റേഡിയോയും
വീക്ഷണവും

RADIO AND TELEVISION

എം. വി. ചാക്കൊ, എം. [illegible]
സയൻസ് കോളേജ്, തിരുവനന്തപുരം.

[illegible]

1046A
116. 2. 20
NO 257
5911

റേഡിയോയും ദൂരവീക്ഷണവും

91738
JK XI 230

RADIO AND TELEVISION.

SRI CHITHIRA THIRUNAL GR... VANCHI... TRIVANDRUM ...SALA

എം. വി. ചാക്കോ എം. എ.,
സയൻസ് കോളേജ്, തിരുവനന്തപുരം.

(പകർപ്പവകാശം സ്വായത്തം.)

V. V. PUBLISHING HOUSE
TRIVANDRUM.
1940.

ആമുഖം

മി. എം. വി. ചാക്കോ എഴുതിയ 'റേഡിയോയും ദൂരവീക്ഷണവും' എന്ന ഗ്രന്ഥം ഞാൻ സശ്രദ്ധം വായിച്ചു. ഏററവും നൂതനമായ ഈ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ മൂലതത്വങ്ങളെ വിശദീകരിച്ചു് മലയാളഭാഷയിൽ എഴുതിഫലിപ്പിക്കയെന്നതു് അത്രസുകരമല്ല. ഗ്രന്ഥകത്താവിനെ ഒട്ടധികം ക്ലേശിപ്പിക്കുന്നതു് അത്ഥവത്തുകളായ സാങ്കേതികപദങ്ങളുടെ സമ്പാദനമത്രേ. അതു് എത്രമാത്രം സഫലമായിട്ടുണ്ടെന്നു് വിധികല്പിക്കേണ്ടതു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ ഭാഷാപണ്ഡിതന്മാരാണെങ്കിലും, അതിൽ വലിയ അപാകമൊന്നും വന്നുപോയിട്ടില്ലെന്നുതന്നെയാണു് എൻെറ വിനീതാഭിപ്രായം. പിന്നെ ആലോചിക്കേണ്ടതു് തത്വവിശദീകരണം എത്രമാത്രം സുഖകരമായിട്ടുണ്ടെന്നാണു്. വിഷയത്തെ വേണ്ടുംവണ്ണം വിശകലനം ചെയ്തു് തരംതിരിച്ചു് ക്രമപ്പെടുത്തി ആവശ്യപ്പെടുന്നിടത്തെല്ലാം ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ കൊണ്ടും പടങ്ങൾ കൊണ്ടും കാഠിന്യം പരിഹരിക്കുവാൻ ഗ്രന്ഥകത്താവിനു സാധിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഒരു പാഠ്യപുസ്തകത്തിൻെറ രീതിയിൽ രചിച്ചിട്ടുള്ള ഈ ഗ്രന്ഥം ശാസ്ത്രജ്ഞാനസമ്പാദനത്തിനായി പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധവെച്ചു് കുറച്ചുകുറച്ചായി പഠിക്കാൻ തയ്യാറുള്ളവക്കു മാത്രമേ പ്രയോജനകരമാകയുള്ളു. ഒരു നോവൽപോലെ ഒരു പകൽകൊണ്ടു വായിച്ചുതള്ളാവുന്നതല്ല. വിഷയഗ്രഹണം അത്രമാത്രം ശ്രമസാദ്ധ്യമാണു്. 'കടിച്ചാൽ പൊട്ടാത്ത' ഭാഗങ്ങളും ഇല്ലെന്നില്ല. മി. ചാക്കോയുടെ ശ്ലാഘനീയമായ ഈ പ്രയത്നം പൂണ്ണമായി ഫലപ്രദമാകണമെങ്കിൽ കാളേജുകളിൽ ഊർജ്ജതന്ത്രം മലയാളഭാഷയിൽതന്നെ പഠിപ്പിക്കാവുന്ന നിലവരണം. പ്രായോഗികോപകരണങ്ങളോടു കൂടിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ കൊണ്ടുമാത്രമേ അഭ്യസനം ഫലവത്താകയുമുള്ളു. ഞാൻ ഈ ഗ്രന്ഥത്തിനും ഗ്രന്ഥകത്താവിനും സകല ശ്രേയസ്സും ആശംസിച്ചുകൊള്ളുന്നു.

Trivandrum,
3—4—40.

S. Ramakrishna Iyer,
Retired Prof. of Physics.

മുഖവുര

ശ്രീമാൻ ചാക്കോ അവർകളുടെ ഈ പുസ്തകത്തിന് ഒരു മുഖവുര എഴുതുന്നതിന്, ശാസ്ത്രദൃഷ്ട്യാ ഞാൻ പര്യാപ്തനല്ലെങ്കിലും, മലയാളഭാഷയുടെ അഭ്യുദയകാംക്ഷി എന്ന നിലയ്ക്കു് എനിക്ക് വളരെ സന്തോഷമുണ്ട്. ശാസ്ത്രീയകാര്യം മാതൃഭാഷകളിൽ തന്നെ സംക്രമിച്ചാൽ മാത്രമേ ലോകത്തിൽ എവിടെയും സാധുവായ അറിവു പരക്കാൻ വഴിയുള്ളു എന്നാണ് എൻ്റെ ഉത്തമവിശ്വാസം. ഈ ബോധം വിദ്വാന്മാരുടെ ഇടയിൽ ഇന്നു പ്രബലമായി കാണുന്നുണ്ടെന്നുള്ളതിന് ഭാരതഭൂമിയിലെ വിവിധ സർവ്വകലാശാലകളും തദ്ദേശഭാഷകൾ മുഖാന്തരം തന്നെ അദ്ധ്യാപനം ചെയ്യിക്കുന്നതിൽ ഉത്സുകരായി കാണുന്നു എന്നുള്ളതുതന്നെ മതിയായ തെളിവാണ്. പാശ്ചാത്യദേശങ്ങളിൽ നവംനവമായി ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ശാസ്ത്രങ്ങളുടെ സർവ്വതോമുഖമായ വികാസത്തിന് കിടപിടിക്കത്തക്കവണ്ണം ദേശഭാഷകളിൽ സംജ്ഞകൾ ഉണ്ടാക്കുവാൻ വളരെ ഞെരുക്കമുണ്ടെന്നു പൊതുവേ ഒരു ബോധമുണ്ട്. ഇതു ശരിയാണെന്നു് സംജ്ഞാനിഘണ്ടുനിർമ്മാണത്തിൽ യത്നിച്ചുവരവേ എനിക്ക് അനുഭവപ്പെട്ടിട്ടുമുണ്ട്. എന്നാൽ സംജ്ഞയുടെ കാര്യത്തിൽ അത്രയധികം ക്ലേശിക്കാനുണ്ടെന്ന് എനിക്കു തോന്നുന്നില്ല. വിദേശസംജ്ഞകളെല്ലാം സാർത്ഥകമായി അനുവാദം ചെയ്യണമെന്ന് ശാഠ്യം തുടങ്ങിയാൽ മാത്രമേ കഷ്ടപ്പാടുള്ളൂ. Chamberlain എന്നതിന് പള്ളിയറക്കാരൻ എന്നോ Fox എന്നതിന് ഊളൻ എന്നോ ഒക്കെ പേരിടാൻ മനുഷ്യരാരും യത്നിക്കാറില്ലല്ലോ. ഓക്സിജൻ, റേഡിയോ, മോട്ടാർ മുതലായ പദങ്ങൾ അപ്പടിയേ ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ ഒരു തെറ്റുമില്ല. ദേശഭാഷയോട് സാത്മ്യംസിദ്ധിക്കുംപടി അത്യാവശ്യം വേണ്ടുന്ന ഭേദഗതികൾ മാത്രം ചെയ്തു തത്സമമായിത്തന്നെ ഉപയോഗിക്കാൻ സൌകര്യമുള്ളിടത്ത് ആവിധത്തിൽ അനുവാദം ചെയ്യാൻ വിചാരിക്കുന്നപക്ഷം ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളെ ഏതുദേശഭാഷയിലേക്കും പ്രചരിപ്പിക്കാനും വിചാരിക്കുന്നിടത്തോളം ക്ലേശമില്ല.

ഇന്നു് റേഡിയോ—നഭോവാണിയെന്നൊന്നും ഞാൻ പറയാൻ തയാറില്ല—ലോകമെങ്ങും പ്രചാരമുള്ളതെന്നു മാത്രമല്ല നാളേക്കു് പ്രചാരവും ഉപകാരവും വർദ്ധിക്കുന്നതുമായ ഒരു കാൎയ്യമാണു്. ഇതു് ഏതുവിധത്തിൽ പ്രവൎത്തിക്കുന്നു, ഇതിൽ അന്തൎഭവിച്ചിരിക്കുന്ന തത്വങ്ങളുടെ സ്വഭാവാദി എന്തു് എന്നെല്ലാമാണു് ഈ ഗ്രന്ഥത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഈ സംഗതികൾ അറിയാൻ ആൎക്കും കൌതുകം കാണും സംശയമില്ല. പ്രസ്തുത ഗ്രന്ഥത്തിന്റെ കൎത്താവു് ഊൎജ്ജതന്ത്രമെടുത്തു് മദ്രാസ് സൎവ്വകലാശാലയിൽ എം. എ. ബിരുദംനേടിയ ആളാണെന്നുമാത്രമല്ല ഒരു വ്യാഴവട്ടത്തിനു മേലായി റേഡിയോ സംബന്ധമായ പല പരീക്ഷണങ്ങളിലും സദാ വ്യാപൃതനും, മാതൃഭാഷയോടു വളരെ പ്രതിപത്തിയുള്ള ഒരു വിദ്വാനും ആണു്. റേഡിയോ സംബന്ധിച്ചു് പൂൎണ്ണനിഷ്ണാതനായ ഒരാൾ എഴുതിയിട്ടുള്ള ഗ്രന്ഥമാകയാൽ ഇതിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ളവയെല്ലാം കറയററസംഗതികളാണു്. ഈ ഗ്രന്ഥം മദിരാശി സൎവ്വകലാശാലയുടെ അനുമോദനത്തിനും സമ്മാനത്തിനും ഭാഗ്യം ലഭിച്ചതാണെന്നുള്ളതുതന്നെ ഇതിലെ കാൎയ്യഭാഗത്തിന്റെ യോഗ്യതയെ തെളിയിക്കുന്നു. ഗ്രന്ഥത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന ഭാഷാരീതി ഏതൊരുമലയാളിക്കും ക്ഷണം മനസ്സിലാക്കത്തക്കവിധം ലഘുവാണു്. ഗ്രന്ഥകൎത്താവു് കഴിയുന്നത്ര സമാനസംജ്ഞതന്നെ സൃഷ്ടിക്കണമെന്നു് ജാഗരൂകനായിരുന്നതിന്റെ ഫലമായി കുറെ പുതിയ സംജ്ഞകൾ വന്നുപെടാൻ ഇടവന്നിട്ടുണ്ടു്. അതുകൊണ്ടു് ഇംഗ്ലീഷ് പഠിച്ചിട്ടില്ലാത്ത മലയാളിക്കു് ഒരു ദോഷവും തട്ടാനില്ല; അവനു് ഷറൺ എന്ന ഒരു പേരാണെന്നു പറഞ്ഞാൽ അതു പഠിച്ചുകൊള്ളുകയേ വേണ്ടുവല്ലോ. പക്ഷേ ഇംഗ്ലീഷ് ഭാഷമുഖാന്തരം വിഷയജ്ഞാനം സിദ്ധിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഊൎജ്ജതന്ത്രജ്ഞനു് പുതിയ വാക്കുകൾ കാണുമ്പോൾ വിഷയംതന്നെ മനസ്സിലാകാത്തവിധം ഒരു അന്ധാളിപ്പു പററിയേക്കാം. ഈ ദോഷങ്ങളുടെ പരിഹരിക്കാമായിരുന്നു മിക്കവാറും തത്സമംതന്നെ ഉപയോഗിക്കുക എന്നു വച്ചിരുന്നു എങ്കിൽ. പക്ഷേ ഈ ദോഷത്തിനു് ഒരവധിയുണ്ടു്. പുതിയ സംജ്ഞകൾ കാതിനൊന്നു പഴകുന്നതുവരെയേ കഷ്ടപ്പാ

ട്ടുള്ളു. അതുകഴിഞ്ഞാൽ ഇംഗ്ലീഷിൽ ഊൎജ്ജതന്ത്രം പഠിച്ചവനും ഗ്രന്ഥം സുഗമമായിരിക്കും.

ഈ ഗ്രന്ഥത്തിനും ഗ്രന്ഥകൎത്താവിനും സൎവ്വവിധമായ മംഗളവും ഞാനാശംസിക്കുന്നു. ലോകാനുഗ്രഹാൎത്ഥം പാശ്ചാത്യഭാഷകളും മറ്റൊന്തരം വിവിധതന്ത്രങ്ങളും അഭ്യസിച്ചിട്ടുള്ള വിദ്വാന്മാർ തത്തൽതന്ത്രങ്ങൾ സംബന്ധിച്ച് ഈ വിധമുള്ള ഗ്രന്ഥങ്ങൾ രചിച്ച് കൈരളിയേ പോഷിപ്പിക്കുവാൻ സംഗതിവരട്ടെ. ഊൎജ്ജതന്ത്രപരമായ വേറേഗ്രന്ഥങ്ങളും ശ്രീമാൻ ചാക്കോ അവർകളുടെ യത്നഫലമായി കാണാൻ സംഗതിയാകും എന്നു വിശ്വസിച്ചുകൊണ്ടു് ശ്രീമാൻ ചാക്കോ അവർകളുടെ ഈ ഓമനപ്പൈതലിനെ താലോലിക്കുന്നതിന് കൈരളിയുടെ അങ്കത്തിൽ ഞാൻ നിക്ഷേപിച്ചുകൊള്ളുന്നു.

തിരുവനന്തപുരം	വൈദ്യശാസ്ത്രനിപുണൻ ഡാക്ടർ
1—4—1940	എൽ. എ. രവിവൎമ്മ.

പ്രസ്താവന

പല വകുപ്പുകളിലും ഇന്ത്യാക്കാർ പണ്ടുതന്നെ അമൂല്യ
ങ്ങളായ അനേകം ശാസ്ത്രതത്വങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കുകയും പ്ര
യോഗത്തിൽ വരുത്തുകയും ചെയ്തിരുന്നു എന്നുള്ളതു പരമാ
ൎത്ഥം തന്നെ. പാശ്ചാത്യദേശങ്ങളിലെ ശാസ്ത്രീയപുരോഗതി
ക്കു വഴിതെളിച്ചതും ഇൻഡ്യയിലെ ഗ്രന്ഥങ്ങളാണെന്നുള്ള
അഭിപ്രായവും വിസ്മരിക്കാവുന്നതല്ല. ഇടക്കാലങ്ങളിൽ ഇൻ
ഡ്യയുടെ പല ഭാഗങ്ങളിലേയും അരാജകസ്ഥിതിനിമിത്തം
ഈ വിജ്ഞാനസമ്പത്തു് ഉപയോഗശൂന്യമായിപ്പോയെന്നു
വരാം. കഴിഞ്ഞ കഥ എങ്ങിനെയായിരുന്നാലും, ഇപ്പോഴ
ത്തെ നമ്മുടെ നില പാശ്ചാത്യരെ അപേക്ഷിച്ച് പ്രകൃതി
വിജ്ഞാനത്തിലും അതിൻെറ പ്രയോഗത്തിലും വളരെ പിന്നോ
ക്കമാണെന്നുള്ളതാണ്. ആധുനികശാസ്ത്രവിജ്ഞാനം അവരിൽ
നിന്നും നമുക്കു പഠിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

ഏതു വിജ്ഞാനവും കൈവശപ്പെടണമെങ്കിൽ അതു
രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന ഭാഷ അഭ്യസിക്കണം. ഒരന്യഭാഷ
സ്വായത്തമാക്കുകയെന്നതു് ജനസാമാന്യത്തിനു് സാൎവ്വത്രിക
മായി സാധിക്കുന്നതല്ല. ശാസ്ത്രീയവിജ്ഞാനം മാതൃഭാഷയിൽ
തന്നെ ലഭ്യമായെങ്കിൽ മാത്രമേ പൊതുജനങ്ങളുടെ ഇടയിൽ
അതു പ്രചരിക്കുകയും രാജ്യത്തിൻെറ പൊതുസംസ്കാരത്തിൽ
ലയിച്ചുചേരുകയുമുള്ളു. ശാസ്ത്രീയയുഗമായ ഇക്കാലത്തു്, മററു
ള്ളവരോടു കിടനില്ക്കുന്നതിനും ജീവിതമത്സരത്തിൽ വിജയം
നേടുന്നതിനും, മററു രാജ്യക്കാരോടൊപ്പം പുരോഗതി പ്രാപി
ക്കുന്നതിനും ശാസ്ത്രീയാഭ്യസനം അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.
ഏതാശയവും മാതൃഭാഷാമാൎഗ്ഗം ഗ്രഹിക്കുന്നതു് അന്യഭാഷ
മുഖേന ഗ്രഹിക്കുന്നതിലും എളുപ്പമാണ്. പാശ്ചാത്യശാ
സ്ത്രീയവിജ്ഞാനം പൊതുജനങ്ങൾക്കു ലഭിക്കയും അതിനെ
അവർ നിത്യോപയോഗത്തിൽ വരുത്തുകയും ചെയ്യണമെ
ങ്കിൽ അതു് അതതു ദേശത്തെ ഭാഷയിൽ വിവൎത്തനംചെയ്തേ
സാധിക്കയുള്ളൂ. അതിനാൽ ആധുനികശാസ്ത്രതത്വങ്ങൾ മല
യാളികൾക്ക് സുപരിചിതമാകുന്നതിന്നായി അവയെപ്പററി

പ്രതിപാദിക്കുന്ന പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ മലയാളത്തിൽതന്നെ ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നു സാധിക്കുന്നു.

