KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

500

Call No. DUN-S Acc. No. 45527

Author ഡൺലപ്പ് ഹെൻറി ജെ.

Title സേവന രംഗത്തിൽ [illegible]

1078

സേവനരംഗത്തിൽ അണു

സേവനരംഗത്തിൽ അണു

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
45527
158 (B)

By
ഹെൻറി എ. ഡൺലാപ്
&
ഹാൻസ് എ. ടക്

വിവർത്തനം :

എ. എസ്. നാരായണയ്യർ

പ്രസാധകന്മാർ:
THE EDUCATIONAL SUPPLIES DEPOT,
PALGHAT.

H500

MALAYALAM

First Edition 2000 Copies. January, 1964.

ATOMS AT YOUR SERVICE

By

HENRY A. DUNLAP

&

HANS A. TUCH

Translated by

A. S. NARAYANA IYER

Copyright, 1957, by **HARPER & BROTHERS**

Printed at:

Vani Vilas Press, Palghat.

Price Rs. 2—50

ഉള്ളടക്കം

അദ്ധ്യായം		ഭാഗം.
	മുഖപ്രസ്താവന.	
1.	അണുശക്തിയിലെ പ്രഥമ പാഠം ...	1
2.	അണുപ്രതികാരകം ...	27
3.	അണുവുമായി സഹവസിക്കുമ്പോൾ ...	43
4.	അണുഭേദനം—വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ .... ഉറവിടം	63
5.	കടത്തുമതിക്ക് അണുശക്തി. ...	91
6.	റേഡിയൊ ഐസോടോപ്—ഉപക്രമം.	101
7.	റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ അനുഗാമികൾ ...	109
8.	,, തേജോലേഖന നിലയങ്ങൾ ...	127
9.	,, തേജോവികിരണ പ്രദാന പ്രഭവങ്ങൾ ...	136
10.	ആണവയുഗത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ	161
11.	അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളും അന്താരാഷ്ട്രീയ സഹകരണവും	169

അനുബന്ധം: സമാധാനത്തിന്നു അണുശക്തി 1963 ഡിസമ്പർ 8-ാനു- ഐക്യരാഷ്ട്ര പൊതു സമ്മേളനത്തിൽ പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവറുടെ പ്രഭാഷണം.

സാങ്കേതികപദകോശം.

ചിത്രങ്ങൾ

1 ലിത്തിയം അണുവിൻെറ മാതൃക.

2 ലിത്തിയം അണുവിൻെറ കേന്ദ്രഘടനയും പരിധിയിലെ എലക്ട്രാണുകളും.

3 ഒരു അണുവും എമ്പയർ സ്റ്റേയ്ററ് കെട്ടിടവും.

4 ലിത്തിയം അണുകേന്ദ്ര മാതൃക.

5 ഹൈഡ്റജൻ അണുമാതൃക.

6 ഇലക്ട്രാണിൻെറയും പ്രോട്ടാണിൻെറയും ഭാരം.

7 മൂന്നു ഹൈഡ്റജൻ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ അണുക്കൾ.

8 മൂന്നുതരം അണുപ്രസരങ്ങൾ

9 അണുകേന്ദ്രഭേദനം.

10 ശൃംഗലാ പ്രതിപ്രവർത്തനം.

11 ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ.

12 ചിക്കാഗോപൈൽ നമ്പ്ര് 5

13 പരീക്ഷണാത്മക ഇന്ധനോല്പാദകപ്രതികാരകം.

14 മർദ്ദക്രമീകൃത ജലപ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ.

15 സോഡിയംഗ്രാഫയിററ് ,, ,,

13 യുഗ്മചക്രകഥിതജല പ്രതികാരക ,,

17 പരീക്ഷണാത്മക ഇന്ധനോല്പാദകപ്രതികാരക ,,

18 ഏകജാതീയ പ്രതികാരക ,,

19 രോഗനിദാനത്തിൽ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ അനുഗാമിപ്രയോഗം.

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
KOTTAYAM

പ്ലേയിററുകൾ

1 ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകമുഖം.

2 ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയത്തിൽ ചിക്കാഗോ പൈൽനമ്പ്ര 5

3 നീന്തൽക്കുളപ്രതികാരകത്തിൻെറ ചിത്രം.

4 ഇഡാഹോ ദേശീയ പരിശോധനാലയത്തിൽ പദാത്ഥ പരിശോധക പ്രതികാരകം.

5 പദാത്ഥപരിശോധകപ്രതികാരകത്തിൻെറ ചിത്രം.

6 ലുക്കൗട് പവ്വതപരിശോധനാലയത്തിൽ പരീക്ഷണാത്മക ഇന്ധനോല്പാദകപ്രതികാരകം.

7 അണുപ്രസരശകലങ്ങൾക്കായി ഉടുപ്പുകൾ പരിശോധിക്കുന്ന രീതി.

8 തീവ്രപ്രസരക പദാത്ഥങ്ങൾ പരിശോധനാലയത്തിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന രീതി.

9 ശക്തികുറഞ്ഞ അണുപ്രസരക പദാത്ഥങ്ങൾ " "

10 പരിശോധനാലയത്തിൽ അണുപ്രസരമുള്ള രംഗത്തിൽ ജോലിചെയ്യുന്ന സാങ്കേതികജ്ഞരുടെ പ്ലാസ്റ്റിക് സംരക്ഷക ഉടുപ്പ്.

11 യജമാനഭൃത്യവിന്യാസകം വികിരണപ്രദാനംചെയ്യപ്പെട്ട പദാത്ഥങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നു.

12 കൺസോലിഡേററഡ് എഡിസൻ കമ്പനിയുടെ ഇന്ത്യൻ പോയിൻററ് ന്യൂക്ലിയർ പവർ പ്ലാൻററ് കലാകാരൻെറ ദൃഷ്ടിയിൽ.

(13–16) ഓക്റിഡ്ജ്, അണുഔഷധശേഖര നിലയം റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ കടത്തുമതിക്കു തയ്യാറാക്കുന്ന രീതി.

(17–18) റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന രീതി.

19 എണ്ണവ്യവസായത്തിന് റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ.

20 വളമൂല്യനിർണ്ണയത്തിന്ന് റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ.

21 കാലികളുടെ ആഹാരമൂല്യനിർണ്ണയത്തിന്ന് റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ.

22 ചിലവുകുറഞ്ഞതും കൊണ്ടുനടക്കാവുന്നതുമായ എക്സ്റേസന്നാഹത്തിൻെറ പരീക്ഷണാത്മകമാതൃക–റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ളതു്.

23 ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾക്കു് തേജോവികിരണ പ്രദാനം.

24 തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്യപ്പെട്ടതും അല്ലാത്തതുമായ ഉരുളക്കിഴങ്ങുകൾ്.

25 ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ഗാമാപ്രസരക്ഷേത്രത്തിൻെറ വിഹഗവീക്ഷണം

26 ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ഗാമാപ്രസരക്ഷേത്രത്തിലെ റേഡിയൊഐസൊടോപ്പ് സന്നാഹം.

27 ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ഗാമാപ്രസരക്ഷേത്രത്തിൽ പുകയിലച്ചെടികൾക്കു് തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്യുന്നരീതി.

28 സാധാരണ വിത്തുകളിലും തേജോവികിരണപ്രദാനംചെയ്തവിത്തുകളിലും നിന്നു മുളച്ച ചോളച്ചെടികൾ–താരതമ്യ പഠനം.

29 തേജോവികിരണ ചികിത്സായന്ത്രം–കോബാൾട് ഐസൊടോപ്പ് രോഗിക്കു ചുററുമായി കറങ്ങുന്നു.

സേവനരംഗത്തിൽ അണു

മുഖവുര

45527

അണുയുഗത്തിലാണു് നാം ജീവിക്കുന്നതു്. അതു തുടങ്ങിയതു് റേഡിയം കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോഴായാലും, ഐൻസ്റ്റീൻ പിണ്ഡ—ശക്തി മൂല്യാഭേദതത്വം പ്രഖ്യാപിച്ചപ്പോഴായാലും, ഹാനിൻേറയും സ്റ്റ്റാസ്മാനിൻേറയും 1938-ലെ കണ്ടുപിടിത്തത്തെ തുടന്നായാലും, അതു തുടങ്ങിക്കഴിഞ്ഞുവെന്നതിന്നു തക്കമില്ല. അണുശക്തിയെ സേവനരംഗങ്ങളിലേക്കു തിരിച്ചുവിടുന്നതിൽ അനവധി രാഷ്ട്രങ്ങൾക്കു് മികച്ചനേട്ടങ്ങൾ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്നു് 'അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ ഉപയോഗങ്ങൾ' ചച്ചചെയ്യുവാനായി അമേരിക്കയിലെ ഐക്യനാടുകൾ മുൻകയ്യെടുത്തു് ജനീവയിൽ 1955 ഗ്രീഷ്മകാലത്തിൽ വിളിച്ചുകൂട്ടിയ സമ്മേളനനടപടികൾ വ്യക്തമാക്കി. അണുശക്തിയെക്കുറിച്ചുള്ള ജ്ഞാനം സമ്പാദിക്കുന്നതിലും, വികസിപ്പിക്കുന്നതിലും, മററുരാജ്യങ്ങളുമായി അവ കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുന്നതിലും ഐക്യനാടുകൾ നേതൃത്വം വഹിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളതിൽ, ഓരോ അമേരിക്കൻ പൌരനും അഭിമാനം കൊള്ളാവുന്നതാണു്.

അണുയുഗം വിരോധാഭാസത്തിൻെറ യുഗംകൂടിയായിപരിണമിച്ചേക്കാം. ഒരു കാലത്തു് "ദുർഗ്രാഹ്യമാംവണ്ണം സൂക്ഷ്മം" എന്ന അത്ഥത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന "അണു" എന്ന പദം വിനാശകരമാംവണ്ണം "അതിസ്ഥൂലം" എന്ന അത്ഥം പെട്ടെന്നു ആജ്ജിച്ചു. യഥാത്ഥത്തിൽ അണുശക്തിയെക്കുറിച്ചു് അനൂഹ്യമായ രഹസ്യം

ഒന്നുംതന്നെയില്ല. വിവരങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുവാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്ന ഏതൊരു വ്യക്തിക്കും അതു സാധിക്കും. എന്നാൽ അണുശക്തിയെപ്പററിയുള്ള ഏതൊരു സൂക്ഷ്മവിവരവും പരീക്ഷണശാലയിൽ രാപ്പകൽ കിണഞ്ഞു പ്രവൎത്തിക്കുന്ന ഗണിതശാസ്ത്രമേധാവികൾക്കുമാത്രം മനസ്സിലാകത്തക്കവണ്ണം അനൂഹ്യവും അത്യധികം സങ്കീൎണ്ണവും ആണെന്നുള്ള ധാരണ ഉണ്ടാവാൻ നാം അനുവദിച്ചുകഴിഞ്ഞു. അഥവാ, നാംതന്നെ അങ്ങിനെ വിശ്വസിക്കുന്നു.

ഒരു വ്യക്തി പെട്ടെന്നു് അണുശാസ്ത്രവിദഗ്ദ്ധനായിതീരാമെന്നു പറയുന്നില്ല. വിദഗ്ദ്ധനായ വൈദ്യനോ നിയമജ്ഞനോ, ഔഷധനിൎമ്മാതാവൊ, ആയിത്തീരുവാൻ വേണ്ടപോലെ കാലവും പ്രയത്നവും അണുവിജ്ഞാനീയത്തിൽ വൈദഗ്ദ്ധ്യം നേട്ടവാനും ആവശ്യമുണ്ടു് എന്നാൽ അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ ഗണനങ്ങൾക്കും പരീക്ഷണങ്ങൾക്കും ആസ്പദമായ മൌലികവിവരങ്ങൾ ആൎക്കും നേടാവുന്നതാണു്. അണുയുഗത്തിലെ പൌരന്മാരെന്ന നിലക്കു് അണുശക്തിയുടെ നൂതന വികസനങ്ങളെയും നമ്മുടെ ജീവിതത്തിൽ അവയ്ക്കുള്ള പ്രാധാന്യത്തെയും മനസ്സിലാക്കുവാൻ അവശ്യം ആവശ്യമുള്ള വിവരങ്ങൾ നമുക്കും ആൎജ്ജിക്കുവാൻ കഴിയും.

എളിയ ഉദ്ദേശങ്ങളോട്ടകൂടിയാണു് ഈ ഗ്രന്ഥം രചിക്കുന്നതു്. ആദ്യമായി പ്രതിപാദിക്കുന്നതു് 'അണു' എന്തെന്നും, 'അണുശക്തി' വിമോചിപ്പിക്കുന്നതിൽ അതു പ്രവൎത്തിക്കുന്നതെങ്ങിനെയെന്നുമാകുന്നു. 'അണുശക്തി

യിലെ പ്രഥമപാഠം' എന്ന ഒന്നാം അദ്ധ്യായത്തിലെ പ്രതിപാദ്യം അതുതന്നെ. അണു, അണുവിൻെറ അംഗങ്ങൾ, ദീപ്തിമത്വം, അണുകേന്ദ്രഭേദനം, എന്നിവ എന്തെന്നു് അതിൽ സരളമായി വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു. പ്രഥമപാഠം നല്ലവണ്ണം ഗ്രഹിച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ ബാക്കി കാൎയ്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതു് എളുപ്പമായിരിക്കും.

തുടൎന്നു പരിചിന്തനം ചെയ്യുന്നതു് അണുശക്തി നിയന്ത്രിക്കുന്ന രീതികളും, അണുശക്തിയുടെ പ്രയോജനങ്ങളുമാകുന്നു. ലോകത്തിൻെറ ഒരു അംശം മാത്രമാണു് ഐക്യനാടുകൾ അവ രാഷ്ട്രീയനിലവാരത്തിലെന്നപോലെ അന്താരാഷ്ട്രീയനിലവാരത്തിലും അണുശക്തി കൈകാൎയ്യം ചെയ്യുന്നുണ്ടു്. ശാസ്ത്രീയമുന്നണിയിലെന്നപോലെ, രാഷ്ട്രീയമുന്നണിയിലും ഐക്യനാടുകളിലെ അഭിപ്രായഗതികൾ അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. അതുകൊണ്ടു് അണുശക്തികമ്മീഷൻെറ ചരിത്രം, കോൺഗ്രസ്സും സ്വകാൎയ്യവ്യവസായങ്ങളും അണുശക്തിവികസനത്തിൽ വഹിച്ചപങ്കു്, പ്രസ്തുതവിഷയത്തിൻെറ അന്താരാഷ്ട്രീയവശങ്ങൾ എന്നിവയും ഇതിൽ ഉൾക്കൊള്ളിക്കുന്നു.

അണുവിൻെറ സമാധാനപരമായ ഉപയോഗങ്ങൾക്കുള്ള പരിപാടികൾ ഐക്യനാടുകളിലെ ഭരണകൂടം കൈകാൎയ്യം ചെയ്തിട്ടുള്ള രീതിയെക്കുറിച്ചു് ഉന്നയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ചില വിമൎശനങ്ങളെ വാദപ്രതിവാദവിഷയമാക്കുന്നതു് ഈ ഗ്രന്ഥപരിധിയിൽ പെടുന്നില്ലെന്നു് വിശ്വസിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് ഇവിടെ ആ ചൎച്ചക്കു് അവസരം നൽകുന്നില്ല. അങ്ങിനത്തെ വിമൎശനങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നുള്ളതു് യഥാൎത്ഥമാണു്. അവ പ്രസ്താവിക്കുകയും വേണം.

അണുശക്തികമ്മീഷൻ നിർദ്ദേശിക്കുന്ന രക്ഷാനടപടികൾ നടപ്പിൽ വരുത്തുന്നതുകൊണ്ട് ഐക്യനാടുകളിലും, വിദേശങ്ങളിലും ശാസ്ത്രീയവികസനത്തിന്ന് അവശ്യം ആവശ്യമുള്ള ആശയവിനിമയം തടയപ്പെടുന്നതിനാൽ അവ ആവശ്യത്തിലധികം കഠിനമായിപോകുന്നു എന്ന ഒരഭിപ്രായമുണ്ട്. അണുശക്തിഗവേഷണങ്ങളിലും സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കായുള്ള ഉല്പാദനങ്ങളിലും ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന സ്ഥാപനങ്ങൾക്ക് അണുശാസ്ത്രജ്ഞർ ശേഖരിച്ചു കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള പ്രധാന വിവരങ്ങൾ പ്രയോജനകരമായിതീരുന്നതു് പ്രസ്തുത രക്ഷാനടപടികൾ അനുവദിക്കയില്ലെന്നും വാദിക്കുന്നവരുണ്ട്. അണുശക്തിപ്രവർത്തനരംഗങ്ങളിൽ ആശയവ്യാപനം യഥേഷ്ടംനടക്കുന്നതിനെ രക്ഷാനിബന്ധനകൾ തടയുന്നുണ്ടെന്നു് സമ്മതിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കുമാത്രമായി ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ശാസ്ത്രീയവിവരങ്ങൾ നിർണ്ണയിച്ചു വേർതിരിക്കുന്നതു് എളുപ്പമല്ല. അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ ഉപയോഗങ്ങളുമായി ബന്ധമുള്ള അനവധി കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും, വികസനഫലങ്ങളും സൈനികാവശ്യങ്ങൾക്കും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. ഐക്യനാടുകളുടെ സുരക്ഷിതത്വത്തെ അപകടത്തിലാക്കാതെ ശാസ്ത്രീയവിവരങ്ങൾ വിനിമയം ചെയ്യേണ്ടതുണ്ട്. അതാണ് രക്ഷാവകുപ്പിന്നു നേരിടേണ്ടിവരുന്ന ധർമ്മസങ്കടം.

ഈ പ്രശ്നത്തിന്നു പരിഹാരം കാണുവാനായി അണുശക്തികമ്മീഷൻ ദീർഘകാലം കിണഞ്ഞുപരിശ്ര

മിച്ചതിന്റെ ഫലമായി ആദ്യകാലത്തു് "രഹസ്യം" എന്നു് ഇനംതിരിക്കപ്പെട്ടിരുന്ന അനവധി വിവരങ്ങൾ പരസ്യമാക്കുവാനുള്ള ഒരു പരിപാടി 1956 ഡിസംബറിൽ പ്രഖ്യാപിക്കപ്പെട്ടു. അണുശക്തികമ്മീഷന്റെ പ്രവൎത്തനരീതികൾക്കെതിരായുള്ള വിമൎശനങ്ങൾക്കു് ഈ നടപടി ഭാഗികമായ ഒരു സമാധാനമായിരുന്നുവെങ്കിലും എല്ലാവരേയും തൃപ്തിപ്പെടുത്തുവാൻ അതു പൎയ്യാപ്തമായില്ല.

ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തിഉല്പാദനനിലയങ്ങളുടെ വികസനത്തെ ഗുണമാത്രദൃഷ്ടിയോടുകൂടിയാണു് ഇവിടെ വീക്ഷിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഗണ്യമായതോതിൽ അണുശക്തി ലഭിക്കുമാറാവുന്നതു് അനവധി ദശാബ്ദങ്ങൾക്കപ്പുറമായിരിക്കുമെന്നു് വളരെയധികം വിദ്യുച്ഛക്തി കാൎയ്യവിദഗ്ദ്ധർ വിശ്വസിക്കുന്നു. ആദ്യം നിൎമ്മിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയ യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങൾ പ്രവൎത്തനം തുടങ്ങി അല്പം ചില കൊല്ലങ്ങൾക്കുള്ളിൽ രാജ്യത്തിലൊട്ടാകെ അണുശക്തിവിതരണം ചെയ്യപ്പെടുമെന്നു് വിശ്വസിക്കുന്നവരുമുണ്ടു്. ഏതഭിപ്രായം ശരിയായിരുന്നാലും അണുശക്തിനിലയങ്ങൾ അതിവേഗത്തിൽ വികസിക്കുമെന്നു നാം വിശ്വസിക്കുന്നു. ആകാശവിമാനത്തിന്റേയും, മോട്ടോർവാഹനങ്ങളുടേയും, എലക്ട്രാണിക്സിന്റേയും കാൎയ്യങ്ങളിൽ ഉണ്ടായ അനുഭവം അതുതന്നെ. അണുശക്തി ഉപയോഗിച്ചു് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിൽ മാത്രമായി, അതു മറിച്ചാവുമെന്നു് പ്രതീക്ഷിക്കേണ്ടതില്ല.

സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കു് പ്രയോജനകരമാകത്തക്കവണ്ണം അണുശക്തി വികസിപ്പിക്കുവാൻ

ചെയ്യാവുന്നതെല്ലാം അണുശക്തികമ്മീഷൻ ചെയ്യുന്നില്ല എന്നു് ചിലർ സംശയിക്കുന്നു നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന തരത്തിൽ സ്വകാര്യസ്ഥാപനങ്ങളുമായി അണുശക്തിഉല്പാദനവികസനത്തിന്നു് കരാർ ചെയ്യുകയും സാമാന്യമായ മേൽനോട്ടം മാത്രം വഹിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിന്നു പകരം പരീക്ഷണശാലകളും യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങളും നിർമ്മിക്കുന്നതും പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതും അണുശക്തികമ്മീഷൻ നേരിട്ടു ചെയ്യേണ്ടതാണെന്നു് അവർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. അണുശക്തി ഉല്പാദനവികസനങ്ങൾക്കായുള്ള പരീക്ഷണശാലകളും യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങളും സർക്കാർ നേരിട്ടു കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടതായ ആവശ്യം ഒട്ടുംതന്നെയില്ലെന്നും അങ്ങിനെ ചെയ്യരുതെന്നും ഉള്ളതാണു് പ്രതിപക്ഷത്തിന്റെ അഭിപ്രായം. ഐക്യനാടുകളിൽ സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കുള്ള അണുശക്തിവികസനം മന്ദീഭവിക്കുന്നതും മററു ചില രാഷ്ട്രങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ചു് അതു പിന്നണിയിലാവുന്നതും അവിടത്തെ സ്വകാര്യവ്യവസായവ്യവസ്ഥയ്ക്കു്, സർക്കാറുകൾ പൂർണ്ണസഹായം നൽകി പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന വിദേശവ്യവസ്ഥകളുമായി കിടപിടിക്കുവാൻ കഴിയാത്തതുകൊണ്ടാണു്, എന്ന എതിർവാദം ഉന്നയിക്കപ്പെടുന്നു. ഇവയാണു് രണ്ടു വ്യത്യസ്ത അഭിപ്രായഗതികൾ. ഈ ഗ്രന്ഥത്തിൽ അന്യത്ര പ്രസ്താവിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ, നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന സമ്പ്രദായത്തിൽ തരക്കേടൊന്നുമില്ലായിരുന്നു. ഒരു സ്ഥാപനത്തിന്റേയോ, വ്യവസായത്തിന്റേയോ പ്രവർത്തനം സർക്കാർ പൂർണ്ണമായി നിയന്ത്രിക്കുന്നതിന്റെ ഗുണദോഷങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ചർച്ച അവസാനിക്കാതെ തുടർന്നുപോകാവുന്നതാ

ണ്ടു്. നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന ഏൎപ്പാടു വ്യക്തമാക്കുവാൻ മാത്രമാണു് ഇവിടെ ഉദ്യമിച്ചിട്ടുള്ളതു്. അതു വിവേക പൂൎവ്വമായ ഏൎപ്പാടായിരുന്നുവോ എന്നുള്ളതു് ചൎച്ചചെയ്യേണ്ടതും ചൎച്ചചെയ്യാവുന്നതുമാണു്. അതു മറെറാരവസരത്തിലാവാം. വിദേശങ്ങളിൽ അണുശക്തിരംഗത്തിലെ വികസനം വിവരിക്കുവാൻ ഇവിടെ ശ്രമിക്കുന്നില്ല ഐക്യനാട്ടുകളിൽ അണുശക്തി സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾക്കു് പ്രയോജനകരമാക്കിത്തീൎക്കുവാനുണ്ടായ പരിശ്രമത്തിൻെറ വിവിധവശങ്ങളെ വിവരിക്കുന്നതിന്നു മാത്രമാണു് ഇവിടെ ഉദ്യമിച്ചിട്ടുള്ളതു്. അന്യരാജ്യങ്ങളിലെ പ്രവൎത്തനങ്ങൾ വിവരിക്കുവാൻ ഒരു പ്രത്യേകഗ്രന്ഥാവലിതന്നെ വേണ്ടിവരും. അണുശക്തി അമേരിക്കക്കാൎക്കു് കുത്തകയല്ല. നമ്മുടെനേട്ടങ്ങൾക്കു കാരണം മററു രാഷ്ട്രങ്ങളിൽനിന്നു ലഭിച്ച സഹകരണമാണെന്നുള്ളതിന്നു് അനവധി ഉദാഹരണങ്ങളുണ്ടു്. വിദേശജരായ അനവധി ശാസ്ത്രജ്ഞർ ഐക്യനാട്ടുകളിലേക്കു വരികയും അവരുടെ ജ്ഞാനസമ്പത്തുകൊണ്ടു് അവയെ പ്രവൃഷ്ടമാക്കുകയും ചെയ്തു. അന്യദേശങ്ങളിൽനിന്നുണ്ടായ മൎദ്ദനങ്ങൾക്കു വിധേയരായ അനവധി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുൾക്കൊണ്ടിരുന്ന ആ സംഘത്തിന്നു ഐക്യനാട്ടുകളോടു് വല്ല കടപ്പാടും ഉണ്ടായിരുന്നുവെങ്കിൽ അവർ നേരത്തെതന്നെ അതുവീട്ടിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. നാം ആൎജ്ജിച്ചിട്ടുള്ള ജ്ഞാനം മററു രാഷ്ട്രങ്ങൾക്കു് സംഭാവന ചെയ്യുവാനുള്ള നമ്മുടെ ഊഴമാണിപ്പോൾ. അണുപ്രസരം ഏല്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു് സംഭവിക്കാവുന്ന കെടുതികളിൽ എല്ലാവൎക്കും ജീവസ്പൎശിയായ

താല്പര്യം ഉണ്ടാവും. അപായം ഉണ്ടാവുന്നതു് അണ്വായുധവിസ്ഫോടന ഫലമായി അണുപ്രസരംവഹിക്കുന്ന പൊടിപടലങ്ങളിൽ നിന്നായാലും, ദന്തവൈദ്യൻ രോഗിയെ കസേലയിലിരുത്തിക്കൊള്ളുന്ന 'X' രശ്മികളിൽനിന്നായാലുംമനുഷ്യശരീരം അപായംകൂടാതെ സഹിക്കാവുന്ന പ്രസരനിലവാരം എന്തായിരിക്കുമെന്നു് അറിയുന്നതിൽ നമുക്കുള്ള താല്പര്യം മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണു്. അണുപ്രസരം ഒരു വ്യക്തിയുടെ ഭാവിയെ മാത്രമല്ല ബാധിക്കുന്നതു്. അതു മാനവസമുദായത്തിന്റെ ഒട്ടാകെ ഭാവിയെ ബാധിക്കാമെന്നുള്ളതുകൊണ്ടായിരിക്കാം അണുപ്രസരഫലങ്ങളേക്കാൾ കൂടുതൽ അവധാനപൂർവ്വമായ പഠനത്തിന്നു അണുശക്തിയുടെ മറേറതൊരുവശവും വിധേയമാക്കപ്പെടാത്തതു്. 'അണുരഹസ്യം' തുറന്നുവിടുവാൻ ഇടയാക്കിയ ശാസ്ത്രീയവികസനങ്ങളെ ചരിത്രപരമായി പ്രതിപാദിക്കുവാൻ നാം ഉദ്യമിക്കുന്നില്ല അത്തരത്തിലുള്ള സമീപനം സമുചിതമായി വിവരിക്കുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങൾ ധാരാളം ഉണ്ടു്. ചരിത്രപരമായ സമീപനം എത്രതന്നെ ആകർഷകമായാലും അണുശക്തിയെന്തെന്നും അതിന്നു ഇന്നുള്ളപ്രാധാന്യം എത്രയെന്നും മനസ്സിലാക്കുന്നതിന്നു ആ പ്രതിപാദനരീതി നൽകാവുന്ന സംഭാവന തുച്ഛമായിരിക്കും.

അണുശക്തിവികസനത്തിന്നു മികച്ചസംഭാവന നൽകീട്ടുള്ള വിവിധരാജ്യങ്ങളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ചരിത്രങ്ങൾ വിവരിക്കുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങൾ ഇപ്പോൾതന്നെ വളരെയധികം ഉള്ളതുകൊണ്ടും, ഇപ്പോഴും രചിക്കപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടും, വ്യക്തിനിഷ്ഠമായ സമീപനരീതി

അണുശക്തിഉല്പാദനം സാദ്ധ്യമാക്കിയ ശാസ്ത്രീയതത്വങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളെ പുറംതള്ളി വ്യക്തിപ്രഭാവത്തിന്നുമാത്രം, പ്രാധാന്യം നൽകുവാൻ പ്രലോഭനംനൽകാവുന്നതുകൊണ്ടും അങ്ങിനത്തെ പ്രതിഭാശാലികളെപ്പററിയുള്ള വിവരണങ്ങളും ഈ ഗ്രന്ഥത്തിൽനിന്നു കരുതിക്കൂട്ടി മാററിനിത്തുന്നു.

ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തിവികസനപ്രവത്തനങ്ങളെ വിവരിക്കുന്നതിന്നാണ് ഇതിൽ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഗ്രന്ഥത്തിൻെറ വലുപ്പം കൂടിപ്പോകുമെന്നപേടികൊണ്ടാകുന്നു മററു രാജ്യങ്ങളിൽ അണുശക്തിരംഗത്തിലെ വികസനങ്ങൾ വിവരിക്കുവാൻ മുതിരാത്തതു് അണുശക്തി വികസനത്തിൻെറ ഈ പ്രത്യേകവശംപ്രതിപാദിക്കപ്പെടാത്തതുകൊണ്ടു് മററുരാജ്യങ്ങൾ അണുശക്തിവികസനത്തിൽ അനാസ്ഥരാണെന്നു വിവക്ഷിക്കുന്നില്ല. യാഥാത്ഥ്യം നേരെമറിച്ചാണു്. സ്വയം നേടിയിട്ടുള്ള ശാസ്ത്രീയവിവരങ്ങൾ മററുള്ളവരുമായി സസന്തോഷം കൂട്ടായനുഭവിക്കുവാൻ തയ്യാറുള്ള അനവധിരാജ്യങ്ങൾ ഇപ്പോൾ ഉണ്ടു്.

ഛായാപടങ്ങളും ചിത്രങ്ങളും ഈ ഗ്രന്ഥത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുവാൻ അനുവദിച്ച സ്ഥാപനങ്ങളോടും വ്യാപാരസംഘങ്ങളോടും ഞങ്ങൾക്കുള്ള കൃതജ്ഞത രേഖപ്പെടുത്തുവാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നു. ചിത്രങ്ങളും മൂലത്തിൻെറയത്രതന്നെ പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നുണ്ടെന്നു് ഞങ്ങൾ വിശ്വസിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടു് അവരുടെ സഹകരണം ഏററവും കൂടുതൽ സഹായകമായിട്ടുണ്ടു്.

അണുശക്തിയിലെ പ്രഥമപാഠം എന്ന ഒന്നാം അദ്ധ്യായം വിഭാവനംചെയ്ത് രചിച്ച മിസ്റ്റർ മൈക്കേൽ ബർജാൻസ്കിയോട്ട് ഞങ്ങൾക്കുള്ള കടപ്പാട്ട് ഒന്നു വേറെതന്നെ. ഔദ്യോഗികജോലിത്തിരക്ക് പ്രതികൂലമായി മറ്റും ചെലുത്തിയിരുന്നില്ലെങ്കിൽ അദ്ദേഹം ഈ ഗ്രന്ഥത്തിൻെറ സഹകർത്തൃത്വം കൂടി വഹിച്ചിരിക്കുമായിരുന്നു. പ്രഥമപാഠം രചിച്ചതിന്നുപുറമെ ഗ്രന്ഥകർത്താക്കൾക്ക് വിലയേറിയ ഉപദേശങ്ങളും നിർദ്ദേശങ്ങളും അദ്ദേഹം നൽകീട്ടുണ്ട്.

സർക്കാർ വളരെ അട്ടപ്പം പുലർത്തുന്നതും അത്യധികം താല്പര്യം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നതുമായ ഒരുവിഷയം കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ പ്രതീക്ഷിക്കാവുന്നതരത്തിൽ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ സാക്കാറിൻെറ ഔദ്യോഗികരേഖകളെ ആസ്പദിച്ചാണ് ഈ ഗ്രന്ഥം മിക്കവാറും രചിച്ചിട്ടുള്ളത്. ശാസ്ത്രീയവസ്തുതകൾ ഒത്തുനോക്കുവാനും സാമാന്യജനങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലാകത്തക്കവണ്ണം നിർവ്വചനങ്ങൾ തയ്യാറാക്കുവാനുമായി മററു ചില മൂലഗ്രന്ഥങ്ങളും പ്രയോജനപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. അവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവ ഇവിടെ ചേർക്കുന്നു.

സാമുവൽ ഗ്ലാസ്റ്റോൺ :	സോർസ് ബുക്ക് ഓഫ് അററാമിക് എനർജി.	ന്യൂയോക്ക് വാൻനോസ്റ്റ്റാൻസ് 1950
ജെ. എം. എലെനിഹൻ :	അററാമിക് എനർജിഅൻഡ് ഇററ്സ് ആപ്ലിക്കേഷൻസ്	ന്യൂയോക്ക് പിററ്മാൻ 1954

ഹെൻറിസെമത്:	ഇൻട്രൊഡക്ഷൻടു അററാമിക് അൻഡ് ന്യൂക്ലിയർ ഫിസിക്സ്	ന്യൂയോക്ക് റൈൻഹാർട് 3-ാംപതിപ്പ് 1954.
യൂണൈററഡ് സ്റ്റേററ്സ്:	ആററംസ് ഫോർ പീസ്	വാഷിങ്ങ്ടൺ
അറ്റാമിക് എനർജി കമ്മീഷൻ.	ഇൻറർനാഷണൽ കോൺഫറൻസ് ഓൺ ദി പീസ് ഫുൾയൂസസ് ഓഫ് അററാമ്മിക് എനർജി.	ഗവണ്മെൻറു് പ്രിൻറിങ് ഓഫീസ് 1955, 8 ഭാഗങ്ങൾ
,,	ജനീവ, ആഗസ്റ്റ് 1955 തിരഞ്ഞെടുത്ത സൂചിതരേഖകൾ മേജർ ആക്ററിവിററീസ്, ഇൻ ദി അററാമിക് എനർജിപ്രോഗ്രാംസ്.	1954-56.
യൂണൈററഡ്സ്റ്റേററ്സ് കോൺഗ്രസ്സ്സെനററ്, (84-ാം, കോൺഗ്രസ്സ്, ഒന്നാം സമ്മേളനം, രേഖ നമ്പർ 55)	ആററംസ്ഫോർ പീസ്മാനുവൽ	,, 1955

യുനൈറെറഡ് സ്റ്റേററ് സ് കോൺഗ്രസ്സ്, ജോയിൻററ് കമിററി ഓൺ അററാമിക് എനർജി	പീസ് ഫുൾയൂസസ് ഓഫ് അററാമിക് എനർജി; റിപ്പോർട് ഓഫ് ദി പാനൽ ഓൺ ദി ഇംപാക്റ്റ് ഓഫ് ദി പീസ് ഫുൾ യൂസസ് ഓഫ് അററാമിക് എനർജി ടു ദി ജോയിൻററ് കമ്മിററി ഓൺ അററാമിക് കമ്മീഷൻ എനർജി	1956 (2 ഭാഗങ്ങൾ)

ഐക്യനാടുകളിലെ സക്കാറിൻെറ രാജ്യവകുപ്പ് പ്രതിവാരം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരുന്ന "ബുള്ളററിൻ" ആയിരുന്നു രാഷ്ട്രീയനിലവാരത്തിൽ അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ ഉപയോഗങ്ങൾ സംബന്ധിച്ചുള്ള വികസനങ്ങളുടെ വിവരങ്ങൾ താമസംവിനാലഭിക്കുവാൻ ഞങ്ങളെ സഹായിച്ചതു്. അണുശക്തികമ്മീഷനും, സക്കാർ കാര്യങ്ങൾ നിവ്വഹിക്കുന്ന മററു സ്ഥാപനങ്ങളും അപ്പപ്പോഴായി പുറത്തിറക്കിയിരുന്ന ലഘുലേഖനങ്ങളും അതിനുതകിയിരുന്നു. ദിനപത്രങ്ങളിലും മാസികകളിലും പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരുന്ന അനവധി ലേഖനങ്ങളും വാത്തകളും ഞങ്ങൾ പരിശോധിച്ചിരുന്നുവെങ്കിലും അവ ഉപയോഗിക്കുകയുണ്ടായില്ല വിവിധ വാത്താവിതരണസ്ഥാപനങ്ങളിൽനിന്നു ലഭിച്ച അനവധി വിവരങ്ങൾ ഊഹാപോഹങ്ങൾ മാത്രമായിരുന്നതുകൊണ്ടു് അവയും ഉപയോഗിച്ചില്ല.

ബ്രിഗേഡിയർ ജനറൽ ഡോനാൽഡ് ആംസ്റ്റ്റാങ്ങ് (യു.എസ്. എ. റി.) പ്രദശിപ്പിച്ചതാൽപയ്യത്തിന്നും, നൽകിയസഹായത്തിന്നും ഞങ്ങൾ പ്രത്യേകംകൃതജ്ഞരാണു്.

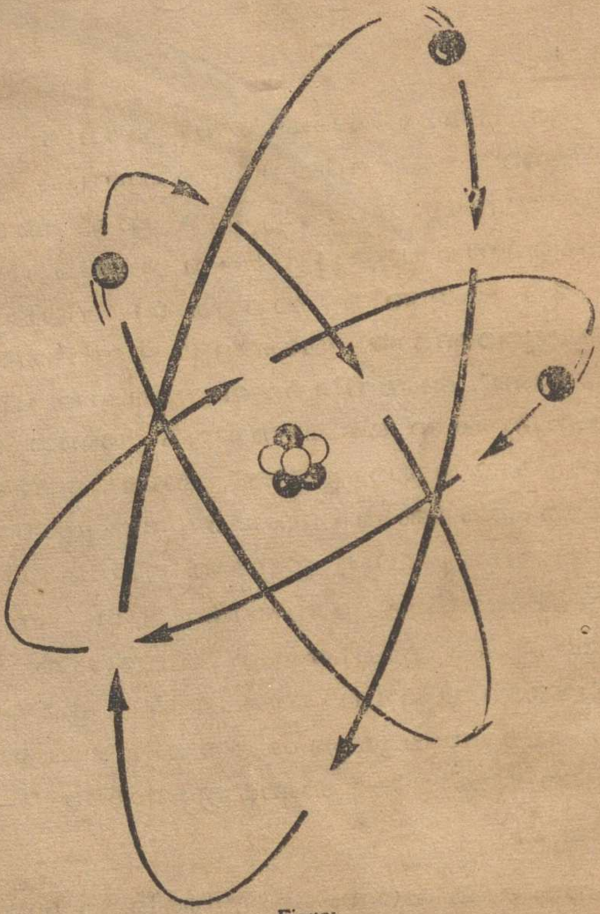
ഒന്നു്

അണുശക്തിയിലെ പ്രഥമപാഠം.

അണുരചന.

ദ്രവ്യരചനയിൽ പങ്കെടുക്കുന്ന മൌലിക അംഗമായ അണുവിന്റെ വലുപ്പം വിഭാവനം ചെയ്യുവാൻ കഴിവില്ലാത്തതരത്തിൽ സൂക്ഷ്മമാണു്. എന്നാൽ അതു് അതികോമളമായി സമതുലനം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ശക്തികൾക്കു വിധേയമായ ഒരു രംഗത്തിൽ അനന്തമായി ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മതരങ്ങളായ ഘടകങ്ങളുടെ വിഷമജടിലമായ സംയോഗമാണു്. അണുവിന്റെഘടനയെ ലഘുവായി വിശദീകരിക്കുവാനുതകുന്ന ഒരു അണുമാതൃക അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻ വിഭാവനംചെയ്തു തയ്യാറാക്കീട്ടുണ്ടു്. അണുമാതൃകമൂലം ശാസ്ത്രജ്ഞരല്ലാത്തവർക്കും അണുഘടനയിലെ സുപ്രധാനവശങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിയും. ഇന്നത്തെ ജീവിതത്തിൽ അണുശക്തി വഹിക്കുന്ന പങ്കും ഭാവിയിൽ തന്മൂലം ഉണ്ടാകാവുന്ന നേട്ടങ്ങളും ശരിക്കു ഗ്രഹിക്കുവാൻ അവശ്യം ആവശ്യമുള്ള അണുവിജ്ഞാനീയപ്രാഥമികതത്വങ്ങൾ അവതരിപ്പിക്കുന്നതിനെ അതു സാദ്ധ്യമാക്കുന്നു. ഭാരംചുരുങ്ങിയ ലോഹമായ ലിത്തിയത്തിന്റെ അണുമാതൃകയാകുന്നു 1-ാംചിത്രത്തിലുള്ളതു്.

അണുവിന്റെ വ്യാസം ഒരംഗുലത്തിന്റെ പത്തുകോടിയിൽ ഒരംശമാണെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞർ കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഭൂഗോളത്തിന്റെ വലുപ്പത്തെ അപേക്ഷിച്ചു് ഒരു ആപ്പിളിന്റേതു് എത്രകണ്ടു ചെറുതാണോ അത്രയും ചെറുതാണു്., ആപ്പിളിന്റെ വലുപ്പത്തെ അപേക്ഷിച്ചു് അണുവിന്റേതും.



Figure

(ചിത്രം 1)

അണുമാതൃക—ഹീലിയത്തിൻെറ അണു.

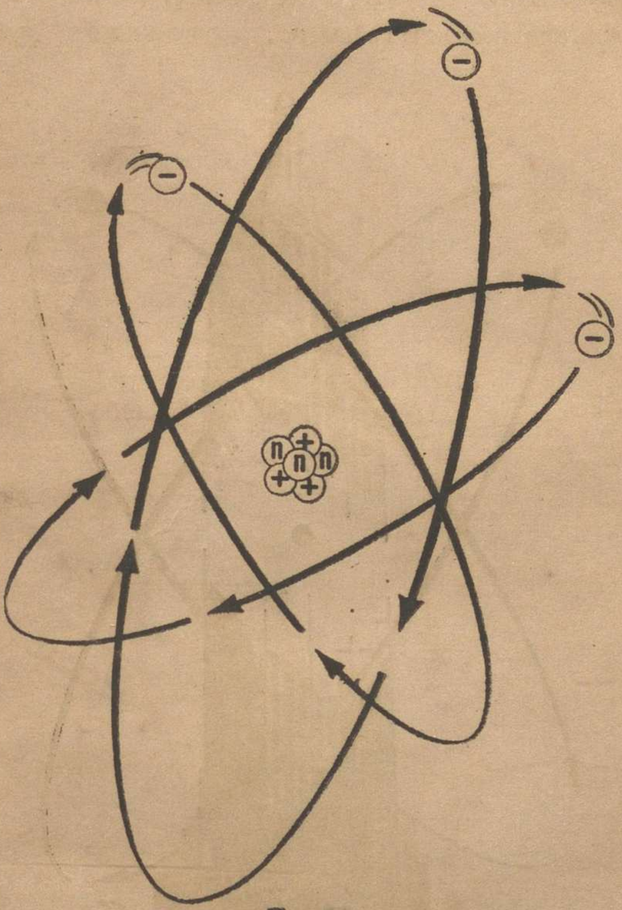


Figure 2

(ചിത്രം 2)

അണുകേന്ദ്രവും അതിന്നു ചുററുമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളും.

അണുവിലെ പ്രധാന അംശം അതിൻെറ കേന്ദ്രമാകുന്നു. അതിനെ അണുകേന്ദ്രമെന്നു പറയുന്നു. അതു് വിദ്യുത് അധിആധാനമാണു് (+) വഹിക്കുന്നതു്. എലക്ട്രാണുകൾ എന്ന വിദ്യുത് ഊനാധാനകണങ്ങൾ (—) അണു

കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു് വ്യത്യസ്തദൂരങ്ങളിലായി അതിന്നു ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അവയുടെ ഭ്രമണപഥ

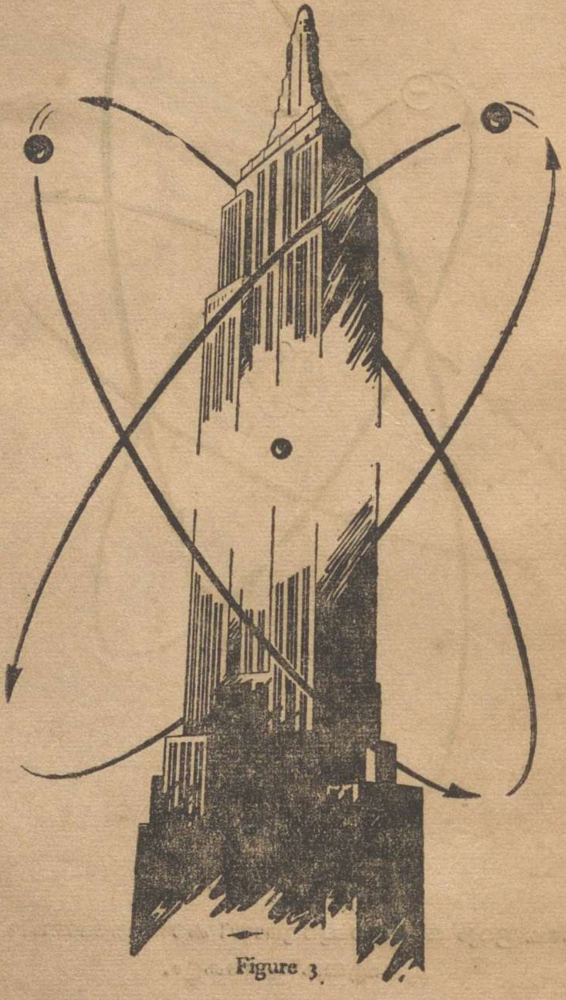


Figure 3.

(ചിത്രം 3)
എമ്പയർ സ്റ്റേററ് ബിൽഡിങ്ങ്സ്.

ങ്ങൾ അണ്ഡാകാരങ്ങളാണു് (ചിത്രം 2). ഭൂമിയും മററു ഗ്രഹങ്ങളും സൂര്യനെ ചുററിസഞ്ചരിക്കുന്നതിൽ അനു

വർത്തിക്കുന്ന ഗ്രഹങ്ങളോടാണു് അവയെ സാധാരണയായി താരതമ്യപ്പെടുത്താറുള്ളതു് അണു അതിസൂക്ഷ്മമായ സൌരമണ്ഡലമാണെന്നു് പറയാവുന്നതാണു്.

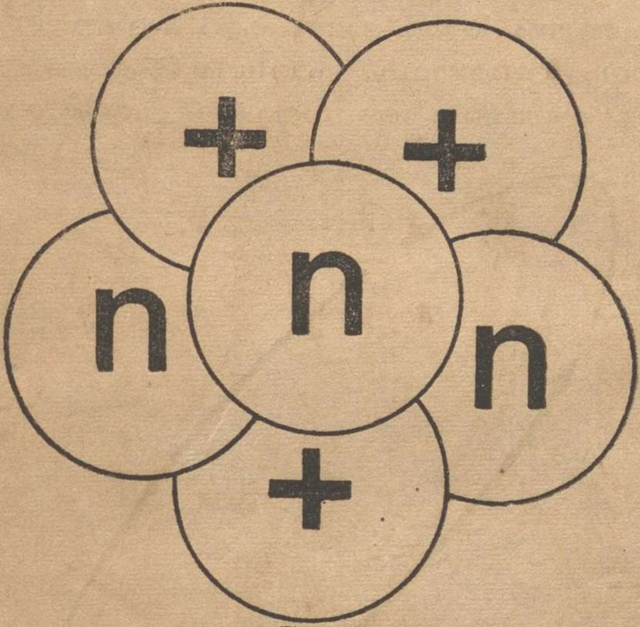


Figure 4

(ചിത്രം 4)

അണുകേന്ദ്രം—ന്യൂട്രാണുകളും പ്രോട്ടാണുകളും.

സ്വതവെ അതിസൂക്ഷ്മമായുള്ള അണുവിൻേറതിൽ ലക്ഷത്തിൽ ഒരംശംമാത്രം വലുപ്പം വരുന്നവയാകുന്ന അതിൻെറ അംഗങ്ങളായ അണുകേന്ദ്രങ്ങളും എലക്ട്രാണുകളും, അണുവിൻെറ അംഗങ്ങളുടെ വലുപ്പം അണുവിൻേറതുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി അണുവിനെ വിഭാവനം ചെയ്യുന്നതായാൽ അണുകേന്ദ്രവും അതിന്നു ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളും ആതിവിസ്തൃതമായ ശൂന്യതാസമുദ്രത്തിൽ പാറിക്കിടക്കുന്ന പൊടിപടലങ്ങൾ മാത്രമാണു്. എന്നാൽ അണു മിക്കവാറും ശൂന്യമാണെന്നു വിശ്വസിക്കുന്നതു് ശ്രമാവഹംതന്നെ.

ചിത്രം 3 അമേരിക്കയിലെ 'എമ്പയർ സ്റ്റേററ് ബിൽഡിങ്ങ്സ്' എന്ന കെട്ടിടത്തിൻേറതാണ്. അണുവിനെ അതിൻെറ വലുപ്പത്തിന്നു സ്ഥൂലീകരിക്കുന്നതായാൽ അതിലെകേന്ദ്രത്തിന്നും എലക്ട്രാണുകൾക്കും പഠാണിക്കടലമണിയുടെ വലുപ്പമാണുണ്ടാവുക. പരിധിയിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന, കടലമണികളുടെ വലുപ്പമുള്ള എലക്ട്രാണുകൾ

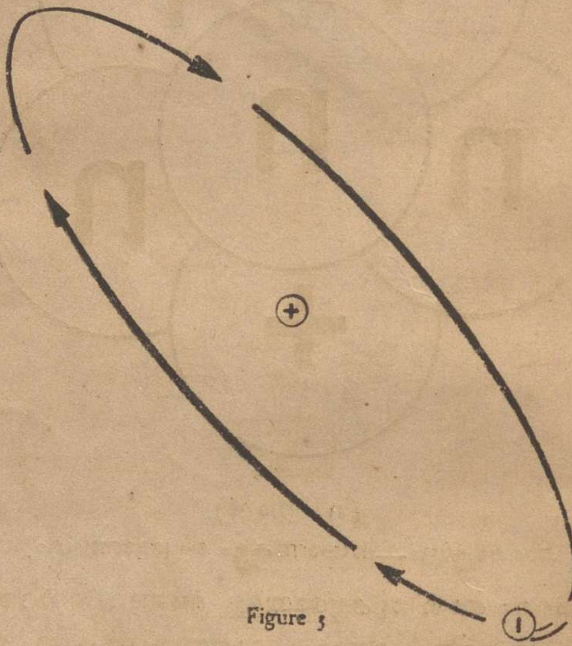


Figure 5

(ചിത്രം 5)

അണുവിദ്യുദ്ദാസം.

കും കേന്ദ്രത്തിൽ വർത്തിക്കുന്ന താദൃശമായ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നും തമ്മിലുള്ള ദൂരം അന്ദവധി ആറു അടികളായിരിക്കും.

അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽതന്നെ രണ്ടു മൌലിക അംഗങ്ങളുണ്ടു. അവ അധിആധാനകണങ്ങളായ പ്രോട്ടാണുകളും വിദ്യുദ്ദാസങ്ങളായ ന്യൂട്രാണുകളുമാകുന്നു. പ്രത്യേകം ചില പരിതഃസ്ഥിതികളിൽ ഒരു ന്യൂട്രാൺ ഒരു പ്രോ

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

ട്ടൂണും ഒരു എലക്ട്രാണുമായി വിയോജിക്കാവുന്നതാണു്. അല്പിഷ്ഠപരിമാണം അധിആധാനംമാത്രം വഹിക്കുന്നു പ്രോട്ടാൺ എന്നപോലെ, അല്പിഷ്ഠപരിമാണം ഊനാധാനം മാത്രം വഹിക്കുന്ന മറെറാരുതരം കണമാണു് എലക്ട്രാൺ.

അണു ഒട്ടാകെ അധിആധാനമോ ഊനാധാനമോ വഹിക്കുന്നില്ല. അതു വിദ്യുദ്ദാസമാണു്. അണുകേന്ദ്രത്തിൽ അധിആധാനകണങ്ങളായ പ്രോട്ടാണുകൾ എത്രയുണ്ടോ അത്രതന്നെ ഊനാധാനകണങ്ങളായ എലക്ട്രാണുകൾ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു് അണുവിദ്യുദ്ദാസമായിതീരുന്നതു്. വിപരീത ആധാനങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണശക്തിക്കു് 'വിദ്യുത്ശക്തി' എന്നു പേർ. അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായുള്ള പഥങ്ങളിൽ എലക്ട്രാണുകൾ വർത്തിക്കുന്നതു് വിദ്യുത്ശക്തി കൊണ്ടാകുന്നു. അണുകേന്ദ്രത്തിന്നും എലക്ട്രാണുകൾക്കും തമ്മിലുള്ള ദൂരം അണുപംഗപരിമാണങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ചു് അഗണ്യമായിരുന്നിട്ടും അവക്കിടയിൽ വ്യാപരിക്കുന്ന വിദ്യുത്ശക്തി അതിപ്രബലമാണു്. അണ്ഡാകാരപഥങ്ങളിലായി ഭ്രമണംചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഗ്രഹങ്ങളെ സൂര്യൻ ആകർഷണശക്തികൊണ്ടു് അവയുടെ പഥങ്ങളിൽ വർത്തിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ അണുവിൻെറ പരിധിയിലായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളെ വിദ്യുത്ശക്തികൊണ്ടു് അണുകേന്ദ്രം അവയുടെ പഥങ്ങളിലും വർത്തിപ്പിക്കുന്നു.

അണുകേന്ദ്രത്തിന്നുള്ളിലായി പ്രോട്ടാണുകളേയും ന്യൂട്രാണുകളേയും സംയോജിപ്പിച്ചു നിർത്തുന്നതു് വിദ്യുത്ശക്തിയോ, ആകർഷണശക്തിയോ അല്ല. അതു് അവയിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തമായ മറെറാരുതരം ശക്തിയാണു്. അധിആധാനകണങ്ങളായ പ്രോട്ടാണുകൾ പരസ്പരം വികർഷിക്കുകയാണുണ്ടാവുക. അങ്ങിനത്തെ കണങ്ങളെ കൂട്ടിച്ചേർത്തി നിർത്തുന്നതു് അണുകേന്ദ്രീയസംസക്തികശക്തി ആകുന്നു. അതും വിപുലമാണു്. എന്നാൽ അതു സ്വാധീനശക്തി ചെലുത്തുന്ന ക്ഷേത്രം പ്രായേണ ഹ്രസ്വമാണു്.

ഒരു എലക്ട്രാണിന്റേതിൽ രണ്ടായിരം മടങ്ങാകുന്നു ഒരു പ്രോട്ടാണിന്റേയോ ന്യൂട്രാണിന്റേയോ ഭാരം. അതുകൊണ്ടു് ഒരു അണുവിലെ പിണ്ഡം ഏകദേശം മുഴുവനും

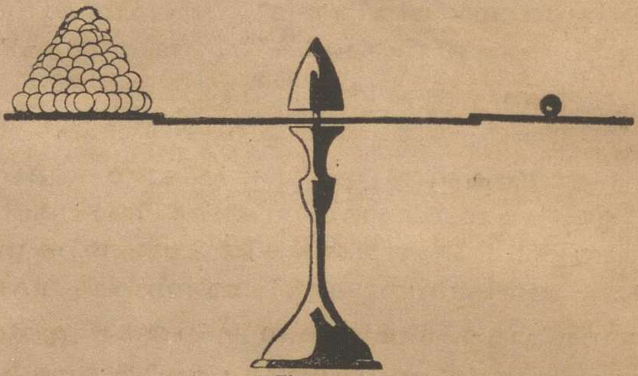


Figure 6

(ചിത്രം 6)

ഇലക്ട്രാണുകളുടേയും പ്രോട്ടാണുകളുടേയും ഭാരം.

അണുകേന്ദ്രത്തിൽ സാന്ദ്രീകൃതമാണെന്നു് പറയാവുന്നതാണു്. ഏററവുമധികം ഭൂതശക്തിയുള്ള സൂക്ഷ്മദർശിനിക്കുകൂടി ഒരു അണുവിനെ ദൃശ്യമാക്കുവാൻ കഴിയുന്നില്ല. അണുവിന്റെ വർണ്ണന അങ്ങിനെ അവസാനിപ്പിക്കാം.

അണുവിനെക്കുറിച്ചു് ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കു ലഭിച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ മുഴുവനും—അണു വ്യാപരിക്കുന്ന രീതിയും അതിനെ നിയന്ത്രിക്കാവുന്ന രീതിയും—സന്ദർഭജന്യങ്ങളായ തെളിവുകളിൽനിന്നുമാത്രം കിട്ടിയവയാകുന്നു. ലക്ഷോപലക്ഷം വിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ചു് ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തിയതിന്റെ

ഫലമാണവ. അണുവിൻെറ രചനയേയും, കർമ്മത്തേയും കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ അവധാനപൂർവ്വം സംവിധാനം ചെയ്ത് അതിപാടവത്തോടുകൂടി വ്യാഖ്യാനിച്ച് ഫലം പ്രവർദ്ധമാനമായി വളർന്നുവരുന്ന ജ്ഞാനസഞ്ചയത്തിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞർ നിക്ഷേപിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇന്നത്തെ അണുശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് അറിവുള്ള വിവരങ്ങൾ ഒന്നുംതന്നെ നേരിട്ടുള്ള നിരീക്ഷണം മൂലം സംമ്പാദിച്ചവയല്ലെന്നു് ഓർക്കുമ്പോൾ ഏതൊരുവനും ആശ്ചര്യപരതന്ത്രനായിപ്പോവും. ആധുനിക അണുശാസ്ത്രജ്ഞരും അണുവിനെ നേരിട്ടുകണ്ടിട്ടില്ല. അണുശക്തിയുടെ പ്രവർത്തനഫലങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കുകയും അവയിൽനിന്നു് പ്രവർത്തനരീതി അനുമാനിക്കുകയുമാണു് അവർ ചെയ്തിട്ടുള്ളതു്. അത്രയും വിഷമിച്ച് അണുശാസ്ത്രജ്ഞർ സമ്പാദിക്കുകയും ക്രോഡീകരിച്ചു വികസിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ സാധാരണക്കാർക്ക് ഗ്രഹിക്കാവുന്ന തരത്തിൽ വിശദീകരിക്കുന്നതു് ഇപ്പോൾ സാദ്ധ്യമായിരിക്കുന്നു.

ഇതേവരെ നമ്മുടെ ശ്രദ്ധക്കുവിധേയമായതു് അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിലുള്ള ന്യൂട്രാണുകൾ, പ്രോട്ടാണുകൾ, അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകൾ എന്നീ അംഗങ്ങളെല്ലാം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അണു ഒട്ടാകെയാണു്. അണുവിൻെറ മൌലികഘടനയെക്കുറിച്ചുള്ള സാമാന്യജ്ഞാനം അവശ്യം ആവശ്യംതന്നെ. എന്നാൽ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി പരിധിയിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളിൽകൂടുതലായി നമ്മുടെ ശ്രദ്ധയെ ആകർഷിക്കേണ്ടതു് അണുകേന്ദ്രവും അതിലെ ഘടകങ്ങളുമാകുന്നു.

ഏതാദൃശമായി അണുശക്തിയേക്കാൾ കൂടുതൽ ശ്രദ്ധ അർഹിക്കുന്നതു് അണുകേന്ദ്രീയശക്തിയുമാകുന്നു. 'അണുകേന്ദ്രീയശക്തി' എന്ന പദപ്രയോഗമാണു് കൂടുതൽ കൃത്യമായി കാര്യം വിവരിക്കുന്നതെന്നിരിക്കിലും ഇപ്പോൾ ജനകീയമായിത്തീർന്നിട്ടുള്ള 'അണുശക്തി' എന്ന പ്രയോഗം

നാമും സ്വീകരിക്കുകതന്നെ. അണുകേന്ദ്രത്തിന്റെ രചന, അതിലെ ഘടകങ്ങളായ പ്രോട്ടോണുകളുടേയും ന്യൂട്രോണുകളുടേയും ഗുണങ്ങൾ, പ്രത്യേകതകൾ, കർമ്മം എന്നിവയെ പ്രതിപാദിക്കുന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗമാകുന്നു, അടുത്തകാലത്തു മാത്രം വികസിച്ചുവന്നിട്ടുള്ള 'അണുകേന്ദ്രീയവിജ്ഞാനീയം' യഥാർത്ഥം പറയുകയാണെങ്കിൽ അതിൽത്തന്നെ 'ന്യൂട്രോൺ വിജ്ഞാനീയം' എന്ന ഒരു ഉപവിഭാഗം വികസിച്ചുതുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. അണുകേന്ദ്രത്തിലെ ന്യൂട്രോണാകുന്നു ആ വിഭാഗത്തിലെ പ്രതിപാദ്യം. ഇപ്പോൾ അനവധി ശാസ്ത്രജ്ഞർ ന്യൂട്രോണിന്റെ സവിശേഷപഠനത്തിൽ വ്യാപൃതരായിരിക്കുകയാണു്.

അണുവിന്റെ രാസഗുണങ്ങൾ നിർണ്ണയിക്കുന്നതു് അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളാണെന്നു് അറിവു ലഭിച്ചു വളരെക്കാലമായി. അതുകൊണ്ടു് അണുകേന്ദ്രീവിജ്ഞാനീയത്തിന്റെ ആവിർഭാവത്തിന്നു എത്രയോ മുമ്പുതന്നെ രസതന്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ശ്രദ്ധയെ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകൾ ആകർഷിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ കൈവശമുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ കൊണ്ടോ, അറിവുള്ള ഉപായങ്ങളും പ്രക്രിയകളും പ്രയോഗിച്ചോ അണുകേന്ദ്രം പിളക്കുവാനുള്ള കഴിവു് രസതന്ത്രജ്ഞന്നു് കൈവരാതെ തന്നെ തലമുറകൾ കഴിഞ്ഞുപോയി. അണു എന്ന അർത്ഥം വരുന്ന 'ആററം' അന്വർത്ഥനാമമായിത്തീർന്നു. ഗ്രീക്കുഭാഷയിൽ 'അററാമസ്' എന്ന വാക്കിന്നു വിഭജിക്കുവാൻ കഴിയാത്തതു് എന്നാകുന്നു അർത്ഥം. അതിൽനിന്നാണു് ആററം എന്ന വാക്കു് ഉത്ഭവിച്ചതു്. രസതന്ത്രജ്ഞൻ തന്റെ പ്രവർത്തനരംഗത്തിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന പദാർത്ഥങ്ങൾ മൂലകങ്ങളും സംയുക്തങ്ങളുമാണു്. ഒരു പദാർത്ഥത്തിലുള്ള എല്ലാ അണുക്കളിലും കേന്ദ്രങ്ങൾക്കു ചുററുമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളുടേയും അവയിലെ അണുകേന്ദ്രങ്ങളിലുള്ള പ്രോട്ടോണുകളുടേയും എണ്ണവും തുല്യമാവുകയും

തന്മൂലം അവക്കെല്ലാം ഒരേരാസഗുണങ്ങൾഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നതായാൽ ആ പദാർത്ഥത്തിന്നു മൂലകം എന്നുപേർ, രണ്ടോ, അതിലധികമോ, മൂലകങ്ങളുടെ അണുക്കൾ തമ്മിൽ രാസപരമായി സംയോജിച്ച് തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടാവുന്നതിൻെറ ഫലമാണ് സംയുക്തം.

അണുകേന്ദ്രീയശാസ്ത്രജ്ഞർ ഈ നിർവ്വചനംകൊണ്ട് തൃപ്തിപ്പെട്ടുകൂടാ. അണുകേന്ദ്രത്തിനകത്തുനടക്കുന്ന വ്യാപാരങ്ങളെക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ അഗാധമായ പഠനംനടത്തി, അതിലെ സ്ഥിതിഗതികളുടെ കൂടുതൽ സൂക്ഷ്മമായ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുകയും പ്രത്യേകതകൾ ഗ്രഹിക്കുകയും അവർ ചെയ്യേണ്ടതുണ്ട്. (ഒരേമൂലകത്തിൻേറതായ എല്ലാ അണുക്കളുടേയും കേന്ദ്രങ്ങളിൽ കാണുന്ന പ്രോട്ടോണുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമാണെങ്കിലും അവയിലുണ്ടാകാവുന്ന ന്യൂട്രോണുകളുടെ എണ്ണം വ്യത്യസ്തമാകാവുന്നതാണെന്നും, പലപ്പോഴും അതു വ്യത്യസ്തമാണെന്നും ഉള്ള വസ്തുത അണുശാസ്ത്രജ്ഞർ ഗ്രഹിച്ചതു് അത്തരത്തിലാണ്.

ഒരേ മൂലകത്തിൻേറതായാലും അണുകേന്ദ്രങ്ങളിലെ ന്യൂട്രോണുകളുടെ എണ്ണം മാത്രം വ്യത്യസ്തമായിക്കാണുന്ന രൂപാന്തരങ്ങളെ അതിൻെറ ഐസൊടോപുകൾ എന്നു പറയുന്നു. ഹൈഡ്രജനേറതായി മൂന്ന് ഐസൊടോപുകൾ ഉണ്ട്. ചില ഐസൊടോപുകൾ പ്രകൃതിസിദ്ധമാണ്. മററു ചിലവയെഅണുശാസ്ത്രജ്ഞർ പരിശോധനശാലയിൽ കൃത്രിമമായിസൃഷ്ടിക്കുന്നു.

ഇന്നറിവുള്ളവയിൽ ഭാരം ഏററവും കുറവായുള്ള മൂലകം ഹൈഡ്രജനാകുന്നു. നൈസർഗ്ഗികമായി വാതകാവസ്ഥയാണതിനുള്ളതു്. അതിൽ 99·985 ശതമനവും സാധാരണ ഹൈഡ്രജനായിരിക്കും. അതു് H^1 എന്ന ഐസൊടോകുന്നു. ബാക്കിയുള്ള ·015 ശതമാനം —100000 അണുക്കളിൽ 15— അമൂല്യമായ H^2 എന്ന ഐസൊടോപാണ്. അതിനെ ഭാരമേറിയ ഹൈഡ്രജൻ എന്നു പറയുന്നു. അതിന്നു് ഡ്യൂടെറിയം എന്നും പേരുണ്ട്. 'H^1' എന്ന ഐ

സൊട്ടോപിന്റെ അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടോൺ മാത്ര
മാണുള്ളതെന്നും എന്നാൽ 'H^2' എന്ന ഐസൊട്ടോ
പിന്റെ അണുകേന്ദ്രത്തിന് ഒരു പ്രോട്ടാണും ഒരു ന്യൂട്രാണും

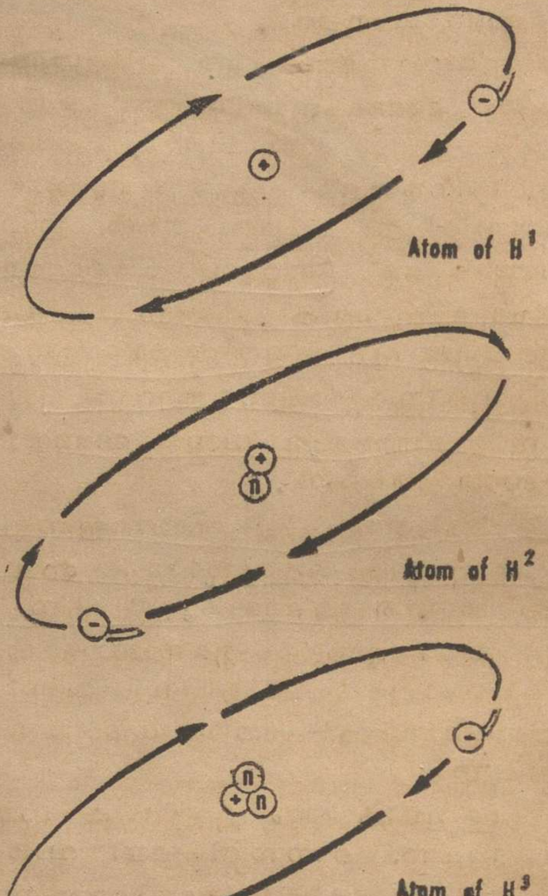


Figure 7

(ചിത്രം 7)

ഹൈഡ്രജന്റെ മൂന്നു ഐസൊട്ടോപ്പുകൾ.

അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവെന്നും ഹൈഡ്രജൻ ഐസൊട്ടോപ്പു
കളുടെ ചിത്രീകരണങ്ങളിൽനിന്നു (ചിത്രം 7) ഗ്രഹിക്കാ

വുന്നതാണു്. ഹൈഡ്രജൻ ഐസൊടോപ്പുകൾ ഓരോന്നിൻേറയും അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതായി ഓരോ എലക്ട്രാൺ മാത്രമാണുള്ളതു്. ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും രാസപരമായി സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്ന ഫലമാണു് ജലം. അതു് നമുക്കു സുപരിചിതമാണു്. പ്രകൃതിയിലുള്ള ജലത്തിലെ ബഹുഭൂരിഭാഗം തന്മാത്രകളിലും H^1 എന്ന ഐസൊടോപാണുള്ളതു്. എണ്ണത്തിൽ വളരെ കുറവാണെങ്കിലും H^2 എന്ന ഐസൊടോപ്പുകളടങ്ങിട്ടുള്ള ജലതന്മാത്രകളുമുണ്ടു്. അങ്ങിനത്തെ ജലത്തെ ഭാരമേറിയ ജലം എന്നു പറയുന്നു. അതു ദുർല്ലഭമായ ഒരു സംയുക്തമാണു്. അണുശക്തിഗവേഷണ വികസനങ്ങളിൽ അതു് അതിപ്രധാനമായ പങ്കു വഹിച്ചിട്ടുണ്ടു്. H^3 എന്ന മറെറാരു ഐസൊടോപ്പുകൂടി ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അതു ചില പ്രത്യേക പരിതഃസ്ഥിതികളിൽ കൃത്രിമമായി സൃഷ്ടിക്കാവുന്നതാണു്. അതിൻേറ അണുവിലെ കേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടാണും രണ്ടു ന്യൂട്രാണുകളും ഉണ്ടു്. ഒരേ മൂലകത്തിൻേറ ഐസൊടോപ്പുകൾ തമ്മിൽ രാസപരമായി യാതൊരു വ്യത്യാസവും ഇല്ല. അവക്കു ഒരേ രാസഗുണങ്ങളാണുള്ളതു്. രാസതന്ത്രങ്ങൾകൊണ്ടു് ഐസൊടോപ്പുകളിൽ ഒന്നിനെ മറെറാന്നിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചറിയുവാനോ വേർതിരിക്കുവാനോ കഴിയുകയില്ല.

ഒരു മൂലകത്തെ മറെറാന്നിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചറിയുന്നതു് അതിൻേറ രാസഗുണങ്ങൾ കൊണ്ടാണു്. അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളുടെ എണ്ണമാകുന്നു, മൂലകത്തിൻേറ രാസഗുണങ്ങൾ നിർണ്ണയിക്കുന്നതു്. ഒരു അണുവിൻേറ കേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി പരിധിയിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളുടെ എണ്ണം അതിലെ കേന്ദ്രത്തിലുള്ള പ്രോട്ടാണുകളുടെ എണ്ണത്തിനു തുല്യമാകുന്നു. ഇത്തരം പ്രാഥമിക വിവരങ്ങൾ അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻേറ അംഗുല്യഗ്രത്തിലുണ്ടാകേണ്ടവയാകുന്നു. ഇന്നറിവുള്ള എല്ലാ മൂലകങ്ങളുടേയും അണുകേന്ദ്രരചനയും പരിധി

യിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണവും നൽകുന്ന മൌലികവിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ചു സംവിധാനം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അണുശക്തിയുടെ പ്രയോഗങ്ങൾ ഗ്രഹിക്കുവാൻ അവയെല്ലാം ഒഴിച്ചുകൂടാത്തവയല്ലെങ്കിലും അണുശാസ്ത്രജ്ഞർ അവ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നരീതി അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതുതന്നെ.

അണുവൈജ്ഞാനികൻ ഓരോ മൂലകത്തിനും 'അണുസംഖ്യ' (Z) നിർദ്ദേശിച്ചിട്ടുണ്ട്. അണുവിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ അടങ്ങീട്ടുള്ള പ്രോട്ടോണുകളുടെ എണ്ണമാണതു്. ഹൈഡ്രജൻ തുടങ്ങി യുറേനിയംവരെയുള്ള 92 മൂലകങ്ങൾ പ്രകൃതിദത്തങ്ങളാണ്. അവയുടെ അണുസംഖ്യകൾ ക്രമത്തിൽ Z—1 മുതൽ Z—92 വരെയുള്ളവയാകുന്നു. മററുചില മൂലകങ്ങൾ പരീക്ഷണശാലയിൽ കൃത്രിമമായി സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. അങ്ങിനത്തെ മൂലകമായ നെപ്ട്യൂണിയത്തിന്റെ അണുസംഖ്യ Z—93 ഉം പ്ലൂട്ടോണിയത്തിന്റേതു് Z—94 ഉം ആകുന്നു. മൂലകങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുവാനായി അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻ 'പിണ്ഡസംഖ്യ' (A) യും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഒരു മൂലകത്തിന്റെ അണുവിലെ കേന്ദ്രത്തിൽ പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളുമായി ഒട്ടാകെയുള്ള കണങ്ങളുടെ എണ്ണമാണ് പിണ്ഡസംഖ്യ. അണുകേന്ദ്രങ്ങളുടെ ഘടന വേണ്ടുംവണ്ണം വ്യക്തമാക്കുവാൻ അണുസംഖ്യയും പിണ്ഡസംഖ്യയും ഉതകുന്നു.

രസതന്ത്രജ്ഞൻ മൂലകങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്ന ചിഹ്നങ്ങളാണ് ഹൈഡ്രജന്നു് H, ഓക്സിജന്നു O സ്വർണ്ണത്തിന്നു Au, യുറേനിയത്തിന്നു് U മുതലായവ. അവയും അണുശാസ്ത്രജ്ഞന്നു് പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. അവയെല്ലാം ചേർന്നുണ്ടായതാണ് അണുശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ 'അണുച്ചുരുക്കെഴുത്തു്'. തന്റെ പണി ലഘൂകരിക്കുവാനും കുറക്കുവാനും അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻ അതുപയോഗിക്കുന്നു. പരീക്ഷണഫലങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തുമ്പോഴും ഗണിക്കുമ്പോഴും ഒരു മൂലകത്തിന്റെ അണുകേന്ദ്രം കുറിക്കുവാൻ അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആ മൂലകത്തിന്റെ ചിഹ്നമെഴുതുകയും അതിന്നിടത്തുവശം ചുവ

ട്ടിലായി അണുസംഖ്യയും, വലത്തുവശം മുകളിലായി പിണ്ഡസംഖ്യയും കുറിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഉദാഹരണമായി, $_1H^1$, $_1H^2$, $_1H^3$ എന്നിവ ഹൈഡ്രജന്റെ മൂന്നു ഐസൊടോപ്പുകളേയും $_{92}U^{234}$, $_{92}U^{235}$, $_{92}U^{238}$ എന്നിവ യുറേനിയത്തിന്റെ മൂന്നു ഐസൊടോപ്പുകളേയും ആകുന്നു സൂചിപ്പിക്കുന്നതു്. യുറേനിയത്തിന്റെ അണുകേന്ദ്രത്തിൽ എല്ലായ്പോഴും 92 പ്രോട്ടാണുകൾ ആണുണ്ടാവുക. എന്നാൽ അവയിൽ പ്രോട്ടാണുകളും ന്യൂട്രാണുകളും കൂടി ഒട്ടാകെ 234 ലോ, 235 ഓ, 238 ഓ ഉണ്ടാവാം. അവയിലോരോന്നിലും 92-ൽ കവിഞ്ഞു കാണുന്നതു് അണുകേന്ദ്രത്തിലുള്ള ന്യൂട്രാണുകളുടെ എണ്ണമാകുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ അണു ഓരോന്നിന്റേയും കേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടാൺവീതവും യുറേനിയം അണു ഓരോന്നിന്റേയും കേന്ദ്രത്തിൽ 92 പ്രോട്ടാണുകൾ വീതവും ഉണ്ടാകുമെന്നതുകൊണ്ടു് അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻ അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുരീതി വീണ്ടും ലഘൂകരിക്കുന്നു. H^1, H^2, H^3 എന്നോ, ഹൈഡ്രജൻ —1, ഹൈഡ്രജൻ —2, ഹൈഡ്രജൻ —3, എന്നോ ഹൈഡ്രജൻ ഐസൊടോപ്പുകളേയും, U^{234}, U^{235}, U^{238} എന്നോ, യുറേനിയം -234, യുറേനിയം—235, യുറേനിയം—238 എന്നോ, യുറേനിയം ഐസൊടോപ്പുകളേയും അദ്ദേഹം സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻ അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന രീതി നാമും അനുവർത്തിക്കണമെന്നു് നിർബ്ബന്ധമില്ല. എന്നാൽ ഒററനോട്ടത്തിൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കുറിപ്പുകളിൽനിന്നു് പ്രവർത്തനരീതികളും നടപടിക്രമങ്ങളും ഗ്രഹിക്കുവാൻ അവ സഹായിക്കുന്നു.

ദീപ്തിമത്വം (റേഡിയോ ആക്ടിവിററി).

അണുക്കളുടെ ഘടന മാററാവുന്നതല്ലെന്ന വിശ്വാസം വളരെക്കാലമായി ഉണ്ടായിരുന്നു. ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തോടടുത്തു മാത്രമാണു് പ്രകൃതിസിദ്ധമായുള്ള

ചില മൂലകങ്ങളുടെ-പ്രത്യേകിച്ചു ഭാരമേറിയവയുടെ-അണു കേന്ദ്രങ്ങൾ സമതുലിതങ്ങളല്ലെന്നും അസ്ഥിരങ്ങളാണെന്നും വ്യക്തമായതു്. ഒരു അണുകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു് ചില കണങ്ങൾ ബഹിർഗ്ഗമിച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ അവശേഷിക്കുന്നതു് ആദ്യത്തേതിൽനിന്നു് വ്യത്യസ്തമായ ഒരു അണുകേന്ദ്രമായിരിക്കും. അതു് മററൊരു മൂലകത്തിൻേറതാവും. ചില മൂലകങ്ങളിൽ നൈസർഗ്ഗികമായുണ്ടാവുന്ന ഇത്തരം വിയോജനമാകുന്നു ദീപ്തിമത്വം. ദുർല്ലഭവും ഭാരമേറിയതുമായ റേഡിയം എന്ന മൂലകത്തിലായിരുന്നു ഈ പ്രതിഭാസം ആദ്യമായി കാണുവാനിടയായതു്.

പ്രകൃതിദത്തമായ മൂലകങ്ങളിൽ മാത്രമല്ല ദീപ്തിമത്വം കാണുന്നതു്. അതു കൃത്രിമമായി ആരോപിക്കാവുന്നതുമാണു്. സാധാരണയായി സ്ഥിരതയുള്ള മൂലകങ്ങളായ സ്വർണ്ണം, അയോഡിൻ മുതലായവയുടെ അണുക്കളിൽ ദീപ്തിമത്വം ആരോപിക്കുവാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു കഴിവുണ്ടു്. തൽഫലമായി അവയുടെ റേഡിയോഐസോടോപ്പുകൾ ലഭിക്കുന്നു. അണുവിജ്ഞാനീയത്തിലും അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളിലും അവയ്ക്കു് അതിപ്രധാനമായ സ്ഥാനമാണുള്ളതു്.

ദീപ്തിമത്വമുള്ള മൂലകത്തിൻെറ അണുകേന്ദ്രം വിയോജിക്കുമ്പോൾ അതിൽ നിന്നു് മൂന്നുതരം വികിരണങ്ങളിൽ ഒന്നോ അതിലധികമോ നിർഗ്ഗമിക്കുന്നു. ഗ്രീക്കു് അക്ഷരമാലയിലെ ആദ്യത്തെ മൂന്നു് അക്ഷരങ്ങളായ ആൽഫ, ബീററ, ഗാമ എന്നിവയെ ആസ്പദിച്ചു് അവയ്ക്കു് ആൽഫാവികിരണം, ബീററാവികിരണം ഗാമാവികിരണം എന്ന പേരുകൾ നൽകീട്ടുണ്ടു്.

അണുകേന്ദ്രങ്ങളിൽനിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ഒരു പ്രത്യേകതരം കണങ്ങളുടെ പ്രവാഹമാകുന്നു ആൽഫാവികിരണം. അതിൻെറ ഓരോ കണത്തിലും രണ്ടു ന്യൂട്രാണുകളും, രണ്ടു പ്രോട്ടാണുകളും ഉണ്ടു്. ഓരോ ആൽഫാകണവും രണ്ടു മാത്ര അധിആധാനം വഹിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടു് ആൽ

ഫാകണത്തിന്നു് ഹീലിയത്തിൻെറ അണുകേന്ദ്രത്തിൻേറതായ എല്ലാ ഗുണങ്ങളുമുണ്ടു്. ഹൈഡ്രജൻ ഒഴിച്ചാൽ പിന്നെ ഏററവും ഭാരം കുറഞ്ഞ മൂലകമാണു്. ഹീലിയം. അണുകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന മറെറാരുതരം കണധാരയാകുന്നു ബീററാവികിരണം. ഒരു മാത്ര ഋണനാധാനം വഹിക്കുന്നതായി നമുക്കറിവുള്ള അതിലെ ഓരോ കണവും ഒരു ഏലക്ട്രാണാണു്. ബീററാവികരണത്തിലെ ഏലക്ട്രാണുകൾ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി പരിധിയിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നവയല്ല. അവ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു് ബഹിർഗ്ഗമിക്കുന്നവയാകുന്നു. ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഒരു ന്യൂട്രാൺ ഒരു പ്രോട്ടാണും ഒരു ഏലക്ട്രാണുമായി വിയോജിക്കാവുന്നതാണെന്നു് നാം ഗ്രഹിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അത്തരത്തിൽ ഉണ്ടാവുന്നവയാണു് ബീററാവികിരണത്തിലെ ഏലക്ട്രാണുകൾ. അവയോരോന്നും അണുകേന്ദ്രത്തിലുള്ള ന്യൂട്രാണുകൾ വിയോജിച്ചുണ്ടാകുന്നവയാകുന്നു.

ഗാമാവികിരണം പ്രകാശതരംഗങ്ങൾക്കു സദൃശമായ വിദ്യുത്കാന്തതരംഗങ്ങളാണു്. നമുക്കു സുപരിചിതമായ X രശ്മികളുടെ തരംഗദൈർഘ്യത്തിൽ തുലോംകുറഞ്ഞിരിക്കും, ഗാമാരശ്മികളുടേതു്. ഗാമാവികിരണത്തിൻെറ ഉറവിടവും അണുകേന്ദ്രം തന്നെ. എന്നാൽ അതു് യാതൊരു തരത്തിലുള്ള കണങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്നില്ല.

ഓരോ ആൽഫാകണവും, ബീററാകണവും അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പരിണാമത്തിൻെറ ഫലമാകുന്നു. ദ്രവ്യത്തിൻേറതായ ഏററവും ചെറിയ ഒരു തരിയിൽ അടങ്ങീട്ടുള്ള അണുക്കളുടെ എണ്ണംകൂടി അഗണ്യമായതുകൊണ്ടു് ദീപ്തിമത്വമുള്ള പദാർത്ഥത്തിൻെറ തരിയിൽനിന്നു് ഇത്തരം കണധാരകൾ നിരന്തരമായി പ്രവഹിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഭൂതശക്തി വളരെ അധികമുള്ള ഒരു സൂക്ഷ്മദർശിനിയിൽ കൂടിമാത്രം വീക്ഷിക്കാവുന്നതായ ഒരു തരിയിൽ ഒരു ബില്യൻ അണുക്കളെങ്കിലും ഉണ്ടാവുമെന്നുള്ള വസ്തുത ഓർക്കുമ്പോൾ പ്രസ്തുതവികിരണങ്ങളിൽ അത്ഭുതപ്പെട്ടുവാനില്ലെന്നു

കൂടുതൽ എളുപ്പത്തിൽ വ്യക്തമാവും. മറെറാരുദാഹരണവും കൂടി അസ്ഥാനത്താവുകയില്ല. ഒരു ഗ്രാം റേഡിയത്തിൽ ഓരോസെക്കൻഡിലും നാല്പതുംബില്യൻവീതം അണുക്കൾ

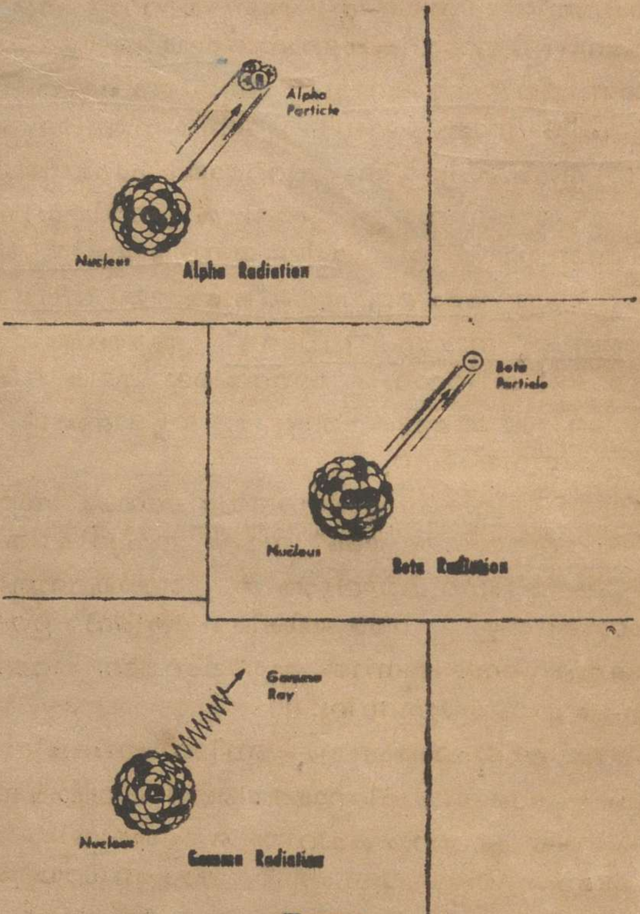


Figure 8

(ചിത്രം 8)

ആൽഫ, ബീററ, ഗാമവികിരണങ്ങൾ.

വിയോജിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നിട്ടും അതിൽ പകുതി വിയോജിച്ചു തീരുവാൻ 1620 കൊല്ലങ്ങൾ വേണ്ടിവരുന്നു. ഈ കാല ദൈർഘ്യത്തെ — 1620 കൊല്ലത്തെ— റേഡിയത്തിൻെറ

അൎദ്ധായുസ് (ഹാഫ്ലൈഫ്) എന്നു പറയാം. ഓരോ റേഡിയോഐസൊടോപ്പിന്നും അതിന്റേതായ പ്രത്യേക അൎദ്ധായുസ് ഉണ്ടു്. ചില പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ അൎദ്ധായുസ് അനവധി ബില്യൻകൊല്ലങ്ങളാണെങ്കിലും മററു ചിലവയുടേതു് കണ്ണിമയ്ക്കുന്ന നേരം മാത്രമാണു്.

അണുഭേദനം : (ഫിഷൻ)

ശാസ്ത്രജ്ഞൻ അണുശക്തി സ്വതന്ത്രമാക്കുവാനുതകുന്ന പ്രക്രിയകൾ അന്വേഷിക്കുന്നതിന്നിടയിൽ അനവധി തത്വങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുവാനിടയായി. അവയിൽ ഒരുപക്ഷേ ഏററവും അധികം ജീവസ്പൃശിയായതു് താരതമ്യേന വലിപ്പം കൂടിയ അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ—ഭാരം ഏററവും കൂടുതലുള്ളവയെ—ഏകദേശം തുല്യവലിപ്പമുള്ള രണ്ടോ, അതിൽ കൂടുതലോ ചെറിയ അണുകേന്ദ്രങ്ങളാക്കി പിളക്കുവാനോ ഭേദിക്കുവാനോ, കഴിയുന്നതാണെന്ന തത്വമായിരിക്കും. വലിപ്പം കൂടുതലുള്ളവയും, ഭാരമേറിയവയും ആയ അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ ശീഘ്രഗാമികളായ ന്യൂട്രാണുകളുടേയോ, ആൽഫാകണങ്ങളുടേയോ, ആക്രമണത്തിന്നു വിധേയമാക്കി പിളൎന്നായിരുന്നു അണുശാസ്ത്രജ്ഞൻ അണുകേന്ദ്രഭേദനം ആദ്യമായി നിൎവ്വഹിച്ചതു്. തൽഫലമായി ഭാരമേറിയ അണുകേന്ദ്രം ഏകദേശം തുല്യമായ രണ്ടു ചെറുഅണുകേന്ദ്രങ്ങളായി തീൎന്നു, വളരെ അധികം താപവും, കുറെ ന്യൂട്രാണുകളും സ്വതന്ത്രമായി. ഇതായിരുന്നു അണുശക്തിഉല്പാദനത്തിൽ ഏററവും നിൎണ്ണായകമായ അടിവെപ്പ്.

ചിത്രം 9 അണുഭേദനഫലങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുന്നു. അതിൽ ഭാരമേറിയ അണുകേന്ദ്രത്തെ ലക്ഷ്യമാക്കി ന്യൂട്രാൺ പാഞ്ഞെത്തുന്നു. അണുകേന്ദ്രം രണ്ടു അണുകേന്ദ്രങ്ങളായി പിളരുന്നു. മൂന്നു ന്യൂട്രാണുകൾ സ്വതന്ത്രമാവുന്നു. പുതിയ അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ അത്യധികം താപം ആവരണം ചെയ്യുന്നു.

ഭാരമേറിയ അണുകേന്ദ്രം വിയോജിക്കുമ്പോൾ താപം വൻതോതിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തുത ചിത്രം വ്യക്ത

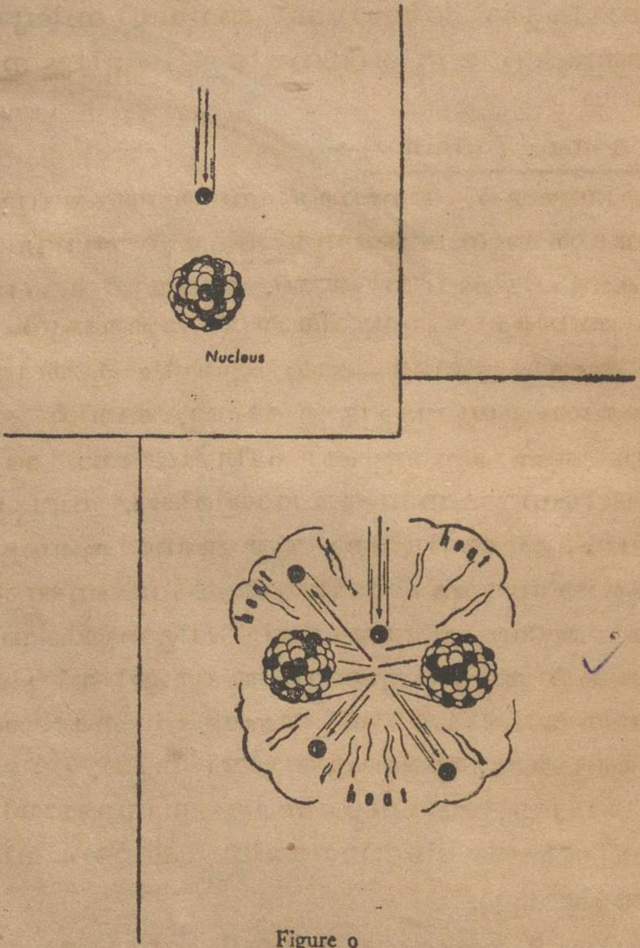


Figure 9

(ചിത്രം 9)

അണുകേന്ദ്രഭേദനം.

മാകുന്നു. ഭേദനഫലങ്ങളുടെ—അണുകേന്ദ്രങ്ങളുടേയും, ന്യൂട്രോണുകളുടേയും — ഒട്ടാകെ പിണ്ഡം ആദ്യമുണ്ടായിരുന്ന

അണുകേന്ദ്രത്തിന്റേതിൽ അല്പം കുറവായിരിക്കും. വിഭജനത്തിൽ ആദ്യത്തെ അണുകേന്ദ്രത്തിന്റെ ഒരംശം—അതു് അതിസൂക്ഷ്മമാണു്—താപമായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നുവെന്നു വരുന്നു. യഥാർത്ഥത്തിൽ അണുകേന്ദ്രപിണ്ഡത്തിന്റെ ഒരു ശതമാനത്തിൽ പത്തിലൊന്നിൽ കുറവായ അംശം മാത്രമാകുന്നു താപമായി പരിണമിക്കുന്നതു്. അണുഭേദനഫലമായി ലഭിക്കുന്ന വൻതോതിലുള്ള താപവും സ്വതന്ത്ര ന്യൂട്രാണുകളുമാണു് അണുശക്തി സ്വതന്ത്രമാക്കുവാനുള്ള യത്നത്തിൽ അണുഭേദനത്തെ അത്രയും പ്രധാനമായ അടിവെപ്പാക്കിത്തീക്കുന്നതു്.

