon the quantity of electricity, which passes in a given time through the wire. The quantity is the greater the less resistance the current has to overcome (by good wires and good elements) and the stronger the electromotive force. If P the quantity of electricity, W the resistance and E the electromotive force, $P = \frac{E}{W}$. This law was discovered by *Ohm* (in Erlangen) 1827.

§ 301. 11) *Thermo-electricity.* If a plate of Bismuth and one of Copper are soldered together so as to form a circuit and one of the junctions is heated, we shall see, that a magnetic needle moving on a pivot in the interior of the circuit, is deflected; if the other junction is heated, deflection takes place in the contrary direction. This proves that an electric current has been produced by heating. The same will occur, if two other metals are taken. If metals are combined in such a manner, we call it a *thermo-electric series.* The strongest current is caused by Bismuth and Antimony. These currents were discovered by Seebeck (in Berlin) 1821.

§ 302. 12) *Animal electricity.* There are fishes, which like the voltaic pile are enabled to give electric strokes. The most remarkable are the yellow narcissus (in the Mediterranean) and the electric eel (in the land-seas of South America). The electric organ of these animals consists of a vast number of discs, piled up like the elements in the voltaic pile. But Nobili has proved, that not only in these fishes—equipped with a special electric apparatus—but in all living animals (in the systems of their muscles and nerves) electric currents can be found. So after all Galvani was right in supposing, that muscles and nerves are electromotors. As often as a nerve transmits a motion of its muscle, these currents undergo a change.

§ 303. 13) There is also a *Hypothesis about two electrical fluids*, very much alike to that about the two magnetic fluids. The electrical fluid is a subtle imponderable matter formed by the union of the positive and negative fluid. As long as both fluids are combined, the body is in its neutral state. By friction, chemical action a. s. o. the neutral fluid is decomposed and the two kinds are separated. According to the excess of the one or the other of these two fluids the body will be either positively

or negatively electrified. The terms positive and negative are adopted only for the sake of convenience. If the surplus of one kind of electricity spreads over the whole of a body, we call that body a conductor, if only that part of the body which was exposed to friction is electrified, we call such a body a non-conductor. As the fluids of one kind repel each other and those of different kinds attract each other, the electric fluids are expansive like gases; this expansion we call the electric tension or force. At the edges and points of an electric body the electric fluid accumulates and its density and tension increase to such a degree as to overcome the atmospheric pressure.

Remark. We may say, the age in which we lived until now, was a steam-age, but it seems, we have already entered an age, in which electricity will be the prominent physical power. After Faraday discovered the induced currents, it was in a threefold way, that practical use was made of electricity. 1) For producing *the electric light*, which is even cheaper now than the coal-gas light (not the glowing light, but the arched light) and not dangerous. 2) For *electrolysis*, by which not only electrotypes but also metals may be won. 3) For *transmission of force*. Just as motion is changed into electricity, also electricity may be transformed into motion. When the question was raised, whether the force represented by the Niagara-cataract might not be utilized by electricity for New-York, the physicist Siemens in Berlin was of opinion, that for conducting this force all the copper available in this world would not be sufficient. But Prof. Dr. Zech and others deny this, and in Munich they already succeeded in transmitting the force of a river 50 miles distant by electricity and utilizing it for putting in motion different machines. As the stock of coal is gradually decreasing and as the forces of flowing water are not yet profited as they ought to be, we mày expect, that erelong, at the bank of every torrent a dynamic machine will be placed to supply large cities with light etc.

APPENDIX.

A. *Equivalence of heat and mechanical work.*

§ 304. As often as mechanical work is performed in order to produce heat, one and the same quantity of work is necessary for producing one thermal unit (to raise one pound of water through one degree Centigrade § 139). The experiments of Ioule and Hirn have proved, that be the work friction or the force of a river or compression or magnetism, for obtaining one thermal unit 424 units of work are neccessary. (An unit of work we call the force required for raising 1 kilogramme through one metre.)

§ 305. As often as by heat mechanical work is done, part of the heat is absorbed; one thermal unit is spent by 424 units of work. 424 Metre-kilogramme work we call the equivalent of work for one thermal unit. $\frac{1}{424}$ or 0.002358 is called the equivalent of heat for a dynamical unit.

B. *Conservation of Energy or the incorruptibility of matter.*

§ 306. The preceding sections have shown, that mechanical work is never lost, but only changed into heat and on the other hand that heat is changed into mechanical work. But in the same manner we have also come to understand, how mechanical work may be used to produce magnetism or electricity or that heat may cause electricity, on the other hand electricity may be the cause of heat, light, mechanical work and chemical processes and that chemical combinations call forth heat, light, electricity etc. Now, if all the physical forces we know of may be exchanged for each other, the conclusion seems to be justified,

that *all these forces are only different effects of one original force.* If this is the case, we may also understand the great harmony prevailing in all the physical laws and departments.

§ 307. We have seen further that never is a force not even the smallest part of it existing in nature lost, but only transformed into another force. (If I lift up a stone from the ground, is the force exerted not lost?)

§ 308. In each body there is contained a certain quantity, of force, we may call it its *energy*, *f. e.* each body contains a certain quantity of heat, or it may under proper circumstances enter into chemical combinations etc.

§ 309. Neither man nor any power of nature is able to produce a force not yet existent in nature; this shows, that the sum also of natural forces cannot be increased. If we apparently call forth a force, we only stimulate a force to action, which was latent before. Even in using the force of our muscles, we only rouse up the chemical force of the carbon contained in our body and of the oxygen, contained in the atmosphere.