ഇപ്പോൾ ഭൂലോകത്തിൽ ഏതു ഭാഗത്തും മനുഷ്യന്റെ ദൈനന്ദിനോപയോഗത്തിലിരിക്കുന്ന ഒന്നാണ് റേഡിയോ. അതിന്റെ അത്ഭുതാവഹമായ സാദ്ധ്യതകൾ പല രൂപത്തിലായി നാം അനുഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അപ്പഴപ്പോഴത്തെ അഖിലലോകവാർത്തകൾ സംഭവസമയത്തുതന്നെ അറിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതു് ഇവയിൽ മുഖ്യമായ ഒന്നാണ്. ഇക്കഴിഞ്ഞ രണ്ടു കൊല്ലങ്ങളിൽ യുദ്ധങ്ങളും യുദ്ധശ്രുതികളും നിമിത്തം ഇതിന്റെ പ്രയോജനം സാമാന്യജനതയ്ക്കു് അധികമായി ബോദ്ധ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. അതോടുകൂടിത്തന്നെ അതിന്റെ ശാസ്ത്രീയതത്വങ്ങളെപ്പററി പഠിക്കുന്നതിനുള്ള വാഞ്ഛയും വരദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടു്. പുരോഗമനേച്ഛുക്കളും ബുദ്ധിമാന്മാരുമായ മലയാളികൾക്കു് ഈ പഠനം നിഷ്പ്രയാസം സാധിക്കാവുന്നതാണ്. റേഡിയോപോലെ പ്രായോഗികമായ ഒരു വിഷയത്തിൽ, അതു സംബന്ധമായ ഉപകരണങ്ങളും യന്ത്രവിശേഷങ്ങളും തന്നെത്താൻ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ മാത്രമേ പഠനം പൂർത്തിയാകുന്നുള്ളുവെങ്കിലും അതിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെയും പ്രയോജനത്തെയും മററും പററി ഏറെക്കുറെ പൂർണ്ണമായ അറിവു വായനക്കാർക്കു ലഭിക്കുന്നതിനു സഹായിക്കണമെന്നുദ്ദേശിച്ചാണ് ഈ പുസ്തകം എഴുതിയിട്ടുള്ളതു്.

റേഡിയോ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ പ്രായോഗികവശങ്ങളിൽ ഒന്നാകയാൽ അതിന്റെ പ്രാഥമിക തത്വങ്ങളും നിയമങ്ങളും ആദ്യമായി മനസ്സിലാക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. അവ ഒന്നാമദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു. ആശയങ്ങൾ വിശദമാക്കുന്നതിനായി ധാരാളം ഉദാഹരണങ്ങളും ചേർത്തിട്ടുണ്ടു്. റേഡിയോയും ശബ്ദവും പ്രസരിക്കുന്നതു് തരംഗരൂപത്തിലാകയാൽ രണ്ടാമദ്ധ്യായം അതിനായി നീക്കിവച്ചിരിക്കുന്നു. മൂന്നാമദ്ധ്യായത്തിലാണ് റേഡിയോയ്ക്കുള്ള ഉപകരണങ്ങളെപ്പററി വിസ്തരിച്ചിരിക്കുന്നതു്. നാലിൽ റേഡിയോതരംഗനിർമ്മിതിയേയും അഞ്ചിൽ പ്രസരണത്തേയും, ആറിൽ അതിന്റെ ആദാനത്തെ

ശം വിശദമാക്കുന്നു. ഏഴാമദ്ധ്യായം അതിൻെറ പ്രയോജനങ്ങളെപ്പററിയുള്ള വിവരണമാണ്. റേഡിയോയുടെ അനുസ്യൂതവും ശീഘ്രവുമായ വികാസത്തിൻെറ ഫലമായി സാധിച്ച പലപ്രേഷണത്തേയും ദൂരവീക്ഷണത്തേയും പററി അടുത്ത അദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നു. റേഡിയോയെപ്പോലെ തന്നെ നമ്മുടെ നിത്യാനുഭവത്തിൽ വന്നിട്ടില്ലെങ്കിലും എല്ലാവരുടേയും ജിജ്ഞാസയെ ജ്വലിപ്പിക്കുന്ന ഒരു വിഷയംതന്നെയാണ് ഇതു്. അവസാന അദ്ധ്യായത്തിൽ ഈ വിജ്ഞാനശാഖയുടെ ഇതുപര്യന്തമുള്ള ചരിത്രമാണ് കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്. ആശയഗ്രഹണം സുഗമമാക്കുന്നതിനായി ഒട്ടുവളരെ പടങ്ങളും ചിത്രങ്ങളും ചേർത്തിട്ടുണ്ട്.

മൂലതത്വങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കണമെന്നുള്ള ആഗ്രഹത്തോടെ, സാവധാനം മനസ്സിരുത്തി വായിക്കുന്ന ഏവൎക്കും പ്രതിപാദ്യവിഷയത്തെപ്പററി സാമാന്യജ്ഞാനമുണ്ടാകുവാൻ ഇതു പര്യാപ്തമാകുമെന്നാണ് എൻെറ വിശ്വാസം. ഏതു ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥവും ശ്രദ്ധയോടുകൂടി പഠിക്കുന്നവൎക്കു മാത്രമേ പ്രയോജനപ്പെടുകയുള്ളു എന്നുള്ള പരമാൎത്ഥം ഇവിടെ ഓൎമ്മിപ്പിക്കുന്നതു കൊള്ളാം. ഒരാഖ്യായികയോ, സാധാരണ ലോകവ്യവഹാരങ്ങളെപ്പററിയുള്ള വിവരണമോ, രാജ്യതന്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പ്രഭാഷണങ്ങളോ വായിക്കുന്നതുപോലെ ഓടിച്ചു വായിച്ചാൽ സംഗതികൾ വേണ്ടവണ്ണം ഗ്രഹിച്ചില്ല എന്നു വരാം. യാതൊരു ശാസ്ത്രീയഗ്രന്ഥത്തിൻെറ കാൎയ്യത്തിലും അതു പററുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല.

ശാസ്ത്രീയപ്രതിപാദനങ്ങളെല്ലാം പടിപടിയായി ഉറപ്പിച്ചുകൊണ്ടുപോകേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. മുമ്പു തെളിയിച്ച തത്വങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് പിന്നീടുള്ളവയെ വിശദീകരിക്കുന്നതു്. കൂടാതെ, സാങ്കേതികപദങ്ങളുടെ അൎത്ഥവിശദീകരണവും അവ ആദ്യം ഉപയോഗിക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിലായിരിക്കും. ആയതിനാൽ ഈ പുസ്തകം ആദ്യംമുതൽ ക്രമമായി വായിച്ചെങ്കിലേ പ്രയോജനമുണ്ടാകയുള്ളു എന്നതും വായനക്കാരെ ഓൎമ്മിപ്പിച്ചുകൊള്ളട്ടെ.

ഇൻഡ്യയിലെ പല നാട്ടുഭാഷകളിലുമെന്നപോലെ മ
യാളത്തിലും ശാസ്ത്രീയഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ അഭാവത്തിന മുഖ്യമ
രണ്ടു കാരണങ്ങളാണുള്ളത്. ഒന്നാമതായി, വേണ്ടിടത്തോ
സാങ്കേതികപദങ്ങൾ ഭാഷയിലില്ല. അവയുടെ നിർമ്മാ
ശ്രമസാദ്ധ്യമായ ഒന്നാണ്. ശാസ്ത്രത്തിലും സംസ്കൃതം മു
യ പൌരാണികഭാഷകളിലും അഗാധപാണ്ഡിത്യം
ച്ചിട്ടുള്ള മഹാരഥന്മാരെക്കൊണ്ടേ ഇതു കാര്യക്ഷമമായ
ത്തിൽ നിവൃത്തിക്കുന്നതിന സാധിക്കയുള്ളു. ഈയിടെ,
വിതാംകൂർ സർവ്വകലാശാല സാങ്കേതികപദനിർമ്മാണത്ത്
പല കമ്മിററികളേയും നിയമിച്ച് ഇതിൽ കാര്യമായിപ്രവ
ക്കുന്നതു് അഭിനന്ദനാർഹംതന്നെ. ഭാവി ശാസ്ത്രകാരന്മാരു
ഈവിധപരിശ്രമങ്ങളെ ഇതു ഫലവത്തപ്പെടുത്തുമെന്നാശിക്ക

ഇതിൽ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന സാങ്കേതിക പദങ്ങളി
ഒരു വലിയ ഭാഗം പണ്ഡിതന്മാരായ ശ്രീമാൻ ഐ. സ
ചാക്കോ (Retired Director of Industries)യുടെയും, വൈ
ശാസ്ത്രനിപുണൻ ഡോക്ടർ എൽ. എ. രവിവർമ്മകോയിത്തമ്പു
രാന്റെയും, ശ്രീമാൻ എം. ആർ. ബാലകൃഷ്ണവാര്യരുടെയും സ
ഹായത്തോടുകൂടി നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ളവയാണ്. കുറേയെല്ലാം ഭാ
യിൽ മുമ്പേയുള്ളവതന്നെ. സാധാരണ സംസാരഭാഷയിൽ
ഉപയോഗത്തിലിരിക്കുന്ന കുറെ ഇംഗ്ലീഷ് വാക്കുകൾ അതേ
പടി എടുത്തിട്ടുണ്ട്.

രണ്ടാമത്തെ കാരണം, ശാസ്ത്രീയഗ്രന്ഥപ്രസിദ്ധീകരണം
മററുള്ളവയെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതൽ വ്യയഹേതുകമാണെ
ന്നുള്ളതാണ്. വളരെ ബുദ്ധിമുട്ടിയും, പണവും സമയവു
ചെലവുചെയ്തും, പ്രസിദ്ധീകരണം നടത്തിയാൽ തന്നെ വി
ല്പന നടക്കുന്ന പുസ്തകങ്ങളുടെ എണ്ണം തുച്ഛമത്രേ. ഇംഗ്ലീഷ
ഭാഷയിൽ കുറേയെങ്കിലും വ്യുൽപത്തിയുള്ളവർ ഈ വിഷ
യങ്ങൾ ഇംഗ്ലീഷിൽ തന്നെ വായിച്ചു തൃപ്തിഅടയുന്നു. ഇംഗ്ലീ
ഷ് ഭാഷ പരിചയമില്ലാത്ത അഭ്യസ്തവിദ്യക്ക് പണമുണ്ടെങ്കി
ലും ഇത്തരം പുസ്തകങ്ങളിൽ വലിയ താല്പര്യമില്ല. മലയാള
ഭാഷയുപയോഗിച്ചുള്ള ശാസ്ത്രീയവിജ്ഞാനാഭ്യസനം പ്രാഥ
മികനിലയിൽ മാത്രമെത്തിയിട്ടുള്ള ഈ അവസരത്തിൽ ഇത്ത

രം പുസ്തകങ്ങൾ പാഠപുസ്തകങ്ങളായിത്തീരുന്നതും എളുപ്പമല്ല. അതിനാൽ ഗ്രന്ഥശാലകളും അഭ്യസ്തവിദ്യരായ രാജ്യക്ഷേമകാംക്ഷികളും മററും പ്രോത്സാഹിപ്പിച്ചെങ്കിലേ ഈദൃശപരിശ്രമങ്ങൾ സഫലമാകയുള്ളൂ.

മദ്രാസ് സർവകലാശാല നാട്ടുഭാഷകളിൽ ആധുനികവിഷയങ്ങളെപ്പററിയുള്ള പ്രസിദ്ധീകരണം പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുന്നതിനായി ആണ്ടുതോറും ഒരു ഗ്രന്ഥമത്സരം നടത്തി ഉത്തമഗ്രന്ഥത്തിനു നൽകിവരുന്ന പാരിതോഷികം ഈ പുസ്തകത്തിനും ലഭിച്ചുവെന്നത് പ്രസ്താവയോഗ്യമാണ്.

ഈ പുസ്തകം എഴുതുന്നതിനു് എന്നെ പ്രേരിപ്പിച്ചതു് എൻെറ മാന്യസ്നേഹിതനായ ശ്രീമാൻ എം. ആർ. ബാലകൃഷ്ണവാരിയർ ആണ്. നക്കൽപ്രതിമുതൽ മുഴുവൻ ക്ഷുലങ്കഷമായി പരിശോധിച്ച് ഭാഷാസംബന്ധമായ ന്യൂനതകൾ നീക്കുന്നതിനും, പുസ്തകം പൊതുജനസമക്ഷം സമർപ്പിക്കുന്നതിനു യോഗ്യമാക്കിത്തീർക്കുന്നതിനും, അതിൻെറ എല്ലാ ദശകളിലും അദ്ദേഹത്തിൻെറ സഹായമുണ്ടായിട്ടുണ്ട്. മലയാളത്തിലെ ഒരുത്തമ ഗ്രന്ഥകാരനും, വിവിധഭാഷാവ്യുല്പന്നനുമായ അദ്ദേഹത്തിൻെറ നിരന്തരമായ തുണയും പ്രോത്സാഹനവുംകൊണ്ടല്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ ഈ ഗ്രന്ഥം ഈ രൂപത്തിൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുവാൻ സാധിക്കയില്ലായിരുന്നു. എൻെറ ഈ പ്രഥമപ്രയത്നത്തിൽ എന്നെ സർവ്വത്ര സഹായിച്ച ശ്രീമാൻ ബാലകൃഷ്ണവാരിയരോട് എനിക്കുള്ള അപാരമായ നന്ദിയെ ഇവിടെ രേഖപ്പെടുത്തിക്കൊള്ളുന്നു.

ശ്രീമാൻ ഐ.സി. ചാക്കോയും, ഡോക്ടർ രവിവർമ്മത്തമ്പുരാനും എൻെറ വന്ദ്യഗുരുഭൂതനായ പ്രൊഫസർ എസ്സ്. രാമകൃഷ്ണയ്യരും, കോളേജിൽ സഹപ്രവർത്തകന്മാരും മാന്യസ്നേഹിതന്മാരുമായ ശ്രീമാന്മാർ പി. കെ. കൃഷ്ണപിള്ളയും, എൻ. കഞ്ഞുകൃഷ്ണപിള്ളയും, ഇതു വായിച്ചുനോക്കി വേണ്ട നിർദ്ദേശങ്ങൾ തന്ന് എന്നെ സഹായിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവരോടെല്ലാമുള്ള അഗാധമായ കൃതജ്ഞതയെ ഇവിടെ പ്രസ്താവിച്ചുകൊള്ളട്ടെ. ഈ ഉദ്യമത്തിൽ എന്നെ ആത്മാർത്ഥമായി സഹായിച്ചവരായി

വേറെയും പലരുമുണ്ട്. അവരോടും ഞാൻ കൃതജ്ഞതയുള്ളവനായിരിക്കുന്നു.