അണുകേന്ദ്രഭേദനം പരീക്ഷണശാലയിൽ ആദ്യമായി നിർവ്വഹിക്കപ്പെട്ടതിന്നു മുപ്പതുകൊല്ലം മുമ്പുതന്നെ ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റീൻ വിശ്വവിഖ്യാതമായ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം വികസിപ്പിക്കുന്നതിന്നിടയിൽ പിണ്ഡവും ശക്തിയും ഒരേഭൌതികയാഥാർത്ഥ്യത്തിന്റെ രണ്ടുരൂപാന്തരങ്ങൾ മാത്രമാണെന്ന അനുമാനത്തിൽ എത്തിച്ചേരുകയും ആ തത്വം നിർവ്വചിക്കുകയും ചെയ്തു. അണുകേന്ദ്രഭേദനം യാഥാർത്ഥ്യമായിതീൎന്നപ്പോൾ ഐൻസ്റ്റീൻ മുൻ നിർവ്വചിച്ചിരുന്ന തത്വത്തിന്നു ഒരു പുതിയ തെളിവുകൂടി ലഭിക്കുകയും, അതു് ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ആണിക്കല്ലുകളിൽ ഒന്നായിതീരുകയും ചെയ്തു. അണുകേന്ദ്രഭേദനം പിണ്ഡവും ശക്തിയും ദ്രവ്യത്തിന്റെ രൂപാന്തരങ്ങൾ മാത്രമാണെന്നുള്ളതിന്നു സാക്ഷ്യം വഹിക്കുന്നു. പിണ്ഡ—ശക്തി മൂല്യാഭേദതത്വം പരീക്ഷണശാലയിൽ സത്യാപനം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിന്നു എത്രയോ മുമ്പുതന്നെ ഐൻസ്റ്റീൻ അതിന്നു് വാക്യരൂപം നൽകികഴിഞ്ഞിരുന്നു.

അവധാനപൂർവ്വമുള്ള ഗണനം, പുനർഗണനം, ഫലപരിശോധന, ഒത്തുനോക്കൽ മുതലായ പ്രക്രിയകൾ അനവധി ഉൾക്കൊണ്ട സുദീൎഘമായ പ്രവൎത്തനഫലമാണു് ഐൻസ്റ്റീന്റെ പിണ്ഡശക്തിമൂല്യാഭേദതത്വം. എന്നാൽ

$E=mc^2$ എന്ന അതിൻെറ ശാസ്ത്രീയവാക്യം അതിസരളമാണ്. അതിൽ ചിഹ്നങ്ങൾക്കുപകരം മൂല്യങ്ങൾ ചേൎക്കുമ്പോൾ അണുശക്തി പഠനത്തിൽ അതിനുള്ള പ്രാധാന്യം വ്യക്തമാവും. സൂത്രത്തിൽ E ശക്തി എർഗ്ഗിലും, *m* ദ്രവ്യപിണ്ഡം ഗ്രാമിലും c പ്രകാശവേഗം സെക്കൻഡിൽ സെൻറിമീററിലും കുറിക്കുന്നു. അതിൽ '*m*'ൻെറ സ്ഥാനത്ത് പിണ്ഡമാത്രയായ ഒരു ഗ്രാം എന്നതിലെ '1' സംവിധാനം ചെയ്യുക. അതിനെ 30000000000—പ്രകാശവേഗം സെക്കണ്ടിൽ സെൻറിമീററിൽ – കുറിക്കുന്ന സംഖ്യകൊണ്ട് ഗുണിച്ചുകിട്ടുന്ന ഫലത്തെഅതേ സംഖ്യകൊണ്ടുതന്നെ പിന്നേയും ഗുണിക്കുക– cയിനെ c കൊണ്ടുതന്നെ ഗുണിച്ചുകിട്ടുന്ന ഫലമാണ് c^2—. Eയുടെമൂല്യം ലഭിക്കുന്നു. അതു് 900000000000000000000 ആകുന്നു. 1 ഗ്രാം ദ്രവ്യപിണ്ഡത്തിന്നു് തുല്യമായ ശക്തി അത്രയും എർഗ്ഗുകളാണെന്നു സിദ്ധിക്കുന്നു. അതിനെ 25,000,000 കിലോവാററവർ – വിദ്യുത്‌യൂനിററുകൾ—എന്നും പറയാം. ഒരു ഗ്രാം പിണ്ഡത്തിലെ ദ്രവ്യം മുഴുവനും ശക്തിയായി പരിണമിക്കുമ്പോഴത്തെ ഫലമാണിതു്. അണുശക്തി ഉല്പാദനത്തിൽ ദ്രവ്യത്തിൻെറ ഒരു ശതാംശത്തിൻെറ പത്തിൽ ഒരംശം മാത്രമെ ശക്തിയായിപരിണമിക്കുന്നുള്ളൂ. ഒരു ഗ്രാം ദ്രവ്യപിണ്ഡത്തിൽനിന്നു് നമുക്കു് ലഭിക്കാവുന്നതു് 25000 യൂനിററു് വിദ്യുത്തിന്നു തുല്യമായ ശക്തിമാത്രമാകുന്നു.

പരീക്ഷണശാലയിൽ ആദ്യമായി യുറേനിയം അണുകേന്ദ്രഭേദനം പ്രദർശിപ്പിക്കപ്പെട്ട ഉടൻതന്നെ അസാധാരണമായി വൻതോതിലുള്ള ശക്തിനിക്ഷേപം തുറന്നുവിടപ്പെട്ട വസ്തുത ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞർ മനസ്സിലാക്കി. അവർ വീണ്ടും ഗണനക്രിയകളിൽ വ്യാപൃതരായി. ഒരു റാത്തൽ യൂറേനിയം അണുക്കൾ പൂൎണ്ണമായി ഭേദനം ചെയ്താൽ 1500 ടൺ കല്ക്കരി കത്തിച്ചുകിട്ടുന്നത്ര ശക്തി ലഭിക്കുമെന്നു് അവർ കണക്കാക്കി. അപ്പോഴും അണുകേന്ദ്രഭേദനംകൊണ്ടു്

ഒരു റാത്തൽ യുറേനിയത്തിൻെറ ഒരു ശതമാനത്തിൽ ഒരു ദശാംശം മാത്രമാണ് ശക്തിയായി രൂപാന്തരപ്പെട്ടിരിക്കുക.

ഏതു പദാൎത്ഥപിണ്ഡത്തെയും പ്രയോജനകരമാവുന്നതോതിൽ ശക്തിയായി രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുവാനുള്ള പരിശ്രമത്തിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനവധി പ്രശ്നങ്ങൾ നേരിട്ടുകയും അവക്കു പരിഹാരം തേടുകയും ഉണ്ടായി. ഭാരമേറിയ ചില മൂലകങ്ങളുടെ അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ പരീക്ഷണശാലയിൽ വിജയകരമായി ഭേദനം ചെയ്തിരുന്നുവെന്നുള്ളതു് വാസ്തവംതന്നെ. എന്നാൽ പ്രയോജനകരമാവുന്ന തോതിൽ അതു നിൎവ്വഹിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? അണുവിൽ മിക്കവാറും ശൂന്യതയാണുള്ളതു്. സമീപസ്ഥങ്ങളായ അണുക്കളുടെ കേന്ദ്രങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ദൂരം താരതമ്യേന വിപുലമാണ്. ഭേദനംചെയ്യുവാനുള്ള പദാൎത്ഥപിണ്ഡത്തിനെ ലക്ഷ്യമാക്കി അയക്കുന്ന ന്യൂട്രാൺ അണുകേന്ദ്രത്തിൽചെന്നുമുട്ടി അതിനെ പിളൎക്കുന്നതിന്നു ലഭിക്കുന്ന അവസരങ്ങൾ വിദൂരസ്ഥങ്ങളുമായിരിക്കും. പദാൎത്ഥപിണ്ഡത്തിലൂടെ യാതൊരു തടസ്സവുംകൂടാതെ ന്യൂട്രാൺ കടന്നുപോകുന്നതാണ്, മിക്കവാറും ഉണ്ടാവുക. അതിതീവ്രമായ ഒരു ന്യൂട്രാൺധാര ഉളവാക്കുന്ന ഭേദനങ്ങളുടെ എണ്ണംകൂടി, നന്നെ കുറവും തൽഫലമായി ലഭിക്കുന്ന ശക്തി തുഛവും ആയിരിക്കും. പ്രയോജനകരമാവുന്നതരത്തിൽ ശക്തി ഉല്പാദിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള ഭേദനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതു ഒരു പ്രശ്നംതന്നെ.

അണുകേന്ദ്രീയ ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവൎത്തനം (ചെയ്ൻ റിയാക്ഷൻ):—

ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഈ പ്രശ്നത്തെ നിൎഭയം സമീപിച്ചു. ജോലി ലഘൂകരിക്കുവാൻ പൎയ്യാപ്തമായ യുറേനിയം 235-U-253 —അവർ താമസിയാതെ കണ്ടുപിടിച്ചു. ആ ഐസൊടോപിൻെറ അണുകേന്ദ്രഭേദനം നിൎവ്വഹിക്കുന്നതു് 'മന്ദഗാമി' ന്യൂട്രാണുകളുടെ ആക്രമണംകൊണ്ടാകുന്നു. പ്രകാശവേഗം സെക്കൻഡിൽ 186000 നാഴികയായിരിക്കെ പ്രസ്തുതന്യൂട്രാണുകളുടേതു് സെക്കൻഡിൽ ഒരു നാഴിക മാത്രമാണ്. അതുകൊണ്ടാ

ണു് അവയെ മന്ദഗാമികളെന്നു പറയുന്നതു്. U^{235} ന്റെതായ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു് ഭേദനം സംഭവിക്കുമ്പോൾ രണ്ടോ

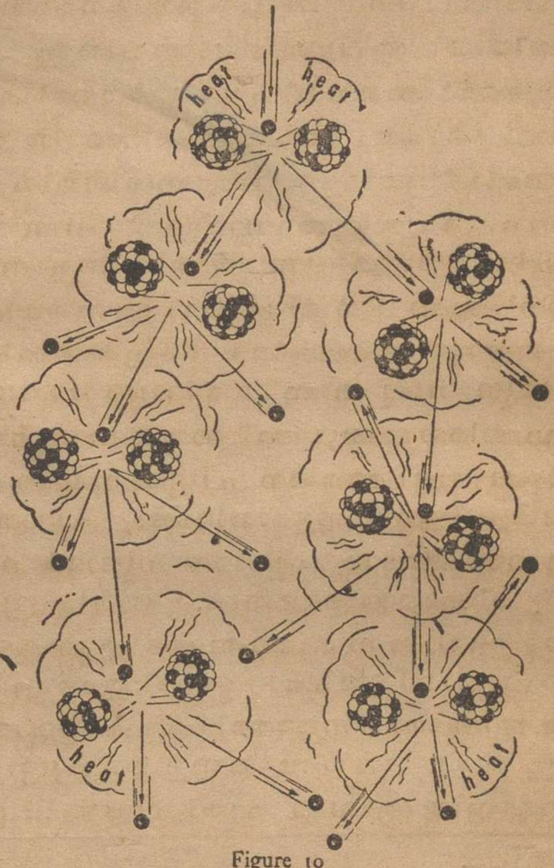


Figure 10

(ചിത്രം 10)

അണുകേന്ദ്രീയശൃംഖലാ പ്രതി പ്രവർത്തനം.

മൂന്നോ ന്യൂട്രാണുകൾ ഉന്മാർജ്ജനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അവ ശീഘ്രഗാമികളായ സ്വതന്ത്രന്യൂട്രാണുകളാണു്. അവയുടെ വേഗം വേണ്ടുംവണ്ണം ശമിപ്പിക്കുന്നതായാൽ അവയിലോരോന്നും ഓരോ അണുകേന്ദ്രത്തക്കൂടി ഭേദനം ചെയ്യുവാനുതകുന്ന 'ന്യൂട്രാൺ വെടിയുണ്ട'യായിത്തീരും. അനുസ്യൂതമായി ഭേദ

45527

നം, തുടരുവാനുതകുന്ന പുതിയ 'ന്യൂട്രാൺ വെടിയുണ്ട'കൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാകുന്നു ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവൎത്തനം.

U^{235}ന്റേതായ ഓരോ അണുകേന്ദ്രത്തിന്റേയും ഭേദനഫലമായി മൂന്നുവീതം ന്യൂട്രാണുകൾ ലഭിക്കുകയും അവയിൽ ഓരോന്നും ക്രമത്തിൽ ഓരോ അണുകേന്ദ്രം ഭേദിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതായാൽ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ 'ജ്യോമിതീയ പ്രവൎദ്ധനം' എന്നു സൂചിപ്പിക്കുന്നതരത്തിൽ അണുഭേദനം തുടൎന്നുപോകും. 1; 3; 9; 27; 81; 243; 729; 2187; 6561; 19683; എന്ന ക്രമത്തിൽ അതു സംഭവിക്കും. പത്താംതലമുറയിൽ മാത്രമായി ഏകദേശം 20000 അണു കേന്ദ്രങ്ങൾ ഭേദിക്കപ്പെടും. കണ്ണിമക്കുന്ന നേരത്തിൽ ഒരായിരം തലമുറ ഭേദങ്ങൾ ഉണ്ടാവും. ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവൎത്തനം അനിയന്ത്രിതമായാൽ സംഭവിക്കാവുന്ന വിസ്ഫോടനത്തിന്റെ മട്ട് ഇവിടെ ഉദ്ധരിച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങളിൽനിന്നു വിഭാവനം ചെയ്യാം. U^{235}ന്റെ ഓരോ അണുകേന്ദ്രവും ഭേദിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ മൂന്നുവീതം പുതിയ ന്യൂട്രാണുകൾ ഉണ്ടാവുന്നില്ലെന്നും ഓരോ സ്വതന്ത്ര ന്യൂട്രാണും അണുകേന്ദ്രഭേദനം ചെയ്യാവുന്ന ലക്ഷ്യത്തെ കണ്ടുമുട്ടുന്നില്ലെന്നതും കൊണ്ടാണ് ഇവിടെ പ്രസ്താവിച്ച തരത്തിൽ ദാവാനലന്യായത്തിൽ ഭേദനം വ്യാപിക്കാത്തതു്. U^{235}ന്റെ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമുള്ള ശൂന്യതയിൽ കൂടി ന്യൂട്രാണുകൾ നിർബ്ബാധം കടന്നുപോകുന്നതുകൊണ്ടു് അവയിൽ അനവധി ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവൎത്തനത്തിന്നുതകാതെ നഷ്ടപ്പെടുന്നു. മുൻ ഖണ്ഡികയിൽ ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവൎത്തനത്തിന്റെ മട്ട് കണക്കാക്കിയതു് ഗുണനഘടകം '3' എന്ന സങ്കല്പത്തിലാണ്. അതനുസരിച്ച് ഒരു അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ഭേദനം സംഭവിക്കുമ്പോൾ മൂന്നു സ്വതന്ത്രന്യൂട്രാണുകൾ ലഭിക്കും. അവ ഓരോന്നും ഓരോ അണുകേന്ദ്രം ഭേദിക്കും. പ്രതിപ്രവൎത്തനങ്ങൾ അങ്ങിനെ തുടൎന്നുപോകും. ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവൎത്തനത്തിന്റെ ഗുണനഘടകം '1' ആയിരുന്നാൽതന്നെ ഓരോ ഭേദനത്തിന്റേയും ഫലമായി

മറെറാരു ഭേദനം ഉണ്ടാവുകയും ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനം സ്വയം സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ട തുടരുകയും ചെയ്യും. ഭേദനത്തിൻെറ തോതു് ആശാസ്യമായനിലവാരത്തിൽ തുടന്നുപോകുന്നതായ ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനമാകുന്നു സ്വയം സംരക്ഷിതനിയന്ത്രിത ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനം. ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനം തുടന്നുപോരുവാൻ ഒരു അല്പിഷ്ഠപിണ്ഡം അണ്വിന്ധനം ഉണ്ടായിരിക്കണം. അതിനെ പ്രതിസന്ധിപിണ്ഡ (ക്രിററിക്കൽമാസ്)മെന്നു് പറയുന്നു. അണുകേന്ദ്ര ഭേദനഫലമായുണ്ടാകുന്ന ന്യൂട്രാണുകളിൽ വളരെഅധികവും ഇന്ധനപിണ്ഡത്തിൽനിന്നു് ബഹിർഗ്ഗമിക്കുന്നതായാൽ പ്രതിപ്രവത്തനവേഗം ക്രമത്തിൽ കുറയുകയും അവസാനം അതു് നിലക്കുകയും ചെയ്യും അതിന്നിടവരാതിരിക്കത്തക്കവെണ്ണം സ്ഥൂലമായുമിരിക്കണം പ്രതിസന്ധിപിണ്ഡം. അണുകേന്ദ്രഭേദനത്തിൽ ക്രമപ്രവൃദ്ധമായി നേടീട്ടുള്ള വിജയത്തിൻേറയും അണുശക്തി പ്രവത്തനക്ഷമമായി പ്രയോഗിക്കുവാനുള്ള കഴിവു നേടിയതിൻേറയും സംക്ഷിപ്ത ചരിത്രം ഇതാണു്. "ഒററയൊററ അണുക്കളുടെ ഉദ്ദേശരഹിതമായ അണുകേന്ദ്രഭേദനം-ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനം സാദ്ധ്യമാക്കുന്നതരത്തിൽ തുടന്നുള്ള ഭേദനങ്ങൾ—സ്വയം സംരക്ഷിത ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവത്തനങ്ങൾ—നിയന്ത്രിത സ്വയംസംരക്ഷിത ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനങ്ങൾ. ചിത്രം 10-ൽ കാണുന്നതു് സ്വയം സംരക്ഷിതശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവത്തനത്തിൻെറ ചിത്രീകരണമാകുന്നു.

അണുകേന്ദ്രസംയോജനവും ധാരാളം ചച്ചകൾക്കു് വിഷയമായിതീന്നിട്ടുണ്ടു്. അതുകൊണ്ടു് അതിൻെറ പ്രശാന്തപ്രയോഗങ്ങൾ ഒന്നുംതന്നെ പരസ്യമാക്കിയിട്ടില്ലെന്നിരിക്കിലും അണുകേന്ദ്രസംയോജനവും ഇവിടെ നിവ്വചിക്കുന്നു. ഭാരം കുറഞ്ഞ അണുകേന്ദ്രങ്ങളുടെ സംയോജനഫലമായ് ഭാരമേറിയ അണുകേന്ദ്രം രൂപീകൃതമാകുന്നതാണു് അണുകേന്ദ്രസംയോജനം. യഥാത്ഥത്തിൽ വൻതോതിൽ താപം പ്രയോഗിച്ചു അനവധിലക്ഷം ഡിഗ്രി ഊഷ്മാവിൻെറ നില

വാർത്തേക്കു തപിപ്പിക്കുന്നതു മൂലമാണു് അണുസംയോജനം സാദ്ധ്യമാകുന്നതു്. അണുകേന്ദ്രസംയോജനം ഒരു തരത്തിൽ അണുകേന്ദ്രഭേദനത്തിന്റെ വ്യതിക്രമം തന്നെ. അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ സംയോജിക്കുമ്പോൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന താപപരിമാണം അണുകേന്ദ്രഭേദനത്തിൽ നിന്നു് ലഭിക്കുന്നതിൽ അനവധിമടങ്ങാണു്. അണുകേന്ദ്രസംയോജനം വിജയകരമാക്കി തീർക്കുവാനുള്ള പരിശ്രമത്തിൽ അതിന്നാവശ്യമുള്ളത്ര വൻതോതിൽ താപം ഉല്പാദിപ്പിക്കാവുന്നതെങ്ങിനെയെന്നും, അതു് സംഭരിച്ചു് ആവശ്യംപോലെ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതെങ്ങിനെയെന്നുമുള്ള രണ്ടു പ്രധാന പ്രശ്നങ്ങൾ അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടിവരുന്നു. അണുസംയോജനത്തിന്റേതായി പ്രശാന്തപ്രയോഗങ്ങൾ വളരെ അധികം ഉണ്ടാവുമെന്നു് അണുശാസ്ത്രജ്ഞർ വിഭാവനം ചെയ്യുന്നുണ്ടെങ്കിലും പ്രവൎത്തനരംഗത്തിൽ അതിന്നുമുമ്പു ചെയ്തുതീർക്കേണ്ടതായി അനവധി കാൎയ്യങ്ങൾ കിടപ്പുണ്ടു്.

രണ്ടു്.

അണുപ്രതികാരകം (ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്റ്റർ)

വികസനസംഗ്രഹം.

ദ്രവ്യം യഥാൎത്ഥത്തിൽ ശക്തിഭണ്ഡാകാരമാണെന്നും ഏതൊരു ദ്രവ്യപിണ്ഡത്തിന്നും അതിൽ നിക്ഷിപ്തമായ ശക്തിക്കും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കുറിക്കുന്ന സൂത്രമായ $E=mc^2$ ഐൻസ്റ്റീൻ ഈ ശതകാരംഭത്തിൽ രൂപവല്ക്കരിച്ചുവെന്നും അണുശക്തിയിലെ പ്രഥമപാഠം വ്യക്തമാക്കുന്നു. ദ്രവ്യപിണ്ഡം ഗ്രാമിൽ കുറിക്കുന്ന സംഖ്യയെ പ്രകാശവേഗം സെൻറിമീററിൽ കുറിക്കുന്ന സംഖ്യയുടെ വൎഗ്ഗംകൊണ്ടു് ഗുണിച്ചു കിട്ടുന്ന ഫലമാകുന്നു ദ്രവ്യപിണ്ഡത്തിലെ ശക്തി എന്നാണു് സൂത്രത്തിന്റെ അൎത്ഥം.

അണുകേന്ദ്രത്തിൽ നിക്ഷിപ്തമായ വൻശക്തി സ്വതന്ത്രമാക്കാവുന്നതാണെന്ന് പ്രത്യക്ഷമായത് ഐൻസ്റ്റീൻ സൂത്രം പ്രഖ്യാപിച്ച് 35 കൊല്ലങ്ങൾക്കുശേഷമാണ്. 1938-ൽ ജർമ്മൻശാസ്ത്രജ്ഞരായ ഹാനും സ്ട്രാസ്മാനും യുറേനിയം അണുക്കളെ ന്യൂട്രോണുകൾകൊണ്ടാക്രമിച്ച് ഭേദിക്കുകയുണ്ടായി. എന്നാൽ ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽഅനുസ്യൂതമായി ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന സ്വതന്ത്ര ന്യൂട്രോണുകൾമൂലം അണുഭേദനം തുടർന്നുപോകാവുന്ന വസ്തുതയാണ് അണുശക്തിക്ക് പ്രായോഗികപ്രയോജനമുളവാക്കിയത്. ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവർത്തനം ആരംഭിക്കുവാനും തുടർന്നുപോവാനും നിയന്ത്രിക്കുവാനും ഉള്ള ഉപകരണമാകുന്നു പ്രതികാരകം. അതിൻെറ ഉപയോഗവും ധർമ്മവും അണുശക്തി പ്രശാന്തമായ പ്രയോഗങ്ങൾക്കു ഉപകരിക്കുന്നതെങ്ങിനെയെന്ന് വ്യക്തമാക്കുവാനുതകുന്നു.

ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരത്തിൻെറ ഘടനയിലും പ്രവർത്തനരീതിയിലും നിന്ന് മറെറല്ലാ പ്രതികാരകങ്ങളുടേയും ഘടനയും പ്രവർത്തനരീതിയും വ്യക്തമായി ഗ്രഹിക്കാവുന്നതാണ്. ലോകത്തിലെ ആദ്യത്തെ പ്രതികാരകം—അതൊരു ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകമായിരുന്നു—ചിക്കാഗോവിലായിരുന്നു സ്ഥാപിച്ചത്. അതിൻെറ നിർമ്മാണം 1942 ഡിസമ്പറിൽ പൂർത്തിയായി. രണ്ടാംലോകമഹായുദ്ധത്തിന്നിടയിൽ ആവിഷ്കരിച്ച ആ പദ്ധതിയുടെ രഹസ്യം സൂക്ഷിക്കുവാനായി പ്രതികാരത്തിന്ന്—അതൊരു നികരത്തിന്നു സദൃശമായിരുന്നു—പൈൽ എന്ന പേർ നൽകി.

അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞരെ ആദ്യത്തെ പ്രതികാരകനിർമ്മാണത്തിലേക്കാനയിച്ച ശാസ്ത്രീയസംഭവങ്ങളും വസ്തുതകളും അനുസ്മരണീയമാണ്. പ്രതികാരകത്തിലുപയോഗിക്കാവുന്ന ഇന്ധനനിർണ്ണയമായിരുന്നു അവർക്കഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടിവന്ന ആദ്യത്തെ പ്രശ്നം. യൂറേനിയം ഐസോടോപ്പുകളിലൊ

ന്നായ യൂറേനിയം—235നെ മന്ദഗാമി ന്യൂട്രാൺ ഭേദനം ചെയ്യുമെന്നും തന്മൂലം ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവർത്തനം സാദ്ധ്യമാകുമെന്നും ശാസ്ത്രജ്ഞർ മനസ്സിലാക്കി. എന്നാൽ പ്രകൃതിദത്തമായ യുറേനിയത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള യുറേനിയം 235,0·7 ശതമാനം മാത്രമാണ്. അതിൽ ബാക്കി മുഴുവനും യുറേനിയം 238 ആകുന്നു. അതിന്റെ അണുക്കളെ മന്ദഗാമി ന്യൂട്രാണുകൾ ഭേദനം ചെയ്യുന്നില്ല. പ്രകൃതിദത്തമായ യുറേനിയം വളരെ അധികമുണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമേ പ്രതികാരപ്രവർത്തനത്തിന്നാവശ്യമുള്ള യുറേനിയം 235 അതുൾക്കൊള്ളുകയുള്ളു. അതുകൊണ്ട് പ്രതികാരത്തിന്റെ വലുപ്പം കൂട്ടതലാക്കേണ്ടിവരുന്നു. യുറേനിയം 235 കൂടുതൽ ചേർത്ത് പ്രകൃതിദത്തമായ യുറേനിയത്തെ ഇന്ധനസമൃദ്ധമാക്കി പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാവുന്നതാണ്. തൽഫലമായി പ്രവർത്തനക്ഷമമമായും വലുപ്പം കുറഞ്ഞുമുള്ള പ്രതികാരകം നിർമ്മിക്കാം. എന്നാൽ പ്രതികാരത്തിലുപയോഗിക്കുന്ന ഇന്ധനം സമൃദ്ധമാക്കുവാൻ വേണ്ട ആവശ്യമുള്ള യുറേനിയം 235 ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതുതന്നെ മറെറാരു പ്രശ്നം ഉത്ഭവിപ്പിച്ചു. അതേവരെ പരിശോധനാലയങ്ങളിൽ ഭൌതികരീതികളവലംബിച്ച് വേർതിരിച്ചു തയ്യാറാക്കിയിരുന്ന യുറേനിയം 235ന്റെ പരിമാണം തുച്ഛവും പ്രക്രിയകൾ ക്ലേശകരവും ആയിരുന്നു. പ്രതികാരപ്രവർത്തനത്തിന്നാവശ്യമുള്ള യുറേനിയം 235 അങ്ങിനെ ശേഖരിക്കുവാൻ കഴിയുമായിരുന്നില്ല.

തുടർന്നുണ്ടായ അനവധി ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി യുറേനിയം 238ൽനിന്ന് യുറേനിയം 235 വേർതിരിക്കുവാനുതകുന്ന സമർത്ഥവും സങ്കീർണ്ണവുമായ വാതകപരിവ്യാപനം എന്ന പ്രക്രിയ വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. പ്രതികാരപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കാവശ്യമുള്ള യുറേനിയം 235 സജ്ജീകരിക്കുന്നതു അതു സാദ്ധ്യമാക്കി. ഈ ഗ്രന്ഥത്തിലെ പ്രതിപാദ്യം മനസ്സിലാക്കുവാൻ വാതകപരിവ്യാപനത്തിന്റെ സൂക്ഷ്മവശങ്ങളുടെ

ജ്ഞാനം അവശ്യം ആവശ്യമല്ല. പ്രതികാരകത്തിലെ ഇന്ധനത്തിൽ ഭേദനസാദ്ധ്യതയുള്ള പദാർത്ഥപിണ്ഡം—യൂറേനിയം 235—ഒരു നിശ്ചിതപരിമാണത്തിൽ കുറയാതുണ്ടായാൽ മാത്രമാണ് ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവർത്തനം തുടങ്ങുന്നതും തുടർന്നുപോകുന്നതും. 'ഭേദ്യ'ത്തിന്റെ അങ്ങിനത്തെ അല്പിഷ്ഠപിണ്ഡത്തിന്ന് പ്രതിസന്ധിപിണ്ഡം (ക്രിററിക്കൽമാസ്) എന്നു പേർ. ഇന്ധനത്തിൽ അത്രയും ഭേദ്യം ഉണ്ടെങ്കിൽ ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവർത്തനം തുടർന്നുപോവാൻ ആവശ്യമുള്ള സ്വതന്ത്രന്യൂട്രോണുകൾ ഇന്ധനപിണ്ഡത്തിൽതന്നെ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടും. അതുകൊണ്ട് യുറേനിയം 235 ചേർത്ത് ഇന്ധനം 'സമൃദ്ധമാക്കുക'യെന്നതും 'പ്രതിസന്ധിപിണ്ഡം' എന്നതും ബന്ധപ്പെട്ട ആശയങ്ങളാകുന്നു.

നിയന്ത്രിതശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്നു ഇന്ധനത്തിൽ യുറേനിയം 235 ന്റെ പ്രതിസന്ധിപിണ്ഡം ഉണ്ടാകേണ്ടതിനാൽ അതിലെ യുറേനിയം 235 ന്റെ തോതു വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതുമൂലം പ്രതികാരക വല്പ്പം കുറക്കാവുന്നതാണ്. ആദ്യം നിർമ്മിക്കപ്പെട്ട ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരത്തിലെ ഇന്ധനം സമൃദ്ധമാക്കിയ യുറേനിയം അല്ലായിരുന്നതിനാൽ അതിന്നു വലുപ്പം കൂടുതലുണ്ടായിരുന്നു. അതിൽ പ്രതിസന്ധിപിണ്ഡം യുറേനിയം 235 ഉൾക്കൊള്ളിക്കുവാൻ അതാവശ്യവുമായിരുന്നു. ഇപ്പോൾ യുറേനിയം 235 താരതമ്യേന കൂടുതലുള്ള ഇന്ധനമാണ് പ്രതികാരകങ്ങളിലുപയോഗിക്കുന്നത്. അവയുടെ വലുപ്പവും വളരെ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

ഇന്ധന പ്രശ്നം അങ്ങിനെ പരിഹരിക്കപ്പെട്ടു. തുടർന്നുണ്ടായി ന്യൂട്രാണിന്റെ വേഗം സംബന്ധിച്ചുള്ള പ്രശ്നം. യുറേനിയം 235ന്റെ അണുഭേദനഫലമായി ലഭിക്കുന്ന സ്വതന്ത്ര ന്യൂട്രാണുകൾ ശീഘ്രഗാമികളാണ്. അണുഭേദനം ഉളവാക്കുന്നവ സാങ്കേതികമായി 'താപവേഗം' എന്നു സൂചിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ചുരുങ്ങിയ വേഗത്തോടുകൂടിയ ന്യൂട്രാണുകളാകുന്നു. അവയെ മന്ദഗാമികളെന്നു പറയുന്നു. താരത

മേന്യ ചെറുതായുള്ള — ഭാരംകുറഞ്ഞ—അണുകേന്ദ്രങ്ങളുള്ള പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ അണുക്കളുമായി ആവൎത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന സംഘട്ടനങ്ങൾക്കു വിധേയമാക്കി ശക്തി കുറച്ചിട്ടാകുന്നു അവയുടെ വേഗം ശമിപ്പിക്കുന്നതു്. അതിന്നുപയോഗിക്കുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങളാകുന്നു വേഗശമകങ്ങൾ (മോഡറേറ്റേർസ്). കേന്ദ്രഭാരം കൂടുതലുള്ള അണുക്കളിൽ ചെന്നുമുട്ടുന്ന ശീഘ്രഗാമി ന്യൂട്രാൺ ശക്തിക്കോ വേഗത്തിന്നോ യാതൊരു കുറവും കൂടാതെ പിൻവാങ്ങുകയാണുണ്ടാവുക. ബില്യാർഡ് ബോർഡും, 'ക്യൂബോളും' പ്രസ്തുത ആശയം എളുപ്പത്തിൽ വ്യക്തമാക്കും. ബില്യാർഡ്ബോർഡിന്റെ ഉപധാനത്തിൽ തട്ടുന്നതായാൽ ക്യൂബോൾ മിക്കവാറും അതേ വേഗത്തിൽ പിൻവാങ്ങുന്നു. മറെറാരു പന്തിൽ തട്ടുന്നതായാൽ മിക്കവാറും അതിന്റെ ഭൂരിഭാഗം വേഗം—ചിലപ്പോൾ മുഴുവൻ വേഗവും ക്യൂബോൾ പന്തിനു പ്രദാനംചെയ്യുന്നു. ക്യൂബാൾ ശീഘ്രഗാമി ന്യൂട്രാണാണെന്നു് സങ്കല്പിക്കുന്നതായാൽ ഉപധാനം അണുഭാരം കൂടുതലായുള്ള ക്ഷുദ്രവേഗശമകവും, പന്തു് അണുഭാരം കുറവായുള്ള വിശിഷ്ട വേഗശമകവും ആയിത്തീരും.

അണുകേന്ദ്രത്തിന്റെ വലുപ്പവും ഭാരവും കുറയുന്നതോടൊപ്പം വേഗശമകങ്ങൾക്കു് ശീഘ്രഗാമി ന്യൂട്രണുകളെ നിഗരണം ചെയ്യുവാനുള്ള പ്രവണത ഇല്ലാതിരിക്കുകയും വേണം. അവ നിഗരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതായാൽ ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവൎത്തനത്തിന്നു് വേണ്ട ന്യൂട്രാണുകൾ ലഭിക്കുകയില്ല. ഭാരമേറിയ ജലത്തിന്റേയും ഗ്രാഫയിററിന്റേയും അണുക്കളാകുന്നു വിശിഷ്ടതമങ്ങളായ വേഗശമകങ്ങൾ. രണ്ടും പ്രതികാരകങ്ങളിൽ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു.

പ്രതികാരങ്ങൾ ആവിഷ്ക്കരിക്കുന്നതിലും നിൎമ്മിക്കുന്നതിലും നേരിടേണ്ടിവരുന്ന മറെറാരു പ്രശ്നം അവയിൽനിന്നു ബഹിൎഗ്ഗമിക്കാവുന്ന ന്യൂട്രാണുകളിലും ഗാമാരശ്മികളിലുംനിന്നു് പ്രവൎത്തകൎക്കു് രക്ഷനൽകുവാനുള്ള കരുതൽ

നടപടികൾ സംബന്ധിച്ചുള്ളതാണ്. ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകത്തിന്നു് ചുററും ഭാരവും വണ്ണവും കൂടുതലായുള്ള കോൺക്രീററ് 'മറ' നിർമ്മിച്ച് പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാം. ന്യൂട്രോണുകളെ നിഗരണം ചെയ്യുവാനുതകുന്ന വിശിഷ്ടപദാർത്ഥങ്ങളിലൊന്നാകുന്നു കോൺക്രീററു്. അണുപ്രസരത്തിൽനിന്നു രക്ഷ നൽകുന്നതു് പിണ്ഡാധിക്യം മാത്രമാണു്. 'മറ'യിലെ പദാർത്ഥം എന്തായാലും നിശ്ചിത തീവ്രതയുള്ള അണുപ്രസരം തടഞ്ഞുനിർത്തുവാൻ ആവശ്യമുള്ള പദാർത്ഥഭാരത്തിൽ അധികമൊന്നും വ്യത്യാസമുണ്ടാവുകയില്ല. പദാർത്ഥം സാന്ദ്രതരമായാൽ പ്രവർത്തനക്ഷമതയിൽ കുറവുകൂടാതെ അതിൻെറ വണ്ണം കുറയ്ക്കാവുന്നതാണു്. സാധാരണ ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകങ്ങളിൽനിന്നു് രക്ഷ നൽകുന്നവ നാലടി വണ്ണമുള്ള കോൺക്രീററുമറകളാകുന്നു. ഗാമാരശ്മികളെ തടഞ്ഞുനിർത്തുവാൻ കോൺക്രീററു മറകൾക്കുപുറമെ ഇരുമ്പുമറകളും നിർമ്മിക്കാറുണ്ടു്.

അതീവപ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നതാണ് ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവർത്തനനിയന്ത്രണം. ഓരോ അണുഭേദനത്തിൽനിന്നും തുടന്നുണ്ടാവുന്ന മറെറാന്നിന്നു ലഭിക്കുന്ന ന്യൂട്രോണുകളുടെ എണ്ണം അതിജാഗ്രതയായി നിയന്ത്രിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. നിയന്ത്രണദണ്ഡുകൾ അതിന്നുതകുന്നു. അവ നിർമ്മിക്കുന്നതു് ന്യൂട്രോണുകളെ നിഗരണം ചെയ്യുന്ന ബോറാണും അതിന്നു സദൃശമായ പദാർത്ഥങ്ങളുംകൊണ്ടാകുന്നു. ദണ്ഡുകളെ പ്രതികാരത്തിന്നുള്ളിൽ കടത്തി വെക്കുകയോ പുറത്തു വലിച്ചുനിർത്തുകയോ ചെയ്യാം. അകത്തു കടത്തിവെക്കുമ്പോൾ അവ കൂടുതൽ ന്യൂട്രോണുകളെ നിഗരണം ചെയ്യുന്നു, മുഴവൻ അകത്തു കടത്തിവെച്ചാൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉടനടി നിലക്കുന്നു, അഥവാ തുടങ്ങുന്നതുതന്നെയില്ല. ദണ്ഡുകൾ സാവധാനത്തിൽ പുറത്തുവലിക്കുമ്പോൾ ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവർത്തനം ആരംഭിക്കുന്നു, സ്വയം തുടന്നുപോകുന്നു. വൈദ്യുത പ്രക്രിയകൾ കൊണ്ടാകുന്നു ദണ്ഡുകൾ ചലിപ്പിക്കുന്നതു്. ദണ്ഡുകളെ ആവശ്യം

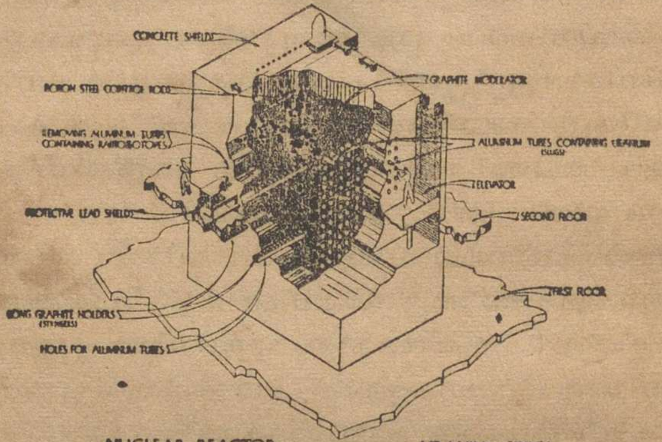
പോലെ അകത്തും പുറത്തുമായി ചാഞ്ചാടിച്ചു പ്രതികാരകം പ്രവർത്തനം സ്വയം നിയന്ത്രിക്കുന്നു.

ശൃംഖലാ പ്രതിപ്രവർത്തനം നിയന്ത്രണാതീതമാകാതിരിക്കാൻ പ്രത്യേകം കരുതൽ നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളുന്നു. വിദ്യുച്ഛക്തിവിതരണത്തിൽ ന്യൂനത സംഭവിക്കുമ്പോൾ പ്രതികാരക പാർശ്വങ്ങളിലെ തിരശ്ചീനമായുള്ള നിയന്ത്രണദണ്ഡുകൾ ചലിക്കാതാവുന്നു അപ്പോൾ വൈദ്യുതകാന്തത്താൽ താങ്ങിനിർത്തപ്പെട്ട് പ്രതികാരകത്തിന്നു മുകളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന നിയന്ത്രണദണ്ഡുകൾ സ്വയം താണ് പ്രതികാരകത്തിന്റെ മുകൾതലത്തിലുള്ള ദ്വാരങ്ങളിൽ കടന്നുനിന്ന് പ്രതിപ്രവർത്തനം നിയന്ത്രിക്കുന്നു. പരിവാഹത്തിൽ വിദ്യുത്ധാര പ്രവഹിക്കാതാവുമ്പോൾ വിദ്യുത്കാന്തത്തിന്റെ ശക്തി നശിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് അതു സംഭവിക്കുന്നതു്. പ്രതികാരകത്തിന്നുമുകളിലായി ചരടുകൾകൊണ്ടുതാങ്ങിനിർത്തപ്പെട്ട മറൊരു കൂട്ടം നിയന്ത്രണദണ്ഡുകളുമുണ്ടു്. ചരടുകൾ മുറിച്ചാൽ ഉടനടി അവ കീഴ്പ്പോട്ടുതാണ് പ്രതികാരകത്തിന്റെ മുകൾ തലത്തിലെ സരണികളിൽ കടന്ന് പ്രതി പ്രവർത്തനം നിയന്ത്രിക്കും. അണുശക്തിഗവേഷണരംഗത്തിൽ മറെറല്ലാ വശങ്ങളിലുമെ പോലെ ഇതിലും യാദൃച്ഛികസംഭവങ്ങൾ പ്രവർത്തനം തടയുവാൻ അനുവദിക്കുന്നില്ല.

ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകം.

ഒരു ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരത്തിന്റേതാകുന്നു ചിത്രം 11. അതീവശുദ്ധമായ ഗ്രാഫയിററ് ഇഷ്ടികകളുടെ സമഘനികാകാരത്തിലുള്ള ഒരട്ടുക്കാണതു്. വേഗശമകവും ഗ്രാഫയിററ് തന്നെ. പ്രതികാരകത്തിന്റെ വക്കുകൾ മുപ്പതടി നീളമുണ്ടു്. നാലംഗുലം വ്യാസമുള്ള സരണികൾ ആയിരത്തോളം അതിൽ കാണാം. ഇന്ധനം യുറേനിയം ദണ്ഡുകളോ ഗോളങ്ങളോ ആണ് അവയെ പ്രതികാരക സരണികളിൽ കടത്തിവെക്കുന്നു. ഉപകരണം തണുപ്പിക്കുന്നതു് വായുവാണ്. പാർശ്വ

ത്തിൽക്കൂടി വായു ധാരാളം കടന്നുപോകത്തക്കവണ്ണം നേരിയവയായിരിക്കും ഇന്ധനദണ്ഡുകളും ഗോളങ്ങളും. പ്രതികാരകത്തിൽ അകത്തുള്ള ഗ്രാഫയിററ് അട്ടക്കിന്നു ചുററുമായി ഒരടിവണ്ണത്തിൽ ഗ്രാഫൈററുറയുമുണ്ട്. അകം അട്ടക്കിൽനിന്നു ബഹിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ന്യൂട്രാണുകളെ ഉറ അകത്തു തന്നെ തിരിച്ചുവിടുന്നു.



NUCLEAR REACTOR —— URANIUM "PILE"

Figure 11

ചിത്രം—11,

അണുപ്രതികാരകം—യുറേനിയം ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകമാതൃകയുടെ രൂപരേഖ...വിവിധഭാഗങ്ങളുടെ ഘടനയും റേഡിയോ ഐസോടോപ് നിർമ്മാണത്തിന്നുള്ള ഉപായങ്ങളും കാണിക്കുന്നു.

ഗ്രാഫയിററ് ഉറക്കു ചുററുമുള്ള തുരങ്കങ്ങളിൽക്കൂടി പ്രവഹിച്ചാകുന്ന വായു പ്രതികാരകം തണുപ്പിക്കുന്നതു്. പാർശ്വങ്ങളിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്നവയോ മുകൾതലത്തിൽ കടത്തിവെക്കാവുന്നവയോവായി ആറുമുതൽ പത്തുവരെ നിയന്ത്രണദണ്ഡുകൾ പ്രതികാരകത്തിലുണ്ട്.

പ്രതികാരക പരിസരത്തിലുള്ള നിയന്ത്രണകോഷ്ഠത്തിൽനിന്നാകുന്നു സാങ്കേതിക വിദഗ്ദ്ധർ അവരുടെ ജോലി നിർവ്വഹിക്കുന്നതു്, എലക്ട്രാണിക്ക് ഉപകരണങ്ങൾ, ഫലങ്ങൾ സ്വയം രേഖപ്പെടുത്തുന്ന ആലേഖനങ്ങൾ, ക്ഷണിക

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
KOTTAYAM.

പ്രഭാദീപങ്ങൾ, പിടികൾ, മൊട്ടുകൾ തുടങ്ങിയുള്ള അനവധി ഉപായങ്ങൾക്കിടയിലിരുന്ന് അവർ പ്രതികാരക പ്രവത്തനത്തിൻെറ സങ്കീർണ്ണവശങ്ങൾ പ്രശാന്തമായി നിരീക്ഷിക്കുകയും നിയന്ത്രിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ന്യൂട്രാൺവികിരണങ്ങൾ, താപം, അണുപ്രസരം നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന ഭേദനഫലങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം ഓരോപ്രതികാരകത്തിൽനിന്നും ലഭിക്കാവുന്ന മൌലികഫലങ്ങളാണ്. അവയിലോരോന്നും ഉപയോഗിക്കുന്നതിൻെറ തരവും തോതും പ്രതികാരകത്തിൻെറ തരം, ഉദ്ദേശം എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഗവേഷണപ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രാഥമികോദ്ദേശം ദ്രവ്യരചനയിലും ഗുണങ്ങളിലും ഗവേഷണം നടത്തുന്നഅണുശാസ്ത്രജ്ഞന്നാവശ്യമുള്ള ന്യൂട്രാൺധാരകളുടെ ഉല്പാദനമാണ്. പ്രതികാരകത്തിന്നു മാത്രമാണന്നു സാദ്ധ്യമാവുക. ന്യൂട്രാൺ വിജ്ഞാനീയവികസനം സാദ്ധ്യമാക്കിയതും പ്രതികാരകംതന്നെ.

റേഡിയോഐസോടോപ്പുൽപാദനമാകുന്നു മററു ചില പ്രതികാരകങ്ങളുടെ ലക്ഷ്യം. അവയിൽനിന്നു അണുപ്രസരമുളവാക്കുന്ന ഭേദനഫലങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു. അവയിലെ ന്യൂട്രാൺപ്രവാഹങ്ങൾക്കോ, ന്യൂട്രാൺ അതിസ്രാവങ്ങൾക്കോ വിധേയമാക്കി അദീപ്തിമത്തുകളേയും ദീപ്തിമത്തുകളാക്കാവുന്നതാണ്. അതിന്നുതകുന്ന നടപടിക്രമങ്ങൾ വഴിയേകാണാം. ശക്ത്യുൽപാദകപ്രതികാരകങ്ങളും ഇപ്പോൾ ആവിഷ്കരിച്ചു സ്ഥാപിക്കപ്പെടുന്നു. അവയിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന മുഴുവൻ താപവുംപ്രയോജനകരമായിതീരുമെന്നാണു പ്രതീക്ഷ.

മേൽവിവരിച്ച മൂന്നുപ്രതികാരകങ്ങളുടേയും ധർമ്മങ്ങൾ ഏകാന്തികങ്ങളല്ല. പ്രത്യുത, അവ പരസ്പരം ഉല്ലംഘിച്ചുകിടക്കുന്നു. ഗവേഷണ പ്രതികാരകങ്ങൾ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുൽപ്പാദനത്തിന്നും, ശക്ത്യുൽപാദക പ്രതികാരകങ്ങൾ ശാസ്ത്രീയഗവേഷണങ്ങൾക്കുള്ള ശക്തിനൽകുവാനും ഉതകുമെന്നതിന്നു ഒട്ടും സംശയമില്ല.

മററു ഗവേഷണ പ്രതികാരകങ്ങൾ.

ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കുന്നവ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിൽ ഗവേഷണാവശ്യങ്ങൾ മുൻനിർത്തി സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്ന പ്രതികാരകങ്ങൾ മാത്രമാണു്. അണുശക്ത്യുൽപാദനത്തിന്നുതകുന്ന പ്രതികാരകങ്ങൾ നാലാംഅദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിക്കുന്നു.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിൽ, പ്രവർത്തിച്ചുപോന്നിരുന്നവയോ, നിർമ്മാണത്തിന്നും പ്രവർത്തനത്തിന്നും അനുമതി ലഭിച്ചവയോ ആയി എഴുപത്തിമൂന്നു പ്രതികാരകങ്ങളെങ്കിലും 1957-ൽ ഉണ്ടായിരുന്നു. പതിനേഴു പ്രതികാരകങ്ങൾ ആവശ്യം നിർവ്വഹിച്ചു കഴിഞ്ഞിരുന്നതിനാൽ പൊളിച്ചുനീക്കം ചെയ്യുമിരുന്നു. പ്രതികാരകങ്ങൾ സ്ഥാപിച്ചു സംരക്ഷിച്ചുപോന്നതു് സർവ്വകലാശാലകളും, ഗവേഷണാലയങ്ങളും, വ്യവസായസ്ഥാപനങ്ങളും, സർക്കാർവക സ്ഥാപനങ്ങളും ആയിരുന്നു. അവിടെ പലതരം ഗവേഷണ പ്രതികാരകങ്ങളാണുണ്ടായിരുന്നതു്. അതിപ്രധാനമായ ചില പ്രതികാരകങ്ങൾ മാത്രമേ ഇവിടെ സംക്ഷിപ്തമായി വിവരിക്കുന്നുള്ളു.

ഏററവും സൂക്ഷ്മമായും വിശദമായും പ്രതിപാദിച്ചുകഴിഞ്ഞ ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകത്തിന്നു സദൃശമാകുന്നു, ഓക്‌റിഡ്ജിലേയും ബ്രൂക്ക്ഹേവനിലേയും പ്രതികാരകങ്ങൾ. അവ വലിപ്പം കൂടിയവയും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നവയും കൂടിയാണു്. വിശ്രുതമായ ഓക്‌റിഡ്ജ് പ്രതികാരകം പന്ത്രണ്ടുകൊല്ലത്തിൽ കൂടുതലായി തുടർന്നു പ്രവർത്തിച്ചു പോരുന്നതും അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ ആഭ്യന്തര ആവശ്യങ്ങൾ നിർവ്വഹിക്കുവാനും, വിദേശങ്ങളിലേക്കു കയററിഅയക്കുവാനുമായി വേണ്ടിവരുന്ന റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളിൽ ഭൂരിഭാഗവും ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ചുവരുന്നതും ആകുന്നു. കൂടുതൽ ആധുനികവും വിവിധോദ്ദേശസാദ്ധ്യത്തിന്നുപയുക്തവുമാണു് ന്യൂയോക്കിലെ 'ലോങ് ഐലൻഡി'ൽ അപ്ടണിലുള്ള ബ്രൂക്ക്

ഹേവൻ ദേശീയ പരിശോധനാലയത്തിലെ ഗ്രാഫയിററു പ്രതികാരകം. ന്യൂയോക്കിൻെറ സമീപപ്രദേശങ്ങളിലും ബ്രൂക്ൿഹേവനിലും നടക്കുന്ന ഗവേഷണങ്ങൾക്കാവശ്യമുള്ള റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ അതിലാണുല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതെങ്കിലും അതു സ്ഥാപിതമായതു് പ്രധാനമായി ഗവേഷണാത്ഥമായിരുന്നു.

ഏററവും കൂടുതൽ പ്രവത്തനക്ഷമതയോടുകൂടി വിവിധോദ്ദേശങ്ങൾ നിവ്വഹിക്കുന്നതു് ഒരു പക്ഷേ ചിക്കാഗോ പൈൽ-5 (സി. പി. 5) എന്ന പേരിൽ പ്രസിദ്ധിയാർജ്ജിച്ചു് ആർഗൺ ദേശീയപരിശോധനാലയത്തിൽ പ്രവത്തിച്ചുപോരുന്ന ഗവേഷണപ്രതികാരകം ആയിരിക്കും. ഇന്ധനം ഭേദ്യയൂറേനിയസമൃദ്ധമാണു്. ന്യൂട്രാൺവേഗം ശമിപ്പിക്കുന്നതും പ്രതികാരകം തണുപ്പിക്കുന്നതും ഭാരമേറിയ ജലം തന്നെ. അതു് തീവ്രന്യൂട്രാൺ പ്രവാഹങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. പ്ലേററ് 2ൽ, അതിൻെറ ഛായാപടവും ചിത്രം 12ൽ പടവും കാണാം. ഇന്ധനം ഭേദ്യയൂറേനിയ സമൃദ്ധ

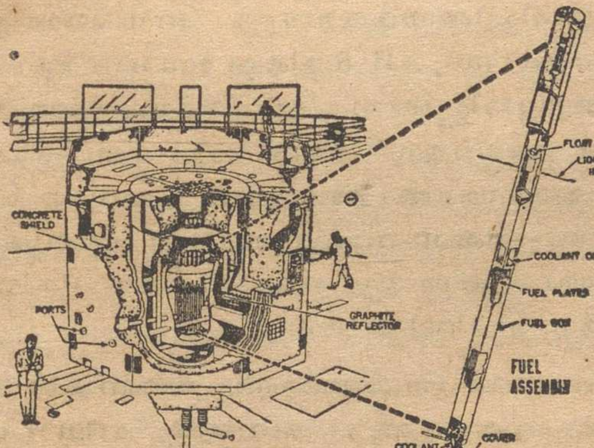


Figure 12

ചിത്രം 12

സി. പി. 5 — ഐ. രാ. അണുശക്തി കമ്മീഷൻ.

മായതിനാൽ അതിൻെറ വലുപ്പം മററു ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകങ്ങളേക്കാൾ കുറവാണ്. അതു് കൂട്ടതൽ ഒതുക്കി നിമ്മിക്കാവുന്നതാണ്. പ്രവത്തനക്ഷമതക്ക് ഒട്ടും കുറവുമില്ല. 20 അടി പീഠവ്യസവും 18 അടി ഉയരവുമുള്ള അഷ്ടകോണാകാരത്തിലുള്ളതാണ് സി. പി. 5. രണ്ടു മോട്ടാർകാറുകൾ നിത്താവുന്ന വാഹനാലയത്തിൻെറ വലിപ്പം മാത്രമാണതിനുള്ളതു്. അതിൻെറ എട്ടു പാശ്വങ്ങളിലും മുകൾതലത്തിലുമായി അമ്പതോളം സരണികൾ ഉണ്ടു്. അതിൽ അനവധി ഗവേഷണപദ്ധതികൾ ഏകകാലത്തിൽ നടപ്പിൽ വരുത്താവുന്നതാണ്. മുകൾതലത്തിലെ സരണികളാകുന്നു റേഡിയോ ഐസൊടോപ് ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. പ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രാഥമിക ഉദ്ദേശം റേഡിയൊഐസൊടോപ് നിമ്മാണമല്ലതന്നെ. എന്നാൽ ആർഗൺ ദേശീയപരിശോധനാലയത്തിലെ അർബ്ബുദഗവേഷണാസ്പത്രിയുടെ ആവശ്യങ്ങൾ നിർവ്വഹിക്കുവാൻവേണ്ടിവരുന്നവയും, വളരെ ചുരുങ്ങിയ കാലത്തേക്കുമാത്രം ദീപ്തിമത്വം പ്രദശിപ്പിക്കുന്നവയുമായുള്ള റേഡിയോഐസൊടോപുകൾ നൽകി സി. പി. 5 മികച്ച സേവനം അനുഷ്ഠിച്ചുവരുന്നു. അതുല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ചില റേഡിയോഐസൊടോപുകളുടെ അദ്ധായുസ് അല്പം ചില മണിക്കൂറുകളോ, അതിൽ കുറഞ്ഞ സമയമോ മാത്രമാണ്. അവയെ ത്വരിതഗതിയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വാഹനങ്ങളിലോ പ്രത്യേകവാഹകന്മാർ മൂലമോ അതുകുന്നു ഗവേഷണമോ രോഗചികിത്സയോ നടക്കുന്ന ആസ്പത്രിയിലെത്തിക്കുന്നതു്.

ഗവേഷണാവശ്യങ്ങൾക്കുതകുന്ന സരണികൾ പ്രതികാരകത്തിൽ വേറെയുമുണ്ടു്, അവയിൽ ചിലവ ശീഘ്രഗമി ന്യൂട്രാണുകൾ ധാരാളം കാണുന്ന പ്രതികാരകകേന്ദ്രത്തിൽതന്നെയെത്തുന്നു. വിവിധതരം പരീക്ഷണങ്ങൾക്കുള്ള നിയന്ത്രിത ന്യൂട്രാൺ പ്രവാഹങ്ങൾ അവയിൽക്കൂടി പുറ

ത്തേക്കു തിരിച്ചുവിടാവുന്നതാണു്. പ്രതികാരകത്തിലെ ഭാരമേറിയ ജലത്തിലും ചുററുമുള്ള ഗ്രാഫയിററ്മറയിലും ചെന്നുചേരുന്ന സരണികളുമുണ്ടു്. അവിടെ കാണുന്ന ന്യൂട്രാണുകൾ മന്ദഗാമികളാണു്. അവയെ ഈ സരണികളിൽ തിരിച്ചുവിട്ടു മന്ദഗാമി ന്യൂട്രാൺ പ്രവാഹങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കാം.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലേയും വിദേശങ്ങളിലേയും വിദ്യാർത്ഥികൾ പ്രതികാരകശില്പവിദ്യ പരിശീലിക്കുവാനും ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനുമായുള്ള അണുശാസ്ത്രീയ വാസ്തുവിദ്യാനിലയം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തി കമ്മീഷൻ ആർഗൺ പരിശോധനാലയത്തിൽ സ്ഥാപിക്കുകയും അവിടത്തെ സൌകര്യങ്ങൾ അതിനു ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്തു. അണുശക്തിയുടെ പ്രശാന്തപ്രയോഗങ്ങൾകൂടി ഒരു കാലത്തു് രഹസ്യമായി സൂക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. ആ കാലം ഇപ്പോൾ പമ്പ കടന്നിരിക്കുന്നു. ഒരു വ്യക്തിയോ രാഷ്ട്രമോ, 75 ഡാലർ മാത്രം ചെലവു ചെയ്യാൻ തയ്യാറുണ്ടെങ്കിൽ സി. പി. 5 നിർമ്മിക്കുന്നതിന്നാവശ്യമുള്ള മുഴുവൻ പ്ലാനുകളും ഛായാപടങ്ങളും വാസ്തുവിദ്യാരൂപരേഖകളുടെ പ്രതികളും സമ്പാദിക്കുവാൻ ഇന്നു ഞെരുക്കമില്ല.

ബാഹ്യരൂപത്തിൽനിന്നു് 'സ്വിമ്മിങ്പൂൾ' പ്രതികാരകമെന്നപേർ ആർജ്ജിച്ചിട്ടുള്ള മറെറാരുതരം ഗവേഷണപ്രതികാരകവും ഗവേഷണാവശ്യങ്ങൾ നിർവ്വഹിക്കുവാനായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ ധാരാളം ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. അതിൻെറ നിർമ്മാണത്തിന്നു വേണ്ടിവരുന്ന ചെലവു് 30000 ഡാളർ മാത്രമാണു്. അതു വിവിധോദ്ദേശങ്ങൾ സാധിപ്പിക്കുവാനുതകുന്നു. പ്രതികാരകത്തിൽ നടക്കുന്നതെല്ലാം ഗവേഷകർ നേരിട്ടു നിരീക്ഷിക്കുവാൻ കഴിയും. 20 അടി ആഴമുള്ള ഒരു തടാകത്തിൻെറ ആകൃതിയാണതിന്നുള്ളതു് (പ്ലെയിററ് 3). അതിൽ സാധാരണ

ജലം നിറച്ചിരിക്കും. ന്യൂട്രാണുകളുടെ വേഗം ശമിപ്പിക്കുന്നതും ഉപകരണം തണുപ്പിക്കുന്നതും സാധാരണജലംതന്നെ. തടാകത്തിലുള്ള ജലത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ യുറേനിയം ദണ്ഡുകളും നിയന്ത്രണദണ്ഡുകളും സ്ഥാപിച്ചിരിക്കും. അവിടെയാകുന്നു പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതു്. അതിൽനിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന അണുപ്രസരം തടയുന്നതും അതിലെ ജലംതന്നെ.

1955 ഗ്രീഷ്മത്തിൽ അണുശക്തിയുടെ പ്രശാന്തപ്രയോഗങ്ങൾ ചർച്ച ചെയ്യുവാനായി സ്വിസ്സർലൻഡിലെ ജനീവയിൽ വിളിച്ചുകൂട്ടിയ അന്താരാഷ്ട്രീയ സമ്മേളനത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ഔദ്യോഗികമായി പ്രദർശിപ്പിച്ച വസ്തുക്കളിൽ 'സ്വിമ്മിങ്പൂൾ' പ്രതികാരകവും ഒന്നായിരുന്നു. സമ്മേളനാവസാനത്തിൽ അതു് സ്വിസർലൻഡിന്നു് ഗവേഷണാവശ്യങ്ങൾക്കായി വില്ക്കുകയുണ്ടായി.

പ്രതികാരകശില്പവിദ്യയിൽ പരശീലനം നേടുന്ന വിദ്യാർത്ഥികൾക്കു് ഏററവും കൂടുതൽ പ്രയോജനകരമാണു് ഇത്തരം പ്രതികാരകം. ന്യൂട്രാൺ പ്രയോഗം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സാങ്കേതികമാർഗ്ഗങ്ങൾ സംബന്ധിക്കുന്ന ഗവേഷണങ്ങൾക്കു് അതു് വളരെയധികം ഉതകുന്നു

തീവ്ര ന്യൂട്രാൺ ധാരകൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന പ്രതികാരകങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചു വികസിപ്പിക്കുന്നതിന്നു് മാർഗ്ഗദർശിയെന്നവണ്ണം ആസൂത്രണം ചെയ്യപ്പെട്ടതാകുന്നു 4, 5 പ്ലെയിററുകളിൽ കാണുന്ന പദാർത്ഥപരിശോധകപ്രതികാരകം. ഇഡാഹോവിലെ പദാർത്ഥപരിശോധനാകേന്ദ്രത്തിലാകുന്നു അതു സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ളതു്. പ്രതികാരകനിർമ്മാണത്തിന്നുപയോഗിക്കുന്ന വിവിധ പദാർത്ഥങ്ങളിന്മേൽ ന്യൂട്രാൺ ആക്രമണം വരുത്തിക്കൂട്ടുന്ന ഫലങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതായിരുന്നു പ്രസ്തുത പ്രതികാരത്തിൻെറ പ്രാഥമികലക്ഷ്യം. എന്നാൽ അതു റേഡിയോഐസോടോപ്പുകളും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇന്ധനം

സമ്പുഷ്ടമായ യുറേനിയമാണ്. വേഗശമകവും ശീതകാരകവും സാധാരണജലംതന്നെ.

അവസാനം വിവരിക്കുവാനുള്ളതു് 1951ൽ ഇഡാഹോവിലെ ആർക്കോവിൽ ആർഗൺ ദേശീയപരിശോധനാലയത്തിൻെറ ആഭിമുഖ്യത്തിൽ ഇന്ധനോല്പാദന ഗവേഷണങ്ങൾക്കായി സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ട ഇന്ധനോല്പാദക പ്രതികാരകം തന്നെ (പ്ലേയിററ് 6, 13). അണുശക്തി പ്രതികാരകം

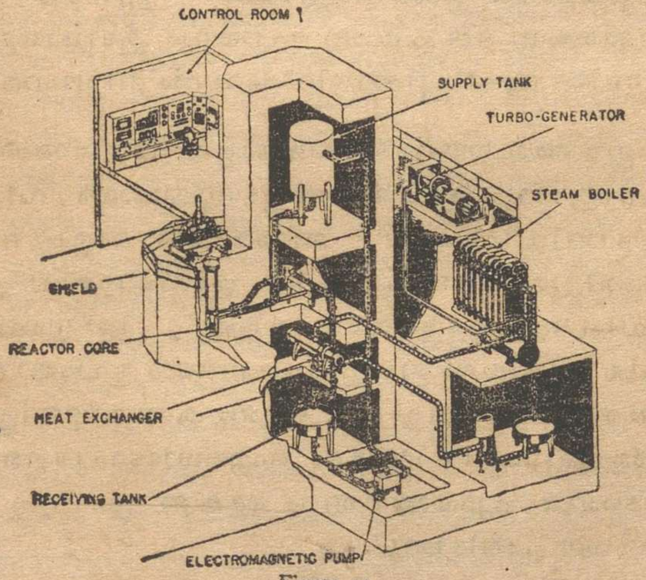


Figure 13

ചിത്രം 13.

പരീക്ഷണാത്മമുള്ള ഇന്ധനോല്പാദക പ്രതികാരകം—ആർഗൺ ദേശീയപരിശോധനാലയം,

വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദനത്തിന്നുപയോഗിക്കാവുതിൻെറ പ്രായോഗികത പരിശോധിച്ചു വ്യക്തമാക്കുക, പ്രതികാരകം തണുപ്പിക്കുവാൻ ദ്രവീകൃതലോഹം ഉപയോഗിക്കാവുന്നതിൻെറ പ്രായോഗികവശങ്ങൾ പരിശോധിക്കുക, പ്രതികാരകം പ്രവ

ത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ അതിലെ ഇന്ധനത്തിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ന്യൂട്രാണുകൾ ഉപയോഗിച്ചു് പുതിയ ഇന്ധനം ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനുള്ള സാദ്ധ്യത ആരായുക എന്നീ മൂന്നുദ്ദേശങ്ങളോടുകൂടിയായിരുന്നു പ്രസ്തുത പ്രതികാരകം ആവിഷ്ക്കരിച്ചതു്. ലക്ഷ്യങ്ങൾ മൂന്നും അണുശക്തികൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന കാര്യത്തിൽ പ്രത്യേക പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നതിനാൽ ഈ പ്രതികാരകത്തിൻെറ വിവരണം നാലാം അദ്ധ്യായത്തിൽ ഉൾക്കൊള്ളിക്കാം. എന്നാൽ ഗവേഷണങ്ങൾക്കുതകുന്ന ഒരു പ്രധാന ഉപായവും കൂടിയായതുകൊണ്ടു് അതിവിടെ സൂചിപ്പിക്കാതിരിക്കുവാനും നിവൃത്തിയില്ല.

ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ ഒരു മാതൃകാപ്രതികാരകത്തിൻെറ ബാഹ്യരൂപവും പ്രവർത്തനങ്ങളും സൂക്ഷ്മമായും വിശദമായും പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ പ്രവർത്തിച്ചുപോരുന്ന മററുചില പ്രതികാരകങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ചില സൂചനകളും നൽകിയിട്ടുണ്ടു്. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും സാങ്കേതിക വിദഗ്ദ്ധരും ഈ ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു നടത്തുന്ന ഗവേഷണങ്ങളും തന്മൂലമുണ്ടാകുന്ന നേട്ടങ്ങളും, എല്ലാററിനുമുപരിയായി റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ അതിപ്രധാനമായ പ്രയോജനങ്ങളും ആകുന്നു തുടർന്നുള്ള അദ്ധ്യായങ്ങളിലെ പ്രതിപാദ്യം.

മൂന്നു്.

അണുവുമായി സഹവസിക്കുമ്പോൾ.

കൂണിന്റെ ആകൃതിയിലുള്ള വൻമേഘപടലങ്ങളായി ആധുനിക മനുഷ്യന്റെ സ്മൃതിപഥത്തിൽ സ്ഥലംപിടിച്ചിട്ടുള്ള അണ്വായുധപ്രതിബിംബം തുടച്ചുനീക്കി അതിന്റെ സ്ഥാനത്ത് പ്രശാന്തമായ അണുവിന്റേതു് സ്ഥാപിക്കുന്നതു എളുപ്പമല്ല. പ്രശാന്തമായ അണു സൃഷ്ടിച്ചിട്ടുള്ള നൂതന ആശയങ്ങൾ, പ്രശ്നങ്ങൾ, സാങ്കേതിക കലാതന്ത്രങ്ങൾ, യന്ത്രങ്ങൾ എന്നിവയുൾക്കൊള്ളുന്ന സംക്ഷിപ്ത ചർച്ച അതിന്നുസഹായകമായിരിക്കും. അണുവിൽനിന്നു് മാനവസമുദായം പ്രതീക്ഷിക്കാവുന്ന ഗുണങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുവാനും പട്ടിണി, രോഗം, സാമ്പത്തികാസദ്‌വ്യയം എന്നിവക്കെതിരായുള്ള സമരത്തിൽ അണു ഇപ്പോൾതന്നെ നൽകിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്ന സംഭാവന മനസ്സിലാക്കുവാനും അണുവിന്റെ നിർമ്മാണാത്മകമായ വശം പരിശോധിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. അണുശക്തി ഉപയോഗിച്ചു് വിദ്യുച്ഛക്തിയും റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന രീതികൾ പ്രതിപാദിക്കുന്ന അദ്ധ്യായങ്ങൾ ഗ്രഹിക്കുന്നതിന്നു് അതു് അവശ്യം ആവശ്യമാകുന്നു.

ഇരുമ്പു്, ചെമ്പു് നാകം മുതലായ ലോഹങ്ങളുടെ അയിരുകളെപ്പോലെതന്നെയാകുന്നു യുറേനിയത്തിന്റെയും അയിരുകൾ ഖനനംചെയ്യെടുക്കുന്നതു്. യുറേനിയവും തോറിയവും അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ധാതു അയിരുകളുടെ നിക്ഷേപം ഇന്നറിവുള്ളേടത്തോളം വളരെ ചുരുക്കമാണു്. അവ അങ്ങിങ്ങായി ചിതറിക്കിടക്കുന്നു. യുറേനിയം അടങ്ങിയിട്ടുള്ള പ്രധാന ഖനിജങ്ങൾ പിച്ച്ബ്ളെൻഡ്, ഡവിഡയിററ്, കാർനോടയിററ് എന്നവയാകുന്നു. കാർനൊടയിററിൽ വളരെക്കുറച്ചുമാത്രമാണു് യുറേനിയം അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതു്. എന്നാൽ അതിന്റേതായി സുപ്രാപ്യമായ നിക്ഷേപങ്ങൾ ധാരാളംഉണ്ടു്. അതുകൊണ്ടു് കാർനൊടയിററും പിച്ച്ബ്ളെൻഡിന്റെയും ഡവിഡയിററിന്റേയും അത്രതന്നെ പ്രാധാന്യം അർഹ

ക്കുന്ന ലോഹമൂലമായിത്തീരുന്നു. ഇന്നു നമുക്കുകിട്ടുന്ന തോറിയം മിക്കവാറും മോണോസയിറ്റിൽനിന്നാണു് ലഭിക്കുന്നതു്. ഇനിയും ഖനനം ചെയ്യപ്പെടാതെ കിടക്കുന്നതായി തോറിയത്തിന്റെയും യൂറേനിയത്തിന്റെയും നിക്ഷേപങ്ങൾ ഉള്ള രാജ്യങ്ങളും അവ ഉൽപാദിക്കപ്പെടുന്ന രംഗങ്ങളും ചോടെ കുറിക്കുന്നു. സോവിയററ് യൂനിയനിലും പാശ്ചാത്യവത്തിക ളായ രാജ്യങ്ങളിലും ഉള്ള യൂറേനിയം ഖനിജങ്ങളെക്കുറിച്ചു് നമുക്കുള്ള അറിവു് 'ഇരുമ്പുമറ' പ്രമാദാത്മകമാക്കിത്തീക്കുന്നു.

യൂറേനിയത്തിന്റെയും തോറിയത്തിന്റെയും ഉല്പാദനരംഗങ്ങളും നിക്ഷേപങ്ങളും.

യൂറേനിയം ഉല്പാദന രംഗങ്ങൾ.	മററു യൂറേനിയം നിക്ഷേപങ്ങൾ.	
അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾ	സ്വീഡൻ	ചിലി
കാനഡ	ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടൻ	ബ്രസിൽ
തെക്കെ ആഫ്രിക്ക	ഇററലി	ഇൻഡ്യ
ബെൽജിയൻ കോംഗോ	ജർമ്മനി	
ആസ്ത്രേലിയ	മൊറാക്കോ	
ഫ്രാൻസ്	മെഡഗാസ്കർ	
പോർച്ചുഗൽ	കൊളമ്പിയ	
അർജൻറിന	പെറു	
സ്പെയിൻ	ബൊലിവിയ	

തോറിയം ഉല്പാദന രംഗങ്ങൾ	മററു തോറിയം നിക്ഷേപങ്ങൾ.
അമേരിക്കൻ ഐക്യരാജ്യങ്ങൾ	തയിലൻഡ്
ബ്രസിൽ	മലയൻസംയുക്തരാജ്യങ്ങൾ
തെക്കെ ആഫ്രിക്ക	കൊറിയ
മെഡഗാസ്കർ	ഫൊർമോസ
ഇൻഡ്യ	ടാസ്മാനിയ
ആസ്ത്രേലിയ	ന്യൂസിലൻഡ്

* മൂലം. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ അണുശക്തി കമ്മീഷൻ.

യുറേനിയത്തിൻെറയും തോറിയത്തിൻെറയും അയിരുകളിലുള്ള ഖനിജങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ദീപ്തമൂലകങ്ങൾ ഉത്സർജ്ജനം ചെയ്യുന്ന വികിരണങ്ങൾ അവയുടെ സാന്നിദ്ധ്യം പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്തുമെന്ന ഒരു മെച്ചം അവക്ക് മററ് അയിരുകളെ അപേക്ഷിച്ചുണ്ട്. അങ്ങിനത്തെ വികിരണങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ ഗീഗർ മാനികളും സ്ഫുരണമാനികളും ഉതകുന്നു. ദീപ്തിമൽപദാർത്ഥങ്ങൾ ഭൂമിക്കുള്ളിലായിരുന്നാലും ഉപരിതലത്തിലായാലും അവയിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതിന്നു പുറമെ വികിരണങ്ങളുടെ തീവ്രത അവയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള യുറേനിയത്തിൻെറയോ തോറിയത്തിൻെറയൊ തോതും വ്യക്തമാക്കുന്നു.

യുറേനിയം നിക്ഷേപങ്ങൾ അന്വേഷിച്ചുചെല്ലുന്നവരുടെ വശമുള്ള ഗീഗർമാനികളുടെ 'ക്ലിക്' ശബ്ദം ആ അമൂല്യലോഹത്തിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വിദ്യുത് കോശങ്ങൾ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന ലഘുവായ ഗീഗർമാനി മുതൽ വളരെയധികം ചെലവുവരുന്നവയും, ഭാരമേറിയവയും, വാഹനങ്ങളിൽമാത്രം കൊണ്ടുചെല്ലാവുന്നവയും, അതിസങ്കീർണ്ണഘടനയുള്ളവയുമായ സാമഗ്രികൾ വരെയായി അണുപ്രസരം കണ്ടുപിടിക്കുവാനുപകരിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ അനവധി ഉണ്ട്. സുപ്രാപ്യമല്ലാത്ത ഉൾനാടുകളിൽ ഉപകരണങ്ങൾ വഹിച്ചുചെല്ലുന്ന വിമാനങ്ങൾ താണു പറന്ന് യുറേനിയം നിക്ഷേപങ്ങൾ അന്വേഷിക്കുന്നു.

അമേരിക്കൻഐക്യനാടുകളിൽ യുറേനിയം ഖനനം ചെയ്യുന്നതു് വ്യക്തികളോ, നിയമാനുസൃതം സംഘടിതമായ സ്ഥാപനങ്ങളോ, സർക്കാർ നിയോഗിക്കുന്ന അന്വേഷകരോ ആവാം. എന്നാൽ അവിടെ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന മുഴുവൻ യുറേനിയവും സമ്പാദിച്ചുസൂക്ഷിക്കുവാനുള്ള അവകാശം അമേരിക്കൻ ഐക്യരാഷ്ട്രഅണുശക്തി കമ്മിഷന്നുമാത്രമാണുള്ളതു് 1954-ലെ അണുശക്തി നിയമം നൽകുന്ന അധി

കാരം അവലംബിച്ച് നിയമാനുസൃതമായും നിശ്ചിതവില ക്കും സക്കാരിൽനിന്ന് അനുമതിപത്രം ലഭിച്ചവക്ക് സംസ്കൃതവും അസംസ്കൃതവുമായ യുറേനിയം ആവശ്യമനുസരിച്ച്. വിതരണം ചെയ്യുന്നതിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതും അണുശക്തി കമ്മിഷൻതന്നെ.

അണുപ്രതികാരക (റിയാക്ടർ)ങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുവാൻ യുക്തമായ ഇന്ധനമായി യുറേനിയം ശുദ്ധീകരിക്കുന്ന പ്രക്രിയ അതിസങ്കീണ്ണവും കുഴപ്പം പിടിച്ചതുമാകുന്നു. അതു വിശദീകരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് സാമാന്യജനങ്ങൾക്കു് പ്രയോജനം ഉണ്ടാവാനില്ല. അതിന്നു പരക്കെ പ്രയോഗിക്കുന്നതു് വാതകപരിവ്യാപനം എന്ന പ്രക്രിയയാകുന്നു. ആദ്യം അണ്വായുധം നിർമ്മിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള തോതിൽ അണുഭേദനത്തിന്നുതകുന്ന പദാർത്ഥങ്ങൾ ഉദ്ധരിക്കുവാനും, പിന്നീടു് അണുശക്തി പ്രയോജനകരമായ യാഥാർത്ഥ്യമാക്കിത്തീക്കുവാനും ഉള്ള ഉദ്ദേശത്തോടുകൂടി രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിൻെറ അവസാനത്തോടടുത്തു് സംഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ട ഒരു വൻ വ്യവസായ സംരംഭത്തിൻെറ ഫലമായി വികസിച്ചതാണു് വാതകപരിവ്യാപനം. ടെന്നസിയിലെ ഓക്റിഡ്ജിലുള്ള വാതകപരിവ്യാപനയന്ത്രസ്ഥാപനം നാല്പതു ഏക്ര വിസ്തീണ്ണമുള്ള സ്ഥലത്തിലാണു് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു്. ടെന്നസി വാലി അതോററിററിയുടെ ആഭിമുഖ്യത്തിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിയിൽ അമ്പതുശതമാനവും ഓക്റിഡ്ജ് സ്ഥാപനംതന്നെയാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. അതു് വിദ്യുച്ഛക്തിക്കുമാത്രമായി ആണ്ടുതോറും 60000 000 ഡാളർ ചെലവഴിക്കുന്നു.

ആരോഗ്യവിജ്ഞാനീയം—ഹെൽത്ത് ഫിസിക്സ്

x (എക്സ്) രശ്മി കണ്ടുപിടിച്ചതിനും റേഡിയം വേർതിരിച്ചെടുത്തതിനുംശേഷം എപ്പോഴും തന്നെ ആ രണ്ടു മൂലങ്ങളിലും നിന്നു് അണുപ്രസരം ക്രമാതീതമായി ഏല്ക്കുന്നതുകൊണ്ടുണ്ടാ

കാവുന്ന അപായങ്ങൾ ശാസ്ത്രജ്ഞർ പൂർണ്ണമായിമനസ്സിലാക്കി യിട്ടുണ്ട്. ആദ്യകാലത്തിൽ ദീപ്തിമത് പദാർത്ഥങ്ങളും രശ്മി ജനകങ്ങളും കൈകാര്യം ചെയ്തിരുന്നവർ പരിശീലനം ലഭിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞർ മാത്രമായിരുന്നു. അതുകൊണ്ടു ക്രമാതീതമായ അണു പ്രസരത്തിൽനിന്നു രക്ഷനേടുന്നതും അതിന്നു് ആവശ്യമുള്ള കരുതൽനടപടികൾ എടുക്കുന്നതും ചില വ്യക്തികളുടെമാത്രം കാര്യമായിരുന്നു. ഇപ്പോൾ സ്ഥിതിവ്യത്യസ്തമാണ്. ഈ ശതകത്തിലെ മൂന്നാംദശകത്തിൻെറ അവസാനഘട്ടത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ x (എക്സ്) രശ്മിയിലും അണു പ്രസരത്തിലും നിന്നു രക്ഷനേടുന്നതിന്നു യുക്തമായ ഉപദേശങ്ങൾ നൽകുവാൻ സർക്കാർ ഒരു സമിതി നിയമിച്ചു. അതുൾപ്പെടെ രാഷ്ട്രീയവും അന്താരാഷ്ട്രീയവുമായ അനവധി സംഘങ്ങൾ അണുപ്രസര സഹിഷ്ണുതാ നിലവാരം നിർദ്ദേശിക്കുവാനുള്ള നടപടികൾ സ്വീകരിച്ചു.

1912-ൽ അണുശക്തി വികസനരംഗത്തിൽ ജോലി ചെയ്യുന്നവരുടെ എണ്ണം വളരെയധികമായിതീർന്നു. കൂടുതൽ വ്യക്തികൾ അണുപ്രസരം വരുത്തിതീർക്കാവുന്ന കെടുതികൾക്കു വിധേയരായി. അതോടൊപ്പം അണുഭേദനഫലമായുണ്ടാകുന്ന പ്രസരത്തിൻെറ തീവ്രത അതിന്നു മുമ്പു ഏതു കാലത്തും അനുഭവിക്കേണ്ടിവന്നതിൽ കൂടുതലായി. ഒരു സംഗതി അതു വ്യക്തമാക്കും ഒരു അണുകേന്ദ്രപ്രതികാരത്തിലെ ക്ഷീണിച്ച യുറേനിയത്തിലും അണുഭേദനം നടന്നുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കും. തന്മൂലം അതിൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന പ്രസരം കഴിഞ്ഞ അരനൂററാണ്ടിൽ ഒട്ടാകെ ഉല്പാദിപ്പിച്ചിരുന്ന യുറേനിയത്തിൽ— അതു രണ്ടരറാത്തൽ ആയിരുന്നു — നിന്നുണ്ടാകാവുന്ന പ്രസരത്തിൻെറ അനവധി ആയിരംമടങ്ങാകുന്നു.

ക്രമാതീതമായ അണുപ്രസരത്തിൽനിന്നുള്ള അപായം അങ്ങിനെ അണുശക്തിരംഗത്തെ ഒട്ടാകെ ബാധിക്കുന്ന ഒരു വൻകിട പ്രശ്നമായി ചമഞ്ഞു. റേഡിയോഐസോടോപ്പ

കൾ അനുഗാമി (ട്രേസർ) കളായുള്ള ലഘുപ്രയോഗംതുടങ്ങി വൻതോതിൽ യുറേനിയം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതുവരെയുള്ള എല്ലാ പ്രവർത്തനരംഗങ്ങളിലും വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന ഈ പ്രശ്നം പരിഹരിക്കുവാനായി 'ആരോഗ്യവിജ്ഞാനീയം' (ഹെൽത്ത്ഫിസിക്ക്സ്) എന്ന നൂതന ശാസ്ത്രവിഭാഗം വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. ക്രമാതീതമായി അണുപ്രസരം ഏല്ക്കുന്ന വ്യക്തികൾക്കുണ്ടാകാവുന്ന കെടുതികളെക്കുറിച്ച് അറിവില്ലാത്തവരും, ജോലിത്തിരക്കുകൊണ്ട് ആവശ്യമുള്ള കരുതൽ നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളുവാൻ സൌകര്യം ലഭിക്കാത്തവരുമായ ജോലിക്കാരെ സുരക്ഷിതരാക്കുന്നതാകുന്നു ആ ശാസ്ത്രവിഭാഗത്തിൻെറ ലക്ഷ്യം. ആരോഗ്യശാസ്ത്രവിദഗ്ധൻെറ ധർമ്മമാകുന്നു, അണുപ്രസരസഹിഷ്ണുതാനിലവാരം നിർണ്ണയിക്കുന്നതു്. ക്രമാതീതമായ അണുപ്രസരം ഉണ്ടാകാവുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ മുൻകൂട്ടിയറിഞ്ഞു് താക്കീതു് നൽകാനുള്ളതുകൊണ്ടു് അദ്ദേഹം വിവിധപരിതഃസ്ഥിതികളിലും വ്യത്യസ്ഥ ഉപാധികൾക്കുവിധേയമായും ഉണ്ടാവുന്ന അണുപ്രസരം കണ്ടുപിടിക്കുകയും അണുപ്രസരത്തിൽനിന്നു് രക്ഷ നേടുവാനുള്ള വിവിധമാർഗ്ഗങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

അണുപ്രസരാപായങ്ങൾ ഇപ്പോൾ ഇല്ലെന്നുതന്നെ പറയാം. ആരോഗ്യവിജ്ഞാനീയത്തിന്നും അതു് വികസിപ്പിച്ചു് അനുഷ്ഠാനത്തിൽ കൊണ്ടുവന്ന ആരോഗ്യശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർക്കും കൈവന്നിട്ടുള്ള വൻവിജയത്തിന്നു അതു് സാക്ഷ്യം വഹിക്കുന്നു. മററു വ്യാവസായികരംഗങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന അപായങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ചു് ക്രമാതീതമായ അണുപ്രസരംകൊണ്ടുള്ള വൻകിട അപായങ്ങൾ അണുശക്തിരംഗത്തിൽ സംഭവിച്ചിട്ടില്ല. ആരോഗ്യശാസ്ത്രവിദഗ്ധൻെറ മേൽനോട്ടത്തിൽ യുക്തമായ കരുതൽനടപടികൾ സ്വീകരിക്കുന്നതായാൽ അണുപ്രസരത്തിൻെറ തീവ്രതയെന്തുതന്നെയായാലും ആരംഗത്തിൽ സുരക്ഷിതമായി പ്രവർത്തിക്കാവുന്നതാണു്.

അണുപ്രസരം ശരീരത്തിന്നു് കെടുതിവരുത്തുന്നതെങ്ങിനെയെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇനിയും പൂർണ്ണമായി മനസ്സിലാക്കീട്ടില്ല. അണുവികിരണങ്ങൾക്കു് പദാർത്ഥങ്ങളെ 'അയോണീകരിക്കുവാനുള്ള കഴിവാകുന്നു അണുപ്രസരത്തെ അത്രയുമധികം അപായകരമാക്കിത്തീർക്കുന്നതു് എന്നു വിശ്വസിക്കുന്നു. ശരീരത്തിലുള്ള വിവിധ സംയുക്തങ്ങളിലെ അണുക്കളുടെ പരിധിയിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രോണുകളെ പുറംതള്ളുവാൻ വികിരണങ്ങൾക്കുള്ള കഴിവാകുന്നു 'അയോണീകരണം'. അതിൻെറ ഫലമായി പലപ്പോഴും ശരീരത്തിലെ സജീവകോശ (സെൽ) ങ്ങൾ നശിക്കുകയോ അവക്കു് വിഭജിച്ചു് വർദ്ധിക്കുവാനുള്ള കഴിവു് നഷ്ടപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നു. തന്മൂലം വളർച്ച തടയപ്പെടുന്നു.

അണുപ്രസരത്തിൻെറ നശീകരണശക്തിതന്നെ ഗുണഫലങ്ങളുമുളവാക്കുന്നു. ഗാമാവികിരണങ്ങൾ അവയവങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന ഹാനികരമായ മുഴകളിലെ അർബ്ബുദബാധിതകോശങ്ങളുടെ വളർച്ച തടയുകയും അവ വർദ്ധിച്ചു വ്യാപിക്കാതാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ രോഗചികിത്സക്കുതകുന്ന രീതിയുടെ പ്രതിപാദനത്തിൽ (അദ്ധ്യായം 9) ഈ വിഷയവും ചർച്ചചെയ്യുന്നു.

അണുപ്രസരത്തിൻെറ സഹിഷ്ണുതാ നിലവാരമെന്തു് ?

അണുപ്രസരം "റോൺജനു"കളിലാകുന്നു അളക്കുന്നതു്. പ്രമാണമർദ്ദത്തിലും (പൂജ്യം) '0' ഡിഗ്രി സെൻറിഗ്രേഡ് ഊഷ്മാവിലും ഒരു ഘനസെൻറിമീററർ ശുഷ്ക്കവായുവിൽ അയോണീകരണഫലമായി ഒരു മാത്ര സ്ഥിരവിദ്യുത്— അതു് അധിവിദ്യുത്തോ ഊനവിദ്യുത്തോ ആവാം— ആധാനം ചെയ്യുവാൻ ആവശ്യമുള്ള x രശ്മി സഞ്ചയത്തിൻെറയോ ഗാമാരശ്മിസഞ്ചയത്തിൻെറയോ പരിമാണമാകുന്നു ഒരു 'റോൺജൺ.' ഒരാഴ്ചയിൽ 0.1 റോൺജൻ പ്രസരം ഏതൊരു വ്യക്തിയും അപായംകൂടാതെ ഏല്ക്കാവുന്നതും സഹിക്കാവുന്നതു

മാണ്. അമേരിക്കൻ ഐക്യരാജ്യങ്ങളിലെ ദേശീയ അണു പ്രസരപ്രതിരോധ കാര്യനിർവ്വഹണ സമിതി 1956 മേമാസത്തിൽ ചെയ്ത ശുപാർശയാണിത്. ഈ സഹിഷ്ണുതാമാത്ര ശരീരത്തിലാകമാനം ഏല്ക്കാവുന്നതാകുന്നു.

ശരീരത്തിൽ ചില പ്രത്യേകഭാഗങ്ങളിൽമാത്രമായി ഇതിൽ കൂടുതൽ പ്രസരം കഠിനമായ കെടുതികൂടാതെതന്നെ കൊള്ളിക്കാവുന്നതാണ്, അതു ചെയ്യുകയും പതിവുണ്ട്. അർബ്ബുദബാധിതമായ ചർമ്മചികിത്സയിൽ 5000 റോൺജൻ പ്രസരമാണുപയോഗിക്കുന്നത്. ഒരു തഴമ്പുമാത്രമാണ് അതേല്പിക്കുന്നഭാഗത്തവശേഷിക്കുന്നത്. സ്ഥിരമായ ദോഷഫലം ഒന്നുംതന്നെയുണ്ടാവുന്നില്ല. എന്നാൽ ശരീരത്തിൽ ആകമാനമായി 500 റോൺജൻ X റേ ഒരേതവണയിലായി ഏല്പിച്ചാൽ അതേല്ക്കുന്ന മിക്ക വ്യക്തികളും മരിച്ചേക്കാം. ആഴ്ചയിൽ 0·1 റോൺജൻ വീതം പ്രസരമേല്ക്കുന്നതുകൂടി വളരെ ജാഗ്രതയോടുകൂടിയാവേണ്ടതാണ്. 0·1 റോൺജൺ ഒരാഴ്ചയിലെ അഞ്ചുദിവസങ്ങളിലായി ഇടവിട്ട് ഏല്ക്കുന്നതുകൊണ്ടുള്ള ദോഷം ഒരു ദിവസത്തിൽമാത്രമായി അത്രയും പ്രസരം ഏല്ക്കുന്നതുകൊണ്ടുണ്ടാവുന്നതിൽ കുറവായിരിക്കും.

മനുഷ്യന്നു് അണുപ്രസരം ചെറുത്തുനില്ക്കുവാനുള്ള ജന്മവാസനയില്ലെന്നതു് ദൌർഭാഗ്യകരംതന്നെ. അണുപ്രസരത്തിന്നു വിധേയമാകുന്ന വ്യക്തി, കാര്യം ഗ്രഹിക്കാതെതന്നെ ഏല്ക്കുന്ന അണുപ്രസരത്തിൽനിന്നു് ശരീരത്തിന്നു സാരമായ കേടു് പറ്റിയേക്കാം. അണുപ്രസരമൂലങ്ങളായ ദീപ്തിമത് പദാർത്ഥങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന ഓരോ വ്യക്തിയും അവനവൻ ഏല്ക്കുന്ന അണുപ്രസരത്തിൻെറ തീവ്രതയും വ്യാപ്തിയും അടിക്കടിയും നിരന്തരമായും മനസ്സിലാക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കേണ്ടതു് ഒഴിച്ചുകൂടാത്ത ഒരു ആവശ്യമായിത്തീരുന്നു. മനുഷ്യശരീരം ഏല്ക്കുന്ന അണുപ്രസരത്തിൻെറ തീവ്രത തുലോം കുറവായിരുന്നാൽ അതിന്നു കെടുതിയുണ്ടാവുകയില്ലെന്നതു

കൊണ്ടു് ഇവിടെ പ്രസ്താവിച്ച തരത്തിൽ കരുതൽ നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളുന്നതായാൽ അണുപ്രസരം പേടിക്കേണ്ടതില്ലെന്നു് വിശ്വസിക്കാം. ബഹിരാകാശത്തിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രപഞ്ച (കോസ്മിക്) രശ്മികളും ശരീരത്തിലുള്ള റേഡിയൊ കാർബണും, വായുവിലും, ഭൂമിയിലെ ഖനിജപദാർത്ഥനിക്ഷേപങ്ങളിലും ഘടികാരങ്ങളുടെ തിളങ്ങുന്ന മുഖഫലകങ്ങളിൽ തന്നെയും നിന്നുണ്ടാകുന്ന അണുപ്രസരങ്ങളും മനുഷ്യരെല്ലാം വരേയും അനവരതം ബാധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന വസ്തുത അല്പം മനസ്സമാധാനമുളവാക്കുവാൻ പര്യാപ്തമാണു്.

<u>അണുപ്രസരപ്രബോധനം (മോണിററിങ്ങ്)</u>

അണുശക്തിരംഗത്തിൽ ആരോഗ്യശാസ്ത്രജ്ഞൻ നിർവ്വഹിക്കേണ്ട പ്രധാനധർമ്മങ്ങളിലൊന്നു് വ്യക്തികൾ നിഗരണം ചെയ്യുന്ന അണുപ്രസരത്തേയും പ്രവർത്തന രംഗങ്ങളിലും പദാർത്ഥങ്ങളിലുംനിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന അണുപ്രസരത്തിന്റെ തീവ്രതയേയും കൃത്യമായും നിരന്തരമായും നിർണ്ണയിക്കുന്നതാകുന്നു. ഈ നടപടിക്രമത്തിന്നു അണുപ്രസരപ്രബോധനം എന്നു പേർ. പ്രബോധനം രണ്ടുതരങ്ങളുണ്ടു്. (1) വ്യക്തിപ്രബോധനം (2) രംഗപ്രബോധനം.