§ 310. Hence our final conclusion is this:

Neither man nor any power of nature can add or destroy one atom of the matter, constituting the universe; in the same manner also the energy, bequeathed by the Creator to matter, can be neither increased nor decreased.

So far as man and nature are concerned, we believe in the incorruptibility of matter and force.

TABLE OF CONTENTS.

പൊരുളടക്കം.

പ്രകൃതിശാസ്ത്രം.

അദ്ധ്യായം.		ചോദ്യം.		
	മുഖവുര.	1-6.	§	1
I.	പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ സാധാരണ വിശേഷതകൾ	7-108.	§§	2- 28
II.	കട്ടിയായ വസ്തുക്കളുടെ സമത്തൂക്കവും അപാദാനവും	109-129.	§§	29- 45
III.	വീഴ്ചയും ഊഞ്ചലും പരിഭ്രമണവും	130-144.	§§	46- 65
IV.	ദ്രവങ്ങളുടെ സമത്തൂക്കവും അപാദാനവും	145-174.	§§	66- 80
V.	വാഷ്പങ്ങളുടെ „ „	175-185.	§§	81- 82
VI.	വായുവിന്റെ അമൎത്തലും ഘനവും .	186-222.	§§	83- 94
VII.	„ ലക്ഷണങ്ങളും പ്രയോഗവും	223-241.	§§	95- 97
VIII.	ശബ്ദം	242-257.	§§	98-118
IX.	ഘൎമ്മം	258-290.	§§	119-137
X.	ചൂടിനാലുളവാകുന്ന മാററങ്ങൾ . .	291-353.	§§	138-174
XI.	വെളിച്ചം	354-394.	§§	175-222
XII.	വൎണ്ണങ്ങൾ	395-410.	§§	223-232
XIII.	അയസ്കാന്തം	411-417.	§§	233-250
XIV.	വിദ്യുച്ഛക്തി	418-447.	§§	251-303
അനുബന്ധം	. . . .		ഭാഗം	289-292
Appendix	. . . .		§§	304-310

INDEX.

സംഗതിവിവരം.

ഭാഗം

അഗ്രങ്ങളുടെ വിദ്യുച്ഛക്തി (Electricity of points) § 262. . . . 442

അംഗാരാമ്ലം (Carbonic acid) § 96. . . . . 211. 223

അംഗാരജലജം (Carbonic Hydrogen) 240. 264

അനതിക്രമണം (Impenetrability) § 4. 12-17

ദൃഷ്ടാന്തം 13-17

അനിന്ദ്രിയവസ്തു (Ether) 258

അപാദാനം § 29. . . . .

പലവിധങ്ങൾ (Different kinds of motion) § 30. . . . 109

ഫലം (Effects of motion) § 33. . . . . 110. 111

അമ്ലതം (Oxygen) § 96. . . . . 175. 223

പ്രയോഗം. 224-231

അമ്പർ (Amber) 420

അയസ്കാന്തങ്ങൾ (Magnets) § 233. 415

അയസ്കാന്തശക്തി (Magnetism) §§ 233-250. 411-417

അഗ്രങ്ങൾ (Poles) § 248. 411

ജനിപ്പിക്കുന്നതു (Magnetise) § 238. . . . . . . 314. 412

രണ്ടു വിധം അയസ്കാന്തശക്തി § 234. 413

അയിർവെള്ളങ്ങൾ (Mineral waters) 211

അരക്കു (Sealing wax) 37

അൎക്കിമേദെൻറ സൂത്രം (Principle of Archimedes) § 77. . . 169-174

അൎദ്ധഗോളങ്ങൾ (Magdeburg hemispheres) § 88. 203

അസൌമ്യസ്വരങ്ങൾ (Dissonance) §§ 108-110. 155

അറാക്കിൻ മാത്ര (Alcoholometer) § 79. 168

അററമില്ലാത്ത തോൽവാർ (Endless band) 351

അറെറഴുത്തുകമ്പി (Telegraph) § 299. 447

അളവു (Measure) § 4. 11

	ചോദ്യം
ആകാശം (Atmosphere) § 95.	316
ഇതിലുള്ള ഈറം (Saturation) § 162.	328. 330. 331
ആകാശനീന്തം (Air-balloons) § 94.	221
ആകാശസംഘാതം (Pressure of the Atmosphere) §§ 83-94..	198-206
ആനക്കൊമ്പു (Ivory)	85
ആപ്പു (Wedge) § 38.	117. 118
ആവിയന്ത്രം (Steam-engine) § 172.	351
ഇടി (Thunder) § 273.	435
ഇടിവാൾ (Lightning Struck) §§ 271. 272.	435
ഇടി ഇല്ലാത്ത മിന്നൽ	437
ഇന്ദ്രനീലനിറം (Sky blue) § 232.	406
ഊട്ടുള്ള സ്ഥിതി (Stable equilibrium) § 28.	195
ഈയക്കട്ടി (Plummet)	89
ഈറം (Moisture)	316
ഈവൻസ് (Evans)	352
ഉതളി (വസ്തി നോക്ക)	
ഉപ്പുവെള്ളം (Salt-water)	165. 166
ഉരസൽ (Friction) §§ 17. 18.	72. 260. 262
ഉരസലിനാലുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തി (Frictional Electricity) §§ 251-270.	418. 420
ഉറച്ച മഞ്ഞു (Rime) § 167.	332
ഉഷസ്സു (Morning red) § 232.	407
ഉഷ്ണകേന്ദ്രം (Focus) § 135..	371
ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടി (Concave mirror) § 188.	371. 372. 373
ഉൾവളവുള്ള കണ്ണാടിച്ചില്ലു (Concave lens) § 199.	383
ഊഞ്ഞാൽ (Pendulum) §§ 53-55.	131-135. 136. 137
ഒപ്പുന്ന കടലാസ്സ് (Blotting paper) § 13.	20. 67
എണ്ണ (Oil)	41. 156
എല്മോസ് (Elmo's fire) § 276..	437
എറിക്സൻ, സ്മിത്ത് (Ericson and Smith)	351
ഏർസ്ടെഡ് (Oerstedt)	446
കടാഹം (Boiler) § 172.	351