ഇതിൻെറ പ്രസിദ്ധീകരണത്തിന് സഹായധനം തന്ന് എന്നെ സഹായിച്ച തിരുവിതാംകൂർ സർവ്വകലാശാലാധികൃതരോടുള്ള നന്ദിയേയും ഞാൻ രേഖപ്പെടുത്തിക്കൊള്ളുന്നു. ഈ ഗ്രന്ഥത്തിന് ആമുഖവും മുഖവുരയും എഴുതിത്തന്ന പ്രൊഫസർ രാമകൃഷ്ണയ്യരവർകളോടും, ഡാക്ടർ എൽ. എ. രവിവർമ്മ കോയിത്തമ്പുരാൻ തിരുമേനിയോടും ഞാൻ അതീവകൃതജ്ഞനാണ്.

ഇതിൽ പല വൈകല്യങ്ങൾ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാനുണ്ടാവാം. അവയും, പൊതുജനങ്ങൾക്കു കൂടുതൽ പ്രയോജനകരമാക്കുന്നതിലേക്ക് ഇതിൽ വരുത്തേണ്ട ഭേദഗതികളെപ്പററി അവർക്കുള്ള അഭിപ്രായങ്ങളും, വായനക്കാർ സദയം എന്നെ അറിയിച്ചാൽ ഉപകാരമായി. ആ വിമർശനങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കി വേണ്ട വ്യത്യാസങ്ങൾ, മേലിൽ അതിന് അവസരമുണ്ടാകുമ്പോൾ, ചെയ്തുകൊള്ളാം. റേഡിയോയെപ്പററി പഠിക്കുന്നതിന് ഇതു പലർക്കും സഹായമായിത്തീരുമെന്നുള്ള പ്രത്യാശയോടുകൂടി എൻെറ ഈ പ്രഥമശ്രമഫലത്തെ സഹൃദയസമക്ഷം സമർപ്പിച്ചുകൊള്ളുന്നു.

തിരുവനന്തപുരം,
5—4—1940.

എം. വി. ചാക്കോ.

വിഷയാനുക്രമണിക

൧

അദ്ധ്യായം.		വിഷയം.	പുറം.
		ആമുഖം	i
		മുഖവുര	ii
		പ്രസ്താവന	v
		പ്രവേശകം—പ്രാധാന്യം	1
1.		കാന്തത്വവും വൈദ്യുതിപ്രവാഹവും	7
	(a)	കാന്തത്വം കാന്തം; കാന്തമണ്ഡലം; ഭൂമിയുടെ കാന്തസ്ഥിതി.	
	(b)	വൈദ്യുതിപ്രവാഹം പ്രവാഹത്തിൻെറ ഫലങ്ങൾ; ആരോപവും പ്രവാഹവും; ശക്ത്യഗ്രഡവും പ്രവാഹവും.	10
	(c)	സംനയം ഘനപദാൎത്ഥം; ദ്രവങ്ങൾ; വാതകങ്ങൾ.	13
	(d)	പ്രതിരോധിത്വം ഓഹം നിയമം; അനുപദബന്ധനം; അവായനബന്ധനം; അവായനതത്വം; പ്രതിരോധി.	17
	(e)	പലതരം പ്രവാഹം അഭിപ്രവാഹം; പ്രത്യഭിപ്രവാഹം സ്പന്ദപ്രവാഹം.	30
	(f)	യത്നം; ഊൎജ്ജം; ശക്തി.	33
	(g)	സംഭരണത്വം സംഭരണത്വതത്വം; പ്രമാനം, സംഭരണി, വ്യത്യയ സംഭരണി; അനുപദബന്ധനം, അവായനബന്ധനം; പ്രത്യഭിപ്രവാഹസംനയത്വം; കലാന്തരം, പ്രതികാരിത്വം, വിഘാതിത്വം; പ്രതികാരിത്വവും അഭീക്ഷ്ണതയും; പ്രതിരോധിയും സംഭരണിയും ചേൎന്നുള്ള പൎയ്യയനം.	35

അദ്ധ്യായം. വിഷയം. പുറം.

(h) പ്രേരകത്വം 45

പ്രേരകത്വം; കലാന്തരം, പ്രതികാരിത്വം, വിഘാതിത്വം; അനുപദബന്ധനം, അവായനബന്ധനം; പ്രതികാരിത്വവും അഭീക്ഷ്ണതയും, പ്രതിരോധിയും വലയവും തമ്മിൽ അനുപദബന്ധനം; വലയവും സംഭരണിയും തമ്മിൽ അനുപദബന്ധനം; പ്രതിരോധിയും സംഭരണിയും വലയവും തമ്മിൽ അനുപദബന്ധനം, അവായനബന്ധനം; അനുസ്വനാഭീക്ഷ്ണത; നിരോധിനി.

2. തരംഗങ്ങൾ 56

(a) ജലതരംഗം; മററു തരംഗങ്ങൾ; നിർവ്വചനങ്ങൾ; അഭീക്ഷ്ണതയും തരംഗായതിയും; തലതരംഗവും ആകാശതരംഗവും; വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങൾ; തരംഗസങ്കലനം.

(b) സ്വനം 64

സ്വനനിർണ്ണയം; നാദപംക്തി; പ്രസരണം; തനിസ്വരം; ഉപസ്വരങ്ങൾ; വിസ്തൃതിയും ഒച്ചയും; മേളനം; ചോദിതദോലനം; അനുസ്വാനം.

3. റേഡിയോ ഉപകരണങ്ങൾ

(a) ബാററി 68

ദ്വിതീയഘടം; പ്രാഥമികഘടം; അനുപദബന്ധനം; അവായനബന്ധനം.

(b) ഭേദകം. 71

(c) ആലക്താണുജം, (ഘമ്മായത് വാൽവ്) 74

സാമാന്യസംഗതികൾ;

ദ്വയാധ്വാവ്-ഉപജ്ഞാനചരിത്രം, നിർവ്വചനങ്ങൾ, അപാധ്വാനിർമ്മിതി, ദ്വയാധ്വാവിന്റെ ആഭ്യന്തര പ്രവർത്തനം; 75

ത്രയാധ്വാവ്-അർഗളത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം, അഭ്യധ്വാനിയന്ത്രണവും അർഗളനിയന്ത്രണ

അദ്ധ്യായം.	വിഷയം.	പുറം.
	വും, ലാക്ഷണികലേഖാസഞ്ചയം, പ്രവൃദ്ധനം ഗത്യേകീകരണം;	82
	ആലക്കതാണജ നിർദ്ദേശകങ്ങൾ;	91
	തിരസ്കരണാർഗളവാൽവ്;	92
	പഞ്ചാധപ്രാവ്യ്;	95
	ബഹുധപ്രാവ്യകൾ;	96
	റേഡിയോ ബാററി;	97
-(d)	സൂക്ഷ്മസ്വനി	98
	ഇംഗാലസൂക്ഷ്മസ്വനി, വേഗതാസൂക്ഷ്മസ്വനി, സംഭരണിസൂക്ഷ്മസ്വനി, ചലനസൂക്ഷ്മസ്വനി.	
(e)	ദൂരശ്രവണി.	102
(f)	ഉച്ചഭാഷിണി-ചലവലയ ഉച്ചഭാഷിണി.	104
(g)	പ്രേരണവലയം.	196
(h)	നിയോൺ വിളക്ക്.	107
(i)	വോമതന്തുവും ഭൂബന്ധനവും.	108
4.	പ്രേഷണം	
(a)	പ്രധാന വിഭാഗങ്ങൾ; തരംഗനിർമ്മിതി, ലംബകദോലനം, വൈദ്യുതിദോലനം, ആലക്കതാണജമുപയോഗിച്ചുള്ള തരംഗ നിർമ്മിതി, പ്രേഷണരീതി.	112
(b)	കമ്പിപ്രേഷണം	
	കമ്പിസങ്കേതം, പര്യയനം, പ്രാധാന്യം.	
(c)	പ്രേഷണനിയന്ത്രണം	124
	അഖിലലോക നിയന്ത്രണം, ശക്തി, സംബോധന സംജ്ഞ.	
(d)	ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം	126
	പക്ഷവിസരം, പര്യയനങ്ങൾ, പ്രക്ഷേപണം.	
(e)	ഏകദിഗ്പ്രക്ഷേപണം.	131
5.	റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുടെ സഞ്ചരണം	
(a)	വ്യുദപ്രാഗ്നിയമം	135
	വ്യുദർഗ്ഗ നിയമവും വൈദ്യുതകാന്തതരംഗ പ്രസരണവും.	
(b)	അയത്ത്ഗോള സിദ്ധാന്തം.	137

അദ്ധ്യായം.	വിഷയം.	പുറം.
	(c) അന്തരീക്ഷം	140
	സമ്മർദ്ദം, ഊഷ്മത, അയത്കരണം, അയത്കരണ കാരകം, അയനമേഖലകൾ.	8
	(d) പ്രതിബിംബവ്യവസ്ഥകൾ	148
	ആലക്താണകഘനഗുരുത്വം, തരംഗാഭിക്ഷ്ണത, നിപാതകോണം, പ്രേഷണാഭിക്ഷ്ണത, പ്രായോഗിക പയ്യവേക്ഷണങ്ങൾ.	
	(e) ആദാനം	152
	സമീപപ്രദേശം, ദൂരസ്ഥലം, പകലും രാവും, ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ, ആദാനവൈഷമ്യം.	
6.	റേഡിയോ ആദായകം	
	(a) ആദാന വ്യവസ്ഥകൾ	157
	വരണം, ഗത്യേകീകരണം, പ്രവർദ്ധനം, ഉന്നതാഭിക്ഷ്ണതാ നിഷ്കാസനം, ശബ്ദപ്രത്യുല്പാദനം.	
	(b) ആദാന പയ്യയനങ്ങൾ	166
	സ്ഫാടികാദായകം, ദ്വയാധ്വാദായകം, ഏകത്രയാധ്വാദായകം, (അർഗളഗത്യേകീകരണം, പ്രത്യുല്പാദനം).	
	(c) ആലക്താണജങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള യോജനം, ഭേദകയോജനം, പ്രതിരോധിയോജനം, നിരോധിനിയോജനം, താനീകൃതാഭ്യധ്വായോജനം.	173
	(d) സംവേദനം.	179
	(e) നാലു വാൽവുള്ള ആദായകം.	180
	(f) മേളാദായകം.	184
	(g) അന്തരീക്ഷകം.	186
7,	റേഡിയോയും ലോകവ്യവഹാരങ്ങളും	
	(a) റേഡിയോയും കപ്പൽ യാത്രയും സ്ഥാനനിർണ്ണയം.	188
	(b) റേഡിയോയും വ്യോമസഞ്ചാരവും.	195
	(c) തീവണ്ടിയിലും മോട്ടാർകാറിലുമുള്ള റേഡിയോ.	198
	(d) റേഡിയോയും പോലീസുവകുപ്പും	200

അദ്ധ്യായം.	വിഷയം.	പുറം.
	(e) റേഡിയോയും യുദ്ധവും.	202
൮.	ചിത്രപ്രക്ഷേപണവും ദൂരവീക്ഷണവും.	205
	(a) സാങ്കേതികതത്വങ്ങൾ പ്രഭയും വൈദ്യുതിയും, പ്രഭാസംനയതത്വം, പ്രഭാദേപാർത്താ പ്രകടകം, പ്രഭാവിക്ഷേപകതത്വം.	206
	(b) ആലക്താണുഗുണികം, വീക്ഷണപര്യവസ്ഥാനം, ശകലനവും ചയനവും.	210
	(c) നിപ്കോതകിടുപയോഗിച്ചുള്ള ദൂരവീക്ഷണം ശകലനം, പ്രക്ഷേപണം, ആദാനം, കാലസാത്മ്യകരണം, ചിത്രപ്രേഷണം;	215
	ചിത്രപ്രേഷണവും ദൂരവീക്ഷണവും.	
	(d) അപാധ്വകിരണ ദോലദർശിനി നിർമ്മിതി, കിരണനിയന്ത്രണം.	220
	(e) പ്രേഷണം ആലക്താണുക ചിത്രഗ്രാഹി, പ്രവർത്തനം, ഉൽകിരണം, ശകലനം, പരിവർത്തി, ശകലന പര്യയനം	227
	(f) ആദാനം കുലസാത്മ്യകരണം, പ്രത്യന്തരശകലനം, പ്രേഷണാഭീക്ഷ്ണത, ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം, ന്യൂനതകൾ, ചലന ചിത്രരീതി.	233
9.	ചരിത്രം റേഡിയോ	243
	(a) പ്രാരംഭ പര്യവേക്ഷണങ്ങൾ, പ്രയോഗം, മാർക്കോണി, മാർക്കോണിയുടെ പ്രാരംഭ ശ്രമങ്ങൾ, ആലക്താണുജം, ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം, ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ.	253
	(b) പല രാജ്യങ്ങൾതമ്മിലുള്ള താരതമ്യം, ഹ്രസ്വതരംഗം, മദ്ധ്യതരംഗം, പ്രക്ഷേപണ പരിപാടി, ചെലവ്.	
	(c) ഇൻഡ്യയിലെ പ്രക്ഷേപണ ചരിത്രം.	257
	(d) ചിത്രപ്രക്ഷേപണം.	260
	(e) ദൂരവീക്ഷണം	261
	ഉപസംഹാരം	266

അനുബന്ധം.	വിഷയം.	പുറം.
1.	വിഷയസൂചി	i
2.	സാങ്കേതിക പദസൂചി, ഇംഗ്ലീഷ്—മലയാളം	viii
3.	ഉപകരണ ചിഹ്നപട്ടിക	xxvi
4.	പ്രതിവൈദ്യുതിക പട്ടിക.	xxix
5.	ഈഥർ തരംഗപട്ടിക	xxx
7.	കമ്പിഭാഷ	xxxii
8.	ഓരോ പ്രത്യേക ആവശ്യത്തിനുമുള്ള അഭീക്ഷ്ണതാവിഭജനം	xxxiii
9.	ഇൻഡ്യായിലെ റേഡിയോപ്രക്ഷേപണ-പദ്ധതി.	xxxiv

ശുദ്ധിപത്രം

പുറം.	വരി.	അബദ്ധം.	സുബദ്ധം.
12	4	സംനയങ്ങൾ	സംനയകങ്ങൾ
42	3	phase	phase difference
54	22	ഗുണനം	ഗുണനഫലം
75	14	ഉപജ്ഞാത	ഉപജ്ഞാന
82	22	നാളത്തിന്റെ	വാൽവിന്റെ
92	19	screened	screen
105	28	സൂക്ഷ്മസ്വാനി	ഉച്ചഭാഷിണി
129	34	നാള	ആലകതന്തുജ
135	9	illumination	energy distribution
141		പടം 157 എന്നതിനു നേരെ മുകളിൽ സമ്മർദ്ദം എന്നു ചേർക്കണം.	
151		പടത്തിൽ മുകളിൽ നിന്നും മൂന്നാമത്തെ ലേഖ 500	1500
162	23	പ്രതിസ്ഥാനാഭീക്ഷ്ണത	അനുസ്ഥാനാഭീക്ഷ്ണത
198	7	similiar	similar
210	29	ആരോപിക്കുന്ന	ആരോഫിക്കുന്ന
i	2	പദസൂചി	വിഷയസൂചി

ല 1738
KXA 23o

റേഡിയോ

പ്രവേശകം

റേഡിയോയെപ്പററി കേട്ടിട്ടില്ലാത്തവരായി പരിഷ്കൃത ലോകത്തിൽ അധികമാളുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കയില്ല. പാശ്ചാത്യ രാജ്യങ്ങളിൽ ഇതിൻെറ പ്രവൎത്തനത്തിലും അനുഭവത്തിലും പെടാത്തവരായി ആരെങ്കിലും ഉണ്ടായിരിക്കുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല. ഏതെങ്കിലും ഒരു രൂപത്തിലുള്ള പ്രക്ഷേപിണി ആദായകം പെരുമാറീട്ടുള്ളവർ ധാരാളമാണ്. മിക്ക സ്ഥാപനങ്ങളിലും, വിശിഷ്യ വാസസ്ഥലങ്ങളിലും, ആദായകങ്ങൾ ധാരാളമായി ഉപയോഗത്തിലിരിക്കുന്നുണ്ട്. പ്രക്ഷേപണശാലകളും സുലഭമാണ്. യൂറോപ്പ്, അമേരിക്കാ എന്നീ ഖണ്ഡങ്ങളിലെ ഓരോ രാജ്യവും പ്രതിവർഷം ഗണ്യമായ ഒരു തുകയാണ് ഇതിലേക്ക് വ്യയം ചെയ്യുന്നത്. റേഡിയോ സംബന്ധമായ സാമഗ്രികൾ നിൎമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകൾ അനുദിനം അഭിവൃദ്ധിപ്പെട്ടുവരുന്നു. ഇവയിൽനിന്നും പ്രതിദിനം അനേകായിരം രൂപാ വിലപിടിക്കുന്ന സാമാനങ്ങൾ വെളിയിലേക്കയയ്ക്കുന്നു. റേഡിയോ നടപ്പിൽ വന്നിട്ട് കഷ്ടിച്ച് നാല്പതുവർഷമേ ആയിട്ടുള്ളുവെങ്കിലും അതിൻെറ വളർച്ച, ഇതരവ്യവസായങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച്, അതീവശീഘ്രത്തിലാണ്.