വ്യക്തിപ്രബോധനത്തിന്നുതകുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ സാധാരണയായി ഛായാഗ്രാഹകപടലവും അയോണീകരണകോഷ്ഠവും ആകുന്നു. അവ രണ്ടും അണുപ്രസരത്തിന്റെ അയോണീകരണ പ്രാപ്തിയെയാകുന്നു അളക്കുന്നതു്. ഛായാഗ്രാഹക പടലം ഒരു മുദ്രയെന്നവണ്ണം ധരിക്കാവുന്നതാണു്. അണുപ്രസരം പടലത്തിൽ തട്ടുമ്പോൾ അതു വികിരണങ്ങളെ നിഗരണം ചെയ്തു കറുക്കുന്നു. പടലം രാസവികസനത്തിന്നു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ അതിൽകാണുന്ന കറുപ്പുനിറത്തിന്റെ കനത്തിൽനിന്നു് അണുപ്രസരതീവ്രത നിർണ്ണയിക്കാം. സാധാരണയായി ഒരാഴ്ചയിലൊരിക്കൽ ജോലിക്കാർ ധരിക്കുന്ന മുദ്രകൾപരിശോധിക്കുന്നു. ക്രമാതീതമായ പ്രസരം ഉണ്ടെന്നു

സംശയം ജനിക്കുമ്പോൾ കൂടുതൽ അടുപ്പിച്ചു പരിശോധന നല്ലുടനു.

ഫൌണ്ടൻപേനായ്ക്കു സദൃശമായ ഒരുപകരണമാകുന്നു അയോണീകരണകോഷ്ഠം. അതിനു 'ഡോസിമീററർ' എന്നുപേർ. അതു കീശയിൽ സൂക്ഷിക്കാവുന്നതാണു്. ചെറുതായൊരു കോഷ്ഠത്തിൽ ഒരു നേരിയതന്തുവും ഒരു വിദ്യുത് കോശവും അടങ്ങിയതാകുന്നു ഡോസിമീററർ. തന്തുകോശത്തോടു ഘടിപ്പിച്ചാൽ ഉപകരണത്തിലുള്ള ഒരു 'സൂചകം' അംശാങ്കനം ചെയ്ത സ്കെയിലിലെ '0'ൽചെന്നു നില്ക്കുന്നു. കോഷ്ഠത്തിലെ വായു അണുപ്രവസരം ഏല്ക്കുമ്പോൾ അതിൽ അയോണീകരണം ഉണ്ടാകുന്നു. തന്തുവിൽനിന്നു വിദ്യുത് വിസർജ്ജനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. സൂചകം '0'ൽനിന്നു് അകനുപോകുന്നു. ഡോസിമീറററിൽ പ്രകാശം പതിപ്പിച്ചു് അതിലെ കാചത്തിൽ കൂടി സ്കെയിലിൽ സൂചിയുടെ സ്ഥാനം നോക്കി വ്യക്തി നിഗരണം ചെയ്തിട്ടുള്ള പ്രസരപരിമാണം നിർണ്ണയിക്കാം.

അണുശക്തിരംഗങ്ങൾ, പ്രവർത്തനങ്ങൾ, കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നപദാർത്ഥങ്ങൾ എന്നിവയുടെ പ്രസരപ്രബോധനത്തിനുപയോഗിക്കുന്നപ്രകാശകങ്ങൾ (ഡിറെറക്ടറുകൾ) അതാതു കാലഘട്ടത്തിലെ പ്രസരതീവ്രതയെയാകുന്നു കുറിക്കുന്നതു്. വ്യക്തിപ്രബോധനത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന ഡോസിമീററർ ഒരു വ്യക്തി ഒരു നിശ്ചിതകാലാവധിക്കുള്ളിൽ നിഗരണം ചെയ്തിട്ടുള്ള പ്രസരപരിമാണം രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.

അണുപ്രസരപ്രകാശകങ്ങൾ സ്ഥിരമായുറപ്പിക്കാവുന്നവയൊ, കൊണ്ടുനടക്കാവുന്നവയൊ ആവാം. ഓരോ പ്രത്യേക ആവശ്യവും നിർവ്വഹിക്കാനുതകുന്നവയായി പലതരം പ്രകാശകങ്ങൾ ഉണ്ടു്. എലക്ട്രോസ്കോപ്പുകൾ, അയോണീകരണകോഷ്ഠങ്ങൾ, ഗീഗർമുള്ളർ നാളങ്ങൾ എന്നിവ അത്തരം പ്രകാശകങ്ങളാണു്. അണുപ്രസരം രേഖപ്പെടുത്തുന്നതും രണ്ടുതര

ത്തിലാവാം. ലഘുതരമായ ഉപകരണങ്ങളിൽ വാഹനങ്ങളിലെ വേഗമാനികളിലെന്നപോലെ സ്കെയിലും സൂചകവുമുണ്ട്. സ്കെയിൽ അണുപ്രസരതീവ്രതകുറിക്കാവുന്ന തരത്തിൽ അങ്കനം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. അതു നിഗരണം ചെയ്യുന്ന പ്രസരതീവ്രതയെ അതിൽ തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സൂചിയുടെ സ്ഥാനം സൂചിപ്പിക്കുന്നു. കൂടുതൽ സങ്കീർണ്ണമായ ഉപകരണത്തിൽ സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന സംഖ്യാമാനി ഉണ്ട്. അതു പ്രസരകരേണുക്കളുടെ എണ്ണം ഗണിക്കുന്നു. ഇടവിട്ടു മങ്ങുകയും തിളങ്ങുകയും ചെയ്യുന്ന ദീപം അതിനെ ദൃശ്യവും 'ക്ലിക്' ശബ്ദം ശ്രാവ്യവുമാക്കുന്നു.

അണുപ്രസരസാദ്ധ്യതയുള്ള എല്ലാ രംഗങ്ങളേയും ആരോഗ്യശാസ്ത്രജ്ഞൻ ക്രമമായി പരിശോധിക്കുന്നു. അങ്ങിനത്തെ രംഗത്തിൽനിന്നു വരുന്ന ജോലിക്കാരേയും അവരുടെ വസ്ത്രങ്ങളേയും അദ്ദേഹം സൂക്ഷ്മപരിശോധനക്കു വിധേയമാക്കുന്നു. (പ്ലേറ്റ് 7) പ്രവേശനമാർഗ്ഗങ്ങളിൽ സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആപൽസൂചകങ്ങളുമായി ബന്ധിക്കപ്പെട്ട ഗീഗർ മുല്ലർ നാളങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുന്നു. ദീപ്തിമത്പദാർത്ഥംകൊണ്ട് കലുഷിതനായ ഒരു വ്യക്തി കടന്നുപോകുന്നതായാൽ ആപൽസൂചകം ഉടനടി വസ്തുത അറിയിക്കുന്നു. പരിശോധനശാലകളിൽ 'പാണിപാദപ്രബോധകം' എന്ന ഉപകരണവും ഉണ്ട്. പരിശോധനശാലയിലെ ജോലിക്കാരുടെ പാണിതലത്തിൽനിന്നും പാദത്തിൽനിന്നും നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന പ്രസരകരേണുക്കളുടെ എണ്ണം ഏകകാലത്തിൽ അതു രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.

പ്രതികാരകപരിസരത്തിലായാലും ദീപ്തിമത് രാസഊഷ്മള പരിശോധനശാലയിലായാലും —അതിന്നു റേഡിയോകെമിക്കൽ ഹോട് ലാബൊറേററിയെന്നാണു പേർ.— നടക്കുന്ന എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങളും അനവരതം പ്രബോധനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അണുപ്രസരസഹിഷ്ണുതാ നിലവാരം നിർദ്ദേശിക്കപ്പെടുന്നു. അണുപ്രസരതീവ്രത ആ നിലവാരത്തിൽ

കവിഞ്ഞുണ്ടാകുന്നതു് തടയുവാനായി പരിശോധന നിരന്തരമായി നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. പ്രസരഫലങ്ങൾ വായുവിലുള്ള പൊടിപടലങ്ങളിൽക്കൂടി എളുപ്പത്തിൽ വ്യാപിക്കാവുന്നതാണു്. അതുകൊണ്ടു് അണുശക്തി രംഗത്തിലെ വായുവും പ്രസരപ്രബോധത്തിന്നു വിധേയമാക്കുകയും അതിലെ പൊടിപടലങ്ങൾ അരിച്ചു നീക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. അണുപ്രതികാരകത്തിൽ റേഡിയൊ ഐസോടോപ്പുകൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന രീതികളുടെ പ്രതിപാദനത്തിൽ (അദ്ധ്യായം 6) ഈ സംഗതി പ്രത്യേകം സ്മരണീയമാണു്.

അണുപ്രതികാരകങ്ങൾ പ്രവൎത്തിപ്പിക്കുന്നതിൽ ചെലുത്തിയ പ്രത്യേക ശ്രദ്ധ ഉടനടി വിശിഷ്ടഫലങ്ങളുളവാക്കുകയുണ്ടായി. 1942നു ശേഷം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ പ്രതികാരക പ്രവൎത്തന രംഗത്തിൽ ജോലിചെയ്യുന്നവൎക്ക് വ്യാവസായിക രംഗത്തിലേവരിലും കൂടുതലായി ഭദ്രതയുണ്ടായിരുന്നു. 1957 മാൎച്ചിൽ അണുശക്തികമ്മീഷന്റെ പ്രഖ്യാപനം അതു വ്യക്തമാക്കി. ഐക്യനാടുകളിൽ മോട്ടാർവാഹനഗതാഗതത്തിൽ യാദൃച്ഛികസംഭവങ്ങൾ മൂലമുണ്ടായ അപായങ്ങളിൽ തുലോം കുറവായിരുന്നു ആ കാലഘട്ടത്തിൽ പ്രതികാരക പ്രവൎത്തനരംഗത്തിലുണ്ടായവ.

അണുപ്രസരത്തിൽനിന്നു് രക്ഷനല്കൽ.

അണുശക്തി സ്ഥാപനങ്ങളിലും പരിശോധനശാലകളിലും പ്രവൎത്തിക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും സാങ്കേതികവിദഗ്ദ്ധന്മാരും ജോലിക്കാരന്മാരും അണുപ്രസരകങ്ങൾ കൈകാൎയ്യം ചെയ്യേണ്ടതും, അവയുടെ പരിസരത്തിൽ പ്രവൎത്തിക്കേണ്ടതുമുണ്ടു്. ക്രമാതീതമായ അണുപ്രസരത്തിൽനിന്നും അവരെ വേണ്ടുംവണ്ണം രക്ഷിക്കേണ്ടതു് അത്യന്താപേക്ഷിതകൎത്തവ്യം മാത്രമാണു്. അണുപ്രസരത്തിൽനിന്നു് രക്ഷ നല്കുവാൻ ഉത

കുന്നവ ദൂരവും, ഇടയ്ക്കുറച്ചു കിടക്കുന്ന പദാത്ഥസാന്ദ്രതയുമാകുന്നു. അണുപ്രസരമൂലങ്ങൾക്കു ചുററുമായി മറകൾ നിമ്മിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു് പദാത്ഥസാന്ദ്രത നൽകുന്ന രക്ഷ ലഭിക്കുന്നതു്. മറയുടെ വ്യാപ്തി നിയന്ത്രിക്കുന്നതു് പ്രസരതീവ്രതയാകുന്നു. ചില റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകളിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ആൽഫാവികിരണങ്ങൾ തടയുവാൻ റബ്ബർകൈയുറകളും പ്രവത്തനശാലയിൽ സാധാരണയായി കൈക്കൊള്ളുന്ന കരുതൽ നടപടികളും പര്യാപ്തമാണു്. അലൂമിനിയം, ചിലതരം പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ, സ്ഫടികം എന്നിവക്കു ബീററാവികിരണങ്ങൾ തടയുവാനുള്ള കഴിവുണ്ടു്. ചില ഗാമാവികിരങ്ങളിൽ നിന്നുണ്ടാവുന്ന പ്രസരകരേണുക്കളെ കനമേറിയ ഈയമറകൾ മാത്രമാണു് നിഗരണം ചെയ്യുന്നതു്. പ്രവത്തകരെ ബാധിക്കുന്ന പ്രസരജന്യങ്ങളായ അപായങ്ങൾ കുറക്കുവാനുള്ള യത്നത്തിൽ ആരോഗ്യ ശാസ്ത്രജ്ഞരും വാസ്തുവിദ്യാവിദഗ്ദ്ധരും അത്യധികം സഹകരിച്ചു പ്രവത്തിച്ചു് അണുപ്രസരം തടഞ്ഞു നിത്തുന്ന മറകൾ നിമ്മിച്ചിരിക്കുന്നു. അണുപ്രസരം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രക്രിയകൾ സുരക്ഷിതമായി നടത്തുവാനുതകുന്ന ഉപകരണങ്ങളും ഉപായങ്ങളും ആവിഷ്കരിച്ചിരിക്കുന്നു.

സമുന്നത അണുസംഖ്യയുള്ള സാന്ദ്രതമപദാത്ഥങ്ങളാകുന്നു ഗാമാവികിരണങ്ങളെ തടഞ്ഞു നിത്തുവാനുപയുക്തമായവ. ഈയം അങ്ങിനത്തെ പദാത്ഥമാണു്. വമ്പിച്ച വില കാരണം പരീക്ഷണശാലകളിൽ ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ചെറു മറകൾ മാത്രമാണു് ഈയം കൊണ്ടു നിമ്മിക്കുന്നതു്. ഈയഇഷ്ടികകൾ അടുക്കിവെച്ചു മറനിമ്മിച്ചു് അതിന്നുപിറകിലായി അണുപ്രസരസാദ്ധ്യതയുള്ള പ്രക്രിയകൾ നടത്തുകയും അപായസംഭാവ്യതയില്ലാതായാൽ അവ മാററിവെക്കുകയുമാകുന്നു പതിവു്. ആവശ്യമുള്ള ഏതൊരു രംഗത്തിലേക്കും അവ കൊണ്ടുപോകാവുന്നതാണു്.

അണുപ്രതികാരങ്ങളിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ന്യൂട്രോൺ വികിരണങ്ങളെ തടയുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളും പദ്ധതിയും വ്യത്യസ്തമാണ്. ഗതിവേഗം ശമിപ്പിച്ചതിൽപിന്നെ നിഗരണം ചെയ്യിക്കുന്നതാണ് ന്യൂട്രാണുകൾ തടയുവാൻ കൈക്കൊള്ളാവുന്ന ഏററവും നല്ലപദ്ധതി. ന്യൂട്രാണുകളുടെ വേഗം ശമിപ്പിക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളാകുന്ന 'വേഗശമകങ്ങൾ' (മോഡറേററുകൾ). അതിന്നുതകുന്നവ ജലത്തിൽ സംയുക്താവസ്ഥയിലുള്ള ഹൈഡ്രജൻപോലെ അണുസംഖ്യകുറവായുള്ള മൂലകങ്ങളാണ്. ജലം ദ്രവമായതുകൊണ്ട് എല്ലാസന്ദർഭങ്ങളിലും മറയുണ്ടാക്കുവാൻ അതുപയോഗിക്കാവുന്നതല്ല. കോൺക്രീററിൽ ധാരാളം ജലാംശം ഉണ്ട്. അതുവിലകുറഞ്ഞ പദാർത്ഥമാണ്. കോൺക്രീററ് മറകൾ എളുപ്പത്തിൽ നിർമ്മിക്കാവുന്നവയുമാണ്. ഓക്‌റിഡ്ജ് പ്രതികാരകത്തിൽ അഞ്ചടിവരെ കനമുള്ള കോൺക്രീററുമറകളുണ്ട്.

വൻതോതിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രതികാരകങ്ങളിലെ ഗാമാവികിരണങ്ങൾ തടയുവാൻ ഈയത്തിന്നു പകരം ഇരുമ്പുപയോഗിക്കുന്നു. കോൺക്രീററ് ഇരുമ്പയിരുകളുടേയോ ഇരുമ്പിൻേറയോ കഷണങ്ങൾകൊണ്ടു പ്രബലപ്പെടുത്തി മറകൾ നിർമ്മിക്കുന്നു. അവ ന്യൂട്രാൺ വികിരണങ്ങൾ, ഗാമാരശ്മികൾ, അണുഭേദനഫലങ്ങളായ ബീററാവികിരണങ്ങൾ, ഗാമാവികിരണങ്ങൾ എന്നിവയിൽനിന്നെല്ലാം പ്രവർത്തകർക്കു രക്ഷനൽകുന്നു. മറയുടെ ഭാരവും വ്യാപ്തിയും നിർമ്മാണ ചിലവും അതിനെ പ്രതികാരകനിർമ്മാണത്തിലും പ്രവർത്തനത്തിലും ഗണനീയമാക്കിത്തീർക്കുന്നു. മോട്ടോർ വാഹനങ്ങൾ ഓടിക്കുവാനും വിമാനങ്ങൾ പറപ്പിക്കുവാനും അണുശക്തി ഉപയോഗിക്കുന്ന കാര്യത്തിൽ അതു കൂടുതൽ ഗൌരവം ആർജ്ജിക്കുന്നു.

ആൽഫാ വികിരണങ്ങൾക്കും ബീററാ വികിരണങ്ങൾക്കും പദാർത്ഥങ്ങളെ തുളച്ചുകടക്കുവാനുള്ള ശക്തി

താരതമ്യേന കുറവും, അവയെ നിഗരണം ചെയ്യുന്നതു് കൂടുതൽ എളുപ്പവുമാണു്. ന്യൂട്രോണുകളിൽനിന്നും ഗാമാ രശ്മികളിൽനിന്നും രക്ഷ നൽകുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന തരത്തിലുള്ള മറകൾ അവയെ തടയുന്നതിന്നാവശ്യമില്ല. ആൽഫാവികിരണവും ബീററാവികിരണവും നിർമ്മിപ്പിക്കുന്ന റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിനു് പരീക്ഷണശാലകളിൽ 'കൈയുറപ്പെട്ടി'യെന്നോ, 'ശൂന്യപേടക'മെന്നോ പറയാറുള്ള ഉപകരണം ഉപയോഗിക്കുന്നു (പ്ലെയിററു് 9). അതിന്റെ ഒരുവശമെങ്കിലും സ്ഫടികച്ചില്ലുകൊണ്ടുള്ളതായിരിക്കും. അതിൽ സ്ഥിരമായി ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കൈയുറകളുണ്ടു്. അവയിൽ കൈകൾ കടത്തി അണുപ്രസരം ക്രമാതീതമായി ഏല്ക്കാതേയും പ്രത്യേകിച്ചും ആൽഫാവികരണ രേണുക്കൾ ശ്വസിക്കാതെയും അകത്തുള്ള റേഡിയൊഐസൊടോപ്പുകൾ കൈകാര്യം ചെയ്യാവുന്നതും ഫലങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതുമാണു്. വളരെയധികം പ്രസിദ്ധീകരണം ലഭിച്ചിട്ടുള്ള പ്ലാസ്റ്റിക് ഉടുപ്പുകളും തൊപ്പികളും അണുപ്രസരം, ശക്തികുറഞ്ഞ ആൽഫാവികിരണങ്ങൾ, പ്രസരകലുഷിതരേണുക്കൾ എന്നിവയിൽനിന്നു് പ്രവർത്തകർക്കു് രക്ഷനൽകുവാനുതകുന്നു.

ഓക്‌റിഡ്ജിലേയും ബ്രൂക്ക്ഹേവനിലേയും അണുശക്തിസ്ഥാപനങ്ങളിൽ ശക്തിയേറിയ ഗാമാ വികിരണങ്ങൾ നിർമ്മിപ്പിക്കുന്ന ഊഷ്മളപദാർത്ഥങ്ങൾ സുരക്ഷിതമായി പരിശോധിക്കുവാനുതകുന്ന 'ഊഷ്മള' പരിശോധനശാലകൾ ഉണ്ടു്. ഊഷ്മളപദാർത്ഥങ്ങൾക്കുചുററും പ്രത്യേകതരത്തിലുള്ള മറകളാണുള്ളതു്. അവയെ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതു് വളരെ അകലെനിന്നു് നിയന്ത്രിക്കാവുന്നതരത്തിൽ ആവിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള വാസ്തുവിദ്യോപായങ്ങൾ കൊണ്ടാകുന്നു. മറകൾക്കു പിന്നിൽ നടക്കുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കുവാൻ പ്രത്യേകതരത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ദർപ്പണ

ങ്ങളും, പരിദർശകങ്ങളും ഉതകുന്നു. ഈയമറയിലുള്ള തടിച്ച സ്ഫടികച്ചില്ലിൽക്കൂടി നേരിട്ടും അവ നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതാണു്.

ആർഗോൺ ദേശീയപരിശോധനശാലയിൽ 'യജമാനഭൃത്യപ്രവർത്തകം' (മാസ്റ്റർസ്ലേവ് മാനിപ്പുലേറ്റർ) എന്ന ഒരു ഉപകരണം ആവിഷ്ക്കരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഊഷ്മള പദാർത്ഥങ്ങളിൽനിന്നു് വളരെയകലെനിന്നു പരിശോധന നടത്തുന്നതും ഫലങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കുന്നതും അതു സാദ്ധ്യമാക്കുന്നു. പ്ലെയിററു് (II) അനവധി വാണിജ്യ സ്ഥാപനങ്ങൾ അത്തരം ഉപകരണങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുന്നു. പരിശീലനം ലഭിച്ച പ്രവർത്തകർ അവയിലെ യാന്ത്രികഹസ്തങ്ങളും വിരലുകളും ഉപയോഗിച്ചു് സ്വന്തം ഹസ്തങ്ങളും വിരലുകളും കൊണ്ടെന്നപോലെ ജോലി നിർവ്വഹിക്കുന്നു. സാങ്കേതികവിദഗ്ദ്ധൻെറ കൈകളും വിരലുകളും ചലിക്കുന്ന തരത്തിലും ക്രമത്തിലും യാന്ത്രികഹസ്തങ്ങളും വിരലുകളും ചലിക്കുന്നു. കൈകൊണ്ടു ചെയ്യാവുന്ന ഏതൊരു പ്രവൃത്തിയും യാന്ത്രികഹസ്തങ്ങളെക്കൊണ്ടും ചെയ്യാവുന്നതാണു്.

ഏററവും അടുത്തകാലത്തായി അവ കൂടുതൽ പരിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഇപ്പോൾ അവ എലക്ട്രോണിക രീതിയിൽ—സ്വതന്ത്രഎലക്ട്രോണുകൾ മൂലം—പ്രവർത്തിപ്പിക്കാവുന്നതുമാണു്. പ്രവർത്തകൻ പരീക്ഷണം നടക്കുന്ന സ്ഥലത്തിൽനിന്നു വളരെ അകലെയായി—വേണമെങ്കിൽ കെട്ടിടത്തിൻെറ മറെറാരു ഭാഗത്തുതന്നെ—സ്ഥിതിചെയ്യാവുന്നതും വൈചിത്രവീക്ഷണോപായത്തിൽ പ്രവർത്തനവും ഫലങ്ങളും നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതുമാകുന്നു.

അവശിഷ്ടനിഷ്കാസനം:—

അഹിതങ്ങളായ അവശിഷ്ടങ്ങളെ നിഷ്കാസനം ചെയ്യുന്നതിൽ വിവിധവ്യാവസായിക സ്ഥാപനങ്ങൾക്കു ഇപ്പോൾ വളരെയധികം പരിചയം സിദ്ധിച്ചുകഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടെങ്കിലും

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

ദീപ്തിമത് അവശിഷ്ട നിഷ്കാസനം പുതിയ പ്രശ്നങ്ങളാണുന്ന യിക്കുന്നത്. അണുഭേദനം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ വ്യാവസായികരംഗത്തിലും പരീക്ഷണശാലകളിലും വർദ്ധിച്ചു വരുന്നതോടുകൂടി ദീപ്തിമത് അവശിഷ്ടനിഷ്കാസനം അണു ശക്തിവികസനത്തിൻെറയത്രതന്നെ പ്രാധാന്യം ആർജ്ജിച്ചി രിക്കുന്നു. യഥാർത്ഥത്തിൽ അവ ഏകകാലത്തിൽ പരിഗണി ക്കേണ്ടവയായിരിക്കുന്നു.

അണുപ്രതികാരകങ്ങളിലും ഐസൊടോപ്പുകൾ വേർതി രിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളിലും ആകുന്നു നിഷ്കാസനം ചെയ്യേണ്ട ദീ പ്തിമത് പദാർത്ഥങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. അവ ഘനങ്ങളോ, ദ്രവ ങ്ങളോ, വാതകങ്ങളോ ആവാം. അവ വെള്ളത്തിലും വായു വിലും കലരാവുന്നതാണ്, കാലക്രമത്തിൽ ഭക്ഷണപാനീയ ങ്ങളെ ദൂഷിപ്പിക്കാവുന്നതും ജന്തുക്കളുടേയും മനുഷ്യരുടേയും ആരോഗ്യം ബാധിക്കപ്പെടാവുന്നതുമാകുന്നു. അവ തീച്ച യായും അപായകരംതന്നെ.

ഓക്‌റിഡ്ജിലേയും ബ്രൂക്ക്ഹേവനിലേയും പ്രതികാര കങ്ങളെ തണുപ്പിക്കുന്നതു വായുവാകുന്നു. അവിടെ വാതകാവ ശിഷ്ടങ്ങളെ ആദ്യം അരിച്ച് അണുപ്രസരകദ്രവ്യങ്ങൾ നീ ക്കംചെയ്യുന്നു. പിന്നീട് അവയെ അത്യുന്നതങ്ങളായ പുകക്കുഴ ലുകളിൽക്കൂടി അന്തരീക്ഷവായുവിൽ വിസർജ്ജിക്കുന്നു. ഓക്‌റി ഡ്ജിലെ പുകക്കുഴലിന്നു 200 അടിയും ബ്രൂക്ക്ഹേവനിലേ തിന്നു 320 അടിയും ഉയരമുണ്ട്. അവയിൽക്കൂടി ബഹിർഗ്ഗ മിക്കുന്ന വാതകങ്ങളിലും അണുപ്രസരകമാലിന്യങ്ങൾ ഉണ്ടാ വാം. എന്നാൽ അവ വളരെ ഉയരത്തിൽ ആകുന്നു വിസ ർജ്ജിക്കപ്പെടുന്നതു്. അതിവേഗം അന്തരീക്ഷവായുവിൽ കലന്നു് അവയിലെ അണുപ്രസരതീവ്രത കുറയാവുന്നതാണ്. എന്നാലും ഒരു സ്ഥലത്തും അണുപ്രസരം സാന്ദ്രീകരിച്ചു നില്ക്കു ന്നില്ലെന്നു വ്യക്തമാക്കുവാനായി പ്രതികാരങ്ങൾക്കു ചുററും അനവധി നാഴികദൂരത്തേക്കു വായുവിലെ അണുപ്രസരതീ

വ്രത നിരന്തരമായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. വായുസ്ഥിതിയിലെ പ്രത്യേകതകൊണ്ടു് വല്ലസ്ഥലത്തും അങ്ങനത്തെ സാന്ദ്രീകരണമുണ്ടാവാനുള്ള സാദ്ധ്യതകണ്ടാൽപ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രവത്തനം തന്നെ താല്ക്കാലികമായി നിറുത്തുന്നു.

പ്രതികാരകങ്ങൾ തണുപ്പിക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്ന ദ്രവങ്ങളേയും അവയിലെ ഘനാവശിഷ്ടങ്ങളേയും വളരെ ജാഗ്രതയോടുകൂടി നിഷ്കാസനം ചെയ്യേണ്ടതുണ്ടു്. ചില അവശിഷ്ടങ്ങൾ കോൺക്രീററു് പീപ്പകളിൽ നിറച്ചു് സമുദ്രത്തിൽ താഴ്ത്തുന്നു. മററുള്ളവയെ അണുപ്രസര തീവ്രത കുറഞ്ഞു് അപായരഹിതമായി തീരുന്നതുവരെ നേർപ്പിക്കുന്നു. ചിലഅവശിഷ്ടങ്ങളെ അണുപ്രസര തീവ്രതസ്വയം കുറഞ്ഞു അപായരഹിതമായിതീരുന്നതുവരെ കോൺക്രീററു പീപ്പകളിൽ ശേഖരിച്ചു സൂക്ഷിക്കുന്നു. ഇത്തരം നിഷ്കാസനരീതികൾ ഇതേവരെ വിജയിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും അവ താല്ക്കാലിക ഹിതോപായങ്ങൾ മാത്രമാണു്. അണുശക്തി വ്യവസായം വൻതോതിൽ വികസിക്കുമ്പോൾ തീവ്രതയിലും അളവിലും കൂടുതലായി അണുപ്രസരമുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ നിഷ്കാസനം ചെയ്യേണ്ടിവരും. അതിന്നു പര്യാപ്തമായമാർഗ്ഗങ്ങൾ അപ്പോൾ വികസിപ്പിക്കേണ്ടിവരും.

രക്ഷാഭോഗപ്രശ്നം.

ഇവിടെ അവസാനത്തെ ചർച്ചാവിഷയം സ്വകാര്യരംഗത്തിൽ പ്രവത്തിക്കുന്ന അണുശക്തി സ്ഥാപനങ്ങൾക്കു് നൽകേണ്ടുന്ന രക്ഷാഭോഗം ഉന്നയിക്കുന്ന പ്രശ്നമാകുന്നു. അതു് അണുശക്തി വൻതോതിൽ ലഭിക്കുമാറാവുന്നതിന്നുമുമ്പുതന്നെ വ്യവസായസ്ഥാപനങ്ങളും സക്കാറും കൂടിയാലോചിച്ചു തീർച്ചയാക്കേണ്ട വിഷയമാകയാൽ ഇവിടെ പ്രസ്താവിക്കേണ്ടതുണ്ടു്.

നൂറു ശതമാനം സുരക്ഷിതമായി പ്രവത്തിക്കുന്ന പ്രതികാരകങ്ങൾ ഇതേവരെ നിമ്മിക്കുകയോ വിഭാവനം ചെയ്യുക

പോലുമോ ഉണ്ടായിട്ടില്ല. അപായരഹിതമായിപ്രവത്തിക്കുന്നതിന്നാവശ്യമുള്ള കരുതൽ നടവടികളെല്ലാംഎടുത്തിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ പ്രതികാരകങ്ങളുടെയും അണുശക്തി സ്ഥാപനങ്ങളുടെയും പ്രവത്തനത്തിൽ ഇതേവരെ ലഭിച്ചിട്ടുള്ള പരിചയവും അനുഭവവും തുഛമായതുകൊണ്ട് ഏതൊരുസന്ദർഭത്തിലും തരത്തിലും അപായം ഉണ്ടാവുകയില്ലെന്നു തീർത്തു പറയാവുന്നതല്ല. യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങളുടെ പ്രവത്തനത്തിൽ അപ്രതീക്ഷിതമായി ഉണ്ടാകാവുന്നദുഷ്യങ്ങൾമൂലം അണുപ്രസരത്തിൽ നിന്നു് വ്യക്തികൾക്കും യന്ത്രങ്ങൾക്കും മാത്രമല്ല ചിലപ്പോൾ പരിസരങ്ങൾക്കും അവിടെ അധിവസിക്കുന്ന സമുദായത്തിന്നും തന്നെ നാശനഷ്ടങ്ങൾ അനുഭവിക്കേണ്ടതായു വന്നേക്കാം.

മററു വ്യാവസായിക രംഗങ്ങളിൽ അപായങ്ങൾ മൂലം സംഭവിക്കാവുന്ന നാശനഷ്ടങ്ങൾക്കു് രക്ഷാഭോഗം നൽകുവാനുള്ള ഉത്തരവാദിത്വം ഏറെറടുക്കുവാൻ സ്വകാര്യസ്ഥാപനങ്ങൾ തയ്യാറുണ്ട്. അണുശക്തി രംഗത്തിൽ അനുഭവം കുറവായതുകൊണ്ടായിരിക്കാം അതിൽ പ്രവേശിക്കുവാൻ അവക്കു മടികാണുന്നതു്. അണുശക്തി യന്ത്രങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്ന അനവധി വ്യവസായങ്ങളെ ഈ പ്രശ്നം അലട്ടുന്നുണ്ട്. നിമ്മിച്ചു തുടങ്ങിട്ടുള്ള ചില സ്ഥാപനങ്ങളുടെ പുരോഗതി തന്നെ അതു തടഞ്ഞിട്ടുണ്ടാവാം. 1956 ജനവരിയിൽ മാക്ക്കിന്നി കമ്മിററി അണുശക്തിയുടെ നിമ്മാണാത്മകമായ ഉപയോഗങ്ങളെക്കുറിച്ച് കോൺഗ്രസ്സിന്നു സമർപ്പിച്ച വിവരണങ്ങളിൽ ഈ വിഷയവും പരാമശിക്കുന്നു. അണുശക്തി രംഗത്തിൽ സംഭവിക്കാവുന്ന അപായങ്ങൾക്കുള്ള കാരണങ്ങൾ, അവയുടെ ഫലങ്ങൾ, അവ നിയന്ത്രിക്കുവാനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ എന്നിവയിൽ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനുള്ള പരിപാടി കഴിയുന്ന വേഗം അണുശക്തി കമ്മീഷൻ നടപ്പാക്കണമെന്നും വൻതോതിലുള്ള അ

ണശക്തി സ്ഥാപനങ്ങൾ പ്രവർത്തനം തുടങ്ങുവാൻ വേണ്ടി വരാവുന്ന രണ്ടോ മൂന്നോ കൊല്ലങ്ങൾക്കുള്ളിലായി അണുപ്രസരം വരുത്തിക്കൂട്ടുന്ന അപായങ്ങളിൽനിന്നു് രക്ഷനൽകുവാനുതകുന്ന മാർഗ്ഗങ്ങളേയും നാശനഷ്ടങ്ങൾക്കെതിരായി രക്ഷാഭോഗം നൽകേണ്ടുന്ന കാര്യത്തെയും സംബന്ധിച്ചുള്ള പൂർണ്ണവിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ചു് സംബന്ധപ്പെട്ടവർക്കു് നൽകണമെന്നും കമ്മിററി പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

പ്രസ്തുത രക്ഷാഭോഗ ബാദ്ധ്യത സർക്കാർ ഏറെറടുക്കുന്ന കാര്യവും ചർച്ചചെയ്യപ്പെട്ടു. മര്യാദനിരക്കിൽ സ്വകാര്യസ്ഥാപനങ്ങൾ നൽകുവാൻ തയ്യാറുള്ള ഭൂയിഷ്ഠരക്ഷാഭോഗത്തിൽ കൂടുതലായി നഷ്ടപരിഹാരത്തിന്നു വേണ്ടിവരുന്ന മുഴവൻ തുകയും സർക്കാർ നൽകണമെന്നു നിർദ്ദേശിക്കുന്ന ഒരു ബിൽ സംബന്ധിച്ചുള്ള പൊതുജനാഭിപ്രായം കോൺഗ്രസ് കമ്മററി സഹാദ്ധ്യക്ഷനായ സെനററർ ക്ലിൻറൻപി. ആൻഡർസൺ 1956 മേമാസത്തിൽ ആരായുകയും തെളിവു ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്തു.

അതേകാലത്തിൽ ഒരുനൂററിപത്തു സ്ഥാപനങ്ങൾ അംഗങ്ങളായുള്ള 'ന്യൂക്ലിയർ എനർജിലയബിലിററി അസോസിഷേ'നും സംഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. ഒരു പ്രതികാരകത്തിന്നു അമ്പതു മില്യൻ ഡാളർ വീതം രക്ഷാഭോഗം നൽകുവാൻ അവർ തയ്യാറാണെന്നു് പ്രഖ്യാപിച്ചു. ഏതൊരു വ്യവസായത്തിലും രക്ഷാഭോഗമായി നൽകീട്ടുള്ള തുകകളിൽ ഏററവും കൂടുതലായിരുന്ന അതു് പ്രസ്തുത പ്രശ്നത്തിന്നു ഭാഗികമായെങ്കിലും ഉള്ള ഒരു പരിഹാരം തന്നെ.

നാല്

അണുഭേദനം—വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഉറവിടം.

പുരാവശിഷ്ടങ്ങളായ കല്ക്കരിയും പ്രാകൃതികവാതകവും പെട്രോളിയവും ആകുന്നു താപോല്പാദനത്തിന്നുതകുന്ന സാധാരണ ഇന്ധനങ്ങൾ. അണുപ്രതികാരകം പ്രവൃത്തിക്കുമ്പോഴും താപം ജനിക്കുന്നു. താപോല്പാദനത്തിന്ന് അണുപിന്ധനങ്ങളും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. സാധാരണഇന്ധനങ്ങൾ കത്തിച്ചുകിട്ടുന്ന താപംകൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന്നും, അണുഭേദനജന്യമായ താപംകൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന്നും തമ്മിൽ അടിസ്ഥാനപരമായി യാതൊരു വ്യത്യാസവുമില്ല. കല്ക്കരിയും പ്രാകൃതികവാതകവും പെട്രോളിയവും കത്തിക്കുന്ന ഉലകളുടെ സ്ഥാനം മാത്രമാണ് അണുപ്രതികാരകം കൈക്കൊള്ളുന്നതു്. അതിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന താപം നീരാവി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു, നീരാവി വിദ്യുത് ജനകങ്ങളിലെ ഭ്രമണചക്രങ്ങളെ തിരിക്കുന്നു, വിദ്യുച്ഛക്തി ലഭിക്കുന്നു.

അണുപ്രതികാരകം വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ ഉതകുമെന്നു് ഗവേഷണങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. 1955 ഗ്രീഷ്മത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ ഒരു സാമാന്യപ്രതികാരകം വിദ്യുത് ഉല്പാദിപ്പിച്ചു. അതു ഒരു സ്വകാര്യവാണിജ്യവിതരണ മണ്ഡലത്തിലേക്കു് തിരിച്ചുവിടുകയുമുണ്ടായി. പുരാവശിഷ്ടേന്ധനങ്ങൾ കത്തിച്ച് ശക്തിഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന നിലയങ്ങൾ മാത്രമായി കാര്യനിർവ്വഹണത്തിന്നു തികച്ചും പര്യാപ്തമാവില്ലെന്നു് വ്യക്തമാണു്. അണുപ്രതികാരകങ്ങൾ വിദ്യുത്ജനിപ്പിക്കുവാൻ ഉതകുമെന്നുള്ള കണ്ടുപിടിത്തം ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ സാമാന്യത്തിൽ കൂടുതൽ പ്രാധാന്യംഅർഹിക്കുന്നു. ഭാവിയിലെ ആവശ്യനിർവ്വഹണത്തിന്നുള്ള ശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ വേണ്ടി വരാവുന്ന ഇന്ധനങ്ങളു

ടെ മതിപ്പ് വിദഗ്ദ്ധർ തയ്യാറാക്കിയിട്ടുള്ളതു് ഭയാനകം തന്നെ. കല്ക്കരിമാത്രമാണു ശക്ത്യുൽപാദനത്തിന്നു ലഭിക്കുന്ന ഇന്ധനമെന്നു വരികിൽ ഭൂമിയിൽ ഇന്നുള്ള നിക്ഷേപം മുന്നൂററി അമ്പതു കൊല്ലങ്ങൾക്കു മാത്രമാണു മതിയാവുക. ഇന്നു നിക്ഷിപ്തമായിട്ടുള്ള എണ്ണ നാല്പതുകൊല്ലത്തെ ആവശ്യം മാത്രമാണു നിവ്വഹിക്കുക. എന്നാൽ അടുത്ത 8500 കൊല്ലങ്ങളിലെ ആവശ്യങ്ങൾ നിറവേററുവാനുള്ള അണുപിണ്ഡനങ്ങൾ ഇപ്പോളുണ്ടു്.

വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദനത്തിന്നു അണുശക്തി ഉപയോഗിക്കുന്ന പ്രശ്നം ഓരോ രാജ്യവും സമീപിക്കുന്നതു് ഓരോവീക്ഷണകോണിൽ നിന്നാകുന്നു. അതാതുരംഗത്തിലെ സ്ഥിതിഗതികളേയും ആവശ്യങ്ങളേയുമാണു് അതാശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഇപ്പോൾ ഉല്പാദിപ്പിച്ചുവരുന്നതിൽ അനവധി മടങ്ങു വിദ്യുച്ഛക്തി അടുത്ത ഭാവിയിൽതന്നെ, വേണ്ടിവരുമെന്നതാണു് ഇംഗ്ലൻഡിലെനില. അവിടെ ഗവേഷണങ്ങൾ ത്വരിതഗതിയിൽ നടക്കുകയും 'കാൽഡർഹിൽ' പ്രതികാരകത്തിന്നു സദൃശമായ പ്രതികാരകവികസനം മിക്കവാറുംപൂർത്തിയാവുകയും ചെയ്തു. ആപല്ക്കരമായ ചൂതാട്ടത്തിന്നു സദൃശ്യമാണീപ്രയത്നം എന്നതു വാസ്തവം തന്നെ. എന്നാൽ പുതിയ വിദ്യുച്ഛക്തി മൂലങ്ങളുടെ അടിയന്തരാവശ്യം ആസ്പദിച്ചുള്ളതാണതു്. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ നില വ്യത്യസ്തമാണു്. വിവിധതരം പ്രതികാരകങ്ങളുടെ ആപേക്ഷിക മൂല്യങ്ങളും പ്രവർത്തന ക്ഷമതയും ആരാഞ്ഞു നിർണ്ണയിക്കുവാനും ഏററവും കൂടുതൽ ആനുകൂല്യങ്ങൾ നൽകുന്ന പ്രതികാരകം വികസിപ്പിക്കുവാനുമുള്ള പരിപാടി തയ്യാറാക്കി നടപ്പിൽ വരുത്തുകയാണവിടെ ചെയ്യുന്നതു്. ഏററവും പ്രയോജനകരമായ പ്രതികാരകം ഏതു തരത്തിലുള്ളതായിരിക്കുമെന്നു് അടുത്ത ഭാവിയിൽതന്നെ തീരുമാനിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നാണു് അണുശക്തി കമ്മീഷൻ വിശ്വസിക്കുന്നതു്. ഇംഗ്ലൻഡി

ലെന്നപോലെ പുതിയ ശക്തി മൂലങ്ങൾ ധൃതിപ്പെട്ടു കണ്ടുപിടിക്കേണ്ട അടിയന്തരാവശ്യം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾക്കില്ല. അതുകൊണ്ടു് അവർ പതിഞ്ഞ മട്ടിൽ ഗവേഷണങ്ങൾ തുടരുന്നതിൽ തെറ്റില്ല.

അണുശക്തി കമ്മീഷൻെറ പദ്ധതി.

മിതമായ ചിലവിൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനുതകുമെന്നു പ്രതീക്ഷിക്കാവുന്നതായ അഞ്ചുതരം പ്രതികാരകങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചു് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു് ഫലം പരിശോധിക്കുന്നതായാൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ പ്രവർത്തനക്ഷമതയും ആനുകൂല്യങ്ങളും നൽകുന്ന പ്രതികാരകം വികസിപ്പിക്കാവുന്നതാണെന്ന പ്രത്യാശയോടുകൂടി 1954 ഫിബ്രുവരിയിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തി കമ്മീഷൻ ഒരു പഞ്ചവത്സര പദ്ധതി തയ്യാറാക്കി.

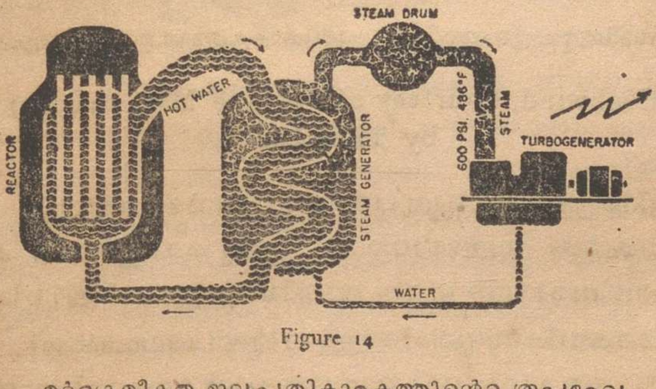


Figure 14

മർദ്ദക്രമീകൃത ജലപ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ

Max Gschwind, Courtesy of Fortune Magazine (c) 1955 by Time Inc.

പ്രസ്തുത പരിപാടിയിൽ മൂന്നാംശങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുണ്ടു്. രണ്ടോ മൂന്നോ കൊല്ലങ്ങളിൽ വൻതോതിലുള്ള

പരിശോധനകൾ നടത്തുവാനുപകരിക്കുന്ന 'മർദ്ദക്രമീകൃത ജല' (പ്രെഷറയിസ്ഡ്) പ്രതികാരകത്തിൻെറയും സോഡിയം ഗ്രാഫയിററു് പ്രതികാരകത്തിൻെറയും വികസനത്തിന്നുള്ള ഹ്രസ്വകാലപദ്ധതിയൊന്നു്. രണ്ടാമത്തേതു് അഞ്ചുകൊല്ലത്തിനകം പരിശോധനകൾ നടത്തുവാനുപകരിക്കാവുന്ന 'ക്വഥിതന്ന ജല' (ബോയിലിങ്ങ്‌വാട്ടർ) പ്രതികാരകവികസനത്തിന്നുള്ള മദ്ധ്യകാലപദ്ധതി.

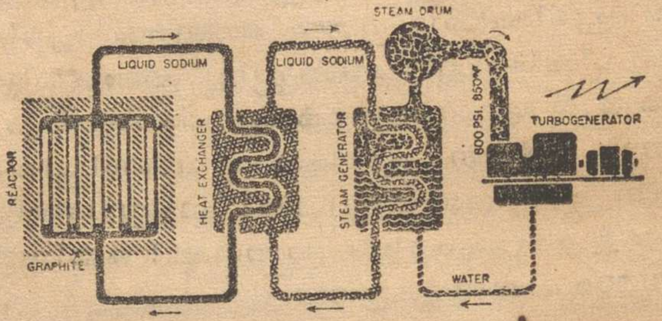


Figure 15

സോഡിയം ഗ്രാഫയിററു് പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ

Max Gschwind, Courtesy of Fortune Magazine, (c) 1955 by Time Inc.

വൻതോതിലുള്ള പരിശോധനകൾക്കു സജ്ജമാവാൻ അഞ്ചു കൊല്ലത്തിൽ കുറയാതെ വേണ്ടിവരാവുന്ന 'ഏക ജാതീയ' (ഹോമോ ജീനിയസ്) പ്രതികാരകവികസനത്തിന്നുള്ള ദീർഘകാലപദ്ധതി മൂന്നാമത്തേതും. ഈ പരിപാടി നടപ്പാക്കുവാൻ മുന്നൂററി ആമ്പത്തിയെട്ടുമില്യൻ ഡാളർ മുതൽമുടക്കു വേണ്ടിവരുമെന്നു കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. അഞ്ചു പ്രതികാരകങ്ങളും ആവിഷ്കരിച്ചു് വികസിപ്പിച്ചു സ്ഥാപിക്കുവാനായി വിവിധ സ്വകാര്യസ്ഥാപനങ്ങളുമായി അണുശക്തി കമ്മീഷൻ കരാറുകളിലേർപ്പെട്ടുന്നതാണു്.

മർദ്ദക്രമീകൃത ജലപ്രതികാരകം

(പ്രെഷറയിസ്ഡ് റിയാക്ടർ)

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ ജനകീയ നിർമ്മാണാത്മക ആവശ്യങ്ങളെ മുൻനിർത്തി വൻതോതിൽ ശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനായി സ്ഥാപിതമായ ആദ്യത്തെ അണുശക്തി യന്ത്രമാണ് മർദ്ദക്രമീകൃതജലപ്രതികാരകം. 1957 അവസാനഘട്ടത്തിൽ അതു പ്രവർത്തനം ആരംഭിക്കുമെന്നും 60000 കിലോവാട്ട് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുമെന്നും പ്രതീക്ഷിച്ചു. 1954 സെപ്തംബർ 6-ാംനു- പെൻസിൽവാനിയയിലെ ഷിപ്പിങ് പോർടിന്നടുത്തായി നാടകീയമായ ഒരു ചടങ്ങോടുകൂടി പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവർ പ്രതികാരകനിർമ്മാണം ഉൽഘാടനം ചെയ്തു. കൊളറാഡൊവിലെ ഡൻവറിൽ ഒരു അണുഭേദകപ്രകാശകത്തിന്നടുത്തായി ന്യൂട്രാൺ നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ദണ്ഡു വെക്കുന്നതായിരുന്നു ചടങ്ങ്. അപ്പോൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ട വിദ്യുത്ധാര 'ഷിപ്പിങ്പോർടി'ലുള്ള 'ബുൾഡോസർ' യന്ത്രത്തെ ഉടനടി പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് പ്രതികാരക നിർമ്മാണം ത്വരിതഗതിയിൽ നടന്നു തുടങ്ങി' 85 മില്യൻഡാലർ മുതൽ മുടക്ക്. നിർമ്മാണം പൂർത്തിയായാൽ 'ഡ്യുകപീൻ ലൈററ് കമ്പനി' ഭാരവാഹിത്വം ഏറെറടുത്തു് പ്രവർത്തനം ആരംഭിക്കുന്നതിനേററു്. 'വെസ്റ്റിങ്ങ് ഹൌസ് എലക്ട്രിക് കോർപൊറേഷൻ, ആ പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ തയ്യാറാക്കി വികസിപ്പിക്കുന്നതിനും നിർമ്മിക്കുന്നതിന്നും അണുശക്തി കമ്മീഷനുമായി കരാർ ചെയ്തു.

(1956 ഡിസമ്പർ 19-ാംനു- ഈ യന്ത്രസ്ഥാപനം പ്രവർത്തനം ആരംഭിച്ചു. ഡിസമ്പർ 23-ാംനു 60000 കിലോവാട്ട് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. 1958 മേ 26-ാംനു- പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവർ അതിൻെറ സമർപ്പണം നിർവ്വഹിച്ചു.)

പ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രവത്തനരീതി ചിത്രം 14 വ്യക്തമാക്കുന്നു. അതിലെ പ്രവത്തനകേന്ദ്രം യൂറേനിയം 235 അല്പം ചേത്തിട്ടുള്ള യുറേനിയം ദണ്ഡുകളാണ്. ക്രമീകൃത മർദ്ദത്തിന്നു വിധേയമായ സാധാരണ ജലമാകുന്നു വേഗശമകം· അണുപ്രവത്തന ഫലമായി ജലം തപിപ്പിക്കപ്പെട്ടു് ഉന്നത ഊഷ്മാവു് കൈക്കൊള്ളുന്നു. എന്നാൽ അതു് തിളക്കുകയൊ ആവിയായി പരിണമിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല. തപ്തജലം താപവിനിമയകത്തിലേക്കു് കടത്തി മറെറാരു മണ്ഡലത്തിലെ ജലത്തെ തപിപ്പിക്കുന്നു. അതു് ആവിയായി മാറി വിദ്യുദുല്പാദകത്തിലെ ഭ്രമണചക്രത്തെ തിരിച്ചു വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. നാട്ടിലസിലെ അണുശക്തി യന്ത്രം ഈ പ്രതികാരകത്തിന്നു സദൃശമാകുന്നു.

ഐക്യനാടുകളിൽ കീഴ്വഴക്കമനുസരിച്ചു് പുരാവശിഷ്ടേന്ധനങ്ങളുപയോഗിക്കുന്ന സ്ഥാപനങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിയുമായി കിടപിടിച്ചു് ചുരുങ്ങിയ ചിലവിൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ ക്രമീകൃതമർദ്ദജലപ്രതികാരം ഉതകുമെന്നു് പ്രതീക്ഷയില്ലതന്നെ. എന്നാൽ വൻതോതിൽ ഉള്ള ഒരു യന്ത്രസ്ഥാപനം പ്രവത്തിപ്പിച്ചു മാത്രം ശേഖരിക്കാവുന്ന വിവരങ്ങൾ—രൂപരേഖകൾ, പ്രവത്തനപരിചയം, ചിലവിനങ്ങൾ—അതിൽനിന്നു കിട്ടുന്നതാണ്. ഈ പ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രവത്തനത്തിൽനിന്നു ലഭിക്കാവുന്ന അനുഭവജ്ഞാനം പഞ്ചവത്സരപദ്ധതിയിൽ ഉൾപ്പെട്ടുത്തിട്ടുള്ള മററു പ്രതികാരകങ്ങളുടെ രൂപരേഖകൾ തയ്യാറാക്കുന്നതിന്നും അവ നിമ്മിക്കുന്നതിന്നും നൽകാവുന്ന സൂചനകൾ അമൂല്യമായിരിക്കും. ഈ പ്രതികാരകത്തിൽ മർദ്ദം ക്രമീകരിക്കപ്പെട്ട ജലത്തിന്നുപകരം ഭാരമേറിയജലം ന്യൂട്രാൺ വേഗശമനത്തിന്നും ഉപകരണം തണുപ്പിക്കുവാനും ഉപയോഗിക്കുന്നതായാൽ അല്പം ചില മാററങ്ങളോടുകൂടി ഇതേപ്രതികാരകത്തിൽ സമൃദ്ധമാക്കിയ യുറേനിയത്തിന്നു

പകരം സാധാരണ യൂറേനിയം ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. ഐസൻഹോവറുടെ നിർദ്ദേശം അനുസരിച്ച് അണുശക്തിയുടെ നിർമ്മാണാത്മകമായ പ്രയോഗങ്ങളിൽ അന്താരാഷ്ട്രീയ സഹകരണമുണ്ടാക്കുന്നതിലും അതു് സാരമായ സംഭാവന നൽകുന്നതായിരിക്കും.

ചില്ലറമാററങ്ങൾ വരുത്തിയാൽ ശക്ത്യുല്പാദനത്തിന്നായിഇവിടെ വിവരിച്ചതരത്തിലുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ വിദേശങ്ങളിലും സമൃദ്ധമാക്കിയ യൂറേനിയം ഇന്ധനമായുള്ള പുരോഗമ യന്ത്രങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുന്നതിന്നു ഏറെ മുമ്പുതന്നെ, സ്ഥാപിക്കാവുന്നതാണ്. അമേരിക്കൻ ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളിൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ആദായകരമായി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ ഇത്തരം പ്രതികാരകങ്ങൾ ഉതകുന്നതല്ലെങ്കിലും ഫൂരാവശിഷ്ടേന്ധനങ്ങൾ ദുർല്ലഭമോ കൂടുതൽ വില വരുന്നവയോവായിക്കാണുന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ അതേ ചിലവിൽ — ചിലപ്പോൾ അതിൽകുറഞ്ഞ ചിലവിലുംകൂടി— വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ അവ ഉതകും. ശക്തി ഉല്പാദനാവശ്യങ്ങൾതീവ്രമായിരിക്കുന്ന രാജ്യങ്ങളെ സഹായിക്കുവാൻ ഇത്തരം പ്രതികാരകങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതുമൂലം സാധിച്ചേക്കാവുന്നതുകൊണ്ടു് അവ പ്രത്യേകപ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നു.

സോഡിയം ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകം.

അണുശക്തി കമ്മീഷന്നുവേണ്ടി "നോർത് അമേരിക്കൻ അവിയേഷൻ കമ്പനി" നിർമ്മിച്ചുവരുന്ന സോഡിയം ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരമാകുന്ന രണ്ടാമത്തെ ശക്ത്യുൽപാദക പ്രതികാരകം. അതിൻെറ നിർമ്മാണം 1957ൽ പൂർത്തിയാവും. അതിന്നു 10മില്യൻഡാലർ ചിലവുവരും. ഗവേഷണാവശ്യങ്ങൾക്കായുള്ള ഈ പ്രതികാരകം ആദ്യം ആവിഷ്ക്കരിച്ചപ്പോൾ അതിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന താപം

കൊണ്ടു് നീരാവിയുണ്ടാക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിച്ചിരുന്നില്ല. അതുമുഴുവൻ അന്തരീക്ഷത്തിൽ വിസർജ്ജനം ചെയ്യുവാനാണു് തീർച്ചയാക്കിയിരുന്നതു്. ആ താപംകൊണ്ടു നീരാവിയുണ്ടാക്കി വിദ്യുത്ജനകങ്ങളിലെ ഭ്രമണചക്രങ്ങളെ തിരിക്കുവാൻ ഉതകുന്ന ഉപായങ്ങൾ അതിൽ അനുബന്ധിക്കുന്നതു് സാദ്ധ്യമാണെന്നു ഇപ്പോൾ കാണുന്നു. സോഡിയം ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകത്തിന്നു 7500കിലോവാററ് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നാണു് പ്രതീക്ഷ.

(ഈ പ്രതികാരകം 1957ൽ പ്രവർത്തനം ആരംഭിച്ചു.)

ഈ പ്രതികാരകത്തിൽ വേഗശമകം സുപരിചിതമായ ഗ്രാഫയിററാണെന്നു ചിത്രം 15ൽനിന്നു കാണാം. ഇന്ധനം യൂറെനിയം 235ചേർത്തു സമൃദ്ധമാക്കിയതാകുന്നു. അണുപ്രസരമുണ്ടാക്കുന്ന മർദ്ദിതദ്രവങ്ങൾ അതിൽ ഇല്ലെന്നുള്ളതു് പ്രതികാരകത്തിൻെറ ഒരു പ്രത്യേകതയാണു്. അങ്ങിനത്തെ ദ്രവങ്ങൾ മൂലമുണ്ടാകാവുന്ന അപായങ്ങൾ ഇതിൽ സംഭവിക്കുകയില്ല. പ്രതികാരകത്തിലെ ഉന്നതഊഷ്മാവിനെ താപവിനിമയകത്തിൽ പ്രയോജനകരമാക്കിതീർക്കുന്നതു ഭാരംകുറഞ്ഞ ലോഹമായ സോഡിയത്തിൻെറ ദ്രവമാകുന്നു. താപം വിനിമയകത്തിൽകൂടി ജലരതിലേക്കു വ്യാപിച്ചു് അതിൽനിന്നു ക്രമത്തിൽ നീരാവിയുണ്ടായി ഭ്രമണചക്രം തിരിച്ചു് വിദ്യുത് ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന സുപരിചിത ചക്രീയപ്രക്രയികൾഇതിലും കാണാവുന്നതാണു്. ഗവേഷകർക്കു് ഇന്ധനങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമത, ഇന്ധനമൂലകവും ഉപകരണവും എത്താവുന്ന ഉച്ച ഊഷ്മാവു്, ഉപകരണത്തിന്നു പററാവുന്ന കേടുകളും തേമാനവും, പ്രസരവിനിമയം മുതലായ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നതിന്നു് ഉതകുന്നതാണു് സോഡിയം ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകം. അണുശക്തികമ്മീഷൻെറ ആഭിമുഖ്യത്തിൽ ലോസ്ആൻജലിസിൽ നടന്ന ചർച്ചാരംഗത്തിൽ ചർച്ചാവിഷയം സോഡിയംഗ്രാഫയിററ് പ്ര

തികാരക പരീക്ഷണം ആയിരുന്നു. അതിൽ സ്വകാര്യരംഗത്തിലും, പൊതുരംഗത്തിലും, പൊതുജനസൌകര്യങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന സ്ഥാപനങ്ങളുടേയും വ്യാവസായികഗവേഷണസംഘങ്ങളുടേയും സർക്കാരിൻെറയുമായി 200 പ്രതിനിധികൾ സന്നിഹിതരാവുകയും ചർച്ചകളിൽ

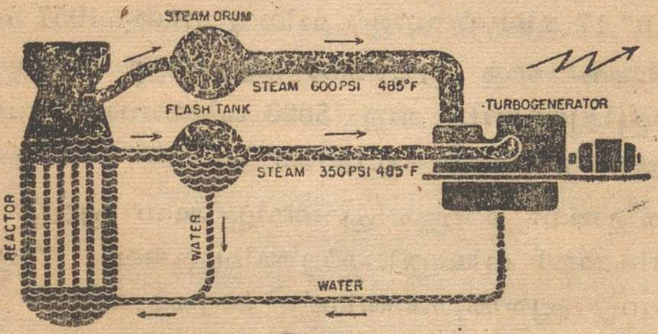


Figure 16

യുഗ്മചക്രക്വഥിത ജലപ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ

Max Gschwind, Courtesy of Fortune Magazine, (c) 1955 by Time Inc.

പങ്കെടുക്കുകയും ചെയ്തു.

ക്വഥിതജലപ്രതികാരകം (ബോയിലിങ്ങ്‌വാട്ടർറിയാക്റ്റർ)

അണുശക്തി കമ്മീഷൻെറ പഞ്ചവത്സരപദ്ധതിയിൽ സ്ഥാപിക്കുവാനുദ്ദേശിച്ച മൂന്നാമത്തെ പ്രതികാരകം തിളക്കുന്നവെള്ളം കൊണ്ടു് പ്രവർത്തിപ്പിക്കാവുന്ന ഒന്നാകുന്നു. പ്രതിപ്രവർത്തനകേന്ദ്രത്തിൽ വെള്ളം തിളക്കുകയും അതിനെ സാധാരണജലം തണുപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ അവിടത്തെ പ്രവർത്തനസമതുലിതാവസ്ഥ നഷ്ടപ്പെടുമെന്ന ആശങ്ക ആദ്യം ഉണ്ടായിരുന്നു. എന്നാൽ 1953ൽ ഇഡാഹോവിലെ ആർക്കോവിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ദേശീയപ്രതികാരക പരിശോധനാകേന്ദ്രത്തിൽ നടന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾ അത്തരം ആശങ്കക്കവ

കാശമില്ലെന്നു വ്യക്തമാക്കി. 1953ലും 1954ലുമായി തിളക്കുന്നവെള്ളം ഉപയോഗിക്കുന്ന രണ്ടുചെറുപ്രതികാരകങ്ങൾ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടു. 1954ന്റെ അവസാനഘട്ടത്തിൽ അങ്ങിനത്തെ വലിയ ഒരു പ്രതികാരകത്തിന്റെ നിർമ്മാണവും പൂർത്തിയായി. അതു ഇലിനോയിസിലെ ലെമെൻടിലുള്ള ആർഗാൺദേശീയപരീക്ഷണശാലയിലായിരുന്നു സ്ഥാപിച്ചതു്. അതിന്നു് 17 മില്യൻ ഡാളർ ചിലവു് വന്നു. 1957 ഫിബ്രു° വരി 9-ാംനു- അതു പ്രവർത്തനം ആരംഭിച്ചു, വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിച്ചുതുടങ്ങി. അതു 5000 കിലോവാററു് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുമെന്നു പ്രതീക്ഷിച്ചു.

തിളക്കുന്ന വെള്ളം പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന പ്രതികാരകവും താത്വികമായി നിയന്ത്രിതമർദ്ദത്തിലുള്ളജലം പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന പ്രതികാരകത്തിന്നു സദൃശമാണെന്നു ചിത്രം 16ൽനിന്നു കാണാം. ഇതിൽ നീരാവി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു് പ്രതിപ്രവർത്തനകേന്ദ്രത്തിൽ തന്നെയാണെന്നുള്ള ഒരു വ്യത്യാസം മാത്രമാണുള്ളതു്. ആ നീരാവി അണുപ്രസരബാധിതമാണെങ്കിലും വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനായി കുഴലുകളിൽക്കൂടി ഭ്രമണചക്രത്തിൽ ചെന്നുചേരുന്നു. സാധാരണ യൂറേനിയത്തിൽ യൂറേനിയം 235 ചേർത്തു സമൃദ്ധമാക്കിയ മിശ്രമാകുന്നു ഇന്ധനം. വേഗശമനം വരുത്തുന്നതും ഉപകരണം തണുപ്പിക്കുന്നതും സാധാരണജലംതന്നെ.

പ്രതികാരകത്തിന്നു പുറത്തായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നഭ്രമണചക്രങ്ങൾ, സാന്ദ്രീകാരകങ്ങൾ, ജലവാഹകനാളങ്ങൾ എന്നിവയിലും മററുഭാഗങ്ങളിലും ഉപദ്രവകരമായ അണുപ്രസരകപദാർത്ഥങ്ങൾ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടാതെ ഒരുപ്രതികാരകം തുടർന്നു പ്രവർത്തിപ്പിക്കാവുന്നതാണോയെന്നു് പരിശോധിക്കുന്നതിന്നായിരുന്നു ഈ പ്രതികാരകം പ്രധാനമായി വികസിപ്പിച്ചതു്. ക്രമാതീതമായി അണുപ്രസരകമായിതീരുന്ന ഭാഗങ്ങൾ, പ്രതികാരകം സംരക്ഷിച്ചുപോരുന്നതിൽ സാധാരണ

വിദ്യുത്ജനകങ്ങളുടെ സംരക്ഷണത്തിൽ നേരിടുവാനിടയില്ലാത്ത അനവധി വൻകിട പ്രശ്നങ്ങൾ ഉന്നയിച്ചേക്കും.

ഭാവിയിൽ നിർമ്മിക്കാവുന്ന വ്യാവസായികപ്രതികാരകങ്ങളുടെ സുരക്ഷിതത്വം ബാധിക്കാവുന്ന ഘടകങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പരിശോധനകൾ നടത്തുവാൻ 1953-ലും 1954ലും നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടവയും തിളക്കുന്ന വെള്ളം കൊണ്ടു് പ്രവർത്തിപ്പിക്കപ്പെട്ടവയുമായ രണ്ടു ചെറുപ്രതികാരകങ്ങൾ പ്രയോജനകരമായിത്തീർന്നു. ജീവസ്സ്പർശികളായ ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ പ്രതികാരകങ്ങളെ കരുതിക്കൂട്ടി നിയന്ത്രണത്തിൽനിന്നു വിട്ടയച്ചു് തെണ്ടിക്കുവാൻ അനുവദിക്കുന്നതു് ഒരു പ്രധാന ഇനമായിരുന്നു. അപ്പോഴെല്ലാം പ്രതികാരകത്തിലെ പ്രതികരണകേന്ദ്രം ഉരുകി അണുഭേദനഫലങ്ങൾ പുറത്തുപോവുകയും പ്രതികാരകംതന്നെ നശിപ്പിക്കപ്പെടുകയുമുണ്ടാവുമെന്നതായിരുന്നു പ്രതീക്ഷ. ഭഗ്യവശാൽ അതു സംഭവിക്കുന്നില്ലെന്നു് പരീക്ഷണങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കി. ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ശക്തി പെട്ടെന്നു് അനേകായിരം കിലോവാററായി വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ അപായകരമായ ഉന്നത ഊഷ്മാവു് എത്തുന്നതിന്നു മുമ്പുതന്നെ നീരാവി അണുപ്രതിപ്രവർത്തനം പൂർണ്ണമായി തടയുമെന്നതാണു് അനുഭവപ്പെട്ടതു്. ഈ പരീക്ഷണം പലവുരു ആവർത്തിക്കപ്പെട്ടതിൻെറ ഫലമായി സ്ഥിരതയോടും, സ്വയം ക്രമീകരിക്കപ്പെട്ടും, സുരക്ഷിതമായും പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രതികാരകങ്ങൾ നിർമ്മിക്കാവുന്നതാണെന്നും അത്യാഹിതങ്ങളുണ്ടായാൽ കഠിനമായ നാശനഷ്ടങ്ങളുണ്ടാവുന്നതിന്നുമുമ്പു് അവയുടെ പ്രവർത്തനം സ്വയം തടയപ്പെടുമെന്നും സംശയാതീതമായി വ്യക്തമായി.

<u>ശീഘ്രോല്പാദക പ്രതികാരകം.</u> (ഫാസ്റ്റു് ബ്രീഡർ റിയാക്റ്റർ)

ഇഡാഹോവിലെ ആർക്കോ വിന്നടുത്തുള്ള ആർഗാൺ ദേശീയപരിക്ഷണശാലയുടെ ദേശീയപ്രതികാരക പരിശോധനാകേന്ദ്രത്തിൽ വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടതും പ്രവർത്തനത്തിൽ

കൂടി ഇന്ധനം ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുകമൂലം എക്സ്പെരിമെൻറൽ ബ്രീഡർറിയാക്ററർ എന്ന പേർ ലഭിക്കുന്നതുമാകുന്നു നാലാമത്തെ പ്രതികാരകം. അതിനെ EBR 2 എന്നും പറയാറുണ്ട്. അതിൻെറ നിർമ്മാണം 1957-ൽ ആരംഭിച്ചു. 1959-ൽ അതു് പ്രവർത്തനം തുടങ്ങുമെന്നും 15000 കിലോവാററ് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുമെന്നും അതിന്നൊട്ടാകെ 40 മില്യൻ ഡോളർ ചിലവ് വരുമെന്നുമായിരുന്നു പ്രതീക്ഷ.

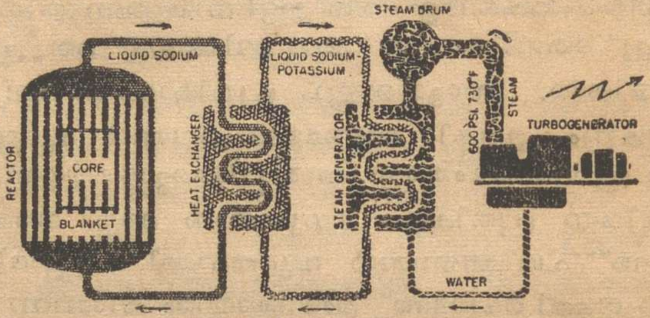


Figure 17

പരീക്ഷണാർത്ഥമുള്ള ഉല്പാദകപ്രതികാരത്തിൻെറ രൂപരേഖ

Max Gschwind, Courtesy of Fortune Magazine, (c) 1955 by Time Inc.

സോഡിയം ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകത്തിലെന്നപോലെ ഇന്ധനോല്പാദകപ്രതികാരകങ്ങളിലും ദ്രവസ്ഥിതിയിലുള്ള സോഡിയമാകുന്നു ഉപകരണത്തെ തണുപ്പിക്കുവാൻ ഉതകുന്നതു്. അതുമാത്രമാണു് രണ്ടു പ്രതികാരകങ്ങൾക്കും തമ്മിലുള്ള സാദൃശ്യം. EBRൻെറ പ്രവർത്തനതത്വം തന്നെ വ്യത്യസ്തമാണെന്നു ചിത്രം 17-ൽനിന്നു് കാണാവുന്നതാണു്. ഇതിലെ ഇന്ധനം പ്ലൂട്ടോണിയവും, യൂറേനിയം 235 ധാരാളം ചേർത്തു് സമൃദ്ധമാക്കിയ യൂറേനിയവും കൂടിയുള്ള ദ്രവമാകുന്നു. ശീഘ്രഗാമികളായ ന്യൂട്രാണുകളുടെ വേഗം ശമിപ്പിക്കു

വാനരതകുന്ന വേഗശമകങ്ങളൊന്നുംതന്നെ അതിലില്ല. പ്രത്യുത, യൂറേനിയം 235ൻെറ ഭേദനഫലമായുണ്ടാകുന്ന ശീഘ്രഗാമികളായ ന്യൂട്രാണുകൾ യുറേനിയം 238ൻെറ അണുകേന്ദ്രങ്ങളിൽ ചെന്നു മുട്ടുകയും അവയാൽ നിഗരണം ചെയ്യപ്പെടുകയുമാണുണ്ടാവുന്നതു്. തൽഫലമായി പ്ലൂട്ടോണിയം അണുക്കൾ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. പ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രവത്തനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന യൂറേനിയം 235ൻെറ ഓരോ അണുവിന്നും ഒന്നിലധികം പ്ലൂട്ടോണിയം അണുക്കൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രതികാരകം അതുപയോഗിക്കുന്നത്രയൊ അതിൽ കൂടുതലായൊ ഇന്ധനം ഉല്പാദിപ്പിക്കുകയാകുന്നു യഥാത്ഥത്തിൽ ചെയ്യുന്നതു്. പ്ലൂട്ടോണിയം കൃത്രിമമായി സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന മൂലകമാണു്. പ്രകൃതിദത്തമല്ല. എന്നാൽ അതു് ഭേദ്യമായതുകൊണ്ടു് പ്രതികാരകത്തിൽ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്.

ഈ പ്രതികാരകത്തിൻെറ വലുപ്പം കുറഞ്ഞ മാതൃകയാകുന്നു, EBR–1. അതു ഇഡാഹോവിൽ 1951 മുതൽ പ്രവത്തിച്ചു പോരുന്നുണ്ടു്. വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദനത്തിന്നു ആദ്യമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ട പ്രതികാരകം തന്നെ EBR–I ആണെന്നു പറയാം. അതു 1951 ഡിസമ്പറിലായിരുന്നു ആദ്യമായി വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിച്ചതു്. അതിൽനിന്നു ലഭിച്ചവിദ്യുൽധാരകൊണ്ടു് ഏകദേശം ഒരുനൂറോളം റൊട്ടി വറുക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ പ്രവത്തിപ്പിക്കപ്പെടുകയുണ്ടായി.

ഏകജാതീയപ്രതികാരകം.

(ഹോമോജീനിയസ് റിയാക്ററർ.)

അണുശക്തികമ്മീഷൻെറ പഞ്ചവത്സരപദ്ധതിയിൽ വികസിപ്പിക്കുന്ന മറെറാരുതരം പ്രതികാരകം കൂടിയുള്ളതു് ഏകജാതീയപ്രതികാരകം എന്നത്ഥം വരുന്ന "ഹോമൊജീനിയസ്റിയാക്ടർ" ആകുന്നു. അതിൽ ഇന്ധനവും വേഗശമ

കവും ദ്രവരൂപത്തിലുള്ള ഒരു ലായനിയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കു ന്നതുകൊണ്ടാണ് അതിന്നു ആ പേർ സിദ്ധിച്ചതു്. ഇന്ധനം

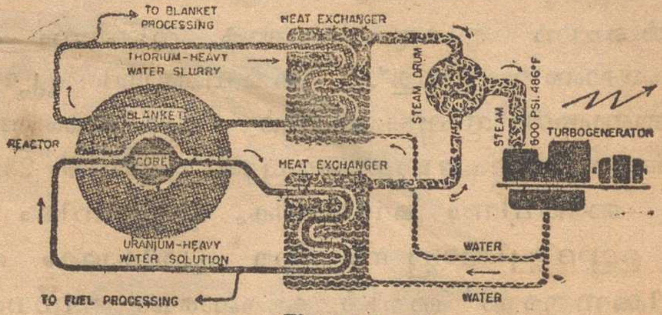


Figure 18

ഏകജാതീയ പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ

Max Gschwind, Courtesy of Fortune Magazine, (c) 1955 by Time Inc.

വേഗശമകം, തണുപ്പിക്കുവാനുള്ള പദാത്ഥം എന്നിവ ഒന്നിൽ നിന്നുമററൊന്നു വേർതിരിച്ചുനിത്തപ്പെട്ടുന്ന വിജാതീയ (ഹീററോജീനിയസ്) പ്രതികാരകത്തിന്നു നേർവിപരീതമായുള്ളതാണിതു്. അണുപ്രസരംകൊണ്ടുള്ള കെടുതിസംഭവിക്കാതിരിപ്പാനായി ഇടക്കിടെ മാററി പകരംവെക്കേണ്ടിവരുന്ന ഖനസ്ഥിതിയിലുള്ള ഇന്ധനങ്ങൾ ഏകജാതീയ പ്രതികാരകത്തിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടു് സംരക്ഷണ ചിലവു് താരതമ്യേന ചുരുങ്ങുന്നതാണ്. ഇതു് ഒരു ഇന്ധനോല്പാദകപ്രതികാരകം കൂടിയാകുന്നു. ഭേദ്യമല്ലാത്ത തോറിയത്തിൽനിന്നു് ഭേദ്യമായ യുറേനിയം 233 ഈ പ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രവത്തനഫലമായി സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടുന്നു. ഇതിലെ ഇന്ധനവും ഉറയിലെ തോറിയവും ഭാരമേറിയ ജലത്തിൽ അലിഞ്ഞുചേൻ്് ചംക്രമണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഭാരമേറിയ ജലം ഉപകരണം തണുപ്പിക്കുന്നതിന്നും ന്യൂട്രാണുകളുടെ വേഗം ശമിപ്പിക്കുന്നതിന്നും ഉതകുന്നു.

ഇത്തരം വലുപ്പത്തിലുള്ള ഒരു ഏകജാതീയപ്രതികാരകം 47 മില്യൻ ഡോളർ ചിലവിൽ ടെന്നസിയിലെ ഓക്'റിഡ്ജ് ദേശീയപരീക്ഷണശാലയിൽ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടുന്നു.

(1957 ഡിസമ്പർ 27-ാംനു- പ്രവർത്തനം ആരംഭിച്ചു. 1958 ഏപ്രിൽ 4-ാംനു- പൂർണ്ണോല്പാദനം തുടങ്ങി.)

ഏകജാതീയ പ്രതികാരകത്തിന്നു ചില പ്രത്യേകതകൾ ഉണ്ടാകും. ലഘുതരമായഘടന നിർമ്മാണചെലവു ചുരുക്കും. അതിന്നാവശ്യമുള്ള രാസപദാർത്ഥങ്ങൾപാകപ്പെടുത്തുന്നതിൽ അസദ്'വ്യയം വളരെ കുറവായിരിക്കും. ഇന്ധനമൂലകം തയ്യാറാക്കുന്നതു സംബന്ധിച്ചുള്ള ചിലവും വളരെ കുറവുതന്നെ. പ്രതികാരകം താരതമ്യേന ലഘുവായിരിക്കും. അതു വിശ്വാസ്യമായി പ്രവർത്തിക്കുമെന്നാണ്' പ്രതീക്ഷ. പ്രവർത്തനം നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ദീർഘകാലവ്യാപ്തിയുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളും പരിശോധനകളും നടത്താവുന്നതാണ്'. വൻതോതിൽ പ്രവർത്തനം നടത്തുന്നതിന്നുള്ള പ്രതികാരത്തിൻെറതുപോലെയുള്ള പരിതഃസ്ഥിതികളിൽതന്നെ ഇതിൻെറ പ്രവർത്തനവും നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതും പരിശോധനകൾ നടത്താവുന്നതുമാണ്'. അതു പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ഗവേഷകൾക്ക്' അണുപ്രസരംകൊണ്ടു പദാർത്ഥങ്ങൾക്കുണ്ടാകാവുന്ന ഭേദമാനം, ഇന്ധനമായുപയോഗിക്കുന്ന ലായനിയുടെ സ്ഥിരതയെ അണുപ്രസരഫലങ്ങൾ ബാധിക്കുന്ന രീതി എന്നിവയെ സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുവാൻ കഴിയും.

ഈ പ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന വിവരങ്ങളെല്ലാം ഏകജാതീയ തോറിയം പ്രതികാരകത്തിൻെറ നിർമ്മാണത്തിൽ പ്രയോജനകരമാക്കി തീർക്കുവാനുള്ള ഉദ്ദേശംകൂടി ഉണ്ടു'. അതു 1957ൽ നിർമ്മിച്ചു തുടങ്ങും, 1959ൽ പ്രവർത്തനമാരംഭിക്കും. അതു ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തി 16000 കിലോവാററായിരിക്കും. ഏകജാതീയതോറിയം പ്രതികാരകത്തിൽ ഇന്ധനലായനിയിൽതന്നെ ഉറയിലെ തോറിയവും ഉണ്ടാവും. പ്രവർത്തന ഫലമായി യൂറേ

നിയം 233 ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടും. അതിലെ ഇന്ധനലായനി ഭാരമേറിയ ജലത്തിൽ യൂറേനിയം 235 അലയിച്ചുണ്ടാക്കുന്നതാണ്. പ്രവൎത്തനത്തിൽ യൂറേനിയം 235ൽ നിന്നു നിൎഗ്ഗമിക്കുന്ന ന്യൂട്രോണുകളെ ഉറയിലുള്ള തോറിയം അണുക്കൾ നിഗരണം ചെയ്യും. തൽഫലമായി തോറിയം അണുക്കൾ യൂറേനിയം 233 ൻെറ അണുക്കളായി പരിണമിക്കും.

(ഗവേഷണോദ്ദേശം പിന്നീട്ട് മാററുകയാണുണ്ടായത്)

സ്വകാൎയ്യ വ്യവസായം.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ അണുശക്തി വികസന ചരിത്രത്തിൽ അണുശക്തി കമ്മീഷൻെറ പഞ്ചവത്സര പദ്ധതി ഒരുവശംമാത്രമാണ്. വ്യാവസായികജ്ഞാനം, ഗവേഷണങ്ങൾക്കും വാസ്തു വിദ്യാപരിശീലനങ്ങൾക്കും ഉള്ള സൌകൎയ്യങ്ങൾ, വിദേജരായ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെയും സാങ്കേതികജ്ഞരുടെയും സേവനം, മുതൽമുടക്കുന്നതിന്നുള്ള അവസരങ്ങളും കഴിവും, ഗുണമാത്സൎയ്യമനോഭാവം അമേരിക്കയുടെ ഭാസുര ഭാവിയിൽ ഉറച്ച വിശ്വാസം എന്നീ നേട്ടങ്ങളും ഗുണങ്ങളും ആൎജ്ജിച്ചു കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ സ്വകാൎയ്യവ്യവസായങ്ങൾ അതിൽ വഹിച്ചിട്ടുള്ള പങ്കും അതിന്നുനൽകീട്ടുള്ള സംഭാവനയുമാകുന്നു ചരിത്രത്തിൻെറ മറുവശം.

സ്വകാൎയ്യമേഖലയിലെ വ്യവസായങ്ങൾക്കുള്ള കഴിവു മുഴവൻ പ്രയോജനകരമാക്കിത്തീക്കുവാനുള്ള അവസരം നൽകുന്നതിന്നായി 1954-ലെ അണുശക്തി നിയമം മൂലം ലഭിച്ച അധികാരം അവലംബിച്ചു ദേശീയ നിലവാരത്തിൽ അണുശക്തി വ്യവസായം ത്വരിതഗതിയിൽ വികസിപ്പിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള നടവടികൾ അണുശക്തി കമ്മീഷൻ സ്വീകരിച്ചു. അതെവരെ ശേഖരിച്ചു ക്രോഡീകരിച്ചിരുന്ന വിവരങ്ങൾ—അണുശക്തി വികസനസംബന്ധമായുള്ളവ—ഉത്തരവാദപ്പെട്ട വ്യവസായസ്ഥാപനങ്ങൾക്കു് ലഭിക്കുമാറാക്കു

വാൻ ഉതകുന്ന നടപടിക്രമങ്ങൾ അവർ താമസംവിനാ തയ്യാറാക്കി. സ്വകാര്യമേഖലയിൽ അണുശക്തി വികസിപ്പിക്കുവാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്ന വ്യക്തികൾക്കും സ്ഥാപനങ്ങൾക്കും ആവശ്യമുള്ള എല്ലാ പദാർത്ഥങ്ങളും സാങ്കേതികോപദേശവും ലഭിക്കുവാൻ നൽകേണ്ട പ്രതിഫലം നിർദ്ദേശിക്കുന്ന പട്ടികകൾ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. പരീക്ഷണാർത്ഥമുള്ള ശക്ത്യുൽപാദകപ്രതികാരകങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുവാനും നിർമ്മിക്കുവാനും പ്രവർത്തിപ്പിക്കുവാനും സ്വകാര്യവ്യവസായരംഗത്തിന്നു പ്രോത്സാഹനം നൽകുവാനുതകുന്ന ഒരു പരിപാടി തയ്യാറാക്കി.

ധാരാളം കഴിവും വമ്പിച്ച ധനാഗമ മാർഗ്ഗങ്ങളും ഉള്ള അമേരിക്കൻ സ്വകാര്യമേഖലയിലെ വ്യവസായങ്ങളെ ശക്ത്യുൽപാദനത്തിന്നുള്ള പ്രതികാരകവ്യവസായ രംഗത്തിലേക്കാകർഷിച്ച് പുരാവശിഷ്ടേന്ധനങ്ങൾ കൊണ്ടു ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിയോടു കിടപിടിക്കത്തക്കവണ്ണം താണ ചിലവിൽ അണുശക്തി കൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന കാലതാമസം ചുരുക്കുവാനുള്ള ഉദ്ദേശത്തോടുകൂടിയായിരുന്നു ഈ പരിപാടിതയ്യാറാക്കിയതു്. സ്വകാര്യവ്യവസായങ്ങളുടെ സഹകരണത്തിന്നു പ്രതിഫലമായി വിദ്യുദുല്പാദനത്തിന്നുള്ള പ്രതികാരകങ്ങൾ നിർമ്മിച്ചു പ്രവർത്തിപ്പിക്കാനുദ്ദേശിക്കുന്ന സ്വകാര്യസ്ഥാപനങ്ങൾക്കു് സാമ്പത്തികവും സാങ്കേതികവുമായ സഹായസഹകരണങ്ങൾ നൽകുവാൻ അണുശക്തികമ്മീഷൻ തയ്യാറായി. നിർമ്മാണം, ഉടമാവകാശം, യന്ത്രസ്ഥാപനത്തിൻെറ പ്രവർത്തനം എന്നിവയിൽനിന്നുണ്ടാകാവുന്ന അപായങ്ങൾക്കുള്ള ഉത്തരവാദിത്വം സ്വകാര്യസ്ഥാപനങ്ങൾ തന്നെ ഏറെറടുക്കണമെന്ന ഒരൊററ നിബന്ധനമാത്രമായിരുന്നു അണുശക്തി കമ്മീഷൻ വിധിച്ചതു്. പ്രത്യേകിച്ചും 1962 വരെ പ്രസ്തുത സ്വകാര്യസ്ഥാപനങ്ങൾക്കു് അണുശക്തി ഉല്പാദനത്തിന്നാവശ്യമുള്ള ഇന്ധനങ്ങൾ സൌജന്യമായി നൽകുന്നതാണെന്നും

പ്രവത്തനത്തിൽ യഥാത്ഥത്തിൽ ചിലവഴിക്കപ്പെട്ട ഇന്ധനത്തിന്നുമാത്രമുള്ള വിലയും "ക്ഷിണിച്ച" ഇന്ധനം പാകപ്പെടുത്തുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന ചിലവും മാത്രം അവരിൽ നിന്നു വസൂലാക്കുന്നതുകൊണ്ടു തൃപ്തിപ്പെടുന്നതാണെന്നും അണുശക്തികമ്മീഷൻ വ്യക്തമാക്കി. അണുശക്തികമ്മീഷൻെറ പരീക്ഷണശാലകളിൽ അണുശക്തി ഉല്പാദനം സംബന്ധിച്ച ചില ഗവേഷണങ്ങളും വികസനങ്ങളും സൌജന്യമായി ചെയ്തുകൊടുക്കുവാനും, അണുശക്തി യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങൾ പ്രവത്തിപ്പിക്കുന്നതിൻെറ ഫലമായി മേലിൽ ലഭിക്കാവുന്നതായ സാങ്കേതികവും സാമ്പത്തികവുമായ വിവരങ്ങൾക്കു മുൻകൂട്ടി തന്നെ പ്രതിഫലം കൊടുക്കുവാനുംകൂടി അവർ തയ്യാറായിരുന്നു.

ഈ പദ്ധതിയിൻകീഴിൽ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനുള്ള അനവധി ആലോചനകൾ അണുശക്തിക്കമ്മീഷന്നു സ്വകാര്യവ്യവസായങ്ങൾ സമർപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അവയിൽ ആറെണ്ണം മാത്രം ഇവിടെ സംക്ഷിപ്തമായി പ്രതിപാദിക്കുന്നു. വിവിധ സ്ഥാപനങ്ങൾ പ്രസ്തുത പ്രശ്നത്തെ—അണുശക്തി ഉപയോഗിച്ചു് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്—സമീപിക്കുന്ന രീതികളിലെ വൈവിദ്ധ്യം രസകരമാണു്.

<u>ന്യൂക്ലിയർ പവർ ഗ്രൂപ്പ്.</u>

"ന്യൂക്ലിയർ പവർ ഗ്രൂപ്പ്" എന്ന സ്ഥാപനത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന "ദി കോമൺവെൽത്ത് എഡിസൻ കമ്പനി ഓഫ് ചിക്കാഗൊ" യുഗ്മചക്രകഥിതജലപ്രതികാരകം (ഡ്യുവൽ സൈക്കിൾ ബോയിലിങ്ങ് വാട്ടർ റിയാക്ടർ) നിമ്മിക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നു. അതു് ആവിഷ്കരിച്ചു് വികസിപ്പിക്കുന്നതു് "ജനറൽ എലക്ട്രിക് കമ്പനി" ആയിരിക്കും. നാം ചച്ച ചെയ്തുകഴിഞ്ഞ കഥിതജല പ്രതികാരകത്തിൽ നിന്നു് യുഗ്മചക്രകഥിതജലപ്രതികാരകത്തിന്നു് ഒരു വ്യത്യാസം മാത്രമാണുള്ളതു്. ഇതിൽ അണുഭേദനഫലമായി ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന താപത്തിൻെറ ഒരംശത്തെ നീരാ

വിയും മറെറാരംശത്തെ തപ്തജലവും വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകുന്നതായിരിക്കും. ഇടുങ്ങിയ പ്രവേശനമാൎഗ്ഗവും ബഹിൎഗ്ഗമനമാൎഗ്ഗവുമുള്ള "ഫ്ളാഷ് ടാങ്ക്" എന്ന ഗോളാകാര ഭാഗത്തിൽ തപ്തജലവും നീരാവിയായി പരിണമിക്കുന്നു. യുഗ്മചക്രകവാഥിതജലപ്രതികാരകത്തിൻെറതാകുന്നു ചിത്രം 16. ലഘുതരമായ ജലപ്രതികാരകത്തേക്കാൾ കൂടുതൽ പ്രതിപ്രവൎത്തനസ്ഥിരത പ്രസ്തുത പ്രതികാരകത്തിലുണ്ടാകുമെന്നു പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു.

ഈ പ്രതികാരകം ആസൂത്രണം ചെയ്ത "ജനറൽ എലക്ട്രിക്" അതേതരത്തിലുള്ള ഒരു ശക്ത്യുൽപാദക യന്ത്രസ്ഥാപനം "സീവൂൾഫ്" എന്ന അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ രണ്ടാമത്തെ അണുശക്തി മുങ്ങിക്കപ്പലിന്നായി നിൎമ്മിച്ചുകഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. അതിന്നു സദൃശമായ മറെറാരു പ്രതികാരകം ഉല്പാദിപ്പിച്ച വിദ്യുച്ഛക്തി ന്യൂയോൎക്കിലെ വെസ്റ്റ്മിൽടണിൽനിന്നു് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ ഒരു വാണിജ്യവിതരണമണ്ഡലത്തിലേക്കു് ആദ്യമായി 1955 ജൂലായിൽ തിരിച്ചുവിടപ്പെടുകയുണ്ടായി.

കോമൺവെൽത്ത് എഡിസൻകാരുടെ നിൎദ്ദേശമനുസരിച്ചു് ഈ പ്രതികാരക നിൎമ്മാണം 1960ൽ പൂൎത്തിയാകുമെന്നും അതിന്നു 45 മില്യൻഡാലർ ചിലവുവരുമെന്നും പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു. അവശ്യോപയോഗ സാധനങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന എട്ടു വ്യവസായസ്ഥാപനങ്ങളുടെ അംഗത്വമുള്ള 'ദിന്യൂക്ലിയർ പവർ ഗ്രൂപ്പ്' അണുശക്തികമ്മീഷനിൽനിന്നു് സഹായധനം ആവശ്യപ്പെട്ടിട്ടില്ല. പദ്ധതിനടപ്പാക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള മുതൽ അവർതന്നെ മുടക്കുവാനാണുദ്ദേശിക്കുന്നതു്. ചിക്കാഗോവിന്നു തെക്കുപടിഞ്ഞാറായി 50നാഴിക ദൂരത്തിലുള്ള ഒരു സ്ഥലത്തിലാകുന്നു ഈ പ്രതികാരകം സ്ഥാപിക്കുന്നതു്. അതു 18000 കിലോവാററ് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതായിരിക്കും.

(കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചിട്ടില്ല.)

ദിയാങ്കി ഏലക്ടിക് കമ്പനി.

"ദിയാങ്കി ഏലക്ട്രിക്കമ്പനി"— ന്യൂ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ പന്ത്രണ്ട് അവശ്യോപയോഗസാധനോൽപാദകസംഘങ്ങളുടെതായ സ്ഥാപനം—മർദ്ദക്രമീകൃത ജലപ്രതികാരകം ഒന്നു (ചിത്രം 14) സ്ഥാപിക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നു. അതു് 13400കിലൊവാററ് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതായിരിക്കും. അതു് വികസിപ്പിച്ചു് ആവിഷ്ക്കരിക്കുന്നതു് "വെസ്റ്റിങ്ങ് ഹൌസ്" എന്ന സ്ഥാപനവും നിമ്മിക്കുന്നതു് "സ്റ്റോൺ ആൻഡ് വെബ്സ്റ്റർ" എന്ന സ്ഥാപനവും ആകുന്നു. അതിന്നു 30 മില്യൻ ഡാലർ ചെലവുവരും. അതു സ്ഥാപിക്കുന്നതു് 'മാസാച്യൂസെററ്സിലെ റൊ' വിലായിരിക്കും. 1958-ൽ നിമ്മാണം പൂത്തിയാവണമെന്നാണുദ്ദേശം.

(നിമ്മാണത്തിന്നുള്ള പരിപാടിയിൽ മാററം വരുത്തുകയാൽ 1959 ഡിസമ്പറിൽ 70% മാത്രം നിമ്മിതമായി.)

ദിഡിട്രോയിററ് എഡിസൺ ഗ്രൂപ്.

പതിനൊന്നു അവശ്യോപയോഗസാധനോല്പാദകസംഘങ്ങളുടെ സ്ഥാപനമായ 'ദിഡിട്രോയിററ് എഡിസൻ ഗ്രൂപ്" ഒരു ശീഘ്രോല്പാദക പ്രതികാരകം (ചിത്രം 17) സ്ഥാപിക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നു. അതിന്നു 54 മില്യൻ ഡാളർ ചിലവുവരുമെന്നും അതു 100,000 കിലോവാററ് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുമെന്നും പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. അതു സ്ഥാപിക്കുന്നതു് മിച്ചിഗനിലായിരിക്കും. 1960ൽ നിമ്മാണം പൂത്തിയാവണം എന്നാണുദ്ദേശം. അണുശക്തി വികസനത്തിൽ താല്പയ്യം ഉള്ളതും ലാഭേച്ഛകൂടാതെ പ്രവത്തനം നടത്തുന്നതുമായ "അറ്റോമിക് പവർ ഡവലപ്മെൻറ് അസോസിയേററ്സ്" എന്ന സ്ഥാപനം ഈ പ്രതികാരകനിമ്മാണം സംബന്ധിച്ചുള്ള ഗവേഷണങ്ങളും വികസനവും നടത്തുവാൻ അനവധി സ്ഥാപനങ്ങളുമായി കരാറിൽ ഏർപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

(കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചില്ല.)

ദിപബ്ലിക് പവർ ഡിസ്ട്രിക്ട് ഓഫ് നെബ്രാസ്ക.