ചോദ്യം

കട്ടിയായ വസ്തുക്കളുടെ സമതൂക്കവും അപാമാനവും (Equilibrium and motion of solid bodies) §§ 29-45. 109-129

കട്ടിയായ വെള്ളം (Ice) § 152.. . . . . 160. 295

കട്ടിയായ സാധനം (Solid body) § 10. 36

കണ്ണാടി (Looking-glass) § 187. . . . . 263. 364. 365

കണ്ണാടി (Spectacles) §§ 208-217. . . . . 390. 391

കണ്ണാടിയുടെ പലമാതിരി (Achromatic lenses) 397

കണ്ണാടിവിദ്യുച്ഛക്തി (Positive Electricity) §§ 254. 255. 418

കണ്ണാടിക്കാൽകസേല (Insulator) § 257.. 431

കണ്ണു (Eye) §§ 208-217. 388-391

കന്മദം (ശിലാജതു നോക്ക). . . . .

കപ്പൽ (Vessel) §§ 34. 35. . . . . 161. 165

കപ്പി (Wheel and Axle) § 44. . . . . 127. 128

കപ്പി (പുല്ലെ) § 43. 129

കമ്പി (Wire) § 9. 40

കരക്കാററും കടല്ക്കാററും (Land and Sea-Wind) § 145.. . . . 307

കരി (Coal) § 13. 66

കൈൎമ്മൻ (Carmine) § 8. 33

കവാടം (Valve) § 93. 193

കവാടപ്പെട്ടി (Valve-chest) § 172. 351

കസ്തൂരി (Musk) § 8. 34

കാൎമ്മറി (Camera obscura) § 200. 384

കാററു (Wind) § 81. . . . . 176. 215. 281

അതു തിരിക്കുന്ന യന്ത്രം (Wind-mill) 181

കാററൂട (Draught) § 145. 304-306

കിണറുകൾ (Springs) § 69. . . . . 147. 148

കീടം (കല്ക്കം) (Sediments) § 75. 163

കീമശാസ്ത്രം (Chemistry) § 1. 3

കുടിലനാളി (Syphon) § 88. . . . . 197. 210

കുശവന്റെ ഉരുള (Potter's wheel) § 65. 142

കുഴൽ (Flute) §§ 114. 115. 256

ഭാഗം

കൂജ (Gogglets) 321

കെപ്ലർ (Kepler) § 63. 393

കേന്ദ്രശക്തി (Centripetal force) §§ 57-62. 132

കേന്ദ്രത്യാഗശക്തി (Centrifugal force) ,, ,, ... 132

കേശാകൎഷണം (രോമാകൎഷണം നോക്ക) (Capillarity) §§ 13-15. .