ദൂരദേശങ്ങളിലുള്ളവരെ കമ്പിവഴിയായി വാൎത്തകൾ അറിയിക്കുന്നതുപോലെ കമ്പിയുടെ സഹായം കൂടാതെ വാൎത്തകൾ അറിയിക്കാമെന്നു മാത്രമേ പ്രാരംഭദശയിൽ ഉദ്ദേശിച്ചിരുന്നുള്ളു. എന്നാലിപ്പോൾ റേഡിയോ മുഖാന്തരം അനേക നാഴിക ദൂരത്തിലുള്ള ആളുകൾ തമ്മിൽ സൈ്വരമായി, ഒരേ മുറിയിലെന്നപോലെ, സംഭാഷണം ചെയ്യാം. കാണുന്നില്ല എന്നൊരു വ്യത്യാസമേയുള്ളു. അതും അടുത്ത ഭാവിയിൽതന്നെ സാധിക്കുമെന്നു പ്രതീക്ഷിക്കാം. ഇപ്പോൾ ദൂരെയുള്ള സംഭവ

ങ്ങൾ കാണുന്നതിനുള്ള സാമഗ്രികളും പദ്ധതികളും, പൂൎണ്ണമായിട്ടെങ്കിലും, വിജയപ്രദമായിത്തീൎന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

റേഡിയോ മുഖാന്തരം ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം സാദ്ധ്യമായതാണ് അതിന്റെ ശീഘ്രാഭിവൃദ്ധിക്കുള്ള മുഖ്യകാരണങ്ങളിൽ ഒന്ന്. കമ്പിവഴി വൎത്തമാനം അയയ്ക്കുന്നതിനും, സ്വീകരിച്ച് മററുള്ളവരെ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും ആ സമ്പ്രദായം അഭ്യസിച്ചവരുടെ സഹായത്തോടുകൂടിയേ സാധിക്കയുള്ളു. അങ്ങനെയായാൽതന്നെ കമ്പിമൂലം ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള സ്ഥലങ്ങൾ തമ്മിൽ മാത്രമെ കമ്പിമാൎഗ്ഗവും ദൂരശ്രവണി ഉപയോഗിച്ചു സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുവാൻ നിവൃത്തിയുള്ളല്ലൊ. എന്നാൽ റേഡിയോ മുഖാന്തരം കമ്പിചിഹ്നങ്ങൾ മാത്രമല്ല സംഭാഷണമൊ, പ്രസംഗമൊ, സംഗീതമൊ ശബ്ദത്തിന്റെ മറേറതെങ്കിലും രൂപമോ, അതേവിധത്തിൽ, ദൂരസ്ഥലങ്ങളിൽ കേൾക്കുവാൻ സാധിക്കും. എന്നുമാത്രമല്ല, റേഡിയോ മാൎഗ്ഗം വെളിയിലേക്കയയ്ക്കുന്ന ശബ്ദം ഭൂമിക്ക് ഒരു പ്രദക്ഷിണം വയ്ക്കുന്നതിനു വേണ്ട സമയം അരയ്ക്കാൽ സെക്കണ്ട് മാത്രമാകയാൽ പ്രാസംഗികന്റെ മുമ്പിൽ കൂടിയിരിക്കുന്ന ആളുകൾ കേൾക്കുന്ന സമയത്തുതന്നെ ഭൂതലത്തിൽ എവിടെയുമുള്ള ഏതൊരാളിനും കേൾക്കാമെന്നുകൂടി വരുമ്പോൾ ആൎക്കാണ് ഇതിനെപ്പററി ആശ്ചൎയ്യം തോന്നാത്തത്? പ്രാസംഗികൻ പതുക്കെ പ്രസംഗിച്ചാലും അത് അനേകായിരം ജനങ്ങൾ സന്നിഹിതരായിട്ടുള്ള സദസ്സിനു മുഴുവനും വ്യക്തമായി കേൾക്കത്തക്കവണ്ണം സജ്ജമാക്കിത്തീൎക്കാം. അവിടെ വന്നുകൂടിയവർ മാത്രമല്ല സുഖമായി ഭവനങ്ങളിൽ ഇരിക്കുന്നവരും കേൾക്കുന്നുണ്ട്. പ്രസംഗം കേൾക്കേണ്ടപ്പോൾ അതാകാം, വിശ്രമവേളയിൽ സംഗീതമൊ, നാടകാഭിനയങ്ങളൊ, മററുവിധത്തിലുള്ള ഹൃദ്യമായ നേരംപോക്കുകളൊ ശ്രവിക്കാം. മാനസിക വിദ്യാഭ്യാസം തന്നെ ഇതുകൊണ്ടു സാധിക്കാവുന്നതാണ്. ഓരോ വിഷയത്തിലും അഗാധപാണ്ഡിത്യമുള്ളവരുടെ പ്രഭാഷണങ്ങൾ കേൾക്കുന്നതിനും പ്രയാസമില്ല. ആരോഗ്യം, കൃഷി, കൈത്തൊഴിൽ മുതലായ വിഷയങ്ങളിലും മററും വിജ്ഞാനവിതരണാൎത്ഥമായി ഇതിനെ ഉപയോഗിക്കാം. അപ്പഴപ്പോഴുള്ള ലോകവൎത്തമാനങ്ങൾ അറിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കാം. വ്യാപാരികൾക്ക് ഭൂലോകത്തിലെ പ്രധാന വിപണികളിലെ ഓരോ സമയത്തുമുള്ള വിലനിരക്കുകൾ അറിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിന് സൗകൎയ്യമുണ്ട്. ആസ്പത്രികളിലും മററും രോഗബാധിതരായി കിട

റവക്ക് ഏററവും ആനന്ദകരമായ സംഗീതം ആസ്വദി ാം. വീട്ടുകളിൽ ഇരുന്നുകൊണ്ടുതന്നെ ദേവാലയങ്ങളിലെ രാധനകളിൽ പങ്കുകൊള്ളാം. ഭൂലോകത്തിൽ ഓരോ സ്ഥ ത്തും രാവും പകലും മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ എല്ലാ മയവും ഏതെങ്കിലും കുറെ പ്രക്ഷേപണങ്ങൾ നടന്നുകൊ ടിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ഏതു സമയവും പ്രക്ഷേപണസ്വീ രണം സാദ്ധ്യമാണ്. എന്നല്ല, ഓരോരുത്തക്കും ഇഷ്ടമുള്ള രിപാടി സ്വീകരിക്കുകയും മററുള്ളതു് തള്ളിക്കളകയും ചെ ാവുന്നതാണ്. പാശ്ചാത്യസംഗീതം ഇഷ്ടമുള്ളവക്ക് അതു്, പൗരസ്ത്യതാല്പയ്യക്കാക്ക് അതു്; രുചിക്കാത്തതു കേട്ടേ തീരു വന്ന നിബ്ബന്ധവുമില്ല. മോട്ടോർകാറുകൾ, തീവണ്ടികൾ, പ്പലുകൾ, വായുവിമാനങ്ങൾ മുതലായ വാഹനങ്ങളിൽ യാത്ര ചെയ്യുമ്പോൾപോലും പല സ്ഥലങ്ങളിലെ ആളുകളുമായി സംഭാഷണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കാം. എന്നുതന്നെയല്ല, യാത്രാ വേളയിൽതന്നെ അപ്പഴപ്പാൾ അന്യസ്ഥലങ്ങളിൽ നടക്കുന്ന വിശേഷസംഭവങ്ങളെല്ലാം നമ്മുടെ പരിസരങ്ങളിലെപ്പോലെ ഗ്രഹിക്കാം. ജോർജ്ജ് ചക്രവത്തി ആറാമൻ തിരുമനസ്സുകൊ ണ്ടു് ക്രിസ്തുമസ്സ് മുതലായ വിശേഷസമയങ്ങളിൽ സാമ്രാജ്യ ത്തിലുള്ള സകല ജനങ്ങൾക്കുമായി ആശംസകളേയും സന്ദേശ ങ്ങളേയും വിതരണം ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്. ശബ്ദംമുഖാന്തരം സാധി ക്കാവുന്ന സകലതും, അകലെയും അരികെയും, റേഡിയോ കൊണ്ടു സാധിക്കാം. ലോകമാസകലം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തേ ണ്ട സംഗതികൾ അങ്ങിനെയും, ചുരുക്കം ചിലക്കു മാത്രമായി ഉദ്ദേശിക്കുന്നവ അവരെ മാത്രമായും അറിയിക്കാം.

പ്രചരണജോലികൾക്ക് ഇതുപോലെ പററിയ ഉപകര ണം വേറെയില്ല. വിശേഷിച്ചു്, വലിയ് പണച്ചെലവുകൂടാ തെ ഏതു ഭാഷയിലും ഇഷ്ടമുള്ളതെല്ലാം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്താം. അതിനോടു് ആഗ്രഹമൊ അനുഭാവമൊ ഉള്ളവക്കെല്ലാം കേൾ ക്കുകയും ചെയ്യാം. ലോകത്തിൻെറ പൊതു അഭിപ്രായം ത ങ്ങളുടെ ആശയങ്ങൾക്കു് അനുകൂലമായി രൂപവൽക്കരിച്ചു് സ്വാധീനം വിപുലപ്പെടുത്തുന്നതിന് പ്രക്ഷേപണശാലകളു ടെ എണ്ണവും ശക്തിയും ഓരോ രാജ്യവും ക്രമേണ വർദ്ധിപ്പി ച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

കടലിൽ കപ്പലുകൾക്കും, ആകാശത്തിൽ വിമാനങ്ങൾ ക്കും, യാത്രയിൽ, അപ്പഴപ്പോഴത്തെ ശീതോഷ്ണാവസ്ഥ ഉടനു

ടൻ അറിഞ്ഞ് വേണ്ട ക്രമീകരണങ്ങൾ ചെയ്യാം. മൂടൽ മഞ്ഞും മറവുമുള്ളപ്പോഴും വഴിതെററാതെ സ്വൈരമായി സഞ്ചരിക്കാം. മഞ്ഞും മഴയും കാററും മറവും ഇതിൻെറ പ്രവൎത്തനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നില്ല. വിമാനത്തെ അതിൻെറ താവളത്തിലേക്ക് ശരിയായി നയിക്കുന്നതിനും, കപ്പലുകളെ ഇടുങ്ങിയ ചാലുകളിൽക്കൂടി ബന്തറിലേക്കു കടത്തുന്നതിനും റേഡിയോ മുഖാന്തരം പ്രവൎത്തിക്കുന്ന സ്വയംപ്രവൎത്തനയന്ത്രങ്ങളും ഉപയോഗത്തിലിരിക്കുന്നു. കപ്പൽചേതത്താലുണ്ടാകുന്ന ജീവാപായങ്ങളും കഷ്ടനഷ്ടങ്ങളും പൂൎവ്വകാലങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ വളരെ കുറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഇതിനാൽ അനേകം ആളുകളെയും കപ്പലുകളെയും രക്ഷപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്.

സമയദൈൎഘ്യവും ദൂരത്തിൻെറ പ്രാതികൂല്യവും പല സംഗതികളിലും പരിഹരിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. 1930 മാൎച്ച് മാസം 26-ാംനു രാവിലെ ജിനോവാ തീരത്തു കിടന്ന കപ്പലിൽനിന്നും മാൎക്കോണി അയച്ച റേഡിയോ തരംഗം വഴിയായി 9000 മൈൽ ദൂരെയുള്ള സിഡ്നിയിലെ (ഓസ്ട്രേലിയായിൽ) റേഡിയോ പ്രദൎശനത്തിലേക്കുള്ള 3000 വിളക്കുകൾ കത്തിച്ച് അദ്ദേഹം പ്രദൎശനം ഉൽഘാടനം ചെയ്തു. 1939-ൽ അമേരിക്കയിൽവച്ച് നടത്തിയ പ്രസിദ്ധമായ അഖിലലോക പ്രദൎശനം ഉൽഘാടനം ചെയ്തതു്, ബോംബെയിലെ മദ്ധ്യാഹ്നസൂൎയ്യൻെറ കിരണങ്ങളാൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ട വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉത്ഭവിപ്പിച്ച റേഡിയോ തരംഗം അമേരിക്കയിൽ എത്തിയിട്ടാണ്. കുചേലനും കുബേരനും ഒരുപോലെ പ്രയോജനപ്പെടുത്താവുന്ന ഒന്നാണ് റേഡിയോ. സമാധാനകാലത്തും, യുദ്ധകാലത്തും അനേകം പ്രയോജനങ്ങൾ മനുഷ്യനു കൈവരുത്തുന്നതിനുള്ള സാദ്ധ്യത ഇതിൽ അന്തൎലീനമായിരിക്കുന്നു. ചിലൎക്കെല്ലാമെങ്കിലും പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങൾപോലെയുള്ള ഒരു അവയവമായി ഇതു തീൎന്നിട്ടുണ്ട്. ആഡംബരത്തിൻെറ ചിഹ്നമായിരുന്ന കാലം കഴിഞ്ഞു് ഇതു് പരിഷ്കൃതജീവിതത്തിൻെറ ഒരു അവശ്യഘടകമായും തീൎന്നിരിക്കുന്നു. നാഗരികജീവിതത്തിൻെറ പല സൌഭാഗ്യവശങ്ങളും ഇതുമൂലം സമ്പ്രാപ്തമാകും. അലാഡിൻെറ മായാദീപത്തെപ്പോലെ പല സംഗതികളും റേഡിയോ വിസ്മയകരമായി സാധിക്കുന്നു.

ഇപ്പോൾ ഇൻഡ്യയിൽ, എന്നുവേണ്ട, ദക്ഷിണഇൻഡ്യയിൽതന്നെ പ്രക്ഷേപണശാലകൾ പലതും ഉണ്ടായിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. തിരുവനന്തപുരത്തു് ഒരു ശാല സ്ഥാപിക്കേണ്ടതിനു വേണ്ട ഒരുക്കങ്ങളെല്ലാം ധൃതഗതിയിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ, മലയാളഭാഷയിൽതന്നെ താമസംവിനാ ധാരാളമായി പ്രക്ഷേപണങ്ങൾ നടക്കുമെന്നുള്ളതും ഈയവസരത്തിൽ പ്രസ്താവയോഗ്യമാണു്.