പൊതുരംഗത്തിൽ അവശ്യോപയോഗസാധനങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന സ്ഥാപനമായ "ദി കൺസ്യൂമേർസ് പബ്ലിക് പവർ ഡിസ്ട്രിക്ട് ഓഫ് നെബ്രാസ്ക" ഒരു സോഡിയം ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകം സ്ഥാപിക്കുവാനുള്ള പരിപാടി തയ്യാറാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം പ്രതികാരകത്തിന്റെ പ്രവർത്തനരീതി നാം മനസ്സിലാക്കിട്ടുണ്ട്. (ചിത്രം 15). അതു് 25 മില്യൻ ഡോളർ ചിലവിൽ "ദി നോർത്ത് അമേരിക്കൻ ഏവിയേഷൻ കമ്പനി" നിർമ്മിക്കുന്നതാണു്. 1960ൽ നിർമ്മാണം പൂർത്തിയാവുമ്പോൾ അതു് 75000 കിലോവാററ് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുമെന്നാണു് പ്രതീക്ഷ. ഡിട്രോയിററ് എഡിസൻ ഗ്രൂപ്പുകാരുടെ പദ്ധതിയിലും ദീയാങ്കിഅററാമിക് കമ്പനിയുടെ പദ്ധതിയിലും എന്നപോലെ ഇതിലും 80% മുതൽ 90% വരെ ചിലവു് സ്വകാര്യ സ്ഥാപനങ്ങൾ തന്നെവഹിക്കുന്നതാണു്.

ദി കൺസോലിഡേററഡ് എഡിസൻ കമ്പനി ഓഫ് ന്യൂയോക്ക്

ഇതിന്നുമുമ്പു ചർച്ചയിൽ ഉൾപ്പെട്ടത്തിട്ടുള്ള ക്രമീകൃതമർദ്ദ ജലപ്രതികാരകത്തെക്കാൾ (ചിത്രം 14) വല്യതും അതേതരത്തിലുള്ളതുമായ ഒരു പ്രതികാരകം "ദികൺസോലിഡേററഡ് എഡിസൻ കമ്പനി ഓഫ് ന്യൂയോക്ക്" സ്ഥാപിക്കുവാനുദ്ദേശിക്കുന്നുണ്ടു്. 'ബാബ്കോക്ക് ആൻഡ് വിൽകോക്സ്' എന്ന സ്ഥാപനം അതു് ന്യൂയോക്കിലുള്ള ബുച്ചാനനിൽ സ്ഥാപിക്കുന്നതും 1960ൽ നിർമ്മാണം പൂർത്തിയാകുന്നതുമാണു്.

(കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചിട്ടില്ല.)

യാതൊരു ധനസഹായവും അഭ്യർത്ഥിക്കാത്ത അണുശക്തി യന്ത്രസ്ഥാപനനിർമ്മാണത്തിന്നുള്ള അനുമതിക്കു മാത്രമാണു് പ്രസ്തുതസ്ഥാപനം അണുശക്തികമ്മീഷനോടപേക്ഷി

ച്ചതു് (പ്ലേററ് 12). ഈ യന്ത്രസ്ഥാപനത്തിനു് 70 മില്യൻ ഡാളർ ചിലവുവരും.

ദി റൂറൽ കോഓപ്പറേററീവ് പവർ അസോസിയേഷൻ അററ് എൽക്ക്റിവർ.

മിന്നസോട്ടയിലുള്ള എൽക്ക് റിവറിലെ ദി റൂറൽ കോഓപറേററീവ് പവർ അസോസിയേഷൻ എന്ന സ്ഥാപനം ഒരു ഘടിതചക്രക്വഥിതജലപ്രതികാരകം (ക്ലോസ്ഡ് സൈക്കിൾ ബോയിലിങ് വാട്ടർ റിയാക്ടറർ) സ്ഥാപിക്കുവാനുദ്ദേശിക്കുന്നു. അന്യത്ര വിവരിച്ചിട്ടുള്ള ക്വഥിതജല പ്രതികാരകത്തിന്നു് മിക്കവാറും സദൃശമാണിതു്. അണുപ്രസരമുള്ള നീരാവി നേരിട്ടു് ഭ്രമണചക്രം തിരിക്കുന്നതിന്നു പകരം മറെറാരു ചംക്രമണമണ്ഡലത്തിലെ ജലം തപിപ്പിക്കുന്നുവെന്നുള്ള വ്യത്യാസം മാത്രമാണിതിനുള്ളതു്. അങ്ങിനെ അണുപ്രസരം ആദ്യത്തെ നീരാവി മണ്ഡലത്തിൽ ഒററപ്പെടുത്തി നിറുത്തിയിരിക്കുകയാകുന്നു. അമേരിക്കൻ മെഷീൻ ആൻഡ് ഫൌൻഡ്രി കമ്പനി നിർമ്മിക്കുന്നതായ ഈ പ്രതീകാരകം 22000 കിലോവാററു് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കും. 1960ൽ നിർമ്മാണം പൂർത്തിയാകുമെന്നു പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ആ യന്ത്രസ്ഥാപനത്തിന്നു് 6 മില്യൻ ഡോളർ ചിലവു വരും. ദി റൂറൽ കോഓപറേററീവ് പവർ അസോസിയേഷൻ യന്ത്രസ്ഥാപനം പ്രവർത്തിച്ചു തുടങ്ങുവാനുള്ള ചിലവിൽ 750000 ഡോളർ ഉടൻതന്നെ വഹിക്കാനും ബാക്കി കുറെ കൊല്ലങ്ങളിലായി അടച്ചുതീർത്തു് സ്ഥാപനം സ്വന്തമാക്കുവാനും ഉദ്ദേശിക്കുന്നു.

(കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചിട്ടില്ല.)

പ്രസ്തുത ആറു അണുശക്തി യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങളുടെ ഒട്ടാകെയുള്ള ഉല്പാദനപ്രാപ്തി 713000 കിലോവാററും അവ

ക്കാകെയുള്ള മുതൽമുടക്കു 358 മില്യൻ ഡോളറുമാകുന്നു. കൂടുതൽ അണുശക്തി യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുവാനുള്ള പരിപാടികൾ അണുശക്തികമ്മീഷൻെറ പരിഗണനയിലുണ്ടു്.

രണ്ടു പ്രത്യേക പ്രസ്ഥാനങ്ങൾ.

വിദ്യുച്ഛക്തി ഉൽപാദനത്തിന്നായി അണുശക്തി വികസിപ്പിക്കുന്ന രംഗത്തിൽ പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്ന രണ്ടു പദ്ധതികൾ കൂടിയുണ്ടു്. അവയിലൊന്നിൽ പ്രതികാരകത്തിലെ ഇന്ധനം ദ്രവസ്ഥിതിയിലുള്ള ലോഹമാകുന്നു. അതിൻെറ വികസനവും നിർമ്മാണവും സംബന്ധിച്ചുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ ന്യൂയോർക്കിലെ ലാങ്ഐലൻഡിലുള്ള അപ്ടണിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയ പരീക്ഷണശാലയിലാണു നടക്കുന്നതു്. ഈ പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ തയ്യാറാക്കുന്നതിൽ വളരെ ബുദ്ധിമുട്ടുകൾ നേരിട്ടിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഇന്ധനത്തെ ഉപകരണം തണുപ്പിക്കുവാനുള്ള ദ്രവത്തിൽത്തന്നെ കലത്താവുന്നതാണെന്ന പ്രത്യേകഗുണം അതിന്നുണ്ടു്. അതിൻെറ ഫലമായി താണമർദ്ദത്തിൽതന്നെ ഉയന്ന ഊഷ്മാവു് സൃഷ്ടിക്കാവുന്നതാണു്. ബിസ്മത്ത് എന്ന ലോഹം ദ്രവീകരിച്ചു് യൂറേനിയം അലിയിച്ചാകുന്നു ഇന്ധനം തയ്യാറാക്കുന്നതു്. ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയപരീക്ഷണശാലയുമായി ഏർപ്പെട്ടിട്ടുള്ള കരാറുകൾ അനുസരിച്ചു അനവധി സ്ഥാപനങ്ങൾ പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ തയ്യാറാക്കിവരുന്നു.

രണ്ടാമത്തെ പ്രധാന പ്രത്യേക പദ്ധതി യഥാർത്ഥം "പാക്കേജ്" പദ്ധതിയെന്നു് അറിയപ്പെടുന്ന ശക്തിഉൽപാദക യന്ത്രസ്ഥാപനമാണു്. അതു് വിവിധഭാഗങ്ങളായിപിരിച്ചു് എളുപ്പത്തിൽ ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നു് മറെറാരു സ്ഥലത്തേക്കുകൊണ്ടുപോകാവുന്നതും ഉടനടി സംഘടിപ്പിച്ചു പ്രവർത്തനത്തിന്നു തയ്യാറാക്കാവുന്നതും ആകുന്നു. ജനസംഖ്യ

കുറഞ്ഞ അധിവാസകേന്ദ്രങ്ങൾക്കും സുപ്രാപ്യമല്ലാത്ത ഖനികൾക്കും ആവശ്യമുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തി നൽകുവാൻ ഈ അണുസ്ഥാപനങ്ങൾ ഉപകരിക്കും. ജലശേഖരങ്ങളിൽനിന്നു് വളരെ അകന്നുകിടക്കുന്ന വരണ്ടപ്രദേശങ്ങളിൽ ജലവിതരണം ചെയ്യുവാനുള്ള പമ്പുകളെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിന്നും വിദ്യുച്ഛക്തി നൽകുവാൻ അവക്കു കഴിയും. അവ ആവശ്യം പോലെ ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നു് മറെറാന്നിലേക്കു് മാററി സ്ഥാപിക്കാവുന്നതാണെന്നതിന്നു പുറമെ അവക്കു മെച്ചമുള്ളതു വളരെ ഒതുക്കി സൂക്ഷിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന ഇന്ധനത്തിലും പ്രവർത്തനക്ഷമതയിലുമാകുന്നു. ഒരു വിമാനത്തിൽ കയററി ചെല്ലാവുന്ന ഇന്ധനംകൊണ്ടു സുദീർഘമായ കാലത്തേക്കു് ഇത്തരം ഒരു യന്ത്രസ്ഥാപനം പ്രവർത്തിപ്പിക്കാവുന്നതാണു്.

സൈനികാവശ്യമായി വെർജിനിയയിലെ ഫോർട ബൽവായറിൽ ആദ്യത്തെ 'പാക്കേജ്' അണുശക്തി യന്ത്രസ്ഥാപനം 'ആൽകൊ പ്രോഡക്ട്സ് കോർപൊറേഷൻ' ആകുന്നു സ്ഥാപിക്കുന്നതു്. അതു ഒരുതരം ക്രമീകൃതമർദ്ദജലപ്രതികാരകം തന്നെ. അതിലെ ഇന്ധനം യൂറേനിയം 235 ചേർത്തു സമൃദ്ധമാക്കിയ യൂറേനിയം ആണു്. അതു 1825 കിലോവാററ് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കും.

1957ൽ 2 മില്യൻ ഡാളർ ചിലവിൽ നിർമ്മാണം പൂർത്തിയാവും. അതിന്നുള്ള ചിലവു് സൈനിക വകുപ്പുംഅണുശക്തി കമ്മീഷനും കൂട്ടായി വഹിക്കുകയാണു്. ബാൾടിമോറിലെ ഗ്ലെൻ എൽ മാർട്ടിൻ കമ്പനിയടക്കം അനവധി സ്ഥാപനങ്ങൾ 'പാക്കേജ്' ശക്തിഉല്പാദക യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുവാൻ പരിശ്രമം ചെയ്തുവരികയാണു്.

(1957ൽ നിർമ്മാണം പൂർത്തിയായി, 1958 ജനവരി 24-ാംനു ഗവൺമെണ്ടു് ഏറെറടുത്തു.)

ഇംഗ്ലൻഡിന്നാണു് അണുശക്തി വികസനം അമേരിക്കൻ ഐക്യയാട്ടുകളെക്കാൾ കൂടുതൽ അടിയന്തിരമായി ആവശ്യ

 45527

മുള്ളതു്. കീഴ്‌വഴക്കമനുസരിച്ചുള്ള ഇന്ധനങ്ങൾകൊണ്ടു് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതുമായി കിടപിടിക്കുവാൻ അണുശക്തിക്കു് കഴിവുണ്ടോ എന്നു തീർച്ചയാക്കുന്നതിൽ ഒരു പ്രധാന ഘടകം രാജ്യത്തിന്റെ 'കിടപ്പു്' ആകുന്നു. വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദനത്തിന്നു അണുശക്തി ഉടനടി ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങുന്നതു് അവശ്യമായുള്ള അനവധി രാജ്യങ്ങൾ ഉണ്ടു്. അവിടെയെല്ലാം ഇപ്പോൾതന്നെ പുരാതനാവശിഷ്ടേന്ധനങ്ങൾക്കു വളരെയധികം വിലവരുന്നുണ്ടു്. വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദനത്തിനെ ബാധിക്കുന്ന എല്ലാ ചിലവിനങ്ങളും നമുക്കു കൂലങ്കഷമായി പരിശോധിക്കുവാൻ കഴിയുകയില്ലെങ്കിലും ചില രാജ്യങ്ങളിലെ ഉല്പാദന ചിലവുകൾ താരതമ്യപ്പെടുത്താവുന്നതാണു്. വിദ്യുച്ഛക്തി യൂനിററിന്നു് 9 മുതൽ 10 വരെ മിൽ ആകുന്നു ബൽജിയത്തിലെ ഉല്പാദന ചിലവു്. ജപ്പാനിൽ അതിന്നു 20 മിൽ ചിലവു വരുന്നു. ഇന്ത്യയിൽ ചിലവു് അതിലും കൂടുതലാകുന്നു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലാവട്ടെ പുരാതനാവശിഷ്ടേന്ധനങ്ങൾ കൊണ്ടുല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിക്കു യൂനിററിന്നു് 7 മിൽ മാത്രമെ വിലവരുന്നുള്ളു. പ്രത്യേകിച്ചും വ്യവസായങ്ങൾ ധാരാളം സ്ഥാപിക്കുവാൻ യത്നിക്കുന്ന രാജ്യങ്ങൾ ഇപ്പോൾതന്നെ വിദ്യുച്ഛക്തിഉല്പാദനത്തിന്നു് അണുശക്തി ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങാവുന്നതാണു്.

1960ൽ തുടങ്ങുന്ന ദശകത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ സ്ഥാപിക്കാവുന്ന അണുശക്തി യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിക്കു യൂനിററിന്നു് 5 മുതൽ 6 വരെ മിൽ മാത്രമാണു് ചിലവുണ്ടാവുക എന്നു വളരെയധികം വാസ്തുവിദ്യാവിദഗ്ദരും ശാസ്ത്രജ്ഞരും അവകാശപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രവചനം കണക്കിലേറെയുള്ള ശുഭാപ്തിവിശ്വാസഫലമാണെന്നു അഭിപ്രായപ്പെടുന്ന വിദഗ്ദരും ഉണ്ടു്. സാധാ

45527

രണ്ട ഇന്ധനങ്ങൾകൊണ്ടു പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നവയായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിന്നു ശേഷം സ്ഥാപിതമായ ഏതൊരു യന്ത്രസ്ഥാപനത്തിൽനിന്നും കിട്ടുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പോലെതന്നെ ആദായകരമായിരിക്കും പ്രസ്തുതവിദ്യുച്ഛക്തിയും. 1975-ൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ ഒട്ടാകെ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതിൽ 10% വിദ്യുച്ഛക്തി അണുയന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങളിൽ നിന്നായിരിക്കും ലഭിക്കുക എന്ന് അണുശക്തി കമ്മീഷൻ കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു.

ഇപ്പോൾ ആവിഷ്കരണം ചെയ്തിട്ടുള്ള അണുശക്തിസ്ഥാപനങ്ങൾ പ്രവർത്തിച്ചു തുടങ്ങുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തി യൂനിററിന്നെന്തു ചിലവുവരുമെന്ന് പ്രവചിക്കുവാൻ മിക്ക സ്ഥാപനങ്ങളും കൂട്ടാക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ അണുശക്തി യന്ത്രങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുവാൻ വ്യവസായ ഉടമകൾ അഹമഹമികയാ അടിച്ചു കയറുകയാണ്. വികസനത്തിന്നും ഗവേഷണങ്ങൾക്കുമായി അവർ ധാരാളം പണം ചിലവഴിക്കുന്നു. അടുത്ത ഭാവിയിൽ അണുശക്തിക്ക് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ സാമ്പത്തിക പ്രാധാന്യം വളരെയുണ്ടാകുമെന്ന് അവർ പൂർണ്ണമായി വിശ്വസിക്കുന്നുവെന്നതിന്നു വേറെ തെളിവുകൾ ആവശ്യമില്ല.

(കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചിട്ടില്ല.)

"ദിയാങ്കി എലക്ട്രിക് കമ്പനി" അവരുടെ മർദ്ദക്രമീകൃത ജലപ്രതികാരകത്തിൽനിന്നു ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിക്കു് യൂനിററിന്നു് 8 മുതൽ 10 വരെ മിൽ ചിലവുവരുമെന്നാണു് കണക്കാക്കിട്ടുള്ളതു്. ന്യൂ ഇംഗ്ലൻഡ് പ്രദേശത്തിൽ കല്ക്കരി ഉപയോഗിച്ചു പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിക്കും അതുതന്നെയാണു് ചിലവുവരുന്നതു്. മിന്നസ്സോട്ടയിൽ അവശ്യോപയോഗസാധനോല്പന്ന

സഹകരണസംഘം കീഴ്‌വഴക്കമനുസരിച്ചുല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിക്ക് യൂനിററിന്നു 9 മിൽ വേണ്ടിവരുമ്പോൾ "അമേരിക്കൻ മെഷീൻ അൻഡ് ഫൌൻഡ്രി കമ്പനി'' അവരുടെ ഘടിതചക്രകചഥിതജല പ്രതികാരകത്തിൽനിന്നു് 6·5 മിൽ ചിലവിൽ ഒരു യൂനിററു വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നു് അവകാശപ്പെട്ടുന്നു.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിൽ 1975ൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിയിൽ 10% അണുശക്തിനിലയങ്ങളിൽ നിന്നായിരിക്കുമെന്നു് അണുശക്തി കമ്മീഷൻ കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നുവെങ്കിലും ആ വ്യവസായത്തിന്നു് അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടവയായി അനവധി പ്രശ്നങ്ങൾ പോംവഴികാണാതെ കിടപ്പുണ്ട്. അവ മുഴുവനും സാങ്കേതികപ്രശ്നങ്ങളുമല്ല. സാങ്കേതികപ്രശ്നങ്ങളിൽ അടിയന്തരമായി പരിഹരിക്കപ്പെടേണ്ടതു് യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങളിലെ അണുപ്രസരക ഇന്ധനാവശിഷ്ടങ്ങളെ പൊതുജനാരോഗ്യത്തിന്നു ഹാനികരമല്ലാത്ത വിധത്തിൽ നിഷ്കാസനം ചെയ്യുന്നതിനെ സംബന്ധിച്ചുള്ളതാണ്. പരിശീലനം ലഭിച്ച സാങ്കേതികജ്ഞന്മാരുടേയും വാസ്തുവിദ്യാവിദഗ്ധരുടേയും ദൌർല്ലഭ്യമാണ് മറെറാന്നു്. ഇപ്പോൾ വിദഗ്ധസേവനം ഒന്നിലധികം സ്ഥാപനങ്ങൾക്കൂട്ടായി അനുഭവിച്ചുവരികയാണ്. അതപ്രകാരമായിരുന്നില്ലെങ്കിൽ അനവധി വ്യവസായ സ്ഥാപനങ്ങൾക്കു അവശ്യം ആവശ്യമുള്ള വിദഗ്ധസാങ്കേതികോപദേശം ലഭിക്കുമായിരുന്നില്ല.

ഇത്തരം അവസ്ഥ തരണം ചെയ്യുവാനുതകുന്ന ഒരു പദ്ധതി അണുശക്തി കമ്മീഷൻ അവതരിപ്പിച്ചു് നടപ്പിൽ വരുത്തിട്ടുണ്ട്. ആർഗോണിലെ ദേശീയപരിശോധനാലയത്തിൽ അവർ പ്രതികാരകവാസ്തുവിദ്യയിൽ പരിശീലനം നൽകുവാനുള്ള ഒരു കേന്ദ്രം 1955ൽ സ്ഥാപിച്ചു. പ്രതികാ

രക വാസ്തുവിദ്യാശാസ്ത്രത്തിൽ വ്യക്തവിധാനം ചെയ്യപ്പെടാത്ത ഇനങ്ങളിലാണ് പരിശീലനം നൽകുന്നതു്. അതിൽ രണ്ടു തരം ഉണ്ടു്. പ്രതികാരകപ്രവർത്തനത്തിൻെറ സാമാന്യ സാങ്കേതികവശങ്ങൾ സംബന്ധിച്ചുള്ളതും നാലുമാസം നീണ്ടുനില്ക്കുന്നതുമായതൊന്നു്. പ്രയോഗിക വാസ്തുവിദ്യാ പ്രസ്ഥാനങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതും മൂന്നുമാസം നീണ്ടുനില്ക്കുന്നതുമായ മറെറാന്നു്. അതൊരു അന്താരാഷ്ട്രീയ വിദ്യാലയമാണു്. അന്താരാഷ്ട്രഅണുവാസ്തുവിദ്യാലയമെന്നാണു് പേർ. അതിലെ ആദ്യസമ്മേളനത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകാരായ പത്തു വിദ്യാർത്ഥികൾക്കും വിദേശീയരായ ഇരുപതു വിദ്യാർത്ഥികൾക്കും പരിശീലനം ലഭിച്ചു. 1955 ഹേമന്തത്തിലാരംഭിച്ച രണ്ടാമത്തെ സമ്മേളനത്തിൽ അവരുടെ എണ്ണം യഥാക്രമം മുപ്പതും അമ്പതും ആയിരുന്നു. 1956 സപ്തമ്പറിൽ വിദ്യാലയത്തിൽ പരിശീലനം ലഭിച്ചിരുന്ന ഒരുനൂററിയൊന്നു് വിദ്യാർത്ഥികളിൽ മുപ്പത്തിയൊന്നുപേർ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലേയും എഴുപതുപേർ 29വിദേശരാജ്യങ്ങളിലേയും ആയിരുന്നു.

അഞ്ച്.

കടത്തുമതിക്ക് അണുശക്തി.

പുതിയൊരു കണ്ടുപിടിത്തം നിലവിലുള്ള മറേറതൊരു പായത്തിന്നുമില്ലാത്ത കഴിവുള്ളതോ, കൂടുതൽ പ്രവത്തന ക്ഷമമോ, പ്രവത്തനചിലവു ചുരുക്കുവാൻ പര്യാപ്തമോ ആയാൽ മാത്രമാണു് വിജയം വരിക്കുക.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടേതായ മുങ്ങിക്കപ്പൽ 'നാട്ടിലസ്'' അങ്ങിനത്തേതാണു്. മറേറതൊരു മുങ്ങിക്കപ്പലിനേക്കാളും കൂടുതൽ ദൂരം സമുദ്രതലത്തിലോ വെള്ളത്തിന്നടിയിലോ വായി ഇന്ധനം പുതുക്കാതെ സഞ്ചരിക്കുവാൻ അതിന്നു കഴിയും. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ രാജ്യരക്ഷാസന്നാഹങ്ങളിലെ 'മമ്മ' ആയുധമാണതു്, അതാവിഷ്കരിച്ചു നിമ്മിക്കുന്നതിൽ ലോഭം കൂടാതെ വൻചിലവു ചെയ്തതും അതുകൊണ്ടുതന്നെ. ഒരു രാജ്യത്തെ വിദേശീയാക്രമണത്തിൽനിന്നു രക്ഷിക്കുന്നതിന്നു വേണ്ടിയുള്ള ഏതൊരു ചിലവും അതെത്ര തന്നെ വമ്പിച്ചതായാലും അമിതവ്യയമാവുകയില്ല. ഇത്തരം കാര്യങ്ങളിൽ നിമ്മാണത്തിന്നും നടത്തിപ്പിന്നും വേണ്ടിവരുന്ന ചിലവു ചുരുക്കുകയെന്ന പ്രശ്നമുത്ഭവിക്കുന്നേയില്ല.

കപ്പലോടിക്കൽ

കച്ചവടച്ചരക്കുകൾ കടത്തുമതിചെയ്യുന്ന കപ്പലുകൾ ഓടിക്കുവാൻ അണുശക്തി ഉപയോഗിക്കുന്നകാര്യം സംക്ഷിപ്തമായി പരിശോധിക്കാം. നാലാം അദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള പ്രതികാരങ്ങളിലൊന്നു നൽകുന്ന അണുശക്തി കൊണ്ടു് വാണിജ്യക്കപ്പലുകൾ ഓടിക്കാവുന്നതാണെന്നു് വിദഗ്ദർ വിശ്വസിക്കുന്നു. 'നാട്ടിലസ്''ൻെറ വിജയകരമായ പ്രവത്തനം അതിൻെറ സാങ്കേതിക പ്രായോഗികതക്കു്

സാക്ഷ്യം വഹിക്കുന്നു. അണുസന്നാഹത്തിന്റെ ഭാരം വളരെ കൂടുതലല്ല. നാവികൎക്കു വളരെയധികം അപായം ഉണ്ടാകാത്ത തരത്തിൽ അതു സ്ഥാപിക്കാവുന്നതും അതിന്നു ചുററും 'മറ'കൾ നിൎമ്മിക്കാവുന്നതുമാണ്. അണുക്കപ്പലിന്റെ നടത്തിപ്പ് സാധാരണ കപ്പലിന്റേതിൽ കൂടുതലായി ക്ലേശകരമല്ല. അതിന്നു പ്രത്യേകം നൌകാശയസൌകൎയ്യം വേണമെന്നേയുള്ളു.

അണുവാണിജ്യക്കപ്പലിന്റെ നിൎമ്മാണത്തിന്നുള്ള ചിലവു താദൃശമായ എണ്ണ (ഇന്ധനമായുള്ള) കപ്പലിന്റേതിൽ ഏഴ മടങ്ങായിരിക്കുമെന്നു കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്. സാമാന്യ വലിപ്പമുള്ള ഒരു എണ്ണക്കപ്പലിന്നു് അതിന്റെ ആയുഷ്കാലത്തിൽ ആകമാനം വേണ്ടിവരുന്ന ഇന്ധനച്ചിലവ് അമ്പവധി മില്യൻ ഡാളറുകളാണ്. തൽക്കാലം അണു-ഇന്ധനവില എണ്ണവിലയിൽ കൂടുതലായിരിക്കും. വിദൂരമല്ലാത്ത ഭാവിയിൽ അതു കുറയാവുന്നതാണ്. ഇപ്പോൾ തന്നെ അണു-ഇന്ധനവില എണ്ണവിലയിൽ കുറയുന്നതായാൽപ്പോലും തന്മൂലം ലാഭിക്കാവുന്ന തുക നിൎമ്മാണ ചിലവിലെ വ്യത്യാസം നികത്തുവാൻ മതിയാവുകയില്ല.

അണുക്കപ്പലിൽ ഇന്ധനത്തിന്റെ സംഭരണത്തിന്നു പ്രത്യേകമായി ഒട്ടും സ്ഥലം ആവശ്യമില്ല. മററുകപ്പലുകളിൽ അതിന്നു വേണ്ടിഒതുക്കുന്ന സ്ഥലത്തും കച്ചവടച്ചരക്കുകൾ അടുക്കി വെയ്ക്കാം. അതു ചില്ലറ ആനുകൂല്യമല്ല, കപ്പൽ കൂലിയിൽനിന്നുള്ള വരുമാനം വളരെ വൎദ്ധിക്കുകയും ചെയ്യും. അണുക്കപ്പലുകളുടെ നടത്തിപ്പിൽ മററു് എണ്ണകപ്പലുകളുടെതിൽ ഇന്നു നേരിടേണ്ടിവരുന്ന അനവധി പ്രശ്നങ്ങൾ—കരിപ്പുക, മാലിന്യങ്ങൾ, ഇന്ധനശേഖരം, കുഴലുകൾ പമ്പുകൾ, തപനസാമഗ്രികൾ, വൻഇന്ധനാശയങ്ങൾ എന്നിവ ഉന്നയിക്കുന്നവ—ഉത്ഭവിക്കുകയില്ലതന്നെ. അണുക്കപ്പലിൽ മറെറാരുപ്രശ്നം നിമിഷംപ്രതി കുറഞ്ഞുകൊണ്ടു

വരുന്ന ഇന്ധനഭാരം ഉന്നയിക്കുന്നതു്—നേരിടേണ്ടി വരില്ല. അതു് എണ്ണക്കപ്പലിൻെറ സമതുലനാവസ്ഥയെ സാരമായി ബാധിക്കാവുന്നതും അതിജാഗ്രതയോടുകൂടി കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടതുമാണു്. അണുപ്രസരം വരുത്തി തീക്കാവുന്ന മലിനീകരണം പരിഹരിക്കുന്നതു് അസാദ്ധ്യമല്ലെന്നു കപ്പൽ നിമ്മാതാക്കൾ വിശ്വസിക്കുന്നു.

അണുക്കപ്പലിലെ നാവികർക്കു് പ്രത്യേക പരിശീലനം നൽകേണ്ടതുണ്ടു്. അവർ വിദഗ്ദനാവികരായിരിക്കുന്നതിന്നുപുറമെ അണുശക്തിയന്ത്രപ്രവത്തനവും നല്ലവണ്ണം ഗ്രഹിച്ചിരിക്കണം. ആദ്യം ഓടിക്കുന്ന അണുക്കപ്പലിൽ നാവികസംഘത്തിൻെറ വേതനച്ചിലവു് വൻതോതിലുള്ളതായിരിക്കും. പ്രത്യേക പരിശീലനത്തിന്നു വേണ്ടിവരുന്ന കൂടുതൽ ചിലവു് അധികം അണുക്കപ്പലുകൾ സേവനത്തിന്നു് ഇറക്കുന്നതോടുകൂടി ക്രമത്തിൽ കുറഞ്ഞുവരും, അധികം താമസിയാതെ സാധാരണ കപ്പലുകളിലെ പരിശീലനച്ചിലവിന്നു തുല്യമായി തീരും.

വിദൂരപ്രദേശങ്ങളിലേക്കു്, താരതമ്യേന കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വാണിജ്യക്കപ്പലുകൾ ഓടിക്കുവാൻ അണുശക്തി ഉപയോഗിക്കുന്നതു് സാമ്പത്തികപരമായും ഏററവും സുകരമാണെന്ന നിഗമനത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ വാണിജ്യവകുപ്പിലെ വിദഗ്ദർ എത്തിയിരിക്കുന്നു. എണ്ണയും അയിരുകളും കടത്തുമതി ചെയ്യുന്ന കപ്പലുകളായിരിക്കും അവ. വാണിജ്യക്കപ്പലിന്നു തികച്ചും യുക്തമായ പ്രതികാരകം ഇപ്പോൾ വികസിപ്പിച്ചു കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. പ്രവത്തനക്ഷമത, വിശ്വാസ്യത എന്നിവയോടൊപ്പം സാമ്പത്തിക ഭദ്രതയും സുരക്ഷിതത്വവും നൽകുന്ന പ്രതികാരകം ഏതായിരിക്കുമെന്നു് നിണ്ണയിക്കുന്നതിന്നു മുമ്പു് നിലവിലുള്ളവയെക്കുറിച്ചു് വിവരങ്ങൾ ധാരാളം ശേഖരിച്ചു് പഠനം തന്നെ നടത്തേണ്ടതുണ്ടു്.

വാണിജ്യക്കപ്പലുകൾ ഓടിക്കുവാൻ അണുശക്തി ഉപയോഗിക്കാമെങ്കിലും അണുക്കപ്പലുകളുടെ നിർമ്മാണത്തിന്നു വേണ്ടിവരുന്ന വൻചിലവു് സ്വകാര്യ വ്യക്തികൾ അതിലേർപ്പെടുന്നതു് സാദ്ധ്യമല്ലാതാക്കുന്നു. നാവികസേവേതനവും വൻതോതിലുള്ളതായിരിക്കും. എന്നാൽ അതിന്നു ഗണ്യമായ ഒരു ഗുണവും—താരതമ്യേന വളരെയധികം കച്ചവടച്ചരക്കുകൾ കടത്തുമതി ചെയ്യുവാനുള്ള കഴിവു്—ഉണ്ടു്. അണുക്കപ്പലുകൾ ആവിഷ്കരിച്ചു നിർമ്മിക്കുന്നതിന്നും അവയുടെ നടത്തിപ്പിന്നും വേണ്ടിവരുന്ന വൻചിലവു് ഏറെറടുക്കുന്നതിന്നുള്ള സന്നദ്ധതയോ താല്പര്യമോ സ്വകാര്യ സ്ഥാപനങ്ങൾ ഇതേവരെ പ്രദർശിപ്പിച്ചിട്ടില്ല.

84–ാം കോൺഗ്രസ്സു് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ സർക്കാറിന്നു് ഒരു അണുവാണിജ്യക്കപ്പൽ നിർമ്മിക്കുവാനുള്ള അധികാരം നൽകുന്ന നിയമം 1956 ജൂലയിൽ പാസ്സാക്കി. അതിൻെറ ചിലവിലേക്കായി 42.5 മില്യൻ ഡാളർ വകയിരുത്തി. നിർമ്മാണം തുടങ്ങുവാനും ത്വരിതഗതിയിൽ തുടരുവാനുമായി 1956 ഒക്ടോബർ 15–ാംനു പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവർ അമേരിക്കൻ അണുശക്തി കമ്മീഷന്നും സമുദ്രകാര്യനിർവ്വഹണ കമ്മീഷന്നും കല്പന നൽകി. 595 അടി നീളമുള്ളതും 100 യാത്രക്കാരേയും 12000 ടൺ കച്ചവടച്ചരക്കുകളേയും കയററിച്ചെല്ലാവുന്നതുമായ കപ്പലാണു് ആദ്യം നിർമ്മിക്കുക. അതു ഉച്ചാലനം ചെയ്യുന്നതു് 20000 H. P. ശക്തിയുള്ള ക്രമീകൃതമർദ്ദജലപ്രതികാരകം ആയിരിക്കും. 21 'നാട്' വരെ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുവാനുള്ള കഴിവു് അതിന്നുണ്ടാവും.

അതിൻെറ നിർമ്മാണം 1957ൽ തുടങ്ങുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നു. അണുശക്തി ഉല്പാദനത്തിന്നുള്ള പ്രതികാരകവും മററു യന്ത്രസാമഗ്രികളും തയ്യാറാക്കുവാൻ മൂന്നു കൊല്ലം

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY KOTTAYAM

വേണ്ടിവരാം. ആദ്യം നിർമ്മിക്കുന്ന അണുക്കപ്പലായതുകൊണ്ടു് വൻചിലവുവരും. സർക്കാർ ആ ബാദ്ധ്യത ഏറ്റെടുത്തിരിക്കുന്നതിനാൽ സ്വകാര്യ സ്ഥാപനങ്ങൾ അണുക്കപ്പലുകൾ നിർമ്മിച്ചു തുടങ്ങുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന കാലതാമസം കുറയുന്നതാണു്.

(കപ്പലിൻെറ ഉടൽ നിർമ്മിക്കുവാൻ 1957ൽ തുടങ്ങി. 1957 ഡിസമ്പറിൽ പൂർത്തിയായി)

അമേരിക്കൻ ഉദ്യോഗസ്ഥരാവട്ടെ വാണിജ്യപരമായി അണുക്കപ്പലുകൾ തല്ക്കാലം സുകരമല്ലെന്നു ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നു. അങ്ങിനത്തെ കപ്പലുകൾ ഓടിക്കുവാൻ ഉതകുന്ന പ്രതികാരകങ്ങൾ ആവശ്യമുള്ളത്ര നിർമ്മിക്കുവാൻ പത്തുകൊല്ലമെങ്കിലും വേണ്ടിവരുമെന്നു കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു. അതെന്തായാലും അതിപ്രധാനമായ പ്രാരംഭനടപടികൾ സർക്കാർ എടുത്തു കഴിഞ്ഞു.

വിമാനം പറപ്പിക്കൽ.

അണുശക്തികൊണ്ടു പറപ്പിക്കാവുന്ന ഒരു വിമാനത്തിൻെറ രൂപരേഖ തയ്യാറാക്കി വികസിപ്പിക്കുവാനുള്ള ശ്രമം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ ഇപ്പോൾ തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. യഥാകാലം അണുവിമാനങ്ങൾ— സൈനികാവശ്യങ്ങൾക്കുള്ളവ— നിർമ്മിക്കുന്നതാണുദ്ദേശം. തൽസംബന്ധമായി കൂടുതൽ വിവരങ്ങളൊന്നും പൊതുജനങ്ങൾക്കു ലഭിക്കുകയില്ല. കാരണം വ്യക്തമാണു്. എന്നാൽ വാണിജ്യവിമാനങ്ങൾക്കും സൈനികവിമാനങ്ങൾക്കും പൊതുവായി എല്ലാവർക്കും അറിയാവുന്ന ചില മൌലിക വിവരങ്ങൾ ഉണ്ടു്.

വിമാനം പറപ്പിക്കുവാൻ അണുശക്തി വിജയകരമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു സാദ്ധ്യമായാൽ ഇന്നത്തെ വിമാനത്തിന്നില്ലാത്ത മൂന്നു പ്രത്യേകഗുണങ്ങൾ അണുവിമാനത്തിന്നുണ്ടാവും. വഹിച്ചുകൊണ്ടു ചെല്ലാവുന്ന അണുഇന്ധനപരിമാണം പരിഗണിക്കുന്നതായാൽ വിമാനം തുടർന്നുപറ

ക്കാവുന്ന ദൂരം മിക്കവാറും അപരിമിതം തന്നെ. ഇന്ധനം പുതുക്കുവാനുള്ള താവളങ്ങളുടെ ആവശ്യംതന്നെയുണ്ടാവുകയില്ല. ഇന്നത്തെ വിമാനങ്ങൾക്കെന്നപോലെ വളരെയധികം സ്ഥലം കൈക്കൊള്ളുന്ന ഇന്ധനം എത്തിച്ചുകൊടുക്കുന്നതു സംബന്ധിച്ച പ്രശ്നങ്ങൾ ഉണ്ടാവുകയില്ല.

വിമാനം പറപ്പിക്കുന്നതിന്നു അണുശക്തി ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന തത്വം അതിലഘുവാണു്. പ്രതികാരകം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന താപം വിമാനം പറപ്പിക്കുവാനുള്ള സമ്മർദ്ദമായി മാററുകമാത്രമാണു വേണ്ടതു്. അണുവിമാനത്തിൽ ഒരു പ്രതികാരകവും വല്ലതരത്തിലുമുള്ള താപയന്ത്രവും ഉണ്ടാവണം. അതു പറപ്പിക്കുന്നതു് ജററോ, ഭ്രമണചക്രത്തോടനുബന്ധിച്ച ഉച്ചാലകമോ ആവാം.

അണുപ്രതികാരകങ്ങളെക്കുറിച്ചു നാം മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുള്ള സംഗതികൾ വിഷമം പിടിച്ച ഒരു പ്രശ്നം ഉന്നയിക്കുന്നു. വൈമാനിക പ്രവർത്തകസംഘത്തെ അണുപ്രസരത്തിൽനിന്നു രക്ഷിക്കുവാൻ പ്രതികാരകത്തിന്നു ചുററും നിർമ്മിക്കേണ്ടുന്ന മറയുടെ ഭാരം സംബന്ധിച്ചുള്ളതാണതു്. കൂടുതലായി സ്ഥാപിക്കേണ്ടിവരുന്ന സന്നാഹഭാരം വിമാനത്തിൻെറ രൂപരേഖതന്നെ പുനഃപരിശോധിക്കേണ്ടതും ഭാരവിതരണത്തെ ആസ്പദിച്ചു് വീണ്ടും ആസൂത്രണം ചെയ്യേണ്ടതും ആവശ്യമാക്കിത്തീർക്കും. ഇന്നത്തെ വിമാനത്തിന്നു് യാത്രാരംഭത്തിലുണ്ടായിരുന്നതിൽ കുറവായിരിക്കും യാത്രാവസാനത്തിലെ ഭാരം. അണുശക്തിവിമാനത്തിൻെറ ഭാരത്തിലാവട്ടെ യാതൊരു മാററവും ഉണ്ടാവുകയില്ല, അതും വിമാനരൂപത്തെ ബാധിക്കുന്ന ഘടകമാണു്, അണുശക്തിവിമാനം ഇറങ്ങുവാനുള്ള 'റൺവേ'യുടെ തലം കൂടുതൽ ഉറപ്പുള്ളതാവുകയും വേണം. ഗൗരവതരമായ പ്രശ്നങ്ങളാണിവയെങ്കിലും അപരിഹാര്യങ്ങളല്ല.

അണുവിമാനത്തിൻെറ നിർമ്മാണചിലവ് സാധാരണ വിമാനത്തിൻേറതിൽ തുലോം കൂടുതലാകുന്നതു് അണുസന്നാഹസാമഗ്രികളുടെ വമ്പിച്ച മൂല്യമാണ്. അണുപ്രസരം സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾ സംരക്ഷണത്തിനും അററകുററപ്പണികൾക്കും വൻചിലവു വരുത്തുന്നു. അണുപിന്ധനങ്ങൾക്ക് ഇപ്പോൾ വമ്പിച്ച വിലകൊടുക്കേണ്ടിവരുന്നു. അതു രാസേന്ധനങ്ങളുടേതിൽ പൻമടങ്ങാണ്. ഉല്പാദനം വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ അണുപിന്ധനവില കുറയാവുന്നതാണ്.

കച്ചവടക്കപ്പലുകളുടെ നടത്തിപ്പിലെന്നപോലെ അണുവിമാനങ്ങളുടേതിലും സുദീർഘയാത്രയിലേർപ്പെടുന്നവക്ക് ചലിവു കുറയും. 'മറ'കൾ ഉന്നയിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾമൂലം ആദ്യത്തെ അണുവിമാനങ്ങൾ യാത്രീകക്ക പ്രയോജനപ്പെടുകയില്ല. ദൃഷ്യരഹിത അണുവിമാനങ്ങൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നതോടുകൂടി മറയുടെ പ്രശ്നങ്ങളും പരിഹരിക്കപ്പെടും.

അണുവിമാനത്തിന്നു ഗൌരവതരമായ ഒരു തകച്ചയുണ്ടായാൽ അതിലെ പ്രതികാരകത്തിൽനിന്നു ഹാനികരമായ അനവധി ഭേദനഫലങ്ങൾ അഴിച്ചുവിടപ്പെടും. തകച്ചയുണ്ടായ സ്ഥലത്തിലും കാററിൻെറ ദിശയിലായി കിടക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങളിലും അധിവസിക്കുന്ന ജനാവലി ഭേദനഫലങ്ങൾ വരുത്തികൂട്ടാവുന്ന കെടുതികൾക്കു വിധേയരാവും. ജനനിബിഢത വളരെ കുറഞ്ഞസ്ഥലങ്ങൾ വിമാന നിർമ്മാണത്തിന്നും വിമാനയാത്രക്കുമായി പ്രത്യേകം ഒതുക്കിവെക്കുന്നതായാൽ അപായം കുറയുവാൻ ഇടയുണ്ടു്. ഇക്കാര്യം ഇപ്പോൾ വിദഗ്ദ്ധർ പരിഗണിച്ചു വരികയാണ്. അതൊരു പ്രശ്നം തന്നെ സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ടു്. എന്നാൽ അതു് തൃപ്തികരമായി നേരിടാവുന്നതാണെന്നു് അവർ ദൃഢമായി വിശ്വസിക്കുന്നു. ഈ പ്രശ്നം തന്നെ വാണിജ്യഅണുവിമാനനിർമ്മാണത്തെ അപ്രായോഗികമാക്കിത്തീക്കുന്നു.

അണുശക്തികൊണ്ടു പറപ്പിക്കാവുന്ന യുദ്ധവിമാനങ്ങൾഇപ്പോൾ ആവിഷ്കരിച്ചു വികസിപ്പിച്ചു നിമ്മിച്ചു വരികയാണു്. അമേരിക്കൻ ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ രാജ്യരക്ഷയുൾക്കൊള്ളുന്ന ഇക്കായ്യത്തിൽ നേരിടേണ്ടി വരാവുന്നഭീമമായ ചിലവുകൾക്കുള്ള ഉത്തരവാദിത്വം സക്കാർ നാട്ടിലസിന്റെതിലെന്ന പോലെ ഏറ്റെടുക്കാവുന്നതും ഏറ്റെടുക്കുന്നതുമാണു്. അണുമുങ്ങിക്കപ്പലുകളുടേയും അണുയുദ്ധവിമാനങ്ങളുടെയും ആവിഷ്കരണ നിമ്മാണങ്ങളിലും നടത്തിപ്പിലും നിന്നു കരഗതമാവുന്ന അനുഭവജ്ഞാനം ആ ദിവസം—സമുദ്രതലത്തിൽ അണുവാണിജ്യക്കപ്പലുകളും ആകാശത്തിൽ അണുവിമാനങ്ങളും സഞ്ചരിച്ചു് ലോകരാഷ്ട്രങ്ങളെ തുലോം അടുപ്പിക്കുന്നതു— വിദൂരസ്ഥമല്ലാതാക്കും.

ഭൌമികവാഹനങ്ങൾ. അണുക്കപ്പലുകളും വിമാനങ്ങളും വികസിപ്പിച്ചു ഏറെക്കാലം കഴിഞ്ഞുമാത്രമാണു് അണുഭൌമികവാഹനങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുകയുണ്ടാവുക എന്നതിന്നുള്ള ലക്ഷണങ്ങൾ ധാരാളം കാണുന്നുണ്ടു്.

അണുതീവണ്ടിയന്ത്രത്തിന്റെ രൂപരേഖാ സജ്ജീകരണം, നിമ്മാണം എന്നിവയുടെ കായ്യത്തിൽ ധാരാളം അത്യൂഹങ്ങൾ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടു്. അത്തരം യന്ത്രം സാങ്കേതികമായി സാദ്ധ്യമാണെന്നു് 'റെയിൽറോഡ്' വ്യവസായാധികൃതന്മാർ സമ്മതിക്കുന്നു. എന്നാൽ അതിന്റെ രൂപമെന്തായിരിക്കുമെന്നു പറയുവാൻ അവർ കൂട്ടാക്കുന്നില്ല. അതിന്റെ വലുപ്പവും ഭാരവും ഇന്നത്തെ തീവണ്ടിയന്ത്രത്തിന്റേതുതന്നെയായിരിക്കുമെന്നുള്ളതിൽ യോജിപ്പുണ്ടു്. വലുപ്പമോ ഭാരമോ വളരെയധികം വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതായാൽ തണ്ടവാളങ്ങൾ പുതുക്കി സ്ഥാപിക്കേണ്ടിവരും. അതിന്നു കൂടുതൽ സ്ഥലത്തിന്മേൽ അവകാശം ആജ്ജിക്കേണ്ടിവരും. അനവധി മില്യൻ ഡാളർ ചിലവു് വരുത്തുന്ന പ്രശ്നങ്ങളാണിവ ഉന്നയിക്കുന്നതു്.

കപ്പലുകളുടേയും വിമാനങ്ങളുടേയും കാര്യങ്ങളിലെന്ന പോലെ ഇവിടെയും മറയുടെ പ്രശ്നം ഉത്ഭവിക്കും. അതു വളരെയധികം ക്ലേശംകൂടാതെ പരിഹരിയ്ക്കാവുന്നതാണു്. വിമാനനിർമ്മാണത്തിൽ സൈനിക വകുപ്പിന്നു കൈവരുന്ന അനുഭവജ്ഞാനം മറ നിർമ്മാണത്തിന്നു സഹായകമായിതീരും. പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന തീവണ്ടി യന്ത്രത്തിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന അണുപ്രസരാപായം തുലോം കുറക്കാവുന്നതാണു്. തീവണ്ടികൾ കൂട്ടിമുട്ടുന്നതായാൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന കുലുക്കം താങ്ങിനില്ക്കുവാൻ കഴിയുന്ന തരത്തിൽ പ്രതികാരകങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കാവുന്നതാണെന്നു വിദഗ്ദ്ധർ വിശ്വസിക്കുന്നു. അപ്പോൾ തകർച്ചയുണ്ടായാൽ കൂടി ഭേദനഫലങ്ങൾ പുറത്തുവരികയില്ല.

ആദ്യത്തെ അണുത്തീവണ്ടി യന്ത്രനിർമ്മാണത്തിന്നു വേണ്ടി വരാവുന്ന ചിലവു് ഇന്നത്തെ ഡീസൽ—വിദ്യുത് തീവണ്ടിയന്ത്രത്തിന്റേതിൽ അനവധി മടങ്ങായിരിക്കും. അണുപിന്ധനമൂല്യം യഥാകാലം കുറയുന്നതായാൽ കൂടി വില വ്യത്യാസം നിർമ്മാണ ചിലവിലെ വിത്യാസം നികത്തുകയില്ല. അണുയന്ത്രങ്ങളുടെ സംരക്ഷണച്ചിലവു് തുടക്കത്തിലെങ്കിലും ഡീസൽ വിദ്യുത്‌യന്ത്രങ്ങളുടെതിൽ വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. നിരാവി യന്ത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനത്തിൽ ഡീസൽ—വിദ്യുത്‌യന്ത്രങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുവാനുള്ള പദ്ധതി ഇപ്പോൾ മിക്കവാറും പൂർത്തിയായിരിക്കുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ അണുയന്ത്രങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചു നിർമ്മിച്ചു് ഇപ്പോഴും പുതിയവയായുള്ള ഡീസൽ വിദ്യുത്‌യന്ത്രങ്ങൾക്കു പകരം ഉപയോഗിക്കുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന വൻചിലവു് ഏറെറടുക്കുവാൻ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ തീവണ്ടി വ്യവസായ ഉടമകൾ തയ്യാറില്ല. അവരിൽ കാണുന്ന വൈമനസ്യം മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണു്.

അണുത്തീവണ്ടിയന്ത്രങ്ങൾ അതിസാവധാനത്തിൽ മാത്രമാണു് വികസിപ്പിക്കേണ്ടതെന്നുള്ളതിന്നു് ഇത്രയും കാരണങ്ങളുണ്ടു്. എങ്കിലും 'ദി ഡെൻവർ അൻഡ്‌റിയോഗ്രാൻഡ്'

വെസ്റ്റേൺ റയിൽ റോഡിന്നു വേണ്ടി ഒരു അണുതീവണ്ടി യന്ത്രം നിർമ്മിക്കുവാനുള്ള പദ്ധതി 1956 ഒക്ടോബറിൽ 'ബാൾഡ്വിൻ ഹാമിൽടൺ കോർപൊറേഷൻ' തയ്യാറാക്കി, കിഡ് അൻഡ് കമ്പനി(ഇൻക്)യുമായി അവരുടെ തീവണ്ടി യന്ത്രത്തിന്നു പററിയ ഒരു പ്രതികാരകം ആവിഷ്ക്കരിച്ച് വികസിപ്പിക്കുവാൻ കരാർ ചെയ്തു.

മാർഗ്ഗദർശകമായ ഈ പ്രഥമയത്നത്തിൻെറ ഫലത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും തീവണ്ടി വ്യവസായത്തിൽ അണുതീവണ്ടി യന്ത്രങ്ങൾ ത്വരിതഗതിയിൽ ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങേണ്ടതോ എന്ന പ്രശ്നത്തിന്നുള്ള ഉത്തരം. അണുയന്ത്രങ്ങൾ ആദായകരവും പ്രായോഗികവുമാണെന്നു് പരീക്ഷണങ്ങൾ സംശയാതീതമായി വ്യക്തമാക്കിയാലല്ലാതെ താരതമ്യേന പുതുതായുള്ള ഡീസൽ വിദ്യുത് സന്നാഹങ്ങൾ ത്വരിതഗതിയിൽ വേണ്ടെന്നു വെയ്ക്കാൻ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ റെയിൽ റോഡുടമകൾ സന്നദ്ധരാവുകയില്ലെന്നു തീർത്തു പറയാവുന്നതാണു്.

ട്രക്കുകളും മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളും അണുപ്രതികാരകങ്ങൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന ശക്തികൊണ്ടു് ഓടിക്കുന്നതും പ്രായോഗികം തന്നെ. അവ ആവിഷ്ക്കരിച്ചു നിർമ്മിക്കാവുന്നതുമാണു്. എന്നാൽ അണുക്കപ്പലുകളും വിമാനങ്ങളുംഉന്നയിക്കുന്ന അതേ പ്രശ്നങ്ങൾ ഇവിടേയും നേരിടേണ്ടതുണ്ടു്. അണുവാഹനങ്ങളുടെ നിർമ്മാണ ചിലവു് വമ്പിച്ചതായിരിക്കും. കപ്പലുകളുടേയും വിമാനങ്ങളുടേയും കാര്യത്തിൽ ഒരുവിധം തൃപ്തികരമായി പരിഹരിക്കാവുന്ന 'മറ' യുടെ പ്രശ്നം ഇവിടെ ഒരു പിൻതിരിപ്പൻശക്തി തന്നെയായിത്തീരും. ഒരു ട്രക്കിനേയൊ മോട്ടോർ വാഹനത്തേയൊ ഓടിക്കുവാനുതകുന്നപ്രതികാരകത്തിലെ മറക്കുമാത്രമായി 50മുതൽ100വരെ ടൺ ഭാരമുണ്ടാകാമെന്നു കണക്കാക്കിരിയിക്കുന്നു. ഭാരം തുലോം കുറഞ്ഞ മറയോ-അതുസാദ്ധ്യമാണെന്നു തോന്നുന്നില്ല- മറേറതെങ്കിലും പോംവഴിയോ കണ്ടെത്തിയാലല്ലാതെ ഭൌമിക അണുവാഹനങ്ങൾ മനോരാജ്യത്തിൽ മാത്രമാണുണ്ടാവുക.

ആറ്.

റേഡിയോ ഐസോടോപ്—ഉപക്രമം.

'റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്'

അണുശക്തി പ്രഥമപാഠത്തിൽ 'ഐസൊടോപി'ൻെറ നിർവ്വചനമുണ്ടു്. ഒരേ മൂലകത്തിൻെറവയും എന്നാൽ കേന്ദ്രത്തിലെ ന്യൂട്രോണുകളുടെ എണ്ണംമാത്രം വ്യത്യസ്തമാകയാൽ വ്യത്യസ്ത അണുഭാരമുള്ളവയുമായ അണുക്കളാകുന്നു ആ മൂലകത്തിൻെറ ഐസൊടോപുകൾ. അണുപ്രതികാരകത്തിൻെറ പ്രവർത്തനകേന്ദ്രത്തിലെ ന്യൂട്രോണുകളുടെ ആക്രമണംഏററു തേജഃസ്ഫുരകങ്ങളായിതീരുന്ന ഐസൊടോപുകളാകുന്നു റേഡിയോഐസോടോപുകൾ. അവയും റേഡിയം അണുക്കളെപ്പോലെ അനവരതം അനുസ്യൂതമായി തേജോവികിരണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കും.

അണുപ്രതികാരക വികസനത്തിന്നുമുമ്പുതന്നെ റേഡിയം സമുദായസേവനത്തിന്നുതകുന്ന ഒരു ശാസ്ത്രീയഉപകരണമായിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നുവെങ്കിലും അതു് ദുർല്ലഭവും തന്മൂലം വൻവില വരുന്നതുമായിരുന്നു. അണുതേജോവികിരണങ്ങളുടെ ശക്തിസമ്പന്നത ശാസ്ത്രജ്ഞർ നല്ലവണ്ണം ഗ്രഹിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ അവയുടെ ഏകമൂലം റേഡിയം മാത്രമായിരുന്നു. ഈവസ്തുത അവ വികസിപ്പിക്കുന്നതിന്നു പ്രതിബന്ധമായിതീർന്നു. ഇപ്പോൾ അണുപ്രതികാരകങ്ങളിൽനിന്നു് ചുരുങ്ങിയ ചിലവിൽ വളരെയധികം റേഡിയൊഐസൊടോപുകൾ ലഭിക്കുന്നുണ്ടു്.

റേഡിയത്തിന്നുപകരം ഉപയോഗിക്കാവുന്നതെന്നതിൽ എത്രയും കവിഞ്ഞപ്രാധാന്യമാണു് റേഡിയൊഐസൊടോപിന്നുള്ളതു്. ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെയും, വാസ്തുവിദ്യാവിദഗ്ദ്ധരുടെയും, ഗവേഷകരുടേയും വിവിധ ആവശ്യങ്ങൾ നിറവേററുവാനുതകുന്നതരത്തിൽ തേജോവികിരണ തീവ്രതാവൈവിധ്യ

മുള്ള അനവധി ഐസൊടൊപ്പുകൾ ഇപ്പോൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. അവയുടെ സ്ഫുരണതീവ്രത് നിയന്ത്രിക്കാവുന്നതാണ്. അനവധി മൂലകങ്ങളുടെ അണുക്കളിൽ തേജഃസ്ഫുരകത്വം ആരോപിക്കാവുന്നതുമാണ്. റേഡിയത്തിന്റെ പ്രയോഗം സാദ്ധ്യമല്ലാത്ത അനവധി സന്ദർഭങ്ങളിലും തരങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുവാനുതകുന്ന ഗുണങ്ങൾ പ്രസ്തുത മൂലകങ്ങൾക്കുണ്ട്. ശാസ്ത്രം, കൃഷി, വ്യവസായം, രോഗചികിത്സ എന്നീ രംഗങ്ങളിൽ അതിപ്രധാനമായ കരുക്കളായിതീർന്നിരിക്കുന്നു, റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ. ദൂരദർശകത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന്നുശേഷം ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കു ലഭിച്ചിട്ടുള്ള ആയുധങ്ങളിൽ ഏററവും സമുന്നതമാണവയെന്നു അധവധി ശാസ്ത്രജ്ഞർ സമ്മതിക്കുമാറു് ശക്തിസമ്പന്നമാണവ.

റേഡിയോ ഐസോടോപ്പ് ഉൽപാദനം

റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ വിവിധ പ്രയോഗങ്ങൾ പ്രതിപാദിക്കുന്നതിന്നു് മുമ്പ് അവ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന രീതി ഗ്രഹിക്കേണ്ടതാണ്. അണുപ്രതികാരകങ്ങളുടെ ആവിർഭാവത്തിന്നു മുമ്പും—വളരെ കുറച്ചു മാത്രമായാണെങ്കിലും—റേഡിയോ ഐസോടാപ്പുകൾ ലഭിച്ചിരുന്നു. അതിതീവ്രവേഗത്തിൽ അണ്വംശശകലങ്ങളെ എയ്യുവാനുതകുന്ന ഉപകരണങ്ങളായ കണികാവേഗവർദ്ധകങ്ങളിലായിരുന്നു—പാർടിക്കിൾ ആക്സലേററുകളെന്നാണവക്കു പേർ—സൈക്ലോട്രോൺ അത്തരത്തിലുള്ള ഒരുപകരണമാണ്—അവ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരുന്നതു്. എന്നാൽ അണുപ്രതികാരകമാണ് റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ ഗണ്യമായ തോതിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതും അവയുടെ വാണിജ്യപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതും സാദ്ധ്യമാക്കിയതു്.

ഒരു പ്രതികാരകത്തിൽ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു് രണ്ടുതരത്തിലാവാം. പ്രതികാരകത്തിലെ

അണുഭേദനഫലങ്ങളിലും ക്ഷീണിച്ച ഇന്ധനങ്ങളിലും വിവിധ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ അടങ്ങിയിരിക്കും. ചില രാസക്രിയകൾ കൊണ്ടു് അവയെ വേർതിരിക്കുന്നതാകുന്നു ഒരു മാർഗ്ഗം. അതിന്നുതകുന്ന ഒരു യന്ത്രമാകുന്നു രാസപൃഥക്കരണയന്ത്രം (കെമിക്കൽ സെപരേഷൻ പ്ലാൻറ്) ഇതിൻെറ പ്രവർത്തനം സങ്കീർണ്ണമായ രാസസാമഗ്രികളുടേയും 'ഊഷ്മളകോഷ്ഠ'-ഹോട്ട്സെൽ-സന്നാഹങ്ങളുടേയുംപ്രയോഗം ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. വാണിജ്യപരമായ തോതിൽ ഐസോടോപ്പുകൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന അല്പം ചില പരിശോധനാലയങ്ങളിൽ മാത്രമാണത്തരം സന്നാഹങ്ങളുള്ളതു്. അവയിലൊന്നാണു് ഓക്റിഡ്ജ് പരിശോധനാലയം. അവിടുത്തെ പ്രതികാരകത്തിൽ നിന്നു് ഇടക്കിടെ പുറത്തെടുക്കുന്ന ഇന്ധനത്തിലെ ഭേദഫലങ്ങളിൽ റേഡിയോ ഫോസ്ഫറസ് പോലെയുള്ള ചില റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. അവയെ പരിശോധനാലയത്തിലെ സാങ്കേതിക വിദഗ്ദർ ചില രാസ പ്രക്രിയകൾ മൂലം വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നു.

കൂടുതൽ പ്രചാരം ലഭിച്ചിട്ടുള്ളതു് മററൊരു മാർഗ്ഗത്തിന്നാകുന്നു. അതിൽ മൂലകങ്ങളെ പ്രതികാരകത്തിൽ കടത്തിവെച്ചു് ഒരു ക്ലിപ്തകാല ദൈർഘ്യത്തിന്നു ന്യൂട്രോൺ പ്രവാഹത്തിന്നു വിധേയമാക്കുകയാകുന്നു ചെയ്യുന്നതു്. അവയിലെ ചില അണുക്കളുടെ കേന്ദ്രങ്ങൾ അനവധി ന്യൂട്രോണുകളെ നിഗരണം ചെയ്യുന്നു. തൻമൂലം അവയുടെ സമതുലനാവസ്ഥ നഷ്ടപ്പെടുന്നു. അവ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളായി പരിണമിക്കുന്നു. പ്രതികാരകത്തിൽ നിന്നു പുറത്തെടുത്താൽ ഒരു ക്ലിപ്തകാല ദൈർഘ്യത്തിന്നു അവ തേജോവികിരണം ചെയ്തുപോരുന്നു. ഓരോ ഐസോടോപ്പും തേജോവികിരണം ചെയ്തു പോരുന്ന കാലദൈർഘ്യം അതിൻെറ അർദ്ധായുസിനെ (ഹാഫ് ലൈഫ്) ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. രാസപ്ര

ക്രിയകളൊ ഭൌതിക പ്രക്രിയകളൊ അല്ല മാററുവാൻ അശക്തങ്ങളാണു്.

ഗ്രാഫയിററ് പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ (ചിത്രം 14) പരിശോധിക്കുന്നതായാൽ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ അതിൽ എവിടെ, എങ്ങിനെ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടുന്നുവെന്നു് വ്യക്തമാവും. ഈ പ്രവത്തനം ആരംഭിക്കുന്നതു് നിയന്ത്രണ ദണ്ഡുകളെ പ്രതികാരകത്തിൽ പൂർണ്ണമായി കടത്തി വെച്ചു് പ്രതിപ്രവൎത്തനം നിറുത്തിക്കൊണ്ടാകുന്നു. ആ ഘട്ടത്തിൽ പ്രതികാരകം അടച്ചിട്ടുണ്ടെന്നാകുന്നു പറയുന്നതു്. പ്രതികാരകം അടച്ചതിൽ പിന്നെ അതിലെ നീണ്ട ഗ്രാഫയിററ് ഗ്രാഹകങ്ങളെന്ന—സ്ട്രിംഗറുകൾ— ദണ്ഡുകൾ പുറത്തു വലിച്ചെടുക്കുന്നു. അയൊഡിൻ, സോഡിയം തുടങ്ങിയ ലക്ഷ്യ മൂലകങ്ങളുടെ അണുകേന്ദ്രസ്ഥിരതയുള്ള ഐസോടോപ്പുകൾ അലുമിനിയും നാളികകളിൽ നിറച്ചു് ഗ്രാഹകങ്ങളിലെ ഊർദ്ധ്വാധര സാണികളിൽ വെയ്ക്കുന്നു.

ഗ്രാഹകങ്ങളെ യഥാപൂവ്വം പ്രതികാരകത്തിൽ പൂർണ്ണമായികടത്തിനിത്തി നിയന്ത്രണ ദണ്ഡുകൾ വലിച്ചു് പ്രതികാരകം പ്രവത്തിപ്പിച്ചു തുടങ്ങുന്നു. ഒരാഴ്ചമുതൽ ഒരുമാസംവരെയും ചിലപ്പോൾ അതിൽ കൂടുതലായുള്ള കാലദൈർഘ്യത്തേക്കും— അതു മുൻകൂട്ടി നിണ്ണയിച്ചിരിക്കും— ഐസൊടോപ്പുകളോടുകൂടിയ ഗ്രാഹകങ്ങൾ പ്രതികാരത്തിൽതന്നെയുണ്ടാവും. പിന്നീടു് ഗ്രാഹകം പ്രതികാരകത്തിൽനിന്നു വലിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ അവ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളായി പരിണമിച്ചിരിക്കും. പരീക്ഷണശാലയിലെ പ്രവത്തകരെ അണുപ്രസരാപായങ്ങളിൽനിന്നു രക്ഷിക്കുവാൻ വിപുലമായ രക്ഷണോപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടു്; തക്ക രക്ഷാനടപടികളും കൈക്കൊള്ളുന്നു. റേഡിയൊഐസൊടോപ്പുകളെ പ്രതികാരകത്തിൽനിന്നു പുറത്തെടുക്കുന്നതും ഈയ്യക്കുഴലുകളിൽ വെച്ചടക്കുന്നതും വളരെ നീളമുള്ള കയ്യിടികളോടുകൂടിയ കൊടിലുകൾകൊണ്ടാണു്. അണുപ്രസരപഥങ്ങളിൽനിന്നു മാറിനി

ല്ലവാൻ പ്രവത്തകർ പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കുന്നു. അവർ സ്വന്തംപ്രവത്തനം നിരീക്ഷിക്കുന്നതുതന്നെ കോൺക്രീററു് മറകളുടെ പിന്നിൽനിന്നു് മാമ്മികസ്ഥാനങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ദർപ്പണങ്ങളിൽക്കൂടിയാകുന്നു. പ്രവത്തകരും സന്നാഹസാമഗ്രികളും ഏല്ക്കുന്ന അണുപ്രസരതീവ്രതയും വ്യാപ്തിയും പ്രസരമാനികൾമൂലം ആരോഗ്യശാസ്ത്രജ്ഞൻ അനവരതം പ്രബോധനം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

ഓക്‌റിഡ്ജ് പ്രതികാരകത്തിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ അണൌഷധ ഭണ്ഡാകാരത്തിലേക്കാണു്—അടോമിക് ഡ്രഗ്സ്റ്റോർ—അയക്കുന്നതും. റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ ആവശ്യവും ഉല്പാദനവും വിവിധവും വിപുലവുമായതിനെ തുടന്നു് ഓക്‌റിഡ്ജിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന നൂറിലധികം വ്യത്യസ്ത ഐസോടോപ്പുകൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാനും, സൂക്ഷിക്കുവാനും, അത്ഥികൾക്കു് ആവശ്യം അനുസരിച്ചു് വിതരണം ചെയ്യുവാനും ഉള്ള സൌകര്യങ്ങൾ ലഭിക്കുമാറാക്കുവാൻ സ്ഥാപിച്ചതാണു് അണൌഷധ ഭണ്ഡാകാരം. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ അത്തരത്തിലുള്ള ഏകസ്ഥാപനമാണതു്. ഓക്‌റിഡ്ജിൽ നിന്നു അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലും അമ്പതിലധികം വിദേശരാജ്യങ്ങളിലുമായുള്ള പല സ്ഥലങ്ങളിലേക്കും 1954ൽ മാത്രമായി 10433 പ്രാവശ്യം റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ കയററി അയക്കുകയുണ്ടായി.

വേഗത്തിൽ, വാണിജ്യ നിലവാരത്തിൽ, പ്രവത്തനക്ഷമമായി, ഭദ്രതപാലിച്ചു്, റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ കൈകാര്യം ചെയ്തു കയററി അയക്കുന്നതു സാദ്ധ്യമാക്കിതീത്തിട്ടുള്ള അണൌഷധ ഭണ്ഡാകാരം വാസ്തുവിദ്യാവിദഗ്ദരുടെ അത്ഭുതകരമായ നേട്ടമാണെന്നു് എടുത്തു പറയേണ്ടതില്ല. പ്രതികാരകത്തിൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ സ്വീകരിച്ചു സൂക്ഷിക്കുന്നതു തുടങ്ങി

കയററുമതി ചെയ്യുവാനായി ഗ്രാഹകത്തിൽ നിറച്ചടക്കുന്ന തുവരെയുള്ള എല്ലാപ്രവൃത്തിയും നിർവ്വഹിക്കുന്നതു് മികച്ച വാസ്തുവിദ്യാപാടവത്തോടുകൂടി ആവിഷ്കരിച്ചു നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ളവയും വളരെ അകലെനിന്നു് കൈകാര്യം ചെയ്യാവുന്നവയുമായ യന്ത്രങ്ങളാകുന്നു. അണുപ്രസരങ്ങളിൽ നിന്നു പൂർണ്ണ ഭദ്രത നൽകുവാനുതകുന്ന കോൺക്രീററു് ഇത്ത്യ സായുക്തമറകളുടെ പിന്നിൽ നൽക്കുന്ന സാങ്കേതിക വിദഗ്ദ്ധർ റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകളെ സൂക്ഷ്മമായും പ്രവർത്തനക്ഷമമായും കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതു് അവ സാധ്യമാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. പ്രസ്തുത പ്രവർത്തനങ്ങൾ നടക്കുന്ന രീതി ചിത്രീകരിക്കുന്നവയാകുന്നു 13 മുതൽ 16വരെ പ്ലേയിററുകൾ. ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയത്തിൽ C P 5 എന്ന പ്രതികാരകത്തിൽ-വാണിജ്യപര നിലവാരത്തിലല്ല-ഒരു ഐസൊടോപ്പു് ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന രീതി 17ഉം 18ഉം പ്ലേയിററുകൾ വ്യക്തമാക്കുന്നു. ഒരു ചെറുകുപ്പിയിലുള്ള ലക്ഷ്യഐസോടോപ്പിനെ ഒരു അലുമിനിയം നാളത്തിൽ വെച്ചു് ഭദ്രമായടക്കുന്നു. പ്രതികാരകം 'അടച്ച' നിലയിൽ അതിൻെറ മുകൾതലത്തിലുള്ള സരണികളിലൊന്നിൽ അതു കടത്തിവെക്കുന്നു. പിന്നീടു് ആരോഗ്യ ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ സൂക്ഷ്മനിരീക്ഷണ പ്രബോധനങ്ങൾക്കു വിധേയമായി തേജഃസ്ഫുരകത്വം ആർജ്ജിച്ചു കഴിഞ്ഞ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പ് പ്രത്യേക ഉപകരണങ്ങൾ കൊണ്ടു പുറത്തെടുക്കുകയും ഉടനടി ഉദ്ദിഷ്ടസ്ഥലത്തെത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

റേഡിയോഐസൊടോപുകൾ പ്രയോഗിക്കുന്ന ഏതുരംഗത്തിലും-രോഗചികിത്സ, കൃഷി, വ്യവസായം, മററുശാസ്ത്രീയഗവേഷണങ്ങൾ-അവക്കു മൌലികമായി മൂന്നു പ്രയോഗങ്ങളാണുള്ളതു്-അനുഗാമികൾ-'ട്രേസറുകൾ', എക്സ്റേ തേജോലേഖനശക്തി നിലയങ്ങൾ, വികിരണദായകനിലയങ്ങൾ.

അനുഗാമികൾ.

റേഡിയോഐസൊടോപിൽനിന്നു തേജോവികിരണങ്ങൾ അനുസ്യൂതമായി നിർഗ്ഗമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ

അതിൻെറസാന്നിദ്ധ്യം ഗീഗർമാനികളും സംഖ്യാമാനികളും പോലെയുള്ള ലഘു ഉപകരണങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തും. റേഡിയോഐസൊടോപ് വളരെ കുറച്ചുമാത്രമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതായാൽ അതു് ഭൌതിക, രാസ പ്രക്രിയകളെ ബാധിക്കുന്നില്ല. അതിലഘുവായ ഉപായങ്ങൾ നൽകുന്ന സൂചനകൾ മൂലം അതിസൂക്ഷ്മമായും കൃത്യമായും അളക്കാവുന്ന സംജ്ഞകൾ പ്രക്ഷേപണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രക്ഷേപണകേന്ദ്രങ്ങളായിട്ടാണവ കരുതപ്പെടുന്നതു്. ഒരു പദാൎത്ഥകണികയിൽ- അതു് ലോഹമോ, ദ്രവമോ, ബാഷ്പമോ, മനുഷ്യശരീരത്തിലെ ജൈവപദാൎത്ഥമോ ആയിക്കൊള്ളട്ടെ- കൂട്ടിക്കെട്ടാവുന്നതും നേരിട്ടു ദൃശ്യമാകാതെ അതിനെ യാത്രയിലുടനീളം അനുഗമിക്കാവുന്നതുമാകുന്നു റേഡിയോഐസൊടോപ്.

എക്സ്റേ തേജോലേഖനശക്തിനിലയം.

ചില റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ നിൎഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന ഗാമാരശ്മികൾക്കു് വസ്തുക്കളെ തുളച്ചുകടക്കുവാനും എക്സ്റേ കൊണ്ടെന്നപോലെ ഛായാഗ്രഹണം സാദ്ധ്യമാക്കുവാനുമുള്ള കഴിവുണ്ടു്. അതുകൊണ്ടു് അത്തരം കാൎയ്യങ്ങൾ ശക്തിമത്തായ വിദ്യുത് ജനകങ്ങളുടെ സഹായം കൂടാതെതന്നെ റേഡിയോഐസൊടോപുകൾമൂലം നിൎവ്വഹിക്കാവുന്നതാണു്.

വികിരണ ദായകനിലയം ഇർറേഡിയേഷൻ)

ചില റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകളുടെ അദൃശ്യവും തുളച്ചുകടക്കുവാനുള്ള കഴിവുള്ളവയുമായ വികിരണങ്ങൾ നിയന്ത്രണവിധേയമാക്കി ഉദ്ദിഷ്ടലക്ഷ്യത്തിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നതായാൽ വികിരണദായകങ്ങളെന്ന വണ്ണം അവ ശാസ്ത്രജ്ഞന്നു സഹായകമായി തീരുന്നതാണു്. സജീവ കണികകളുടേയും ജഡമൂലകങ്ങളുടേയും മൌലികഗുണങ്ങളിൽ മാററം വരുത്തുവാനുള്ള കഴിവു് പ്രസ്തുത വികിരണങ്ങൾക്കുണ്ടു്. ആപൽക്കാരികളായ അണുജീവികളെ നശിപ്പിക്കുവാനും അവ ഉതകുന്നു.

1955ൽ വ്യവസായ രംഗത്തിൽ മാത്രമായി 100മില്യൻ ഡാലർ ലാഭിക്കുവാൻ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ പ്രയോഗം ഇടയാക്കിട്ടുണ്ടെന്നു കാണുന്നു. അടുത്ത പത്തു കൊല്ലങ്ങളിലായി വ്യവസായരംഗത്തിലെ വാർഷികച്ചിലവിൽ ഒരു മില്യൻ ഡാളറോളം മിച്ചപ്പെടുത്തുവാൻ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ പ്രയോഗം ഉതകുമെന്നു മുൻ അണുശക്തി കമ്മീഷണറായിരുന്ന ജോസഫ് കാംബൽ അവകാശപ്പെടുന്നു. രോഗചികിത്സാരംഗത്തിൽ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ രക്ഷിച്ചിട്ടുള്ള രോഗികളുടേയും, ശാന്തി വരുത്തിട്ടുള്ള രോഗങ്ങളുടേയും, സാധ്യമാക്കിട്ടുള്ള രോഗനിർണ്ണയത്തിൻെറയും എണ്ണം അനുമാനാതീതമാണു്.

തുടർന്നുള്ള മൂന്നദ്ധ്യായങ്ങളിലെ പ്രതിപാദ്യം റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ പ്രയോഗങ്ങളാണു്. വിവിധ രംഗങ്ങളിൽ അവയുടെ പ്രയോഗം, ജീവനും, പണവും, സമയവും മിച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിന്നു് അവ ഉതകുന്ന രീതി എന്നിവയാകുന്നു വിവരിക്കപ്പെടുന്നതു്. ചർച്ച യുക്തിയുക്തവും വ്യക്തവുമാക്കുവാനായി റേഡിയോ ഐസോപുടോകളുടെ പ്രധാന പ്രയോഗങ്ങളെ ആസ്പദിച്ചു് അതിൽ മൂന്നു വകുപ്പുകൾ— അനുഗാമികളായി, തേജോലേഖന ശക്തി നിലയങ്ങളായി, വികിരണ ദായകനിലയങ്ങളായി— ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുണ്ടു്. റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ ആയിരം ആയിരം ഉണ്ടു്. ശാസ്ത്രീയരംഗത്തിൽ അവ പ്രയോഗിക്കാവുന്ന തരങ്ങളും സന്ദർഭങ്ങളും ഒട്ടും കുറവല്ല. അവയെല്ലാം ഇവിടെ വിവരിക്കുകയെന്നതു സാദ്ധ്യമല്ല. ഓരോതരം പ്രയോഗവും സാമാന്യമായി വിവരിക്കുകയും പ്രധാനവും നാടകീയവുമായ ചില പ്രയോഗങ്ങൾ—പ്രത്യേകിച്ചും അടുത്തകാലത്തുണ്ടായവ—സൂചിപ്പിക്കുകയുമാകുന്നു ഉദ്ദേശം.

ഏഴ്.

റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളം അനുഗാമികളം.

അനുഗാമി(ട്രേസർ).

റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളിൽനിന്നു തേജോവികിരണങ്ങൾ നിർഗ്ഗമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. ഗീഗർ മാനിക്കു സദൃശമായ പ്രസരമാനികൾകൊണ്ടു് അവയുടെ സാന്നിദ്ധ്യം കണ്ടുപിടിക്കുവാനും തീവ്രത അളക്കുവാനും കഴിയും. സഹജരായ സ്ഥിരഐസൊടോപ്പുകളുടെ രാസഗുണങ്ങൾ തന്നെയാണു് റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾക്കുമുള്ളതു്. അതുകൊണ്ടു് ഒരു മൂലകത്തിൻെറ തേജഃസ്സ്ഫുരക അണുക്കളെ അതേ മൂലകത്തിൻെറ സാമാന്യ ഐസൊടോപ്പുകൾ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള പദാർത്ഥത്തിൽ അനുഗാമികളായി കലർത്തുന്നതിനാൽ അതിൻെറ ഗുണങ്ങളോ പെരുമാററമോ യാതൊരു തരത്തിലും ബാധിക്കപ്പെടുന്നില്ല. റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ അതിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യം വ്യക്തമാക്കുകമാത്രമാണു ചെയ്യുന്നതു്. അങ്ങനെ ഒരു പദാർത്ഥത്തിൻെറ പ്രവർത്തനോത്സുകത രേഖപ്പെടുത്തുവാൻ ഉതകുന്ന പ്രകാശമോ അനുഗാമിയോ വായിതീരുന്നു അതിൽ ചേർക്കുന്ന റേഡിയോഐസൊടോപ്പ്.

വ്യവസായത്തിൽ അനുഗാമികൾ.

റേഡിയോഐസൊടോപ്പ് അനുഗാമികൾ ഏററവും അധികം പ്രവർത്തനക്ഷമമായി പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നതും ഇതിലകം അതിപ്രധാന ഉപകരണങ്ങളായി തീർന്നിട്ടുള്ളതും എണ്ണവ്യവസായത്തിലാകുന്നു. പലപ്പോഴും ഒരേ നാളമണ്ഡലമാണു് വിവിധതരം പെട്രോളിയം ഉല്പന്നങ്ങളുടെ കടത്തുമതിക്കു് ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നതു്. അതിൽ ഒന്നിനെ തുടന്നു് മറെറാന്നായി താപോല്പാദനത്തിനുള്ള എണ്ണകളും, ഡീസൽ എണ്ണകളും, ഗാസോലീനും പ്രവഹിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. ഒരു

തരം എണ്ണയെത്തുടൎന്ന് മറെറാന്നു് നാളമണ്ഡലത്തിൽ കടത്തിവിടുന്ന ഘട്ടത്തിൽ അവയുടെ ധാരാഗ്രങ്ങൾക്കിടയിലായി റേഡിയോആൻറിമണി 124 എന്ന തേജഃസ്സ്ഫുരക അഞ്ജനക്കല്ലു് അനുഗാമിയായി ചേൎക്കുക പതിവുണ്ടു്. നാളമണ്ഡലമാൎഗ്ഗത്തിൽ ഉൽക്ഷേപണാകാരങ്ങളും സംഭരണാശയങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഗീഗർമാനിയിലെ "ക്ലിക്ക്" ശബ്ദത്തിൽ നിന്നു് അവിടുത്തെ പ്രവൎത്തകൻ ഒരുതരം ഉല്പന്നത്തിൻെറ പ്രവാഹധാര തുടങ്ങുന്നഘട്ടം കൃത്യമായി മനസ്സിലാക്കുന്നു, യുക്തമായകവാടം തുറന്നു് അതിനെ സംഭരണാശയത്തിലേക്കു തിരിച്ചുവിടുന്നു (പ്ലേയിററു് 19). ഹാനികരമായ മിശ്രണങ്ങൾ ഉണ്ടാകാതിരിക്കുമാറു് ഉൽക്ഷേപിണിയിൽ എണ്ണ വേണ്ടുംവണ്ണം നിറച്ചു് പ്രവാഹം സ്വയം നിയന്ത്രിതമാക്കുവാനും-ഉൽക്ഷേപിണിയുടെ പ്രവൎത്തനം യഥാകാലം ആരംഭിക്കുവാനും നിറുത്തുവാനും-കൂടി തേജഃസ്സ്ഫുരകസംജ്ഞകൾ ഉതകുന്നു. ചില ഏൎപ്പാടുകളിൽ അങ്ങിനത്തെ പ്രവൎത്തനം മനുഷ്യസഹായം ഒട്ടുംകൂടാതെ സ്വയം ചാലകമായി നടക്കുന്നുണ്ടു്. ഇവിടെ വിവരിച്ച തരത്തിലുള്ള റേഡിയോഐസൊടോപ്പ് അനുഗാമിപ്രയോഗം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ എണ്ണവ്യവസായത്തിൽ മാത്രമായി കൊല്ലംതോറും 500000 ഡോലർ മിച്ചം വരുത്തുവാൻ ഉതകുന്നുവെന്നു കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ടു്.

ചാമ്പുകോൽ വലയങ്ങളുടെ തേമാനത്തിൽനിന്നു് കീലെണ്ണകളുടെ ഗുണം താരതമ്യപ്പെടുത്തി ഏററവും നല്ലതരം കീലെണ്ണ നിൎണ്ണയിക്കുന്നതിന്നു് റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പ് പ്രയോഗമാകുന്നു ഇപ്പോൾ അനുവൎത്തിച്ചുവരുന്ന പ്രമാണരീതി. ഒരു യന്ത്രത്തിലെ ചാമ്പുകോൽ വലയം അണുപ്രതികാരകത്തിൽ വെച്ചു് ന്യൂട്രാൺ ആക്രമണത്തിന്നു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ അതു് തേജഃസ്സ്ഫുരകമാവുന്നു. ഏകദേശം ഒരു ബില്യൻ അണുക്കളിൽ ഒന്നു വീതമാണു് തേജഃസ്സ്ഫുരകത്വം

ന്നേട്ടുക. അങ്ങിനെ വലയത്തിലെ അയേൺ 58 എന്ന ഇരുമ്പണുക്കളിൽ ചിലവ റേഡിയോ അയേൺ 59 എന്ന തേജഃസ്ഫുരക ഇരുമ്പണുക്കളായിത്തീരുന്നു. പിന്നീട്ട് വലയത്തെ ചാമ്പുകോലിൽ ഘടിപ്പിച്ച്, കീലെണ്ണ ചേർത്ത്, യന്ത്രം പതിവുപോലെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കും. ലോഹവളയത്തിലെ മററണുക്കളോടൊപ്പം തേജഃസ്ഫുരകാണുക്കൾക്കും തേമാനം സംഭവിക്കും. അവ വലയത്തിൽനിന്നു വിട്ടുപോന്ന് എണ്ണയിൽ കലരും. അവയുടെ എണ്ണമോ വ്യാപ്തിയോ പ്രസ്‌രമാനികൾ കൊണ്ട് എളുപ്പത്തിൽ നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണ്. വലയത്തിൻെറ തേമാനനിരക്ക് യന്ത്രത്തിൻെറ പ്രവർത്തനം തുടങ്ങി അല്പനിമിഷങ്ങളിൽ മാത്രമായി എണ്ണയിൽ കലർന്നിട്ടുള്ള തേജഃസ്ഫുരകാണുക്കളുടെ എണ്ണത്തിൽ നിന്ന് മനസ്സിലാക്കാവുന്ന തരത്തിൽ അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളാണ് റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യം കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളും മുറകളും. ചാമ്പുകോൽ വലയത്തിൻെറ ഗുണങ്ങളോടൊപ്പം തന്നെ കീലെണ്ണയുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമതയും ചുരുങ്ങിയ കാലയളവിൽതന്നെ നിർണ്ണയിക്കുന്നതിന്നും നിരീക്ഷണഫലങ്ങൾ ഉതകുന്നു. യന്ത്രങ്ങളുടെതേമാനം നിർണ്ണയിക്കുവാനുള്ള ചില വിവരങ്ങൾ— പഴയ രീതിയിൽ ഒരു മില്യൻ ഡാളർ ചിലവും അറുപതു മനുഷ്യവത്സരം പ്രയത്നവുംകൊണ്ടു ശേഖരിക്കാവുന്നവ—റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പ്പ്രയോഗം മൂലം 35000 ഡാലർ ചിലവും നാലു മനുഷ്യവത്സരം പ്രയത്നവും കൊണ്ടു ശേഖരിക്കാവുന്നതാണെന്നു കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു.

മററു വ്യവസായങ്ങളിലും തേജഃസ്ഫുരക അനുഗാമികൾ പലതരത്തിലും പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടുന്നു. അലക്കു വ്യവസായത്തിൽ സോപ്പിൻെറയും മററുധവളീകാരകങ്ങളുടേയും പ്രവർത്തനക്ഷമതനിർണ്ണയിക്കുന്നതിന്നു റേഡിയൊ ഐസോടോപ്പ് ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. അലക്കുവാനുള്ള വസ്തുങ്ങളിലും

തുണിത്തരങ്ങളിലും തേജഃസ്സ്പർശകാനുഗാമികൾ കലർത്തീട്ടുള്ള പദാർത്ഥങ്ങൾ പുരട്ടിയതിൽ പിന്നെയാണവ അലക്കുന്നതു്. പിന്നീട്ട് തുണികളിൽ പററിപ്പിടിച്ചു നില്ക്കുന്നതോ അവയിൽ നിന്നു നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടതോ ആയ അനുഗാമിയുടെ പരിമാണം പ്രസരമാനികൾ മൂലം അളക്കുന്നു. അലക്കുവാനുപയോഗിച്ച സോപ്പിൻെറയോ ധവളീകാരകത്തിൻെറയോ പ്രവർത്തനക്ഷമത അങ്ങനെ അതിവേഗത്തിലും സൂക്ഷ്മമായും നിർണ്ണയിക്കാം. വിവിധതരം ധവളീകാരകയന്ത്രങ്ങളുടെയെന്നു വേണ്ട 'വാക്കവം ക്ലീനറുകളുടെ പോലും പ്രവർത്തനക്ഷമത ഇതേരീതിയിൽ അളക്കാവുന്നതാണു്.

യന്ത്രങ്ങളിലെ ചക്രങ്ങളുടെ പല്ലുകൾ, മോട്ടാർകാറുകളിലെയും സദൃശവാഹനങ്ങളിലേയും വിവിധ ഭാഗങ്ങൾ, ചക്രങ്ങളിലെടയറുകൾ എന്നിവയുടെ തേമാനവീതം അളക്കുന്നതിന്നും റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. മുമ്പെല്ലാം ടയറുകളുടെ തേമാനം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾക്കായി വാഹനങ്ങൾ അനേകായിരം നാഴിക ദൂരം ഓടിക്കേണ്ടിയിരുന്നു. ഇപ്പോഴാവട്ടെ അതു എളുപ്പം കഴിയുന്നു. പരീക്ഷണത്തിന്നു വിധേയമാക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്ന റബ്ബറിൽ ആദ്യംതന്നെ അല്പം റേഡിയോഫാസ്ഫറസ്-32 കലർത്തുന്നു. അങ്ങനത്തെ റബ്ബർകൊണ്ടു നിർമ്മിച്ച ടയർ ഘടിപ്പിച്ച വാഹനം കുറേദൂരം ഓടിക്കഴിഞ്ഞാൽ അതിൻെറ പഥം പ്രസരമാനികൾ കൊണ്ടു പരിശോധിക്കുന്നു. തേമാനം സംഭവിച്ച റേഡിയോ ഫാസ്ഫറസിൻെറ പരിമാണം നിർണ്ണയിക്കുന്നു തേമാനവീതം അളക്കുന്നു.

റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളെ അനുഗാമികളായുപയോഗിക്കുന്ന മററനേകം വ്യവസായങ്ങളും ഉണ്ട്. സാധനങ്ങൾ മുറിക്കുവാനുള്ള ഉപകരണങ്ങൾക്കു പററുന്ന തേമാനം അളക്കുക; നിലം പണി തിക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്ന പല

തരം മെഴുകിൻെറ ദാർഢ്യം സംബന്ധിച്ച ഗുണങ്ങൾ നിർണ്ണയിക്കുക; വിവിധവർണ്ണങ്ങളിലുള്ള ചായങ്ങളിൽ—തുണികളിൽ രൂപവിശേഷങ്ങൾ മുദ്രണം ചെയ്യുവാനുപയോഗിക്കുന്നവ—ചേർത്തിട്ടുള്ള മായം കണ്ടുപിടിച്ചു് തന്മൂലമുണ്ടാകുന്ന ദൂഷ്യം പരിഹരിക്കുക, അരിച്ചു തിന്നൽമൂലം—ഘർഷണം കൊണ്ടല്ല—ഉപകരണങ്ങൾക്കുണ്ടാവുന്ന തേമാനം നിർണ്ണയിക്കുക എന്നിവയെല്ലാം റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. വാതകേന്ധനങ്ങൾ കത്തിച്ചു് വിദ്യുത് ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ഉപകരണങ്ങളിൽ-ഗ്യാസ്ഫയേഡ് തെർമ്മോ എലക്ട്രിക് ജനറേററുകൾ-അരിച്ചുതിന്നൽ മൂലം സംഭവിക്കുന്നതേമാനം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിന്നു് റേഡിയോസൽഫറും, ഉലച്ചൂളകളിലെ-ബ്ളാസ്റ്റ്ഫർനസുകൾ – തീക്കല്ലുകളുടെ തേമാനം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിന്നു് റേഡിയോ കോബാൾട്ടും ആകുന്നു ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

ജലവിതരണ മണ്ഡലങ്ങളിലെ നാളങ്ങളിൽ ചോർച്ചയുള്ളതു കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ റേഡിയോ സോഡിയവും റേഡിയോഅയൊഡിനും ഉപകരിക്കുന്നു. വിതരണം ചെയ്യുന്ന വെള്ളത്തിൽ അല്പം റേഡിയോ ഐസോടോപ് കലർത്തുകയാണു പതിവു്. പിന്നെ അതിൻെറ പഥം പ്രസരമാപിനിയുടെ സഹായം കൊണ്ടു് അനുഗമിക്കും. ചോർച്ചയുള്ള സ്ഥലമെത്തിയാൽ പ്രസരമാനി അണുപ്രസരം തുലോം കുറഞ്ഞിട്ടുള്ളതായി സൂചിപ്പിക്കും. അനവധി സന്ദർഭങ്ങളിൽ കെട്ടിടങ്ങളിൽ തറക്കടിയിലും ചുമരുകൾക്കുള്ളിലും ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കുഴലുകളിൽ ചോർച്ചയുള്ളതു അവ പൊളിച്ചു് നീക്കം ചെയ്യാതെ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതും അററകുററപണി ചെയ്യുന്നതും ഇത്തരം പരിശോധനകൾ സാദ്ധ്യമാക്കുന്നു.

മേലുദ്ധരിച്ച ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ ഇന്നു് വ്യാവസായിക രംഗത്തിൽ അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടിവരുന്ന അനവധി പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കുന്നതിൽ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ

അനുഗാമിപ്രയോഗം വ്യക്തമാക്കുന്നു. തുടർന്നുള്ള അദ്ധ്യായങ്ങളിൽ വ്യാവസായിക രംഗത്തിൽ റേഡിയോ ഐസോടോപുകളുടെ മററു ചില പ്രയോഗങ്ങൾ പ്രതിപാദിക്കപ്പെടുന്നു.

കാർഷികരംഗത്തിൽ അനുഗാമികൾ.

വ്യാവസായികരംഗത്തിലെന്നപോലെ കൃഷിക്ക്–ലോകത്തിലാകമാനം–നേരിടേണ്ടിവരുന്ന അനവധി പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് പരിഹാരം കാണുവാനും ഭക്ഷ്യോല്പാദനം കാര്യക്ഷമമായി വർദ്ധിപ്പിക്കുവാനും റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ ഉതകുന്നു.