കൊള്ളിമീൻ (Meteor). 388

കൊള്ളിയാൻ (Ignis fatuus) § 176. 355

കൌലെ (Cowley) § 172. 351

ക്ലേദമാനം (Psychrometer) § 164. . . . . 325. 329

ക്ലൈസ്റ്റ് (Kleist) 429

ഗന്ധകാമ്ലതം (Sulphuric acid) § 96. 234

ഗന്ധകാമ്ലതുത്ഥം (Sulphate of copper) § 289. 442

ഗന്ധകജലജം (Sulphuretted Hydrogen) § 97. 240

ഗന്ധകക്ഷാരം (Sulphate of soda or Glauber's salt) § 152. . . 312

ഗലിലെയി (Galileo) §§ 56. 204. 393

ഗല്വാനി (Galvani) § 277. 419

ഗല്വാനിയുടെ വിദ്യുച്ഛക്തി (Galvanism) §§ 277-283. 436. 439. 440

ഗല്വാനിയുടെ പെട്ടകം (Galvanic battery) § 283. 439

ഗിറികെ (Otto von Guericke) § 90. 203

ഗില്ബൎത്ത് (Gilbert) 420

ഗുണകാരം (Multiplicator) §§ 293-295. 445

ഗുരുതമം (Platinum) § 283. 419

ഗൂഢോഷ്ണം (Latent heat) § 149. . . 309. 310. 340. 342. 343

ഗൌസ് (Gauss) 447

ഗ്രഹങ്ങളുടെ വെളിച്ചം (Light of Planets) 378

ഗ്രഹണങ്ങൾ (Eclipses) 362

ഗ്രേ (Gray) 421

ഗ്രെഗൊരി (Gregory) 393

ഘടികാരം (Clock and Watch) § 65. 144

ഘനം (Weight) §§ 23-25. 94

രിക്തതയിലുള്ള ഘനം § 90. 213

	ഭാഗം
ഘനാകൎഷണം (Weight or Gravity) §§ 20-22.	87-94
ദൃഷ്ടാന്തം	88-94
ഘനാകൎഷണത്തിൻ കേന്ദ്രം (Centre of Gravity) §§ 26. 27. .	95-108
ദൃഷ്ടാന്തം	96-108
ഘനരേഖ (Line of Gravity) § 25.	95
ഘൎമ്മം (Heat) §§ 119-174.	258-353
തത്വവും പരപ്പും (Theories of heat and its propagation) § 119.	258
ഉത്ഭവം (Sources of heat) §§ 121-127.	259-265
പരപ്പു (Propagation) § 129.	266-282
നിരാകരണം (Reflection) § 133..	283-290
മാററങ്ങൾ (Effects of heat) §§ 138-174. . . .	291-353
1. വിരിവു (Extension) §§ 138-146.	291-308
2. മൂന്നവസ്ഥിതികളിലുള്ള മാററങ്ങൾ (Changes in the three states of bodies) §§ 147-174.	309-353
ഘൎമ്മമാത്ര (Thermometer) §§ 138-140.	291. 298
ചക്രബാണം (Fire-works) § 81.	182
ചരടു (Strings) § 112.	255
ചരിഞ്ഞസ്ഥലം (Inclined plane) § 37.	96
ചലനസ്ഥിതി (Unstable equilibrium) § 28.	95. 105
ചാമ്പുകോൽ (Piston) § 97.	193
ചായം (വൎണ്ണം നോക്ക) (Colour)	
ചാരായം ഇറക്കൽ (Distillation) § 173.	307. 344
ചിത്രപ്പെട്ടി (Camera obscura) § 200.	369
ചിത്രലാന്തർ (Laterna magica) § 202.	394
ചിമ്നി (Chimney) § 96.	227
ചീനക്കുഴൽ (Telescope) §§ 203. 204.	393
ചുററിക (മുട്ടി നോക്ക)	
ചൂളക്കുഴൽ (Steam whistle) § 172.	353
ചെമ്മാനം (Red sky) § 232.	407
ചെവി (Ear) § 106.	254
ജന്തുക്കൾ (രിക്തതയിലുള്ള) § 96.	236

ഭാഗം
ജലത്തിരക്ക് (Hydraulic press) § 71. 154
ജലമജ്ജനയന്ത്രം (Diver's bell) §§ 4. 96. . . . . . . 15. 237
ജലയന്ത്രം (Fire engine) § 93. 220
ജലയാവിയുടെ ശക്തി (Force of steam) § 172. . . . . . 349. 350
ജലവായു (Hydrogen) § 94. 221
ജലാരോഹകയന്ത്രം (Pump) § 93. 193
ജലഹരിതാമ്ലം (Hydrochloric acid) § 152. 312
ഡോള (Pendulum of the clock) § 56. 135-137
തവക്ക (Compass) § 246.. 416
തവള (രിക്തതയിലുള്ള) § 88. 207
താരതമ്യഘനം (Specific weight) § 78. 164
താരതമ്യഘർമ്മം (Specific heat) §§ 136. 137. 290
തിരിക്കല്ലു (Mill) § 65. 143
തീ (Fire) § 96. 229-230
തീക്കണ്ണാടി (Burning glass) § 135. 284
തീക്കണ്ണാടി (Convex lens) §§ 197. 198. . . . . 381. 382
തീക്കലം (Stove) § 97. 241
തീക്കള്ളികൾ (Matches) § 122. 260
തീവണ്ടി (Train) §§ 64. 172. . . . . . . 141. 352. 353
തുരുമ്പിക്ക (Rust) §§ 288-292. 444
തുലാം (Lever) §§ 40-42. 122-129
തുലാസ് (Balance) ,, ,, ... 123
തൂക്കക്കല്ല് (Weight) §§ 23-25. 93
തൊണ്ട് (Human voice) § 116. 157
തൊറിസെല്ലി (Torri-celli) § 83. 186
തൊലി കീറൽ (Scarification) § 145. 302
തോക്കു (Gun) §§ 5. 16. . . . . 17. 80
പിന്നോക്കം വാങ്ങുന്നതും തട്ടുന്നതും (Recoil) § 81. . . 184. 185
തോലോൻ (Dollond) 397
ദഹനം (Burning) §§ 96. 124. 162. 163. . 225-235. 265. 318. 319
ദാവിയുടെ ലാന്തർ (Davy's safety lamp) § 97. 240

ചോദ്യം

ഡാവി (Davy) § 292. 443
ഡീഫെ (Defay) 424
ദൂരശ്രവണയന്ത്രം (Teliphone) § 300. 252
ദൃഷ്ടി (Sight) § 175. 354
ദൃഷ്ടികോൺ (Visual angle) §§ 208-217. 385
ദ്രവം (Liquid) . . . .

a. ബഹുരന്ധ്രത (Its porosity) § 5. 30
b. വ്യവസ്ഥ (Its condition) § 11. 36
c. രൂപം (Its form) § 9. 38
d. സമത്തൂക്കവും അപാദാനവും (Equilibrium and motion of liquids) §§ 66-80. 145-174
e. സമത്തൂക്കം (Communicating vessels) § 69. 146
f. തുളുമ്പൽ (Water-jet) § 69. . . . . 147. 148
g. അമർത്തൽ (Pascal's law; Bramah press; Barker's mill) §72. 149-154
h. പൊങ്ങൽ (Buoyancy of liquids) § 73-75. . . . 155-174