ഏതുവിധത്തിൽ നോക്കിയാലും റേഡിയോ മനുഷ്യന്റെ ദൈനന്ദിനജീവിതത്തിൽ മുഖ്യമായ ഒരു സ്ഥാനം പിടിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നുവെന്നു് നിസ്സംശയം പറയാം. ഇനിയും അതിന്റെ പ്രവൃത്തിരംഗം ശീഘ്രഗതിയിൽ വികസിക്കുവാനല്ലാതെ കുറയാൻ യാതൊരു ന്യായവുമില്ല. ആയതിനാൽ ആരും അതിനെപ്പററി കഴിവുള്ളിടത്തോളം സംഗതികൾ ഗ്രഹിക്കാൻ ശ്രമിക്കേണ്ടതാണു്.

അദ്ധ്യായം 1

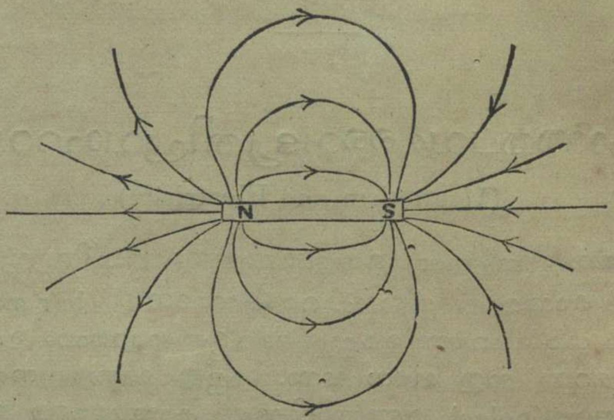
കാന്തഭാവവും വൈദ്യുതിപ്രവാഹവും

(Magnetism and Electricity)

കാന്തം. (magnet) ഒരുരുക്കുകഷണത്തെ ചില പ്രയോഗങ്ങളാൽ കാന്തമാക്കി തീർക്കാം. ഒരു 'കാന്തദണ്ഡ്' (bar magnet) അതിൽ ശരിയാംവണ്ണം ഉരച്ചും, വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉപയോഗിച്ചും മററും ഇതു സാധിക്കുന്നു. ഏതു കാന്തത്തിനും രണ്ടു 'ധ്രുവങ്ങൾ' (poles) ഉണ്ടായിരിക്കും. കാന്തമല്ലാത്ത ഇരുമ്പുകഷണത്തെ ഇവ രണ്ടും ആകർഷിക്കുന്നു. ഒരു കാന്തത്തെ സമതലത്തിൽ ഭ്രമണസ്വാതന്ത്ര്യത്തോടെ നിറുത്തിയാൽ, സാധാരണയായി, ഒരഗ്രം ഭൂമിയുടെ ഉത്തരഭാഗത്തേക്കും മററതു ദക്ഷിണഭാഗത്തേക്കും ചൂണ്ടിനില്ക്കുന്നതുകൊണ്ട് ആദ്യത്തെ അഗ്രത്തെ ഉത്തരധ്രുവമെന്നും മററതിനെ ദക്ഷിണധ്രുവമെന്നും പറയുന്നു. ഈ രീതിയിൽ നിറുത്തിയിരിക്കുന്ന കാന്തത്തിൻെറ ഉത്തരധ്രുവത്തോടടുത്ത് മറെറാന്നിൻെറ ഉത്തരധ്രുവം ഉണ്ടായിരുന്നാൽ അവ തമ്മിൽ വികർഷണമുണ്ടാകുന്നെന്നും, എന്നാൽ മററതിൻെറ ദക്ഷിണധ്രുവമായിരുന്നാൽ ആകർഷണമാണുണ്ടാകുന്നതെന്നും കാണാം. അതായതു്, 'സജാതീയ' (like) ധ്രുവങ്ങൾ തമ്മിൽ വികർഷണവും 'വിജാതീയ' (unlike) ധ്രുവങ്ങൾ തമ്മിൽ ആകർഷണവും കേവലം ഇരുമ്പുകഷണവുമായി ആകർഷണവുമാണെന്ന് വ്യക്തമാകും.

കാന്തമണ്ഡലം. (magnetic field) ഒരു കാന്തത്തിൻെറ പ്രവർത്തനരംഗത്തിന് കാന്തമണ്ഡലമെന്നും, അതിനു വശഗമാവുന്ന ദ്രവ്യങ്ങൾക്ക് കാന്തികദ്രവ്യങ്ങളെന്നും പറയുന്നു. കാന്തത്തിൻെറ പരിസരപ്രദേശങ്ങൾ കാന്തമണ്ഡലവും ഇരുമ്പ് ഒരു കാന്തികദ്രവ്യവുമാണ്. ഒരു കാന്തമണ്ഡലത്തിൽ എല്ലാ സ്ഥാനത്തും ഒരേ 'കാന്തികബലം' (magnetic force) അനുഭവപ്പെടുന്നപക്ഷം അതിനെ 'സമകാന്തമണ്ഡല'മെന്നും, അല്ലാഞ്ഞാൽ 'വ്യത്യയകാന്തമണ്ഡല'മെന്നും പറയാം. മണ്ഡല

ത്തിൻെറ ഓരോ സ്ഥാനത്തേയും തീവ്രതയുടെ പ്രസ്താരം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നതിനായി 1-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ രേഖകളെ ഉപ



പടം 1.

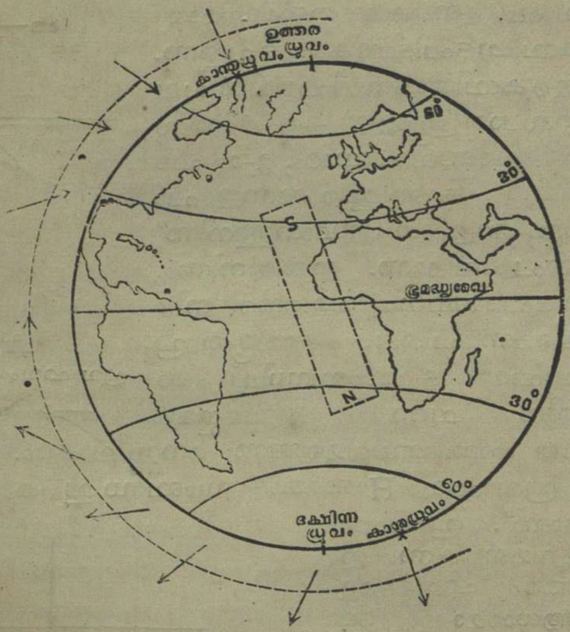
കാന്തബലരേഖകൾ.

N. ഉത്തരധ്രുവം. S. ദക്ഷിണധ്രുവം.

യോഗിക്കുന്നു. തീവ്രത കൂടിയിരിക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ രേഖകൾ നിബിഡമായും മറിച്ചായാൽ വിരളമായുമിരിക്കും. ഈ രേഖകളാൽ മണ്ഡലത്തിൻെറ തീവ്രതാവ്യത്യയത്തെ സൂക്ഷ്മമായി പ്രദർശിപ്പിക്കാവുന്നതിനാൽ. അവയെ 'കാന്തബലരേഖകൾ',(lines of magnetic force) എന്നും,സംക്ഷേപിച്ച് 'കാന്തരേഖകൾ' എന്നും നാമകരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. കാന്തരേഖകൾ നിബിഡമായിരിക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ മണ്ഡലം ഇരുമ്പുകഷണത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം അധികമായും അല്ലാത്തിടങ്ങളിൽ കുറഞ്ഞും ഇരിക്കും. ഈ രേഖകൾ ഉത്തരധ്രുവത്തിൽ നിന്നും നിർഗ്ഗമിച്ച് ദക്ഷിണധ്രുവത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതായിട്ടാണ് സങ്കേതം.

<u>ഭൂമിയുടെ കാന്തസ്ഥിതി.</u> വടക്കുനോക്കി (Magnetic compass) എന്നു പറയുന്നത് മേൽ വിവരിച്ചവണ്ണം, സമതലത്തിൽ, ചലനസ്വാതന്ത്ര്യത്തിന്നു ഹാനിയില്ലാത്തവിധം ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു കാന്തസൂചിയാണ്. 3-ാംപടത്തിൽ ഒന്നിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഭൂമിയിൽ മിക്കവാറും എല്ലാ

യിടത്തും വടക്കുനോക്കി അതിന്റെ നീളം തെക്കുവടക്കായിരിക്കത്തക്കവണ്ണം നിലകൊള്ളും. അതിനാൽ അവിടെയെല്ലാം ഒരു കാന്തമണ്ഡലമുണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കാം.



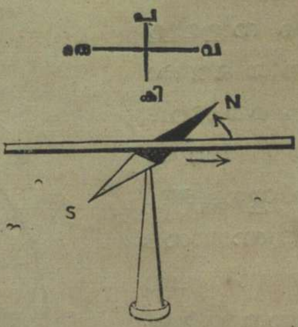
പടം 2.

ഭൂമിയുടെ കാന്തസ്ഥിതി.

ഭൂഗർഭത്തിൽ വളരെ നീളമുള്ള വലിയ ഒരു കാന്തം തെക്കുവടക്കായി സ്ഥിതിചെയ്താലുണ്ടാകാവുന്ന അനുഭവമാണ് പല സ്ഥാനത്തുമുള്ള കാന്തമണ്ഡലത്തെ പരിശോധിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്നതു്. അതിനാൽ 2-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ അങ്ങനെയൊരു കാന്തം ഭൂഗർഭത്തിലുണ്ടെന്നും, അതിന്റെ ദക്ഷിണധ്രുവം ഭൂമിയുടെ ഉത്തരധ്രുവത്തിൽനിന്നും അകലെയല്ലാതെയും, ഉത്തരധ്രുവം അതുപോലെ ഭൂമിയുടെ ദക്ഷിണധ്രുവത്തിൽനിന്നും അത്ര അകലെയല്ലാതെയും ഇരിക്കുന്നതായിട്ടുമാണ് സങ്കല്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഭൂവൃത്തത്തിന്റെ വെളിയിലെ അർദ്ധവൃത്തത്തിൽ വരച്ചിരിക്കുന്ന ശരം വടക്കുനോക്കിയുടെ അതതു സ്ഥാനത്തുള്ള ഗതിയെ കാണിക്കുന്നു. ശരത്തിന്റെ മുന ഉത്തരധ്രുവത്തെ കുറിക്കുന്നു.

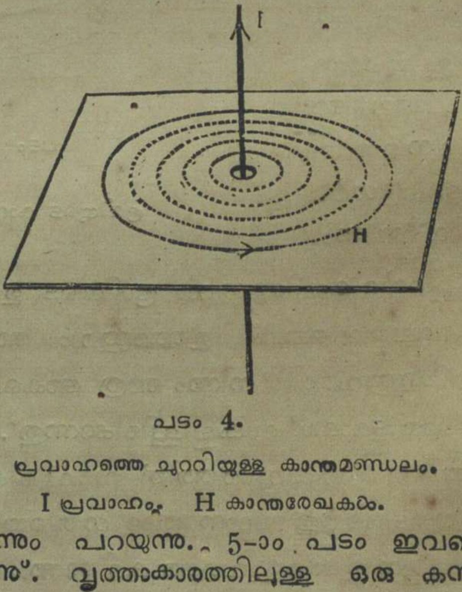
വൈദ്യുതിപ്രവാഹം

<u>പ്രവാഹത്തിന്റെ ഫലങ്ങൾ.</u> ഒരു 'ബാററി' (battery) യുടെ ധ്രുവങ്ങൾ ഒരു ലോഹക്കമ്പിയുടെ അഗ്രങ്ങളുമായി ബന്ധിച്ചാൽ അതിൽക്കൂടി വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകയും തൽഫലമായി കമ്പി ചൂടുപിടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ കമ്പിയുടെസമീപത്തിൽ ചലനസ്വാതന്ത്ര്യമുള്ള ഒരു കാന്തസൂചി കൊണ്ടുവരുമ്പോൾ, 3-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ, അതു് സ്വസ്ഥാനത്തുനിന്നു് അപചലിക്കുന്നു. ഇതിൽനിന്നും, ഒരുപദാൎത്ഥവും അതിന്റെ നിഴലുമെന്നപോലെ, വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തോടു സംബന്ധിച്ചു് അതിനു ചുററും എല്ലായ്പോഴും ഒരു കാന്തമണ്ഡലമുണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കാം. 4-ാംപടത്തിൽ I പ്രവാഹവും H അതോടു സംബന്ധിച്ച കാന്തബലരേഖകളുമാണു്.



പടം 3.
പ്രവാഹവും കാന്തസൂചിയും.
⟶ പ്രവാഹം.

പ്രവാഹംമൂലമുണ്ടാകുന്ന ഇത്തരം ഫലങ്ങളെ ആധാരമാക്കി അതിന്റെ അളവു നിൎണ്ണയിക്കുന്നുണ്ടു്. അതിനുള്ള ഉപകരണത്തെ 'ഗാൽവനോമാത്രി' (galvanometer) എന്നും, പ്രവാഹം ഉണ്ടോ എന്നു മാത്രം കാണിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണത്തെ 'ഗാൽവനോദൎശിനി' (galvanoscope) എന്നും പറയുന്നു. 5-ാം പടം ഇവയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നമാണു്. വൃത്താകാരത്തിലുള്ള ഒരു കമ്പി



പടം 4.
പ്രവാഹത്തെ ചുററിയുള്ള കാന്തമണ്ഡലം.
I പ്രവാഹം. H കാന്തരേഖകൾ.

‘വലയ’ (coil) ത്തിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ ഭ്രമണസ്വാതന്ത്ര്യത്തോടെ നിറുത്തിയിട്ടുള്ള ഒരു കാന്തസൂചിയുടെ അപചലനത്തിൽനിന്നും ആ കമ്പിയിൽ കൂടി പായുന്ന പ്രവാഹത്തിൻെറ അളവു നിർണ്ണയിക്കാം. ഇതിൽ പ്രവാഹത്താലുളവാകുന്ന കാന്തഫലമാണു് അളവിനു് ആധാരമായിരിക്കുന്നതു്.

പടം 5.
ഗാൽവനോമാത്രിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം.

വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തിൻെറ പ്രായോഗിക ‘പ്രമാണം’(unit) ‘ആമ്പേരം’ (ampere) ആണു്. ഇതനുസരിച്ചു് പ്രവാഹപരിമാണം തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നതിനുള്ള ഉപകരണമാണു് ‘ആമ്പേരമാത്രി.’ ആമ്പേരമാത്രിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം 6-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ആമ്പേരത്തിൻെറ ആയിരത്തിൽ ഒരംശത്തിനു് ‘മില്ലിആമ്പേരം’ (‘milliampere) എന്നും പത്തു ലക്ഷത്തിലൊരംശത്തിനു് ‘മൈക്രോ ആമ്പേരം’ (micro—) എന്നും പറയും.

പടം 6.
ആമ്പേരമാത്രിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം.