വിവിധ രാസവളങ്ങളുടെ പ്രയോജനവും വിവിധസസ്യങ്ങൾക്കു ഏററവുമധികം ആവശ്യമുള്ള രാസവളങ്ങളുടെതരവും, പരിമാണവും, അവയെ സസ്യങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നരീതികളും നിർണ്ണയിക്കാനുള്ള ഗവേഷണങ്ങളിലാകുന്നു അവ ഏററവും അധികം പ്രയോജനകരമായിത്തീരുന്നത്. റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ കൊണ്ടു് എട്ടുകൊല്ലം മുമ്പ് നടത്തിയ ആദ്യപരീക്ഷണങ്ങളാണവയെങ്കിലും ഇപ്പോഴും അങ്ങിനത്തെ പരീക്ഷണങ്ങൾതന്നെ അമൂല്യമായ ഒട്ടധികം വിവരങ്ങൾ നൽകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

റേഡിയോഫോസ്ഫറസ്–32 അല്പം കലർത്തിയ രാസവളം മണ്ണിൽ ചേർക്കുന്നതായാൽ അതു സസ്യത്തിൽ വ്യാപിക്കുന്ന രീതി പ്രസരപ്രകാശകങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കും. രാസവളത്തിൻെറ കർമ്മോത്സുകതയും സസ്യത്തിൽ അതു വ്യാപിക്കുന്ന രീതിയും നിരീക്ഷിച്ച് ഓരോതരം സസ്യത്തിന്നും യുക്തമായ വളമേതെന്നും, അതു ഏതുഘട്ടത്തിൽ, എവിടെ, എത്രകണ്ടു്, ഏങ്ങിനെ ചേർക്കണമെന്നും നിർണ്ണയിക്കുവാൻ ഗവേഷകരെ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ സഹായിക്കുന്നു.

വ്യത്യസ്തതരം മണ്ണുകളിലും കാലസ്ഥിതികളിലും ഇത്തരം ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്താവുന്നതും വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കാവുന്നതുമാണു്. തന്മൂലം ഒട്ടേറെ പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് പരിഹാരം

കണ്ടുപിടിക്കുന്നതു സാദ്ധ്യമായിത്തീരുന്നു. അടുത്ത കാലംവരെ ഒരു പ്രത്യേകതരം മണ്ണിൽ ഒരു പ്രത്യേക വിള കൃഷിചെയ്യുമ്പോൾ കലർത്തേണ്ട വളത്തിൻെറ തരവും തോതും വിളവിൻെറ പരിമാണത്തിൽ നിന്നുമാത്രമായിരുന്നു നിർണ്ണയിച്ചിരുന്നതു്. വർഷപാതം, ഊഷ്മാവു്, സസ്യങ്ങളെ ബാധിക്കാവുന്ന രോഗങ്ങൾ എന്നിവയും കണക്കിലെടുക്കേണ്ട ഘടകങ്ങളാണു്. അവ ഇവിടെ വിവരിച്ച തരത്തിലുള്ള വളമൂല്യനിർണ്ണയത്തെ സാരമായി ദുഷിപ്പിക്കുവാൻ പര്യാപ്തങ്ങളാണു്. റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുടെ അനുഗാമി പ്രയോഗങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളും ഗവേഷണങ്ങളും രാസവളങ്ങളുടെ വില കല്പിക്കുന്നതിലും പ്രയോഗരീതികൾ നിർണ്ണയിക്കുന്നതിലും അനവധി പ്രയത്നവത്സരങ്ങൾ മിച്ചപ്പെടുത്തുന്നു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ കർഷകർ കൊല്ലംതോറും ഒരു മില്യൻഡോളറിലേറെ വില വരുന്ന രാസവളങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നുവെന്ന വസ്തുത പ്രസ്തുത വിഷയത്തിൻെറ പ്രാധാന്യം വ്യക്തമാക്കുവാൻ ഉതകും. കാർഷികരംഗത്തിൽ കൂടുതൽ ഫലപ്രദമായി പണം ചെലവുചെയ്യാവുന്ന രീതികൾ ആരായുന്നതു റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ സാധ്യമാക്കിയിരിക്കുന്നു.

അനുഗാമി ഗവേഷണങ്ങൾ സസ്യങ്ങൾ മണ്ണിൽനിന്നു ആഹാരം വലിച്ചെടുത്തു വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലെത്തിക്കുന്ന രീതികളെക്കുറിച്ചു് നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന ആശയങ്ങളെ പാടെ മാററിയിരിക്കുന്നു. വേരിൽക്കൂടി സസ്യങ്ങൾക്കു് ആഹാരം ലഭിക്കുന്നുവെന്നതാണു് അടുത്തകാലംവരെ പരക്കെയുണ്ടായിരുന്ന വിശ്വാസം. കൃഷിക്കുവേണ്ട വളം മണ്ണിൽ കലർത്തുന്ന സമ്പ്രദായത്തിനു കാരണവും അതുതന്നെ. ചില സസ്യങ്ങൾ പ്രധാനമായി ഇലകളിൽക്കൂടിയാണു് ആഹാരം ഉൾക്കൊള്ളുന്നതെന്നും ഇക്കാര്യത്തിൽ വേരുകളുടെ അത്രതന്നെ പ്രാധാന്യം ഇലകൾക്കുമുണ്ടെന്നുമുള്ള “ഞെട്ടിക്കാവുന്ന

വസ്തുത" റേസിയോ ഐസൊടോപുകൾ വ്യക്തമാക്കി. ചില രാസവളങ്ങൾ ഇലകളിൽ വിതറുന്നതുമാത്രമാണ ഫലപ്രദമാവുക. തന്മൂലം വളവും പണവും വളരെയധികം മിച്ചപ്പെട്ടത്താവുന്നതുമാണ്.

വളരുന്ന പുകയിലച്ചെടികൾക്ക മണ്ണിൽ കലത്തുന്ന വളത്തിലെ ഫാസ്ഫേററുകൾ ഒട്ടുംതന്നെ പ്രയോജനപ്പെട്ടുന്നില്ലെന്നും അവ ആവശ്യമില്ലെന്നും റേഡിയോഐസൊടോപ് ഗവേഷണങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ആവശ്യമില്ലാത്ത ഫാസ്ഫേററുകൾ വ്യർത്ഥമാക്കിക്കളയാത്തതുകൊണ്ടുമാത്രമായി വടക്കൻ കറോലിനയിലെ കഷകർ പുകയില കൃഷിയിൽ കൊല്ലംതോറും 100000 ഡോലർ മിച്ചപ്പെട്ടത്തുന്നുവത്രെ. ചോളച്ചെടികൾ വളങ്ങളിലെ ഫാസ് ഫേററുകൾ വലിച്ചെടുക്കുന്നതു് വളച്ചയുടെ ആദ്യദശയിൽ മാത്രമാണെന്നതാണ് ഐസൊടോപ് ഗവേഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചിട്ടുള്ള മറെറാരു സംഗതി. പിന്നീട്ട് മണ്ണിലുള്ള ഫാസ്ഫേററുകൾ മാത്രമാണവക്ക് പ്രയോജനപ്പെട്ടുന്നതു്. മണ്ണിൽ ഫാസ്ഫേററുകൾ ചേക്കേണ്ട ഘട്ടം മനസ്സിലാക്കുവാനും വളം മിച്ചപ്പെട്ടുത്തി ഉല്പാദനം വദ്ധിപ്പിക്കുവാനും ഇത്തരം ഗവേഷണങ്ങൾ സഹായകമായിതീരുന്നു.

മണ്ണിൽ പ്രകൃതിദത്തമായുള്ള പോഷകാംശങ്ങളുടെ തോതും അവ സസ്യങ്ങൾക്ക ലഭിക്കുവാനുള്ള സാദ്ധ്യതകളും സംബന്ധിച്ചുള്ള ഒട്ടേറെ അമൂല്യവിവരങ്ങൾ റേഡിയോ ഐസൊടോപ് ഗവേഷണങ്ങളിൽനിന്നു ലഭിച്ചിരിക്കുന്നു. അമേരിക്കൻഐക്യനാട്ടുകളിലെ ചോളക്കൃഷി വലയത്തിൽ മണ്ണു ഫലഭൂയിഷ്ഠമാണ്, എന്നാൽ ചോളത്തിന്നാവശ്യമുള്ള 'പൊട്ടാഷ്' വേണ്ടുംവണ്ണം തുടച്ചയായി നൽകുവാൻ അവിട്ടത്തെ മണ്ണിന്നുള്ള കഴിവു് സംശയാവഹവുമാണ്. പൊട്ടാസിയത്തിൻെറ ഗുണങ്ങൾക്ക സദൃശമായ ഗുണങ്ങളും കൂടുതൽ അദ്ധായുസ്സുമുള്ള റുബീഡിയത്തിൻെറ റേഡിയോ ഐസൊ

ടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിച്ച് മണ്ണിന്നു 'പൊട്ടാഷ്' പ്രദാനം ചെയ്യുവാനുള്ള കഴിവ് അളന്നുകണക്കാക്കാവുന്നതാണ്. പൊട്ടാഷിൽചേർത്തുന്ന റൂബിഡിയം പൊട്ടാഷിനെ അനുഗമിക്കുകയും കൃഷിക്കു മണ്ണു പാകപ്പെടുത്തുന്നതു സംബന്ധിച്ചുള്ള അനവധി പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം നല്കാവുന്ന വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുവാൻ സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. 'ആൽഫാൽഫായും' പയറുവർഗ്ഗത്തിൽപ്പെട്ട മററു സസ്യങ്ങളും കാൽസിയം നിഗരണം ചെയ്യുന്നരീതി വ്യക്തമാക്കുവാൻ റേഡിയൊ കാൽസിയം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. മണ്ണിലെ ജൈവപദാർത്ഥങ്ങൾ വിശ്ലേഷിക്കപ്പെടുന്ന വേഗവും അവ സസ്യപോഷണത്തിന്നു ലഭിക്കുവാനുള്ള സാദ്ധ്യതകളും വ്യക്തമാക്കുവാനുതകുന്ന ഐസൊടോപ് റേഡിയോകാർബൺ 14 ആകുന്നു.

രോഗാണുവാഹകങ്ങളും സസ്യനാശകങ്ങളുമായ പ്രാണികളെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന രീതികളുടെ കാര്യക്ഷമത ആരായുന്നതിന്നും റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. പ്രസ്തുതപ്രാണികൾ കൃഷിക്കും ജന്തുക്കൾക്കും മനുഷ്യർക്കും ഒരുപോലെ ആപല്ക്കാരികളാണ്. അവയുടെ പലായനപ്രാപ്തിയും, ശീലങ്ങളും, വർഷകാലസുഷുപ്തിക്കുള്ള സ്ഥലങ്ങളും, കാലദൈർഘ്യങ്ങളും കണ്ടുപിടിക്കുവാനുതകുന്നു റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകളായ ഫോസ്ഫറസ്–32ഉം, സ്ട്രോൺഷിയം–89ഉം. പ്രാണികളിൽകോർത്തുകെട്ടാവുന്ന സ്ഫുരകവളയങ്ങളും ധൂളികളും അതിന്നുപയോഗിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ അത്തരം പരീക്ഷണങ്ങളിൽ പ്രാണികളെ ഓരോന്നായി പിടികൂടിസൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിക്കേണ്ടിയിരുന്നു. റേഡിയോ ഐസൊടോപ് അനുഗാമിപ്രയോഗം പ്രസ്തുത ഗവേഷണങ്ങൾ കൂടുതൽ വേഗത്തിലും കൃത്യമായും നടത്തുവാനും ഒട്ടേറെ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുവാനും സൌകര്യം നൽകുന്നു.

അങ്ങനെ ലഭിച്ചിട്ടുള്ള ചില രസകരമായ വിവരങ്ങളാണിവ. ഗാർഹികഈച്ചകൾക്ക് രണ്ടുനാഴിക മുതൽ ഏഴു

നാഴികവരെ തുടൎന്നു പറക്കുവാൻ കഴിയും. എന്നാൽ അവ സാധാരണയായി പറന്നു വ്യാപിക്കുന്നതു് മിക്കവാറും ഒരു നാഴികക്കുള്ളിൽ മാത്രമാണു്. ചില ഈച്ചകളിൽ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ തളിച്ചുനടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ വെളിപ്പെടുത്തുന്ന കണക്കുകളാണിവ. ഇറച്ചിയും മററും മൃഗങ്ങൾകൊണ്ടു മലിനമാക്കുന്ന പ്രാണികളാകുന്ന 'ബ്ളോ' ഈച്ചകൾ. അവ ഗാർഹികഈച്ചകളെക്കാൾ വളരെയധികം ദൂരം തുടൎന്നുപറക്കും. ഭക്ഷ്യപദാൎത്ഥങ്ങളേയും രോഗാണുക്കളുടെ ഉറവിടമായ അഴുക്കുകളേയും അവ മാറിമാറി സന്ദശിക്കും. വയറുകടി, വിഷപ്പനി എന്നിവയുടെ വാഹകങ്ങളുമാണവ. അവക്കു കൂടുതൽ ദൂരം പറക്കുവാനുള്ള പ്രാപ്തി അവയെ കൂടുതൽ ആപൽക്കാരികളാക്കിത്തീൎക്കുന്നു.

വീട്ടുക്കുറാനുകൾക്കു് മലിനജല നിൎഗ്ഗമനമണ്ഡലത്തിലുള്ള ജലസൂത്രങ്ങളിൽക്കൂടി കടന്നു് ഗൃഹങ്ങളെ ആക്രമിക്കുവാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്നു് റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പ് തളിച്ചു് നടത്തീട്ടുള്ള ചില ഗവേഷണങ്ങളിൽ നിന്നു തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അവയിലൊന്നിൽ അഴുക്കുചാലുകളിലെ ക്കുറാനുകളായിരുന്നു പരീക്ഷണ വിഷയം. അവ ഒരിടത്തു തടിച്ചുകൂടിയിരിക്കുമ്പോഴോ പിന്നോട്ടടിച്ചുകയറുന്ന അഴുക്കുവെള്ളംകൊണ്ടു വാസസ്ഥാനം വിട്ടുപോവാൻ നിർബ്ബന്ധിക്കപ്പെട്ടമ്പോഴൊ 200 അടിവരെ പലായനം ചെയ്യാറുണ്ടെന്നാണു് ആ പരീക്ഷണം വ്യക്തമാക്കിയതു്.

സസ്യശാസ്ത്രത്തിന്നും സസ്യപോഷണത്തിന്നും ഒട്ടേറെ സദൃശമാണു് ജന്തുശാസ്ത്രവും ജന്തുപോഷണവും. ജന്തുക്കളെ വിഷയമാക്കിയുള്ള അനുഗാമിപഠനങ്ങൾക്കു് കാർഷികരംഗത്തിലും ഏറെ പ്രാധാന്യം കല്പിക്കാം. ജന്തുശാസ്ത്രം സംബന്ധിച്ചുള്ള അനുഗാമിപാഠങ്ങളിൽ നേരിടേണ്ടിവരുന്ന പ്രശ്നങ്ങളും സമീപനരീതികളും മനുഷ്യശാരീരികശാസ്ത്രവും മനു

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY KOTTAYAM

ഷ്യശരീരത്തിലെ ഉപചയനാപചയന പ്രക്രിയകളും സംബന്ധിച്ചുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളിലേവക്ക സദൃശമാണെന്നു കാണാം.

ധാതവലവണപാചനവിക്രിയയെ സംബന്ധിച്ച് പൊതുവിലും, നിസ്സാരമായ തോതിൽ മാത്രമായാണെങ്കിലും ഭക്ഷണപദാത്ഥങ്ങളിൽ അവശ്യം അടങ്ങിയിരിക്കേണ്ട ചില പരിസൂക്ഷ്മപോഷകാംശങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ പ്രത്യേകിച്ചും അമൂല്യമായ ഒട്ടേറെ വിവരങ്ങൾ റേഡിയോ കാർബൺകൊണ്ടു നടത്തീട്ടുള്ള അനുഗാമിപരീക്ഷണങ്ങൾ നൽകീട്ടുണ്ട്. ചില ജന്തുക്കൾക്ക് സൂക്ഷ്മപരിമാണങ്ങളിൽതന്നെയെങ്കിലും ജീവകം B 12 ഒഴിച്ചുകൂടാത്തതാണ്. അതിന്റെ തന്മാത്രയിൽ കോബാൾട് എന്ന മൂലകം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. കന്നുകാലികളിലും ആടുകളിലും കാണുന്ന കോബാൾട് ന്യൂനത യഥാത്ഥത്തിൽ ജീവകം B 12 ന്യൂനതയാണെന്ന സംശയം ഈ വസ്തുത ജനിപ്പിച്ചു. പശുക്കളുടെയും ആടുകളുടെയും ആമാശയങ്ങളിലാകുന്നു ജീവകം B 12 ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതെന്നും കോബാൾട്ന്യൂനതകാണുന്ന ജന്തുക്കളെക്കൊണ്ട് കോബാൾട് കഴിപ്പിക്കുന്നതാണ് അതു് പരിഹരിക്കുവാനുള്ള ഉത്തമമാർഗ്ഗമെന്നും റേഡിയോ കോബാൾട് ജന്തുക്കൾക്കു നൽകി നടത്തീട്ടുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ജന്തുക്കളുടെ ശരീരത്തിൽ നടക്കുന്ന രാസജൈവപ്രക്രിയകളും ആഹാരക്രമങ്ങളും സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുവാനും ഏതാദൃശമായറേഡിയോ ഐസോടോപ് അനുഗാമിപരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തീട്ടുണ്ട്. ആൽഫാൽഫാ എന്ന ഉണക്കപ്പുല്ലിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഫാസ്ഫറസിൽ 20% മാത്രമാണു് അവയെ തിന്നുന്ന ആട്ടിൻകുട്ടികൾ നിഗരണം ചെയ്യുന്നതെന്നു വളരെക്കാലമായി വിശ്വസിച്ചുപോന്നിരുന്നു. എന്നാൽ അതു യഥാത്ഥത്തിൽ 90% ത്തോളം വരുന്നുണ്ടെന്നും അയവിറക്കുന്ന മൃഗങ്ങൾക്കു് ഫാസ്ഫറസ് ലബ്ധമാവാനുതകുന്ന ഉത്തമാഹാരം ആൽഫാൽഫാ ഉണക്കപ്പു

ല്ലാണെന്നും അടുത്തകാലത്തായി കലിഫോർണിയായിൽ നടത്തിയ റേഡിയോഐസോടോപ് പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നു തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

എല്ലുകളുടേയും പേശികളുടേയും വളർച്ച, രോഗാണുക്കളോടു പൊരുതുവാനും അവയിൽനിന്നു രക്ഷനേടുവാനുമുള്ള കഴിവ്, കൂടുതൽ പാലും മുട്ടകളും ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനുള്ള പ്രാപ്തി എന്നിവ വേണ്ടുംവണ്ണം പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുവാനും വർദ്ധിപ്പിക്കുവാനും ജന്തുക്കളുടെ ആഹാരത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കേണ്ട ധാതുവലവണങ്ങളുടെ തരവും തോതും നിർണ്ണയിക്കുവാനും ഇത്തരം ഗവേഷണങ്ങൾ ഉതകുന്നു. ഒരു മുട്ടയിലെ മഞ്ഞക്കരു ഏഴുദിവസംകൊണ്ടാണ് നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നതു്; എന്നാൽ പിടക്കോഴി ഒടുവിലത്തെ ദിവസം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ആഹാരത്തിലടങ്ങീട്ടുള്ള കാൽസിയമാണ് അതിൻെറ തോടു മിക്കവാറും നിർമ്മിക്കുവാനുതകുന്നതു എന്നു് റേഡിയോ ഐസൊടോപ് പരീക്ഷണങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

പ്രഭാകലന (ഫോട്ടോസിന്തസിസ്) പാനം.

'കാർഷികരംഗത്തിൽ അനുഗാമികൾ' എന്ന വിഷയത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ചർച്ച അവസാനിപ്പിക്കുന്നതിനു മുമ്പായി പ്രഭാകലനപാനത്തിൽ റേഡിയോഐസോടോപ് അനുഗാമിപരീക്ഷണങ്ങൾക്കുള്ള പ്രാധാന്യത്തെപ്പററി അല്പം ചില വാക്കുകൾ പറയേണ്ടതുണ്ട്. വായു, ജലം, സൂര്യനിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണശക്തി എന്നിവയെ പഞ്ചസാരകളായും ധാന്യന്വരുകളായും സസ്യം പരിണമിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാകുന്നു പ്രഭാകലനം. തന്മൂലമാണ് എല്ലാ ജീവികൾക്കും ആവശ്യമുള്ള ആഹാരം നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നതു്. അടുത്തകാലം വരെ പ്രഭാകലയരഹസ്യം ആരുംതന്നെ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നില്ല. ഉത്തരംകാണുവാൻ കഴിയാത്തൊരു പ്രശ്നം ആയിരുന്നു അതു്. ഇന്നും പ്രഭാകലനം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന രാസപ്രക്രിയകളും മാററങ്ങളുമെല്ലാം ശരിക്കു മനസ്സിലാക്കീട്ടുള്ള രസതന്ത്ര

ജ്ഞർ ഇല്ലതന്നെ. എന്നാൽ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പ് അനുഗാമി പരീക്ഷണങ്ങൾ—പ്രത്യേകിച്ചും റേഡിയോകാർബൺ 14 കൊണ്ടുള്ളവ—ചൈതന്യാത്മകമായ പ്രസ്തുത പ്രക്രിയകളെ ന്നെതന്നെ കാണിക്കുവാനും മനുഷ്യൻ വിജ്ഞാനീയ രാജമാൎഗ്ഗത്തിൽ പുരോഗമിക്കുന്നതു സാദ്ധ്യമാക്കുവാനും തുടങ്ങീട്ടുണ്ടു്.

രോഗചികിത്സയിൽ അനുഗാമികൾ.

രോഗങ്ങളോടു മല്ലിടുവാൻ ചികിത്സകരെ സഹായിക്കുന്ന നൂതനായുധങ്ങളായിട്ടുണ്ടു് റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ. രോഗചികിത്സക്കു പ്രത്യേകിച്ചും അനുയോജ്യമാണു് അനുഗാമികൾ. ഹാനികരമല്ലാതിരിക്കുംവണ്ണം ചുരുങ്ങിയ അളവിൽ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ ശരീരത്തിൽ കടത്തുന്നതായാൽ ചികിത്സകൎക്കു് ശരീരാന്തരാംഗങ്ങളുടെ പ്രവൎത്തനങ്ങളെ സുതാൎയ്യമായ കുഴലിന്നകത്തു നടക്കുന്നവയെന്ന പോലെ തുടൎന്നു നിരീക്ഷിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നു. തന്മൂലം അനവധിതരം രോഗനിൎണ്ണയത്തിന്നു് അവ വളരെയധികം സഹായകമായിതീരുന്നു. ഇന്നു് നൂറു നൂറു ആതുരശുശ്രൂഷാലയങ്ങളിൽ അനവധി റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ കഴിപ്പിച്ചും രക്തത്തിൽ കലൎത്തിയും രോഗനിൎണ്ണയംചെയ്തുവരുന്നു. അവ മുറക്കുപയോഗിക്കാവുന്ന ചികിത്സക്കോപ്പുകളായിതീൎന്നിരിക്കുന്നു. ചില റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ ദൈനംദിനരോഗനിൎണ്ണയോപകരണങ്ങളാണു്; മററുചിലവ പരീക്ഷണനിലവാരത്തിൽ മാത്രമാണുപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്. രോഗചികിത്സയിൽ റേഡിയോഐസൊടോപ്പ് പ്രയോഗം അതിൻെറ ശൈശവാവസ്ഥയിൽമാത്രമാണിപ്പോൾ ഉള്ളതു്. ഈ രംഗത്തിൽ അല്പം ചില പ്രയോഗങ്ങൾ മാത്രമാണിവിടെ ചൎച്ചചെയ്യുവാനുദ്ദേശിക്കുന്നതും സാധ്യമാവുന്നതും. അനവധി പ്രയോഗങ്ങൾ, അത്യധികം സങ്കീൎണ്ണങ്ങളാണു്, അവിദഗ്ദ്ധൎക്കു് അവ മനസ്സിലാക്കുവാൻതന്നെ കഴിയുകയില്ല. അവ

യുടെ സംക്ഷിപ്തവീക്ഷണം മാത്രമാണു്, കൂലങ്കഷപാഠമല്ല ഇവിടെ ഉദ്ദേശിക്കുന്നതും.

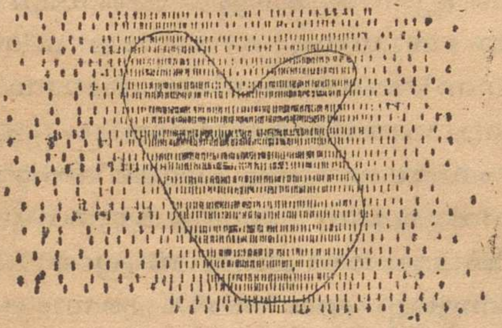
ഒരു വാക്കുകൂടി. ജീവശാസ്ത്രപഠനത്തിൽ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന്നു എത്രയോ മുമ്പു തന്നെ അനവധി അനുഗാമികൾ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഒരു പദാർത്ഥം ശരീരത്തിൽകൂടി കടന്നുപോകുന്നപഥം തുടർന്നു നിരീക്ഷിക്കുവാനും അതിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യം വ്യക്തമാക്കുവാനും ചായങ്ങളും മററും അനുഗാമികളായി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്. എന്നാൽ ഇത്തരം പദാർത്ഥങ്ങൾക്കു രണ്ടു ദൂഷ്യങ്ങളുണ്ടു്. അനുഗമിക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തങ്ങളാണവ; അതുകൊണ്ടു് അങ്ങിനത്തെ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ രാസപഥംതന്നെ അനുഗാമികളും അനുവർത്തിക്കുന്നുണ്ടെന്നു തീർത്തുപറയുകവയ്യ; പലപ്പോഴും ശരിക്കു നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുവാൻ അനുഗാമി വളരെയധികംചേർക്കേണ്ടതായിവരും; തന്മൂലം നിരീക്ഷണത്തിന്നു വിധേയമായുള്ള മുറകൾതന്നെ ബാധിക്കപ്പെടാം. റേഡിയോഐസൊടൊപ്പുകൾ അനുഗാമികളെന്ന നിലക്കു് നൽകുന്ന ആനുകൂല്യങ്ങൾ ദിനംപ്രതി യെന്നവണ്ണം കൂടുതൽ വ്യക്തമാവുന്നു. അവ അനുഗാമിക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളുടെ വലുപ്പവും ഗുണങ്ങളുമാണവക്കുള്ളതു്. അവക്കു് രാസപരമായി വിഭിന്നഗുണങ്ങളല്ല കാണുന്നതു്, അവ അന്യങ്ങളുമല്ല. സ്ഥിരാണുകേന്ദ്രമുള്ള സോഡിയം ആയാലും തേജഃസ്ഫുരകസോഡിയം ആയാലും ശരീരത്തിലുള്ള സോഡിയം, സോഡിയംതന്നെ. ശരീരം അതിനെ ഒരേതരത്തിൽതന്നെയാണു് കരുതുന്നതും, അതിനോടുപെരുമാറുന്നതും. അതുകൊണ്ടു റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ "നൈസർഗ്ഗിക" അനുഗാമികളാണു്. ശാരീരികപ്രക്രിയകളിൽ അവ നിർവ്വഹിക്കുന്നധർമ്മം അതാതു മൂലകങ്ങളുടെ മററു് അണുക്കൾ നിറവേററുന്ന ധർമ്മത്തിൽനിന്നു് ഒരു സംഗതിയിലൊഴികെ—റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകളിൽനിന്നു് തേജഃസ്ഫുരകസ

ജ്ഞകൾ നിർമ്മിക്കുന്നുവെന്നതു് — വ്യത്യസ്തമല്ലതന്നെ. റേഡിയോസംജ്ഞകളെ മുൻവിവരിച്ചതരത്തിൽ പ്രസരമാനികൾകൊണ്ടു കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണു്. രോഗചികിത്സാരംഗത്തിൽ, രോഗനിർണ്ണയത്തിന്നു പ്രയോഗിക്കുന്നതും സാമാന്യം എല്ലാവരും അറിയുന്നവയുമായ ചില പ്രധാന അനുഗാമിപ്രയോഗങ്ങളിൽ ഒന്നു് — റേഡിയോ അയോഡിൻേറതു — ഇവിടെ വിവരിക്കാം. തുടന്നു് മറ്റുചില രോഗനിർണ്ണയ പ്രയോഗങ്ങളും സംക്ഷിപ്തമായി സൂചിപ്പിക്കാം. മനുഷ്യശരീരത്തിൽ തങ്ങിനില്ക്കുന്ന അയൊഡിൻ മിക്കവാറും കാകളഗ്രന്ഥിയിലാണു് സൂക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതു്. റേഡിയോ അയോഡിൻ അനുഗാമിപഠനവും പരീക്ഷണങ്ങളും നടത്തുവാൻ ആദർശപരമായ പരിതഃസ്ഥിതികൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു കാകളഗ്രന്ഥി. കാകളഗ്രന്ഥി സംബന്ധിച്ചുള്ള രോഗനിർണ്ണയത്തിലാണതുപയോഗിക്കുന്നതു്.

കാകളത്തിനെ ബാധിക്കാവുന്ന രോഗങ്ങൾ രണ്ടുണ്ടു്. സാമാന്യത്തിലധികം അയോഡിൻ നിഗരണം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന ഹൈപർ തൈറോയിഡിസം എന്ന കാകളവൃദ്ധി; സാമാന്യത്തിൽ കുറവായി അയോഡിൻ നിഗരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന ഹൈപൊതൈറോയിഡിസം. രോഗി അയോഡിൻ നിഗരണം ചെയ്യുന്ന വേഗം അളക്കുവാൻ പരിശീലനം ലഭിച്ച ചികിത്സകൻ അല്പം റേഡിയോ അയോഡിൻ രോഗിയെക്കൊണ്ടു കഴിപ്പിക്കുന്നു. ഇതു് അനവധി ആതുരശുശ്രൂഷാലയങ്ങളിലും സ്വകാര്യചികിത്സാലയങ്ങളിലും ധാരാളം നടപ്പിലുള്ള ഒരു പ്രയോഗമാണു്. റേഡിയോ അയോഡിൻ പാനീയത്തിൽക്കൂടിയോ, കുത്തിവെക്കൽമൂലമൊ, നേർപ്പിച്ച ലായനിയായിത്തന്നെയൊ രോഗിയുടെ ശരീരത്തിൽ കടത്താവുന്നതാണു്. പിന്നീടു് രോഗിയുടെ ഗളതലത്തിൽ ഒരു ലഘുപ്രസരമാനിവെച്ചു് അവിടുത്തെ പ്രസരോത്സുകത അളക്കാവുന്നതുമാണു്. രോഗിക്കു നൽകേണ്ട

റേഡിയോ അയോഡിൻ കൃത്യമായടങ്ങിയിട്ടുള്ള ജിലാററിൻ മാത്രകൾ ഇപ്പോൾ കിട്ടാനുണ്ട്. രോഗി അതു വിഴുങ്ങുകമാത്രമാണു് വേണ്ടതു്. അതു് നടപടിക്രമത്തെ വളരെയധികം ലഘൂകരിക്കുന്നു.

കാകളഗ്രന്ഥിയെപോലെയുള്ള ഒരു അവയവത്തിൻെറ വലിപ്പവും ആകൃതിയും കുറിച്ചുള്ള അറിവു് അതിൻെറ രോഗനില മനസ്സിലാക്കി ശസ്ത്രക്രിയ ആസൂത്രണം ചെയ്യുവാനൊ വലുപ്പം മനസ്സിലാക്കി യുക്തമായ ഔഷധം വിധിപ്പാനൊ അനുപേക്ഷണീയമായ പ്രാരംഭനടപടിയാകുന്നു. 'സ്കാന്നർ' എന്നറിയപ്പെടുന്ന നിരീക്ഷണോപകരണമാണു് ഈ കൃത്യം നിർവ്വഹിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നതു്. ആവശ്യമുള്ളത്ര റേഡിയോ അയോഡിൻ രോഗി ഉൾക്കൊണ്ടതിൽ പിന്നെ രോഗിയുടെ ഗളതലത്തിൽ സ്കാന്നർവെച്ചു ചലിപ്പിക്കുമ്പോൾ അതാതു സ്ഥലങ്ങളിലെ പ്രസരോത്സുകതയുടെ തീവ്രതയും തരവും തന്മൂലം കാകളഗ്രന്ഥിയുടെ രൂപരേഖതന്നെയും ഉപകരണം വ്യക്തമാക്കുന്നു. പരിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ട സ്കാന്നറിൽ കാളത്തിൻെറ വലിപ്പവും അതിൻെറ പ്രസരോത്സുകതാതീവ്രതയും ചിത്രീകരിക്കുവാനുള്ള ഏർപ്പാട്ടുകൂടിയുണ്ട്. സ്കാന്നറിലെ 'ക്ലിക്ക്' ശബ്ദം വിപുലീകരിക്കപ്പെടുന്നു, അതോടനുബന്ധിച്ചു ഒരു പേന അതിൻെറ രൂപം തന്നെ വരക്കുന്നു. അങ്ങിനെ കാകളഗ്രന്ഥിയുടെ യഥാർത്ഥചിത്രം ലഭിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിലാണു് സൂക്ഷ്മവിവരങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പടങ്ങൾ കിട്ടുന്നതു്. അവയെ വേണ്ടുംവണ്ണം അപഗ്രഥിച്ചു നിരീക്ഷിച്ചു് ചികിത്സകനു് ഗ്രന്ഥിയിൽ സാമാന്യത്തിലധികം പ്രവർത്തനോത്സുകതയുള്ള ഭാഗങ്ങൾ, സാമാന്യത്തിൽ കുറവായി പ്രവർത്തനോത്സുകത പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നഭാഗങ്ങൾ, പ്രവർത്തനോത്സുകത ഒട്ടും തന്നെയില്ലാത്തവ എന്നിവയെല്ലാം വിവേചനം ചെയ്തു ഗ്രഹിക്കാവുന്നതാണു്.



right left

Figure 19.

ഒരു കാകളഗ്രന്ഥിയുടെ യഥാർത്ഥ നിരീക്ഷണം— ലൌലേസ് ഫൗൺഡേഷൻ.

സ്കാന്നർ ഇതിലും കൂട്ടതലായി വികസിപ്പിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ സ്കാന്നർകൊണ്ടു് ശരീരം ഒട്ടാകെ വീക്ഷിക്കാവുന്നതാണു്. ശരീരം റേഡിയോ അയോഡിൻ അനുഗാമിനിഗരണം ചെയ്തുകഴിഞ്ഞാൽ സ്കാന്നറിനു് ശരീരത്തിലെവിടെയും ഉള്ള കാകളാർബ്ബുദങ്ങളുടെ —അവക്കു മെടാസ്റ്റേസുകളെന്നാണു് പേർ — വിവരണ ചിത്രങ്ങൾ തയ്യാറാക്കുവാൻ കഴിയും. അത്തരം വളർച്ചകളുള്ളതു് മററുതരത്തിൽ സംശയിക്കുകപോലും ഉണ്ടാവുകയില്ല. അങ്ങിനത്തെ നിരീക്ഷണചിത്രങ്ങൾ രോഗിയുടെ ശരീരത്തിൽ കാകളാർബ്ബുദവളർച്ചകളുള്ള സ്ഥാനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കും, വ്യക്തമാക്കും.

കാകള രോഗനിർണ്ണയത്തിനും അർബ്ബുദവീക്ഷണത്തിനും ഉതകുന്ന അനുഗാമിയായി പ്രയോഗിക്കുന്നതിനു പുറമെ മസ്തിഷ്കവീക്കമെന്ന ബ്രെയിൻ ട്യൂമറുകളുടെ സ്ഥാനവും വ്യാപ്തിയും നിർണ്ണയിക്കുവാനും റേഡിയോ അയോഡിൻ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. അതിന്നു റേഡിയോ ഫാസ്ഫറസും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. രക്തത്തിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള ചുവന്ന രക്താണുക്കളുടെ പരിമാണം നിർണ്ണയിക്കുവാൻ റേഡിയോ

അയേണാകുന്നു പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. രക്തസഞ്ചാരപഠനത്തിന്നു റേഡിയോ സോഡിയം, രക്തത്തിലെ നിണനീരിൻെറ പരിമാണം ഗണിക്കുവാൻ റേഡിയോ അയോഡിൻ; അയേൺ ഉപചയനാപചയനക്രിയാപഠനത്തിന്നും, ചുവന്നരക്താണു നിർമ്മാണംസംബന്ധിച്ചുള്ള പഠനത്തിന്നും റേഡിയോ അയേൺ എന്നിവയുതകുന്നു. അലർജിയെന്ന വ്യകതിപ്രവണതാപഠനത്തിൽ റേഡിയോ കാർബൺ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടുന്നു. പ്രതിദിനമെന്നവണ്ണം റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ നവംനവമായഅനുഗാമി പ്രയോഗങ്ങളെപ്പററി—ജീവശാസ്ത്രപഠനത്തിലും രോഗചികിത്സാരംഗത്തിലും — വാർത്തകൾ കാണാവുന്നതാണു്. രോഗനിർമ്മാർജ്ജനം എന്ന മനുഷ്യൻെറ ഏററവും മഹത്തായ സ്വപ്നം യഥാർത്ഥമാക്കുന്നതിന്നു് അവ മികച്ച സംഭാവനയാണു് നൽകുന്നതെന്നതിന്നുസംശയമില്ല.

<u>ജൈവപദാർത്ഥങ്ങളുടെ കാലനിർണ്ണയം.</u>

റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ അനുഗാമിപ്രയോഗവീക്ഷണം അവസാനിക്കുന്നതിന്നു മുമ്പായി ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളവയിൽനിന്നു് ഒട്ടേറെ അകന്നുകിടക്കുന്ന മറെറാരു രംഗത്തിലെ ഒരു പ്രയോഗം കൂടി സൂചിപ്പിക്കുവാനുണ്ടു്. റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ നാനാമുഖപ്രയോഗങ്ങളും അവയുടെ പ്രയോഗത്തിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞർ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന കുശലതയും വ്യക്തമാക്കുന്നു അതു്: പുരാവസ്തുഗവേഷണത്തിൽ ജൈവപദാർത്ഥങ്ങളുടെ കാലനിർണ്ണയത്തിന്നു് റേഡിയോ കാർബൺ 14 നൽകുന്ന സംഭാവനയാണതു്. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തിക്കമ്മീഷനിലെ വിശ്രുത അംഗമായ ഡാക്ടർ വില്ലാർഡു് എഫ് ലിബ്ബിയാകുന്നു പ്രസ്തുത രംഗത്തിൽ ഗവേഷണ നേതൃത്വം വഹിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ജീവികൾ—ജന്തുക്കളും, സസ്യങ്ങളും—വായുവിൽകൂടി റേഡിയോകാർബൺ എന്ന അംഗാരത്തിൻെറ തേജസ്ഫുരക ഐസൊടോപ്പ് ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. അംഗാരനി

ഗരണം—തന്മൂലം തേജസ്ഫുരക അംഗാരനിഗരണവും—ജീവി വായുവും ആഹാരവും കൈക്കൊള്ളാതായിതീരുമ്പോൾ അവസാനിക്കുന്നു. റേഡിയോകാർബൺ 14-ന്നു് സുദീർഘമായ അദ്ധായുസ്സാണുള്ളതു്. അതു് 5600 കൊല്ലമാണു്. അതുകൊണ്ടു് ഡാക്ടർ ലിബ്ബിക്കും മററുഗവേഷകക്കും മുമ്പൊരുകാലത്തു്—25000 കൊല്ലം മുമ്പു്—ജീവിച്ചിരുന്ന സസ്യങ്ങളുടേയും ജന്തുക്കളുടേയും കാലം, അവയിൽ അവശേഷിക്കുന്ന പ്രസരോത്സുകതാതീവ്രതയിൽനിന്നു് അതിസൂക്ഷ്മമായി നിർണ്ണയിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. ഇപ്പോൾ മാത്രം കുഴിച്ചെടുക്കപ്പെട്ടുന്ന ഒരു ഉപസ്സൃതശവത്തിൻെറ—മമ്മിയുടെ-കാലം നിർണ്ണയിക്കുവാൻ വെമ്പുന്ന ഒരു പുരാവസ്തുഗവേഷകന്നു് എത്ര അമൂല്യമായ ഉപകരണമായിതീരുന്നു റേഡിയോ ഐസൊടോപ് എന്നു് ഇതിൽനിന്നു് വിഭാവനം ചെയ്യാവുന്നതാണു്.

എട്ടു്.

റേഡിയൊ ഐസൊടോപുകളും തേജോലേഖന (റേഡിയോഗ്രാഫി) ശക്തിനിലയങ്ങളും.

"അണുഭേദനത്തിൽനിന്നു് മററുയാതൊരു ഗുണവും ലഭിച്ചില്ലെന്നുവരികിലും ഐസൊടോപുകൾ മാത്രമായി അണുശക്തിവികസന പരിപാടിയിൽ മുടക്കീട്ടുള്ള വൻതുകക്കും പ്രയത്നത്തിന്നും മതിയായ പ്രതിഫലവും പാരിതോഷികവും പ്രദാനം ചെയ്യുമെന്ന ദൃഢവിശ്വാസം എനിക്കുണ്ടു്" എന്നു പ്രഖ്യാപിച്ചും കൊണ്ടായിരുന്നു അണുശക്തി കമ്മിഷണർ വില്ലാർഡ് എഫ് ലിബ്ബി ഒരു പ്രഭാഷണം ഉപസംഹരിച്ചതു്.

അനവധി അനുഗാമി പ്രയോഗങ്ങളിൽ കൂടി റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ അവയുടെ സാമ്പത്തികവും പ്രയോജന കരവുമായ കഴിവുകൾ വ്യക്തമാക്കുകയും സ്ഥാപിക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു. സമയവും പ്രയത്നവും മിച്ചപ്പെടുത്തിയും കൊണ്ട് മറെറാരു പ്രധാന രംഗത്തിൽ—തേജോലേഖനരംഗത്തിൽ—മനുഷ്യ സമുദായത്തിന്നു അവ നൽകിയിട്ടുള്ള സംഭാവനയാകുന്നു ഇവിടെ ചർച്ചചെയ്യുവാനുദ്ദേശിക്കുന്നതു്. തേജോലേഖനത്തിൽ എക്സ്റേകളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുവാൻ റേഡിയൊഐസൊടോപ്പുകൾക്കുള്ള കഴിവാകുന്നു പ്രതിപാദ്യം.

വ്യവസായത്തിൽ തേജോലേഖനം.

ഇരുമ്പു വാർപ്പുകൾ പോലെയുള്ള ചിലവസ്തുക്കളെ തുളച്ചു കടക്കുവാനുള്ള കഴിവ് റേഡിയൊഐസൊടോപ്പുകളിൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ഗാമാരശ്മികൾക്കുണ്ട്. വസ്തുക്കൾ അവയിൽ പതിക്കുന്ന വികിരണങ്ങളിൽ ഒരംശത്തെ തടഞ്ഞു നിർത്തും. വികിരണതീവ്രത സ്ഥിരമായിരുന്നാൽ പദാർത്ഥത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയേയും, കനത്തേയും, വസ്തുവിൽ ഒളിച്ചു കിടക്കുന്ന ഘടനാപരമായ ദൂഷ്യങ്ങളേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും വികിരണങ്ങൾക്കു വസ്തുവിനെ തുളച്ചു കടക്കുവാനുള്ള കഴിവ്. വികിരണങ്ങൾ ഏല്ക്കുന്ന വസ്തുവിന്നു പിറകിലായി ഒരു സൂക്ഷ്മഗ്രാഹകപടലം-സെൻസിററീവ് പ്ലേററ്-, പിടിക്കുന്നതായാൽ അവ വസ്തുവിനെ തുളച്ചു കടന്നു് പടലത്തിൽചെന്നു പതിച്ചു് തേജോലേഖനം ചെയ്യും. ഇതു് എക്സ് റേഛായാഗ്രഹണത്തിന്നു സദൃശമായ പ്രക്രിയതന്നെ. വാർപ്പുകളിൽ ഒളിച്ചു കിടക്കുന്ന ദൂഷ്യങ്ങൾ ഉണ്ടോയെന്നു പരിശോധിച്ചറിയുവാൻ ഇതേവരെ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു് റേഡിയം മാത്രമായിരുന്നു. അതിന്നു പകരം ചുരുങ്ങിയ ചിലവില്ലും എന്നാൽ അത്രയും തന്നെ കാര്യക്ഷമമായും, കോബാൾട്ട്-60, സീസിയം-37, ഇറിഡിയം -192 എന്നീ റേഡിയൊഐസൊ

ടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. റേഡിയൊ ഐസൊടോപ് പ്രയോഗം വളരെ ആദായകരമാണു്. 20000 ഡോളർ വിലവരുന്ന റേഡിയത്തിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന വികിരണങ്ങളുടെയത്രതന്നെ തീവ്രത 100 ഡോളർ വിലവരുന്ന കോബാൾട്-60 ന്റെ വികിരണങ്ങൾക്കുണ്ടു്. അവക്കു റേഡിയം വികിരണങ്ങളെക്കാൾ കൂടുതലായി തുളച്ചു കടക്കുവാനുള്ള പ്രാപ്തിയും കാണുന്നു.

തേജോലേഖനകലാതത്വം ഉൾക്കൊള്ളിച്ചും കൂടുതൽ പരിഷ്ക്കരിച്ചും ആവിഷ്ക്കരിച്ചിട്ടുള്ള ഏററവും പുതിയ ഉപകരണങ്ങളിൽ ഒന്നാകുന്നു 'സാർഡപ്'. 'സ്മാൾ ആംഗിൾ റേഡിയേഷൻ ഡിറെക്ഷൻ ആൻഡ് പ്രെസൻറേഷൻ' എന്നതിന്റെ ചുരുക്കം കുറിക്കുന്നതാകുന്നു 'സാർഡപ്'. ലോഹക്കട്ടകളിലും വാർപ്പുകളിലും ഒളിച്ചുകിടക്കുന്ന ഒരു ഘനഅംഗുലത്തിന്റെ പത്തുലക്ഷത്തിൽ ഒരംശംമാത്രം വ്യാപ്തിയുള്ള ദൂഷ്യങ്ങളെക്കൂടിയും പ്രത്യക്ഷമാക്കുവാൻ സാർഡപ്പിന്നു സാധിക്കും എന്നു് നിർമ്മാതാക്കാൾ അവകാശപ്പെടുന്നു. മോട്ടോർവാഹനങ്ങളിലെ ചാമ്പുകോലുകളിലുള്ള ലോഹവളയങ്ങളേയും, വിമാനയന്ത്രങ്ങളിലെ കവാടങ്ങളേയും, ലോഹത്തകിടുകളുടെ കനത്തിന്റെ തുല്യതയേയും പരിശോധിക്കുവാനാകുന്നു സാർഡപ് പ്രധാനമായി ഉപകരിക്കുന്നതു്. അതിൽ ഗാമാരശ്മികൾ നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന റേഡിയൊഐസൊടോപ്പുകൾ സൂക്ഷിക്കുവാനുള്ള ഒരു ഗ്രാഹകവും ഫലങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തുവാനുള്ള എലക്ട്രോണിക് സന്നാഹങ്ങളും ഉണ്ടു്. ഗ്രാഹകത്തിൽ കോബാൾട്-60തോ, ഇറിഡിയം 192ഓ ആണുണ്ടാവുക. അതിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന തേജോവികിരണങ്ങൾ പരിശോധനക്കു വിധേയമാകുന്ന വസ്തുവിനെ തുളച്ചുകടന്നു് 'പ്രസരപ്രകാശക'ത്തിൽ ചെന്നുപതിക്കുന്നു. എലക്ട്രോണിക് സന്നാഹം വികിരണതീവ്രതക്കു് ഉണ്ടാകുന്ന മാററ

ങ്ങളെ അപ്പടി രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. തന്മൂലം പരിശോധിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തുവിലെ ഘടനാപരമായ ദൂഷ്യങ്ങളോ ലോഹത്തകിടിൻെറ കനത്തിലെ വ്യത്യാസമോ പ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

ബീററാകനമാനികൾ (തിക്നെസ്ഗേജുകൾ)

ഗാമാരശ്മികൾ നിർമ്മിപ്പിക്കുന്ന റേഡിയൊഐസൊടോപ്പുകൾ തേജോലേഖനത്തിന്നുതകുന്നതുപോലെ വികിരണതീവ്രതയും തുളച്ചുകടക്കുവാനുള്ള കഴിവും കുറഞ്ഞ ബീററാവികിരണങ്ങൾ നിർമ്മിപ്പിക്കുന്ന റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകളും വ്യവസായങ്ങളിൽ പരക്കെ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്ന ബീററാകനമാനികൾ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുവാനുതകുന്നു.

ഇപ്പോൾ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ ഏകദേശം 1200 വ്യവസായങ്ങൾ റേഡിയൊഐസൊടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. പ്രസ്തുതസ്ഥാപനങ്ങളിൽ മുന്നൂറിലും കൂടുതലായുള്ളവ അവയെ ബീററാകനമാനികളിലാകുന്നു പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. റബ്ബർ, പ്ലാസ്റ്റിക്, ലോഹത്തകിടുകൾ എന്നിവയുടെ കനം നിയന്ത്രിക്കുന്നതുകൊണ്ടുമാത്രം വളരെയധികം സ്ഥാപനങ്ങളിലായി 100000 ഡാളറിലേറെ പ്രതിവർഷം മിച്ചപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിയുന്നുവെന്നു് അണുശക്തികമ്മീഷണർ ജോസഫ് കാംബെൽ അടുത്തകാലത്തായി കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ടു്.

പ്രസ്തുതവസ്തുക്കൾ നിർമ്മിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ഒരു വശത്തു് തേജോവികിരണനിലയവും മറുവശത്തു് പ്രസരപ്രകാശകവും ഉണ്ടായിരിക്കും. വസ്തുവിൻെറ കനം കൂടുതലാവുമ്പോൾ അതു് നിഗരണം ചെയ്യുന്ന വികിരണങ്ങളും കൂടുതലാവും, അതിനെ തുളച്ചുകടക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ കുറയും. പ്രത്യുത, വസ്തുവിൻെറ കനം കുറഞ്ഞാൽ അതു നിഗരണം ചെയ്യുന്ന വികിരണങ്ങളും കുറയും, അതിൽക്കൂടി തുളച്ചുകടക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ കൂടുതലാവും. വസ്തുവിലെ കന

വ്യത്യാസം പ്രസരപ്രകാശകത്തിൽ പതിക്കുന്ന വികിരണ തീവ്രതയേയും വ്യത്യസ്തമാക്കും. അങ്ങിനെ കനത്തിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസം സൂക്ഷ്മമായി നിരീക്ഷിക്കുന്നതും യുക്തമായ ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ക്രമീകരിക്കുന്നതും സാദ്ധ്യമായിതീരുന്നു.

ഉല്പന്നങ്ങൾ നിറച്ചുടക്കുന്ന-പാക്കിങ്ങ്-വ്യാവസായിക പ്രക്രിയയിൽ ചട്ടക്കൂട്ടുകൾ, സഞ്ചികൾ, പെട്ടികൾ, പാത്രങ്ങൾ എന്നിവയിൽകൂടി "കാണുവാനു"ള്ള കഴിവും റേഡിയൊഐസൊടോപ്പുകൾക്കുണ്ട്. തകരപാത്രങ്ങളിലും മറ്റും നിറച്ചിട്ടുള്ള ഉല്പന്നങ്ങളുടെ നിറപ്പ് പരിശോധിച്ചു നിയന്ത്രിക്കുവാൻ അവ ഉതകുന്നു. സാധനങ്ങൾ ത്വരിതഗതിയിൽ നിറച്ചോ അട്ടുക്കിയോ കെട്ടുകൾ തയ്യാറാക്കുന്ന പ്രവൃത്തി ഉന്നയിക്കുന്ന ചില പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ ഉത്തരം കാണുന്ന രസകരമായ രീതി അടുത്തകാലത്തായി സിഗററ് വ്യവസായത്തിൽ ഉണ്ടായിട്ടുള്ള ഒരു വികസനം വ്യക്തമാക്കും. സിഗററിൻെറ ഭാരം, അതിൻെറ ഗുണം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിൽ അതിപ്രധാനമായ പങ്കാണു വഹിക്കുന്നതു്. ഭാരം കുറഞ്ഞ സിഗററ് അതിവേഗത്തിൽ കത്തിപ്പോകും. അതിൻെറ ഭാരത്തിൽ 90 ശതമാനവും പുകയിലയുടേതാണ്. അതു് ആവശ്യത്തിൽ കവിയുന്നതായാൽ ഉല്പാദനച്ചിലവു കൂടുതലാവും. സിഗററിൽ നിറക്കുന്ന പുകയിലയുടെ ഭാരം സ്വയംനിയന്ത്രിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു, സ്ട്രോൺഷിയം-90 ഉപയോഗിച്ചു് പ്രവത്തിപ്പിക്കുന്ന സാന്ദ്രതാമാനിയെന്ന ഡെൻസിററിഗേജ്. തന്മൂലം സിഗററുകൾക്കു് സർവ്വപ്രകാരേണ ഐകരൂപ്യം ൽനകുന്നതു് സാദ്ധ്യമാകുന്നു.

വ്യാവസായികരംഗത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്ന മററൊരുപകരണമാകുന്നു തേജഃസ്ഫുരക ദ്രവവിതാനമാനിയെന്ന ലിക്വിഡ് ലെവൽ ഗേജ്. അതിൽ ഒരു വികിരണ നില

യത്തിൽ നിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണജാലത്തിന്റെ തീവ്രതാവ്യത്യാസത്തിൽ നിന്നാകുന്നു നിരപ്പുകൾ തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നതു്. ദ്രവം നിറച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഗ്രാഹകത്തിന്റെയോ പാത്രത്തിന്റെയൊ ഒരു വശത്തു് വികിരണനിലയവും മറുവശത്തു് പ്രസരപ്രകാശകവും ഉണ്ടായിരിക്കും. പാത്രത്തിലെ ദ്രവം ഒരു പ്രത്യേക നിരപ്പിലെത്തുമ്പോൾ അതു് വികിരണ ജാലത്തെ തടയുകയും അതിൽക്കൂടി കടന്നു പുറത്തു വരുന്ന വികിരണജാലത്തിന്റെ തീവ്രത കുറക്കുകയും ചെയ്യും. അങ്ങിനെയാകുന്നു പാത്രത്തിലെ ദ്രവ നിരപ്പുകൾ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നതു്. കെട്ടിടങ്ങളുടെ മുകളിൽ 'കൃപോല' എന്ന ഒരു തരം ഗോളാകാരകമാനുകൾ സ്ഥാപിക്കാറുണ്ടു്. അവയിൽ ദ്രവാവസ്ഥയിലുള്ള ലോഹം ഉണ്ടായിരിക്കും. അതിന്റെ നിരപ്പു് അളന്നു കണക്കാക്കുവാനും പ്രസ്തുത ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ഒരു പ്രത്യേകതരം വിതാനമാനി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

തുഷാര വർഷമാനം.

ഇന്നത്തെ കാലസ്ഥിതിനിരൂപകനും കൂടി അണുമനഃസ്ഥിതി കൈവന്നിട്ടുണ്ടു്. കാലാവസ്ഥ സംബന്ധിച്ചുള്ള പ്രവചനങ്ങൾക്കു് ഉതകുന്ന വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്ന രീതികൾ പരിഷ്കരിച്ചു് വികസിപ്പിക്കുവാൻ റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ പലതരത്തിലും അദ്ദേഹം ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. അനുകൂലകാലാവസ്ഥയെ കൂടുതൽ പ്രയോജനകരമായി ഉപയോഗിക്കുവാനും, പ്രതികൂല കാലാവസ്ഥക്കെതിരായി കരുതൽ നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളുവാനും തന്മൂലം സാധിച്ചിരിക്കുന്നു. മേഘം, മഞ്ഞു്, മഞ്ഞും പുകയും കൂടിയുണ്ടാവുന്ന 'സ്മോഗ്' എന്നിവയിൽ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനും പ്രത്യേകിച്ചും തുഷാരത്തിന്റെ ആർദ്രത നിർണ്ണയിക്കുവാനുമാകുന്നു റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പ് പ്രയോജനപ്പെടുന്നതു്. യഥാർത്ഥം പറയുകയാണെങ്കിൽ പ്രസ്തുതപ്രക്രിയ

അതിലഘുവാണ്. തുഷാരക്കട്ടകളുടെ മാതൃകകൾ ശേഖരിച്ച് അവയുടെ ഭാരം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിന്നായുള്ള ക്ലേശഭൂയിഷ്ഠമായ പർവ്വതാരോഹണം കൂടാതെ കഴിക്കുവാൻ അതിസൂക്ഷ്മഫലങ്ങൾ നൽകുന്ന പ്രസ്തുത പ്രക്രിയ സഹായിക്കുന്നു. ഉപകരണം മദ്ധ്യത്തിലായി അല്പം കോബാൾട്-60 അടക്കം ചെയ്തിട്ടുള്ള കോൺക്രീററ് കട്ടയാകുന്നു. അത് പർവ്വതത്തിൽ ഉന്നത തലത്തിലായി സ്ഥാപിക്കുന്നു. അതിന്നുകുത്തനെ മുകളിൽ വളരെ ഉയരത്തിലായി ഒരു പ്രസരപ്രകാശകവും പ്രസരസംജ്ഞാവിക്ഷേപകവും തൂക്കിയിരിക്കും. ചുവട്ടിലുള്ള കോബാൾട് -60 ൽ നിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങളെ പ്രസരമാനി നിഗരണം ചെയ്തു രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. തന്മൂലം ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന 'ക്ലിക്' ശബ്ദത്തെ സ്വയം പ്രവർത്തക പ്രസരസംജ്ഞാവിക്ഷേപകം സമതലത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന സംജ്ഞാഗ്രഹണ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് വിക്ഷേപണം ചെയ്യുന്നു. കോൺക്രീററ് കട്ടയിൽ തുഷാരം വീഴുമ്പോൾ അതു് കോബാൾട്ടിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന തേജോവികിരണങ്ങളെ തടയുന്നു. തുഷാരത്തിൽകൂടി കടന്നു ചെന്നു രക്ഷപ്പെടുന്ന വികിരണ തീവ്രത അതിൻെറ ആർദ്രതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. പർവ്വതത്തിൽ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ള ഗീഗർമാനിയുണ്ടാക്കുന്ന ശബ്ദം വിക്ഷേപണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അതിനെ സമതലത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന നിരീക്ഷകർ സ്വീകരിച്ച് തുഷാരം ഉരുകുമ്പോൾ മലഞ്ചെരിവുകളിൽ കൂടി പ്രവഹിക്കാവുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ അളവ് അതിസൂക്ഷ്മമായി ഗണിച്ചു തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നു, പ്രവചിക്കുന്നു. അങ്ങിനെ സമതലത്തിലെ കർഷകന്നു് ജലസേചനത്തിന്നായി ലഭിക്കാവുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ പരിമാണം മുൻകൂട്ടി ഗ്രഹിക്കുവാനും താൻ നടപ്പിൽ വരുത്തേണ്ട കൃഷിയുടെ തരവും വ്യാപ്തിയും നിർണ്ണയിക്കുവാനും കഴിയുന്നു.

കൊണ്ടുനടക്കാവുന്ന-പോർടബിൾ-എക്സ്റേ സന്നാഹം.

രോഗചികിത്സാ രംഗത്തിൽ രോഗനിദാനത്തിന്നുതകുന്ന എക്സ്റേ ഛായകൾക്കു പകരം ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ഒന്നാംകിട ഉപായമായിതീർന്നിരിക്കുന്നു റേഡിയൊ ഐസൊടോപുകൾ നൽകുന്ന തേജോ ലേഖകൾ. അപ്രാപ്യമായും ഒററപ്പെട്ടുമുള്ള സ്ഥലങ്ങളിലും, അടിയന്തിരാവശ്യങ്ങൾക്കും, ഭാരമേറിയ എക്സ്റേ സന്നാഹങ്ങൾ പ്രയോജനപ്പെടാത്തതോ ആവശ്യമില്ലാത്തതോവായ സന്ദർഭങ്ങളിലും സ്ഥലങ്ങളിലും, ആർഗോൺ ദേശീയ പരീക്ഷണശാല വികസിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതും വാണിജ്യനിലവാരത്തിൽ 'ലിററൺ ഇൻഡസ്ട്രീസ്' പോലെയുള്ള സ്ഥാപനങ്ങൾ നിർമ്മിച്ചുവരുന്നതുമായ കൊണ്ടുനടക്കാവുന്ന തൂലിയം എക്സ്റേ സന്നാഹങ്ങൾ പ്രത്യേകം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. പരീക്ഷണാർത്ഥം നിർമ്മിക്കപ്പെട്ട മാതൃകാസന്നാഹ—കൊണ്ടുനടക്കാവുന്നതു് —ത്തിൽ നാലംഗുലം വ്യാസവും പത്തംഗുലം നീളവും കൈപിടിയുമുള്ള ഒരു ഈയ ഉരുൾ പാത്രം ഉണ്ടു്. (പ്ലേയിററ് 22) അതിന്റെ മദ്ധ്യത്തിലായി ഒരു ഇടുങ്ങിയ നാളമാർഗ്ഗം കാണാം. അതിന്നടിയിലാകുന്നു റേഡിയൊ തൂലിയം —170— വികിരണനിലയം. അതിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ നാളമാർഗ്ഗത്തിൽക്കൂടി തിരിച്ചുവിടാവുന്നതാണു്. അതടക്കുവാനും തുറക്കുവാനുമുതകുന്ന ഛായാഗ്രാഹകത്തിലേതുപോലുള്ള കമ്പക്കയർ ഏർപ്പാട്ട്-ഷട്ടർറിലീസ് കേബിൾ. തൂലിയം നിലയത്തിൽനിന്നു 15 അംഗുലം മുതൽ 30 അംഗുലംവരെ ദൂരത്തിലായി പിടിക്കുന്ന ഏതൊരു വസ്തുവിന്റെയും-മുറിവുപററിയ എല്ലുകളോട്ടുകൂടിയ കൈപോലെയുള്ളവ-തേജോലേഖ (റേഡിയൊഗ്രാഫ്)റേഡിയോ തൂലിയത്തിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന തേജോവികിരണങ്ങൾ അവയെ തുളച്ചുകടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി തയ്യാറാക്കാവുന്നതാണു്.

അതു സാധാരണ എക്സ്റേ സന്നാഹങ്ങൾ നൽകുന്ന തേജോലേഖകളെപ്പോലെ അത്രയും വ്യക്തമായിരിക്കുകയില്ല തന്നെ. എന്നാൽ രോഗനിർണ്ണയാവശ്യങ്ങൾ നിർവ്വഹിക്കുവാൻ അതു് പര്യാപ്തമാണു്. ഭാരം പത്തുറാത്തൽ മാത്രമാണെന്നുള്ളതും പ്രവർത്തിപ്പിക്കുവാൻ വിദ്യുച്ഛക്ത്യാദികം ആവശ്യമില്ലെന്നുള്ളതുമാണു് തുലിയംസന്നാഹത്തിൻെറതായ മററു മെച്ചങ്ങൾ. അതിലെ റേഡിയൊതുലിയം ശകലത്തിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങളാകട്ടെ 100000 വോൾട്ട് എക്സ്റേസന്നാഹത്തിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്നവയ്ക്കു സദൃശമാണുതാനും. റേഡിയോ തുലിയത്തിൻെറ അർദ്ധായുസ്സ് നാലു മാസത്തിലും കൂടുതലായതുകൊണ്ടു് അതിലെ വികിരണമൂലം അടിക്കടി മാററേണ്ടതില്ല.

ഇപ്പോൾ തേജോലേഖനത്തിന്നുള്ള മററു ചില സന്നാഹങ്ങളും—തുലിയം സന്നാഹത്തിനു് സദൃശമായവ—വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അവയിൽ റേഡിയോസ്ട്രാൺഷിയം —90, തുലിയത്തിൻെറയും സ്ട്രാൺഷിയത്തിൻെറയും മിശ്രം എന്നിവയിലൊന്നു് വികിരണമൂലമാക്കാവുന്നതാണു്. ഛായാഗ്രാഹകപടലത്തിന്നുള്ള താങ്ങും തേജോലേഖയുടെ സ്വയം വികസനത്തിന്നുള്ള ഏർപ്പാടുംകൂടി അവ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ഏകദേശം ഒരു മിനുററിന്നുള്ളിൽ അവ തേജോലേഖ തയ്യാറാക്കുന്നു. ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങൾ, എക്സ്റേസന്നാഹങ്ങൾ തുടങ്ങിയ സൗകര്യങ്ങൾ ഒട്ടുമില്ലാത്ത യുദ്ധരംഗങ്ങളിലെ ആതുരശുശ്രൂഷാലയങ്ങൾ, പ്രഥമ ശുശ്രൂഷാകേന്ദ്രങ്ങൾ പ്രാഥമിക രോഗനിർണ്ണയാർത്ഥമുള്ള—ആംബുലൻസ്—ഏർപ്പാടുകൾ എന്നിവയ്ക്കു വളരെയധികം പ്രയോജനകരമായിതീരും അത്തരം സന്നാഹങ്ങൾ.

ദന്തചികിത്സയിൽ രോഗനിർണ്ണയാർത്ഥം പല്ലിൻെറ തേജോലേഖ തയ്യാറാക്കുന്നതിന്നു് എക്സ്റേസന്നാഹം ഉപ

യോഗിച്ചുതുടങ്ങിയിട്ടില്ലെങ്കിലും തൽസംബന്ധമായ ഗവേഷണങ്ങൾ നടന്നുവരുന്നുണ്ട്.

അനുഗാമികളായോ തേജോവികിരണ ശക്തിനിലയങ്ങളായോ ഉപയോഗിക്കുന്ന റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ രോഗനിർണ്ണയരംഗത്തിൽ പ്രയോഗിക്കാവുന്ന പുതിയ മാർഗ്ഗങ്ങളും രീതികളുംനൂറുനൂറായി തുറന്നു വിട്ടിരിക്കുന്നു. ചികിത്സാത്മക ഗവേഷണങ്ങളിൽ റേഡിയോഐസൊടോപ്പ് പ്രയോഗം ശൈശവാവസ്ഥയിൽ മാത്രമാണെത്തിയിട്ടുള്ളതെന്നു് വരികിലും അനേകായിരം രോഗികളുടെ രോഗം അവയുടെ പ്രയോഗം കൊണ്ടു നിർണ്ണയിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അധികമധികം ഭിഷഗ്വരർ അവയുടെ സാങ്കേതിക കലാതത്വങ്ങളിലും പ്രയോഗങ്ങളിലും പരിശീലനം നേടുകയും സാങ്കേതിക കലയും ഉപകരണങ്ങളും കൂടുതൽ പരിഷ്കരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതോടുകൂടി റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ ഉപയോഗങ്ങളും അവയുപയോഗിക്കുന്നവരുടെ എണ്ണവും ത്വരിതഗതിയിൽ വർദ്ധിച്ചുവരും.

ഒമ്പതു്.

റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ തേജോവികിരണ പ്രദാന (ഇർറേഡിയേഷൻ)ത്തിനുള്ള പ്രഭവങ്ങൾ

****

റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകളുടെ പ്രധാന പ്രയോഗങ്ങളിൽ മൂന്നാമത്തേതു്-അവയെ തേജോവികിരണ പ്രദാനത്തിനുള്ളപ്രഭവങ്ങളാക്കിയുള്ളതു്-യഥാകാലം ഏററവും അധികം വിപ്ലവാത്മകവും ആനുകൂല്യപ്രദവുമായി പരിണമിക്കാവുന്നതാണു്.

റേഡിയത്തിൽ നിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങളും എക്സ്റേകളും ഏൽക്കുന്ന ഒരു പദാർത്ഥത്തിൻെറ ഗുണലക്ഷണങ്ങൾ മാറുന്നുവെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കു് വളരെക്കാലമായി അറിയാം. 'അയോണീകരണം' എന്നതാണീമാററം. തേജോവികിരണ പ്രദാനംകൊണ്ടു് ഒരു അണുവിൽ ഒരു എലക്ട്രോൺ കൂടുതലാവുന്നതോ അതിലെ ഒരു എലക്ട്രോൺ കുറയുന്നതോവാണു് അയൊണീകരണം. സാധാരണ അണു വിദ്യുദ്ദാസമാണു്. അയൊണീകരണംമൂലം ഒരു എലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെട്ടമ്പോൾ അതിൽ അധിവിദ്യുത്തും (+) ഒരു എലക്ട്രോൺ കൂടുതലായി ലഭിക്കുമ്പോൾ ഊന വിദ്യുത്തും (—) ആരോപിക്കപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം മാററങ്ങൾ അതിൻെറ പെരുമാററത്തേയും ബാധിക്കുന്നു. തേജോവികിരണ പ്രദാനത്തിനും, വളരെയധികം ചിലവു വരുന്ന റേഡിയം, അതിസങ്കീർണ്ണമായ എക്സ്റേ സന്നാഹങ്ങൾ എന്നിവക്കുപകരം റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കാം. ലക്ഷ്യം, ഏതെങ്കിലും മാററം വരുത്തേണ്ടതായ അർബ്ബുദമോ, പ്ലാസ്റ്റിക്കോ, ഉരുളക്കിഴങ്ങോ, എണ്ണയോ, വായുതന്നെയുമോ ആവാം. റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകളിൽ നിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾക്കു് അവയേൽക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളുടെ പ്രകൃതം മാററുവാനുള്ള കഴിവിൻെറ അനുകൂല വശങ്ങൾ കൈവരുത്തുന്ന അനവധി പ്രയോഗങ്ങളുണ്ടു്. വിവിധരംഗങ്ങളിൽ അവ പ്രയോഗിക്കുന്ന രീതികളും തേജോവികിരണ പ്രദാനത്തിൻെറ പ്രധാന ഫലങ്ങളും ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കുന്നതാണു്.

വ്യവസായത്തിൽ തേജോവികിരണ പ്രദാനം

മററനവധി പ്രയോഗങ്ങളിലെന്ന പോലെ വ്യാവസായികരംഗത്തിലേ വയിലും തേജോവികിരണങ്ങൾ വരുത്തുന്ന അയൊണീകരണം പലതരത്തിലും പ്രയോജന

പ്പെടുന്നു. തുണിത്തരങ്ങളും കടലാസ്സും പോലെയുള്ള വിദ്യുത് ബന്ധകങ്ങൾ (ഇൻസുലേറ്റേർഡ്) ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങളിൽ ഉപകരണങ്ങൾക്കും പ്രവർത്തകർക്കും ആപൽക്കരമായ സ്ഥിരവിദ്യുത് ഉണ്ടാവുന്നു. ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഉല്പാദക സന്നാഹങ്ങൾക്കരികിലായി യുക്തമായ സ്ഥാനങ്ങളിൽ വായുവിനെ അയോണീകരിച്ച് സ്ഥിരവിദ്യുത്തിനെ ഭൂപ്രവേശം ചെയ്യിപ്പിക്കുവാൻ റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ ഉതകുന്നു. ന്യൂ ജർസി സ്റ്റാൻഡേർഡ് ഓയിൽ കമ്പനി, ന്യൂ ജർസിയിലെ ലിൻഡനിലുള്ള ഗവേഷണകേന്ദ്രത്തിൽ ആധുനികതേജോവികിരണപരിശോധനാലയം തുറന്നപ്പോൾ ഈ രംഗത്തിൽ ഏറ്റവും അധികം ആകാംക്ഷയുൾകൊള്ളുന്ന പദ്ധതികളിലൊന്നാണ് ഉൽഘാടനം ചെയ്യപ്പെട്ടതു്. ആധുനിക എണ്ണവ്യവസായസാങ്കേതിക കലയിൽ മർമ്മസൂത്രമെന്നു പറയാവുന്ന രാസപ്രതികരണങ്ങൾ പ്രേരിപ്പിക്കുവാൻ കോബാൾട് 60ൽ നിന്നുനിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ഗാമാരശ്മികളെ ഉപയോഗിക്കുന്നതിലും തന്മൂലം പെട്രോളിയോല്പന്നങ്ങളായ വിശിഷ്ടേന്ധനങ്ങൾ, കീലെണ്ണകൾ, മററു രാസപദാർത്ഥങ്ങൾ, എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്നതിലും ആകുന്നു അവിടെ യത്നം കേന്ദ്രീകരിച്ചിട്ടുള്ളതു്.

സാദ്ധ്യതകൾ ആരായുവാനുള്ള ഒരു പ്രാഥമിക പദ്ധതി മാത്രമാണിതെന്നു വരികിലും പെട്രോളിയം രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുവാനുതകുന്ന 'പോലിമറൈസേഷൻ' എന്ന പ്രക്രിയക്കു് റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ വളരെയധികം സഹായകമായിതീരുമെന്നു് അവിടുത്തെ ഗവേഷണ കേന്ദ്രത്തിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞർ വിശ്വസിക്കുന്നു. പെട്രോളിയത്തിലുള്ള ചില ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ വലുപ്പം കൂടുതലുള്ള തന്മാത്രകളാകത്തക്കവണ്ണം സംയോജിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാകുന്നു പോലിമറൈസേഷൻ. പെട്രോളിയത്തേയും അതു സംബന്ധിച്ചുള്ള മററു ചില അസംസ്കൃത പദാർത്ഥങ്ങളേയും സംഗ്രഥിതറബ്ബർ, കീലെണ്ണകളിൽ ചേർക്കാവുന്ന ചില പദാ

ത്ഥങ്ങൾ, മററനവധി ഉല്പന്നങ്ങൾ എന്നിവയാക്കി മാററു വാനാകുന്ന പ്രസ്തുത പ്രക്രിയ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

13 അംഗുലം നീളവും 2 അംഗുലം വ്യാസവുമുള്ള കുഴലിൻെറ ആകൃതിയാകുന്നു ഈ പരിശോധനാലയത്തിലുപയോഗിക്കുന്ന കോബാൾടിന്നുള്ളതു്. ബ്രൂക്ഹേവൻ ദേശീയ പരിശോധനാലയത്തിലെ പ്രതികാരകത്തിൽ രണ്ടരക്കൊല്ലം കാലം ന്യൂട്രോൺ ആക്രമണത്തിന്നു വിധേയമായിരുന്നതുമൂലം ലഭിച്ചിട്ടുള്ള ഇന്നുള്ളവയിൽ ഏററവും വലിയ തേജസ്സംരക കോബാൾട്° കഷ്ണമാണതു്. അതിൻെറശക്തി 3000 ക്യൂറിക്കും 4000 ക്യൂറിക്കും ഇടയിലാകാം. ഒരു ഗ്രാം റേഡിയത്തിൽനിന്നു ഓരോ സെക്കൻഡിലും നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന തേജോവികിരണ സഞ്ചയപരിമാണമാകുന്നു ഒരു ക്യൂറി.

തേജോവികിരണപ്രദാനം മൂലമുണ്ടാകുന്ന മററു രാസ പ്രതികരണങ്ങളും വ്യവസായത്തിന്നു് ആനുകൂല്യങ്ങൾ നൽകീട്ടുണ്ടു്. പ്ലാസ്റ്റിക് വ്യവസായത്തിൽ, റേഡിയോ ഐസൊടോപ് ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി കൂടുതൽ മെച്ചമുള്ള പ്ലാസ്റ്റിക്കുപദാർത്ഥങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഒരുദാഹരണം, തേജോവികിരണപ്രദാനം മൂലം പോലിഎതിലിൻ എന്ന പദാർത്ഥത്തിൻെറ ദ്രവണാങ്കം 70°c. യിൽനിന്നു° 190° c. യായി ഉയരുന്നു. തേജോവികിരണം പ്രദാനംചെയ്യപ്പെട്ട പോലിഎതിലിൻ കൊണ്ടു് നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്ന മരുന്നു കുപ്പികളും മററും താപംഏല്പിച്ചു ശുദ്ധീകരിക്കാവുന്നതാണു്. റബ്ബർ വ്യവസായത്തിന്നു ഏററെ പ്രാധാന്യം ഉൾക്കൊള്ളുന്നതാണു് വൽക്കനൈസേഷൻ സംബന്ധിച്ചു നടന്നുവരുന്ന ഒരു പരീക്ഷണം. റബ്ബറും ഗന്ധകവും കൂട്ടിച്ചേർത്തു പാകപ്പെടുത്തുന്ന ക്രിയയാകുന്നു വൽക്കനൈസേഷൻ. അനവധി മണിക്കൂറുകൾ തപിപ്പിച്ചായിരുന്നു ഈ ക്രിയമുമ്പെല്ലാം നിർവ്വഹിച്ചിരുന്നതു്. തേജോവികരണങ്ങൾ അല്പം നിമിഷങ്ങൾ

മാത്രം ഏല്പിച്ച് ക്രിയ പൂർത്തിയാക്കാമെന്ന് ഇപ്പോൾ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ അവകാശപ്പെടുന്നു.

ഭക്ഷ്യസംരക്ഷണവും അണുശുദ്ധീകരണ—

സ്റ്റിറിലൈസേഷൻ—വും.

ഗാമാവികിരണങ്ങൾ പ്രദാനംചെയ്ത് ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ ശുദ്ധീകരിച്ചു സൂക്ഷിക്കുന്നതു സംബന്ധിച്ചുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളും വികസനങ്ങളും പൊതുവിൽ വ്യവസായം, കൃഷി എന്നിവക്കും പ്രത്യേകിച്ച് ഗൃഹനായികക്കും അതീവ പ്രാധാന്യം ഉൾക്കൊള്ളുന്നവയാണ്.

സാരമായ മാത്ര—ഡോസു—കളിലായി ഗാമാവികിരണങ്ങൾ കൊള്ളിക്കുന്നതായാൽ അവ അയോണീകരണംമൂലം ബാക്ടീരിയങ്ങളെയും ജൈവപദാർത്ഥങ്ങളിലെ ആഗ്നേയരസങ്ങളെന്ന എൻസയിമുകളെയും നശിപ്പിക്കുന്നു. അണുപ്രതികാരകങ്ങളിൽനിന്ന് ഇപ്പോൾ ശക്തിമത്തായ തേജോവികിരണപ്രഭവങ്ങൾ ധാരാളം ലഭിക്കുന്നുമുണ്ട്. അതുകൊണ്ടു കഴിഞ്ഞ ചിലവർഷങ്ങളായി ഭക്ഷ്യശുദ്ധീകരണത്തിന് ഗാമാവികിരണങ്ങൾ പ്രായോഗികമായി ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. കലാശാലകളും സർക്കാർ പരിശോധനാലയങ്ങളും ഭക്ഷ്യ വ്യവസായങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന നാല്പതോളം സ്ഥാപനങ്ങൾ തേജോവികിരണപ്രദാനംകൊണ്ടു ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ പാകപ്പെടുത്തി സൂക്ഷിക്കുന്നതുസംബന്ധിച്ച നടത്തിവരുന്ന ഗവേഷണങ്ങളെ ചിക്കാഗൊവിലെ 'ദി ആർമി ക്വാർട്ടർ മാസ്റ്റർ ഫുഡ് ആൻഡ് കൺസ്യൂമർ ഇൻസ്റ്റിട്യൂട്ട്' തന്നെ കൂട്ടിയിണക്കുന്നതിൽ ഏർപ്പെട്ടുമിരിക്കുന്നു.

പാകംചെയ്ത ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ ഗ്രാഹകങ്ങളിൽ നിറച്ചടച്ച് കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കാറാകുന്ന 'കാനിങ്' സമ്പ്രദായം 1809—ലായിരുന്നു നിക്കോലാസ് ആപർട്ട് കണ്ടുപിടിച്ചതു്. അതിൽപിന്നെ ഭക്ഷ്യസംരക്ഷണ തത്വത്തിൽ ആദ്യമായി ഉണ്ടായിട്ടുള്ള ആശാജനകമായ ഏതരാഗമനമാ

കുന്ന തേജോവികരണപ്രദാനംമൂലമുള്ള സംരക്ഷണം. അതു സമ്പൂർണ്ണമായാൽ ലഭിക്കാവുന്ന ആനുകൂല്യങ്ങൾ ഭക്ഷ്യ സംരക്ഷണ വ്യവസായത്തിൽ യഥാകാലം വിപ്ലവാത്മക മായ മാററങ്ങൾ വരുത്തിയേക്കാം. എളുപ്പം ചീഞ്ഞളിയുന്ന —അല്പായുക്കളായ—ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ സൂക്ഷിക്കുന്ന കാര്യ ത്തിൽ ഈ സമ്പ്രദായം അന്യൂനമായി നടപ്പാക്കുന്നതായാൽ ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ പാകം ചെയ്യുന്നതിന്നും വിതരണം ചെയ്യുന്നതിന്നും ഉപയോഗിക്കുന്ന രീതികളിൽ എത്രയെത്ര മാററങ്ങളാണുണ്ടാവുക? വിദൂരസ്ഥലങ്ങളിലേക്കു് ചുരുങ്ങിയ ചിലവിൽ ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ കപ്പലിൽ കടത്തുമതി ചെയ്യുവാൻ കഴിയും, കൂടുതൽ വിപുലമായിത്തീരും ഭക്ഷ്യ വിതരണം, നാശനഷ്ടങ്ങൾ തുലോം കുറയും. ശീതകാര കങ്ങളെവളരെയൊന്നുമൊ ഒട്ടംതന്നെയുമൊ ആശ്രയിക്കാതെ സുദീർഘമായ കാലയളവിലേക്കു് ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ സംരക്ഷിച്ചു സൂക്ഷിക്കുന്നതും സാദ്ധ്യമാവും.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ പട്ടാളാവശ്യമായി എളുപ്പം ചീഞ്ഞളിയാവുന്ന ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥ ങ്ങൾക്കായി പ്രതിവർഷം രണ്ടുമില്യൻ ഡാളർ ചിലവാക്കുന്നു. ശീതകാരകങ്ങളിൽ അവയെ സൂക്ഷിക്കുവാൻ വേണ്ടിവ രുന്ന ചിലവു് ആളൊന്നിന്നു് 40 ഡാളർ വീതമാണു്. യുദ്ധ വകുപ്പു തയ്യാറാക്കിട്ടുള്ള കണക്കുകളാണിവ. ശീതകാരക ങ്ങളെ ആശ്രയിക്കാതെ, റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകളിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന തേജോവികിരണങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്തു് ഇതിൽ കാലംശം എങ്കിലും സംരക്ഷിക്കുവാൻ കഴിയുന്നതാ യാൽതന്നെ ആണ്ടോടാണ്ടു് 20മില്യൻ ഡാളർ മിച്ചപ്പെട്ട ത്താവുന്നതാണു്. ഇക്കാര്യത്തിൽ യുദ്ധവകുപ്പു പ്രദർശിപ്പി ക്കുന്ന താല്പര്യം കേവലം ശാസ്ത്രത്തോടുള്ള കൂറിൻെറ ഫലം മാത്രമല്ലല്ലെന്നു് ഇതിൽനിന്നു എളുപ്പം മനസ്സിലാക്കാം.

എളുപ്പം കേടുവരുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങളായ വെണ്ണ, റൊട്ടി, പാകം ചെയ്ത മാംസം, ചോളം എന്നിവയിൽ ദീൎഘകാലത്തേക്ക് ഗാമാരശ്മികൾ ഏല്പിക്കുന്നതാകുന്ന പ്രസ്തുതപ്രക്രിയകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതു്. ആർഗൊൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയത്തിലെ തേജോവികിരണ പ്രദാനത്തിന്നുള്ള സൗകൎയ്യങ്ങൾ ചിക്കാഗോവിലെ 'ദി ആർമി ക്വാർട്ടർ മാസ്റ്ററും' 'സ്വിഫ്ട്മീററ്' കമ്പനിയും ഇടവിട്ട് ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. നീന്തൽകുള—'സ്വിമ്മിങ് പൂൾ'—പ്രതികാരകത്തിലെ വെള്ളത്തിൽ—അതു് പ്രവൎത്തകരെ അണുപ്രസരത്തിൽനിന്ന് രക്ഷിക്കുവാനുതകുന്നമറയാണ്—ഭക്ഷ്യപദാൎത്ഥങ്ങൾ അടുക്കിവെച്ചിട്ടുള്ള ലോഹച്ചട്ടത്തെ ആഴ്ത്തിവെക്കുകയും അടുത്തുള്ള റേഡിയൊഐസൊടോപിൽനിന്നോ'ക്ഷീണിച്ച' ഇന്ധനത്തിൽനിന്നൊ നിൎഗ്ഗമിക്കുന്ന ഗാമാരശ്മികൾ ക്ലിപ്ത കാലയളവിലേക്ക് അവയിൽ ഏല്പിക്കുകയും ആകുന്നു അവിടെ ചെയ്യുന്നതു് (പ്ലേയിററ് 23). വികിരണപ്രദാനം കഴിഞ്ഞു അനവധി മാസങ്ങൾക്ക് ചില ഭക്ഷ്യപദാൎത്ഥങ്ങൾ ഇത്തരത്തിൽ സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

ഈ ഗവേഷണം പരീക്ഷണാവസ്ഥയിൽ മാത്രമാണിപ്പോഴും നടന്നു വരുന്നതെന്ന വസ്തുത മറക്കാവതല്ല. തേജോവികിരണ പ്രദാനം മൂലമുള്ള ഭക്ഷ്യപദാൎത്ഥ അണുശുദ്ധീകരണം അനവധി വിഷമം പിടിച്ച പ്രശ്നങ്ങൾ ഉന്നയിക്കുന്നതോടൊപ്പം ആശാജനകമായ വശങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്നതുമാണ്. തേജോവികിരണങ്ങൾ ചില പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ രചന, നിറം, രുചി, പോഷകമൂല്യങ്ങൾ എന്നിവയിൽ ഒന്നോ അതിലധികമൊ ഗുണങ്ങൾ മാററാവുന്നതാണ്. അഭിലഷണീയമല്ലാത്ത ചില മാററങ്ങൾ ഉണ്ടാവുന്നതിന്നുള്ള കാരണങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുവാനും അവ ആപൽക്കരമോ കേവലം നൈസൎഗ്ഗികമോ എന്നു മനസ്സിലാക്കുവാനും അത്തരം മാററങ്ങൾ കുറക്കുവാനും തടയുവാനും ഉതകുന്ന

മാർഗ്ഗങ്ങൾ ആരായുവാനുമായി ഗവേഷണങ്ങൾ തീവ്രമായി നടന്നു വരികയാണു്.

തേജോവികിരണം കൊണ്ടുള്ള അണുശുദ്ധീകരണത്തിൻെറ അന്തിമ വിജയം ഫലങ്ങളുടെ മൂല്യവർദ്ധനവും ഭക്ഷ്യോല്പാദനം, പചനം, വിതരണം, സംഭരണം എന്നിവയിലായി മിച്ചപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിയുന്ന തുകയും ആയിരിക്കും നിർണ്ണയിക്കുക. പ്രസ്തുത പ്രക്രിയ കൂടുതൽ നല്ല ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ നൽകുകയോ അവ വളരെക്കാലം കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നതു് സാദ്ധ്യമാക്കുകയോ ചെയ്താൽ നാം ഇന്നുപയോഗിച്ചുവരുന്ന അനവധി ഇനം ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ അതിന്നു വിധേയമാക്കുന്നതു് ലാഭകരമായിരിക്കും, അതൊരു പതിവും ആയിത്തീരും.

ഉരുളക്കിഴങ്ങു് നേരത്തെ മുളക്കുന്നതും ജീർണ്ണിക്കുന്നതും തടയുവാനായി തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്യുന്നതു സംബന്ധിച്ചു് വിജയകരമായ അനവധി പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിട്ടുണ്ടു്. ഗാമാവികിരണങ്ങൾ അയോണീകരണംകൊണ്ടു് ഉരുളക്കിഴങ്ങിലെ അന്നജത്തെ പഞ്ചസാരയാക്കി മാററുന്ന ആഗ്നേയരസത്തെ നശിപ്പിക്കുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. ഉരുളക്കിഴങ്ങുകളിൽ വ്യത്യസ്ത തീവ്രതകളുള്ള വികിരണങ്ങൾ ഏല്പിച്ചു് അവയുടെ സംരക്ഷിതാവസ്ഥയും ഭക്ഷ്യമൂല്യവും സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ചു സൂക്ഷ്മപഠനം നടത്തിട്ടുള്ളതു് ദീർഘകാലം നീണ്ടുനില്ക്കുന്ന അനവധി പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നാണു്. ഒരുദാഹരണം. പടത്തിലെ രണ്ടു കിഴങ്ങുകളും (പ്ലേയിററു് 24) 1952ൽ ഒരേ സ്ഥലത്തുണ്ടായ വിളയിൽ നിന്നെടുത്തവയാണു്. അവയുടെ പടങ്ങൾ തയ്യാറാക്കിയതു് 1954 മാർച്ച് 8ാനു-. തുടക്കത്തിൽ അവക്കു് തുല്യവലുപ്പം ഉണ്ടായിരുന്നു. ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശിയ പരിശോധനാലയത്തിൽ കോബാൾട്ട് 60ൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ഗാമാവികിരണം കൊള്ളിച്ചതാകുന്നു വലത്തു വശത്തു

ള്ളതു്. അതു പൂർണ്ണമായി സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇടത്തു വശത്തുള്ളതിൽ വികിരണങ്ങളേല്പിക്കുകയുണ്ടായില്ല. അതു് മുളക്കുകയും ഉണങ്ങുകയുംചെയ്തിരിക്കുന്നു. വാണിജ്യപരമായി കിഴങ്ങുകൾ ശേഖരിച്ചു സൂക്ഷിക്കുന്ന തരത്തിൽ തന്നെയാണു് രണ്ടു കിഴങ്ങുകളും 1952മുതൽ അവയുടെ പടങ്ങൾ തയ്യാറാക്കുന്നതു്വരെ സൂക്ഷിച്ചുപോന്നതു്.

ഇത്തരം പരിശോധനകൾ പരീക്ഷണ നിലവാരത്തിൽ മാത്രമാണു് നടന്നിട്ടുള്ളതു്. എന്നാൽ അടുത്ത കാലത്തുതന്നെ തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്യപ്പെട്ട ഉരുളക്കിഴങ്ങുകൾ — മൃഗങ്ങളുടെ ആഹാരാർത്ഥമെങ്കിലും ലഭിക്കുമെന്നു പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. മററനവധി പച്ചക്കറികളും ശേഖരിച്ചു സൂക്ഷിക്കുമ്പോൾ മുളക്കുന്നതു തടയുവാനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങളാരായുവാനായി പരിശോധനകൾ നടന്നു വരുന്നു.

സസ്യപാരമ്പര്യവും— പ്ലാൻറ് ജനിററിക്സ് — തേജോവികിരണ പ്രദാനവും.

വ്യാവസായികരംഗത്തിൽ റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള വികിരണപ്രദാനപ്രയോഗങ്ങൾ പരീക്ഷണനിലവാരത്തിലിരിക്കെ, കൃഷിശാസ്ത്രജ്ഞർ കാർഷികോല്പന്നങ്ങളുടെ തരം ഉയർത്തുവാനും സസ്യങ്ങളെ ബാധിക്കുന്ന രോഗങ്ങൾ തടയുവാനുമായി അവയുടെ പ്രയോഗം വളരെയധികം വികസിപ്പിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അതോടൊപ്പം തേജോവികിരണപ്രദാനംകൊണ്ടു് പുതിയതരം ചെടികൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതുപോലെയുള്ള ചില ദീർഘകാലപദ്ധതികളുടെ പ്രവർത്തനവും തുടൻുവരികയാണു്.