ധൂപകലശം (Fumigation) § 8. 35
ധ്രുവവെളിച്ചം (Aurora borealis) § 276.. 437
നവക്ഷാരം (Sal ammoniac) 290
നാദങ്ങളുടെ ഐക്യത (Musical harmony) §§ 108-110. 155
നാളം (Funnel) §§ 5. 91. . . . . 16. 214
നിശ്ചേഷ്ടാരകത്വം (Inertia) § 16. 72-82
ദൃഷ്ടാന്തം 73-82
നിഷ്പക്ഷസ്ഥിതി (Neutral equilibrium) § 28. . . . . . 95. 107
നിഴൽ (Shadow) § 183. 362
നീന്തം (Swimming) §§ 73-76. . . . . 173. 174
നീററൽ (Slacking) § 124. 263
ന്യൂകോമൻ (Newcomen) § 172.. 351
ന്യൂതൻ (Newton) §§ 203. 204. 223. . . . . 393.396
പക്ഷികളുടെ പറക്കൽ (Flight of birds) § 94. 222
പടങ്ങ (Loader) § 37. 115
പത (Bubbles) § 6. 21

ചോദ്യം

പതക്കൽ (Convexion of heat) § 146. 308

പൎവ്വതശിഖരങ്ങളിന്മേലുള്ള പതക്കൽ §§ 169-171. . . . 348

പദാൎത്ഥം (Body) . . . .

a. വിശേഷതകൾ (Properties) §§ 2-28. 7-108

b. പ്രമാണം, പെരുമ, രൂപം (Volume, Mass, Form) § 2. . 9

c. വിതാനം (Extension) § 4. 10

പദാൎത്ഥത്തെ അളവുചെയ്ക (Measure) §§ 4. 32. 11

പപീന്റെ പാത്രം (Papin's digester) §§ 171. 172. 345

പമ്പരം (Peg-top) § 28. 108

പരിഭ്രമണം (Central motion) §§ 46-65. . . . 132. 138. 144

പറവു (സംശ്ലിഷ്ടത നോക്ക) § 12. . . . .

പശ (Gum) § 12. 47

പഴുപ്പിച്ച ഇരിമ്പു § 96. 232

പാലം (Bridge) § 16. 81

പിരിയാണി (Screw) § 39. . . . . .115. 120. 121

പിസ്കാരി (Syringe) § 93. 219

പുക (Smoke) § 145. 303

പുകയറ (Soot) §§ 129. 134. . . . . 272. 286

പുകഗോപുരം (Chimney) § 96. . . . . 233. 234

പുളിപ്പു (Fermentation) § 96. 228

പൂൎവ്വസ്ഥിതിഗമ്യത (Elasticity) § 19. 83-86

a. അതിന്റെ അതിർ 83

b. ദൃഷ്ടാന്തം 84-86

പൊങ്ങ (Sponge) § 5. 19

പൊങ്ങിക്കിടക്ക (Floating) §§ 73-75. 157-160

പൊൻ (Gold) § 6. 25

പൊരിക്കാരം (Potash) §§ 288-292. 443

പോററർ (Potter) § 172. 351

പ്രകാശകം (Phosphorus) § 122. 260

പ്രകൃതിനിയമം (Natural law) 6

പ്രകൃതിവൎണ്ണന (Natural History) § 1. 3

ഭാഗം

പ്രകൃതിശാസ്ത്രം (Physics) § 1. . . . . 1. 3
a. അംശങ്ങൾ 2
b. ഉപകാരവും ലാക്കും 4. 5
പ്രതിബിംബം (Reflection) §§ 184-186. . . . . . . 364. 366-368
പല പ്രതിബിംബങ്ങൾ 370
പ്രതിശബ്ദം (Echo) § 104. 251
പ്രിസ്മ് (Prism) § 196. 350
ഫുല്തൊൻ (Fulton) § 172. 351
ഫ്രാങ്ക്ലിൻ (Franklin) § 274. 434
ബലമില്ലാത്ത ബിന്ദുക്കൾ (Dead points) § 172. . . . . . 351. 352
ബഹുരന്ധ്രത (Porosity) § 5. 18-30
ദൃഷ്ടാന്തം 19-30
ബാണം (Rocket) § 81. 183
ബീർ (Beer) § 79. 168
ബുന്സെന്റെ പെട്ടകം (Bunsen's battery) § 283. 440
ഭൂധ്രുവങ്ങളുടെ പരപ്പു (The flatening of the poles of the earth) § 65. . 142
ഭൂതക്കണ്ണാടി (Microscope) §§ 205-207. . . . . 259. 392
ഭൂമി എന്ന അയസ്കാന്തം (Magnetism of the earth) § 242. . . 416. 417
ഭൂവാകർഷണം (Gravity) §§ 20-22. 72
മഞ്ഞു (Dew) § 168. . . . . 332. 333. 334. 398
മഞ്ഞു (Fog) § 168. 335
മണിജ്വാല (Interference of light) § 230. . . . . . . 409. 410
മത്സ്യം (Fish) § 77. . . . . 22. 174
മദ്യസത്ത് (Alcohol and Spirit of wine) §§ 6. 79. . . . . 30. 168
മനുഷ്യരക്തം (Man's blood) 31
മരത്തോക്ക § 91. 216
മഴ (Rain) § 168. . . . . 317. 336
മഴവില്ലു (Rain-bow) § 232. 399-401
മിനുസം (Polish) § 134. 287
മിന്നൽ (Lightuing) §§ 271. 275. . . . . 433. 434
ജിഹ്മമായ വഴി 436