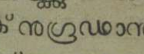
ആരോപവും (charge) പ്രവാഹവും. വൈദ്യുതിപ്രവാഹം വൈദ്യുതാരോപത്തിൻെറ ചലനമാണു്. ‘ധനാരോപം’, (positve—), ‘ഋണാരോപം’ (negative—) എന്നു് ആരോപം രണ്ടുതരത്തിലുണ്ടു്. കാന്തധ്രുവങ്ങൾപോലെ, ഒരേതരത്തിലുള്ള ആരോപങ്ങൾ തമ്മിൽ വികർഷിക്കയും ഒരുതരം മററതിനെ ആകർഷിക്കയും ചെയ്യുന്നു. അതായതു്, ധനാരോപവും ധനാരോപവും തമ്മിൽ വികർഷണമുണ്ടാകും; ഋണാരോപവും ഋണാരോപവും തമ്മിൽ വികർഷണമുണ്ടാകും; എന്നാൽ ധനാരോപവും ഋണാരോപവും തമ്മിൽ ആകർഷിക്കുകയും ചെയ്യും. ധനാരോപമുള്ള ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ അത്രയുംതന്നെ ഋണാരോപം ചേർന്നാൽ പദാർത്ഥം ‘ഉദാസീനനില’ (neutral) യെ പ്രാപിക്കും. ധനാരോപവും ഋണാരോപവും ശേഖരിച്ചു വച്ചിരിക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങൾ തമ്മിൽ ഒരു ലോഹക്കമ്പികൊണ്ടു ബന്ധിച്ചാൽ കമ്പിമാർഗ്ഗമായി ഇവ രണ്ടും കൂടി യോജിക്കുകയും ഒരു വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകയും ചെയ്യുന്നു. ലോഹക്കമ്പിക്കു പകരം ഒരു സ്ഫടികദണ്ഡുപയോഗിച്ചാൽ

പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. അതിനാൽ കണ്ണാടിയെയും അതുപോലെ വർത്തിക്കുന്ന മററു ദ്രവ്യങ്ങളെയും 'കവചകങ്ങൾ' (insulators) എന്നും, ലോഹക്കമ്പിപോലെ വർത്തിക്കുന്നവയെ 'സംനയങ്ങൾ' (conductors) എന്നും പറഞ്ഞുവരുന്നു. പ്രവാഹത്തെ കടത്തിവിടുന്ന പ്രവൃത്തിയെ 'സംനയം' എന്നും ആ ഗുണത്തെ 'സംനയത്വം' എന്നും പറയും.

<u>ശക്ന്തഗ്രദ്ധവും (Potential) പ്രവാഹവും.</u> പ്രവാഹം സംനയദ്രവ്യത്തെ മാത്രമല്ല ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ജലം ഉയൎന്ന സ്ഥാനത്തുനിന്നും താണ സ്ഥാനത്തേക്കാണല്ലോ ഒഴുകുന്നതു്. ഒഴുക്കിൻെറ വേഗം ആ സ്ഥാനങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ഉയരവ്യത്യാസത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഉയരവ്യത്യാസം കൂടുമ്പോൾ ഒഴുക്കിൻെറ തീവ്രത വർദ്ധിക്കയും, കുറയുമ്പോൾ ക്ഷയിക്കയും ചെയ്യും. ഉയരം സമമായിരുന്നാൽ ഒഴുക്കേ ഉണ്ടായിരിക്കയില്ല.

വൈദ്യുതിയും പ്രവഹിക്കുന്നതു് ഉയൎന്ന നിലയിൽനിന്നും താണനിലയിലേക്കാണു്. ഈ നിലയ്ക്കു് 'ശക്ന്തഗ്രദ്ധം' എന്നും നിലവ്യത്യാസത്തിനു് 'ശക്ന്തഗ്രദ്ധാന്തരം' (Potential difference) എന്നും പറയും. ശക്ന്തഗ്രദ്ധാന്തരം കൂടുമ്പോൾ പ്രവാഹം വർദ്ധിക്കുമെന്നും കുറയുമ്പോൾ പ്രവാഹം കുറയുമെന്നും ശക്ന്തഗ്രദ്ധങ്ങൾ സമമായിരുന്നാൽ പ്രവാഹമുണ്ടാകയില്ലെന്നും സദൃശന്യായേന മനസ്സിലാക്കാം. ഒരു പദാൎത്ഥത്തിൽ ആരോപം കൂടുന്തോറും അതിൻെറ ശക്ന്തഗ്രദ്ധവും ഏറും. ധനാരോപത്തോടു സംബന്ധിച്ചു് ധനശക്ന്തഗ്രദ്ധവും ഋണാരോപത്തോടു സംബന്ധിച്ചു് ഋണശക്ന്തഗ്രദ്ധവും ഉണ്ടായിരിക്കും. വൈദ്യുതിശക്ന്തഗ്രദ്ധാന്തരം ഉള്ള രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങൾ തമ്മിൽ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകാം.

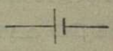
ശക്ന്തഗ്രദ്ധത്തിൻെറ പ്രായോഗിക പ്രമാണം 'വോൾട്ടു' (volt) ആണു്. വോൾട്ടത്തിൻെറ ഗുണകങ്ങൾക്കും അംശകങ്ങൾക്കും ആമ്പേരത്തിൻേറതിലെപ്പോലെയുള്ള സംജ്ഞകൾ ഉപയോഗിക്കാം. ശക്ന്തഗ്രദ്ധാന്തരത്തെ വോൾട്ടുപ്രമാണമായി അളക്കുന്നതിനാൽ അതിനെ 'വോൾട്ടമാനം' എന്നും പറയും. ഇതളക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകര



പടം 7.
വോൾട്ടമാത്രിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം.

ണമാണ് 'വോൾട്ടമാത്രി'. 7-ാംപടം അതിനെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നമാണ്.

ഘടങ്ങൾ (cells), 'ഡൈനാമോ' (dynamo) മുതലായവയെപ്പോലെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധാന്തരത്തെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നവയുടേതിനെ 'വൈദ്യുതി ചാലകം' (electro motiveforce) എന്നും, ചുരുക്കി 'ചാലകം' എന്നും പറയാം. അതിനു 'പ്രതിലോമാവസ്ഥ' (reversibility) വയ്യാ. അതായത്, ഉല്പാദിനിയുടെ ധനാഗ്രം എല്ലായ്പോഴും ധനാഗ്രവും ഋണാഗ്രം എല്ലായ്പോഴും ഋണാഗ്രവുമായിരിക്കും. 8-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ ഒന്നിനു നീളം കൂടിയും മററതിനു കുറഞ്ഞുമുള്ള രണ്ടു സമാന്തരരേഖകൾ ഘടത്തെ കുറിക്കുന്നു. നീളം കൂടിയ വരയാണ് ധനാഗ്രം.

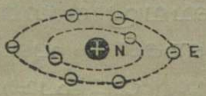


പടം 8.

ഘടത്തെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം.

സംന്ദയം

ഘനപദാൎത്ഥം. പദാൎത്ഥങ്ങളെല്ലാം 'പുഞ്ജക' (molecule) ങ്ങളെക്കൊണ്ടും അവ ഓരോന്നും 'അണുക' (atom) ങ്ങളെക്കൊണ്ടും നിൎമ്മിതമാണല്ലോ. ഓരോ അണുകവും കേന്ദ്രത്തിൽ ധനാരോപമുള്ള ഒരു 'കേന്ദ്രകണിക' (nucleus) യും സൌരയൂഥത്തിലെപ്പോലെ, ഈ കണികയെ ചുററി വളരെ വേഗത്തിൽ പരിഭ്രമണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഋണാരോപവാഹികളായി 'ആലക്താണുക' (electron) ങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്ന സൂക്ഷ്മാണുകങ്ങളും കൊണ്ടുണ്ടാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. 9-ാം പടത്തിൽ ഓക്സിജൻ അണുക (atom) ത്തിൻെറ അന്തൎസ്ഥിതിയെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സാധാരണയായി ഒരു പുഞ്ജകത്തിലെ ധനാരോപവും ഋണാരോപവും സമാനമായിരിക്കുന്നതിനാൽ അതു് ഉദാസീനമായിരിക്കും. ഈ ആലക്താണുകങ്ങളിൽ ചിലവ വെളിയിൽനിന്നുമുണ്ടാകുന്ന ആകൎഷണവികൎഷണബലത്തിന് വശംവദമായി പുഞ്ജകത്തിൽനിന്നും വേർപെട്ടുപോകാം. ലോഹപുഞ്ജകങ്ങളിൽ ഈവിധം സംഭവിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് ലോഹപദാൎത്ഥങ്ങളിൽ സ്വതന്ത്രമായ ആലക്താണുകങ്ങൾ ധാരാളമുണ്ടായിരിക്കും. അവയുടെ സ്വത



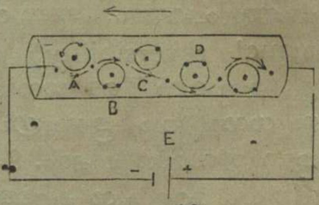
പടം 9.

ഓക്സിജൻ അണുകത്തിൻെറ അന്തൎസ്ഥിതി.

N കേന്ദ്രകണിക. E ആലക്താണുകം.

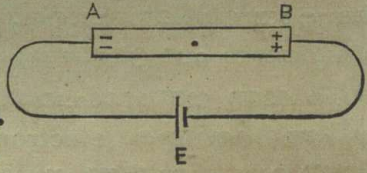
ന്ത്രചലനത്താൽ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണ് ലോഹപദാൎത്ഥങ്ങൾക്ക് സംനയം കൂടിയിരിക്കുന്നതു്.

സംനയം സംഭവിക്കുന്നതിന് ഒരേ ആലക്താണുകം കമ്പിയുടെ ഒരററം മുതൽ മറേറ അററംവരെ യാത്രചെയ്യണമെന്നില്ല. ഒന്നാമത്തെ പുഞ്ജകത്തിലെ ആലക്താണുകങ്ങൾ രണ്ടാമത്തേതിലേക്കും, അതിലേതു് മൂന്നാമത്തേതിലേക്കും ഇങ്ങനെ തുടൎച്ചയായി അടുത്ത പുഞ്ജകങ്ങൾ തമ്മിൽ ആലക്താണുകങ്ങളെ കൈമാററം ചെയ്താലും അനുഭവം പ്രവാഹം തന്നെയാണ്. 10-ാം പടം നോക്കുക. A യിൽ നിന്നും ഒരാലക്താണുകം B യിലേക്കു നീങ്ങുന്നു. B യിൽ നിന്നൊരെണ്ണം C യിലേക്കു പോകുന്നു. ഇങ്ങനെ തുടരെയായി ആലക്താണുകങ്ങൾ പൊയ്ക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാലാണ് തുടൎച്ചയായ പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നതു്. രസം ദ്രാവകമെങ്കിലും ലോഹപദാൎത്ഥമാകയാൽ അതിലും സംനയം മുകളിൽ വിവരിച്ചവണ്ണമാണ്.



പടം 10.
സംനയപദാൎത്ഥത്തിലെ ആലക്താണുകഗമനം

കവചകങ്ങളിൽനിന്നും വൈദ്യുതബലപ്രയോഗത്താൽ ആലക്താണുകങ്ങൾ പുഞ്ജകങ്ങളെ പൂൎണ്ണമായി വിട്ടുപോകാതെ പൂൎവ്വസ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നും സ്വല്പം മാറിനില്ക്കുക മാത്രമെ ചെയ്യുന്നുള്ളു. 11-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ ഒരു സ്ഫടികദണ്ഡിൻെറ അഗ്രങ്ങളായ A യിൽ ഒരു ഘടത്തിൻെറ ധനധ്രുവവും B യിൽ ഋണധ്രുവവും ബന്ധിച്ചാൽ ദണ്ഡിലുള്ള ഓരോ പുഞ്ജകത്തിലേയും ആലക്താണുകങ്ങൾ A യുടെ വശത്തേക്ക് അടുക്കുന്നു. എന്നാൽ അവ പുഞ്ജകങ്ങളെ വിട്ടുപോകുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടാണ് കവചകപദാൎത്ഥങ്ങളിൽ സംനയം ഉണ്ടാകാതെയിരിക്കുന്നതു്. കവചകങ്ങളെ 'പ്രതിവൈദ്യുതികം' (dielectric) എന്നും പറയും.



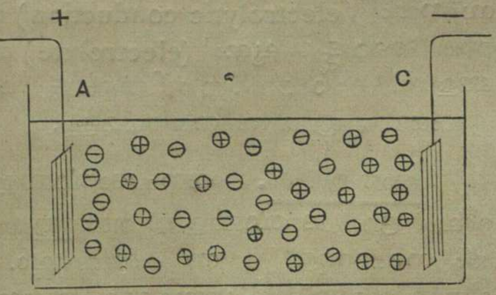
പടം 11.
കവചകപദാൎത്ഥത്തിൽ ആലക്താണുകനില.

AB ഒരു ലോഹക്കമ്പിയായിരുന്നാൽ ആലക്താണുകങ്ങൾ മുറയ്ക്കു്, ഘടത്തിൽ നിന്നും B യിലേക്കും, B യിൽനി

ന്നും A യിലേക്കും, A യിൽ നിന്നും ഘടത്തിലേക്കും, തുടരെ ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കും. പ്രവാഹം ധനാഗ്രമായ A യിൽ നിന്നും ഋണാഗ്രമായ B യിലേക്ക് ഒഴുകുന്നതായി പരിഗണിക്കണമെന്നാണ് കല്പന. ആലക്താണുകങ്ങൾ ഋണാരോപവാഹികളാകയാൽ അവയുടെ ഗമനം B യിൽനിന്നും A യിലേക്കായിരിക്കുമല്ലൊ. അതായതു് പ്രവാഹം ഏതു ദിക്കിലേക്കാണോ അതിന്റെ എതിർദിക്കിലേക്കാണ് ആലക്താണുകങ്ങളുടെ ഗമനം എന്നുള്ളതു് ഗ്രഹിക്കണം.

ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ ധനാരോപമോ ഋണാരോപമോ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതു് അതിലെ ആലക്താണുകങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണ്. ആലക്താണുകങ്ങളും കേന്ദ്രകണികകളും തമ്മിൽ സമമായി ആരോപമുണ്ടെങ്കിൽ ഉദാസീനസ്ഥിതിയും, ആലക്താണുകങ്ങൾ അതിൽ കൂടുതലായാൽ ഋണാരോപവും, കുറയുകയാണെങ്കിൽ ധനാരോപവും പ്രത്യക്ഷപ്പെടും.

ദ്രവങ്ങൾ. (liquids) ദ്രവങ്ങളിൽക്കൂടിയുള്ള സംനയം എങ്ങിനെയെന്നുള്ളതു മനസ്സിലാക്കുവാനായി ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽക്കൂടിയുള്ള പ്രവാഹത്തെ പരിശോധിക്കാം. വെള്ളത്തിൽ കറിയുപ്പു ചേർക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ഓരോ പുഞ്ജകവും വേർപിരിഞ്ഞു് ജലപുഞ്ജകങ്ങളുമായി ഇടകലന്നിരിക്കുന്നു. ഈ ലവണപുഞ്ജകങ്ങളിൽ പലതും അവയുടെ അംഗഘടകങ്ങളായ 'സോഡിയം' (Sodium) അണുകവും 'ക്ലോറീൻ' (Chlorine) അണുകവും തമ്മിൽ പിരിയും. എന്നാൽ ഈ വേർപാടിൽ ക്ലോറീൻ അണുകത്തോടു് ഒരാലക്താണുകം കൂടുതലായി ചേന്നിരിക്കുന്നതിനാൽ അതു് ഋണാരോപിയായും, സോഡിയം അണുകത്തിൽ നിന്നും ഒന്നു് വിട്ടുപോയിരിക്കുന്നതിനാൽ അതു് ധനാരോപിയായും വർത്തിക്കുന്നു. ദ്രവത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് അവയെ 'അയത്തു' (ion) ക്കൾ എന്നു് നാമകരണം ചെയ്യാം. അതിനാൽ



പടം 12.

വൈദ്യുതിലൂനത്തിലെ അയത്തുക്കൾ.

ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ കുറെ ലവണപുഞ്ജകങ്ങളും കുറെ സോഡിയം അയത്തുക്കളും അത്രയും തന്നെ ക്ലോറീൻ അയത്തുക്കളും ഉണ്ടായിരിക്കും. 12-ാം പാടം നോക്കുക.