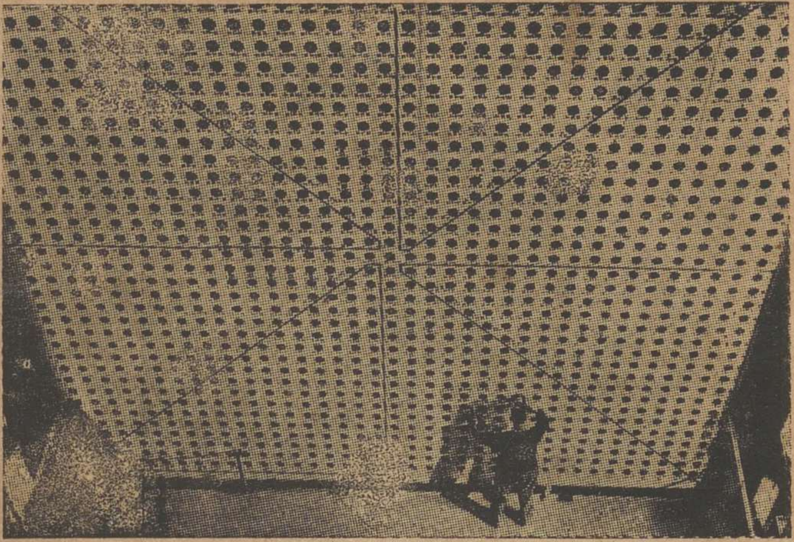
സസ്യപാരമ്പര്യത്തിൽ തേജോവികിരണങ്ങൾ ഉളവാക്കുന്ന ഫലം പ്രതിപാദിക്കുന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗം—അതിനെ വികിരണപ്രദാന പാരമ്പര്യശാസ്ത്രമെന്നു പറയാം—ദാർഢ്യവും, രോഗങ്ങളെ ചെറുത്തുനില്ക്കുവാനുള്ള കഴിവുമുള്ള പുതിയതരം സസ്യങ്ങൾ ഉല്പാദിക്കുന്നതു സാദ്ധ്യമാക്കും. അതു

കൊണ്ടു് കാർഷികരംഗത്തെ ഗുണകരമായി ബാധിക്കാവുന്നതുമാണതു്. വളരെ സാവധാനത്തിലാണെങ്കിലും നൈസർഗ്ഗിക പരിണാമങ്ങൾ-പാരമ്പര്യഗുണങ്ങൾ പ്രദാനംചെയ്യുന്നസജീവകണികകളിലെ മാററങ്ങൾ-പരപ്രേരണ കൂടാതെ ജീവികളിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അയോണീകരണപ്രാപ്തിയുള്ള തേജോവികിരണങ്ങൾ അവയുടെ വേഗത വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. സസ്യപാരമ്പര്യശാസ്ത്രസംബന്ധമായി മുൻ നടത്തിയിരുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളിലും തേജോവികിരണമൂലങ്ങൾ റേഡിയവും എക്സ്റേക്കളുമായിരുന്നു. ഇപ്പോൾ പ്രതികാരകങ്ങളിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്നറേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ ശാസ്ത്രജ്ഞന്നു ധാരാളം പുതിയ ഉപായങ്ങൾ നല്കി പരീക്ഷണ സൌകര്യം വളരെയധികം വർദ്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. വിശ്രുതപാരമ്പര്യശാസ്ത്രജ്ഞനായ ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയ പരീക്ഷണശാലയിലെ ഡാക്ടർ റാൽഫ് സിംഗിൾടൺ പറയുകയുണ്ടായി: "തേജോവികിരണപാരമ്പര്യശാസ്ത്രം ഏറെത്താമസിയാതെ കൃഷിശാസ്ത്രചരിത്രത്തിലെ ഒരു പ്രധാനമായ സംഭവമായിത്തീരും. സങ്കരജാതി ധാന്യവികസനം പോലെ ചരിത്രം സൃഷ്ടിക്കുന്ന സംഭവങ്ങളെ അതു കവച്ചുവെക്കാവുന്നതുകൂടിയാണു്"

തേജോവികിരണങ്ങൾ പ്രദാനംചെയ്യുവാനുള്ള പരിഷ്കൃത പ്രഭവങ്ങളായ റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ പ്രസ്തുതശാസ്ത്രവിഭാഗം സംബന്ധിച്ച പഠനങ്ങളെ രണ്ടുതരത്തിൽ—പാരമ്പര്യത്തിലുണ്ടാകാവുന്ന പരിണാമപ്രക്രിയകളുടെ വേഗം വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതുമൂലം പ്രസ്തുതശാസ്ത്രവിഭാഗത്തെയും തന്മൂലം പാരമ്പര്യശാസ്ത്രത്തെത്തന്നെയും കൂടുതൽ നന്നായി ഗ്രഹിക്കുവാനും; കാർഷികരംഗത്തിൽ നേരിടേണ്ടിവരുന്ന പ്രത്യേകപ്രശ്നങ്ങൾക്കു് പ്രായോഗികപരിഹാരം കാണുവാനും—സഹായിക്കുന്നു

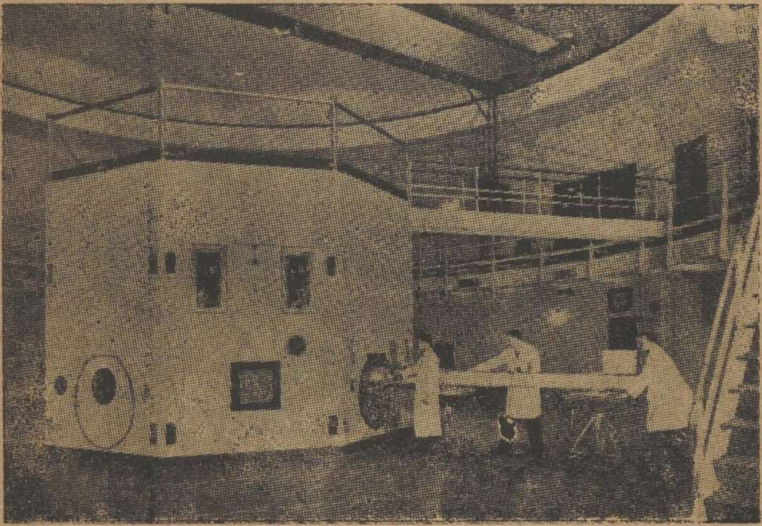
സസ്യങ്ങൾക്കു് തേജോവികിരണങ്ങൾ പ്രദാനംചെയ്തുകൊണ്ടുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ ബ്രൂക്ക് ഹേവൻ ദേശിയ പരീക്ഷണശാലയിൽ അതിരസകരമായ തരത്തിലാകുന്നു നടത്തുന്നതു്. അവിടെ വൃത്താകാരത്തിലുള്ള ഒരു രംഗത്തിൻെറ (പ്ലേയിററ് 25) കേന്ദ്രത്തിലായി ശക്തിയേറിയകോബാൾട് 60 അടങ്ങിട്ടുള്ള ഈയ്യക്കുഴൽ ഒന്നു് ഉണ്ടു്. അതു് മണ്ണിൽ ആണ്ടു കിടക്കുന്നു. വളരെയകലേനിന്നു് നിയന്ത്രിക്കാവുന്ന ഉപകരണങ്ങൾകൊണ്ടു് അതിനെ പൊന്തിക്കയും താഴ്ത്തുകയും ചെയ്യാവുന്നതാണു്. അതുതന്നെയാകുന്നു പരീക്ഷണാർത്ഥമുള്ള ഗാമാരശ്മിനിലയം. അതിന്നു ചുററും കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നു് വ്യത്യസ്ത ദൂരങ്ങളിലായി അനവധി ഇനം മാതൃകാസസ്യങ്ങൾ നട്ടുപിടിപ്പിക്കുന്നു. മുൻകൂട്ടി നിർണ്ണയിച്ച കാലങ്ങളിലും കാലയളവിന്നും റേഡിയൊ-ഐസൊടോപുകൾ പൊന്തിച്ചു് അവയിൽനിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ സസ്യങ്ങൾക്കു പ്രദാനംചെയ്യുന്നു. അതിൽ പിന്നെ ചെടികളെ സൂക്ഷ്മപഠനത്തിന്നു വിധേയമാക്കുന്നു. കാലക്രമത്തിൽ വികിരണങ്ങൾപ്രസ്തുത സസ്യങ്ങളിൽ ഗുണഫലങ്ങളൊ ദോഷഫലങ്ങളോ ഉളവാക്കാവുന്നതാണു്, അവ തേജോവികിരണ മൂലകത്തിൽനിന്നു് ചെടിക്കുള്ള ദൂരത്തെയും വികിരണം പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന കാലദൈർഘ്യത്തെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. അങ്ങിനെയുണ്ടാകുന്ന മാററങ്ങൾ അതെ സസ്യത്തിൻെറ ഭാവി തലമുറകളെ ബാധിക്കാവുന്നതാണു്. പ്ലേയിററ് 27 ലെ പുകയിലച്ചെടികൾ വ്യത്യസ്ത മാത്രകളിലായി തേജോവികിരണംപ്രദാനം ചെയ്യുക മൂലമുണ്ടായ ഫലങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുന്നു. അവയെ നിയന്ത്രണാർത്ഥം സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്ന—ഇടത്തു വശത്തു കാണുന്ന—സസ്യവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്താവുന്നതാണു്.

മറെറാരു തരത്തിലും അവിടെ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നുണ്ടു്. വിത്തുകളെയാണു് പരീക്ഷണ വിഷയമാക്കുന്നതു്. അവയെ ഒരു പ്രതികാരകത്തിൽ വെച്ചു് അവക്കു ന്യൂട്രോൺ



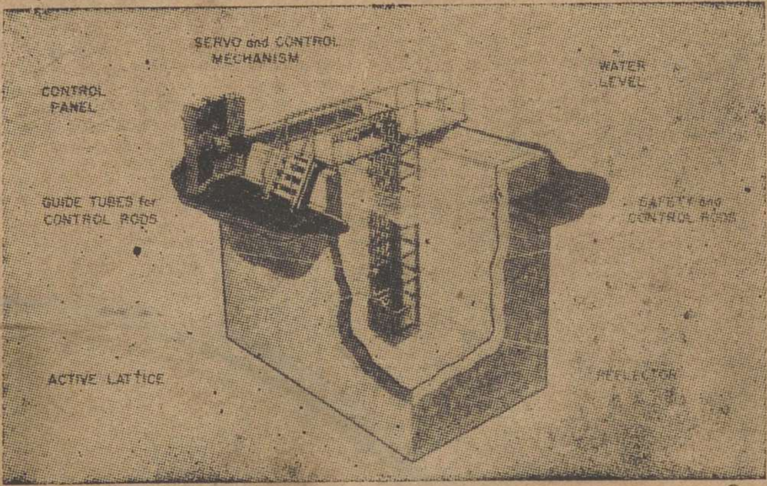
പ്ലെയിററ് (1).

വിശ്രുതമായ ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ഗ്രാഫിയിററ് പ്രതികാരക 'മുഖം'— അതിലെ ആയിരത്തിഒരുന്നൂറിൽപരം ഇന്ധന സരണികളോടുകൂടി— യു. എസ് അണുശക്തികമ്മീഷൻ.



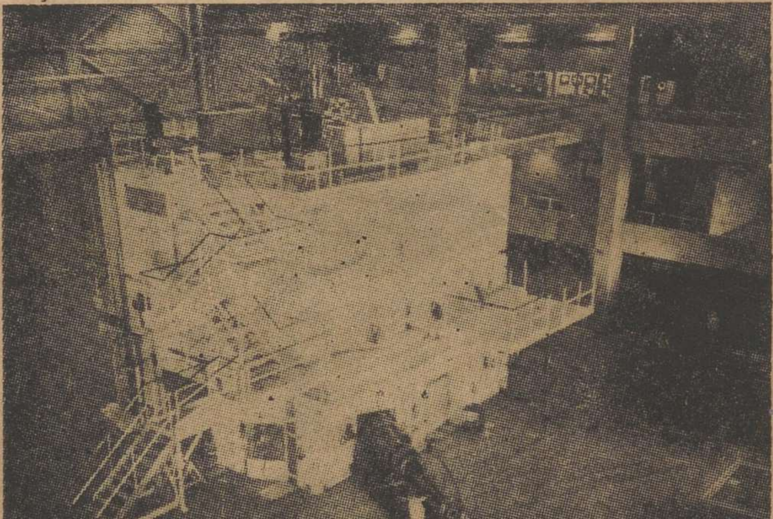
പ്ലെയിററ് (2).

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ ഏററവും പുതിയ പ്രതികാരക ങ്ങളിലൊന്നായ സി.പി, 5 (ചിക്കാഗൊ പൈൽ നമ്പ്ര 5)—ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയത്തിൽ. ന്യൂട്ടാൺ വിജ്ഞാനീയപഠന ത്തിന്നും പ്രതികാരകവികസനത്തിന്നും വേണ്ടി ആസൂത്രണം ചെയ്യപ്പെ ട്ടതു്—ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയം.



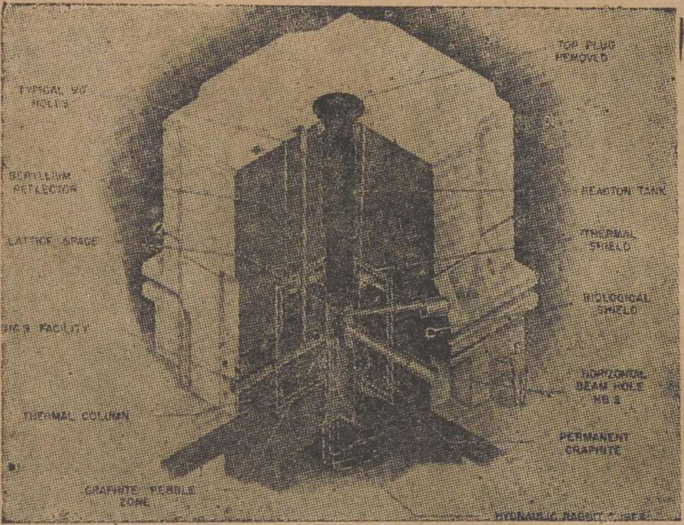
പ്ലേയിററ് (3).

നീന്തൽക്കുള(സ്വിമ്മിങ് പൂൾ)പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ —യു.എസ്. അണുശക്തികമ്മീഷൻ.



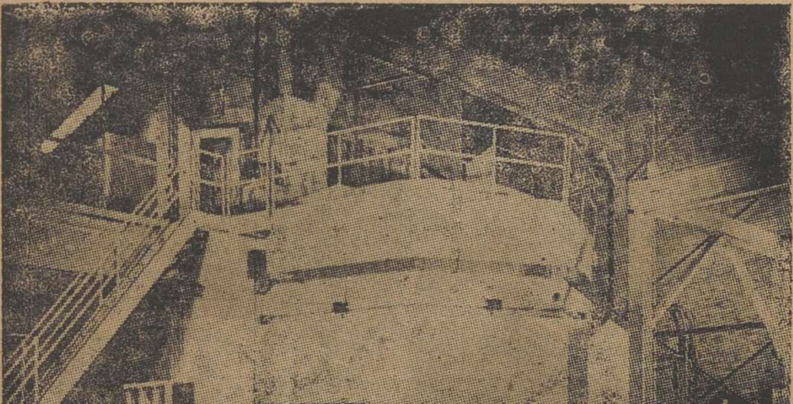
പ്ലേയിററ് (4).

പദാത്ഥപരിശോധക(മെററീരിയൽ ടെസ്ടിങ്)പ്രതികാരകം—ഇഡാഹോവിലെ ദേശീയ പ്രതികാരക പരിശോധനാകേന്ദ്രത്തിൽ—ഭാവിയിൽ പ്രതികാരക നിമ്മാണത്തിലുപയോഗിക്കുവാനുദ്ദേശിക്കുന്ന വിവിധ പദാത്ഥങ്ങളിൽ ന്യൂട്രാൺ ആക്രമണം വരുത്തിക്കൂട്ടുന്ന ഫലം പരിശോധിക്കുവാൻ ഉതകുന്ന തീവ്രന്യൂട്രാൺധാര ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്.—യു.എസ് അണുശക്തി കമ്മീഷൻ.



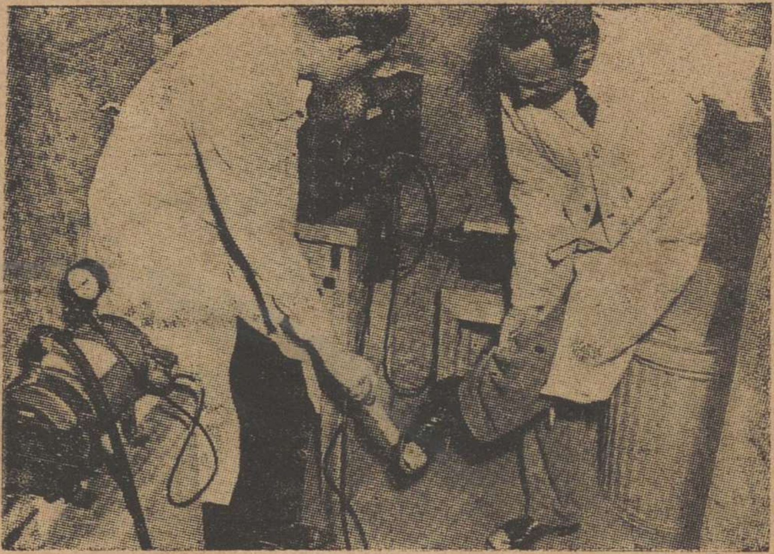
പ്ലെയിററ് (5).

പദാൎത്ഥപരിശോധക പ്രതികാരകത്തിൻെറ രൂപരേഖ—യു.എസ് അണുശക്തികമ്മീഷൻ.



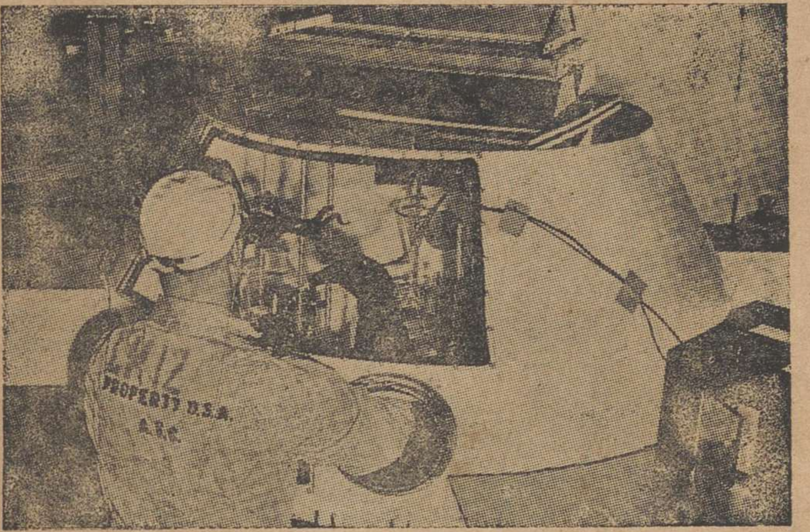
പ്ലെയിററ് (6).

പരീക്ഷണാത്മക ഇന്ധനോല്പാദക പ്രതികാരകം.—ആദ്യം ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള ഇന്ധനം ക്ഷയിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കെ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്ന ന്യൂട്രാണുകളുമായുള്ള സംഘട്ടനത്തിനു ചില പദാൎത്ഥങ്ങളെ വിധേയമാക്കി പുതിയ ഇന്ധനങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു സംബന്ധിച്ചുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾക്കുപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രതികാരകമായിരുന്നു ആദ്യമായി-ഡിസംബർ 1951ൽ-വിദ്യുച്ഛക്തിയുല്പാദിപ്പിച്ചതു്.—ലൂക്കൗട് പൎവ്വതപരിശോധനാലയം.



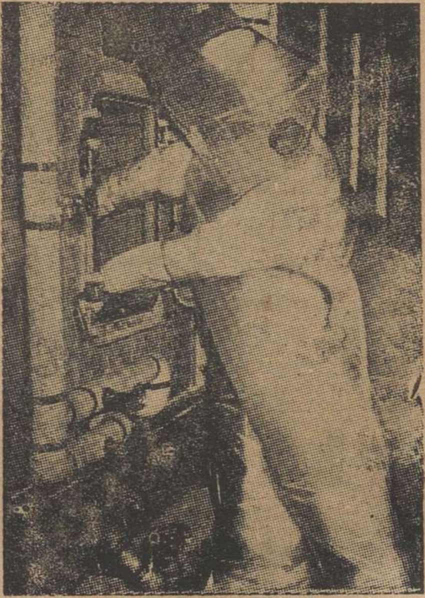
പ്ലെയിററ് (7) അണുപ്രസരംമൂലം മലിനീകൃതമായ രംഗങ്ങളിൽ ജോലി ചെയ്തശേഷമോ പ്രസരോത്സുക പദാൎത്ഥങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്തതിൽ പിന്നെയോ സാങ്കേതികജ്ഞർ അവരുടെ വസ്ത്രങ്ങളിൽ തേജഃസ്ഫുരകശകലങ്ങളുടെ ലാഞ്ഛനയുണ്ടോയെന്നു പരിശോധിക്കുന്നു—യു. എസ്. അണുശക്തികമ്മീഷൻ.

പ്ലേയററ് (8). ഈയ ഇഷ്ടികകൾകൊണ്ടു നിൎമ്മിക്കപ്പെട്ട മറകളാൽ സുരക്ഷിതരായി, സുദീർഘോപായങ്ങൾകൊണ്ടു തീവ്രപ്രസരോത്സുക പദാൎത്ഥങ്ങളെ പരിശോധനാലയത്തിൽ സാങ്കേതികവിദഗ്ദർ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നു. പലപ്പോഴും അവർ സ്വന്തം പ്രവൎത്തനം ഒരു ദർപ്പണമണ്ഡലത്തിൽക്കൂടിയാകുന്നു വീക്ഷിക്കുന്നതു്. ഇടതുവശം ആരോഗ്യശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഒരു പ്രസരമാനികൊണ്ടു പ്രസരപ്രബോധനം നടത്തുന്നു.—ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയ പരിശോധനാലയം.

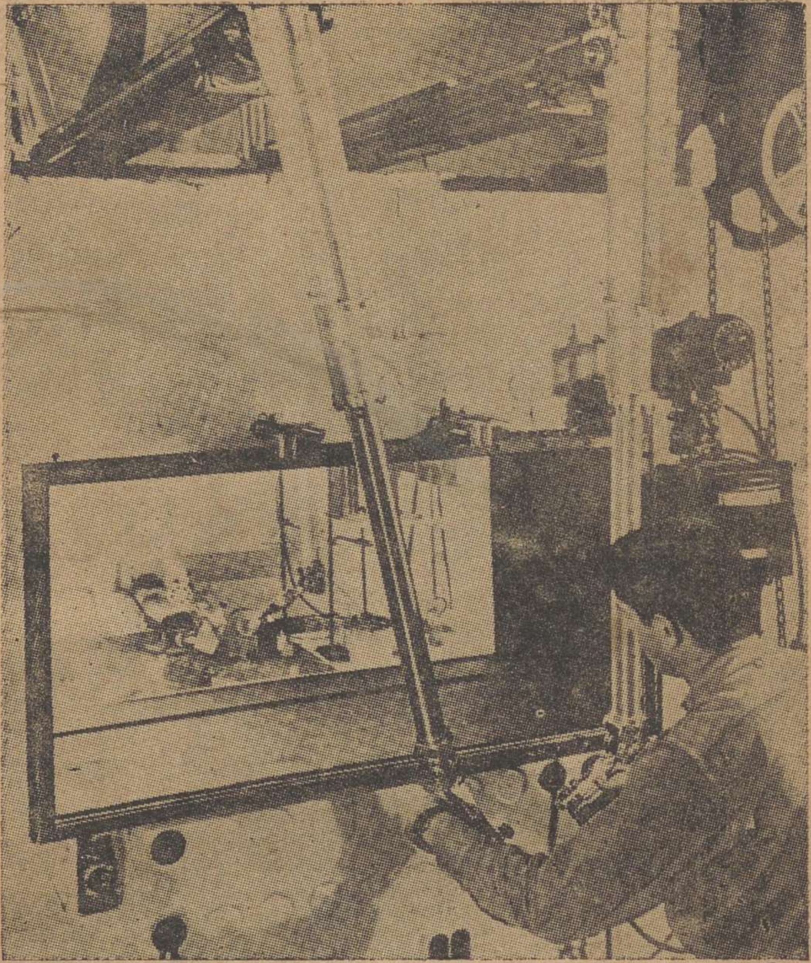


പ്ലെയിററ് (9).

ശുഷ്കപേടകം (ഡ്രൈബാക്സ്)അഥവാ പുകമൂടി (ഫ്യൂംഹുഡ്) പരിശോധനാലയത്തിൽ സാങ്കതികവിദഗ്ദൻ താരതമ്യേന ശക്തികുറഞ്ഞ വികിരണങ്ങൾ നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന വികിരണപ്രദാനംചെയ്യപ്പെട്ട പദാത്ഥങ്ങളെ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. റബ്ബർ കയ്യുറ ധരിച്ചു സുതാര്യവും ധാരാളം വായുസഞ്ചാരമുള്ളതുമായ ഒരു പേടകത്തിന്നകത്തു് ഉള്ള ഉപകരണങ്ങളെ ഭദ്രമായും പ്രവത്തനക്ഷമമായും കൈകാര്യം ചെയ്യാവുന്നതാണു്.—ലോസ് അൽമാസ് തേജോലേഖന പരിശോധനാലയം.

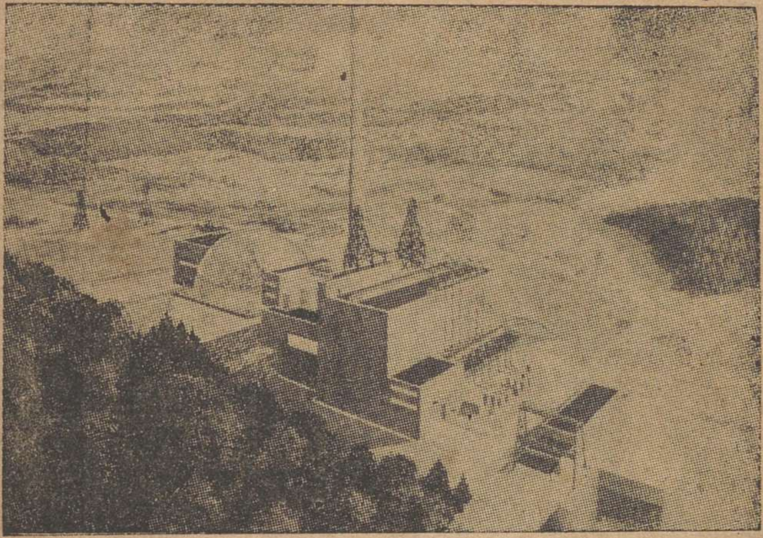


പ്ലെയിററ് (10). അണുപ്രസരത്തിന്നു വിധേയമായ പരിശോധനാലയങ്ങളിലും രംഗങ്ങളിലും ജോലി ചെയ്യുന്ന സാങ്കേതികവിദഗ്ദർ പ്ലാസ്റ്റിക് ഉടുപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കച്ചുരക്ഷനേടുന്നു. പ്രസരകധൂളികൾകൊണ്ടു മലിനീകൃതമാകുന്നതിൽനിന്നുമാത്രമാണു് ഇവ രക്ഷനൽകുന്നതു്. തുളച്ചുകടക്കുന്നതേജോവികിരണങ്ങളിൽനിന്നു രക്ഷനൽകുവാൻ അവ പററുകയില്ല.— ജനറൽഇലക്ട്രിക് കമ്പനി.



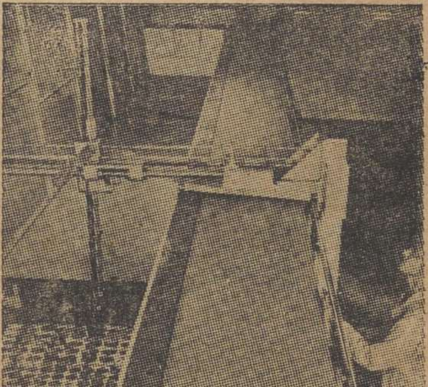
പ്ലേയിററ് (11).

യജമാന ഭൃത്യവിന്യാസകം—മാസ്റ്റർ സ്ലേവ് മാനിപ്പുലേററർ ഇവിടെ സാങ്കേതികജ്ഞൻ, വിദൂരസ്ഥങ്ങളായ ഉപായങ്ങളിൽക്കൂടി, വികിരണപ്രദാനം ചെയ്യപ്പെട്ട പദാർത്ഥങ്ങളെ തേജഃസ്ഫുരകങ്ങളുമായി നേരിട്ടു ഇടപെടാതെ, അകലെനിന്നു് കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നു. തീവ്രപ്രസാരം നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന ആ പദാർത്ഥങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാൻ സഹായിക്കുന്ന ഈ യാന്ത്രിക വിന്യാസക ഹസ്തങ്ങൾ പ്രവർത്തകന്റെ വിരലുകളുടെ ചലനങ്ങൾ അതേപടി ആവർത്തിക്കുന്നു. അതിലെ തട്ടി, സ്ഫടികമോ കനത്ത ഈയസ്ഫടിക ഇഷ്ടികകളോ പ്രസരനിഗരണം ചെയ്യുന്ന സുതാര്യ ദ്രവംനിറച്ച സ്ഫടിക പേടകമോ ആയിരിക്കും. നൂതന വികസിത വിന്യാസകങ്ങൾ എലക്ട്രാണിക് രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു; പ്രവർത്തകൻ 'ഹോട്‌സെല്ലിൽ'നിന്നു വളരെ അകലെയായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതും തന്റെ പ്രവർത്തനം ഘടിതവൃത്ത ചിത്രവിക്ഷേപന മറയിൽ നിരീക്ഷിക്കുന്നതും സാദ്ധ്യമാകുന്നു.



പ്ലേയിററ് (12).

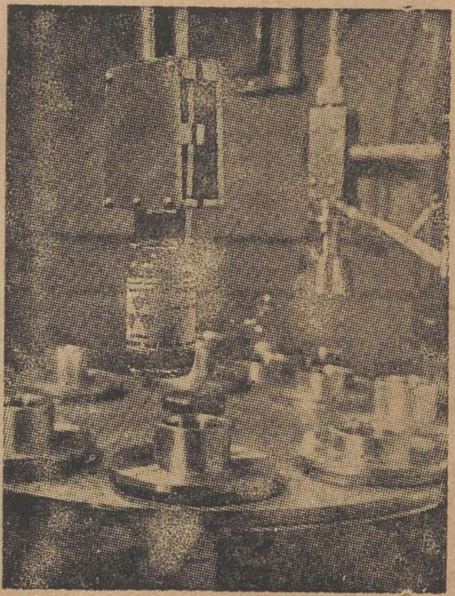
കൺസോലിഡേററഡ് എഡിസൻ കമ്പനിയുടെ ഇന്ത്യൻപായിൻ്റ് അണുശക്തിയന്ത്ര സ്ഥാപനം ഒരു കലാകാരൻെറ ദൃഷ്ടിയിൽ—കൺസോലിഡേററഡ് എഡിസൻകമ്പനി.N.Y.



പ്ലേയിററ് (13) ഔഷധശേഖരണാലയത്തിൽനിന്നു് കയററുമതിക്കു് ഐസൊടോപ്പുകൾ തയ്യാറാക്കുന്നതു്. ശേഖരത്തിൽനിന്നു ഐസൊടോപ്പു് കുപ്പിയെടുക്കുന്നതു് വിദൂരസ്ഥ നിയന്ത്രണോപകരണങ്ങൾ കൊണ്ടാണു്. ഈയ്യമറക്കു പിന്നിൽ സാങ്കേതികജ്ഞൻ നിൽക്കുന്നു. പ്രവർത്തനങ്ങൾ ദർപ്പണങ്ങളിൽ നിരീക്ഷിക്കുന്നു—ഓക്റിഡ്ജ്.

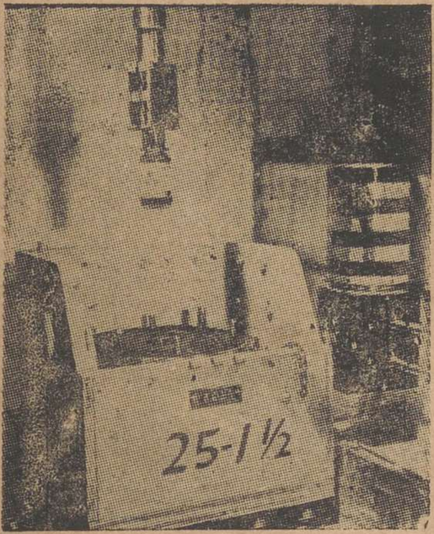
വിദൂരസ്ഥമായ ഉപായങ്ങൾ കൊണ്ടു് ഒരു കുപ്പിയിൽ—സ്റ്റോറേജ്, ബോട്ടിൽ–ശേഖരിച്ചു സൂക്ഷിച്ചിട്ടുള്ള റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്ദ്രവം മറെറാരു ചെറുകുപ്പിയിലേക്ക് — പ്രിസ്ക്രിപ്ഷൻ ബോട്ടിൽ—ഒഴിക്കുന്നു—ഓക്റിഡ്ജ്

പ്ലെയിററ് (14).



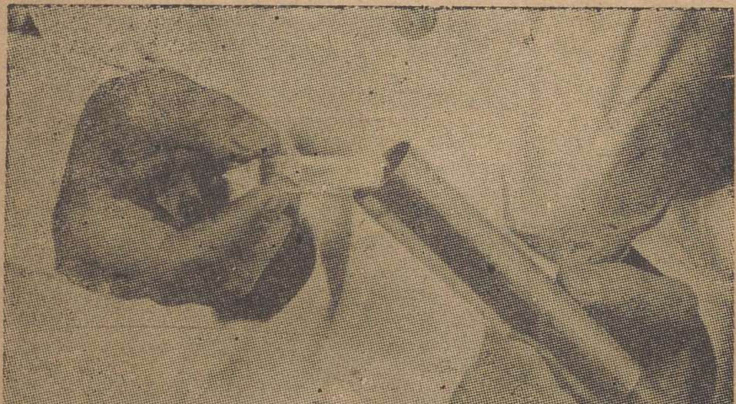
വിദൂരസ്ഥങ്ങളായ നിയന്ത്രണോപായങ്ങൾ തന്നെയാണു കുപ്പി അടക്കുന്നതു്—-ഓക്റിഡ്ജ്.

പ്ലെയിററ (15).



കടത്തുമതി ചെയ്യുവാനുള്ള ഗ്രാഹത്തിലേക്കു് വിദൂരസ്ഥോപായങ്ങൾകൊണ്ടു് റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ മാററിവെക്കുന്നു —ഓക്‌റിഡ്ജ്.

പ്ലെയിററ് (16).



പ്ലെയിററ് (17).

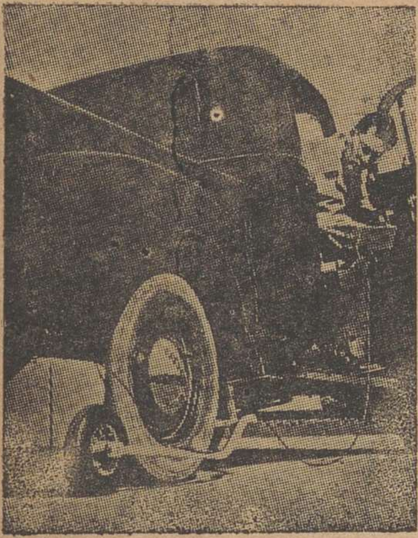
ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയത്തിലെ സി. പി. 5 റേഡിയോ ഐസൊടേപ് ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്യുവാനുള്ള ഐസൊടോപ് ഒരു കുപ്പിയിൽ വെച്ചടച്ചു് അലുമിനിയം ഗ്രാഹകത്തിലാക്കുന്നു.— ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയം

പ്രതികാരകതലത്തിലെ ഭാരങ്ങൾ ഒന്നിൽകൂടി ഗ്രാഹകം അതിന്നകത്തു കടത്തിവെക്കുന്നു—ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയം.

പ്ലെയിററ് (18).

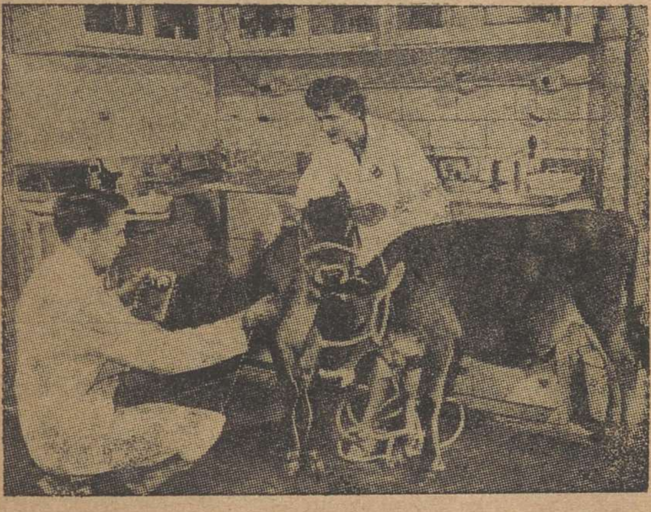
നാളമണ്ഡലത്തിൽ രണ്ടുതരം ഉല്പന്നങ്ങൾക്കിടയിലായി കടത്തിവിടുന്ന റേഡിയോ ഐസോടോപ്പ് വിവിധതരങ്ങളുടെ പ്രവാഹം, എളുപ്പത്തിൽ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിൽ സാങ്കേതികജ്ഞരെ സഹായിക്കുന്നു—യു. എസ്. അണുശക്തി കമ്മീഷൻ.

പ്ലെയിററ് (19).



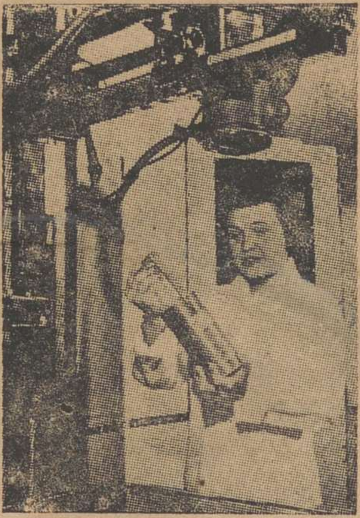
അസ്ഫാൾട്ട് വഴിത്താരയുടെ തലത്തിലുള്ള തേജസ്ഫുരകത്വമളന്നു് ഒരു വാഹനത്തിന്റെ ടയറിലെ റബ്ബറിന്നു സംഭവിച്ചിട്ടുള്ള തേമാനം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനുള്ള അനുഗാമികളായി റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പ്ലെയിററ് (20).



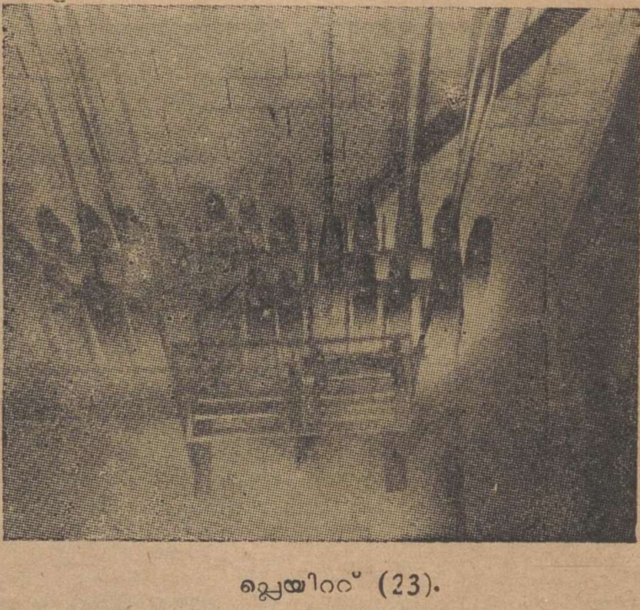
പ്ലെയിററ് (21).

എല്ലുകളുടേയും പേശികളുടെയും വളർച്ചയെ സഹായിക്കുവാനും രോഗങ്ങളുമായി പൊരുതുവാനും കൂടുതൽ പാലും മുട്ടകളും ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനും ഉള്ള കഴിവുള്ള മൃഗങ്ങളെ വളർത്തെടുക്കുവാനും അവയുടെ ആഹാരത്തിലുണ്ടാകേണ്ട ധാതവപദാർത്ഥങ്ങളുടെ തരവും പരിമാണവും നിർണ്ണയിക്കുവാനും സഹായിക്കുന്ന അനുഗാമികളാകുന്ന റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ—ടെന്നസി സർവ്വകലാശാല.



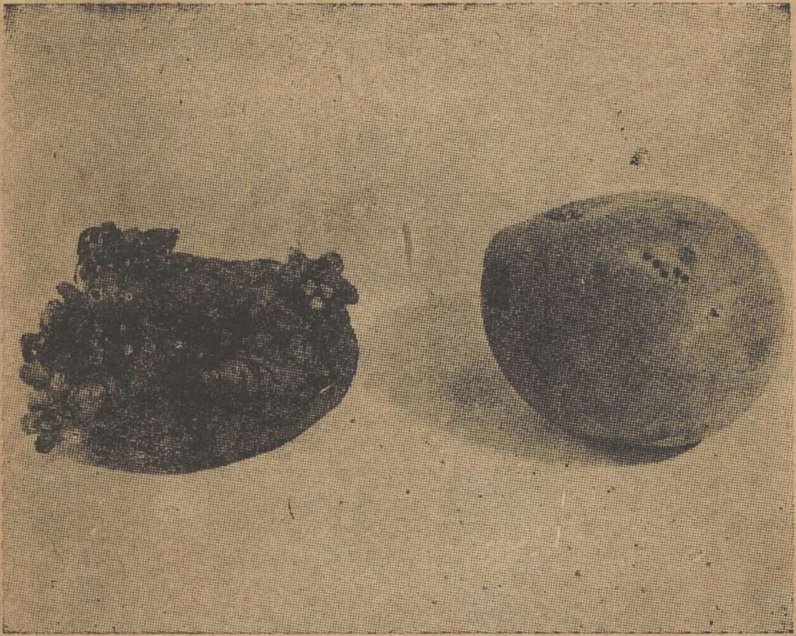
ആർഗോൺ ദേശീയപരിശോധനാലയത്തിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞർ വികസിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതും വിലകുറഞ്ഞതും കൊണ്ടുനടക്കാവുന്നതുമായ പരീക്ഷണാത്മക എക്സ്റേ മാതൃക. അതിൻെറ വലിപ്പം പ്രമാണ എക്സ്റേ സന്നാഹത്തിൻെറതുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്—ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയം.

പ്ലെയിററ് (22)



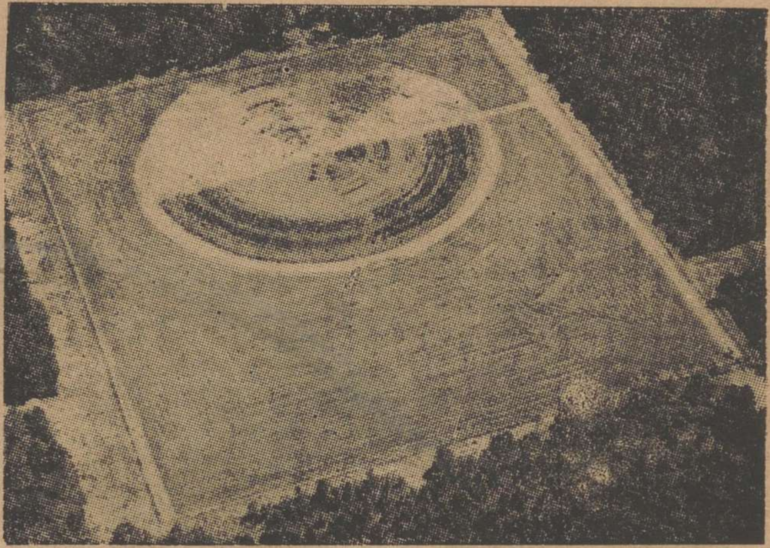
പ്ലെയിററ് (23).

ജലാശയത്തിന്നടിയിലായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങൾക്ക് ഗാമാവികിരണങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ഗാമാവികിരണങ്ങൾ നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന, ക്ഷീണിച്ച് ഇന്ധനമൂലകങ്ങൾക്കു മുന്നിലായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന നൌഃകോപകരണത്തിലാകുന്ന ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥം നിറച്ച പാത്രം താങ്ങി നിർത്തുന്ന ഉരുൾ പാത്രം അതിന്നു് തേജോവികിരണ പ്രദാനം നടക്കുന്നു—ക്വാർടർമാസ്റ്റർ ഫുഡ് അൻഡ് കൺടെയിനർ ഇൻസ്റ്റിട്യൂട്ട്.



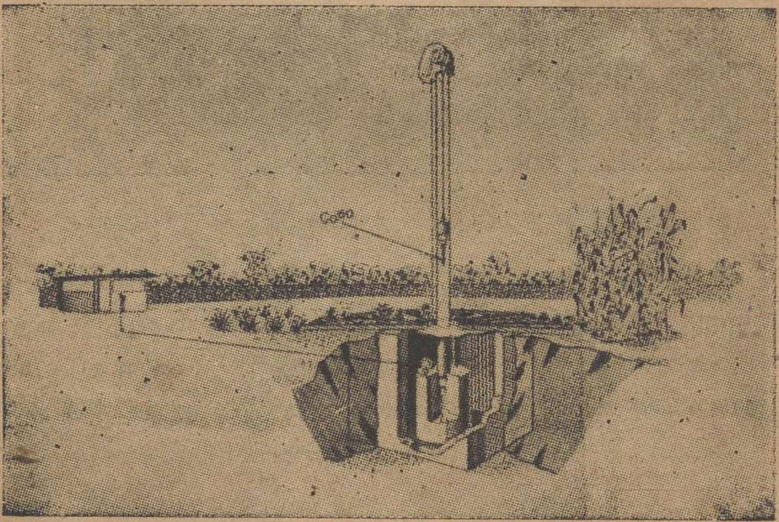
പ്ലെയിററ് (24).

ഉരുളക്കിഴങ്ങുകൾ രണ്ടും 1952 ൽ എടുത്തവയാണ്. വലത്തുവശം കാണുന്നതു് തേജോവികിരണങ്ങൾ ഏല്പിച്ചതാണു്, സമ്പൂർണ്ണസംരക്ഷിതാവസ്ഥയിലാണതുള്ളതു്. ഇടത്തുവശമുള്ളതു് തേജോവികിരണമേല്ക്കാത്തതാണ്. അതു് ഉണങ്ങി ചുങ്ങുകയും മുളക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു —ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയ പരീശോധനാലയം



പ്ലെയിററ് (25).

ബ്രൂക്ക് ഹേവൻ ഗാമാവികരണരംഗത്തിന്റെ വിഹഗവീക്ഷണം — ബ്രൂക്ക് ഹേവൻ ദേശീയ പരിശോധനാലയം.



പ്ലെയിററ് (26)

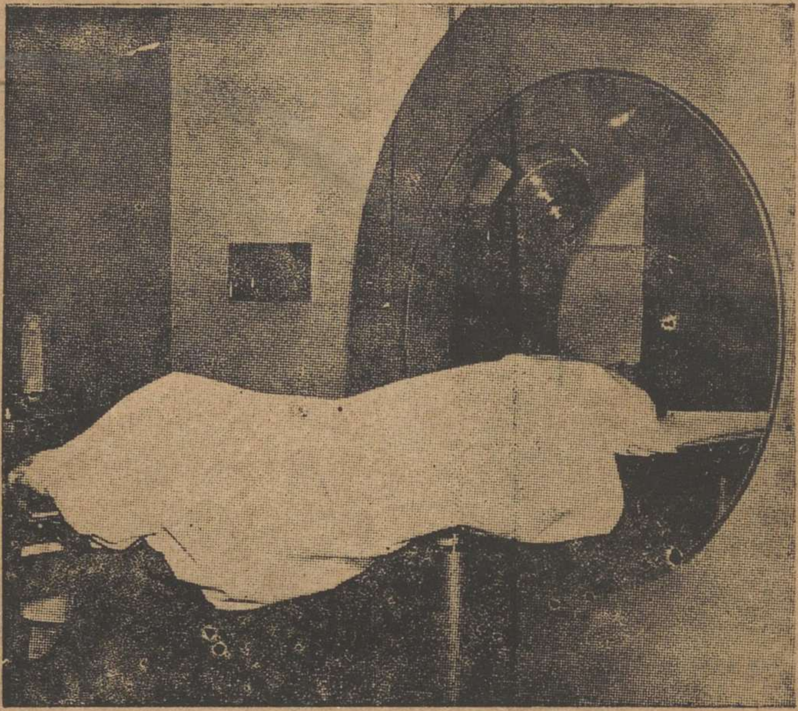
ബ്രൂക്ക് ഹേവനിലെ കോബാൾട്ട്—60 റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പ് സന്നാഹത്തിന്റെ രൂപരേഖ. സുരക്ഷിതമായുമുള്ള സ്ഥാനത്തുനിന്ന് വിദൂരസ്ഥമായ നിയന്ത്രണോപായങ്ങൾമൂലം കോബാൾട്ട് 60 പൊന്തിക്കുകയും താഴ്ത്തുകയും ചെയ്യാവുന്നതാണ്—ബ്രൂക്ക് ഹേവൻ ദേശീയ പരിശോധനാലയം.

പ്ലേയിറ്റ് (27)

കോബാൾട് 60 നിലയത്തിൽനിന്നു, വ്യത്യസ്തദൂരങ്ങളിലായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന പുകയിലച്ചെടികൾക്ക് തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്യുന്നരംഗം, താരതമ്യപഠനത്തിന്നായുള്ള നിയന്ത്രിതസസ്യമാകുന്നു ഇടത്തെ അറ്റത്തുകാണുന്നത്—ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയ പരിശോധനാലയം

തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്യപ്പെട്ട വിത്തുകളിൽ നിന്നു മുളപ്പിച്ച കുറിയ ചോളച്ചെടികൾ വലത്തുവശത്തും സാധാരണ വിത്തുകളിൽനിന്നു മുളപ്പിച്ച നെടിയ ചെടികൾ ഇടത്തുവശത്തും കാണാം. കുറിയ ചെടികളുടെ കതിരുകൾ ഓരോന്നിലും നെടിയ ചെടികളുടേവയിലുള്ളതിൽ കൂടുതൽ ചോളം ഉണ്ടാവും.—ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയപരിശോധനാലയം.

പ്ലേയിറ്റ് (28).



പ്ലേയിററ് (29).

ഗാമാ വികീരണങ്ങൾ നിഗ്ഗ്മിപ്പിക്കുന്ന കോബാൾട് റേഡിയോ ഐസോടോപി രോഗിക്കുചുററുമായികറങ്ങികൊണ്ടിരിക്കുന്ന വികിരണ ചികിത്സാ ടെലിപതി സന്നാഹം-ആർഗോൺ ദേശീയ പരിശോധനാലയം.

പ്രവാഹങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരം പരീക്ഷണങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പദ്ധതി നടപ്പാക്കുന്നതിൽ ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയ പരീക്ഷണശാലയുമായി അമെരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ കാർഷികഗവേഷണകേന്ദ്രങ്ങളും സർവ്വകലാശാലകളും അത്യന്തം സഹകരിക്കുന്നു. ഗവേഷണകേന്ദ്രങ്ങൾ ബ്രൂക്ക്ഹേവനിലേക്കു് പരീക്ഷണത്തിന്നു വിഷയമാകുവാനുള്ള വിവിധതരം വിത്തുകൾ അയച്ചുകൊടുക്കുന്നു. അവിടത്തെ ഗ്രാഫയിററു് പ്രതികാരകത്തിൽ നിന്നുള്ള ന്യൂട്രാൺ പ്രവാഹങ്ങൾ അവയിൽ ഏല്പിച്ചതിൽപിന്നെ അവ അതാതു കേന്ദ്രത്തിലേക്കു തിരിച്ചയക്കുന്നു.

ഗവേഷണകേന്ദ്രങ്ങളിൽ അവയെ നട്ടുവളർത്തി അവയുടെ ഗുണങ്ങൾ സൂക്ഷ്മമായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. ഗുണകരമായ മാററങ്ങൾ പ്രകടമാക്കുന്ന ചെടികൾ വേർതിരിച്ചു അവയുടേയും അവയുടെ സന്തതികളുടേയും പ്രത്യേകതകൾ പഠനവിഷയമാക്കി അനവധി തലമുറകൾ നൽകുന്ന വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നു. അവയിൽനിന്നു ഗുണകരമായ മാററങ്ങൾ തുടർന്നുപോകുന്നുണ്ടോ ഇല്ലയോയെന്നു തീർച്ചയാക്കുവാൻ കഴിയുന്നു. അവ തുടർന്നുപോകുന്നതായാൽ മാത്രമാണല്ലൊ അവക്കു് സസ്യപാരമ്പര്യശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രായോഗികമൂല്യമുണ്ടാവുക. ഗാമാരശ്മികൾ പ്രദാനംചെയ്യുന്നതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമമാണു് പ്രസ്തുത പരീക്ഷണങ്ങൾ. വിത്തുകൾക്കു് തേജോവികിരണം പ്രദാനം ചെയ്തതിൽ പിന്നെ അവയെ നട്ടുവളർത്തുന്നതുകൊണ്ടു് അവയുടെ ശാരീരികധർമ്മപരമായ അവസ്ഥ പരീക്ഷണത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടു് വളരെയധികം വിത്തുകൾ ഗവേഷണത്തിന്നു വിധേയമാക്കി നിരീക്ഷിക്കുന്നതിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന വിവരങ്ങൾക്കു മിക്കവാറും യോജിപ്പുണ്ടു്.

തേജോവികിരണ പ്രദാനംകൊണ്ടു് സസ്യഘടനയിലും മററും ഉണ്ടാകുന്ന എല്ലാമാററങ്ങളും അതിന്നു ഹാനികര

മാണെന്നുള്ള വിശ്വാസം സാധുവല്ലെന്നു പ്രസ്തുതപരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നു. തേജോവികിരണം പ്രദാനം ചെയ്യേണ്ടുന്ന രീതി, അതിൽ അനുസരിക്കേണ്ടതായ ജീവശാസ്ത്രപരമായ ഉപാധികൾ, പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന തേജോവികിരണങ്ങളുടെ തരം, ഗവേഷണത്തിൽനിന്നു പ്രതീക്ഷിക്കാവുന്ന ഫലങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം നിർണ്ണയിക്കുവാനും ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ സഹായിക്കുന്നു.

ഏറ്റവും അധികം പ്രദശ്നാത്മകമായ ഗവേഷണഫലങ്ങളിൽ ഒന്നു് ന്യൂട്രോൺപ്രദാനംകൊണ്ടു് ജീരണം —റസ്റ്റ്—വരുത്തുന്ന രോഗങ്ങളെ ചെറുത്തു നിൽക്കുവാൻ കഴിവുള്ള 'ഓട്ട്' ചെടികൾ വികസിപ്പിച്ചതാണെന്നു് ബ്രൂക്ക് ഹേവൻ പരീക്ഷണശാലയിലെ ഡാക്ടർ കാൽവിൻ കൊൻസാക് പ്രസ്താവിക്കുകയുണ്ടായി. വിളവു ധാരാളം ഉണ്ടാകുന്നതും ഒരു പ്രത്യേകതരം ജീരണകാരകത്തെ ചെറുത്തുനിൽക്കുവാനുള്ള പ്രാപ്തിയുള്ളവയുമായ അനവധിതരം 'ഓട്ട്' ചെടികൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിൽ അദ്ദേഹം വ്യാപൃതനായി. തൽഫലമായി ഇവിടെ പ്രസ്താവിച്ച ഗുണങ്ങളോടു കൂടിയ അല്പം ചില 'ഓട്ട്' വിത്തുകൾ ശേഖരിക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിന്നു ഒന്നരക്കൊല്ലം കൊണ്ടുമാത്രമായി സാധിച്ചു. കീഴ് വഴക്കമനുസരിച്ചു അതിന്നു പ്രയത്നിച്ചിരുന്നാൽ ഫലപ്രാപ്തിക്കു പത്തുകൊല്ലമെങ്കിലും വേണ്ടിവരുമായിരുന്നു.

'ഓട്ട്'നെ ബാധിക്കുന്ന ജീരണം—ഓട്ട് റസ്റ്റ് എന്ന രോഗം—കാരണം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ 'ഓട്ട്' ഉല്പാദനം ഓരോ കൊല്ലവും 10% കുറയുന്നുണ്ടു്. ഈ വികസനംകൊണ്ടുമാത്രം കൊല്ലന്തോറും 100 മില്യൻ ഡാളർ വിലയുള്ള 125 മില്യൻബ്യഷൽ 'ഓട്ട്' അവിടെമിച്ചപ്പെടുത്തുവാൻ സാദ്ധ്യതയുണ്ടു്. ഇലകളെ ഉണക്കുന്ന ഇലച്ചാഴിയെന്ന രോഗത്തിനെ ചെറുക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ഒരു തരം ചോളം സൃഷ്ടിക്കുവാൻ ബ്രൂക്ക് ഹേവനിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞർ ഒരു പരിപാടിതയ്യാറാക്കി നടപ്പിൽ വരുത്തുന്നുണ്ടു്.

രോഗങ്ങൾ ചെറുക്കുവാനുള്ള കഴിവു മാത്രമല്ല, തേജോവികിരണപ്രദാനം കൊണ്ടുളവാക്കാവുന്ന ആശാസ്യ ഫലം. വടക്കൻകരോലിനസംസ്ഥാനത്തിലെ കൃഷിശാസ്ത്ര കലാശാലയിൽ തേജോവികിരണ പ്രദാനം കൊണ്ടു് മററു വിത്തുകളെക്കാൾ 30% കൂടുതൽ വിളവുണ്ടാകുന്ന ഒരു തരം കടല വിത്തുകൾ ഉല്പാദിക്കുവാൻ സാധിച്ചതു് ഹാദാകഷിക്കാവുന്ന മറെറാരു സംഭവമാകുന്നു. യന്ത്രങ്ങൾ കൊണ്ടു് കൊയത്തു നടത്തുന്നതിനു യുക്തമായ വലുപ്പവും ആകൃതിയുമുള്ള ഒരുതരം കടല വിത്തുകളും ഇലകളിൽ പുള്ളി കുത്തിച്ചു നശിപ്പിക്കുന്ന രോഗം ചെറുത്തു നില്ക്കാവുന്ന ഒരു തരം വിത്തുകളും കൂടി വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ഉയരം കുറഞ്ഞതും ഒരോ കതിരിലും കൂടുതൽ ധാന്യം വിളയിക്കുന്നതുമായ ഒരുതരം ചോളച്ചെടി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനും തേജോവികിരണ പ്രദാനം ചെയ്തുകൊണ്ടുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തി വരുന്നുണ്ടു്. വെളുത്ത ചോളത്തെ ബാധിക്കുന്നതും അണുപ്രാണികൾ ഉണക്കമുണ്ടാക്കുന്നതുമായ ഒരു രോഗം എതിർത്തു പോരാടുവാൻ ശക്തിയുള്ള മധുരച്ചോളച്ചെടികൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനുള്ള പരിപാടിയും ആവിഷ്കരിച്ചിരിക്കുന്നു.

സാധാരണരീതിയിൽ വിത്തുകൾ നട്ടുവളർത്താതെ ശാഖകൾ മുറിച്ചൊടിച്ചു പുതിയതരം ചെടികൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കാവുന്ന—ആപ്പിൾ, പീച്ച്, ദ്രാക്ഷ, മുന്തിരിങ്ങ എന്നിവപോലെയുള്ള—ഇനം തോട്ടക്കൃഷികളും തേജോവികിരണപ്രദാനഗവേഷണങ്ങൾക്കു വിഷയമാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ബ്രൂക്ക് ഹേവൻദേശീയപരിക്ഷണശാലയിലെ ഗവേഷണ രംഗത്തിൽ പല ഇനം ചെടികളും വള്ളികളും നട്ടു വളർത്തി ഗാമാരശ്മികൾ പ്രദാനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇടക്കിടെ അവയിൽനിന്നു ശാഖകൾ മുറിച്ചെടുത്തു തേജോവികിരണം

പ്രദാനം ചെയ്യപ്പെടാത്ത സാധാരണ ആതിഥേയ സസ്യങ്ങളിൽ ഒട്ടിച്ചു അവിടെ പുതിയ തരം ഫലങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു, തലമുറകളിൽകൂടി ഫലം തുടൎന്നു പോവുകയും ചെയ്യുന്നു.

ലോകോല്പത്തി തുടങ്ങി പരമ്പരാഗതമായി ജീവികളിൽ പരിണാമം എന്ന പ്രക്രിയ തുടൎന്നുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. തേജോവികിരണങ്ങൾ അത്തരം പരിണാമങ്ങളുടെ വേഗവും തരവും വൎദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. തന്മൂലം ഇതേവരെ ഒരു പുരുഷായുസ്സിൽ കൂടി പൂൎത്തിയാക്കുവാൻ സാധിക്കാതിരുന്ന അനവധി പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുവാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാൎക്ക് റേഡിയോഐസോടോപ് വികിരണങ്ങൾ സൌകൎയ്യം നൽകിയിരിക്കുന്നു.

പ്രാണിശല്യവും വന്ധീകരണവും.

റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളെ പ്രാണികളുടെ ശരീരത്തിൽ 'കോൎത്തു കെട്ടി' അവയുടെ പലായന ശീലങ്ങളും ജീവചക്രദശകളും മനസ്സിലാക്കുന്നതും അവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതും അനുഗാമി പ്രയോഗങ്ങൾ സാദ്ധ്യമാക്കുന്നതെങ്ങിനെയെന്ന് അദ്ധ്യായം ഏഴിൽ ചൎച്ച ചെയ്യുകയുണ്ടായി. റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകളിൽ നിന്നു നിൎഗ്ഗമിക്കുന്ന ഗാമാ രശ്മികൾ ചില പ്രാണികളുടെ പ്രത്യുല്പാദനചക്രങ്ങളിൽ ഇടപെട്ട് അവയെ പാടെ നശിപ്പിച്ച് ഒരു നിശ്ചിത സ്ഥലത്തിൽ ആ ഇനംതന്നെ ഇല്ലാതാക്കുവാനും പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. അമേരിക്കയിലെ തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻഐക്യനാടുകളിൽ 'ചുറയാണിപ്പുഴ ഈച്ച' കൾ-സ്ക്രൂവേം ഫ്ളൈകൾ-കാലിവ്യവസായത്തിൽ കൊല്ലം തോറും 25 മില്യൻ ഡാളർ മുതൽ 35 മില്യൻ ഡാളർവരെ നഷ്ടമുണ്ടാക്കുന്നതായി കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഈച്ചകളുടെ ജീവിതചക്രം പ്രത്യേക പഠനത്തിന്നു വിധേയമാക്കി ഈച്ച പെണ്ണ് കൊല്ലത്തിൽ ഒരിക്കൽ മാത്രമാണു് ഒരു ആൺ ഈച്ചയുമായി സംയോ

ഗിക്കുന്നതു് എന്നു കീടശാസ്ത്രവിദഗ്ദർ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്. അതിരസകരമായ ഒരു പരീക്ഷണത്തിൽ വളരെയധികം ആൺ ഈച്ചകൾ ധാരാളം തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്തു വന്ധീകരിക്കപ്പെട്ടു. കറീബിയൻദ്വീപുകളിലൊന്നിൽ പരിമിതമായ ഒരു പ്രത്യേക രംഗത്തിൽ പ്രസ്തുത ഈച്ചകൾ കൊണ്ടാക്കപ്പെട്ടു. അവിടെയുണ്ടായിരുന്ന പെൺ ഈച്ചകൾ പതിവനുസരിച്ച് ആൺ ഈച്ചകളുമായി സംയോഗിച്ചുവെങ്കിലും പ്രത്യുല്പാദനം ഉണ്ടായില്ല. ഇന്നു് ആ രംഗത്തിൽ ആ ഇനം തന്നെ ഇല്ലാതായിരിക്കുന്നു. അമെരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലും എതാദൃശമായ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഫലപ്രദമായിക്കാണുന്നു. പ്രസ്തുത പ്രാണിശല്യം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ നിന്നു അടുത്തകാലത്തിൽ പാടെ നിർമ്മാജ്ജനം ചെയ്യപ്പെട്ടുമെന്നു് വിശ്വസിക്കാവുന്നതാണു്.

ചില പ്രത്യേക സംയോഗശീലങ്ങളുള്ള പ്രാണികളുടെ നിയന്ത്രണത്തിന്നു മാത്രമാണു് വന്ധീകരണ കലാതത്വം പ്രയോഗിക്കുവാൻ കഴിയുക. മററനവധി തരം പ്രാണികളുടെ കാര്യത്തിൽ അതു് ഉപയോഗിക്കാവുന്നതല്ല.

1953ൽ മാത്രമായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ പരുത്തി കൃഷിക്കു് 261 മില്യൻ ഡോളർ നഷ്ടം വരുത്തിയ 'ബാൾവേം' എന്ന പാടലവർണ്ണമുള്ള ഒരു തരം കീടങ്ങളൊടു് സമരം തുടങ്ങുവാനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ ശാസ്ത്രജ്ഞർ ആരാഞ്ഞു വരികയാണു്. പരുത്തിയിൽ നിന്നു കുരു നീക്കം ചെയ്താവുടൻ തന്നെ അതിലുള്ള 'പിങ്ക് ബാൾവേ' മുകളെ തേജഃസ്ഫുരക ഐസൊടൊപ്പുകളിൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന തേജോവികിരണങ്ങൾ ഏല്പിച്ചു നശിപ്പിക്കുവാൻ ഉതകാവുന്ന സന്നാഹങ്ങൾ ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടു വരികയാണു്. പരുത്തിയിൽ നിന്നു നീക്കം ചെയ്യുന്ന കുരുക്കളിൽ ഒരംശം അടുത്ത കൊല്ലത്തെ കൃഷിക്കുള്ള വിത്തുകളായി കർഷകർ ഉപയോഗി

ക്കാറുണ്ട്. കീടങ്ങളെമേൽ വിവരിച്ച തരത്തിൽ നശിപ്പിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ അവ പുതിയ വിളവിനെബാധിക്കുകയില്ല.

രോഗചികിത്സയിൽ തേജോവികിരണപ്രദാനം.

വ്യവസായത്തിലും കൃഷിയിലുമെന്നപോലെ തേജോവികിരണങ്ങളുടെ അയോണീകരണപ്രാപ്തി അനവധി രോഗങ്ങൾ ചികിത്സിക്കുന്നതിന്നും പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. ഈ രംഗത്തിലും രോഗിയിൽനിന്നു അകലെയായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ മൂലം തേജോവികിരണ പ്രദാനം ചെയ്തു ചികിത്സ നടത്തുന്ന 'ടെലിതെറാപി' എന്ന ചികിത്സാക്രമത്തിൽ പ്രത്യേകിച്ചും വളരെക്കാലമായി റേഡിയവും എക്സ്റേയുമായിരുന്നു വികിരണങ്ങളുടെ ഉറവിടമായുപയോഗിച്ചിരുന്നതു്. ടെലിതെറാപിയിൽ തേജോവികിരണസഞ്ചയം ബാഹ്യമായി പ്രദാനംചെയ്തു പേശികളിലും മററും ഉണ്ടാകാവുന്ന ഹാനികരമായ വളർച്ചയെ നശിപ്പിക്കുകയൊ തടയുകയൊവാകുന്നു ചെയ്യുന്നതു്. ചിലവു വളരെ ചുരുങ്ങിയവയും അതോടൊപ്പം അനവധി തരത്തിൽ കൂടുതൽ പ്രയോജനകരമായി എക്സ്റേയ്ക്കും റേഡിയത്തിന്നും പകരം ഉപയോഗിക്കാവുന്നവയുമാകുന്നു റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകൾ.

ഈ ചികിത്സാക്രമത്തിൽ വൻ എക്സ്റേ സന്നാഹത്തിൻെറ സ്ഥാനം കൈക്കൊള്ളുന്നതു് വളരെചെറുതായുള്ള തേജോവികിരണനിലയമാകുന്നു. അന്തരംഗങ്ങളിലുള്ള അർബ്ബുദ ചികിത്സക്കാകുന്നു ഈ ക്രമം പലപ്പൊഴും പ്രയോജനപ്പെടുന്നതു്. 'ടെലിതെറാപി' യന്ത്രത്തിൽ തേജോവികിരണ നിലയം കിടക്കയിൽ കിടക്കുന്ന രോഗിക്കു ചുററുമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയും അർബ്ബുദത്തിൽ ഗാമാരശ്മി സഞ്ചയം നിരന്തരമായി ഏല്പിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ അർബ്ബുദത്തിന്നു ചുററുപാടുമുള്ള അർബ്ബുദബാധിതമല്ലാത്ത പേശികളിൽ വികിരണങ്ങൾ ഇടവിട്ടു മാത്രമാകുന്നു തട്ടുന്നതു്. (പ്ലേററ് 29)

നാളിതുവരെ രണ്ടുതരം തേജോവികിരണസന്നാഹ ങ്ങളാണ് വികസിപ്പിച്ചു ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടുവരുന്നത്. ഒന്നിലെ തേജോവികിരണമൂലം റേഡിയൊ കോബാൾട്ടും മറെറാന്നിലേതു് റേഡിയൊ സീസിയവുമാകുന്നു.

കോബാൾട്ടുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണം ഏകദേശം 2 മില്യൻ വോൾട്ട് എക്സ്റെയന്ത്രത്തിന്നു തുല്യമായ താകുന്നു. പ്രമാണ എക്സ്റേയന്ത്രത്തിൻേറതിൽ എട്ടുമട ങ്ങാകുന്നു അതിലെ വികിരണങ്ങളുടെ തീവ്രത. അതിന്നു ഏകദേശം 75000 ഡാലർ വിലവരും. അതിന്നു തുല്യമായ തീവ്രതയുള്ള വികിരണം റേഡിയത്തിൽ നിന്നു ലഭിക്കണ മെങ്കിൽ ഉപകരണത്തിന്നു് അതിൻേറതിൽ 5000 മടങ്ങു ചിലവു വരും. ആധുനിക കോബാൾട്ട് തേജോവികിരണ പ്രദാനകലാതന്ത്രം ആവശ്യമുള്ളവക്കെല്ലാം ലഭിക്കുമാറാ കുന്നതിന്നായി മുന്നോട്ടുള്ള ഒരു അടി വെപ്പാകുന്നു, പ്രസ്തുത ഉപകരണത്തിൻേറ താരതമ്യേന ചുരുങ്ങിയ വില. അമേ രിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിൽ ഇപ്പോൾ അഞ്ഞിനത്തെ മുപ്പതി ലധികം സന്നാഹങ്ങൾ സേവനം ചെയ്തു വരുന്നു. ചികിത്സ നടക്കുന്ന സമയത്തിലാകമാനമായി അവ നിയന്ത്രിക്കുന്ന തിന്നും അവയുടെ ചലനവും പ്രവർത്തനകാലയളവും ക്രമീകരി ക്കുവാനുമുള്ള യന്ത്രങ്ങളുടെയും മററുപായങ്ങളുടെയും സങ്കീ ർണ്ണത ഓരോന്നിലും വളരെ വ്യത്യസ്തവും വിവിധവുമാകുന്നു.

റേഡിയൊ സീസിയം വികിരണമൂലമായി ഉപയോഗി ക്കുന്നവയായി ഇപ്പോഴുള്ള തേജോവികിരണചികിത്സാ സന്നാഹങ്ങൾ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനുപകരിക്കുന്നവ മാത്രമാകുന്നു. റേഡിയൊസീസിയത്തിന്നു കോബാൾട്ടി ൻേറതിൽ കൂടുതലായ അർദ്ധായുസ്സാണുള്ളതു്. സീസിയ ത്തിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ഗാമാരശ്മികൾ തീവ്രത കുറഞ്ഞ വയായതുകൊണ്ടു് അവയിൽനിന്നു് രക്ഷനൽകുവാനുള്ള

മറകൾ നിർമ്മിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള ഭാരമേറിയ പദാർത്ഥങ്ങളും കുറവുതന്നെ. ഇവ രണ്ടും ഈ ഉപകരണത്തിൻെറ പ്രത്യേകതകളാകുന്നു. അതിലുപയോഗിക്കുവാനുള്ള സീസിയം — 137 ഏകദേശം ഒരംഗുലം വ്യാസവും ഒരു ഔൺസിൽ അല്പം കൂടുതൽ ഭാരവും ഉണ്ടാകത്തക്കവണ്ണം ഗോളാകൃതിയിൽ അമർത്തി നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു. 1540 ക്യൂറി തേജഃസ്ഫുരണത ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഓരോ ചെറു സീസിയം-157 ഗോളവും ഇന്നത്തെ നിരക്കിൽ ഒരു മില്യനിലധികം വില വരുന്ന ഒരു റാത്തൽ റേഡിയത്തിന്നു തുല്യമാണ്. ശരീരത്തിൻെറ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നു വളരെ ആഴത്തിലായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന അർബ്ബുദങ്ങളെയും ഹാനികരങ്ങളായ വീക്കങ്ങളെയും വിജയകരമായി ചികിത്സിക്കുവാനുള്ള ക്രമങ്ങൾ പരിഷ്ക്കരിക്കുന്നതിന്നു് രണ്ടു തരം തേജോവികിരണ ചികിത്സോപകരണങ്ങളും വളരെയധികം പ്രയോജനപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

മററു ചില അർബ്ബുദങ്ങളെയും ഹാനികരമുഴകളെയും ചികിത്സിക്കുന്നതിന്നു തീവ്രത കുറഞ്ഞവയും വളരെ അടുത്തുവെച്ച് തേജോവികിരണം പ്രദാനം ചെയ്യാവുന്നവയുമായ ചില തേജോവികിരണോപകരണങ്ങളും വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. വളരെ കുറച്ചു മാത്രം റേഡിയോ കോബാൾട് വികിരണമൂലമായുപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന ഈ ഉപകരണങ്ങൾ ചികിത്സിക്കപ്പെടുന്ന അർബ്ബുദങ്ങൾക്കും മുഴകൾക്കും കഴിയുന്നതും അടുപ്പിച്ചു വെക്കാവുന്ന തരത്തിലാകുന്നു ആവിഷ്ക്കരണം ചെയ്തിട്ടുള്ളതു്. അങ്ങിനത്തെ ഒരു പായം റേഡിയോ കോബാൾടിൻെറതായ ചെറു മണികളാകുന്നു. പേശി ബന്ധകങ്ങളിലും മൂത്രാശയത്തിലും ഉണ്ടാകാവുന്ന അർബ്ബുദങ്ങൾ പ്രസ്തുത മണികളെ അവയെ തൊടുവിച്ചു വെച്ചാകുന്നു ചികിത്സിക്കുന്നതു്.

ബാഹ്യമായുള്ള ചില രോഗഗ്രസ്ത പേശികളെയും കണികാ സഞ്ചയങ്ങളെയും തീവ്രത കുറഞ്ഞ ബീററാവികിരണങ്ങൾ നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന സ്ട്രോൺഷിയം-90 ഉപയോഗിച്ചു ചികിത്സിക്കുന്നു. കണ്ണിലെ പേശികളിലുണ്ടാകാവുന്ന ദൂഷ്യങ്ങൾ ഇത്തരത്തിൽ വിജയകരമായി ചികിത്സിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ത്വക്കിൽ കാണാവുന്ന അരിമ്പാറകളേയും, നിരുപദ്രവകാരികളും വളരെയധികം ഉപദ്രവകാരികളുമായ വിവിധമുഴകളെയും വീക്കങ്ങളെയും ബീററാവികിരണപ്രദാനം കൊണ്ടു ചികിത്സിക്കാവുന്നതാണു്. ബീററാവികിരണനിലയങ്ങളെ ചികിത്സിക്കേണ്ടതായ ഭാഗങ്ങളെ തൊട്ടുവിച്ചു വെക്കേണ്ടതുണ്ടു്. അതിന്നുവേണ്ടി തകിടുകൾ പോലെയുള്ള അനവധി ഉപകരണങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അവയിൽ ഏററവും ലഘുവായതു് ദ്രവം വലിച്ചെടുക്കുന്ന ഒരുതരം കടലാസ്സു് റേഡിയോഐസൊടോപ്‌ലായനിയിൽ മുക്കിയുണ്ടാക്കുന്നതാകുന്നു. അതിന്റെ രോഗബാധിതഭാഗത്തിന്മേൽവെച്ചു് പശതേച്ച നാടകൊണ്ടു പററിപ്പിടിപ്പിക്കുകയാണു പതിവു്. കവിൾത്തടം പോലെയുള്ള പ്രദേശങ്ങൾ അർബ്ബുദബാധിതമായാൽ തീവ്രത കുറഞ്ഞ റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകളിൽ ഒന്നു് പ്ലാസ്റ്റിക് പദാർത്ഥം കൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞു് അതു പ്രയോഗിക്കേണ്ടതായ ഭാഗത്തു് പററിപിടിച്ചു നില്ക്കുവാനുതകുന്ന ആകൃതിയിലും തരത്തിലുമാക്കി രൂപാന്തരപ്പെടുത്തി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

റേഡിയോഐസൊടോപ്പുകൾ നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന തേജോവികിരണങ്ങൾ ഒരു പ്രത്യേക പേശിക്കു പ്രദാനം ചെയ്യുവാൻ കഴിയാവുന്ന തരത്തിൽ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിപ്പിച്ചും ചികിത്സ നടത്തി വരുന്നുണ്ടു്. അവ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നതു് പാനീയത്തിൽ കൂടിയൊ, രക്തത്തിൽ കുത്തിക്കലർത്തിയൊ, പ്രത്യേക ഭാഗങ്ങൾ കീറി ഐസൊടോപ്പുകൾ കടത്തിവെച്ചു തുന്നികെട്ടിയൊ ആവാം.

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY KOTTAYAM

ഈ ചികിത്സാക്രമത്തിൽ ഏററവും പ്രശസ്തമായതു് ക്യകഗ്രന്ഥിയുടെ പ്രവർത്തനത്തിലെ ദൂഷ്യങ്ങൾ റേഡിയൊ അയൊഡിൻ 131ൻെറ പ്രയോഗംകൊണ്ടു പരിഹരിക്കുന്ന താകുന്നു. ക്യകഗ്രന്ഥിയിലുണ്ടാകാവുന്ന വിവിധ ദൂഷ്യ ങ്ങൾ നിർണ്ണയിക്കുന്നതിലും ക്യകാർബ്ബുദങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ച് അവ വ്യാപിക്കുന്നതു തടയുന്നതിലും അയൊഡിൻ-131 വിജ യകരമായി പ്രയോഗിച്ചുവരുന്നു. രോഗനിർണ്ണയത്തിന്നുപ യോഗിക്കുന്നതിൽകൂടുതലായി ശക്തിയുള്ളറേഡിയൊ അയൊ ഡിൻ വിലയനം പാനീയമെന്ന നിലയിൽരോഗിയെക്കൊണ്ടു കഴിപ്പിച്ച് "ഹൈപർതയിറായിഡിസം" എന്ന ദൂഷ്യം കൂടു തൽ വ്യാപിക്കാതെ തടയാവുന്നതാണ്. ക്യകദൂഷ്യങ്ങൾക്കു പയോഗിക്കാവുന്ന മററു ഔഷധങ്ങൾ ഉപയുക്തമല്ലാതാവു കയും ശസ്ത്രക്രിയ അപായകരമായേക്കാമെന്നു തോന്നുകയും ചെയ്യുമ്പൊഴാകുന്നു പ്രസ്തുത ചികിത്സാക്രമംകൈക്കൊള്ളു ന്നതു്. ഇപ്പോൾ അതു ശസ്ത്രക്രിയക്കു പകരമായി വളരെയ ധികം രോഗചികിത്സാകേന്ദ്രങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടു വരുന്നു. അനേകായിരം രോഗികളുടെ ചികിത്സയിൽ നിന്നു ലഭിച്ച അനുഭവം ആസ്പദിച്ച് 'ഹൈപർ തയിറായിഡ്" രോഗികളിൽ 90% പേരുടെയും രോഗം രണ്ടു മാസം മുതൽ നാലുമാസം വരെയുള്ള കാലപരിധിക്കുള്ളിലായി ഇത്തര ത്തിൽ നിയന്ത്രിക്കുവാൻ കഴിയുന്നു.

ക്യകാർബ്ബുദങ്ങളെ ചികിത്സിച്ചു രോഗശാന്തി വരുത്തു ന്നതിൽ അയൊഡിൻ 131 അത്രയും പ്രയോജനകരമായി ക്കാണുന്നില്ല. അർബ്ബുദബാധിതമായ പേശികളെയും കണി കാസഞ്ചയങ്ങളെയും നശിപ്പിക്കുവാൻ തക്ക തീവ്രതയുള്ള വികിരണങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്യുവാൻ ആവശ്യമുള്ളത്ര അയൊഡിൻ 131 ഒരു ക്യകാർബ്ബുദത്തിൽ സാന്ദ്രീകരിച്ചു നിർത്തുന്നതു സാദ്ധ്യമല്ല.

വളരെയധികം ചുവന്ന രക്താണുക്കൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതും രക്തപരിവർത്തനമണ്ഡലത്തെ ബാധിക്കുന്നതുമായ മാരകരോഗമായ 'പോലിസിതീമിയാവിരാ' വിനോട്ട പോരാടുവാനും തടഞ്ഞുനിർത്തുവാനും റേഡിയൊ ഫാസ്ഫറസ് ഉതകുന്നു. അതിൽ നിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ബീററാ വികിരണങ്ങൾ രോഗശാന്തി വരുത്തുന്നില്ലെങ്കിലും ചുവന്ന രക്താണുക്കളുടെ ഉല്പാദനം മിക്കവാറും സാധാരണ നിലവാരത്തിലെത്തിക്കുകയും ആ നിലവാരത്തിൽ തന്നെ സൂക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിന്നു് ആവശ്യമുള്ള വികിരണസഞ്ചയം ഒരു തവണയിലായോ ഇടവിട്ട് കുറച്ചുകുറച്ചായോ പ്രദാനം ചെയ്യാവുന്നതാണു്. ശ്വേതരക്താണുക്കൾ വളരെയധികം ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന 'ല്യൂക്കോമിയ' എന്ന രോഗചികിത്സക്കും ഫോസ്ഫറസ്—32 ഉതകുന്നു. പെട്ടെന്നും തീവ്രമായും ഉണ്ടാകുന്ന ല്യൂക്കോമിയ ഇത്തരം ചികിത്സയാൽ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നില്ല. ശരീരത്തിൽ കുറെ കാലമായി തുടർന്നുപോകുന്ന രോഗമാണെന്നുവരികിൽ റേഡിയൊ ഫാസ്ഫറസ്-32 രോഗശാന്തി വരുത്തുന്നു. ഏകദേശം 50 ശതമാനം രോഗികളുടെ അനുഭവമാണിതു്.

റേഡിയൊ ഐസോടോപ്പുകൾ രക്തത്തിൽ കുത്തികലത്തുകയോ രോഗബാധിതമായ ഭാഗത്തിൽ നേരിട്ടുകടത്തിവെക്കുകയോ ചെയ്തു തേജോവികരണപ്രദാനം ചെയ്യാം. ശരീരത്തിൽ അവിടവിടെയായി അർബുദങ്ങൾ വ്യാപിച്ചുതുടങ്ങിയിട്ടില്ലാത്തപ്പോൾ-രോഗത്തിൻെറ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ-പ്രത്യേകിച്ചും ഈ ചികിത്സാക്രമം വളരെ ഗുണകരമാണു്. അർബുദത്തിൻെറ പ്രാരംഭഘട്ടത്തിൽ ചികിത്സക്കുതകുന്നതും അടുത്തകാലത്തു മാത്രമായി ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയതുമാകുന്ന റേഡിയൊയിട്രിയം. നേർത്തുനീണ്ട വളക്കാവുന്ന നാരിൻെറ രൂപത്തിലുള്ള പ്ലാസ്റ്റിക്കിലാകുന്ന യിട്രിയം അടക്കം ചെയ്തു

ന്നതു്. അതിനെ രോഗബാധിതഭാഗത്തു് കടത്തി വെക്കുമ്പോൾ അതിൽ നിന്നു നിൎഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ രോഗശാന്തി വരുത്തുന്നു. ഐസൊടോപ്പ് കടത്തി വെക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്നയിടിയം യഥാകാലം പേശികളിൽ കലൎന്നലയിച്ചു പോവുകയും തേജോവികരണമൂലം ചികിത്സക്കു വിധേയമാകുന്ന പേശികളിൽ തുടൎന്നുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു. ശാരീകപ്രക്രീയകൾ മൂലം ഒരു ഭാഗത്തുനിന്നു മറെറാരു ഭാഗത്തെക്കു യിടിയം. കൊണ്ടുചെല്ലപ്പെട്ടുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടു് ചിലപ്രത്യേകപേശികളിൽ സ്ഥാപിക്കുവാൻ യുക്തമായതാകുന്നു യിടിയം. ന്യൂയോക്കിൽ സെയിൻറ് ആൽബൻസിലുള്ള അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുനാവിക ആശുപത്രിയിലെ ഭിഷക്വരരായിരുന്നു പ്രസ്തുത അർബ്ബുചികിത്സാക്രമം വികസിപ്പിച്ചതു്.

അൎബ്ബുദബാധിതങ്ങളായ മററു ചിലപേശികളെ ചികിത്സിക്കുന്നതിന്നു് തേജഃസ്ഫുരകസ്വൎണ്ണമോ, റേഡിയോകോബാൾടോ രക്തത്തിൽ കലൎത്തുകയോ പേശികളിൽ കടത്തി വെക്കുകയൊ ചെയ്യുന്നു. അവ കാൎയ്യക്ഷമമായി പ്രവൎത്തിച്ചു രോഗബാധിതപേശികളെ നശിപ്പിക്കുന്നു. ശരീരത്തിലെ ചില കുഹരങ്ങളെ അർബ്ബുദം ബാധിക്കുന്നതിന്നു കാരണമായുള്ള ചിലദ്രവങ്ങൾ സ്രവിക്കുന്നതു നിയന്ത്രിക്കുവാനായി തേജഃസ്ഫുരകസ്വൎണ്ണം കടത്തിവെച്ചു കൊണ്ടുള്ള പ്രക്രിയ സഹായിച്ചിരിക്കുന്നു.

അവസാനമായി, മസ്തിഷ്കത്തിലുണ്ടാകാവുന്ന മുഴകളായ 'ട്യൂമറുക'ളുടെ ചികിത്സക്കു പ്രത്യേകം വികസിപ്പിച്ചുവരുന്നതും സാങ്കേതികമായി ന്യൂട്രോൺനിഗരണപ്രക്രിയ എന്നറിയപ്പെടുന്നതുമായ ക്രമം കൂടി സൂചിപ്പിക്കാം. ശാരീരികരാസധൎമ്മക്രമങ്ങൾ അനുസരിച്ചു് സ്ഥിരതയുള്ള ഒരു ഐസൊടോപ്പ് മുഴകളിൽ സാന്ദ്രീകരിച്ചുനിൎത്തിയതിൽ

പിന്നെ അതിനെ തേജഃസ്ഫുരകമാക്കി തീക്കുന്നതാകുന്നു പ്രസ്തുത പ്രക്രിയയിൽ അന്തർഭവിച്ചിരിക്കുന്ന കലാതത്വം. ഇതിൽ ബോറാക്സ് ലായനി താല്ക്കാലികമായി മസ്തിഷ്കത്തിലെ മുഴക്കു ചുററമായി കുത്തിക്കടത്തി നിത്തുകയും പ്രതികാരകത്തിൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ന്യൂട്രോൺ പ്രവാഹങ്ങൾ നേരിട്ടു രോഗിയുടെ തലയിൽ കൊള്ളിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബോറാൺ കൂട്ടത്തിലുള്ള മറെറതു ലോഹത്തെക്കാളും കൂട്ടതൽവേഗത്തിൽ ന്യൂട്രാണിനെ നിഗരണംചെയ്യുന്നുവെന്നു നാം ഗ്രഹിച്ചിട്ടുണ്ട്. കണ്ണിമക്കുന്ന നേരംകൊണ്ടു് ബോറാക്സ് ലായനിയിലെ ബോറാൺ തേജഃസ്ഫുരകമായി പരിണമിക്കുന്നു. അതിൽ നിന്നു ആൽഫാവികിരണങ്ങൾ നിർഗ്ഗമിക്കുന്നു. അല്പദൂരം മാത്രം സഞ്ചരിക്കുന്ന അവ അയൊണീകരണംവരുത്തി മസ്തിഷ്ക മുഴയിലെ കണികകളെയെല്ലാം നശിപ്പിക്കുന്നു. ഈ ചികിത്സാക്രമത്തിന്നു സംപൂർണ്ണതയില്ലെങ്കിലും താത്വികമായും പ്രായോഗികമായും അതു അതീവരസകരമായതുകൊണ്ടു് വളരെയധികം ചിലവുവരുന്ന ചില ഗവേഷണങ്ങൾ— പ്രത്യേകിച്ചും ബ്രൂക്ക് ഹേവൻദേശീയപരീക്ഷണശാലയിൽ —നടത്തി വരുന്നു.

ബ്രൂക്ക്ഹേവനിൽ പുതിയ ഗവേഷണകേന്ദ്രം സ്ഥാപിക്കുവാനും ചികിത്സാ സംബന്ധമായ ഗവേഷണങ്ങൾക്കും ചികിത്സക്കുമുതകുവാനും ഒരു പ്രത്യേക അണുപ്രതികാരകം ആവിഷ്കരിച്ചു വികസിപ്പിക്കുവാൻ അണുശക്തികമ്മീഷൻ അടുത്തകാലത്തായി എടുത്തിട്ടുള്ള തീരുമാനത്തിൻെറ ഫലമായി ചികിത്സാരംഗത്തിൽ ഐസോടോപുകളുടെ പ്രയോഗ സാദ്ധ്യത വളരെയധികം വദ്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. അങ്ങിനെ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ ചികിത്സാകേന്ദ്രങ്ങൾക്കു പ്രത്യേകമായി ഒതുക്കി വെച്ചിട്ടുള്ള ആദ്യത്തെ രണ്ടു പ്രതികാരകങ്ങളിൽ ഒന്നു ബ്രൂക്ക്ഹേവൻ ദേശീയ പരീക്ഷണശാലക്കു ലഭിച്ചിരിക്കുകയാണു്. ആദ്യത്തെ പ്രതികാരകം

നിർമ്മിക്കുന്നതിനെക്കുറിച്ചു 1955 ജൂലായിലായിരുന്നു കാലിഫോർണ്ണിയ സർവ്വകലാശാല പ്രഖ്യാപനം ചെയ്തതു്.

ബ്രൂക്ക്ഹേവനിലെ രോഗചികിത്സാകേന്ദ്രം 1957 അവസാനത്തോടുകൂടി സ്ഥാപിതമാകും. അതിന്നു 6 മില്യൻ ഡാളർ ചിലവുവരും. അവിടെ ഒരു അണുപ്രതികാരകം, ഗവേഷണ ആശുപത്രി, വ്യാവസായികഔഷധശാല, എന്നിവയുണ്ടാവും. മെഡിക്കൽ ഫിസിക്സ്, പാഥോലജി, മൈക്രോബയോലജി, ബയോകെമിസ്ട്രി, ഫിസിയോളജി, ക്ലിനിക്കൽ കെമിസ്ട്രി എന്നിവയോരോന്നിലും ഓരോ വകുപ്പും അവിടെ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടും.

ബ്രൂക്ക്ഹേവനിലെ പ്രതികാരകം ഇവിടെ വിവരിച്ച തരത്തിലുള്ള മസ്തിഷ്കവിക്കങ്ങളിൽ ഗവേഷണം നടത്തുന്നതിന്നാവശ്യമുള്ള ന്യൂട്രോൺ നിലയങ്ങളും അല്പായുക്കളായ അനവധി റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകളും നൽകുന്നതായിരിക്കും. ഇതു സാധ്യമാകുന്നതിൽ കൂടുതൽ വിപുലമായി രോഗചികിത്സാഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നതിന്നു് പ്രസ്തുത റേഡിയോ ഐസൊടോപ്പുകൾ വളരെയധികം പ്രയോജനകരമായിരിക്കും.

(പരിപാടി പുനരാവിഷ്കരിക്കുകയുണ്ടായി. 1958 ജൂണിൽ 85% പണി പൂർത്തിയായി. 1958 ഡിസംബർ 16-ാംനു-സമർപണച്ചടങ്ങു നടന്നു.)

പത്ത്

അണുയുഗത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ അണുശക്തി വികസനം ആദ്യഘട്ടങ്ങളിൽ—പ്രത്യേകിച്ചും സൈനികാവശ്യങ്ങൾക്കായുള്ളത്—ഗവമ്മെണ്ടിൻെറ കാര്യനിർവ്വഹണ വകുപ്പ് യുദ്ധകാര്യവകുപ്പു മുഖേനയായിരുന്നു കൈകാര്യം ചെയ്തിരുന്നത്. അണുശക്തി കമ്മീഷൻ സ്ഥാപിച്ചുകൊണ്ടും അതിൻെറ ധർമ്മങ്ങളും ചുമതലകളും നിർദ്ദേശിച്ചുകൊണ്ടുമുള്ള അണുശക്തിനിയമം 1946 ലായിരുന്നു കോൺഗ്രസ് നടപ്പാക്കിയതു്. 1954ൽ—എട്ടുകൊല്ലത്തെ അനുഭവങ്ങൾ ആസ്പദമാക്കി—ഗുരുതരമായ മാററങ്ങളോടുകൂടി അതു പുതുക്കുകയുണ്ടായി. അതുകൊണ്ടു് 1946 ലെ നിയമം ഇവിടെ സൂക്ഷ്മമായി പരിചിന്തനം ചെയ്യുന്നില്ല.

1954-ലെ നിയമത്തിനുവിധേയമായി അണുശക്തികമ്മിഷൻ അണുശക്തികാര്യങ്ങൾ നിർവ്വഹിക്കുന്നരീതി ചർച്ച ചെയ്യുന്നതിന്നുമുമ്പ് കോൺഗ്രസ്സിനു് അണുശക്തികാര്യങ്ങൾക്കായി ഒരു സംയുക്തസമിതി—ജോയിൻറു് കമ്മിററി ഓൺ അടാമിക് എനർജി—യുണ്ടെന്നും, അണുശക്തിവികസനം, പ്രയോഗങ്ങൾ, നിയന്ത്രണം എന്നിവ സംബന്ധിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള മുഴുവൻ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ചു സൂക്ഷിക്കുന്നതും അണുശക്തികമ്മിഷൻെറ പ്രവത്തനങ്ങൾ നിരീക്ഷിച്ചു് നിയന്ത്രിക്കുന്നതും അതിൻെറ ഉത്തരവാദിത്വമാണെന്നും ഓർമ്മിക്കുന്നതു നന്നായിരിക്കും. ഒമ്പതു സെനററർമാരും ഒമ്പതുപ്രതിനിധികളും അടങ്ങിയതാണു് ആ സംയുക്തസമിതി. കാര്യനിർവ്വഹണത്തിൽ അതിനെ സഹായിക്കുവാൻ പതിനെട്ടുദ്യോഗസ്ഥാംഗങ്ങളുള്ള കാര്യാലയമുണ്ടു്.

അണുശക്തികമ്മിഷൻെറ പ്രവൎത്തനങ്ങൾ സൂക്ഷ്മമായിനിരീക്ഷിക്കുകയും അണുശക്തിനിയമത്തിന് വരുത്തേണ്ടതായ മാററങ്ങൾ യഥാകാലം നിർദ്ദേശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു, പ്രസ്തുത സമിതി.

അണുശക്തികമ്മീഷൻ:

1954ലെ അണുശക്തിനിയമം നിർദ്ദേശിക്കുന്നതരത്തിൽ സംഘടിതമാവുന്ന കമ്മീഷനിൽ അഞ്ചംഗങ്ങൾ ഉണ്ടാവും. സെനററിൻെറ ഉപദേശമനുസരിച്ചും അവരുടെ സമ്മതത്തിന്നു വിധേയമായും പ്രസിഡൻറ് നിയമിക്കുന്നവരാണവർ. അവരുടെ ഉദ്യോഗകാലം അഞ്ചുകൊല്ലവും. കമ്മിഷൻെറ അദ്ധ്യക്ഷനായിഅവരിൽഒരാളെ പ്രസിഡൻറ് നിയമിക്കും. എല്ലാ അംഗങ്ങൾക്കും തുല്യ അവകാശങ്ങളും ചുമതലകളും ആണുള്ളതു്. 'അദ്ധ്യക്ഷൻ സമന്മാരിൽ മുമ്പ'നാണെന്നുമാത്രം. അദ്ദേഹം കമ്മീഷൻെറ ഒരുദ്യോഗികവക്താവുംകൂടിയാകുന്നു. അദ്ധ്യക്ഷനൊഴികെയുള്ള അംഗങ്ങളുടെ വാർഷികവേതനം 18000 ഡോലറും അദ്ധ്യക്ഷൻേറതു് 20000 ഡോലറുമാണു്. കമ്മീഷൻെറ ചുമതലകളും ഭരണപരമായ കാൎയ്യങ്ങളും നിൎവ്വഹിക്കുന്നതിന്നായി ഒരു ഉന്നതകാൎയ്യനിൎവ്വഹണാധികാരിയെ — ജനറൽമാനേജർ — നിയമിക്കുവാനായുള്ള വ്യവസ്ഥയുമുണ്ടു്. അദ്ദേഹത്തിന്നു കൊല്ലംതോറും 20000 ഡോലറിൽ കവിയാത്ത വേതനം കമ്മീഷൻ നിശ്ചയിക്കാവുന്നതാണു്. യുദ്ധകാൎയ്യപ്രയോഗങ്ങൾക്കായുള്ള ഒരു പ്രത്യേക വകുപ്പും—ഡിവിഷൻ ഓഫ് മിലിററി അപ്ളിക്കേഷൻ —ജനതയുടെ സുഖസൌകൎയ്യങ്ങൾക്കുതകുന്ന തരത്തിൽഅണുശക്തിവികസിപ്പിക്കുന്നതിന്നും പ്രയോഗിക്കുന്നതിന്നുമുള്ള ഉത്തരവാദിത്വം വഹിക്കുന്ന ഒന്നോ, കൂടുതലോ വിഭാഗങ്ങളുൾപ്പെടെ, പദ്ധതികൾ തയ്യാറാക്കുവാൻ പത്തിൽ കവിയാതുള്ളവകുപ്പുകളും സ്ഥാപിക്കുവാനുള്ള വ്യവസ്ഥയും നിയമ

ത്തിലുണ്ട്. കമ്മിഷന്റെ പ്രവര്‍ത്തനങ്ങള്‍ വിവിധവും സങ്കീര്‍ണ്ണവുമാണ്. എന്നാല്‍ ഈ ഗ്രന്ഥത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങള്‍ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന വകുപ്പുകള്‍ മാത്രമാണു് ശ്രദ്ധേയം.