ഭാഗം

മുക്തമായ ചൂടു (Heat set free) § 153. . . . 313
മുങ്ങൽ (Sinking) § 79. . . . 167
മുട്ട (രിക്തതയിലുള്ള) (An egg in a vacuum) § 88. . . . 206
മുട്ടി (Hammer) §§ 16. 41. . . . 79. 82. 126
മൂലത്തുകാംശഭേദം (Elements of the air) § 95. . . . 223
മെഴുക (Wax) . . . 77
മെഴുത്തിരി (Candle) . . . 43
മേഘങ്ങൾ (Clouds) § 168. . . . 337
മേതർ (Metre) § 4. . . . 11
മൊംഗോല്ഫിയർ (Montgolfier) § 94. . . . 221
മോൎസ് (Morse) § 299. . . . 447
യവക്ഷാരവാഷ്പം (Nitrogen) §§ 81. 95. . . . 175. 223
യാക്കോബി (Jacobi) . . . 442
രക്ഷാകവാടം (Safety valve) § 172. . . . 345. 353
രശ്മി (Ray of light) § 177. . . . 364
രശ്മിയുടെ വൎണ്ണം, ഏഴ വൎണ്ണങ്ങൾ (Spectrum) § 224. . . . 396
രസം (Mercury) . . . 25. 49. 53. 55. 56. 61. 66. 186
രിക്തത (Vacuum) § 83. . . . 204. 205. 206. 236
a. ഇതിലുള്ള വീഴ്ച (Fall in a vacuum) § 90. . . . 213
b. വററൽ (Evaporation in a vacuum) §§ 169-171. . . . 327
c. പതക്കൽ (Boiling in a vacuum) " " . . . 346. 347
രേമർ (Römer) § 178. . . . 356
രോമാകൎഷണം (Capillarity) § 13. . . . 59. 71
ദൃഷ്ടാന്തം . . . 60-71
റോസ് (Rose) §§ 203. 204. . . . 393
റോസ് (James Rose) § 244. . . . 416
ലിപ്പൎസ്ഹെ (Lippershey) . . . 393
ലൈദൻഫ്രൊസ്റ്റ് (Leiden frost) § 173. . . . 341
വൎണ്ണം (Colour) §§ 223-232. . . . 395-410
ഏഴ വൎണ്ണങ്ങൾ (Seven colours) § 224. . . . 395
വസ്തുക്കളുടെ വൎണ്ണം (Colour of bodies) § 223. . . . 402

ഭാഗം

വൎണ്ണങ്ങളെ കുറിച്ചുള്ള ഊഹനങ്ങൾ (Subjective colours) § 228. 404. 405
വൎത്തമാനക്കുഴൽ (Speaking trumpet) § 106. 252
വൎഷകാലം (Rainy season) § 5. 23
വററൽ (Evaporation) §§ 162. 163. . . . 314. 315. 320. 323. 324
വസ്തി (Bladder) 86. 162. 170. 204
വസ്ത്രം (Dress) 24. 194
വഹിക്കുന്നതു (Support) § 28. . . . . 99. 100. 101
വളയൽ ഉപ്പു (Soda) 443
വായു (Air) §§ 83-94. 90
വിരോധം (Resistance of air) § 81. . . . . 92. 176. 179
അനതിക്രമണം (Impenetrability) § 81. . . . . . 14. 178
അയവു (Elasticity) § 81. . . . . 179. 180
അമൎത്തലും ഘനവും (Pressure and Weight of air) 186-222. 190-196
ശരീരത്തിന്മേലുള്ളത് § 88. 198
പ്രയോഗവും ലക്ഷണവും (Chemical and Physiological qualities of the air) §§ 95-97. 223-241
വായുതോക്കു (Air-gun) § 91. 217
വായുബഹിഷ്കരണയന്ത്രം (Air-pump) § 90. 207-209
വായുമാത്ര (Barometer) §§ 84. 85. 186
പ്രയോഗം 187. 188
മലകളിന്മേലുള്ളത് 199. 200. 202
വാഷ്പം (Gases) § 11. 36
സമതൂക്കവും അപാദാനവും (Equilibrium & motion) §§ 81. 82. 175-185
വിശേഷത (Properties) § 81. 175
വാഷ്പീകരണം (Vaporisation) §§ 150. 168. . . . 282. 309. 338
വിദ്യുച്ഛക്തി (Electricity) §§ 251-303. 418-447
ആകൎഷണവും വികൎഷണവും §§ 254. 255. 421-425
അഗ്നികണം (Electric spark) § 256. 426
സന്നേതൃക്കളും ദുൎന്നേതൃക്കളും (Good and bad conductors) § 252. 418
വിദ്യുച്ഛക്തി കാട്ടി (Electro-scope) § 264. 427
വിദ്യുച്ഛക്തിപ്പെട്ടകം (Electric battery) § 269. 429

ഭാഗം

വിദ്യുച്ഛക്തിയൊഴിപ്പിക്കാരൻ (Discharger) § 267. 429
വിദ്യുച്ഛക്തിവാഹകൻ (Electrophorus) § 265. 428
വിദ്യുത്കുപ്പി (Leyden jar) § 267. 429
വിദ്യുദയസ്കാന്തം (Electro-magnet) § 294. . . . . . . 445. 446
വിദ്യുദോട്ടം (Electric current) § 251. 419
വിദ്യുദ്യന്ത്രം (Electric machine) § 266. 430
വിദ്യുദച്ചുശാസ്ത്രം (Galvano plastics) § 289. 442
വിഭജ്യത (Divisibility) § 7. 31-35
ദൃഷ്ടാന്തം 32-35
വിയൎപ്പു (Perspiration) § 163. 322
വിറക (വെട്ടുക) (Fire wood) § 163.. 39
വിൽ (Bow) § 19. 84
വിശറി (Fan) § 163.. 326
വിശേഷമായ ഘനം (Specific weight) . . . .
(താരതമ്യഘനം കൂടനോക്ക)
വിഷവായുക്കൾ (Poisonous gases) § 97. 241
വിസ്തരണം (Extension) § 4. 8
വിളക്ക (Lamp) §§ 13. 96. . . . . . . 69. 225. 226. 231
വിളക്കുമാടം (Light house) § 199. 381
വീഞ്ഞുകഴൽ (Wine tester) § 88. 196
വീഴ്ച (Fall) §§ 46-48.. 90
വെടിയുപ്പു (Salt-petre) § 152. 312
വെളിച്ചം (Light) §§ 175-222. 354-394
ഉത്ഭവം § 175. 354
ഉറവു § 176. 355
വേഗത § 178.. 356-358
കൈക്കൊള്ളുന്ന വസ്തുക്കളുടെ പ്രാപ്തി (Effects of light) §§ 179. 180. 357
ശക്തി (Intensity of light) § 181. 359
പൊട്ടൽ (Refraction) § 190. 374-384
ഇളക്കം (Sensation) § 211. 387
വളച്ചൽ (Inflection) § 229. 408