ഒരു ബാററിയുടെ അഗ്രങ്ങളുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന രണ്ടു ലോഹത്തകിടുകൾ A, C, തമ്മിൽ തൊടാതെ, ഈ ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ മുക്കുമ്പോൾ, ഋണാരോപവാഹികളായ ക്ലോറീൻ അയത്തുക്കൾ കമ്പിയിലുള്ള ധനാരോപത്താൽ ആകർഷിക്കപ്പെട്ടും മററതിനാൽ വികർഷിക്കപ്പെട്ടും 'ധനാധാവ്' (Positive electrode) ആയ A യിലേയ്ക്ക് പ്രയാണം ചെയ്യും. അതുപോലെതന്നെ ധനാരോപവാഹികളായ സോഡിയം അയത്തുക്കൾ 'ഋണാധാവ്' (negative—) ആയ C യിലേക്കും യാത്രചെയ്യുന്നു. അയത്തുക്കളുടെ ഈവിധത്തിലുള്ള യാത്രയെയാണ് ഉപ്പുവെള്ളത്തിലെ വൈദ്യുതിപ്രവാഹമായി ഗണിക്കുന്നത്. ഇവിടെയും ഒരേ അയത്ത് ഒരധാവുമുതൽ മററതു വരെ യാത്രചെയ്യണമെന്നില്ല. ലോഹപദാർത്ഥങ്ങളിലെ ആലകതാണുകങ്ങളെപ്പോലെ, പുഞ്ജകങ്ങൾ തമ്മിൽ അനുക്രമമായി അയത്തുക്കളെ കൈമാററം ചെയ്താലും ഫലം പ്രവാഹം തന്നെ. എല്ലാ 'ലായിക' (solution) ങ്ങളിലും വൈദ്യുതിപ്രവാഹമുണ്ടാകുന്നതു് ഈ രീതിയിലാണ്. ഇങ്ങനെ അയത്കരണം ഭവിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും ഒരു സാധനം ലയിച്ചെങ്കിലേ വെള്ളത്തിനു് സംനയത്വം സിദ്ധിക്കയുള്ളു. ശുദ്ധജലം പ്രതിവൈദ്യുതികമാണ്. ഈ രീതിയിലുള്ള സംനയത്തെ 'വൈദ്യുതിലൂന സംനയം' (electrolytic conduction) എന്നും സംനയലായികത്തെ 'വൈദ്യുതിലൂനം' (electrolyte) എന്നും പറയുന്നു. ദ്രവങ്ങളിൽ, ലോഹവർഗ്ഗത്തിൽപെട്ട രസമൊഴികെ, ലായികങ്ങൾക്കു മാത്രമേ സംനയത്വമുള്ളു.

<u>വാതകങ്ങൾ.</u> ഘനപദാർത്ഥങ്ങളിൽ ആലകതാണുകങ്ങളാലും, ദ്രവപദാർത്ഥങ്ങളിൽ അയത്തുക്കൾമൂലവുമാണ് സംനയം നടക്കുന്നതു് എന്നു കണ്ടുവല്ലോ. വാതകങ്ങളിൽ രണ്ടു രീതിയിലുമുണ്ട്. പരസ്പരമുള്ള സംഘട്ടനങ്ങളാലും, ഉരസലുകളാലും, ധൂമ്രോത്തരരശ്മിപാതത്താലും മററും വാതകപുഞ്ജകങ്ങൾ ആലകതാണുകങ്ങളുമായി വേർപിരിയുന്നതിനാൽ സ്വതന്ത്രാലകതാണുകങ്ങളും അയത്തുക്കളും വാതകത്തിൽ ഉത്ഭവിക്കും. കൂടാതെ, ഈ ആലകതാണുകങ്ങൾ പുഞ്ജകങ്ങളുമായി

യോജിക്കുമ്പോൾ അയത്തുകളായിത്തീരുന്നുണ്ട്. അങ്ങനെ കുറെ ആലക്താണുകങ്ങളും കുറെ അയത്തുകളും ഉണ്ടാകയും അവയാൽ സംനയം സാധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഇവയുടെ എണ്ണം വർദ്ധിക്കുന്തോറും വാതകത്തിൻെറ സംനയത്വവും വർദ്ധിക്കുന്നു. ഇവയെ സുലഭമായി ഉത്ഭവിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ സംനയത്വവും 'ആനുപാതികമായി' (proportionately) വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. ഏറ്റവും ഭാരം കുറഞ്ഞ അയത്തു പോലും ആലക്താണുകത്തിൻെറ രണ്ടായിരമിരട്ടി ഭാരമുള്ളതാണ്. ആലക്താണുകങ്ങൾക്ക് അയത്തുകളേക്കാൾ വളരെ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കാൻ ഇതുനിമിത്തം കഴിയും. അതിനാൽ വാതകങ്ങളിലെ സംനയം അധികഭാഗവും ആലക്താണുകങ്ങളെക്കൊണ്ടാണ് സാധിക്കുന്നത്.

ലോഹപദാർത്ഥങ്ങൾ ചൂടാകുമ്പോൾ സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങളെ ധാരാളമായി 'വിക്ഷേപിക്കും' (emit). വാതകസമ്മർദ്ദം കൂടിയിരിക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ, സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങളും പുഞ്ജകങ്ങളും അയത്തുകളും മററും തമ്മിലുള്ള സംഘട്ടനം വളരെ വർദ്ധിക്കുന്നതിനാൽ, സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങൾ പുഞ്ജകങ്ങളോടും മററും യോജിച്ച് എണ്ണത്തിൽ കുറഞ്ഞുപോകുന്നു. വാതകബഹിഷ്കരണംമൂലം സമ്മർദ്ദം കുറയുമ്പോൾ സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങൾക്ക് സ്വൈരസഞ്ചാരം സുസാധമാകയാൽ അവ വേഗത്തിൽ ഇല്ലാതെയായിപ്പോകുന്നില്ല. അതിനാലാണ് ആലക്താണുജ (electron tube) ത്തിലെപ്പോലെ സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങൾ ധാരാളം വേണ്ട സ്ഥാനങ്ങളിൽ വാതകബഹിഷ്കരണം മൂലം സമ്മർദ്ദം തുലോം കുറയ്ക്കുന്നത്. ആലക്താണുജത്തിൽ കമ്പി ചൂടാക്കിയും മററും ആലക്താണുകങ്ങളെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ അതിലേക്ക് വാതകം ആവശ്യവുമില്ല.

പ്രതിരോധിത്വം (Resistance)

ഒരേ ബാററിയുടെ അഗ്രങ്ങൾ പല കമ്പികളിൽ 'ബന്ധിച്ചാൽ' (connect), അതായത് ഒരേ വൈദ്യുതിചാലകം പല കമ്പികളുടെ അഗ്രങ്ങളിൽ പ്രയോഗിച്ചാൽ, ഓരോന്നിലുമുള്ള

പ്രവാഹതീവ്രത വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതായി കാണാം. ഇതു് വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തിനുള്ള പ്രതിരോധിത്വം ഓരോന്നിനും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ്. പ്രതിരോധിത്വം കുറഞ്ഞതിൽ പ്രവാഹം കൂടിയും, കൂടിയതിൽ പ്രവാഹം കുറഞ്ഞും ഇരിക്കും. അതിന്റെ പ്രതിരോധിത്വത്താൽ പ്രവാഹതീവ്രതയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഉപകരണത്തെ 'പ്രതിരോധി' (resistor) എന്നും ഈ ഗുണത്തെ 'പ്രതിരോധിത്വം' എന്നും നാമകരണം ചെയ്യാം.

ഒരേ കമ്പിയിൽ കൂടുതൽ ഘടങ്ങൾ ബന്ധിച്ച് ശക്നഗ്രഢാന്തരം വർദ്ധിപ്പിച്ചാൽ പ്രവാഹവും ശക്നഗ്രഢാന്തരത്തിന് ആനുപാതികമായി വർദ്ധിക്കുന്നു എന്നു കാണാം. അതിനാൽ ഇവ തമ്മിലുള്ള സംബന്ധം

$$\frac{E}{I} = R \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

എന്ന സമീയം കൊണ്ട് പ്രകടമാക്കാം.

ചിഹ്നവിവരണം:—

I = പ്രവാഹതീവ്രത,

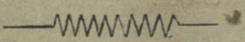
E = അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്നഗ്രഢാന്തരം,

R = ഒരു 'അവ്യയം' (constant).

ഈ സമീയത്തിൽ R കമ്പിയുടെ പ്രതിരോധിത്വപരിമാണം ആണ്. അതായതു്, കമ്പി നിശ്ചിതവ്യവസ്ഥയിലായിരിക്കുമ്പോൾ കമ്പിയിലെ പ്രവാഹം അതിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്നഗ്രഢാന്തരത്തിന് ആനുപാതികമാണ്. ഈ നിയമത്തെ 'ഓഹം നിയമം' (Ohm's law) എന്നു പറയും. ഇതു് വൈദ്യുതവിജ്ഞാനീയത്തിലെ മൌലികനിയമങ്ങളിൽ ഒന്നാണ്. വൈദ്യുതിപര്യയനം (circuit) മുഴുവനേ മാത്രമല്ല, ഓരോ അംശത്തെ സംബന്ധിച്ചായാലും, ഈ നിയമത്തിന് പ്രസക്തിയുണ്ട്.

പ്രതിരോധിത്വത്തിന്റെ പ്രായോഗികപ്രമാണം ഓഹം (Ohm) ആണ്. ഒരു പ്രതിരോധിയുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ

ഒരു വോൾട്ടും ശക്ന്യഗ്രദ്ധാന്തരം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ അതിലെ പ്രവാഹം ഒരാമ്പേരം ആയിരുന്നാൽ അതിൻെറ പ്രതിരോധിത്വം ഒരു ഓഹം ആണു്. പ്രതിരോധിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം 13-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



പടം 13.
പ്രതിരോധി ചിഹ്നം.

മുകളിലെ 1-ാം സമീയം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവണ്ണവും എഴുതാം.

$$I = \frac{E}{R} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$I\,R = E \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

2-ാം സമീയത്തിൽ നിന്നും, പ്രതിരോധിത്വം കൂടുന്തോറും പ്രവാഹം കുറയുമെന്നു കാണാം. (3)-ാം സമീയത്തിൽ നിന്നും R പ്രതിരോധിയായിരിക്കുന്ന ഒരു കമ്പിയിൽകൂടി I എന്ന പ്രവാഹം ഉള്ളപ്പോൾ അതിൻെറ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ന്യഗ്രദ്ധാന്തരം ഇവ തമ്മിലുള്ള ഗുണനഫലമായ I R ആണെന്നു് ഗ്രഹിക്കാം. പ്രതിരോധിത്വത്തിൻെറ 'വ്യൽക്രമത്തെ' (reciprocal) ആ പ്രതിരോധിയുടെ സംനയത്വത്തിൻെറ പരിമാണമായി ഗണിക്കുന്നു.

$$\text{പ്രതിരോധിത്വം} = \frac{\text{ശക്ന്യഗ്രദ്ധാന്തരം}}{\text{പ്രവാഹം}};\ \text{അതായതു്},\ R = \frac{E}{I}$$

$$\text{സംനയത്വം} = \frac{\text{പ്രവാഹം}}{\text{ശക്ന്യഗ്രദ്ധാന്തരം}};\ \text{അതായതു്},\ \frac{1}{R} = \frac{I}{E}$$

ശക്ന്യഗ്രദ്ധാന്തരം, പ്രവാഹം, പ്രതിരോധിത്വം എന്ന മൂന്നു 'മാത്ര' (quantity) കളിൽ ഏതെങ്കിലും രണ്ടെണ്ണം അറിയാമെങ്കിൽ, മേൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സമീയങ്ങളിൽ സൌകര്യമായതുപയോഗിച്ചു്, മൂന്നാമത്തേതു കണക്കാക്കാം.

ഉദാഹരണം:—(1). 10 ഓഹം പ്രതിരോധിത്വമുള്ള കമ്പിയുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ 20 വോൾട്ടും ശക്ന്യഗ്രദ്ധാ

ന്തരം ഉണ്ടായിരുന്നാൽ അതിൽക്കൂടിയുള്ള പ്രവാഹം കണക്കാക്കുക.

$$2\text{-ാം സമീയത്തിൽ നിന്നും, } I = \frac{E}{R} = \frac{20}{10} = 2.$$

പ്രവാഹം = 2 ആമ്പേരം.

(2). 5 ഓഹം പ്രതിരോധിത്വമുള്ള കമ്പിയിൽക്കൂടി 3 ആമ്പേരം പ്രവാഹമുണ്ടെങ്കിൽ അതിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം കണക്കാക്കുക.

$$(3)\text{-ാം സമീയത്തിൽ നിന്നും, } E = I R = 3 \times 5 = 15.$$

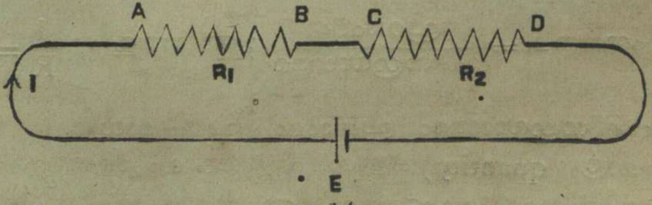
ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം = 15 വോൾട്ടം.

(3) ഒരു പ്രതിരോധിയുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ 25 വോൾട്ടം ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം ഉണ്ടായിരിക്കുമ്പോൾ അതിൽക്കൂടിയുള്ള പ്രവാഹം 2·5 ആമ്പേരമായിരുന്നാൽ അതിന്റെ പ്രതിരോധിത്വം കണക്കാക്കുക.

$$(1)\text{-ാം സമീയത്തിൽ നിന്നും, } R = \frac{E}{I} = \frac{25}{2{\cdot}5} = 10$$

പ്രതിരോധിത്വം = 10 ഓഹം.

<u>അനുപദബന്ധനം.</u> (series—) പ്രതിരോധികളെ ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി ചേർത്തു ബന്ധിക്കുമ്പോൾ ആ ബന്ധനത്തെ 'അനുപദബന്ധനം' എന്നു പറയും.



പടം 14.

രണ്ടു പ്രതിരോധികൾ തമ്മിൽ അനുപദബന്ധനം.

14-ാം പടത്തിൽ, യഥാക്രമം R_1, R_2 പ്രതിരോധിത്വമുള്ള AB, CD എന്ന രണ്ടു പ്രതിരോധികൾ, ഒന്നിനു പുറകെ

ഒന്നായി ചേർത്തു ബന്ധിച്ചശേഷം ഒരു ബാററിയിൽനിന്നും ശക്ത്യഗ്രധാന്തരം E അവയുടെ സ്വതന്ത്രാഗ്രങ്ങൾ A യും D യും തമ്മിൽ പ്രയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ഒരേ പ്രവാഹം, I, രണ്ടിലുംകൂടി പായുന്നു. AB യും CD യും അനുപദ ബന്ധനത്തിലാണു്.

അപ്പോൾ,

AB യുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ത്യഗ്രധാന്തരം $=IR_1=E_1$

CD യുടെ „ „ „ $=IR_2=E_2$

ആകെയുള്ള ശക്ത്യഗ്രധാന്തരം E ആയിരിക്കയാൽ,

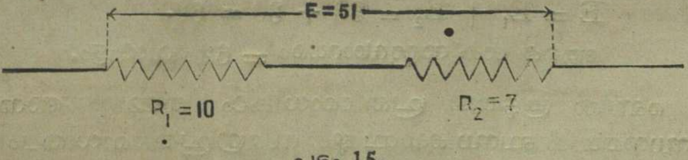
$$E=E_1+E_2=IR_1+IR_2=I(R_1+R_2)=IR.$$

$$\therefore\ R=R_1+R_2 \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

ഇതിൽ R രണ്ടിന്റേയും കൂടിയുള്ള 'സമഗ്ര' (resultant) പ്രതിരോധിത്വമാണു്.

(4)-ാം സമീയത്തിൽ നിന്നും രണ്ടു പ്രതിരോധികളെ അനുപദബന്ധനത്തിൽ ബന്ധിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ സമഗ്രപ്രതിരോധിത്വം ഓരോന്നിന്റേയും പ്രതിരോധിത്വത്തിന്റെ തുകയാണെന്നു കാണാം. കൂടാതെ, ഓരോന്നിന്റേയും അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ത്യഗ്രധാന്തരം അവയുടെ പ്രതിരോധിത്വത്തിന് ആനുപാതികമാണെന്നും ഗ്രഹിക്കാം.

<u>ഉദാഹരണം</u>:—1. 15-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പര്യയനത്തിൽ, $R_1=10$ ഓഹം; $R_2=7$ ഓഹം; E=51 വോൾട്ടും ആണു്.