1954 ലെ അണുശക്തിനിയമം അമേരിക്കന്‍ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ ജനപ്രതിനിധികള്‍ നടപ്പാക്കിയതാണു്. കമ്മിഷന്‍തന്നെ പൌരന്മാരുടെ സംഘടനയാണു്. അതൊരു സൈനികസംഘടനയല്ല. അമേരിക്കന്‍ ഐക്യനാട്ടുകളുടെ അണുശക്തിനയം നിയമം വ്യവസ്ഥ ചെയ്യുന്നതിങ്ങനെയാണു്.

a) രാജ്യരക്ഷക്കു കഴിയുന്നതും കൂടുതല്‍ സംഭാവന എല്ലായ്പോഴും നല്കണമെന്ന പരമോദ്ദേശത്തിന്നു വിധേയമായി, പൊതുജനക്ഷേമം ലക്ഷ്യമാക്കി, സുഖസൌകര്യങ്ങള്‍ കഴിയുന്നതും അധികം സൃഷ്ടിക്കുവാന്‍ പററിയതായിരിക്കണം, അണുശക്തിവികസനത്തിന്നും, പ്രയോഗത്തിന്നും, നിയന്ത്രണത്തിന്നും വേണ്ടി നല്‍കുന്ന നിര്‍ദ്ദേശങ്ങള്‍.

b) ലോകസമാധാനം കൈവരുത്തുവാനും, പൊതുജനക്ഷേമവും ജീവിതത്തോതും ക്രമപ്രവൃദ്ധമായി വര്‍ദ്ധിപ്പിക്കുവാനും, സ്വകാര്യമേഖലയില്‍ വ്യാവസായിക സ്ഥാപനങ്ങളും മററും കഴിയുന്നതും അധികം സ്ഥാപിച്ച് ആരോഗ്യകരമായ മത്സരത്തിന്നുള്ള സന്ദര്‍ഭം നല്‍കുവാനും യോജിച്ചതായിരിക്കണം അണുശക്തിവികസനത്തിന്നും, പ്രയോഗത്തിന്നും, നിയന്ത്രണത്തിന്നും വേണ്ടി നല്‍കുന്ന നിര്‍ദ്ദേശങ്ങള്‍.

വ്യാവസായികവികസനത്തില്‍ സ്വതന്ത്രമായി മുന്‍കയ്യെടുത്തുപോരുന്ന അമേരിക്കന്‍ പാരമ്പര്യത്തിന്നു പൊരുത്തമുള്ള തരത്തില്‍തന്നെയാണ് അണുശക്തിരംഗത്തിലും എല്ലാ പ്രധാന പ്രവര്‍ത്തനങ്ങളും, കരാറുകളനുസരിച്ച്, സ്വകാര്യസ്ഥാപനങ്ങള്‍ നടത്തുന്നതു്. സര്‍ക്കാര്‍ പൊതുവായി മേല്‍നോട്ടം വഹിക്കുകമാത്രമാണു ചെയ്യുന്നതു്. എന്നാല്‍ പൊതു

ഭണ്ഡാകാരത്തിൽനിന്നു തന്നെയാണ് മിക്ക വികസനങ്ങ ൾക്കും ആവശ്യമുള്ള ധനസഹായം നൽകിവരുന്നതു്. അണുശ ക്തികമ്മീഷൻെറ മേൽനോട്ടത്തിൻേറയും നിർദ്ദേശങ്ങളുടേയും പ്രാധാന്യം അവഗണിക്കാവുന്നവയല്ലെങ്കിലും അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ ഗവേഷണങ്ങളും വികസനങ്ങളും യഥാ ത്ഥത്തിൽ കലാശാലകളും വ്യാവസായിക സ്ഥാപനങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സ്വകാര്യസംഘടനകളാകുന്നു നടത്തുന്നതു്. അണുശക്തി രംഗത്തിൽ ആവശ്യമുള്ള ഉപദേശങ്ങളും നിർദ്ദേ ശങ്ങളും നൽകുകയും വിവിധസ്ഥാപനങ്ങളുടെ പ്രവത്തന ങ്ങൾ കൂട്ടിയിണക്കുകയും മാത്രമാണ് അണുശക്തികമ്മീഷൻ ചെയ്യുന്നതു്. ടെന്നസിയിലെ വിശ്രുതമായ ഓക്റിഡ്ജ് ദേശീയപരീക്ഷണശാലയിലെ പ്രവത്തനങ്ങൾ അണുശക്തി കമ്മീഷനുവേണ്ടി ഏറ്റുനടത്തുന്നതു് 'ദികാർബയിഡ് ആൻഡ് കാർബൺ കെമിക്കൽ കാർപൊറെഷനും' ആർ ഗൊൺ ദേശീയ പരീക്ഷണശാലയിലെ പ്രവത്തനങ്ങൾ നിവ്വഹിക്കുന്നതു് 'ചിക്കാഗൊയൂനിവേർസിററി'യും ആകുന്നു. മററനവധി പരീക്ഷണശാലകളും സ്ഥാപനങ്ങളും ഏറ്റുനട ത്തുന്നതും സവ്വകലാശാലകളും സാങ്കേതിക സ്ഥാപനങ്ങളും തന്നെ.

കോൺഗ്രസ്സിൻെറ സംയുക്തസമിതിയും അണുശക്തിക മ്മീഷനും അണുശക്തിരംഗത്തിൽ സക്കാറിൻെറ പ്രാതി നിധ്യം പ്രധാനമായി വഹിക്കുന്നവയാണെങ്കിലും, കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന പദാത്ഥങ്ങൾ, ഉല്പാദനരീതികൾ, ഗവേഷണം, വികസനം എന്നിവ സംബന്ധിച്ച ശാസ്ത്രീയവും സാങ്കേ തികവുമായ ഉപദേശങ്ങൾ നൽകി അണുശക്തി കമ്മീഷനെ സഹായിക്കുവാനായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ സൃഷ്ടിപരമായ സമാധാനപ്രവത്തനങ്ങളിൽ ഏർപ്പെട്ടിരി ക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞരും സാങ്കേതികവിദഗ്ദ്ധരുമായ ഒമ്പതു അംഗ ങ്ങളടങ്ങിയ ഒരു സാമാന്യ ഉപദേശകസമിതി സംഘടിപ്പി

കുവാനും 1954 ലെ അണുശക്തിനിയമം നിർദ്ദേശിക്കുന്നുണ്ട്. അതിലെ അംഗങ്ങളെ നിയമിക്കുന്നതും പ്രസിഡൻറ്തന്നെ. അവരുടെ ഉദ്യോഗകാലം ആറുകൊല്ലമാണ് അവക്ക് വേതനം നൽകുന്നതല്ല. പ്രവൎത്തനം സംബന്ധിച്ചുള്ള യാത്രച്ചിലവുകളും മററും സക്കാറുടേതാണെന്നുമാത്രം. അണുശക്തിനിയമം അനുസരിച്ചു നിയമിക്കപ്പെട്ടുന്നവയായി ഏതാദൃശമായ മററുസമിതികളും ഉണ്ട്. അണുശക്തിയുടെ സൈനികാവശ്യങ്ങൾമാത്രം ശ്രദ്ധിക്കുന്ന സൈനിക അനുരഞ്ജനസമിതി—മിലിററി ലിയേസൻ കമ്മിററി; അണുശക്തിരംഗത്തിൽ പ്രത്യേകാവകാശമുദ്രകൾ നൽകുന്നതിന്നുള്ള ന്യായമായ പ്രതിഫലവും മററും നിൎണ്ണയിക്കുന്ന പ്രത്യേകാവകാശപ്രതിഫലനിൎണ്ണയസംഘം—ദി പേടൻറ് കോമ്പൻസേഷൻ ബോർഡ്; ശാസ്ത്രീയവും സാങ്കേതികവുമായുള്ള അണുശക്തി വിവരങ്ങൾ തരംതിരിക്കുന്നതിന്നും തരംമാററുന്നതിന്നുമുള്ള ഉത്തരവാദിത്വം വഹിക്കുന്ന വിമൎശകമേധാവിസംഘം—കമ്മിററി ഓഫ് സീനിയർ റിവ്യൂവേർസ് എന്നിവയാണവ.

ഉല്പാദനം സംബന്ധിച്ചുള്ള പ്രവൎത്തനങ്ങളും ഗവേഷണങ്ങളും കമ്മീഷന്നു വേണ്ടി യഥാൎത്ഥത്തിൽ നടത്തുന്നതു സ്വകാൎയ്യ വ്യവസായ സ്ഥാപനങ്ങളും കലാശാലകളുമാണെന്നിരിക്കിലും കമ്മീഷന്നു നിൎവ്വഹിക്കുവാനുള്ളതു ലഘുവായ ജോലിയല്ല. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ അണുശക്തിരംഗത്തിലൊട്ടാകെ വൻതുക മുടക്കി നടപ്പാക്കുന്ന ഭീമമായ പരിപാടിയുടെ മേൽനോട്ടം വഹിക്കുന്നതും ഒട്ടാകെയുള്ള നിൎവ്വഹണത്തിനാവശ്യമായ നിർദ്ദേശങ്ങൾ നൽകുന്നതും ശ്രമാവഹം തന്നെ. അതങ്ങനെയാകിലും 1954ൽ അണുശക്തി പ്രവൎത്തനങ്ങളിൽ ഏർപ്പെട്ടിരുന്നവരിൽ കമ്മീഷനുടേതായി 6200 പേരും, പ്രത്യുത കമ്മീഷനുമായി കരാറിലേർപ്പെട്ടിരുന്ന അനവധി സ്വകാൎയ്യ സ്ഥാപനങ്ങളുടേതായി

ഒട്ടാകെ 13600 പേരും ആണുണ്ടായിരുന്നതു്. നാളിതുവരെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ സംബന്ധിച്ചു ശേഖരിച്ചിട്ടുള്ള രേഖകൾ നിലവിലുള്ള ഏർപ്പാടു് തൃപ്തികരമാണെന്നു തെളിയിക്കുന്നു. എങ്കിലും രണ്ടഭിപ്രായഗതികൾ-കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ സർക്കാർ ഏറ്റുനടത്തേണ്ടതാണെന്നും, സ്വകാര്യ വ്യവസായങ്ങൾക്കായി കൂടുതൽ വിട്ടുകൊടുക്കുന്നതു അധികം നന്നായിരിക്കുമെന്നും—ഉണ്ടാവുകതന്നെ ചെയ്യും.

സ്വകാര്യ വ്യവസായം.

സ്വകാര്യ വ്യവസായം അണുശക്തി കമ്മീഷനുമായി കഴിയുന്ന തരത്തിലെല്ലാം സഹകരിച്ചു വരുന്നു. അണുശക്തിയുമായി വല്ല തരത്തിലും ബന്ധമുള്ള സ്വകാര്യ വ്യവസായങ്ങൾ എല്ലാം അവരുടെ അണുശക്തിരംഗപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഒരു തരത്തിലല്ലെങ്കിൽ മറ്റൊന്നിൽ കൂട്ടിയിണക്കി സംഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. അങ്ങിനത്തെ ഒരു സംഘടനയാകുന്ന 'അറ്റാമിക് ഇൻഡസ്ട്രിയൽ ഫോറം, ഇൻകോർപൊറേറ്റഡ്". അതു് ന്യൂയോർക്ക് സംസ്ഥാനത്തിലെ നിയമങ്ങൾക്കു വിധേയമായി സംഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടതും ലാഭേച്ഛ കൂടാതെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തുന്നതുമായ ഒരു സ്ഥാപനമാകുന്നു.

വ്യാവസായിക രംഗത്തിൽ A F I എന്നറിയപ്പെടുന്ന 'അറ്റാമിക് ഇൻഡസ്ട്രിയൽ ഫോറ'ത്തിന്നു നാലു ലക്ഷ്യങ്ങളാണുള്ളതു്.

1. അമേരിക്കൻ ജനാധിപത്യത്തിന്റെ ഉത്തമപാരമ്പര്യങ്ങളനുസരിച്ചും, വ്യവസായത്തിൽ ആരോഗ്യകരമായി മത്സരിക്കുവാനുള്ള സന്ദർഭം നൽകിയും, അണുശക്തി വികസനവും പ്രയോഗങ്ങളും പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുകയും പോഷിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുക.

2. രാഷ്ട്രത്തിന്നോ, വ്യവസായത്തിനോ, സാമാന്യജനതക്കോ ഉൽക്കണ്ഠയുളവാക്കാവുന്ന അണുശക്തി കാര്യങ്ങളും

45527

പ്രശ്നങ്ങളും, വ്യക്തികളും സ്ഥാപനങ്ങളും കൂടിയാലോചിച്ചു പോം വഴികാണുവാനുതകുന്ന ഒരു ചച്ചാവേദി സൃഷ്ടിക്കുക.

3. രാജ്യരക്ഷയെ ബാധിക്കാത്തതരത്തിൽ അണുശക്തി വികസനവും പ്രയോഗങ്ങളും സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങളും ആശയങ്ങളും വിനിമയം ചെയ്യുന്നതു് പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുക.

4. അണുശക്തി ഗവേഷണങ്ങളും വികസനവും പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുകയും പോഷിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുക.

അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾ ഉന്നയിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾ ചച്ച് ചെയ്യാനായി വളരെയധികം സമ്മേളനങ്ങൾ പ്രസ്തുത 'ഫോറം' വിളിച്ചു കൂട്ടിയിട്ടുണ്ട്. സമ്മേളന നടപടികളും, "ആഗോളാണുശക്തി വികസനം" എന്ന തലക്കെട്ടിൽ 1955 ജൂലയിൽ നടത്തിയതിന്നു സദൃശമായ പ്രത്യേക പഠനങ്ങളും അതു ക്രമമായി പ്രസിദ്ധീകരിക്കുന്നു. സമാധാനപരമായി അണുശക്തി പ്രയോഗിക്കുന്നതിൽ ലോകത്തിലൊട്ടാകെയുണ്ടായിട്ടുള്ള അണുശക്തി വികസനം—സദ്ധ്യമുള്ളിടത്തോളം—പ്രസ്തുത പഠനം വ്യക്തമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചു കഴിയുന്നതും കൂട്ടതൽ വിവരങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുവാൻ ഈ 'ഫോറം' ശ്രമിച്ചു വരുന്നു.

'അററാമിക് ഇൻഡസ്ട്രിയൽ ഫോറത്തിലെ' അംഗങ്ങളായ നൂറുക്കണക്കിലുള്ള സ്ഥാപനങ്ങൾക്കും വ്യക്തികൾക്കുമായി ലഭിച്ചിട്ടുള്ളതോ കൈവശമുള്ളതോവായ വിവരങ്ങളും അഭിപ്രായങ്ങളും കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുവാനും ഗവമ്മെൻറുമായുള്ള ചച്ചകളിൽ കുറെയെല്ലാം വ്യവസായത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുവാനും ഉള്ള സന്ദർഭങ്ങൾ അതുളവാക്കുന്നു. പ്രസ്തുത ദേശീയ അണുശക്തി വ്യാവസായിക സംഘടനക്കു് അതിൻെറ ലക്ഷ്യങ്ങൾ നേടുന്നതിൽ സഹായകമായി

തീരാവുന്ന അനവധി നേട്ടങ്ങൾ ഇപ്പോഴുണ്ടായിട്ടുണ്ട്. അതങ്ങിനെ തുടന്നു പോവുകയും ചെയ്യും.

അണുശക്തി രംഗത്തിൽ പ്രവത്തിച്ചുപൊരുന്ന സ്ഥാപനങ്ങളെയും സംഘടനകളെയും കൂട്ടിയിണക്കുന്നവയായി മാറനേകം വ്യാവസായിക ശാസ്ത്രീയ സംഘടനകളും ഉണ്ട്. 'ദി നാഷനൽ ഇൻഡസ്ട്രിയൽ കോൺഫറൻസ് ബോർഡ്'; 'ദി നാഷനൽ അസോസിയേഷൻ ഓഫ് മാനുഫാക്ചറേർസ്'; 'ദി ചേമ്പർ ഓഫ് കാമേർസ്'; 'ദി നാഷനൽ അക്കാഡമി ഓഫ് സയൻസസ്'; ദി നാഷനൽ സയൻസ് ഫൗൻഡേഷൻ', 'ദി യുണൈറഡ് സ്റ്റേററ്സ് ബ്ര്യൂറൊ ഓഫ് സ്റ്റാൻഡേർഡ്സ്' എന്നിവയാകുന്നു അത്തരം പ്രശസ്ത സേവനങ്ങളിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ചില സംഘടനകൾ.

പതിനൊന്നു്

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളും അന്താരാഷ്ട്രീയ സഹകരണവും.

പ്രസിഡൻറിൻെറ പദ്ധതി.

1953 ഡിസംബർ 3-ാംനു- പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവർ ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ പൊതുസമ്മേളനത്തെ അഭിസംബോധനംചെയ്തുകൊണ്ടു് "സമാധാനത്തിന്നു അണുശക്തി" എന്ന വിഷയത്തെക്കുറിച്ച് നടത്തിയ ചരിത്രപ്രധാനമായ പ്രഭാഷണം ശാസ്ത്രീയരംഗത്തിലെന്നപോലെ അന്താരാഷ്ട്രീയ ബന്ധത്തിലും സുധീരമായ, മുന്നോട്ടുള്ള ഒരു അടിവെപ്പായിരുന്നു. അണ്വായുധങ്ങളുടെ അന്താരാഷ്ട്രീയ നിയന്ത്രണത്തിന്നായുള്ള അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ നിർദ്ദേശങ്ങൾ സാധൂകരിക്കാൻ വയ്യാത്ത അനവധി കാരണങ്ങളും പറഞ്ഞു് സോവിയററ് ഐക്യം അത്രയും കാലം ദൃഢമായി നിരസിച്ചു വന്നിരിക്കിലും അണുശക്തിയുടെ പ്രയോഗസാദ്ധ്യതകളെക്കുറിച്ച് ആഗോളവ്യാപ്തിയുള്ള അന്വേഷണം നടത്തുവാനുള്ള സൃഷ്ടിപരവും പ്രസാദാത്മകവുമായ ഈ നിർദ്ദേശം പ്രസിഡൻറ് അവിടെ അവതരിപ്പിച്ചു. സോവിയററു് ഐക്യത്തിൻെറ ദുർവ്വാശിയോടുകൂടിയുള്ള എതിർപ്പു് പ്രകടമായിരുന്നിട്ടും അണുശക്തി കാര്യം സംബന്ധിച്ചുള്ള ജ്ഞാനം, സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾക്കുതകുന്ന തരത്തിൽ, കൂട്ടായനുഭവിക്കുന്നതിൽ ലോകരാഷ്ട്രങ്ങൾ സഹകരിക്കുന്നതിന്നുതകുന്ന നിർമ്മാണാത്മക പദ്ധതി പ്രശാന്തമായും സമചിത്തതയോടും ഉന്നയിക്കുവാൻ പ്രസിഡൻറ് തീരുമാനിച്ചു കഴിഞ്ഞുവെന്നു വ്യക്തമാക്കി.

"സമാധാനത്തിന്നു് അണുശക്തി" എന്നതിനെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രസിഡൻറിൻെറ പ്രഭാഷണം—അതിൻെറ മൂലം പൂർണ്ണമായി ഈ ഗ്രന്ഥത്തിൻെറ അനുബന്ധമായി ചേർത്തി

ട്ടുണ്ട്-ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രധാന വിഷയങ്ങൾ ഇവിടെ പരിശോധിക്കാം. ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ പൊതുസമ്മേളനത്തെ അഭിസംബോധനം ചെയ്യുവാനായി അവസരം ലഭിച്ചതിൽ കൃതജ്ഞത പ്രകടിപ്പിച്ചും, അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ഐക്യരാഷ്ട്രസഭക്ക് തുടൎന്നു പിന്തുണ നൽകുന്നതിൽ ഉറച്ചു നില്ക്കുമെന്നുള്ള വിശ്വാസം പ്രഖ്യാപിച്ചും കൊണ്ടായിരുന്നു പ്രസിഡൻറ് പ്രഭാഷണം സമാരംഭിച്ചതു്. ഒരു അണുയുദ്ധത്തിൽ ലോകത്തിന്നാകമാനം അനുഭവിക്കേണ്ടിവരാവുന്ന ദുരിതങ്ങൾ അദ്ദേഹം ശാന്തമായി വിശദീകരിക്കുകയും മററു രാഷ്ട്രങ്ങൾക്കും അണ്വായുധങ്ങൾ കൈവശമുണ്ടെന്നുള്ള വസ്തുത വ്യക്തമാക്കുകയും ആണു് അദ്ദേഹം ചെയ്തതു്. തൻെറ പ്രസ്താവനകൾ അലസങ്ങളായ പദസരണികളൊ, അനഗാധങ്ങളായ അഭിവീക്ഷണങ്ങളൊ, അല്ലെന്നും എല്ലാവരും കൂടുതൽ ക്ഷേമസമാധാനങ്ങളോടുകൂടി സൈ്വരമായി ജീവിക്കാവുന്ന ഒരു ലോകം കെട്ടിപ്പടുത്തുന്നതാകുന്നു അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ ആവശ്യവും അഭിലാഷവുമെന്നും അദ്ദേഹം പറയുകയുണ്ടായി.

ലോകത്തിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന അണ്വായുധനിൎമ്മാണമത്സരം ഉളവാക്കുന്ന പ്രശ്നത്തിന്നു് കൂടിയാലോചനകൾ വഴി പരിഹാരം കാണേണ്ടതാണെന്നുള്ള ആഗ്രഹവും അപേക്ഷയും ആവൎത്തിക്കുകയും, അണ്വായുധങ്ങളിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന അപായങ്ങൾ നിൎമ്മാൎജ്ജനം ചെയ്യുന്നതു മാത്രമല്ല തൻെറ രാജ്യത്തിൻെറ ആവശ്യമെന്നും, സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി അണുശക്തി പ്രയോഗിച്ചുതുടങ്ങണമെന്നുകൂടി അതിച്ഛിക്കുന്നുവെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗസാദ്ധ്യതകളാരായുവാൻ ആഗോളവ്യാപ്തിയുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾക്കു പ്രോത്സാഹനം നൽകുവാനും പാശ്ചാത്യപൌരസ്ത്യ ശക്തികൾക്കിടയിലുള്ള ക്ഷോഭം കുറക്കുവാനായി ലോകത്തിലെ സൈനിക

അണുശക്തിഭണ്ഡാകാരങ്ങളുടെ നശീകരണശക്തി ചുരുക്കുവാനും ഉതകുന്ന നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളുവാനായി ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ ആഭിമുഖ്യത്തിൽ അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധിസംഘം സ്ഥാപിക്കേണ്ടതാണെന്ന ഗംഭീരവും എന്നാൽ ലഘുവുമായ നിർദ്ദേശവും അദ്ദേഹം നൽകുകയുണ്ടായി.

സ്വതന്ത്രലോകത്തിലെ രാഷ്ട്രങ്ങൾ പ്രസിഡൻറിൻെറ പ്രഭാഷണം പ്രശംസാപൂർവ്വം സ്വീകരിച്ചതിനെതുടർന്ന് അദ്ദേഹത്തിൻെറ നിർദ്ദേശങ്ങൾ പൂർണ്ണമായെ ഭാഗികമായെങ്കിലുമോ സോവിയററ് ഐക്യത്തെക്കൊണ്ട് അംഗീകരിപ്പിക്കാനുള്ള ക്ഷമാപൂർവ്വമായ പ്രയത്നം ഐക്യനാടുകളിലെ നയതന്ത്രജ്ഞന്മാർ സത്വരം ആരംഭിച്ചു. ഏകദേശം ഒരു കൊല്ലം കഴിഞ്ഞതിൽ പിന്നെയും-1954 സെപ്റ്റംബറിലുംകൂടി-പ്രസ്തുത നിർദ്ദേശങ്ങളിൽ ഒന്നുംകൂടി അംഗീകരിക്കുവാനുള്ള മനോഭാവം സോവിയററ് ഐക്യത്തിൽ പ്രകടമായില്ല. പ്രസ്തുത വിഷയവുമായി യാതൊരുബന്ധവുമില്ലാത്ത ചില പ്രശ്നങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിച്ച് അതിൽ നിന്നു ഒഴിഞ്ഞുമാറുവാനും അമേരിക്കയുടെ നിർദ്ദേശങ്ങൾ സങ്കീർണ്ണവും അപ്രായോഗികവുമായി കരുതേണ്ടതാണെന്നു വരുത്തുവാനും ആയിരുന്നു അവർ മുതിന്നതു്. ഇപ്പോൾ സുപരിചിതമായിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്ന റഷ്യയുമായുള്ള കൂടിയാലോചനകളിലെ സ്തംഭനാവസ്ഥ പ്രത്യക്ഷമായപ്പോൾ സോവിയററ് ഐക്യം പദ്ധതി നിരസിച്ചു കഴിഞ്ഞതായി കരുതാമായിരുന്നെങ്കിലും അതുവുമായി മുന്നോട്ടു പോവാൻ ആയിരുന്നു അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ആഗ്രഹിച്ചതെന്നു് 1954 സെപ്റ്റംബർ 23-ാംനു കാര്യദർശി ഡള്ളസ് ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ പൊതുസമ്മേളനത്തിൽ പ്രഖ്യാപിച്ചു. മി. ഡള്ളസ് തുടർന്നു: "ഐക്യരാഷ്ട്ര അവകാശപത്രത്തിലെ ആദർശങ്ങൾ ഉത്തേജനം നൽകിട്ടുള്ളവയും, പുതിയ ശക്തി യുദ്ധത്തിൻെറ ആയുധപ്പുരയിലുള്ള മറെറാരു ഭയങ്കരമാരകായുധം മാത്രമായിത്തീരുന്നതു തടഞ്ഞു് അതിനെ സമുദായസേ

വനതല്പരരന്റെയും രാജ്യഭരണ തന്ത്രജ്ഞന്റെയും സൃഷ്ടിപരമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കുതകുന്ന ഉപകരണമാക്കിത്തീക്കുവാൻ കഴിവുള്ളവയുമായ രാഷ്ട്രങ്ങളുമായി ഒത്തിണങ്ങി പ്രവർത്തിച്ച് നാം മുന്നോട്ടുപോകുന്നതാണ്”

പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവറുടെ പദ്ധതിനടപ്പാക്കുന്നതിന്നുള്ള നാലു പ്രത്യേക നിർദ്ദേശങ്ങളാണ് മി. ഡള്ളസ് സമർപ്പിച്ചത്. പ്രസിഡൻറിന്റെ അഭിപ്രായാനുസൃതം അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തിപ്രതിനിധിസംഘം സ്ഥാപിച്ചുകൊണ്ടുള്ളതായിരുന്നു അവയിലൊന്ന്. 1955 വസന്തകാലത്തിൽ അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി സമ്മേളനം വിളിച്ചു കൂട്ടുവാനുള്ളതായിരുന്നു മറ്റൊന്ന്. വിദേശീയ വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് സമാധാനപരമായ അണുശക്തി പ്രയോഗകാര്യങ്ങൾ പഠിക്കുവാൻ സൌകര്യം നൽകുന്ന ഒരു പ്രതികാരക പരിശീലന വിദ്യാലയം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ 1955ൽ സ്ഥാപിക്കുന്നതാണെന്നും അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു. അവസാനമായി, വിദേശീയരായ ഭിഷക്വരരിൽ ധാരാളം പേരെ അർബ്ബുദരോഗം ശമിപ്പിക്കുന്നതിൽ അണുശക്തിയുടെ പ്രയോഗം സംബന്ധിച്ചുള്ള പഠനപരിശീലനങ്ങൾക്കായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലേക്ക് ക്ഷണിക്കാവുന്നതാണെന്നും മി. ഡള്ളസ് അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.

കാര്യദർശി ഡള്ളസ്സിന്റെ ഒടുവിലത്തെ രണ്ടു നിർദ്ദേശങ്ങളും നടപ്പാക്കുവാൻ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ സത്വര നടപടികൾ സ്വീകരിച്ചു. അണുശക്തി കമ്മീഷൻ വിദേശീയ വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് വ്യാവസായികപരമായുള്ള അണുശക്തി ചികിത്സയിലും, അണ്വാരോഗ്യശാസ്ത്രത്തിലും, തേജോലേഖനം സംബന്ധിക്കുന്ന ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിലും, പ്രസരമാനികൾ മുതലായ തേജോവികിരണോപകരണങ്ങളുടെ തത്വവും പ്രയോഗവും പ്രതിപാദിക്കുന്ന വിഷയത്തിലും

പരിശീലനം നൽകുവാനുള്ള പദ്ധതികൾ ആവിഷ്കരിച്ചു. ജീവശാസ്ത്രപഠനത്തിലും ചികിത്സയിലും പൊതുവായും അർബുദ ഗവേഷണങ്ങളിൽ പ്രത്യേകിച്ചും അണുശക്തി പ്രയോഗങ്ങൾക്കായുള്ള ഒരു പ്രത്യേക പദ്ധതിയും തേജഃസ്സ്മാരക ഐസൊടോപ്പുകളുടെ അനുഗാമി പ്രയോഗങ്ങളിൽ പ്രത്യേകവൈദഗ്ദ്ധ്യം നേട്ടവാനുതകുന്ന ഒരു പ്രത്യേകപദ്ധതിയും വിദേശീയ വിദ്യാർത്ഥികൾക്കായി അവർ തയ്യാറാക്കി. അമേരിക്കയിലെ സർവ്വകലാശാലകളൊ അണുശക്തികമ്മീഷൻെറ പരിശോധനാലയ സ്ഥാപനങ്ങളോ ആയിരുന്നു അവർ പരിശീലന കേന്ദ്രങ്ങളായി തിരഞ്ഞെടുത്തത്. റഷ്യ വരുത്തിക്കൂട്ടിയ കാലതാമസമൊ തടസ്സങ്ങളോ വകവെക്കാതെ, അമേരിക്കൻനാട്ടുകൾ നേടിയിരുന്നതും സമാധാനപരമായ അണുശക്തി പ്രയോഗങ്ങൾക്കുതകുന്നതുമായ ജ്ഞാനം ആവശ്യപ്പെടുന്ന എല്ലാ രാഷ്ട്രങ്ങളുമായി കൂട്ടായി അനുഭവിച്ചു തുടങ്ങുവാൻ അവർ തീരുമാനിച്ചു. ഗവേഷണാർത്ഥം പ്രതികാരകങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുവാനും ചില വിദേശ രാജ്യങ്ങളിൽ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനുമായി 440 റാത്തൽ യുറെനിയം 235 നൽകുവാൻ അവർ തയ്യാറുണ്ടെന്നു 1954 നവമ്പറിൽ അണുശക്തി കമ്മീഷൻ പ്രസ്താവിച്ചു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളുമായി സഹകരിക്കുന്ന വിദേശരാജ്യങ്ങൾക്കു് സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി 500 മില്യൻഡാളർ വിലവരുന്ന 44000 റാത്തൽ യുറെനിയം 235 ഉടൻതന്നെയും കൂടുതൽ ആവശ്യം നേരിടുന്നതായാൽ യഥാകാലവും വിതരണം ചെയ്യുവാൻ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾ തയ്യാറുണ്ടെന്നു് പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവർ 1956 ഫിബ്രുവരി 22-ാംനു പ്രഖ്യാപിച്ചു.

മററു രാഷ്ട്രങ്ങൾക്കു് അണുശക്തി കാര്യജ്ഞാനം നൽകി അവരുമായി അതു് കൂട്ടായി അനുഭവിക്കാനുള്ള പദ്ധതി പുരോഗമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾതന്നെ ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ

ആഭിമുഖ്യത്തിൽ അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധി സംഘം സ്ഥാപിക്കേണ്ടതിനും 1955 വസന്തത്തിൽ അണുശക്തി കാര്യങ്ങളെക്കുറിച്ചു ചർച്ചചെയ്യുവാൻ അന്താരാഷ്ട്രീയ സമ്മേളനം വിളിച്ചു കൂട്ടേണ്ടതിന്നുമായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ സോവിയററ് ഐക്യത്തെ അനുസ്യൂതമായി പ്രേരിപ്പിച്ചു കൊണ്ടിരുന്നു. സോവിയററ് ഐക്യം ഓരോ ഘട്ടത്തിലും തടസ്സം ഉന്നയിക്കുകയും എതിർപ്പു പ്രകടിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കെ അമേരിക്കയുടെ രണ്ടു നിർദ്ദേശങ്ങളും ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങൾ സുദീർഘമായും അവധാനപൂർവ്വമായും ചർച്ചചെയ്തു.

സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾ പരിചിന്തനം ചെയ്യുവാനായുള്ള അന്താരാഷ്ട്രീയ സമ്മേളനത്തിന്നായി നീണ്ടുനിന്ന പോരാട്ടം 1955 ഫിബ്രുവരി 1ാം-നു വിജയകരമായി പര്യവസാനിച്ചു. പ്രസ്തുത സമ്മേളനം ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ ആഭിമുഖ്യത്തിൽ വിളിച്ചു കൂട്ടേണ്ടതാണെന്നുള്ള അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ അപേക്ഷ ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങൾ സ്വീകരിച്ചു. സോവിയററ് ഐക്യവുമായുള്ള വാക് സമരത്തിൽ അമേരിക്കൻ സ്ഥിരോത്സാഹത്തിന്നു അവസാനമായി വിജയം കൈവന്നു. 1955 ആഗസ്റ്റ് 8 മുതൽ 20 വരെ തിയ്യതികളിൽ സ്വിസർലാൻഡിലെ ജനീവയിൽ സമ്മേളിക്കുവാനായി 84 രാഷ്ട്രങ്ങൾ ക്ഷണിക്കപ്പെട്ടു. ഇരുപതാം ശതകത്തിൽ നടന്ന അന്താരാഷ്ട്രീയ സമ്മേളനങ്ങളിൽ ഏററവുമധികം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നതാകാം പ്രസ്തുത സമ്മേളനം.

ദ്വിപക്ഷീയകരാറുകൾ.

സമ്മേളനത്തിന്നുള്ള ഏർപ്പാടുകൾ അങ്ങനെ പുരോഗമിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധി സംഘം സ്ഥാപിക്കുന്നതിന്നായി സോവിയററ് ഐക്യവുമായി അവസാനമില്ലാത്ത വാദപ്രതിവാദങ്ങൾ നടന്നുകൊ

ണ്ടിരുന്നു. അതോടൊപ്പം മററു രാഷ്ട്രങ്ങൾക്ക് അണുശക്തി കാര്യങ്ങൾ സംബന്ധിച്ചുള്ള സാങ്കേതിക ജ്ഞാനം നൽകുന്നതിന്നായുള്ള അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ സംരംഭവും പുരോഗമിച്ചു. ഈ വിഷയങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിന്നുതകുന്ന ആഗോളവ്യാപ്തിയുള്ള കരാറുകളോ അന്താരാഷ്ട്രീയസംഘടനയോ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. അതുകൊണ്ട് സഖ്യരാജ്യങ്ങൾ ഓരോന്നുമായി സഹകരിക്കുവാനുതകുന്ന കരാറുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നതിന്നുള്ള നടപടികൾ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ആരംഭിച്ചു. 1956 ഡിസമ്പർ 31-ാംനു- യിലകം 39 വിദേശരാജ്യങ്ങളുമായി ദ്വിപക്ഷീയ കരാറുകൾ ഉണ്ടായിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു. സമാധാനപരമായി അണുശക്തി പ്രയോഗിക്കുന്ന കാര്യം, അന്താരാഷ്ട്രീയസഹകരണം സംബന്ധിച്ചുള്ള നടപടിക്രമങ്ങൾ, സാങ്കേതികവശത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ, നേരിടേണ്ടിവരാവുന്ന ക്ലേശങ്ങൾ എന്നിവയെക്കുറിച്ച് സോവിയററ് ഐക്യം വാദപ്രതിവാദങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കെ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ശേഖരിച്ചിരുന്ന സാങ്കേതികജ്ഞാനം മററു രാജ്യങ്ങളുമായി കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുവാൻ തുടങ്ങി.

മിക്ക ദ്വിപക്ഷീയകരാറുകളും ഒരേപോലെയുള്ളവയായിരുന്നു. ഗവേഷണ പ്രതികാരകങ്ങളുടെ ആസൂത്രണം, നിർമ്മാണം, പ്രവർത്തനം എന്നിവക്കും, അവയെ ഗവേഷണ വികസനങ്ങൾക്കും വാസ്തുവിദ്യാപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കുമുള്ള ഉപകരണങ്ങളായി പ്രയോഗിക്കുന്നതിന്നും ആവശ്യമുള്ള വിവരങ്ങൾ അതാതു വിദേശരാഷ്ട്രത്തിന്റെ ഭരണകൂടത്തിന്ന് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ നൽകും. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തി കമ്മീഷൻ കരാറിലെ കക്ഷിയായ വിദേശരാജ്യത്തിന്ന് 13.2 റാത്തൽവരെ സമൃദ്ധമാക്കിയ യൂറെനിയം 235 ചാർത്തിക്കൊടുക്കും. വിദേശരാഷ്ട്രം കരാറിലെ വ്യവസ്ഥകൾക്കനുസരിച്ച് അതുപയോഗിക്കുകയും

സംരക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യും. ഗവേഷണ പ്രതികാരകങ്ങളെയും പ്രവത്തകരുടെ ആരോഗ്യവും രക്ഷയും ഉന്നയിക്കാവുന്ന പ്രശ്നങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള "തരം തിരിക്കപ്പെടാത്ത" വിവരങ്ങളും, ഗവേഷണങ്ങൾ, ചികിത്സ, കൃഷി, വ്യവസായങ്ങൾ എന്നിവയിൽ റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ പ്രയോഗങ്ങൾ സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങളും രണ്ടു രാഷ്ട്രങ്ങളും കൈമാററം ചെയ്യും. ഇതായിരുന്നു ദ്വിപക്ഷീയ കരാറിൻെറ സാമാന്യരൂപം.

എന്നാൽ ബൽജിയം, കാനഡ, ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടൺ എന്നീ മൂന്നുരാജ്യങ്ങളുമായുള്ള ദ്വിപക്ഷീയ കരാറുകൾ മാത്രം കൂടുതൽ വ്യാപകങ്ങളായിരുന്നു. രണ്ടാംലോക മഹായുദ്ധത്തിലും തുടന്നും അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ പ്രസ്തുത രാഷ്ട്രങ്ങളുമായി അണുശക്തി ഗവേഷണ കാര്യങ്ങളിൽ അടുത്തിണങ്ങി സഹകരിച്ചിരുന്നതുകൊണ്ട് അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചു തരം തിരിക്കപ്പെട്ടവയും തരം തിരിക്കപ്പെടാത്തവയുമായുള്ള എല്ലാ വിവരങ്ങളും അവർ തമ്മിൽ കൈമാററം ചെയ്യുവാനുള്ള വ്യവസ്ഥയുംകൂടി ആ മൂന്നു കരാറുകളിൽ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരുന്നു.

അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾ ചച്ചചെയ്യുവാനായുള്ള ജനീവാസമ്മേളനത്തിന്നു ലോകമൊട്ടാകെയുള്ള അണുശാസ്ത്രജ്ഞരും സാങ്കേതിക വിദഗ്ദരും തയ്യാറെടുത്തു തുടങ്ങി. അമേരിക്ക അതിൽ അതിയായ താല്പര്യം പ്രകടിപ്പിച്ചു. സമ്മേളനത്തിൽ പരിഗണിക്കപ്പെടേണ്ടവിഷയങ്ങൾ പ്രതിപാദിക്കുന്ന പ്രബന്ധങ്ങൾ അയച്ചുതരുവാനായി അണുശക്തികമ്മീഷൻ ശാസ്ത്രജ്ഞരോടപേക്ഷിക്കുകയും ചച്ചയിൽ പങ്കുകൊള്ളുവാൻ അവരെ ക്ഷണിക്കുകയും ചെയ്തു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകാരായ 1100 ശാസ്ത്രജ്ഞരും, വാസ്തുവിദ്യാവിദഗ്ദരും, അണുശക്തി കമ്മീഷനു സമ്മേളനത്തിൽ പരിഗണിക്കപ്പെടേണ്ടതായി അവർ കരു

തിയ പ്രബന്ധങ്ങൾ അയച്ചു കൊടുത്തു. ആദ്യമായി "ഐക്യ രാഷ്ട്രങ്ങൾക്കു" 189 പ്രബന്ധങ്ങളുടെ സാരാംശം തയ്യാറാക്കി അയയ്ക്കുന്ന കൂട്ടത്തിൽ, അണുശക്തി കമ്മീഷന്റെ ബദൽ അദ്ധ്യക്ഷനായിരുന്ന വില്ലാർഡ് എഫ് ലിബി ഇപ്രകാരം എഴുതിയിരുന്നു: "അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ഗവേഷണങ്ങളിൽ നിന്നു ഞങ്ങൾ ശേഖരിച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ മററുള്ളവരുമായി കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുവാനുള്ള ഞങ്ങളുടെ ആഗ്രഹമാണ് ഇതു് പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നതു്. സമ്മേളനത്തിന്റെ പരിധിയിലുൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുള്ള വിവിധ ഇനങ്ങളുടെയും വ്യാപകമായ പരിപാടികൾക്കു് സാരമായ സംഭാവനകൾ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾക്കു നൽകുവാനുണ്ടെന്നുള്ളതിനെയും ഇതു വ്യക്തമാക്കുന്നു."

ജനീവസമ്മേളനം.

ജനീവസമ്മേളന നടപടികൾ സുദീർഘമായ 16 ഭാഗങ്ങളായിട്ടാകുന്നു പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അവയിൽ ശാസ്ത്രീയവും സാങ്കേതികവുമായ 1067 പ്രബന്ധങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. 51 പ്രബന്ധങ്ങൾ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽനിന്നു് ലഭിച്ചവയാകുന്നു. അണുശാസ്ത്രജ്ഞനു് അതൊരു വിജ്ഞാനഭണ്ഡാകാരം തന്നെ. അണുശാസ്ത്രജ്ഞനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അത്രയും പ്രാധാന്യമുള്ള മറെറാരു സംഗതി അഗോളവ്യാപ്തിയിൽ അണുശാസ്ത്രജ്ഞർ സമ്മേളിച്ചു് സൌഹാർദ്ദപൂർവ്വം പ്രശ്നങ്ങൾ ചർച്ചചെയ്യുന്നതും അഭിപ്രായം കൈമാററം ചെയ്യുന്നതുമായ ആദ്യത്തെ സമ്മേളനം അതായിരുന്നുവെന്നതു കേവലം വസ്തുതമാത്രമാണു്. 1955 ആഗസ്റ്റ് 8-ാംനു- മുതൽ 20-ാംനു- വരെ നീണ്ടുനിന്ന സമ്മേളനത്തിൽ 73 രാഷ്ട്രങ്ങളുടെ പ്രതിനിധികളും ഐക്യരാഷ്ട്രാഭിമുഖ്യത്തിൽ സംഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ട എട്ടു പ്രത്യേക പ്രതിനിധി

സംഘങ്ങളും പങ്കെടുത്തു. വളരെക്കാലമായി മിക്ക അന്താരാഷ്ട്രീയ സമ്മേളനങ്ങളുടെയും രംഗമെന്ന നിലയിൽ ചരിത്രസിദ്ധിയാർജ്ജിച്ചിരുന്ന ജനീവ ഒരിക്കൽ കൂടി സജീവമായി. സമ്മേളനത്തിൽ 1428 ഔദ്യോഗിക പ്രതിനിധികളും 1334 ഔദ്യോഗികനിരീക്ഷകരും പങ്കെടുത്തു. വാർത്താവിതരണം, വാർത്താപ്രക്ഷേപണം, ചിത്രപ്രക്ഷേപണം, എന്നിവ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന സ്ഥാപനങ്ങളുടെതായി 902 പ്രതിനിധികൾ സന്നിഹിതരായിരുന്നു. പഠിപ്പിക്കുന്നതിലെന്നപോലെ കാര്യങ്ങൾ പഠിക്കുന്നതിലും ഉത്സുകരായിരുന്ന പ്രതിനിധികളുടെ സഹകരണമനോഭാവവും സ്നേഹവും സമ്മേളനങ്ങളിലും ചർച്ചകളിലും വ്യക്തമായിരുന്നു. അണുശക്തി രംഗത്തിൽ മുന്നോട്ടുള്ള ആദ്യത്തെ അടിവെപ്പായിരുന്ന 'പ്രെഡിസൻറ് ഐസൻഹോവറുടെ ഐക്യരാഷ്ട്രപൊതുസമ്മേളനത്തിലെ പ്രഭാഷണം' എന്നു പ്രാസംഗികർ വീണ്ടും വീണ്ടും അനുസ്മരിച്ചു.

ഭാവിയിൽ ലോകത്തിന്നാവശ്യമുണ്ടാകാവുന്ന അണുശക്തിയുടെ പരിമാണം, സാമ്പത്തികവശം എന്നിവക്കു സദൃശമായ പൊതുവിഷയങ്ങൾ സമ്പൂർണ്ണയോഗങ്ങളിലും, പ്രതികാരകങ്ങൾ, അണുഇന്ധനമൂലകങ്ങൾ, വിഭേദ്യഫലങ്ങൾ മുതലായ ശാസ്ത്രീയസാങ്കേതിക വിഷയങ്ങൾ ഏകകാലത്തിൽ നടക്കുന്ന സാങ്കേതിക വിഭാഗങ്ങളിലും ചർച്ചചെയ്യാവുന്ന തരത്തിലായിരുന്നു പരിപാടി തയ്യാറാക്കിയിരുന്നത്. ലോകപ്രശസ്തിയാർജ്ജിച്ചിരുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ പത്തു സായാഹ്നപ്രഭാഷണങ്ങൾ സമ്മേളനത്തിൻെറ ഒരു പ്രത്യേകതയായിരുന്നു. പ്രഭാഷണവിഷയങ്ങൾ പൊതുജനങ്ങൾക്ക് താല്പര്യമുളവാക്കുന്ന ശാസ്ത്രവിഷയങ്ങൾതന്നെ. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളും വേറെ എട്ടു രാഷ്ട്രങ്ങളും സമ്മേളനത്തിൽ സാങ്കേതിക രേഖകളും ഉപകരണങ്ങളും പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്നു. സമ്മേളനാവസാനത്തിൽ സ്വിസ്സർലാൻഡിലെ ഭരണകൂടത്തിന്നു വിരു

പൂൾ" പ്രതികാരകമായിരുന്നു അമേരിക്കൻഐക്യനാട്ടുകൾ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്നതു്.

സമ്മേളനവുമായി ഔദ്യോഗിക ബന്ധമില്ലാത്ത വിദ്യാഭ്യാസികവാണിജ്യ വ്യാവസായിക പ്രദർശനങ്ങളും സമ്മേളനാപസാരത്തിൽ ജനീവയിൽ കാണാമായിരുന്നു. വാണിജ്യവ്യവസായിക പ്രദർശന വസ്തുക്കൾ ഫ്രഞ്ച് സ്ഥാപനങ്ങളുടെയും ബ്രിട്ടീഷ്സ്ഥാപനങ്ങളുടെയുമായിരുന്നു. അമേരിക്കൻഐക്യനാട്ടുകളുടെതായി 'അണു സമാധാനത്തിന്നു്' എന്ന വിദ്യാഭ്യാസിക പ്രദർശനരംഗവും, അമേരിക്കൻ വാണിജ്യ വ്യാവസായിക സ്ഥാപനങ്ങളുടെതായി ചില പ്രകടനങ്ങളും ഉണ്ടായിരുന്നു. സമ്മേളനത്തോടനുബന്ധിച്ചുള്ള ഒരു രംഗത്തിൽ ദിവസേന പ്രാമാണികവും സാങ്കേതികവുമായ ചലച്ചിത്രങ്ങൾ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്നു. ഇംഗ്ലീഷ്, ഫ്രഞ്ച്, റഷ്യൻ സ്പാനിഷ് എന്നീ നാലുഭാഷകളിലും രചിച്ചിരുന്ന 21 ചലച്ചിത്രങ്ങൾ ആയിരുന്നു അവിടെ പ്രദർശിപ്പിച്ചതു്. സ്ഥലദൌർല്ലഭ്യംകൊണ്ടു് ജനീവാസമ്മേളന നടപടികളുടെ പൂർണ്ണവിവരണം ഇവിടെ നൽകുന്നില്ല അമേരിക്കൻഐക്യനാട്ടുകളുടെ ഔദ്യോഗിക പ്രതിനിധികൾ സമ്മേളനത്തിൽ എടുത്ത പങ്കുമാത്രം ഇവിടെ സമഗ്രമായി വിവരിക്കുന്നു.

ഉൽഘാടനയോഗത്തിൽ പങ്കെടുത്ത അവസരത്തിൽ അമേരിക്കൻ പ്രതിനിധിസംഘത്തിൻെറ അദ്ധ്യക്ഷൻ സ്റ്റ്റാസ് നിർമ്മാണാത്മകമായ അണുശക്തി പ്രയോഗകാര്യങ്ങളിൽ മററു രാഷ്ട്രങ്ങളുമായി സഹകരിക്കുവാനും ലോകപുരോഗതിക്കായി പ്രവർത്തിക്കുവാനുമുള്ള അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളുടെ അഭിലാഷം പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവർ പുനർദൃഢീകരിച്ചതു് അവതരിപ്പിച്ചു. സമ്മേളനത്തെ സംബന്ധിച്ചു് പ്രസിഡൻറ് ഇങ്ങിനെ തുടന്നു.

"ഇത്രയുമധികം വ്യാപ്തിയും പ്രാധാന്യവുമുള്ളതോ, വിസ്തൃത താല്പര്യമുൾക്കൊള്ളുന്നതോവായ മറെറാരു ശാസ്ത്രീയ സമ്മേളനം ഇതേവരെയുണ്ടായിട്ടില്ല. ലോകജനതകളുടെയെല്ലാം പ്രതിനിധികൾ ഇവിടെകാണാം. ദീർഘകാലമായി ഭഞ്ജിക്കപ്പെട്ടു കിടക്കുന്ന സ്വാതന്ത്ര്യ ശാസ്ത്രീയ വാർത്താവിനിമയ രീതി പുനഃസ്ഥാപിക്കുവാനുള്ള ഒരു സുവർണ്ണാവസരം നിങ്ങളെ കാത്തുനില്ക്കുന്നു. നിങ്ങളിൽ ഓരോരുത്തനും അവനവൻെറ രാജ്യത്തിൽ സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കു് അണുശക്തി പ്രയോഗിക്കാവുന്ന രീതികളെപ്പററി ഇതേവരെ സമ്പാദിച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ ശതാബ്ദങ്ങളിലൂടെ നിലനിന്നു പോന്നിട്ടുള്ള സ്വാതന്ത്ര്യപാരമ്പര്യമുള്ള സ്വിറ്റ്സർലൻഡിൻെറ ഉദാരവും സ്നേഹമസൃണവുമായ അന്തരീക്ഷത്തിൽ വിതരണം ചെയ്തു കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുന്നതായിരിക്കും."

സമാപനയോഗത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ അണുശക്തി കമ്മീഷണർ ഡാക്ടർ വില്ലാർഡ് എഫ്. ലിബ്ബി "സമാധാനപരമായ അണുശക്തി പ്രയോഗങ്ങളിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളുടെ സഹകരണപരിപാടി" എന്ന വിഷയത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഒരുപ്രബന്ധം അവതരിപ്പിച്ചു. അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾ ശേഖരിച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുന്നതിന്നായി നാളിതുവരെചെയ്തു കഴിഞ്ഞതു് അദ്ദേഹംവിവരിച്ചു. 47 വിദേശ രാജ്യങ്ങൾക്കു് തേജഃസ്ഫുരക ഐസൊടൊപ്പുകൾ കപ്പലിൽ കടത്തുമതിചെയ്തിട്ടുള്ളതു്. തേജഃസ്ഫുരക ഐസൊടോപ്പുകൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിൽ വിദേശിയക്കു് നൽകിയ പരിശീലനം, പ്രതികാരക സാങ്കേതികകലയിലും അർബുദഗവേഷണങ്ങളിലും പരിശീലനം ആവശ്യപ്പെട്ടുന്ന രാജ്യങ്ങൾക്കു്, സാങ്കേതികഗ്രന്ഥ

സംഭാവനകളും മററും നല്കുന്നതിനുള്ള ഏർപ്പാടുകൾ എന്നി വയായിരുന്നു അദ്ദേഹം പ്രബന്ധത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിരുന്ന ചില ഇനങ്ങൾ. മററു രാഷ്ട്രങ്ങളുമായി അമേരിക്കൻ ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങൾ ദ്വിപക്ഷീയ കരാറുകളിൽ ഏർപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞിരുന്ന സംഗതിയും അദ്ദേഹം സൂചിപ്പിച്ചു. അതേവരെ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ചെയ്തുകഴിഞ്ഞതെല്ലാം വിവരിച്ചതിൽപിന്നെ ലോകത്തിലാകമാനമായി അണുശക്തി കാര്യങ്ങൾ സഹകരണാടിസ്ഥാനത്തിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാനായി അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധി സംഘം ഒന്നു സ്ഥാപിക്കുവാനുള്ള അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ നിർദ്ദേശം സമ്മേളനത്തിൻെറ ശ്രദ്ധയിൽപെടുത്തി.

സാങ്കേതിക സമ്മേളനത്തിലെ ചർച്ചകളിലും അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ പ്രതിനിധികൾ ധാരാളം പങ്കുകൊണ്ടു. സമ്മേളനപരിപാടിയിൽ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരുന്ന ഓരോ വിഷയത്തിലും അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടിൻെറ പ്രതിനിധികൾക്കു് ഓരോ പ്രബന്ധമെങ്കിലും സമർപ്പിക്കുവാനുണ്ടായിരുന്നു. ഓരോയോഗത്തിലും ഐക്യനാടുകളുടെതായ ഓരോ പ്രബന്ധമെങ്കിലും വായിക്കുകയുമുണ്ടായി. ചർച്ചകൾ നടത്തിയതു് ഒരു പ്രത്യേക തരത്തിലായിരുന്നു. ആദ്യമായി ഒരു വിഷയത്തെക്കുറിച്ചു് സമ്മേളനത്തിന്നു സമർപ്പിക്കപ്പെട്ട പ്രബന്ധങ്ങളെല്ലാം വായിച്ചു അതിനെ തുടന്നു് ചർച്ചകൾ നടന്നു. ചർച്ചക്കനുവദിക്കപ്പെട്ട സമയം കുറവായിരുന്നാലും സമ്മേളനത്തിൽ അനുവദിക്കപ്പെട്ട വിഷയങ്ങൾ മിക്കവാറും ഇദംപ്രഥമമായി പരസ്യമാക്കപ്പെട്ടവയായിരുന്നതുകൊണ്ടു് അമൂല്യമായ അണുശക്തി കാര്യജ്ഞാനം വിതരണം ചെയ്യുന്നതിൽ പ്രസ്തുത ചർച്ചാരീതി വളരെയധികം ഫലപ്രദമായിരുന്നു. സമ്മേളനത്തിൻെറ സാങ്കേതിക യോഗങ്ങളിൽ വായിക്കപ്പെട്ട മിക്ക പ്രബന്ധങ്ങളും

സമർപ്പിച്ചതു് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ വിദഗ്ദരായിരുന്നു. മിക്കപേരും അവരവർ പ്രത്യേക പഠനത്തിന്നു വിഷയമായ അണുശക്തി കാര്യങ്ങളിൽ വൈദഗ്ദ്ധ്യംനേടിയവരിൽ മുമ്പരുമായിരുന്നു.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളുടെ ശാസ്ത്രകാര്യ കാര്യദർശികൾ പതിനൊന്നുപേർ സമ്മേളനത്തിൽ വായിക്കപ്പെട്ടവയും സമ്മേളനത്തിന്നു സമർപ്പിക്കപ്പെട്ടവയുമായ പ്രബന്ധങ്ങളുടെയും, സാങ്കേതിക യോഗങ്ങളിൽ നടന്ന ചർച്ചകളുടെയും സംക്ഷിപ്തവിവരങ്ങൾ തയ്യാറാക്കി. ചർച്ചകൾക്കു തയ്യാറെടുക്കുന്നതിൽ അംഗങ്ങളെ സഹായിക്കുന്ന പ്രധാന ജോലിയും അവർ നിർവ്വഹിച്ചു. അവർ നൽകിയിരുന്ന വിവരണങ്ങൾ രാജ്യകാര്യ കാര്യദർശിക്കു ഔദ്യോഗിക പ്രതിനിധികൾ സമർപ്പിച്ച വിവരണങ്ങളുടെ അംശമായി പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഐക്യരാഷ്ട്രകാര്യാലയ സമ്മേളനനടപടികളുടെ സമ്പൂർണ്ണ വിവരണങ്ങളും സമ്മേളനത്തിന്നു സമർപ്പിക്കപ്പെട്ട വിവിധ പ്രബന്ധങ്ങളുടെ മൂലങ്ങളും അങ്ങിനെ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

നാലു സായഹ്നപ്രഭാഷണങ്ങൾ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞരായിരുന്നു നടത്തിയതു്. അവയിൽ പ്രതിപാദ്യം "അതിതീവ്രധാരാവേഗവർദ്ധകങ്ങൾ", "പ്രാഥമിക കണികകൾ: ലൈററ് മെസാണുകൾ", "തേജഃസ്ഫുരകാംഗാരകാലനിർണ്ണയം", "തേജോവികിരണപ്രതികരണരൂപാന്തരീകരണം" എന്നിവയായിരുന്നു. മുൻപ്രസ്താവിച്ചപോലെഅവ പൊതുജനതാല്പര്യമുളവാക്കുന്ന ശാസ്ത്രീയ വിഷയങ്ങൾ തന്നെ.

ജനീവാസമ്മേളനം പ്രാധാന്യം നൽകിയതു് ചർച്ചകൾക്കും കൂടിയാലോചനകൾക്കും ആയിരുന്നുവെങ്കിലും സമ്മേളനത്തോടനുബന്ധിച്ചിരുന്ന പ്രദർശനങ്ങളും മററും സമ്മേളനാംഗങ്ങളിലും, ലോകവാർത്താവിതരണസ്ഥാപനങ്ങളിലും, വാർത്താപ്രക്ഷേപണസ്ഥാപനങ്ങളിലും, പ്രതിനിധി സംഘ

ങ്ങളിലും ഗംഭീരമായ ധാരണയുളവാക്കി. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളുടെ സാങ്കേതികപ്രദർശനവസ്തുക്കൾ ഏകദേശം 36000 കാണികളെ ആകർഷിച്ചിരുന്നു. അത്ഭുതകരമായ ആ പ്രദർശനരംഗത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലെ 106 വാണിജ്യസ്ഥാപനങ്ങളും വിദ്യാഭ്യാസിക പ്രതിനിധിസംഘങ്ങളുമായി പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്ന പത്തുപ്രതികാരകമാതൃകകളും, തേജ: സ്ഫുരക മൂലകങ്ങളിൽ ചിലവയും, സാമാന്യം വലുതായ "ധൂമകോഷ്ഠ" പ്രവർത്തനവും, യാഥാർത്ഥ 'ഊഷ്മ'ളപരിശോധനാലയവും, തേജഃപ്രസരങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുവാനുതകുന്ന അനവധി ഉപകരണങ്ങളും, തേജോവികിരണപ്രദാനം ചെയ്യപ്പെട്ടിരുന്ന ചില ചെടികളുടെ മാതൃകകളും, വൈദ്യുതമസ്തിഷ്കം എന്ന ഗണനയന്ത്രവും, രോഗചികിത്സയിൽ അണുശക്തി പ്രയോഗങ്ങളും ഉണ്ടായിരുന്നു.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളുടെ പ്രദർശനരംഗംപോലെ തന്നെ അത്രയും വലുതായിരുന്നതു് സോവിയററ് പ്രദർശനരംഗംമാത്രമായിരുന്നു. അതിൽ മൂന്നു പ്രതികാരകമാതൃകകളും, അനവധി തേജഃസ്ഫുരകധാതവപദാർത്ഥങ്ങളും, പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കാവുന്ന അനവധി സാമഗ്രികളും പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്നു. അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളിൽ റഷ്യക്കും സാമാന്യം നല്ല പുരോഗതിയുണ്ടായിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നുവെന്നു് അവ വ്യക്തമാക്കിയെങ്കിലും അവരുടെ സാമഗ്രികളുടെ നിലവാരം ഐക്യനാട്ടുകളുടെ സാമഗ്രികളുടെതിൽ താണിരുന്നുവെന്ന ബോധമാണു് സാമാന്യമായി പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടതു്.

ജനീവാപട്ടണത്തിലുള്ള 'രാഷ്ട്രമാളിക'യിൽ ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടൻെറ നേതൃത്വത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടത്തിയിരുന്ന വാണിജ്യപ്രദർശനത്തിൽ അവരുടെ 'കാൽഡർഹാൾ' പ്രതികാരകമാതൃ

കയും, ആറുവ്യത്യസ്തപ്രതികാരകങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുവാനുതകുന്ന ഇനങ്ങളും ഉണ്ടായിരുന്നു. കാനഡയും സ്കാൻഡിനേവിയൻ രാജ്യങ്ങളും ഓരോ പ്രതികാരകം അവിടെ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്നു. സ്വീഡൻെറ വകയായി കൊണ്ടുനടക്കാവുന്ന തേജോവികിരണ ചികിത്സാ സന്നാഹം ഒന്നും ഉണ്ടായിരുന്നു. ബൽജിയം അനവധി അണുശക്തി ഉപകരണങ്ങൾ പ്രദർശിപ്പിക്കുകയും അനവധി ഗവേഷണങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള വിശദവിവരങ്ങൾ നൽകുകയും ചെയ്തിരുന്നു. ബൽജിയൻ കോംഗോവിലെ വിശ്രുതമായ ഷിൻകൊലോബ് യുറേനിയം ഖനികളുടെ പടങ്ങൾ ചുമരുകളിൽ തൂക്കിയിരുന്നു. ഫ്രഞ്ച് പ്രദർശനരംഗത്തിൽ അയിരുകൾ ഖനനംചെയ്യുന്നതിന്നും പാകപ്പെടുത്തുന്നതിന്നും ഉള്ള പ്രയോഗങ്ങൾക്കു വളരെ പ്രാധാന്യം നൽകിയിരുന്നു. അവിടെ ഒരു പ്രതികാരകത്തിൻെറ ഭാഗികമാതൃകയും പ്രതികാരകനിയന്ത്രണം വ്യക്തമാക്കുന്ന ചിത്രപ്പലകയും ഉണ്ടായിരുന്നു.

സമ്മേളനത്തിൽ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്നവയിൽ ഏററവും അധികം ഫലപ്രദമായതു് ഒരുപക്ഷെ അമേരിക്കൻഐക്യനാടുകളുടെ ഗവേഷണപ്രതികാരകം തന്നെ. അതു് "സ്വിമ്മിങ്പൂൾ" ഇനത്തിൽപ്പെട്ടതും യഥാർത്ഥമായി പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നതുമായിരുന്നു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുമായി ദ്വിപക്ഷീയകരാറുകളിൽ ഏർപ്പെടുന്ന രാഷ്ട്രങ്ങളിൽ നിർമ്മിക്കാവുന്നതരം പ്രതികാരകങ്ങളുടെ മാതൃക എന്ന നിലയിൽ ഓക്ക്റിഡ്ജ് ദേശീയപരീക്ഷണശാല നിർമ്മിച്ചതായിരുന്നു പ്രസ്തുത പ്രതികാരകം. ഭേദ്യമായ യുറേനിയം 235 കൊണ്ടു് 20% സമൃദ്ധമാക്കിയ യുറേനിയം ആയിരുന്നു അതിലെ ഇന്ധനം. സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾക്കു വേണ്ടി അന്താരാഷ്ട്രീയ ഭേദ്യപദാർത്ഥഭണ്ഡാകാരത്തിലേക്കു് ഇത്തരം ഇന്ധനമായിരുന്നു അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ സംഭാവനചെയ്യുവാൻ ഏററിരുന്നതു്.

C-124 'ഗ്ലോബ്'മാസ്റ്റർ' വിമാനവും C-54 വിമാനവും കൂടിയായിരുന്നു ടെന്നസ്സിയിലെ നോക്സ്‌വില്ലിൽനിന്നു സ്വിററ്സർലൻഡിലെ ജനീവക്കു് അതു വഹിച്ചുകൊണ്ടു പറന്നതു്.

അവിടെയെത്തിയതിൻെറ 14-ാം ദിവസം അതു സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു, പ്രവർത്തനം തുടങ്ങി. പ്രദർശനം നടന്നിരുന്ന കെട്ടിടത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലായിരുന്നു അതു് സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്നതു്. 10 അടിവ്യാസമുള്ള ഉരുൾ രൂപത്തിലുള്ളതും വെള്ളം നിറച്ചിരുന്നതുമായ ഇരുമ്പു പാത്രത്തിൻെറ അടിയിലായിരുന്നു പ്രതികരണകേന്ദ്രം. പാത്രത്തെ ദൃഢമായ പാറക്കെട്ടുള്ള സ്ഥലത്തിൽ 20 അടി ആഴത്തോളം കുഴിച്ചു് ഇറക്കിയിരുന്നു. പ്രദർശനവേളയിൽ ഓരോമണിക്കൂറിലും പതിനഞ്ചുമിനിററുവീതം പ്രതികാരകം പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു് അതിൻെറ മികച്ച കഴിവനുസരിച്ചുള്ള 100 കിലോവാററ്ശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുമാറാക്കിയിരുന്നു. അലുമിനിയം തകിടുകൾക്കിടയിൽ അമർത്തിപ്പിടിക്കപ്പെട്ടവയും പാത്രത്തിന്നടിയിലുള്ള അലുമിനിയക്കട്ടകളാൽ താങ്ങിനിർത്തപ്പെട്ടവയുമായി 23 ഇന്ധനാംഗങ്ങൾ അതിലുണ്ടായിരുന്നു. അതിലേ 13000 ഗാലൻ സാധാരണജലം ശീതകാരകമായും, വേഗശമകമായും, മറയായും പ്രവർത്തിച്ചിരുന്നു.

സമ്മേളനാവസരത്തിൽ ആ പ്രതികാരകം സ്വിസ് ഭരണകൂടത്തിന്നു് വില്ക്കപ്പെട്ടുകയും സ്വിസ് അണുശക്തി കമ്മീഷൻ 25%വും സ്വിററ്സർലൻഡിലെ സ്വകാര്യവ്യവസായങ്ങൾ 75%വും മുതൽ മുടക്കി സ്ഥാപിച്ചിരുന്ന "പ്രതികാരകങ്ങൾ (ക്ലിപ്തം)" എന്ന സ്ഥാപനത്തിന്നു അതു കൈമാററം ചെയ്യപ്പെട്ടുകയുമുണ്ടായി. 1955 ജൂലായ് 18-ാംനു- അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളും സ്വിറാ്സർലൻഡും ഒപ്പുവെച്ച ദ്വിപക്ഷീയ കരാറനുസരിച്ചതായിരുന്നു പ്രസ്തുത നടപടി. 1955 ആഗസ്റ്റ് 20ാംനു- ഔപചാരികമായി

രേഖകൾ കൈമാററം ചെയ്യപ്പെട്ടു. രണ്ടു ദിവസം കഴിഞ്ഞു് സ്വിസ് സ്ഥാപനം പ്രതികാരകം സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്ന കെട്ടിടം ഏറെറടുത്തു.

ജനീവ 'രാഷ്ട്രീയമാളിക' യിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ സമ്മേളനാവസരത്തിൽ സ്ഥാപിച്ചിരുന്ന സാങ്കേതിക ഗ്രന്ഥാലയത്തിലെ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ സമ്മേളനാവസാനത്തിൽ ഐക്യരാഷ്ട്ര ഗ്രന്ഥാലയത്തിലേക്കു സംഭാവന ചെയ്യപ്പെട്ടു. അതിൽ സൂചികാഖണ്ഡങ്ങളോടുകൂടിയവയും അച്ചടിച്ചും ഛായാഗ്രഹണംകൊണ്ടും തയ്യാറാക്കിയവയുമായി 5200 വിവരണഗ്രന്ഥങ്ങളും, അമേരിക്കൻ പ്രസാധകർ സംഭാവന ചെയ്തിരുന്നവയും അണുശക്തി കാര്യം പ്രതിപാദിക്കുന്നവയുമായി 50 ഗ്രന്ഥങ്ങളും, അണുശക്തിയെക്കുറിച്ചുള്ള ലേഖനങ്ങൾ അടങ്ങിയിരുന്ന 62 അനുകാലികങ്ങളും, ഐക്യനാടുകളുടെ പ്രദർശനവിഭാഗത്തെ വിശദീകരിക്കുന്ന 48 വിവരണങ്ങളും, അണുശക്തി കമ്മീഷന്റെ ഏഴായിരത്തോളം വരുന്ന വിവരണങ്ങളുടെ സൂക്ഷ്മലേഖനങ്ങൾ വായിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്ന രണ്ടുയന്ത്രങ്ങളും, സമ്മേളനംസംബന്ധിച്ച രേഖകളുടെ രണ്ടുവീതം പ്രതികളും, വാണിജ്യപരമായ പ്രദർശനവസ്തുക്കളുടെ 89 വിവരണങ്ങളും അടങ്ങിയിരുന്നു. അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അത്യന്തുതകരമായ ഈ ഗ്രന്ഥശേഖരം ഐക്യനാടുകളിലെ 47കേന്ദ്രങ്ങൾക്കും അന്താരാഷ്ട്രീയ സ്ഥാപനങ്ങൾക്കുമായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തിക്കമ്മീഷൻ സംഭാവന ചെയ്തിട്ടുള്ളവയ്ക്കു സദൃശമായിരുന്നു പുതിയ ഗ്രന്ഥങ്ങളോ മറെറാ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുമ്പോഴെല്ലാം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ നിന്നു സാങ്കേതിക ഗ്രന്ഥസംഭാവന ലഭിച്ചിട്ടുള്ള എല്ലാ കേന്ദ്രങ്ങൾക്കും അണുശക്തികമ്മീഷൻ അവ അയച്ചു കൊടുത്തു് അദ്യാവധികമാക്കുന്നുമുണ്ടു്

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ സമ്മേളനത്തിൻെറ നാലു ഔദ്യോഗികഭാഷകളിലും വെവ്വേറെയായി തയ്യാറാക്കിയിരുന്ന എട്ടു സാങ്കേതിക ചലച്ചിത്രങ്ങളും കൂടി ഇവിടെ സൂചിപ്പിക്കാം. "ഗവേഷണത്തിന്നു് അണുകേന്ദ്ര പ്രതികാരകങ്ങൾ", "സോഡിയം ഗ്രാഫൈറ്റ് പ്രതികാരകത്തിൻെറ പുരോഗമന വിവരണം", "ഏകജാതീയ പ്രതികാരക വികസനം", "ആർഗോൺ ഗവേഷണ പ്രതികാരക നിർമ്മാണം", "കഠിനജല പ്രതികാരകത്തിൽ രക്ഷാകാര്യ പരിശോധനകൾ", "തേജഃസ്ഫുരക ഐസൊടോപ്പുകൾ", "മാനുഷികപ്രയോഗങ്ങൾ", "സാമാന്യശാസ്ത്രത്തിൽ തേജഃസ്ഫുരകഐസൊടോപ്പ്", "അണുവിന്നു A" എന്നിവയായിരുന്നു ചലച്ചിത്രങ്ങളുടെ ശീർഷകങ്ങൾ. ഇംഗ്ലീഷിൽ മാത്രമായിരചിച്ചിരുന്ന "ബോറാക്സ്" എന്ന ഒരു ചലച്ചിത്രവും സമ്മേളനത്തിൽ ഒരിക്കൽ പ്രദർശിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി.

അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചു് സമ്മേളനാംഗങ്ങൾക്കു് കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ നൽകുവാനും സാങ്കേതിക പ്രബന്ധങ്ങളിലും വിവരണങ്ങളിലും പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്ന വിഷയങ്ങൾ അദ്യാവധികമാക്കുവാനും "ഉൽഗ്രഥിതപ്രമാണഗ്രന്ഥം" എന്ന ശീർഷകത്തിൽ എട്ടുഭാഗങ്ങളായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരുന്ന ഗ്രന്ഥാവലി അംഗങ്ങൾക്കു വിതരണംചെയ്യപ്പെട്ടു. അണുവിൻെറ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള വിജ്ഞാനഭണ്ഡാകാരം തന്നെയാണവ. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ സമ്പാദിച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ ലോകമാകമാനമായി കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുവാൻ അവർ സസന്തോഷം തയ്യാറാണെന്നുള്ളതിന്നുള്ള സൂചനകൂടിയായിരുന്നു അതു്. അനവധി വർണ്ണചിത്രങ്ങളോടുകൂടി സമ്മേളനത്തിൻെറ നാലു് ഔദ്യോഗികഭാഷകളിലും

പ്രത്യേകമായി രചിച്ചു പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരുന്ന ഗ്രന്ഥാവലി യുടെ ആമുഖഗ്രന്ഥത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തികമ്മീഷൻ അദ്ധ്യക്ഷനായ സ്റ്റ്റാസ് ഇപ്ര കാരം പ്രസ്താവിക്കുന്നു: "അണുവിൻെറ ശക്തി ലോകസമാ ധാനത്തിന്നുള്ള ഉദാരബലമാക്കിത്തീക്കുവാൻ കഴിവുള്ള പുരുഷന്മാരും സ്ത്രീകളുമായ ശാസ്ത്രജ്ഞക്കും, വാസ്തുവിദ്യാ വിദഗ്ദക്കും ഈ ഗ്രന്ഥാവലി പ്രായോഗിക പ്രയോജനം ധാരാളം നൽകുമെന്നു് ഞങ്ങൾ ആത്മാത്ഥമായി പ്രത്യാശി ക്കുന്നു''

എട്ടുരാഷ്ട്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള 150 സ്ഥാപനങ്ങൾ വിദ്യാ ഭ്യാസിക വാണിജ്യ പ്രദശ്നങ്ങളിൽ പങ്കെടുത്തിരുന്നു. മുൻപ്രസ്താവിച്ച കഴിഞ്ഞ സാങ്കേതിക പ്രദശ്നത്തിന്നു പുറമെ ഫ്രാൻസ്, ഗ്രെയ്റ്ററ് ബ്രിട്ടൺ, അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ എന്നിവയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ വിദ്യാഭ്യാസ പരമായ പ്രദശനവസ്തുക്കളുമുണ്ടായിരുന്നു. "സമാധാന ത്തിന്നു് അണുശക്തി'' അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ പ്രദ ശിപ്പിച്ചിരുന്നു. ആദ്യമായി 1954 സെപ്തമ്പറിൽ പടിഞ്ഞാ റൻ ബർലിനിൽ വിജയകരമായി പ്രദശിപ്പിച്ചിരുന്നതായി രുന്നു അതു്. പ്രസ്തുത സമ്മേളനത്തിന്നു മുമ്പും പിമ്പുമായി അതു് യൂറോപ്പിലെ മററനവധി സ്ഥലങ്ങളിലും പ്രദശിപ്പി ക്കുകയുണ്ടായി.

അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപ്രയോഗങ്ങൾ ചർച്ച ചെയ്യുവാനുള്ള ഐക്യരാഷ്ട്ര സമ്മേളനത്തിൻെറ ഫല ങ്ങൾ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ അണുശക്തിക മ്മീഷൻ നല്ലപോലെ വ്യക്തമാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഒന്നു്, അണുശാസ്ത്രജ്ഞരും വാസ്തുവിദ്യാവിദഗ്ദരും അന്താരാഷ്ട്രീയ നിലവാരത്തിൽ സമ്പക്കം പുലത്തിപ്പോരാനുതകുന്ന മാഗ്ഗം സമ്മേളനത്തിൽ നടന്ന വിജ്ഞാനവിനിമയം വീണ്ടും തുറന്നുവിട്ടു. രണ്ടു്, ലോകചരിത്രത്തിൽ ആദ്യമായി

ഗണ്യമായ തോതിൽ ശാസ്ത്രീയവും സാങ്കേതികവുമായ വിവരങ്ങൾ വിനിമയം ചെയ്യപ്പെട്ടു; സമ്മേളനത്തിൽ പങ്കെടുത്തഓരോ രാഷ്ട്രത്തിന്നും പുതുതായി ചിലതെല്ലാം പഠിക്കുവാനുണ്ടായിരുന്നു. മൂന്ന്, വർത്തമാനപത്രങ്ങളിൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച സമ്മേളന നടപടികളിലെ വിവരണങ്ങളിൽ നിന്ന് ലോകത്തിലെ ജനങ്ങൾക്ക് അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചു വളരെയധികം കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിച്ചു. നാല്, അമേരിക്കൻ ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങൾ സമ്മേളനത്തിന്ന് സമർപ്പിച്ച പ്രബന്ധങ്ങൾ, കൈവശമുള്ള ശാസ്ത്രീയസാങ്കേതിക വിവരങ്ങൾ ലോകത്തിലെ എല്ലാരാഷ്ട്രങ്ങൾക്കും നൽകുവാനും അണുശക്തിയെ സമാധാനത്തിന്നായി പ്രയോഗിക്കുവാനും ഐക്യനാടുകൾ തയ്യാറുണ്ടെന്ന് മററുരാഷ്ട്രങ്ങൾക്കു വിശ്വസിക്കുവാൻ സഹായിച്ചു. അവസാനം, അമേരിക്കയിലെ ഐക്യനാടുകൾ ന്യായവും സുസ്ഥിരവുമായുള്ള ലോകസമാധാനം നേടുവാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നുണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കുവാനും അവയെ അഭിനന്ദിക്കുവാനും ലോകത്തിലെ അനവധി ജനങ്ങൾക്ക് സാധിച്ചു

അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധി സംഘം

പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവർ 1953 ഡിസമ്പർ 8-ാംനു-, വിശ്രുതമായ ഐക്യരാഷ്ട്ര സമ്മേളനപ്രഭാഷണത്തിൽ ആദ്യമായി ഉന്നയിച്ച അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധിസംഘം സ്ഥാപിക്കണമെന്ന് അമേരിക്കയിലെ ഐക്യനാടുകൾ നിർദ്ദേശിക്കുവാൻ ഇടവരുത്തിയ സംഗതികൾ ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു. അങ്ങിനത്തെ ഒരു പ്രതിനിധിസംഘം സ്ഥാപിക്കുന്നതിന്ന് വിവിധരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ സമ്മതിലഭിക്കുന്നതിന്നുമുമ്പ് തല്പര രാഷ്ട്രങ്ങൾ തമ്മിൽ സുദീർഘവും ക്ലേശകരവുമായ ചർച്ചകളും കൂടിയാലോചനകളുംവേണ്ടി വരുമെന്ന് അതിവേഗം വ്യക്തമായതു

കൊണ്ടു് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ, മുൻപ്രസ്താവിച്ചിട്ടുള്ള തരത്തിൽ ദ്വിപക്ഷീയകരാറുകൾ രൂപീകരിക്കുവാനുള്ള അവരുടെ പരിപാടിയുമായി മുന്നോട്ടുപോയി. അണുശക്തി ആഗോള വ്യാപ്തിയിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാൻ എല്ലാരാഷ്ട്രങ്ങളുടെയും സമ്മതത്തോടുകൂടി അന്താരാഷ്ട്രീയ പ്രതിനിധിസംഘം സ്ഥാപിക്കുന്നതുവരെ കാത്തുനില്ക്കാതെ അണുശക്തി സമാധാനപരമായി പ്രയോഗിക്കത്തക്കവണ്ണം വിവരങ്ങൾ കൈമാററം ചെയ്യുവാൻ ദ്വിപക്ഷീയകരാറുകൾ സഹായകമായിതീൎന്നു.

1954 ൻെറ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ അന്താരാഷ്ട്രീയഅണുശക്തി പ്രതിനിധിസംഘം സ്ഥാപിക്കണമെന്നുള്ള ആവശ്യം സോവിയററ് ഐക്യത്തെ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ അറിയിച്ചു. നിർദ്ദേശത്തിൽ അണ്വായുധപ്രയോഗം നിയന്ത്രിക്കുവാനുള്ള വ്യവസ്ഥകൾ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരുന്നില്ലെന്ന കാരണത്താൽ സോവിയററ് ഐക്യം അതുനിരസിച്ചു. അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾ സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുവാൻ വിവിധ രാഷ്ട്രങ്ങളെ കൂട്ടിയിണക്കി ഒരു പ്രതിനിധിസംഘം സ്ഥാപിക്കുന്നതു് പ്രധാനവും യുക്തവുമായ പ്രാരംഭനടവടിയാണെന്നതായിരുന്നു ഐക്യനാടുകളുടെ നില. സോവിയററ് ഐക്യവുമായി ആലോചനകൾ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ തന്നെ അവർ സഹകരിക്കുവാൻ തയ്യാറില്ലെന്നതു് വകവെക്കാതെ, അന്താരാഷ്ട്രീയ പ്രതിനിധിസംഘം സ്ഥാപിക്കുന്നതിന്നുവേണ്ടിയുള്ള കരടുനിയമം തയ്യാറാക്കുന്നതിന്നുള്ള നിർദ്ദേശം അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ഐക്യരാഷ്ട്രസംഘടനയിൽ ഉന്നയിച്ചു.

അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധി സംഘം സ്ഥാപിക്കുവാനായി അതേവരെ ചെയ്ത പരിശ്രമങ്ങളെ ശരിവെച്ചുകൊണ്ടും അതു താമസംവിനാസ്ഥാപിക്കപ്പെടേണ്ടതാണെന്നു പ്രേരിപ്പിച്ചുകൊണ്ടുമുള്ള പ്രമേയം 1954 ഡിസംബർ

4-ാംനു- ഐക്യരാഷ്ട്രസംഘടനയുടെ പൊതുസമ്മേളനം ഐകകണ്ഠ്യേന സ്വീകരിച്ചു. പൊതുസമ്മേളനത്തിൻെറ ആഗ്രഹം നിറവേററുവാനായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾ, ആസ്ട്രേലിയ, ബെൽജിയം, കാനഡ, ഫ്രാൻസ്, പോർച്ചുഗൽ, തെക്കെ ആഫ്രിക്ക, ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടൻ എന്നീ രാഷ്ട്രങ്ങൾ അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധിസംഘത്തിന്നുള്ള കരടുനിയമം, കൂടിയാലോചനകളിൽ പങ്കെടുത്ത എല്ലാ രാഷ്ട്രങ്ങൾക്കും സ്വീകാര്യമായതരത്തിൽ, തയ്യാറാക്കി. 1955 ജൂലായിൽ കരടുനിയമം സൊവിയററ് ഐക്യത്തിന്നു സമർപ്പിക്കപ്പെട്ടു. 1955 ആഗസ്റ്റിൽ അതു് ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയിലെ എല്ലാ അംഗരാഷ്ട്രങ്ങൾക്കും ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ സവിശേഷപ്രതിനിധിസംഘങ്ങൾക്കും അയക്കുകയുണ്ടായി. അവരുടെയെല്ലാം അഭിപ്രായങ്ങൾ ആവശ്യപ്പെട്ടിരുന്നു. വളരെയധികംപേർ അവ യഥാകാലം സമപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു.

കരടുനിയമം കൂട്ടതൽ ചർച്ചചെയ്യുവാനായി പ്രവത്തകസമിതിനിലവാരത്തിലുള്ള ഒരു യോഗം 1955 ഒക്ടോബർ 21-ാംനു അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾ വിളിച്ചുകൂട്ടി. മുൻപ്രസ്താവിച്ച എട്ടു രാഷ്ട്രങ്ങൾക്കുപുറമെ സോവിയററ് ഐക്യം, ചെക്കൊസ്ലൊവാക്കിയ, ബ്രസിൽ, ഇൻഡ്യ എന്നീ രാഷ്ട്രങ്ങളെയും യോഗത്തിൽ പങ്കെടുക്കുവാൻ അമേരിക്കയിലെ ഐക്യനാട്ടുകൾ ക്ഷണിച്ചിരുന്നു. പതിവുപോലെതന്നെ കൂടിയാലോചനകൾ, സുദീർഘവും, സങ്കീർണ്ണവും, ക്ലേശകരവും ആയിരുന്നു. 1956 ഏപ്രിൽ 18-ാംനു ആലോചനാസമിതി, കരടുനിയമം അംഗങ്ങൾക്കെല്ലാം സ്വീകാര്യമാണെന്നവിവരം അറിയിച്ചു. 1956 ഒക്ടോബർ 23-ാംനു യോഗത്തിൽ പങ്കുകൊണ്ട 81 രാഷ്ട്രങ്ങളും നിയമം സ്വീകരിച്ചു. 1957 ജൂലായി 29-ാംനു പ്രാബല്യത്തിൽ വരേണ്ടതായ നിയമം അതിൽ ഒപ്പുവെച്ച ഓരോരാഷ്ട്രവും ദൃഢീകരിക്കേണ്ടതുമാത്രമാണു് അവശേഷിച്ചതു്. രാഷ്ട്രങ്ങൾ വലുതായാലും

ചെറുതായാലും, അവയ്ക്കു് അണുശക്തികാര്യങ്ങൾക്കു സംഭാവനചെയ്യുവാൻ വല്ലതും ഉണ്ടെങ്കിലും ഒന്നുംതന്നെ ഇല്ലെന്നുവരികിലും, അണുശക്തിയുടെ സമാധാനപരമായ പ്രയോഗങ്ങൾ സംബന്ധിച്ചുള്ള ജ്ഞാനം കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുകയെന്ന കാര്യത്തിൽ എല്ലാരാഷ്ട്രങ്ങൾക്കും താല്പര്യമുണ്ടാകേണ്ടതാണു്. വൻരാഷ്ട്രങ്ങൾക്കു് സമീപസ്ഥരായ ചെറുരാഷ്ട്രങ്ങളുമായി കൂട്ടായനുഭവിക്കേണ്ടതായി വളരെയെല്ലാം ഉണ്ടായിരിക്കും.

ഇവിടെ നിയമം സംക്ഷിപ്തമായി പരിഗണിച്ചു് അതിലെപ്രധാന വകുപ്പുകൾ പരിശോധിക്കാം. സൈനികപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കു പ്രയോജനപ്പെടാത്ത തരത്തിൽ, ലോകസമാധാനം, ആരോഗ്യം, അഭ്യുദയം, എന്നിവക്കു അണുശക്തിയിൽ നിന്നു ലഭിക്കാവുന്ന സംഭാവനയും അതു ലഭിക്കാവുന്ന വേഗവും വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതാകുന്നു പ്രതിനിധി സംഘത്തിന്റെ ഉദ്ദേശം. ലോകത്തിലാകമാനമായി പ്രശാന്ത പ്രയോഗങ്ങൾക്കുള്ള അണുശക്തി ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനും പ്രയോഗിക്കുവാനും പ്രോത്സാഹനം നൽകുന്നതിന്നുള്ള അധികാരം പ്രതിനിധി സംഘത്തിന്നുണ്ടാവും. ഗവേഷണ, വികസന, പ്രയോഗങ്ങൾക്കു് ആവശ്യമുള്ള, പദാൎത്ഥങ്ങളും വിദഗ്ദസേവനവും, ഉപകരണങ്ങളും മററു സൌകര്യങ്ങളും പ്രതിനിധിസംഘത്തിൽനിന്നു ലഭിക്കാവുന്നതാണു്. വിവരങ്ങളും വിദഗ്ദസേവനവും രാഷ്ട്രങ്ങൾ തമ്മിൽ കൈമാററം ചെയ്യുന്നതു് അതു പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കും. അണുപ്രസരങ്ങളിൽനിന്നു ആരോഗ്യം, ജീവൻ, സ്വത്തുകൾ എന്നിവയെ രക്ഷിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള പ്രാമാണിക രക്ഷാനടപടികൾ പ്രതിനിധിസംഘം നിൎണ്ണയിക്കും. അതിനെ അധികാരപ്പെടുത്തിട്ടുള്ള ധൎമ്മങ്ങൾ നിൎവ്വഹിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള യന്ത്രസ്ഥാപനങ്ങളും സൌകര്യങ്ങളും

സമാജ്ജിവാനും സ്ഥാപിക്കുവാനും അതിന്നു അധികാരമു ണ്ടാവും.

ധമ്മനിർവ്വഹണത്തിൽ യുക്തമായ സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഐക്യരാഷ്ട്രരക്ഷാസമിതിക്കും പൊതുസഭക്കും പ്രതിനിധി സംഘം വൃത്താന്തങ്ങൾ സമർപ്പിക്കേണ്ടതാണു്. ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ മററംഗങ്ങൾക്കും അവയുടെ അധികാരപരിധിയിൽ പെടുന്ന കാര്യങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള വൃത്താന്തങ്ങൾ സമർപ്പിക്കേണ്ടതാകുന്നു. ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയിലൊ അതിൻെറ സവിശേഷ പ്രതിനിധി സംഘങ്ങളിലൊ അംഗമായ ഏതൊരു രാഷ്ട്രത്തിന്നും പ്രസ്തുത പ്രതിനിധി സംഘത്തിൽ അംഗമാകാവുന്നതാണു്.

ഓരോകൊല്ലവും പൊതുസമ്മേളനം എന്ന വാഷികസമ്മേളനം ചേരേണ്ടതും, പ്രതിനിധി സംഘത്തിലെ ഭൂരിപക്ഷം അംഗങ്ങളൊ ഭരണസമിതിയൊ അപേക്ഷിക്കുന്നതായാൽ പ്രത്യേക സമ്മേളനങ്ങൾ ചേരാവുന്നതുമാണു്. ഭരണസമിതിയിലേക്കു അംഗങ്ങളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നതും, പുതിയ അംഗങ്ങൾക്കു് പ്രവേശനം നൽകുന്നതും, അംഗങ്ങളെ താല്ക്കാലികമായി പുറംതള്ളുന്നതും ഭരണസമിതിയുടെ വാഷികവൃത്താന്തങ്ങളും പ്രതിനിധി സംഘത്തിൻെറ വാഷികആയവ്യയ നിദാനവും, ഐക്യരാഷ്ട്രസഭക്കു് പ്രതിനിധിസംഘം സമർപ്പിക്കുന്ന വൃത്താന്തങ്ങളും പ്രതിനിധി സംഘവും ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയും തമ്മിലൊ പ്രതിനിധിസംഘവും മററു സംഘടനകളും തമ്മിലോ ഏർപ്പെടുന്ന കരാറുകളും, നിയമത്തിൽ വരുത്തേണ്ട മാററങ്ങളും പരിഗണിക്കുന്നതും വാഷികപൊതുസമ്മേളനത്തിൻെറ അവകാശവും ചുമതലയുമാകുന്നു. അങ്ങിനത്തെ പരിഗണനയുടെ ഫലമായി അവക്കു അംഗീകരണം നൾകുകയൊ അവയിൽ ആവശ്യമുള്ള മാററങ്ങൾ വരുത്തുവാൻ നിർദ്ദേശിക്കുകയൊ ചെയ്യാവുന്നതാണു്.

പ്രതിനിധിസംഘത്തിൻെറ ഭരണസമിതിയിൽ, അണുശക്തിസാങ്കേതികകലയിൽ പ്രാമുഖ്യം നേടിക്കഴിഞ്ഞ അഞ്ചു രാഷ്ട്രങ്ങളിൽനിന്നുള്ള അംഗങ്ങളും, ലോകത്തിലെ എട്ടു മേഖലകളിൽനിന്നുള്ള അംഗങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. അവക്കുപുറമെ അണുശക്തിമൂലകങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന രാഷ്ട്രങ്ങളിൽ നിന്നു തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ട രണ്ടു് അംഗങ്ങളും, സാങ്കേതിക സഹായം നൽകുന്നതിന്നായി തിരഞ്ഞെടുത്ത ഒരംഗവും അതിൽ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായുള്ള വിതരണം പരിഗണിച്ചുംകൊണ്ടു് പൊതുസമ്മേളനം പത്തു് അംഗങ്ങളേയുംകൂടി തിരഞ്ഞെടുക്കും.

ഭരണസമിതിയിലെ ഓരോ അംഗത്തിന്നും ഓരോ സമ്മതിദാനാവകാശം മാത്രമേ ഉണ്ടാവുകയുള്ളൂ. യോഗത്തിൽ പങ്കുകൊണ്ടു സമ്മതിദാനം ചെയ്യുന്നവരുടെ ഭൂരിപക്ഷംകൊണ്ടാകുന്ന സാധാരണയായി തീർപ്പുകളെടുക്കുന്നതു്. യോഗം സാധൂകരിക്കപ്പെടാൻ കുറഞ്ഞപക്ഷം ഭരണസമിതിയിലെ ആകെ അംഗങ്ങളുടെ മൂന്നിൽ രണ്ടുഭാഗം സന്നിഹിതരായിരിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ഭരണസമിതിക്കു പൊതുസമ്മേളനത്തോടുള്ള ഉത്തരവാദിത്വം വ്യക്തമാക്കുന്ന നിയമത്തിലെ വകുപ്പുകൾക്കനുസൃതമായി പ്രതിനിധി സംഘത്തിൻെറധർമ്മം നിർവ്വഹിക്കുവാനുള്ള അധികാരം ഭരണസമിതിക്കുണ്ടു്.