ഭാഗം

വെളുത്ത നിറം (White colour) § 225. 403
വെള്ളം കട്ടിയായി പോകുന്നതു (Freezing) § 143. 296
    കലൎപ്പുകളാൽ കട്ടിയാകുന്നതു (Freezing mixtures) § 152. . . 312
വെള്ളം പതെക്കുന്നതു (Boiling point) §§ 169-171. 339
വെള്ളത്തിന്റെ ഭൂതവസ്തുക്കൾ (Elements of water) § 290. . . . 443
വെള്ളിക്കോൽ (Steel-yard) § 40. 124
വേഗത (Velocity) § 31. 109
വേബർ (Weber) 447
വൊല്ത്ത (Volta) 419. 428
വൊല്ത്തയുടെ പെട്ടകം (Voltaic pile) § 279. 439
വോത്ത് (Watt) 351
വ്യവസ്ഥ (പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ മൂന്നു വ്യവസ്ഥകൾ three states of matter)
    ചൂടിനാൽ ഉളവാകുന്ന മാററങ്ങൾ (Changes caused by heat) . 309
ശക്തികളുടെ സമാന്തരചതുരശ്രം (Parallelogram of forces) §§34-35. 112. 121
ശബ്ദം (Sound) §§ 98-118. 242-257
    ഉത്ഭവവും പലവിധങ്ങളും 242-245. 247
    വേഗത 246. 248
    പരപ്പു (Propagation) 249. 250
ശരീരത്തളൎച്ച § 88. . . . . 200. 201
ശിലാജതുവിദ്യുച്ഛക്തി (Negative electricity) §§ 254. 255. . . . 418
ശീതം (Coldness) § 134. . . . . 288. 289
ശീതളപാത്രം (Condenser) 351
ശീമച്ചുണ്ണാമ്പു (Chalk) § 6. 32
ശ്വസിക്ക (Breathing) § 91. . . . . 194. 195
സംഘാതം (വായുവിന്റെ) അമൎത്തൽ നോക്ക . . . . .
സംലഗ്നാകൎഷണം (Cohesion) § 8. 36-43
    ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ 37-43
സാംശ്ലിഷ്ടത (പററു) (Adhesion) § 12. 44-58
    ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ 45-58
സൂക്ഷ്മസുഷിരത്വം (ബഹുരന്ധ്രത) (Porosity) §§ 5. 6. . . . 18-30
സൂചി നീന്തുന്നതു (Needle swimming) § 9. 42

ചോദ്യം

സൂൎയ്യോദയം (Sunrise) § 232. . . . . 376. 386
സൊമെരിങ്ങ് (Soemering) 447
സ്റ്റീവൻസൻ (Stephenson) 352
സ്റ്റൈൻഥാൽ (Steinthal) 447
സ്ഥിരസ്ഥിതി (Stable equilibrium) § 28. 95
സ്പൎശശക്തി (കേന്ദ്രത്യാഗശക്തി നോക്ക). . . . .
സ്പെൻസർ (Spencer) 442
സ്വച്ഛതയും അസ്വച്ഛതയും (Transparent and non-transparent) §§ 184-186. 360. 361. 366
സ്വരമുള്ളു (Tuning Fork) § 111. 253
ഹൻസൻ (Hansen) 430
ഹിമം (Snow) § 168. 277
ഹിമം ഉരുകുന്നതു് (Thaw) §§ 166. 167. 311
ഹെരോന്റെ കുപ്പി (Heron's fountain) § 92. 218
ഹെൎശൽ (Hershel) 393

ERRATA.

ശു ദ്ധ പ ത്രം.

☞ ചോദ്യം തുടങ്ങിയാണ് വരി എണ്ണേണ്ടതു. ☜

ചോദ്യം	വരി	അബദ്ധം	സുബദ്ധം
30	1	ആവി	മത്സ്യസത്ത്
35	5	വ്യാപരിക്കുന്നു	വ്യാപിക്കുന്നു
57	5	ആകൎഷവും	ആകൎഷണവും
63	3	സംലഗ്നാകൎഷത്തെക്കാൾ	സംലഗ്നാകൎഷണത്തെക്കാൾ
82	3	മുട്ടുമ്പേംൾ	മുട്ടുമ്പോൾ
89	1	ഈയ്യുക്കട്ടി	ഇയ്യുക്കട്ടി
”	3	”	”
”	8	”	”
”	10	”	”
113	13	നിശ്ശ്രേഖയായി	തിശ്ശ്രേഖയായി
129	1	സമാനങ്ങളെയും	സാമാനങ്ങളെയും
130	43	അല്ലേങ്കിൽ	അല്ലെങ്കിൽ
138	4	ചുഴററുമ്പോൾ	ചുഴററുമ്പോൾ
163	7	വരും.	വരു.
164	5	Specifit	Specific
168	6	ആവി	മത്സ്യസത്ത്
175	19	നൈവല്യം	നൈബദ്ധ്യം
207	1	വായുബഹിഷ്ക്കൃരണ	വായുബഹിഷ്ക്കരണ
208	”	”	”
249	17	ശബ്ദവാഹനത്തിരകളെ	ശബ്ദവാഹകത്തിരകളെ
”	22	ശബ്ദവാഹനത്തിരകൾക്കു	ശബ്ദവാഹകത്തിരകൾക്കു
285	4	ഉണ്ടാകുന്നുവല്ലോ!	ഉണ്ടാക്കുന്നുവല്ലോ!
325	10	മാകത്രൾ	മാത്രകൾ
351	4	Digesser	Digester

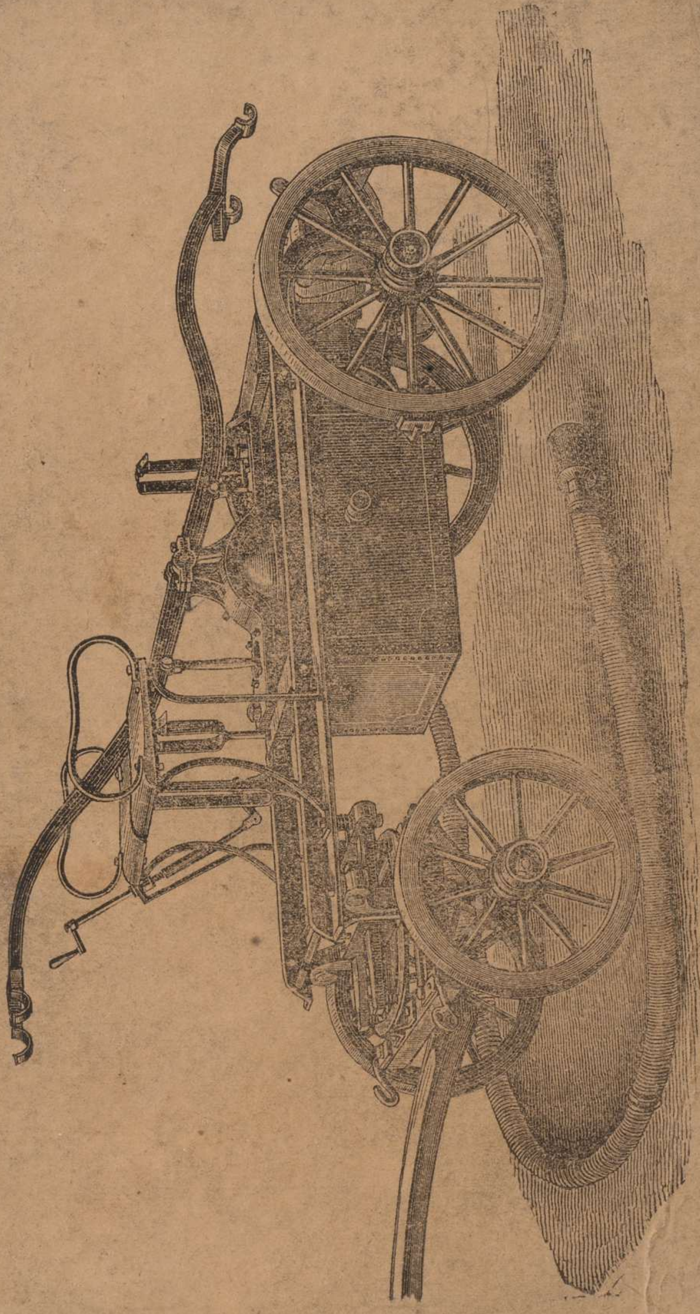
ഭാഗ്യം	വരി	അബദ്ധം	സുബദ്ധം
359	4	ദുരത്തിൽ	ദൂരത്തിൽ
388	53	നിമേഷിക്ക	നിഷേധിക്ക
391	5	„	„
416	12	ധ്രുവങ്ങളിൽനിന്നു	ധ്രുവങ്ങളോടു
442	10	Galvan oplastics	Galvano plastics
444	11	വിദ്യുക്തിച്ഛ	വിദ്യുച്ഛക്തി

REPERTORY.

Page:	*Line:*	*For:*	*Read:*
X.	11 *(from bottom)*	cannot also	cannot
XXII.	12 *(„ top)*	*f. e.* In	*f. e.* in
XXXI.	5 *(„ bottom)*	is placed	displaced
XLI.	10 *(„ „)*	suctio-nand	suction- and
XLVII.	12 *(„ top)*	tune	tone
XLIX.	8 *(„ bottom)*	organ	origin
LI.	2 *(„ top)*	pay	hay
LXXXIII.	6 *(„ „)*	point	paint
XCVI.	2 *(„ „)*	having set down	setting upon
CIV.	10 *(„ bottom)*	exeperiments	experiments

1922 G 5735

BOUND BY
L. Joshua
Mangalore.



പ്രകൃതിശാസ്ത്രം

A

MALAYALAM

CATECHISM OF PHYSICS

WITH A

REPERTORY IN ENGLISH

BY THE

Rev. L. Johannes Frohnmeyer

in charge of the B. G. Miss. High-School, Calicut.

(Illustrated with 144 Diagrams)

"Non scholæ sed vitæ discimus,"
"Rem tene, verba sequentur."

MANGALORE
BASEL MISSION BOOK AND TRACT DEPOSITORY
1883