പ്രതിനിധി സംഘത്തിൻെറ കാര്യനിർവ്വാഹകരിൽ പ്രധാനി ഭരണസമിതി നാലുകൊല്ലം ഉദ്യോഗകാലാവധിയോടുകൂടി നിയമിക്കുന്ന ഡയരക്ടർ ജനറൽ ആയിരിക്കും. അദ്ദേഹം ഭരണസമിതിക്കുവേണ്ടി മററു കാര്യനിർവ്വാഹകരെ നിയമിക്കുകയും, പ്രവർത്തനം സംഘടിപ്പിക്കുകയും, മേൽനോട്ടം വഹിക്കുകയും ചെയ്യും. ഭരണസമിതി തയ്യാറാക്കുന്ന ചട്ടങ്ങളാകുന്ന കാര്യനിർവ്വാഹകരുടെ സേവനവ്യവസ്ഥകൾ, വേതനം, താല്ക്കാലികമായി പിരിച്ചുവിടൽ എന്നിവയെ നിയ

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
KOTTAYAM

ന്ത്രിക്കുന്നതു്. നിയമിതരായ കാര്യനിർവ്വാഹകർക്ക് അന്താരാഷ്ട്രീയ അന്തസ്സുണ്ടായിരിക്കും.

അണുശക്തികാര്യങ്ങളിൽ കൈവരുന്ന വിവരങ്ങൾ—പ്രത്യേകിച്ചും പ്രതിനിധിസംഘത്തിന്റെ സഹായഫലമായി ലഭിക്കുന്നവ—പ്രതിനിധി സംഘത്തിന്നു നൽകുന്നതു പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കപ്പെട്ടും. പ്രതിനിധിസംഘം അതെല്ലാം ശേഖരിച്ച് അതിന്നുലഭിക്കുന്നതോ, അതു വികസിപ്പിക്കുന്നതോവായ വിവരങ്ങൾ മറെറല്ലാ അംഗങ്ങൾക്കും നൽകുന്നതായിരിക്കും.

അംഗരാഷ്ട്രങ്ങൾ ഭേദ്യപദാർത്ഥങ്ങളും മൂലപദാർത്ഥങ്ങളും പ്രതിനിധി സംഘത്തിന്നു അതു സമ്മതിക്കുന്ന വ്യവസ്ഥകൾ അനുസരിച്ച് നൽകാവുന്നതാണു്. കൈവശമുള്ള അണുശക്തി പദാർത്ഥങ്ങൾ സംഭരിച്ചു സംരക്ഷിക്കുവാനുള്ള ഏർപ്പാടുകൾ പ്രതിനിധിസംഘം ചെയ്തു കൊള്ളും.

ഒരു അംഗരാഷ്ട്രമോ, കുറെ അംഗരാഷ്ട്രങ്ങൾ ചേർന്നുള്ള ഒരു സംഘമോ അപേക്ഷിക്കുന്നതായാൽ ഭരണസമിതി പരിഗണിച്ച് അംഗീകരിച്ചിട്ടുള്ള ഏതൊരു പ്രത്യേകപരിപാടിയും നടപ്പിൽ വരുത്തുവാൻ ആവശ്യമുള്ള സൌകര്യങ്ങളും സാമഗ്രികളും, ഗവേഷണങ്ങൾക്കും വികസനത്തിന്നും ആവശ്യമുള്ള വിവരങ്ങളും പ്രതിനിധിസംഘം നൽകുന്നതാണു്.

പ്രതിനിധിസംഘത്തിന്റെ പ്രവർത്തനപദ്ധതിയുടെ വികസനം പരിശോധിക്കുന്നതിന്നും അതുനൽകുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളും സാമഗ്രികളും വേണ്ടുംവണ്ണം ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടുന്നുണ്ടെന്നു് അസന്ദിഗ്ദ്ധമായ് മനസ്സിലാക്കുവാനുമായി ഒരു പരിശോധകസംഘം ഉണ്ടാവും. പരിശോധകർ നേരിട്ട് പ്രതിനിധിസംഘത്തിന്റെ ഡയരക്ററർ ജനറൽക്കു് വൃത്താന്തവിവരങ്ങൾ സമർപ്പിക്കുന്നതായിരിക്കും.

ഐക്യരാഷ്ട്രസംഘടനയുമായി പ്രതിനിധിസംഘത്തിന്നുള്ള ബന്ധം ലോകാരോഗ്യസംഘടനക്കും ഐക്യരാഷ്ട്രസംഘടനക്കും തമ്മിലുള്ളതിന്നു സദൃശമാകുന്നു. പ്രതിനിധിസംഘം ഐക്യരാഷ്ട്രസംഘടനക്കും അതിന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങളുമായി ബന്ധമുള്ള മററു് അംഗസംഘടനകൾക്കും വൃത്താ

ന്തവിവരങ്ങൾ സമർപ്പിക്കേണ്ടതും ഐക്യരാഷ്ട്രസംഘടനയോ അംഗസംഘടനകളോ അംഗീകരിക്കുന്ന പ്രമേയങ്ങൾ പരിഗണിക്കേണ്ടതും ആകുന്നു.

പ്രതിനിധിസംഘനിയമത്തിലെ വകുപ്പുകൾ വ്യാഖ്യാനിക്കുന്നതിൽ അംഗങ്ങൾ തമ്മിലുണ്ടാകാവുന്ന അഭിപ്രായ വ്യത്യാസങ്ങളും തക്കങ്ങളും തീക്കുവാൻ, കക്ഷികൾക്കെല്ലാം സ്വീകാര്യമായ മററുമാർഗ്ഗങ്ങളില്ലെന്നു വരികിൽ, അവ അന്താരാഷ്ട്രീയ കോടതിക്കു സമർപ്പിക്കേണ്ടതാണു്.

അനവധി സംഗതികളിൽ അന്താരാഷ്ട്രീയഅണുശക്തി പ്രതിനിധിസംഘനിയമം നടപടിക്രമം നിർദ്ദേശിക്കുന്ന ഒരു രേഖമാത്രമാണെന്നിരിക്കെ അതിൻെറ പ്രവത്തനാടിസ്ഥാനം ജനാധിപത്യമാണെന്നുള്ളതു് പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നു. അതിനെ സംബന്ധിച്ചുള്ള തീർപ്പുകൾ മിക്കവാറും കേവല ഭൂരിപക്ഷംകൊണ്ടും ചില, പ്രത്യേകകാര്യങ്ങളിൽ മൂന്നിൽ രണ്ടു ഭൂരിപക്ഷംകൊണ്ടുമാകുന്നു എടുക്കുന്നതു്. പ്രതിനിധിസംഘത്തിൻെറ ഏതുപ്രവത്തനവും ഒരു സമ്മതിദായകൻെറ വിലക്കധികാരംകൊണ്ടു മാത്രം ഭൂരിപക്ഷാഭിപ്രായം തള്ളിക്കളയുവാനുള്ള അവസരം നൽകുന്നില്ല ഭൂരിപക്ഷാഭിപ്രായം നിശ്ചലമാകുവാനായി റഷ്യ വിലക്കധികാരം സ്ഥിരമായി ദുരുപയോഗിച്ചു പോന്നിരിക്കുന്ന ഐക്യരാഷ്ട്രരക്ഷാസമിതിക്കു പ്രസ്തുത പ്രതിനിധിസംഘത്തെ നേരിട്ടു ഉത്തരവാദപ്പെട്ടതാകുവാൻ സോവിയററ് ഐക്യം ചെയ്തിരുന്ന ശ്രമങ്ങളെ സ്വതന്ത്രരാഷ്ട്രങ്ങൾ ചെറുത്തുനില്ക്കുവാനുള്ള ഒരു കാരണം വിലക്കധികാരത്തിൻെറ ദുരുപയോഗം തടയുവാനുള്ള ആഗ്രഹമായിരുന്നു.

അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധിസംഘത്തിൻെറ പ്രാരംഭ പൊതുയോഗം 1957 ൻെറ അവസാനത്തിൽ വീയന്നായിൽ വിളിച്ചുകൂട്ടുന്നതായിരിക്കും. അതു അന്താരാഷ്ട്രീയ സഹകരണത്തിൽ മറെറാരു പ്രധാന പുരോഗതിയെയാണു സൂചിപ്പിക്കുക. (1957 ജൂലായിൽ സമ്മേളനം നടന്നു.)

അനുബന്ധം.

"സമാധാനത്തിന്നു് അണുശക്തി".

1953 ഡിസമ്പർ 8-ാംനു- ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ പൊതുസമ്മേളനത്തിൽ പ്രസിഡൻറ് ഐസൻഹോവർ നടത്തിയ പ്രഭാഷണം.

ശ്രീമതിസഭാനായികേ, പൊതുസഭാംഗങ്ങളെ,

ഈ സമ്മേളനത്തെ അഭിസംബോധനം ചെയ്യുവാനായി പൊതുകാര്യദർശി ഹാമർഷീൽഡിൽനിന്നു് ആഹ്വാനം ലഭിച്ചപ്പോൾ ഞാൻ ബർമ്മുഡയിൽ ഗ്രേയിററ് ബ്രിട്ടണിലെയും ഫ്രാൻസിലെയും മുഖ്യമന്ത്രിമാരും വിദേശകാര്യമന്ത്രിമാരുമായി കൂടിയാലോചനകൾ തുടങ്ങുകയായിരുന്നു. ഇന്നു ലോകത്തെ പീഡിപ്പിക്കുന്ന അനവധി പ്രശ്നങ്ങളായിരുന്നു ചർച്ചാവിഷയം ഏറെ താമസിയാതെ എനിക്കു ലഭിക്കുവാനിരുന്ന സന്മാന്യത ഓർമ്മിച്ചുംകൊണ്ടായിരുന്നു പിന്നത്തെ സമ്മേളനങ്ങളിൽ ഞാൻ പങ്കെടുത്തതു്. ആ സന്മാന്യത-ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ പൊതുയോഗത്തെ അഭിസംബോധനം ചെയ്യുവാനുള്ള വിശേഷ അവകാശം—കരഗതമായിട്ടാകുന്നു ഞാൻ ഇപ്പോൾ നിങ്ങളുടെ മുമ്പാകെ നില്ക്കുന്നതു്.

ഈ പ്രഭാഷണത്തിന്നുള്ള സന്ദർഭം നൽകുന്ന സന്മാന്യതയിൽ അഭിമാനിക്കുന്നതോടൊപ്പം ഒരുതരം സുഖാനുഭൂതികൂടി ഞാൻ ഇപ്പോൾ അനുഭവിക്കുന്നുണ്ടു്.

ഇത്രയുമധികം ജനങ്ങൾക്കു് ഇത്രയുമധികം സുപ്രതീക്ഷ നൽകിയുംകൊണ്ടുള്ള മറെറാരുസമ്മേളനം ചരിത്രത്തിൽ ഇതിന്നു മുമ്പുണ്ടായിട്ടില്ല. നിരുന്മേഷജനകമായ ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ നിങ്ങൾ നടത്തിയിട്ടുള്ള കൂടിയാലോചനകളും, എടുത്തിട്ടുള്ള തീർപ്പുകളുംമൂലം അതിൽ ഒരംശം സാക്ഷാൽക്കരിക്കപ്പെട്ടും കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

എന്നാൽ വൻപരിശോധനകളും വമ്പിച്ച നേട്ടങ്ങളും നമ്മുടെ മുമ്പിലായി കിടക്കുകയാണു്. അതെല്ലാം നേട്ടവാൻ കഴിയുമാറാകുമെന്നുള്ള വിശ്വാസപൂർവ്വമായ പ്രതീക്ഷയോടുകൂടി അമേരിക്കൻ ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളിലെ ഭരണകൂടം ഈ സഭക്കു പിൻതുണനൽകുന്നതിൽ ഇന്നെന്നപോലെ എന്നും ഉറച്ചുനില്ക്കുമെന്നു് വാഗ്ദാനംചെയ്യുവാൻ ഞാൻ തല്ക്കാലം വഹിക്കുന്ന ഔദ്യോഗികസ്ഥാനം ഉപയോഗിച്ചുകൊള്ളട്ടെ. സുസ്ഥിരമായ ലോകസമാധാനത്തിന്നും ക്ഷേമത്തിന്നും അവശ്യംആവശ്യമുള്ള കാര്യജ്ഞാനം, ധൈര്യം, വിശ്വാസം എന്നിവയിൽ ഭൂരിഭാഗവും നിങ്ങൾ സംഭാവന ചെയ്യുമെന്ന പൂർണ്ണവിശ്വാസത്തോടുകൂടിയാകുന്നു ഞാൻ അപ്രകാരംചെയ്യുന്നതു്.

നമ്മുടെ സമ്മേളനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഒരു പ്രസ്താവന— അമേരിക്കയുടെ ഏകപക്ഷീയമായ പ്രസ്താവന.—നിങ്ങൾക്കു സമർപ്പിക്കുന്നതിന്നായി ഈ അവസരം ഞാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതു യുക്തമല്ല. എന്നാൽ നിങ്ങളുടെ അവകാശപത്രത്തിൽ അമാർജ്ജനീയമാംവണ്ണം വ്യക്തമായി ലേഖനം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നവയും, ലോകസമാധാനത്തേയും മാനവസമുദായത്തിൻെറ അന്തസ്സിനേയും പരമലക്ഷ്യമാക്കി, സ്വീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നവയുമായ ആത്മമഹദാശയങ്ങളുടെ മാർഗ്ഗനിർദ്ദേശവും സഹായവും ആ മനോഹരമായ കൊച്ചു ദ്വീപിൽ നടന്ന കൂടിയാലോചനകളിൽ ഞങ്ങൾ തേട്ടുകയുണ്ടായി.

വളരെയധികം പ്രത്യാശയോടുകൂടിയാണെന്നിരിക്കിലും ശുഷ്കവാദങ്ങൾ എണ്ണിപറയുന്നതു്, ഈ മഹദവസരത്തിന്നുയോജിച്ചതല്ല.

എല്ലാവരേയും ബാധിക്കുന്ന അപായം.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ നിയമനിർമ്മാണവിഭാഗത്തിലും കാര്യനിർവ്വഹണവിഭാഗത്തിലുമായുള്ള എൻെറ

സഹപ്രവർത്തകരും ഞാനും വളരെയധികം പ്രാമാസങ്ങളായി പരിഗണിച്ചുവരുന്നവയും, പ്രധാനമായി അമേരിക്കൻജനതയെമാത്രം അറിയിക്കുവാൻ ഞാൻ ആദ്യം ഉദ്ദേശിച്ചിരുന്നവയുമായ ചിലസംഗതികൾ നിങ്ങളോടു പറയുന്നതു് ഈ സന്ദർഭം ന്യായീകരിക്കുമെന്നു ഞാൻ വിശ്വസിക്കുന്നു.

അപായം ഉണ്ടാകുന്നതു ലോകത്തിൻെറ ഏതുഭാഗത്തിലായാലും അതു എല്ലാവരേയും ബാധിക്കുന്നതാണെന്നും, അതേപോലെ പ്രത്യാശ ലോകത്തിലെ ഏതുരാഷ്ട്രത്തിന്നുണ്ടായിരുന്നാലും അതു് എല്ലാരാഷ്ട്രങ്ങളും കൂട്ടായി അനുഭവിക്കേണ്ടതാണെന്നുമുള്ള എൻെറ വിശ്വാസം അമേരിക്കൻജനതയുടേതും കൂടി ആണെന്നു് എനിക്കറിയാം.

അവസാനം, ഇന്നത്തെ ലോകത്തിലുള്ള ക്ഷോഭാധിക്യം അല്പമെങ്കിലും കുറക്കുവാനുതകുന്ന വല്ലനിർദ്ദേശവും ഉന്നയിക്കുവാനുണ്ടെങ്കിൽ അതിന്നു് ഐക്യരാഷ്ട്രപൊതുസഭയിലെ അംഗങ്ങളെക്കാൾ സമുചിതരായശ്രോതാക്കൾ മററാരാണുണ്ടാവുക ?

ജീവിതത്തിലെ ബഹുഭൂരിഭാഗവും സൈനികസേവനത്തിൽ കഴിഞ്ഞുകൂടിട്ടുള്ള ഞാൻ ഒട്ടും പ്രിയപ്പെടുവാനിടയില്ലാത്ത പുതിയഭാഷയിൽ സംസാരിക്കുവാനാണു് ഞാൻ ഇന്നു പ്രേരിതനാവുന്നതു്.

അതു് അണുയുദ്ധത്തിൻെറ ഭാഷ തന്നെ.

അണുയുഗത്തിൽ ഉണ്ടായിക്കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ളതും, നമ്മിൽ ഓരോരുത്തനെസംബന്ധിച്ചും അതിപ്രധാനവുമായ ഈ വികസനവ്യാപ്തിയെക്കുറിച്ചുള്ള സാമാന്യജ്ഞാനമെങ്കിലും ലോകപൌരന്മാർക്കും ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ടതു് അത്യാവശ്യമാക്കിത്തീർക്കുന്നതരത്തിൽ അത്രയുംവേഗത്തിലാണു് അണുയുഗം പുരോഗമിക്കുന്നതു്. ഇന്നത്തെ ജീവിതത്തെ ബാധിക്കുന്ന പ്രധാനവസ്തുതാജ്ഞാനം ലോകസമാ

ധാനത്തിന്നുവേണ്ടി ബുദ്ധിപൂർവ്വകമായി പ്രയത്നിക്കുന്ന ഏതൊരുജനതക്കും ഉണ്ടാകേണ്ടതു് അത്യാവശ്യമാണെന്നുള്ളതു് വ്യക്തമാണു്. എനിക്കറിവുള്ള നിർവ്വിവാദപരമായ വസ്തുതകൾ കണക്കിലെടുത്തു് അണ്വായുധങ്ങളിൽനിന്നുണ്ടാകാവുന്ന അപായങ്ങളെയും അണുശക്തിയുടെ കഴിവുകളെയും കുറിച്ചു് പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന അഭിപ്രായങ്ങൾ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെവ മാത്രമായിരിക്കുവാനെ നിവൃത്തിയുള്ളു. എന്നാൽ ഈ വിഷയം കേവലം ദേശീയമല്ലെന്നും അതിന്നു ആഗോളവ്യാപ്തിയുണ്ടെന്നും ഈ സമ്മേളനത്തിൽ ഞാൻ പ്രത്യേകം എടുത്തുപറയേണ്ടതില്ല.

<u>ഭയങ്കര സാദ്ധ്യതകൾ.</u> (1957 വരെയുള്ള വികസനങ്ങൾ)

1945 ജൂലായി 16-ാനു- ആയിരുന്നു അമേരിക്കയിലെ ഐക്യനാടുകൾ ലോകത്തിൽ ആദ്യത്തെ അണുവിസ്ഫോടനം നടത്തിയതു്.

അതിൽപിന്നെയായി 42 വിസ്ഫോടന പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിക്കഴിഞ്ഞു.

ഇപ്പോൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്ന അഗ്നിഗോളങ്ങൾക്കു് അണുയുഗത്തിന്റെ തുടക്കത്തിലുണ്ടായിരുന്നവയിൽ 25 മടങ്ങിലധികം ശക്തിയാണുള്ളതു്. അനവധി മില്യൻടൺ ടി. എൻ ടി. യുടെതിന്നു തുല്യമായ വിസ്ഫോടനശക്തിയുള്ളവയാകുന്നു ഇപ്പോഴത്തെ ഹൈഡ്രജൻ അഗ്നിഗോളങ്ങൾ.

ദിനംപ്രതിവർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്ന അമേരിക്കൻഐക്യനാടുകളുടെ അണ്വായുധഭണ്ഡാകാരത്തിൽ ഇന്നുള്ള ആയുധങ്ങളുടെ വിസ്ഫോടകശക്തി രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിലാകമാനമായി എല്ലാ യുദ്ധരംഗങ്ങളിലുമുണ്ടായിരുന്ന ഓരോ വിമാനത്തിൽനിന്നും പീരങ്കിയിൽനിന്നും പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട എല്ലാ അഗ്നിഗോളങ്ങളുടേയും വെടിയുണ്ടകളുടെയും ഒട്ടാകെയുള്ള വിസ്ഫോടകശക്തിയുടെ അനവധി മടങ്ങാണു്.

ഇന്നു് കരയിലൊ സമുദ്രത്തിലൊ സ്ഥാപിതമായുള്ള ഏതൊരു വിമാനനിലയത്തിൽനിന്നും ഏതൊരു ലക്ഷ്യത്തേയും ലാക്കാക്കി രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിനിടയിൽ ഗ്രെയിററ്ബ്രിട്ടണിൽ ഒട്ടാകെ അവപതിച്ച നശീകാരകങ്ങളിൽ കൂടുതലായി തൊട്ടുവിടുന്നതു് സാദ്ധ്യമാകുന്നു.

വലുപ്പത്തിലും വൈവിധ്യത്തിലും അണ്വായുധങ്ങൾക്കുണ്ടായിട്ടുള്ള വികസനം ഒട്ടും കുറവില്ല. നമ്മുടെ സായുധസൈന്യത്തിൻെറ എല്ലാവിഭാഗങ്ങളിലും പതിവായുപയോഗിച്ചുവന്നിരുന്ന ആയുധങ്ങളുടെതിന്നു സദൃശമായ സ്ഥാനം തന്നെ അണ്വായുധങ്ങൾക്കും ലഭിക്കത്തക്കവണ്ണം അത്രയുമധികം വികസനം അണ്വായുധരംഗത്തിൽ ഉണ്ടായിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ കരസൈന്യം, കടൽപ്പട, വിമാനപ്പട എന്നിവക്കെല്ലാം യുദ്ധത്തിൽ അണ്വായുധങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കുവാനുള്ള കഴിവു് ഇപ്പോൾ ഉണ്ടു്.

എന്നാൽ അണുരഹസ്യവും ഭയങ്കരമായ അണുയന്ത്രങ്ങളുടെ കഴിവുകളും ആരുടേയും ഏകാന്തഭോഗമല്ല.

ആദ്യമായി നമ്മുടെ രാജ്യത്തിൽ ഉണ്ടായ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾക്കും അണ്വായുധരൂപരേഖാവിഷ്ക്കരണങ്ങൾക്കും അസാമാന്യമായ സംഭാവനകൾ നല്കിയിരുന്ന ചില ശാസ്ത്രജ്ഞമേധാവികളുടെ ജന്മഭൂമികളായ ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടനും കാനഡക്കും പ്രസ്തുത രഹസ്യം കൈവശമുണ്ടു്.

സോവിയററ് ഐക്യത്തിന്നും അതുണ്ടു്.

അടുത്തകാലത്തു് അണ്വായുധവികസനത്തിന്നായി അവരുടെ വളരെയധികം കഴിവുകളും ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നു് സോവിയററ് ഐക്യം നമ്മെ അറിയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ അണ്വായുധോപായ വിസ്ഫോടനങ്ങളുടെ ഒരു പരമ്പരതന്നെ അവർ നടത്തിയിട്ടുമുണ്ടു്. താപാണുകേന്ദ്രീയപ്രതികരണം—തെർമോന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ഷൻ— ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരായുധമെങ്കിലും അതിലുണ്ടായിരുന്നു.

അണുശക്തിക്കുതകയില്ല.

അണുശക്തിയിൽ സവ്വാവകാശം എന്നു പറയാവുന്നതു് അമെരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾക്കു് എന്നെങ്കിലും ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിൽ അതു വളരെ കൊല്ലങ്ങൾമുമ്പുതന്നെ അവസാനിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. കാലെക്കൂട്ടി പ്രവത്തനം ആരംഭിച്ചതുകൊണ്ടു് നമുക്കു് സംഭരിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്ന അണ്വായുധങ്ങൾ എണ്ണത്തിൽ വളരെയധികമുണ്ടെന്നുള്ളതു് ഒരു പ്രത്യക്ഷ ആനുകൂല്യംതന്നെ. എന്നാൽ അണുശക്തി കാര്യത്തിൽ കൂടുതൽ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന രണ്ടുവസ്തുതകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതാണു് ഇന്നത്തെ യഥാർത്ഥനില.

ഒന്നു്: ഇന്നു് പലരാജ്യങ്ങളും നേടീട്ടുള്ള അണു കാര്യജ്ഞാനം യഥാകാലം മററുള്ളവരും—ഒരുപക്ഷെ മറെറല്ലാവരുംതന്നെ— കൂട്ടായി അനുഭവിക്കുന്നതായിരിക്കും.

രണ്ടു്; മുന്നറിവില്ലാതെയുണ്ടാകാവുന്ന ആക്രമണം വരുത്തിക്കൂട്ടുന്ന ഭയങ്കരജീവനാശവും ഭൌതികനാശനഷ്ടങ്ങളും തടയുവാൻ വളരെയധികം അണ്വായുധങ്ങൾ സംഭരിച്ചു് തിരിച്ചടിക്കുവാനുള്ള വൻനശീകരണശക്തി നേടയിട്ടുള്ളവക്കും കൂടിസാധിക്കുകയില്ല.

അവ്യക്തമായി മാത്രമാണെങ്കിലും ഈ വസ്തുതകൾ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുള്ളതുകൊണ്ടു് സ്വാതന്ത്ര്യപ്രേമികളായ രാഷ്ട്രങ്ങൾ മുന്നറിയിപ്പു നൽകുന്നതിന്നും രാജ്യരക്ഷക്കുതകുന്ന പല വ്യവസ്ഥകളും ആവിഷ്കരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇനിയും പ്രവത്തന വേഗം വദ്ധിപ്പിക്കുകയും വ്യവസ്ഥകൾ കൂടുതൽ വികസിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യും. എന്നാൽ ആയുധനിമ്മാണത്തിലും രക്ഷാവ്യവസ്ഥകൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതിലുമായി ചിലവുചെയ്യപ്പെടുന്ന വൻതുകകൾ ഏതൊരു രാഷ്ട്രത്തിലെയും പട്ടണങ്ങൾക്കും പൌരന്മാക്കും സംപൂണ്ണരക്ഷ നൽകുവാൻ പര്യാപ്തമാവുകയില്ല. അണുബോംബിൻെറ ഭയങ്കരമായ കണക്കുശാസ്ത്രം ലഘുപരിഹാരങ്ങൾ അനുവദിക്കുന്ന ഒന്നല്ല.

ഏററവും വിപുലമായ രാജ്യരക്ഷാവ്യവസ്ഥകൾ ആവിഷ്കരിച്ചു നടപ്പാക്കിയിരുന്നാലും, മുന്നറിയിപ്പുകൂടാതെ ആക്രമിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ളത്ര അണപായുധങ്ങൾമാത്രം കൈവശമുള്ള ഏതൊരു ആക്രമണകാരിക്കും ഭയാനകമായ നാശനഷ്ടങ്ങൾ വരുത്തുവാൻ കഴിയത്തക്കവണ്ണം അണപായുധങ്ങളെ മുൻകൂട്ടി നിർണ്ണയിച്ചിട്ടുള്ള ലക്ഷ്യങ്ങളിൽ എത്തിക്കുവാൻ ഇന്നു സാധിച്ചേക്കും.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ അന്തരത്തിൽ ആക്രമിക്കപ്പെട്ടാൽ ഉടനടി ദൃഢമായി തിരിച്ചടിക്കുമെന്നുള്ളതിന്നു സംശയമില്ല. എന്നാൽ ആക്രമണകാരിക്കും വമ്പിച്ച നാശനഷ്ടങ്ങൾ വരുത്തി തീക്കുവാനുള്ള തരത്തിൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ രാജ്യരക്ഷാവ്യവസ്ഥയും കഴിവുകളും സംഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നും ആക്രമണകാരിയുടെ രാജ്യം പൂർണ്ണമായി നശിപ്പിക്കുവാനുള്ള കഴിവു് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾക്കുമുണ്ടെന്നുമുള്ളതു കേവലം യാഥാർത്ഥ്യം മാത്രമാണെങ്കിലും, അതെല്ലാം 'ഞാൻ' പറയുന്നതു് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ ഉദ്ദേശത്തിൻെറയൊ പ്രത്യാശയുടെയൊ യഥാർത്ഥപ്രകാശനം ആവുകയില്ല.

ഇത്രയും മാത്രം പറഞ്ഞവസാനിപ്പിക്കുന്നതു്, കിടുകിടെ വിറച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ലോകത്തിലിരുവശത്തുമായി രണ്ടു വൻഅണുശക്തികൾ പരസ്പരം വിദ്വേഷത്തോടുകൂടി തുറിച്ചു നോക്കികൊണ്ടു നില്ക്കുന്നതു് തുടന്നുപോകുമെന്ന നൈരാശ്യപൂർണ്ണമായ അഭിപ്രായം സ്ഥിരീകരിക്കുന്നതായിരിക്കും. മനുഷ്യസമുദായത്തിന്നു തലമുറകളിൽകൂടി കരഗതമായിട്ടുള്ളതും പ്രതിവിധാനം ചെയ്യുക സാധ്യമല്ലാത്തതുമായ പൈതൃക സംസ്കാരം നശിക്കുവാനുള്ള സാദ്ധ്യതയുണ്ടെന്നും മനുഷ്യൻ ഒരിക്കൽകൂടി പ്രാകൃതമൃഗീയജീവിതത്തിൽനിന്നുതുടങ്ങി മര്യാദ, നീതി ന്യായം എന്നിവയെ ലക്ഷ്യമാക്കിയുള്ള ഉന്നമനത്തിന്നുവേണ്ടി കഴിഞ്ഞുപോയ യുഗാന്തരങ്ങളിലെന്ന

പോലെ സമരം നടത്തണമെന്നു വിധി കല്പിച്ചു കഴിഞ്ഞു വെന്നും സമ്മതിക്കുന്നതുമാവും അതു്:

സുബോധവാനായ ഏതൊരു മനുഷ്യനും അത്തരത്തിലുള്ള ശൂന്യതയിൽ വിജയം വീക്ഷിക്കുകയില്ല. ലോകചരിത്രത്തിൽ മനുഷ്യൻെറ അധഃപതനവും നാശവുമായി തൻെറ പേർ ബന്ധപ്പെടുത്തുവാൻ ഏതൊരു മനുഷ്യനാണാഗ്രഹിക്കുക?

ചരിത്രത്തിൻെറ ചിലവശങ്ങളിൽ വൻനാശകാരികളുടെ ചരിത്രം രേഖപ്പെടുത്തിക്കാണാവുന്നതാണു്. എന്നാൽ ചരിത്രം ഒട്ടാകെ വ്യക്തമാക്കുന്നതു് മനുഷ്യൻ നിരന്തരമായി നടത്തിവരുന്ന സമാധാനാന്വേഷണവും അവനിലുള്ള ദൈവദത്തമായുള്ള നിർമ്മാണാത്മകതത്വവുമാണു്. സമ്പൂർണ്ണചരിത്രചിത്രത്തോടാകുന്നു, അല്ലാതെ ഒററതിരഞ്ഞുനില്ക്കുന്ന അതിലെ ചിലവശങ്ങളോടല്ല, അമേരിക്കൻ ഐക്യരാജ്യങ്ങൾ ഏകീഭവിക്കുവാൻ ഇച്ഛിക്കുന്നതു്. എൻെറ രാജ്യം നിർമ്മാണാത്മകമായാണു്, വിനാശാത്മകമായല്ല വർത്തിക്കുവാനാഗ്രഹിക്കുന്നതു്. അതാവശ്യപ്പെടുന്നതു് പരസ്പരധാരണയാണു്, രാഷ്ട്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള യുദ്ധങ്ങളല്ല. അതു സ്വതന്ത്രമായിവർത്തിക്കുവാൻ ഇച്ഛിക്കുന്നതോടൊപ്പം മറെറല്ലാ രാഷ്ട്രങ്ങളിലെ ജനങ്ങൾക്കും അവരവരുടെ ജീവിതക്രമവും രീതിയും നിർണ്ണയിക്കുവാൻ പൂർണ്ണമായ അവകാശം ഉണ്ടെന്നുള്ള വിശ്വാസവും ധൈര്യവുമുളവാക്കുവാനും ആശിക്കുന്നു. അലസപദങ്ങളൊ അനഗാധ അഭിവീക്ഷണങ്ങളൊ അല്ല.

ഘോരമായ ഇരുട്ടറയിൽനിന്നു് പ്രകാശത്തിലേക്കു്, കടക്കുവാൻ-ലോകമൊട്ടാകെയുള്ള എല്ലാ മനുഷ്യരുടെയും മനസ്സു്, പ്രത്യാശ, ആത്മാവു് എന്നിവയെ സമാധാനത്തിലെക്കും സന്തോഷത്തിലേക്കും ക്ഷേമത്തിലേക്കും നയിക്കുവാൻ—ഉള്ള ഒരുമാർഗ്ഗം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതാകുന്നു എൻെറ രാജ്യത്തിൻെറ ആവശ്യം.

ഇങ്ങിനത്തെ അന്വേഷണങ്ങളിൽ നാം ഒരിക്കലും അക്ഷമ പ്രകടിപ്പിക്കരുതെന്നു് എനിക്കറിയാം.

ഇന്നു നമ്മുടെതെന്നപോലെ ചേരിപിരിഞ്ഞുകിടക്കുന്ന ലോകത്തിൽ ഒരു നാടകീയ പ്രവൎത്തനംകൊണ്ടുമാത്രം രക്ഷ നേടുക സാദ്ധ്യമല്ല.

ലോകരാഷ്ട്രങ്ങൾ ഒരാത്മപരിശോധന കഴിക്കുവാനും, തൽഫലമായി സമാധാനപരമായ പരസ്പരവിശ്വാസം വ്യാപിച്ചുകൊണ്ടുള്ള കാലാവസ്ഥ യഥാൎത്ഥത്തിൽ ഉണ്ടായി കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നുവെന്നു മനസ്സിലാക്കുവാനും കഴിയുന്നതിന്നു മുമ്പു്, അനവധി മാസക്കാലങ്ങളിലായി യുക്തമായ നടപടികൾ വളരെയധികം കൈക്കൊള്ളേണ്ടതുണ്ടെന്നു് എനിക്കറിയാം.

എന്നാൽ എല്ലാററിന്നുമുപരിയായി അത്തരം നടപടികൾ ഉടൻ തന്നെ എടുത്തുതുടങ്ങണമെന്നും ഞാൻ വിശ്വസിക്കുന്നു.

അമെരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളും സഖ്യരാഷ്ട്രങ്ങളായ ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടണും ഫ്രാൻസും കുറെമാസങ്ങളായി പ്രസ്തുത നടപടികളിൽ ചിലവ എടുക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. ഞങ്ങൾ കൂടിയാലോചനകളിൽനിന്നു വിട്ടുനില്ക്കുകയാണെന്നു ആരും കുററപ്പെടുത്തുന്നതു ശരിയല്ല.

രണ്ടായിപിരിക്കപ്പെട്ടു കിടക്കുന്ന ജൎമ്മനിയുടെ പ്രശ്നങ്ങൾ ചൎച്ചചെയ്തു പരിഹാരം കാണുവാനായി അമെരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളും, ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടണും, ഫ്രാൻസും സൊവിയററ് ഐക്യത്തോടു് വളരെക്കാലം മുമ്പുതന്നെ അപേക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നു രേഖകൾ വ്യക്തമാക്കും.

അതേ തരത്തിൽ ആസ്ത്രിയൻ ഉടമ്പടിയുടെ കാൎയ്യം സംബന്ധിച്ചുള്ള മൂന്നു രാജ്യങ്ങളുടെയും രേഖപ്പെടുത്തി കാണാം.

കൊറിയാപ്രശ്നങ്ങൾ സംബന്ധിച്ചുള്ള ചൎച്ചകൾക്കായുള്ള ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ അപേക്ഷയും അതേ രേഖയിലുണ്ടു

ഏററവും അടുത്തകാലത്തായി, ചതുഃശക്തി സമ്മേളനം നടത്തുന്നതു് സോവിയററു് ഐക്യത്തിന്നു സമ്മതമാണെന്നു സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഒരു കുറിപ്പു് ലഭിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഇത്തരം കുറിപ്പുകളിൽ മുമ്പെല്ലാം ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരുന്ന തരത്തിൽ സ്വീകാര്യമല്ലാതുള്ള ഉപാധികൾ, പ്രസ്തുത കുറിപ്പിൽ കാണാത്തതിൽ സഖ്യരാഷ്ട്രങ്ങളായ ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടണും ഫ്രാൻസും എന്നപോലെ നാമും സന്തോഷിക്കുകയുണ്ടായി.

ബമ്മുഡാ സമ്മേളനാവസാനത്തിൽ പുറത്തിറക്കിയ സംയുക്ത പ്രസ്താവനയിൽനിന്നു് അമെരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളും ഗ്രെയിററ് ബ്രിട്ടണും, ഫ്രാൻസും സോവിയററു് ഐക്യവുമായി കൂടിയാലോചിക്കുവാൻ സത്വരം സമ്മതിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നു കാണാം.

ഈ സമ്മേളനത്തെ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ സമീപിക്കുന്നതു് പ്രത്യാശാപൂർവ്വമായ ആത്മാർത്ഥതയോടുകൂടിയാകുന്നു. സമാധാനം സ്ഥാപിക്കുവാനുതകുന്ന സുസ്പഷ്ടമായ തീരുമാനങ്ങളോടുകൂടി ആ സമ്മേളനത്തിൽനിന്നു തിരിച്ചുവരുമാറാവണമെന്നുള്ള ഒരൊററ ഉദ്ദേശപ്രാപ്തിക്കുവേണ്ടി കഴിവുകൾ മുഴുവൻ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നതാണു്. അന്താരാഷ്ട്രീയക്ഷോഭം കുറക്കുവാനുള്ള ശരിയായ മാർഗ്ഗം അതു മാത്രമാണു്.

ധാർമ്മികമായുള്ള അധികാരാവകാശങ്ങളൊന്നും സോവിയററ് ഐക്യം അടിയറവെക്കണമെന്നു് നാം ഇതെവരെ നിർദ്ദേശിക്കുകയൊ സൂചിപ്പിക്കുകയൊ ചെയ്തിട്ടില്ല, മേലാലും അങ്ങിനെ ചെയ്യുന്നതുമല്ല

മൈത്രിയോടുകൂടി ഫലപ്രദമായി കാര്യങ്ങൾ ചർച്ച ചെയ്യുവാൻ നാം പ്രിയപ്പെടാത്ത ഒരു ശത്രുവാകുന്നു റഷ്യൻ ജനത എന്നു് നാം ഒരിക്കലും പറയുകയുണ്ടാവില്ല.

പ്രത്യുത, സമാധാനപരമായ ബന്ധം സ്ഥാപിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള പരസ്പരധാരണയും വിശ്വാസവും

സൃഷ്ടിച്ചു വികസിപ്പിക്കുവാനുള്ള ഒരേ മാനുഷിക മാൎഗ്ഗമായ പാശ്ചാത്യപൌരസ്ത്യ ജനതാ സമ്മേളനംയഥാകാലം സാദ്ധ്യമാക്കിത്തീക്കാവുന്നതായി സോവിയററ് ഐക്യവുമായുള്ള ഒരു ബന്ധം പ്രസ്തുത സമ്മേളനം ഉൽഘാടനം ചെയ്യുമെന്നു നാം പ്രത്യാശിക്കുന്നു.

കിഴക്കൻ ജൎമ്മനിയിലും, കയ്യേറിയ ആസ്ത്രിയൻ പ്രദേശങ്ങളിലും കിഴക്കൻ യൂറോപ്പിലെ മററു രാജ്യങ്ങളിലും വേരൂന്നിവരുന്ന അതൃപ്തിയുടെ സ്ഥാനത്തിൽ യൂറോപ്യൻ രാഷ്ട്രങ്ങളുടെതായ തുല്യാനുകൂല്യങ്ങൾ നൽകുന്ന സ്വതന്ത്ര കുടുംബം സ്ഥാപിച്ചു കാണുവാനും ആക്കും ആരെയും പേടിക്കാതെയും, ആരുംതന്നെ റഷ്യൻജനതക്കു ഭയകാരണമായിതീരാതെയും വൎത്തിച്ചുകാണുവാനും നാം ആഗ്രഹിക്കുന്നു.

കലഹങ്ങളും, കുഴപ്പങ്ങളും, ദുരിതങ്ങളും നിറഞ്ഞ ജീവിതം തരണംചെയ്തു് പ്രകൃതിദത്തമായ സമ്പദ്‌വിഭവങ്ങളെ വികസിപ്പിച്ചു് ജീവിതനിലവാരം ഉയൎത്തി സുഖസൌകയ്യങ്ങളോടുകൂടി ജീവിക്കുവാനുള്ള സമാധാനപരമായ അവസരം ഏഷ്യയിലെ ജനതക്കു കൈവന്നുകാണുവാനും നാം ഇച്ഛിക്കുന്നു

ഈ പറഞ്ഞതെല്ലാം അലസപദങ്ങളൊ അനഗാധ അഭിവീക്ഷണങ്ങളൊ അല്ല. അടുത്തകാലത്തായി യുദ്ധത്തിൽകൂടിയല്ലാതെ സമാധാനപരമായ കൂടിയാലോചനകൾ വഴിക്കോ, സൻമനസ്സാലെയുള്ള സംഭാവന വഴിക്കോ സ്വതന്ത്രമായിതീന്നിരിക്കുന്ന രാഷ്ട്രങ്ങളുടെ ചരിത്രമാകുന്നു അവക്കു പിന്നിലായി കിടക്കുന്നതു്. പാശ്ചാത്യരാഷ്ട്രങ്ങൾ സാമ്പത്തികസഹായം അപേക്ഷിക്കുന്ന ഏതൊരു ജനതക്കും— പ്രത്യേകിച്ചും ക്ഷാമം, അനാവൃഷ്ടി, പ്രകൃതികോപം എന്നിവയിൽനിന്നുതാല്ക്കാലികക്ലേശങ്ങൾ അനുഭവിക്കുന്നവക്ക്— സസന്തോഷം നല്കിട്ടുള്ള വിവിധസഹായങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ളതു് കാണാവുന്നതാണു്.

ഇവയെല്ലാം സമാധാനപരവും സൃഷ്ടിപരവുമായ പ്രവൃത്തികളാണു്, വാഗ്ദാനങ്ങളും സമാധാനപരമായ ഉദ്ദേശപ്രഖ്യാപനങ്ങളും ചെയ്യുന്നതിൽ കൂടുതൽ ഉച്ചത്തിൽ അവ വിളിച്ചുപറയുന്നു.

മാനവസമുദായത്തിന്റെ നന്മക്കായി

മുൻ നിർദ്ദേശങ്ങൾ ആവത്തിക്കുവാനോ മുൻ ചെയ്തികൾ എടുത്തു പ്രഖ്യാപിക്കുവാനോ ഞാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നില്ല. സമാധാനത്തിനുള്ള പുതിയമാൎഗ്ഗങ്ങൾ, അവയെത്രതന്നെ അവ്യക്തമായിരുന്നാലും, പൂൎണ്ണമായി ആരായപ്പെടേണ്ടവയാണെന്നനിലയാണു് ഇപ്പോഴത്തെ ഗുരുതരമായ സ്ഥിതിഗതികൾ സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നതു്.

ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ പൊതുസമ്മേളനം ഇപ്പോൾ ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുള്ളവയിൽ ഒരു മാൎഗ്ഗമെങ്കിലും സമാധാനാന്വേഷണത്തിൽ ഇതുവരെ ആരായപ്പെടാത്തതായുണ്ടു്.

1953 നവമ്പർ 28-ാം നു യിലെ പ്രമേയത്തിൽ പൊതുസമ്മേളനം നിർദ്ദേശിച്ചതു് ഞാൻ ഇവിടെ ഉദ്ധരിക്കാം. "നിരായുധീകരണം സംബന്ധിച്ചു്, എല്ലാവൎക്കും സ്വീകാൎയ്യമായ ഒരു പോംവഴി സ്വകാൎയ്യചൎച്ചമൂലം കണ്ടുപിടിച്ചു് 1954 സെപ്റ്റമ്പർ 1-ാം നു- ക്കുപ്പുറമല്ലാതെ പൊതുസഭക്കു് സമൎപ്പിക്കുവാനായി അണുശക്തികാൎയ്യങ്ങളിൽ വ്യാപൃതരായിരിക്കുന്ന പ്രധാനശക്തികളുടെ പ്രതിനിധികൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു ഉപസമിതി സ്ഥാപിക്കുന്നതിന്റെ ആശാസ്യതയെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം നിരായുധീകരണസമിതി നടത്തേണ്ടതാണു്."

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ പൊതുസമ്മേളനത്തിന്റെ ഈ നിർദ്ദേശം ആദരിക്കുന്നു. "പ്രധാനമായി വ്യാപൃതയിരിക്കുന്ന" മറ്റുരാജ്യങ്ങളെ സമീപിച്ചു് സമാധാനത്തെ മാത്രമല്ല ലോകത്തിലെ ജീവിതത്തെത്തന്നെയും മ്ലാനമാക്കുന്ന അണ്വായുധനിൎമ്മാണമത്സരത്തിനു്

"സചീകാര്യമായ പോംവഴി" കാണുവാൻ ഞങ്ങൾ ഉടനടി തയ്യാറാണു്.

അനൌദ്യോഗികമോ നയതന്ത്രപരമോ ആയ പ്രസ്തുത സംഭാഷണങ്ങളിൽ ഒരു പുതിയ ആശയം ഞങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളിക്കുന്നതാണു്.

സൈനികആവശ്യങ്ങൾക്കായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന അണുശക്തിപദാർത്ഥങ്ങൾ കുറയ്ക്കുന്നതിലും പുറംതള്ളുന്നതിലും കൂട്ടതലായി ചിലതെല്ലാം അമെരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾ നിർദ്ദേശിക്കുന്നതായിരിക്കും.

ഈ ആയുധം പട്ടാളക്കാരുടെ പക്കൽനിന്നു് തിരിച്ചു വാങ്ങുന്നതുകൊണ്ടു് മാത്രം തൃപ്തിപ്പെടാവുന്നതല്ല. അതിനെ മൂടിയിരിക്കുന്ന സൈനികഉറ പറിച്ചെടുത്തു് സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി അനുവിധാനം ചെയ്യുവാൻ കഴിവുള്ളവരുടെ കയ്യിൽ അതു സമർപ്പിക്കേണ്ടതുമാണു്.

സൈനികാവശ്യങ്ങൾക്കായി അണുായുധങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുവാനുള്ള ഭയങ്കര പ്രവണതയെ എതിർ ദിശയിലേക്കു തിരിച്ചുവിടുന്നതായാൽ ഏററവും വിനാശകരമായ ഒരു ശക്തിയെ മാനവസമുദായത്തിന്നു പ്രയോജനകരമായ അനുഗ്രഹമായി പരിണമിപ്പിച്ചു് വികസിപ്പിക്കാവുന്നതാണെന്നു അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾക്കറിയാം.

അണുശക്തിയിൽനിന്നു ലഭിക്കാവുന്ന ശക്തി ഭാവിയെക്കുറിച്ചുള്ള വെറും സ്വപ്നമല്ലെന്നും അമെരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകൾക്കറിവുണ്ടു്. അതിന്റെ കഴിവുകൾ–തെളിയിക്കപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞവ– ഇപ്പോൾ ഇവിടെതന്നെയുണ്ടു്. ലോകത്തിലുള്ള എല്ലാശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കും, വാസ്തുവിദ്യാവിദഗ്ദ്ധർക്കും അവരുടെ ആശയങ്ങളെല്ലാം പരിശോധിച്ചു വികസിപ്പിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള ഭേദ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ നൽകുന്നതായാൽ പ്രസ്തുതകഴിവുകൾ സത്വരം സാർവ്വലൌകികവും, കാര്യക്ഷമവും,

സാമ്പത്തികമായി ആദായകരവുമായ പ്രയോജനങ്ങൾക്കു യുക്തമായ തരത്തിൽ രൂപാന്തരപ്പെടുത്താവുന്നതാണെന്നതിൽ ആൎക്കാണു് സംശയമുണ്ടാവുക?

പാശ്ചാത്യരും പൌരസ്ത്യരുമായ ജനങ്ങളുടെയും ഭരണകൂടങ്ങളുടെയും മനസ്സിൽനിന്നു് അണുഭയം തിരോധാനം ചെയ്യുന്നദിനം കഴിയുന്നതും അടുപ്പിച്ചുകൊണ്ടു വരുവാനായി നാം ഇപ്പോൾ തന്നെ കൈക്കൊള്ളാവുന്നതായ ചില നടപടികൾ ഉണ്ടു്.

സംയുക്ത അണുപദാൎത്ഥ സംഭാവനകൾക്കുള്ള നിർദ്ദേശങ്ങൾ.

അതുകൊണ്ടു് ചിലനിർദ്ദേശങ്ങൾ ഞാൻ ഇതാ ഉന്നയിക്കുന്നു.

'പ്രധാനമായി വ്യാപൃത'രായിരിക്കുന്ന ഭരണകൂടങ്ങൾ അവരുടെ അണുശക്തി പദാൎത്ഥ നിക്ഷേപങ്ങളിൽനിന്നു വിവേകപൂൎവ്വം നൽകാവുന്നത്ര സാധാരണ യുറേനിയവും മററു ഭേദ്യപദാൎത്ഥങ്ങളും ഒരു അന്താരാഷ്ട്രീയ അണുശക്തി പ്രതിനിധി സംഘത്തിന്നു് സംയുക്തമായി സംഭാവനചെയ്യുവാൻ ഇപ്പോൾ തന്നെ തുടങ്ങുകയും സംഭാവനകൾ തുടരുകയും വേണം. പ്രസ്തുതസംഘം ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ ആഭിമുഖ്യത്തിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെടുമെന്നു നാം പ്രതീക്ഷിക്കാം.

സംഭാവനകളുടെ തോതും നടപടിക്രമങ്ങളും മററു സൂക്ഷ്മകാൎയ്യങ്ങളും ഞാൻ നേരത്തെ സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള "സ്വകാൎയ്യ സംഭാഷണ"ങ്ങളുടെ പരിധിയിൽ കൊള്ളിക്കുന്നതായിരിക്കും ഉചിതം.

അതിന്നുള്ള മാൎഗ്ഗങ്ങൾ ആരായുന്ന ഭാരം ഉത്തമവിശ്വാസത്തോടുകൂടി ഏറെറടുക്കുവാൻ അമെരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ തയ്യാറുണ്ടു്. സദൃശമായ ഉത്തമ വിശ്വാസത്തോടുകൂടി പ്രവൃത്തിക്കുവാൻ തയ്യാറുള്ള ഏതൊരു ഭാഗഭാക്കിന്നും അമെരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ യുക്തിഹീനമല്ലാത്തതും ഒട്ടും അനൌദാൎയ്യം കാണിക്കാത്തതുമായ പങ്കാളിയാണെന്നു വ്യക്തമാവും.

തുടക്കത്തിലും ആദ്യഘട്ടങ്ങളിലും ഈ പദ്ധതിക്കായി ലഭിക്കുന്ന സംഭാവനകൾ തീർച്ചയായും വളരെ ചുരുക്കമായിരിക്കും. എന്നാൽ പൂർണ്ണമായി സ്വീകരിക്കാവുന്നതരത്തിൽ ആഗോളവ്യാപ്തിയുള്ള പരിശോധനയും നിയന്ത്രണവും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന വ്യവസ്ഥ നടപ്പാക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതുമൂലമുണ്ടാകാവുന്ന ക്ഷോഭവും പരസ്പരാശങ്കകളും കൂടാതെ കഴിക്കുവാനുള്ള സാദ്ധ്യത ഈ നിർദ്ദേശത്തിൻെറ മഹത്തായ ഗുണവുമായിരിക്കും.

സംഭാവനയായി ലഭിക്കുന്ന ഭേദ്യപദാർത്ഥങ്ങളെയും മററും നിയമാനുസൃതം സ്വീകരിച്ച് ശേഖരിച്ച് സംരക്ഷിക്കുവാനുള്ള ഉത്തരവാദിത്വം അണുശക്തി പ്രതിനിധി സംഘത്തിൽ അർപ്പിക്കാവുന്നതാണ്. അത്തരത്തിലുള്ള ഭേദ്യപദാർത്ഥങ്ങളുടെ നിക്ഷേപം പ്രത്യേകിച്ചും മുന്നറിവുകൂടാതെയുള്ള കയ്യേററത്തിന്നു വിധേയമാകാതെ സുരക്ഷിതമായി സൂക്ഷിക്കുന്നതിന്നാവശ്യമുള്ള സൌകര്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുവാൻ നിപുണരായ ശാസ്ത്രജ്ഞക്ക് സാധിക്കും.

അണുശക്തി പ്രതിനിധി സംഘത്തിൻെറ കൂടുതൽ ഉത്തരവാദപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി സമാധാനപരമായ തൊഴിലുകൾക്ക് ഉപകരിക്കാവുന്ന തരത്തിൽ ഭേദ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ വിനിച്ചുകൊടുക്കുവാനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ ആവിഷ്കരിക്കുന്നതായിരിക്കും. കൃഷി, രോഗചികിത്സ തുടങ്ങിയ അനവധി സൃഷ്ടിപരമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് ആവശ്യമുള്ള തരത്തിൽ അണുശക്തി പ്രയോഗിക്കുന്നതു സാദ്ധ്യമാക്കുവാൻ ഉതകുന്ന വിദഗ്ദരുടെ അണി സജ്ജീകരിക്കപ്പെട്ടും. ലോകത്തിൽ ശക്തിവിരളമായ പ്രദേശങ്ങൾക്ക് ധാരാളം വിദ്യുച്ഛക്തി നൽകുന്ന കാര്യം പ്രത്യേകം പരിഗണിക്കപ്പെട്ടും. അണുശക്തി പദാർത്ഥങ്ങൾ സംഭാവന ചെയ്യുന്ന ശക്തികൾ അവരുടെ ബലത്തിൽ ഒരംശം മാനവസമുദായത്തെ പേടിപ്പിക്കുന്നതിനു പ്രയോഗിക്കുന്നതിന്നു പകരം അവരുടെ യഥാർത്ഥ ആവശ്യങ്ങൾ

നിർവ്വഹിച്ച് സേവനം നൽകുവാനായി സമർപ്പിക്കുന്നതായിരിക്കും.

'പ്രധാനമായി വ്യാപൃതരായിരിക്കുന്ന' ശക്തികളുമായി ഇടപെട്ട് പ്രസ്തുത വികസന പരിപാടികൾ നടപ്പാക്കുന്നതിൽ സഹകരിച്ച നിർമ്മാണാത്മകമായ അണുശക്തി പ്രയോഗങ്ങൾ ത്വരിതപ്പെടുത്തുവാൻ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ ഇഷ്ടപ്പെടുമെന്നു മാത്രമല്ല അതിൽ അവർ സാഭിമാനം പങ്കുകൊള്ളുകയും ചെയ്യും.

"പ്രധാനമായി വ്യാപൃതരായവ"രിൽ സോവിയററ് ഐക്യം തീർച്ചയായും ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ടതാണ്.

ഭയംതെളിഞ്ഞു് സമാധാനത്തിലെക്കു്

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ കോൺഗ്രസ്സിൻെറ അംഗീകാരം ലഭിക്കുമെന്ന പൂർണ്ണപ്രതിക്ഷയോടുകൂടി അതിന്നു് താഴെചേർക്കുന്ന ലക്ഷ്യങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഏതു പരിപാടിയും സമർപ്പിക്കാൻ ഞാൻ തയ്യാറാണ്.

ഒന്നു്: യുക്തമായ എല്ലാ പരീക്ഷണങ്ങളും നടത്തുവാൻ ആവശ്യമുള്ള പദാർത്ഥങ്ങൾ ലഭിക്കുമെന്നു തീർച്ചയുള്ള എല്ലാ പ്രദേശങ്ങളിലും സൃഷ്ടിപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി ഏററവും അധികം ഫലപ്രദമായി ഭേദ്യപദാർത്ഥങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കാവുന്ന രീതികളെ കുറിച്ചു് ആഗോളവ്യാപ്തിയുള്ള പരിശോധന പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുന്നതു്.

രണ്ടു്: ലോകത്തിലെ അണുശക്തി ഭണ്ഡാകാരങ്ങളുടെ നശീകരണശക്തി കുറക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നതു്.

മൂന്നു്: ഈ പ്രബുദ്ധയുഗത്തിൽ പാശ്ചാത്യരും പൌരസ്ത്യരുമായ വൻശക്തികൾ യുദ്ധസാമഗ്രികൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിൽ കൂടുതലായി മാനുഷികാഭിലാഷങ്ങൾ സാധിപ്പിക്കുന്നതിൽ താല്പര്യമുള്ളവരാണെന്നു് എല്ലാ രാഷ്ട്രങ്ങളിലെയും ജനതക്കു് വ്യക്തമാക്കുന്നതു്.

നാല്: —സമാധാനപരമായ ചർച്ചകൾക്കുള്ള ഒരു പുതുമാർഗ്ഗം വെട്ടിത്തെളിയിച്ച്, ഭയാരോപിതമായ ജാഡ്യത കുടഞ്ഞുകളഞ്ഞു് അതിൽനിന്നു വിമുക്തമായി ലോകം സമാധാനത്തിലേക്കു പുരോഗമിക്കുന്നതിന്നു മുമ്പായി പരിഹരിക്കപ്പെട്ടേണ്ടിയിരിക്കുന്ന അനവധി വിഷമപ്രശ്നങ്ങൾക്കു ഔദ്യോഗികവും അനൌദ്യോഗികവുമായ സംഭാഷണങ്ങൾ മൂലം പോംവഴി കാണുവാനുതകുന്ന ഒരു പുതിയ സമീപനരീതിയെങ്കിലും ആരംഭിക്കുന്നതു്.

അണുവായുധത്തിന്റെ ഇരുണ്ട പശ്ചാത്തലത്തിൽ അമേരിക്കൻഐക്യനാട്ടുകൾ അവതരിപ്പിക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നതു് കേവലം ബലം മാത്രമല്ല, സമാധാനത്തിന്നായുള്ള ആഗ്രഹവും പ്രത്യാശയും കൂടിയാകുന്നു.

വിധിനിർണ്ണായകമായ തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കേണ്ടുന്ന മാസങ്ങളാണുനമ്മുടെ മുമ്പിലായി കിടക്കുന്നതു്. ഈ സഭയിലും, ലോകത്തിലെ വിവിധ രാഷ്ട്രതലസ്ഥാനങ്ങളിലും, സൈനികകേന്ദ്രങ്ങളിലും, എന്നു വേണ്ട ഭരണകർത്താക്കളും ഭരിക്കപ്പെടുന്നവരുമായുള്ള എല്ലാജനങ്ങളുടെ ഹൃദയങ്ങളിലുമായി എടുക്കപ്പെടുന്ന തീരുമാനങ്ങൾ ലോകത്തെ ഭയത്തിൽ നിന്നു മോചിപ്പിച്ച് സമാധാനത്തിലേക്കു നയിക്കുവാൻ ഉതകുന്നവയായിത്തീരട്ടെ.

പ്രസ്തുത തീരുമാനങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്നതിന്നു്— അണുശക്തിപ്രശ്നം ഉളവാക്കിയിരിക്കുന്ന ഭയങ്കര ധർമ്മസങ്കടത്തിൽ നിന്നു പോംവഴികാണുവാനുള്ള ദൃഢനിശ്ചയത്തോടുകൂടി മനുഷ്യന്റെ അത്യത്ഭുതകരമായ ഉപജ്ഞതാപ്രാപ്തി ലോകസമുദായം നശിപ്പിക്കാവുന്ന ഒരുപായമാക്കാതെ പ്രശാന്തവും സുഖസൌകര്യസമൃദ്ധവുമായ ജീവിതം സാദ്ധ്യമാക്കുവാനായി ഉഴിഞ്ഞുവെക്കുവാനുതകുന്ന മാർഗ്ഗം ആരായുന്നതിന്നു്— മുഴവൻ ഹൃദയവും മനസ്സും വിനിയോഗിക്കുവാൻ അമെരിക്കൻഐക്യനാട്ടുകൾ നിങ്ങളുടെ മുമ്പാകെ—തന്മൂലം ലോകസമക്ഷം—ഇതാ പ്രതിജ്ഞചെയ്യുന്നു.

സാങ്കേതികശബ്ദകോശം

അണു (ആററം)

ദീർഘകാലമായി അവിഭാജ്യമെന്നു കരുതപ്പെട്ടിരുന്നതും പ്രകൃതിയിൽ ഏററവും സൂക്ഷ്മവുമായ രചനാപിണ്ഡശകലം. അതിൽ അണുകേന്ദ്രമെന്ന മദ്ധ്യസ്ഥിതമായ അംഗവും അതിന്നു ചുററുമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളെന്ന സൂക്ഷ്മമായ അംഗങ്ങളും ഉള്ളതുകൊണ്ടു് അതു് അതിസൂക്ഷ്മമായ സൌരയൂഥത്തിനു സദൃശമാണു്. അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ കൂടുതൽ സൂക്ഷ്മമായ പ്രോട്ടാണുകളും ന്യൂട്രാണുകളും ഉണ്ടു്. അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ പരിണാമ്യങ്ങളാകുന്നു. അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി കറങ്ങുന്ന എലക്ട്രാണുകളുടെ എണ്ണവും മാററാവുന്നതാണു്. അതുകൊണ്ടു് അണു യഥാൎത്ഥത്തിൽ അവിഭാജ്യമല്ല.

അണുകേന്ദ്രം (ന്യൂക്ലിയസ്)

അണുവിൻെറ മദ്ധ്യവും കേന്ദ്രവും. വിവരിക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ലാത്ത വൻമായികബലംകൊണ്ടു് കൂട്ടിച്ചേൎത്തുനിൎത്തപ്പെട്ട പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രാണുകളുമാകുന്നു അതിലുള്ളതു്. അണുവിലെ ശക്തിയുടെ നിലയമായതുകൊണ്ടു് അതു് പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നു.

അണുശക്തി (ന്യൂക്ലിയർ എനർജി)

ഒരു അണുകേന്ദ്രത്തെ രണ്ടു ഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കുമ്പോഴൊ (ഭേദനം), രണ്ടു് അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ തപിപ്പിച്ചു് അത്യുച്ച ഊഷ്മാവിലെത്തിച്ചു സംയോജിപ്പിക്കുമ്പോഴൊ (സംയോജനം), വൻതോതിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന താപം അഥവാ ശക്തി. അണുവിൻെ കേന്ദ്രമാകുന്നു യഥാർത്ഥത്തിൽ പ്രസ്തുതശക്തിയുടെ നിലയം. അതുകൊണ്ടു് സാധാരണയായി പറഞ്ഞുകേൾക്കുന്ന "അണുശക്തി" എന്നതിൽ

കൂടുതൽ കൃത്യമായി അതിനെ വിവരിക്കുന്നതു് "അണുകേന്ദ്രീയശക്തി" ആകുന്നു.

അണുഭാരം (അററാമിക്‌വെയിററ്)

നിസ്സാരമായ മാററത്തിനു വിധേയമായി, ഒരു മൂലകത്തിൻെറ അണുസംഖ്യതന്നെയാണു് അതിൻെറ അണുഭാരവും

അണുസംഖ്യ (അററാമിക്‌നമ്പർ)

ഒരു മൂലകത്തിൻെറ അണുകേന്ദ്രത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പ്രോട്ടോണുകളുടെ എണ്ണം. പ്രകൃതിദത്തമായ മൂലകങ്ങൾക്കു് 1മുതൽ 92വരെ (Z-1-z-92) യാണു് നൽകീട്ടുള്ളതു്. ഹൈഡ്രജൻെറ അണുസംഖ്യ Z-1ഉം യുറേനിയത്തിൻേറതു Z-92ഉം ആകുന്നു. അവയെല്ലാം (92 മൂലകങ്ങൾ) പ്രകൃതിദത്തങ്ങളാകുന്നു. പരീക്ഷണശാലയിൽ അണുസംഖ്യ 92ൽ കൂടുതലായുള്ള മൂലകങ്ങൾ സംഗ്രഥിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. അങ്ങിനത്തെ ഒരു മൂലകമായ നെപ്‌ററ്യൂണിയത്തിൻെറ അണുസംഖ്യ 93ഉം പ്ലൂട്ടോണിയത്തിൻെറതു് 94ഉം ആകുന്നു.

അനുഗാമി(ട്രേസർ)

ദീപ്തിമത്വമില്ലാത്ത പദാർത്ഥത്തിൽ ചേക്കാവുന്നതും' അതിൽ നിന്നു് നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ദീപ്തിമത് സംജ്ഞകളിൽ നിന്നു് ഗീഗർമാനികൾ കൊണ്ടും സദൃശ്ഉപകരണങ്ങൾ കൊണ്ടും സാന്നിദ്ധ്യം കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതുമായ ദീപ്തിമത് പദാർത്ഥരേണു.

അയാൺ

ഒന്നൊ അതിലധികമോ എലക്‌ട്രാണുകൾ നഷ്ടപ്പെട്ടന്നതുകൊണ്ടു് അധിആധാനവും(+), ഒന്നോ അതിലധികമൊ എലക്‌ട്രാണുകൾ സ്വീകരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് ഊനാധാനവും (—)ആരോപിക്കപ്പെട്ടുള്ള അണു. ശരീരത്തിലെ പേശികളും

മററും അവയുടെ ധമ്മം നിവ്വഹിക്കുവാനും വളരുവാനും അവശ്യം ആവശ്യമുള്ള സജീവകോശങ്ങളിലെ അണുക്കൾക്കു് അയൊണീകരണം സംഭവിക്കുന്നതായാൽ അവ നശിക്കുകയൊ അവയുടെ പ്രത്യുല്പാദന ശക്തി നഷ്ടപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നുവെന്നു വിശ്വസിക്കുന്നു.

ആക്രമണം (ബൊംബാർഡ്മെൻറ്)

അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ ലാക്കാക്കിയുള്ള ആക്രമണം. അതിനുള്ള 'വെടിയുണ്ടകൾ' ന്യൂട്രാണുകൾ, ആൽഫാ കണങ്ങൾ എലക്ട്രാണുകൾ, പ്രോട്ടാണുകൾ എന്നിവയാകുന്നു. അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ പ്രസ്തുത 'വെടിയുണ്ടക'ളെക്കൊണ്ടു് ആക്രമിക്കുന്നതുമൂലം അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ ഭേദിക്കപ്പെടുകയും അവ വ്യത്യസ്ത അണുകേന്ദ്രങ്ങളായി പിളരുകയും ചെയ്യുന്നു.

ആൽഫാവികിരണം (ആൽഫറേഡിയേഷൻ)

അണുകേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന ഒരുതരം സൂക്ഷ്മതമശകലധാര. ഓരോ ആൽഫാ കണത്തിലും രണ്ടു ന്യൂട്രാണുകളും രണ്ടു പ്രോട്ടാണുകളും വീതം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതുമൂലം അതു ഹീലയത്തിൻെറ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു സദൃശമാകുന്നു.

ഊഷ്മളപരിശോധനാലയം. (ഹോട് ലാബൊറെററി)

ഉന്നത ദീപ്തിമത്വ തീവ്രതയുള്ള പദാർത്ഥങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനുള്ള സാമഗ്രികൾ സജ്ജമാക്കീട്ടുള്ള പരീക്ഷണശാല. ഇത്തരം പരിക്ഷണശാലകളിലെ ജോലിക്കാർ എല്ലായ്പോഴും അണുപ്രസരങ്ങളിൽ നിന്നുണ്ടാകാവുന്ന അപായങ്ങളിൽനിന്നു രക്ഷനൽകുവാനുതകുന്ന കരുതൽനടവടികൾ കയ്ക്കൊണ്ടു് അവയിൽനിന്നു് രക്ഷ നേടേണ്ടതാണു്.

എലക്ട്രാൺ.

അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതും ഊനാധാനം (—) വഹിക്കുന്നതുമായ

സൂക്ഷ്മതമശകലം. വിവിധമൂലകങ്ങളിൽ അണുകേന്ദ്രങ്ങൾക്കു ചുററുമായി പരിധിയിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളുടെ എണ്ണം വ്യത്യസ്തമാണു്. 2000 എലക്ട്രാണുകളുടെ ഭാരം ഒരു പ്രോട്ടാണിൻെറതിനോ ന്യൂട്രാണിൻെറതിനോതുല്യമാകുന്നു.

ഐസൊടോപ്പുകൾ.

അണുകേന്ദ്രങ്ങളിലെ ന്യൂട്രാണുകളുടെ എണ്ണം വ്യത്യസ്തമാവുകകൊണ്ടു് അണുഭാരം വ്യത്യസ്തമായാലും ഒരേതരം രാസഗുണങ്ങളോടുകൂടി വർത്തിച്ചുപോരുന്നവയും ഒരേ മൂലകത്തിൻെറവയുമായ രൂപാന്തരങ്ങളാകുന്നു അതിൻെറ ഐസൊടോപ്പുകൾ. ഉദാഹരണം: ഹൈഡ്രജന്നു മൂന്നു ഐസൊടോപ്പുകൾ ഉണ്ടു്. ആദ്യത്തേതിൻെറ അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടാൺ മാത്രമാണുള്ളതു്. രണ്ടാമതിൻെറ അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടാണും ഒരു ന്യൂട്രാണും, മൂന്നാമതിൻെറതിൽ ഒരുപ്രോട്ടാണും രണ്ടു ന്യൂട്രാണുകളും, ഉണ്ടു്.

അർദ്ധായുസ്. (ഹാഫ് ലൈഫ്)

ഒരു റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പിന്നു അതിൻെറ ശക്തിയിൽ പകുതിനഷ്ടപ്പെട്ടുവാനോ, അതിൽപകുതി അപഗ്രഥിച്ചുകഴിവാനൊ വേണ്ടിവരുന്ന കാലദൈർഘ്യം. റേഡിയത്തിൻെറ അർദ്ധായുസ് 1620 സംവത്സരങ്ങളും റേഡിയൊ കോബാൾടിൻെറതു് 5.3 സംവത്സരങ്ങളുമാകുന്നു. ചില റേഡിയൊ ഐസൊടോപ്പുകളുടെ അർദ്ധായുസ് ചില മിനുററുകളൊ സെക്കൻഡുകളൊ അവയുടെ ചെറു അംശങ്ങളൊ മാത്രമാണു്.

കിലോവാററവർ (പവർയൂനിററ്)

ഒരു കിലോവാററ് പ്രാപ്തിയിൽ ഒരു മണിക്കൂർ നേരം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ചിലവാകുന്ന ശക്തിക്കു ഒരു കിലോവാററർ എന്നുപേർ. അതു മണിക്കൂറിൽ സുമാർ 1.34 H Pക്കു തുല്യമാകുന്നു.

കൃൂറി

ഒരു ദീപ്തിമത് പദാർത്ഥം നിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന വികിരണം അളക്കുവാനുള്ളമാത്ര. ഒരു ഗ്രാം റേഡിയത്തിൽ നിന്നു ഒരു സെക്കൻഡിൽ നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണ സഞ്ചയമാകുന്നു ഒരു കൃൂറി.

ഗാമാവികിരണം (ഗാമാറേഡിയേഷൻ)

X റേക്കു സദൃശവും എന്നാൽ അതിന്റെതിൽ കുറവായ തരംഗദൈർഘ്യവും ഉള്ള വൈദ്യുതകാന്തതരംഗം. ഗാമാരശ്മികൾ അണുകേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്നു. അവ ശകലങ്ങളല്ല.

ഗീഗർമാനി (ഗീഗർകൌണ്ടർ)

ദീപ്തിമത്വം അളക്കുവാനുള്ള ഒരു വൈദ്യുതോപകരണം. അതിനു സദൃശങ്ങളാകുന്നു പ്രസരസംഖ്യാമാനികൾ (സിൻറിലഷൻ കൌണ്ടേർസ്)

പ്രപഞ്ചരശ്മി (കോസ്മിക്ക്റേ)

ബഹിരാകാശത്തിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്നവയും തുളച്ചു കടക്കുവാനുള്ള ശക്തി അത്യധികമുള്ളവയുമായ രശ്മികൾ. ഇവ പ്രകാശവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന രേണുധാരകളാകുന്നു.

ഡ്യൂടെറിയം.

ഹൈഡ്രജന്റെ രണ്ടാമത്തെ ഐസൊടോപ്. ഡ്യൂടെറിയത്തിന്റെ അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടാണും ന്യൂട്രാണും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഭാരമേറിയ ജലത്തിന്റെ തന്മാത്രയിൽ ഉള്ള ഹൈഡ്രജൻ ഡ്യൂടെറിയമായതുകൊണ്ടാണ് അതിന്നു ആ പേർ ലഭിച്ചതു്. അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടാൺ മാത്രമുള്ളതാണ് സാധാരണ ഹൈഡ്രജൻ. അതിൽ ന്യൂട്രാണില്ല. അതുകൊണ്ടു് ഡ്യൂടെറിയത്തിന്നു് സാധാരണ ഹൈഡ്രജനേക്കാൾ ഭാരം അല്പം കൂടുതലുണ്ടു്.

തന്മാത്ര (മോലികൃൾ)

ഒരു പദാർത്ഥത്തിന്റെ എല്ലാഗുണലക്ഷണങ്ങളുമുള്ള ഏററവും ചെറിയ ഭൌതികമാത്ര. മൂലകത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ തന്മാത്ര എന്നതു് അതിന്റെ അണുതന്നെയാവാം. സംയുക്തത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ തന്മാത്രയിൽ രണ്ടൊ അതിലധികമോ വ്യത്യസ്ത അണുക്കൾ അടങ്ങിയിരിക്കും.

തേജോലേഖനം (റേഡിയൊഗ്രാഫി)

എക്സ്ൗരശ്മികളും സദൃശ വികിരണങ്ങളും ഉപയോഗിച്ച് സൂക്ഷ്മഗ്രാഹക പടലത്തിൽ ഛായാപടം തയ്യാറാകുന്ന പ്രക്രിയ

തേജോവികിരണപ്രദാനം (ഇർറേഡിഷൻ)

ദീപ്തിമത് പദാർത്ഥത്തിൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വികിരണങ്ങൾ ഒരു ലക്ഷ്യപദാർത്ഥത്തി പകൊള്ളിക്കുന്ന ക്രിയയാകുന്നു തേജോവികിരണപ്രദാനം. തന്മൂലം ചില പദാർത്ഥങ്ങളിൽ അയോണീകരണവും ഗുണലക്ഷണങ്ങൾക്കുമാററവും ഉണ്ടാകുന്നു. ഗാമാവികിരണം ഭക്ഷ്യപദാർത്ഥങ്ങളിലെ അണുപ്രാണികളെ നശിപ്പിക്കുന്നു.

(തേജഃസ്മരക) റേഡിയൊഐസൊടോപ്

പ്രകൃതിദത്തമായോ ന്യൂട്രാൺ ആക്രമണംകൊണ്ടോ ദീപ്തിമത്തായിതീരുന്ന ഐസൊടോപ്. സാധാരണഐസൊടോപിനെ അണുകേന്ദ്രപ്രതികാരകത്തിൽ വെച്ച് ന്യൂട്രാൺ ആക്രമണത്തിന്നു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ അതു റേഡിയൊ ഐസൊടൊപായിതീരുന്നു.

ദീപ്തിമത്വംതേജഃസ്മരകത്വം (റേഡിയൊആക്ററിവിററി)

അണുഘടകങ്ങളെയൊ രശ്മികളെയൊ അണുക്കളുടെകേന്ദ്രം ഉച്ചവേഗത്തിൽ ബഹിർഗ്ഗമിപ്പിക്കുന്ന ഗുണം. ഇതു് ചില മൂലകങ്ങളിൽ പ്രകൃതിദത്തമായുണ്ട്. മററുചിലവയിൽ അവയെ ന്യൂട്രാണുകളുടെയോ മററു അണുഘടകങ്ങളുടെയോ

ആക്രമണത്തിന്നു വിധേയമാക്കിയതിൽ പിന്നെ സംഭവിക്കുന്നു. ഒരു നശീകരണപ്രക്രിയ

നിയന്ത്രകദണ്ഡുകൾ (കൺട്രോൾറാഡ്സ്)

ന്യൂട്രാണുകളെ നിഗരണം ചെയ്യുന്ന ബോറാണും കാഡ്മിയവും പോലെയുള്ള പദാൎത്ഥങ്ങൾ കൊണ്ടു നിൎമ്മിക്കപ്പെടുന്ന പ്രസ്തുതദണ്ഡുകളെ ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവൎത്തനത്തിന്റെ വേഗം കുറക്കുവാനൊ അതു അവസാനിപ്പിക്കുവാനോ പ്രതികാരകത്തിൽ കടത്തിവെക്കുകയും, പ്രതിപ്രവൎത്തനം തുടങ്ങുവാനും തുടൎന്നു പോകുവാനും പുറത്തു വലിച്ചു നിൎത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. പ്രതികാരകത്തിൽ കടത്തിവെക്കുമ്പോൾ മററു ഭേദനങ്ങളുണ്ടാക്കുമായിരുന്ന ന്യൂട്രാണുകളെ അവ പിടികൂടുന്നു അഥവാ നിഗരണം ചെയ്യുന്നു.

പുറത്തുവലിച്ചുനിൎത്തുമ്പോൾ ന്യൂട്രാണുകൾ ഭേദനം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

ന്യൂട്രാൺ

അണുവിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ കണ്ടുവരുന്ന ഒരുതരം രേണു. അവ അധിആധാനമോ ഊനാധാനമോ വഹിക്കുന്നില്ല. അതുതന്നെയാണ് അതിന്റെ പേർ സൂചിപ്പിക്കുന്നതും. അതു് അണുകേന്ദ്രത്തെ തുളച്ചുകടക്കുവാനോ പിളൎക്കുവാനോ യുക്തമായ ആദൎശ 'വെടിയുണ്ട'യായിത്തീരുന്നു. ചില പ്രത്യേക പരിതഃസ്ഥിതിയിൽ ഒരു ന്യൂട്രാൺ പ്രോട്ടാണും എലക്ട്രാണുമായി വിയോജിക്കാവുന്നതാണ്.

വികല്പം (മ്യൂടേഷൻ)

പാരമ്പൎയ്യത്തെ ആസ്പദിച്ച് സാധൂകരിക്കുവാൻ സാധിക്കാത്തതായി മാതൃസസ്യത്തിന്റെയും മൃഗത്തിന്റെയും ഗുണങ്ങളിൽ നിന്നു പെട്ടന്നായി സന്തതിയിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്ന വ്യതിയാനത്തിന്നു ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ നൽകീട്ടുള്ളപേർ.

പാരമ്പര്യതന്ത്രം (ജനിററിക്സ്)

സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുക്കളുടെയും പാരമ്പര്യഗുണങ്ങൾ പ്രതിപാദിക്കുന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗം.

പിണ്ഡസംഖ്യ(മാസ്നമ്പർ)

ഒരു അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ ഒട്ടാകെയുള്ള ശകലങ്ങളുടെ എണ്ണം. അതിലുള്ള പ്രോട്ടാണുകളുടെയും ന്യൂട്രാണുകളുടെയും എണ്ണങ്ങളുടെ തുക.

പുരാവശിഷ്ടേന്ധനങ്ങൾ (ഫോസിൽഫ്യൂവൽസ്)

ഭൂമിയിൽനിന്നു് ഖനനംചെയ്തെടുക്കപ്പെടുന്ന ഇന്ധനങ്ങൾ-കല്ക്കരി, പ്രാകൃതവാതകം, പെട്രോളിയം.

പ്രതികാരകം (റിയാക്ററർ)

അണുകേന്ദ്രീയ ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവൎത്തനം സാധിപ്പിക്കുവാനും സംരക്ഷിക്കുവാനും നിയന്ത്രിക്കുവാനും ഉപയോഗിക്കുന്നതും ഉലക്കുസദൃശവുമായ ഉപകരണം.

പ്രതിസന്ധിപിണ്ഡം (ക്രിററിക്കൽമാസ്)

ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവൎത്തനം തുടൎന്നുപോവാൻ അവശ്യം ആവശ്യമുള്ള അണ്വിന്ധനത്തിൻെറ പിണ്ഡം. അതു കുറവായാൽ ഇന്ധനത്തിൽ നിന്നു് വളരെയധികം സ്വതന്ത്ര ന്യൂട്രാണുകൾ മററു ഭേദനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാതെ പുറത്തും പോകുന്നു, ക്രമത്തിൽ പ്രതിപ്രവൎത്തനവേഗം കുറയുകയു അതവസാനിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

പ്രഭാകലനം (ഫോട്ടൊസിന്തസിസ്)

പച്ചനിറമുള്ള സസ്യങ്ങൾ വായുവിൽനിന്നു ജലവും അംഗാരാമ്ലവായുവും വലിച്ചെടുത്തു് സൂൎയ്യപ്രകാശസാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ധാന്യന്നൂറു സഞ്ജീകരിക്കുന്ന പ്രക്രിയ. ഈ പ്രക്രിയകൂടാതെ ലോകത്തിലെ ജന്തുക്കൾക്കും മനുഷ്യൎക്കും ഭക്ഷ്യപദാൎത്ഥങ്ങൾ ലഭിക്കുകയില്ല.

പ്രോട്ടാൺ

അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ കാണുന്ന വിദ്യുത്അധി ആധാനത്തിൻെറ(+)ഏററവും ചെറിയമാത്ര. ഒരണുവിൽ വിദ്യുത് അധിആധാനം വഹിക്കുന്ന പ്രോട്ടണുകൾ ഊന വിദ്യുത് ആരോപിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള എലക്ട്രാണുകളുമായി കൃത്യമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച സന്തുലനം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു് അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി പരിധിയിൽ കറങ്ങി ക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളുടെയത്രതന്നെ പ്രോട്ടാണു കൾ അണുകേന്ദ്രത്തിലുണ്ടാവണം.

ബീററാവികിരണം(ബീററാറേഡിയേഷൻ)

ഓരോശകലവും ഒരു എലക്ട്രാണായുള്ളതും അണുകേന്ദ്ര ങ്ങളിൽ നിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്നതുമായ ശകലധാര. ഇതിലെ എലക്ട്രാണുകൾ അണുകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമായി കറങ്ങികൊ ണ്ടിരിക്കുന്ന എലക്ട്രാണുകളല്ല. അണുകേന്ദ്രത്തിലുള്ള ന്യൂട്രാണുകൾ വിഭജിക്കുന്നതു മൂലമുണ്ടാകുന്നതാണവ

ഭ്രമണചക്രം (ടർബയിൻ)

ചിറകുകൾ ഘടിപ്പിച്ചതും അവയിൽ തട്ടുന്ന വാതകധാ രകളുടെയോ ദ്രവങ്ങളുടെയോ പ്രവാഹവേഗം കൊണ്ടു് തിരി ക്കാവുന്നതുമായ ചക്രത്തോട്ടുകൂടിയ മോട്ടാർ. നീരാവിധാര കൊണ്ടു് തിരിയുന്ന ഭ്രമണചക്രങ്ങളാകുന്നു പ്രസ്തുതത്തിൽ പരിഗണിക്കേണ്ടതു്. അവ വിദ്യുദുല്പാദകങ്ങളെ പ്രവർത്തി പ്പിച്ച് ഗൃഹങ്ങളിലെ ആവശ്യങ്ങൾക്കും വാണിജ്യപരമാ യുള്ള ആവശ്യങ്ങൾക്കും വേണ്ടി വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദിപ്പി ക്കുന്നു.

മന്ദഗാമിന്യൂട്രാൺ (സ്ലോന്യൂട്രാൺ)

ചുരുങ്ങിയ വേഗത്തിൽ (താപവേഗമായ സെക്കൻ ഡിൽ 1 മൈൽ വീതം) സഞ്ചരിക്കുന്ന ന്യൂട്രാൺ. ശീഘ്ര

ഗാമിയായ ന്യൂട്രാണിൻെറ വേഗം മിക്കവാറും പ്രകാശവേഗമാകുന്നു.-സെക്കൻഡിൽ 186000 മൈൽ. യൂറേനിയം 235 ൻെറ അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ ഭേദനം ചെയ്യുവാൻ മന്ദഗാമികളായ ന്യൂട്രാണുകൾ ആവശ്യമാണു്.

മറ(ഷീൽഡു്)

ആരോഗ്യഹാനികരമായുള്ള ന്യൂട്രാണുകളും ഗാമാരശ്മികളും ബഹിർഗ്ഗമിക്കുന്നതിനെ തടഞ്ഞു നിർത്തുവാനായി പ്രതികാരകത്തിന്നും തേജസ്സൂരക പദാർത്ഥങ്ങൾക്കും ചുററുമായി നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ചുമരുകളും തടസ്സങ്ങളും. ഈയ്യം, കോൺക്രീററു്, ഇരുമ്പു്, വെള്ളം എന്നിവയാകുന്നു സാധാരണയായും ധാരാളമായും മറ നിർമ്മിക്കുന്നതിന്നുപയോഗിക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങൾ.

മൂലകം(എലിമെൻറു്)

അണുകേന്ദ്രങ്ങളിൽ തുല്യഎണ്ണം പ്രോട്ടോണുകളും കേന്ദ്രങ്ങൾക്കുചുററും പരിധിയിൽ കറങ്ങികൊണ്ടിരിക്കുന്നവയായി പ്രോട്ടാണുകളുടെതിന്നു തുല്യഎണ്ണം എലക്ട്രോണുകളും തന്മൂലം സദൃശഗുണങ്ങളും ഉള്ള അണുക്കളോടുകൂടിയ പദാർത്ഥം.

യജമാനഭൃത്യവിന്യാസകങ്ങൾ(മാസ്റ്റർ സ്ലേവ്മാനിപ്പുലേറേറർഡു്)

മറകളാൽ സുരക്ഷിതമാക്കപ്പെട്ടതും അകലെസ്ഥിതിചെയ്യുന്നതുമായ സ്ഥലത്തിൽനിന്നു് ദീപ്തിമത്പദാർത്ഥം കൈകാര്യംചെയ്യുവാൻ പ്രവർത്തകനെ സഹായിക്കുന്ന വിദൂരനിയന്ത്രകയാന്ത്രീകഹസ്തങ്ങൾ.

വിദ്യുത്ബലം (എലക്ട്രിക്കൽഫോർസ്)

അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ വിദ്യുത് അധി ആധാന(+)മുള്ള പ്രോട്ടോണുകൾക്കും വിദ്യുത് ഉനാധാനമുള്ളവയും (—)

കേന്ദ്രത്തിന്നുചുററുമായി പരിധിയിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നവയുമായ എലക്ട്രാണുകൾക്കും ഇടയിൽ വ്യാപരിക്കുന്നബലം. ആവശ്യമുള്ളത്ര എലക്ട്രാണുകളെ അണുവിൽനിന്നു് ബഹിർഗ്ഗമിക്കുവാൻ അനുവദിക്കാതെ പരിധിയിൽ അവയുടെപഥത്തിലായി നിർത്തുന്നതു് ഈ ബലമാകുന്നു.

ഭേദനം (ഫിഷൻ)

ഏകകാലത്തിൽകുറെ സ്വതന്ത്രന്യൂട്രാണുകളും താരതമ്യേന വളരെയധികംതാപവും ഉല്പാദിപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് ഒരു അണുകേന്ദ്രം രണ്ടു ചെറിയ അണുകേന്ദ്രങ്ങളായിവിഭജിക്കപ്പെടുന്നപ്രക്രിയ.

ഭേദ്യമൂലകം (ഫിഷനെബിൾഎലിമെൻറു്)

ന്യൂട്രാൺ ആക്രമണംകൊണ്ടു് ഭേദനം ചെയ്യാവുന്ന അണുകേന്ദ്രത്തോടുകൂടിയമൂലകം.

വേഗശമകം (മോഡറേററർ)

ഉച്ചവേഗത്തിൽസഞ്ചരിക്കുന്ന ന്യൂട്രാണുകളുടെവേഗം കുറക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നപദാൎത്ഥം. ഹൈഡ്രജനും അംഗാരവും അങ്ങിനത്തെപദാൎത്ഥങ്ങളാകുന്നു. ഈ മൂലകങ്ങളുടെ അണുക്കളിൽ ന്യൂട്രാണുകൾ ചെന്നുമുട്ടുമ്പോൾ അവയുടെ വേഗംകുറയുകയും അവക്കു അണുകേന്ദ്രഭേദനം ചെയ്യുവാനുള്ള കഴിവുണ്ടാവുകയുംചെയ്യുന്നു.

ശകലവേഗവർദ്ധകങ്ങൾ(പാർട്ടിക്കിൾ അക്സലറേററുകൾ)

അണുകേന്ദ്രസ്ഥങ്ങളായ വിദ്യുദാരോപണമുള്ള ശകലങ്ങളെ അണുക്കളെലക്ഷ്യമാക്കി ഉച്ചവേഗത്തിൽ തൊടുത്തുവിടുവാൻ ഉതകുന്നഉപായങ്ങൾ. ഇവ എലക്ട്രാണുകളേയും പ്രോട്ടോണുകളേയും ആൽഫാകണങ്ങളേയും “വെടിയുണ്ടക”ളായുപയോഗിക്കുന്നു. ന്യൂട്രാണിൽ വിദ്യുദാരോപണമില്ലാ

ത്തതുകൊണ്ടു് അവക്കുന്യൂട്രാൺ തൊട്ടുത്തുവിട്ടുവാൻ കഴിയുന്നില്ല. അനവധിതരംവേഗവർദ്ധകങ്ങൾഉണ്ടു്. അവയിൽ ചിലവ സിൻക്രോടൺസ്, സൈക്ലോട്രൺസ്, ബീററാട്രൺസ്, രേഖീയവേഗവർദ്ധകങ്ങൾ എന്നിവയാകുന്നു. അവയെല്ലാം അണുഗവേഷണത്തിന്നു പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനം(ചെയിൻറിയാക്ഷൻ)

ഒരു അണുകേന്ദ്രഭേദനത്തിൽ നിന്നും സ്വതന്ത്രമാകുന്ന ന്യൂട്രാണുകൾ അണുകേന്ദ്രങ്ങളെ ഭേദനം ചെയ്യുന്നതു മൂലം പ്രതിപ്രവത്തനം തുടൻനുപോകുന്നതിനാൽ ഒരു ഭേദനപരമ്പര സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നപ്രക്രിയ. അണ്വായുധത്തിൽ അനിയന്ത്രിതവും അത്യുച്ചവേഗത്തിലും ജ്യോമിതീയ പ്രവർദ്ധന രീതിയനുസരിച്ചും സംഭവിക്കുന്ന ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനത്തിൽ കണ്ണിമക്കുന്നനേരത്തിന്നുള്ളിൽ 1, 3, 9, 27, 81, 243, 729, 2187, 6561, 19683...എന്ന തരത്തിൽ വിഭേദനങ്ങൾ വർദ്ധിച്ചുപോകുന്നു. ജ്യോമിതീയ പ്രവർദ്ധനരീതിയനുസരിച്ചു ഭേദനങ്ങളുണ്ടാകുന്നതു് അനുവദിക്കപ്പെടാത്തതാകുന്നു നിയന്ത്രിത ശൃംഖലാപ്രതിപ്രവത്തനം. പ്രത്യുത അതിൽ ഭേദന വേഗം ആവശ്യമനുസരിച്ചുള്ളതാണന്നില വാരത്തിൽ നിത്തപെടുന്നു.

സംയുക്തം(കോംപൌണ്ഡ്)

രണ്ടോ അതിൽ കൂടുതലോ മൂലകങ്ങളുടെ രാസസംയോജനം കൊണ്ടു സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന തന്മാത്രകളോടുകൂടിയ പദാർത്ഥം.

സംയോജനം(ഫ്യൂഷൻ)

ഭാരം കുറഞ്ഞ അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ കൂടിച്ചേർത്തു ഭാരം കൂടിയ ഒരു അണുകേന്ദ്രം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയ. വളരെയധികം താപം പ്രയോഗിച്ചാകുന്നു ഇതു് സാധ്യമാക്കുന്നതു്. സംയോജന ഫലമായി വളരെയധികം താപം

ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഒരു തരത്തിൽ സംയോജനം ഭേദനത്തിന്നു വിപരീതമായുള്ള പ്രക്രിയയാകുന്നു.

സംസക്തികബലം (ബൈൻഡിങ്ങ്ഫോർസ്)

ഒരു അണുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ പ്രോട്ടാണുകളെയും ന്യൂട്രാണുകളേയും കൂട്ടിച്ചേർത്തി നിർത്തുന്ന ബലം ഓരോ പ്രോട്ടാണിലും ഒരു മാത്ര (+)അധിആധാനം വീതം ആരോപിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് അവ സാധാരണയായി പരസ്പരം വികർഷിക്കുകയാണുചെയ്യുക. പ്രസ്തുത സംസക്തികബലത്തിൻെറ പ്രകൃതം ശരിക്കു മനസ്സിലായിട്ടില്ല. എന്നാൽ അതു് വിദ്യുൽ ബലമോ ഭൂവാകർഷണബലമോ അല്ല.

റൺയൻ.

ഒരു 'മാത്ര' പ്രസരം എന്നറിയപ്പെടുന്നതു. 0° സെൻറിഗ്രേഡ് ഊഷ്മാവിൽ 1 ഘനസെൻറിമീററർ ശുഷ്കവായുവിൽ അധിആധാനമോ ഊനാധാനമോവായ ഒരു മാത്ര സ്ഥിരവിദ്യുത് ആരോപണം ചെയ്യുവാൻ ആവശ്യമുള്ള എക്സ്റേക്കളുടെയോ ഗാമാരശ്മികളുടെയോ പരിമാണം.

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

KOTTAYAM

Cl. No. ....500.....   Acc. No. ....45527....

This book should be returned on or before the date last stamped below.

If the book is not returned on due date
a fine of 25 Ps. per day will be charged

500
DUN-S

45527

ഡൺലപ്പ് ഹെൻറി ഏ.

സേവനരംഗത്തിൽ അണാ8

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
Call No. 500 DUN-S Acc. No. 45527
Author ഡൺലപ്പ് ഹെൻറി എ.
Title സേവന രംഗത്തിൽ അഞ്ചു.

Indic Digital Archive Foundation
gpura.org