പടം 15.

$$I=\frac{E}{R}=\frac{E}{R_1+R_2}=\frac{51}{10+7}=3$$

പ്രവാഹം = 3 ആമ്പേരം.

$$E_1=IR_1=3\times 10=30.$$

R_1 ന്റെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ത്യഗ്രധാന്തരം = 30 വോൾട്ടം.

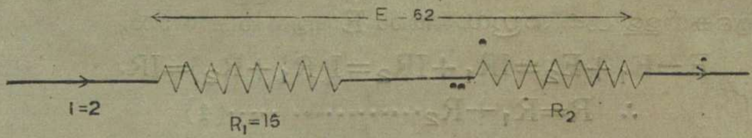
$E_2 = IR_2 = 3 \times 7 = 21$.

R_2 ൻെറ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ത്യഗ്രദ്ധാന്തരം = 21 വോൾട്ടം.

$E = E_1 + E_2 = 30 + 21 = 51$.

ആകെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധാന്തരം = 51 വോൾട്ടം.

2. 16-ാം പടത്തിലെ പര്യയനത്തിൽ, $R_1 = 15$ ഓംഹം; $E = 62$ വോൾട്ടം; $I = 2$ ആമ്പേരം ആണ്.



പടം 16.

$$R = R_1 + R_2 = \frac{E}{I} = \frac{62}{2} = 31.$$

സമഗ്രപ്രതിരോധിതം = 31 ഓംഹം.

$\therefore\ R_2 = R - R_1 = 31 - 15 = 16$.

R_2 ൻെറ പ്രതിരോധിതം = 16 ഓംഹം.

$E_1 = IR_1 = 15 \times 2 = 30$.

R_1 ലെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധാന്തരം = 30 വോൾട്ടം.

$E_2 = IR_2 = 16 \times 2 = 32$.

R_2 ലെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധാന്തം = 32 വോൾട്ടം.

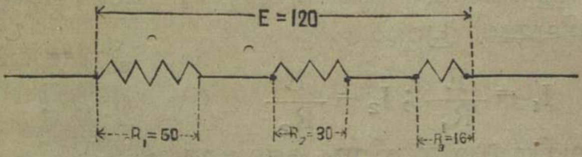
$E = E_1 + E_2 = 32 + 30 = 62$.

ആകെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധാന്തരം = 62 വോൾട്ടം.

രണ്ടിൽ കൂടുതൽ പ്രതിരോധികൾ തമ്മിൽ അനുപദ ബന്ധനത്തിൽ ബന്ധിക്കുമ്പോഴും സമഗ്രപ്രതിരോധിതം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനുള്ള വിധി ഇതുതന്നെ. അതായത്, സമഗ്രപ്രതിരോധിതം അംഗപ്രതിരോധിതങ്ങളുടെ തുകയാണ്.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4\ a)$$

ഉദാഹരണം:—17-ാം പടത്തിലെ പര്യയനത്തിൽ പ്രയോഗിച്ച ശക്ത്യഗ്രദ്ധാന്തരം = 12 വോൾട്ടം; $R_1 = 50$ ഓംഹം; $R_2 = 30$ ഓംഹം; $R_3 = 16$ ഓംഹം ആണ്.



പടം 17.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 50 + 30 + 16 = 96.$$

സമഗ്ര പ്രതിരോധിത്വം = 96 ഓഹം.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{120}{50+30+16} = \frac{120}{96} = 1{\cdot}25$$

പ്രവാഹം = 1·25 ആമ്പേരം.

$$E_1 = IR_1 = 1{\cdot}25 \times 50 = 62{\cdot}5.$$

R_1 ലെ ശക്ന്യുദ്ധാന്തരം = 62·5 വോൾട്ട്.

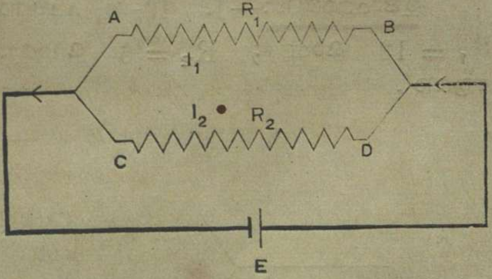
$$E_2 = IR_2 = 1{\cdot}25 \times 30 = 37{\cdot}5.$$

R_2 ലെ ശക്ന്യുദ്ധാന്തരം = 37·5 വോൾട്ടും.

$$E_3 = IR_3 = 1{\cdot}25 \times 16 = 20.$$

R_3 ലെ ശക്ന്യുദ്ധാന്തരം = 20 വോൾട്ടും.

അവായനബന്ധനം. (Shunt or parallel—) 18-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ AB, CD എന്ന പ്രതിരോധികളുടെ അഗ്രങ്ങൾ A യും C യും തമ്മിലും, B യും D യും തമ്മിലും ബന്ധിക്കുമ്പോൾ അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധനത്തെ അവായനബന്ധനമെന്നു പറയുന്നു. E എന്ന ശക്ന്യുദ്ധാന്തരം A യും B യും തമ്മിൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ അതേശക്ന്യുദ്ധാന്തരം C യും D യും തമ്മിലും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതിൽ ഓരോ ശാഖയിലുമുള്ള പ്രവാഹം അതതു ശാഖയിലുള്ള പ്രതിരോധിത്വത്തെ



പടം 18.
രണ്ടു പ്രതിരോധികൾ തമ്മിൽ അവായനബന്ധനം.

ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ അവ സമമല്ലാതിരിക്കാം. ഓരോന്നിലുമുള്ള പ്രവാഹം,

$$I_1 = \frac{E}{R_1}\ ;\ I_2 = \frac{E}{R_2}$$

എന്ന സമീയങ്ങളിൽ നിന്നും കണക്കാക്കാം.

ആകെയുള്ള പ്രവാഹം.

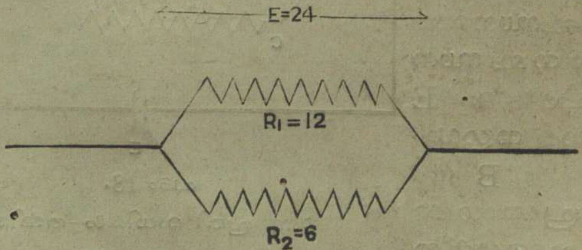
$$I = I_1 + I_2 = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} = E\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{E}{R}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{..........................(5)}$$

ഇതിൽ R എന്നതു് അവയുടെ സമഗ്രപ്രതിരോധിത്വം ആണു്.

(5)-ാം സമീയത്തിൽ നിന്നും, അവായനബന്ധനത്തിൽ, സമഗ്രപ്രതിരോധിത്വത്തിൻെറ വ്യൽക്രമം ഓരോന്നിൻെറയും പ്രതിരോധിത്വത്തിൻെറ വ്യൽക്രമത്തിൻെറ തുകയാണെന്നു കാണാം. പ്രതിരോധിത്വത്തിൻെറ വ്യൽക്രമം പ്രതിരോധിയുടെ സംനയത്വപരിമാണമാണെന്നുള്ളതിനാൽ അവായനബന്ധത്തിൽ സമഗ്രസംനയത്വം ഓരോന്നിൻെറയും സംനയത്വത്തിൻെറ തുകയാണെന്നു് സിദ്ധിക്കുന്നു.

<u>ഉദാഹരണം</u>:—1. 19-ാം പടത്തിലെ പഥ്യയനത്തിൽ $R_1 = 12$ ഓഹം; $R_2 = 6$ ഓഹം. $E = 24$ വോൾട്ടം ആണു്.



പടം 19.

$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{24}{12} = 2$; R_1 ലെ പ്രവാഹം = 2 ആമ്പേരം.

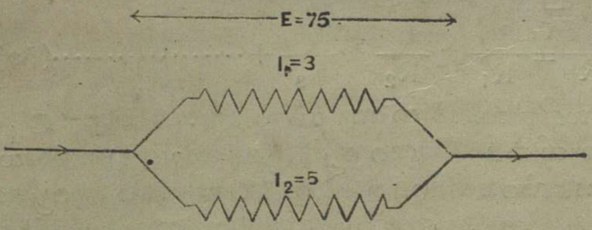
$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{24}{6} = 4$; R_2 ലെ പ്രവാഹം = 4 ആമ്പേരം

$I = I_1 + I_2 = 4 + 2 = 6$; ആകെ പ്രവാഹം = 6 ആമ്പേരം.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1+2}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$\therefore R = 4$; സമഗ്രപ്രതിരോധിതം=4 ഓഹം

2. 20-ാം പടത്തിലെ പഥ്യയനത്തിൽ $I_1 = 3$ ആമ്പേരം; $I_2 = 5$ ആമ്പേരം; $E = 75$ വോൾട്ടം ആണ്.



പടം 20.

$I_1 = \frac{E}{R_1}$; $\therefore R_1 = \frac{E}{I_1} = \frac{75}{3} = 25$;

R_1 ന്റെ പ്രതിരോധിതം = 25 ഓഹം.

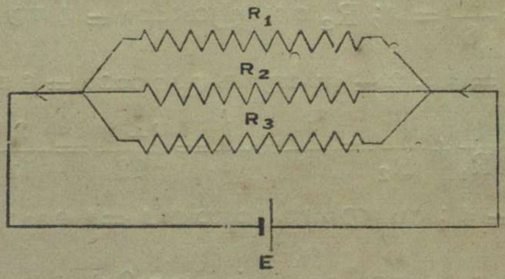
$I_2 = \frac{E}{R_2}$; $\therefore R_2 = \frac{E}{I_2} = \frac{75}{5} = 15$;

R_2 ന്റെ പ്രതിരോധിതം = 15 ഓഹം.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{25} + \frac{1}{15} = \frac{3+5}{75} = \frac{8}{75}$$

$\therefore R = \frac{75}{8} = 9\frac{3}{8}$; സമഗ്രപ്രതിരോധിതം = $9\frac{3}{8}$ ഓഹം.

21-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ രണ്ടിൽ കൂടുതൽ പ്രതിരോധികളെ അവായനമായി ബന്ധിക്കാം.



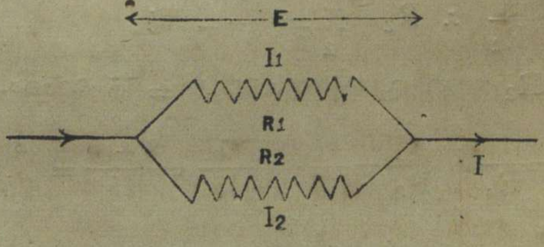
പടം 21.

അപ്പോൾ സമഗ്രപ്രതിരോധിത്വം,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots\cdots\cdots (5a)$$

എന്ന സമീകരത്തിൽ നിന്നും ഗണിക്കാം. അതായത്, സമഗ്രപ്രതിരോധിത്വത്തിന്റെ വ്യുൽക്രമം അംഗപ്രതിരോധികളുടെ ഓരോന്നിന്റെയും പ്രതിരോധിത്വത്തിന്റെ വ്യുൽക്രമത്തിന്റെ തുകയാണ്. അഥവാ, സമഗ്രസംനയത്വം അംഗപ്രതിരോധികളുടെ ഓരോന്നിന്റെയും സംനയത്വത്തിന്റെ തുകയാണ്.

അപവാഹനതത്വം (shunt principle). അപവായനബന്ധനത്തിൽ ഓരോ ശാഖയിലുമുള്ള പ്രവാഹങ്ങൾ തമ്മിലും സമഗ്രപ്രവാഹം തമ്മിലുമുള്ള ബന്ധം താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ ഗണിക്കാം. 22-ാം പടം നോക്കുക.



പടം 22.

അപവായനി

$$I = I_1 + I_2 = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} = E\,\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1}$$

$$\therefore \frac{I_1}{I} = \frac{E}{R_1} \div E\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2} = \frac{E}{R_1} \times \frac{R_1 R_2}{E(R_1+R_2)} = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$\therefore I_1 = I\frac{R_2}{R_1+R_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

സദൃശന്യായേന, (similarly)

$$I_2 = I\frac{R_1}{R_1+R_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6_a)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{E/R_1}{E/R_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

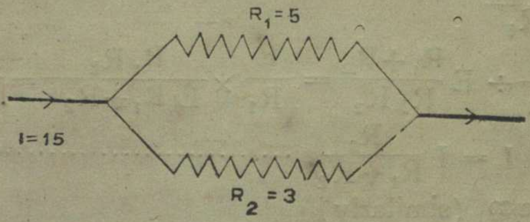
അവയിലെ പ്രവാഹങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള 'അനുപാതസംഖ്യ' (ratio) അവയുടെ പ്രതിരോധിതങ്ങളുടെ 'വ്യുൽക്രമ അനുപാതസംഖ്യ'യ്ക്കു സമമാണ്. അതായതു്, ഓരോന്നിലുമുള്ള പ്രവാഹം മററതിലേ പ്രതിരോധിതത്തിനു് ആനുപാതികമാണ്. ഓരോ പ്രതിരോധിയും ആകെയുള്ള പ്രവാഹത്തിൻെറ ഒരംശം വഹിക്കുന്നു. അതിനാൽ അവ പരസ്പരം അവായനം ചെയ്യുന്നു എന്നും ഒന്നു മററതിൻെറ 'അവായനി' (shunt) ആണെന്നും പറയാം.

ഈ തത്വമനുസരിച്ചാണ് കുറഞ്ഞ പ്രവാഹമളക്കുന്നതിനുള്ള ആമ്പേരമാത്രികളേയും മററും അവായനികൾ ഉപയോഗിച്ച് കൂടിയ പ്രവാഹത്തെ അളക്കുവാൻ തക്കതാക്കിത്തീർക്കുന്നതു്. അവായനിയുടെ പ്രതിരോധിതം ക്രമപ്പെടുത്തി ആകെയുള്ള പ്രവാഹത്തിൻെറ ഏതംശവും അതിൽ കൂടി അവായനം ചെയ്യിക്കാവുന്നതിനാൽ ആമ്പേരമാത്രിയിലെ പ്രവാഹം വഹിക്കാവുന്നതിൽ കൂടുതലാകാതെ പാലിക്കാം.

ഉദാഹരണം:—1. 23-ാം പടത്തിലെ പഥ്യയനത്തിൽ $I = 15$ ആമ്പേരം; $R_1 = 5$ ഓഹം; $R_2 = 3$ ഓഹം ആണ്. ഓരോ ശാഖയിലുമുള്ള പ്രവാഹം കണക്കാക്കുക.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{3}{5};$$

പ്രവാഹങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതസംഖ്യ $= \frac{3}{5}$



പടം 23.

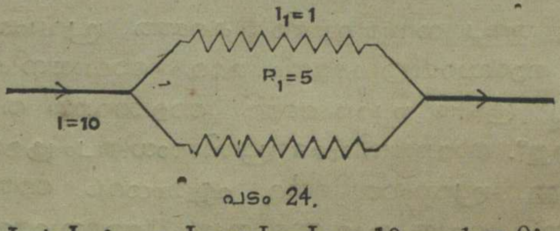
$$I_1 = I\frac{R_1}{R_1+R_2} = 15\frac{3}{3+5} = \frac{45}{8} = 5\tfrac{5}{8};$$

R_1 ലെ പ്രവാഹം $=5\tfrac{5}{8}$ ആമ്പേരം.

$$I_2 = I\frac{R_1}{R_1+R_2} = 15\frac{5}{3+5} = \frac{75}{8} = 9\tfrac{3}{8};$$

R_2ലെ പ്രവാഹം $=9\tfrac{3}{8}$ ആമ്പേരം.

2· 24-ാം പടത്തിലെ പഥ്യയനത്തിൽ $I=10$ ആമ്പേരം. $I_1=1$ ആമ്പേരം; $R_1=5$ ഓഹം. അവായനിയുടെ പ്രതിരോധിതവും അതിൽ കൂടിയുള്ള പ്രവാഹവും കണക്കാക്കുക.



പടം 24.

$$I = I_1 + I_2 ; \quad \therefore I_2 = I - I_1 = 10 - 1 = 9;$$

അവായനിയിലെ പ്രവാഹം = 9 ആമ്പേരം.

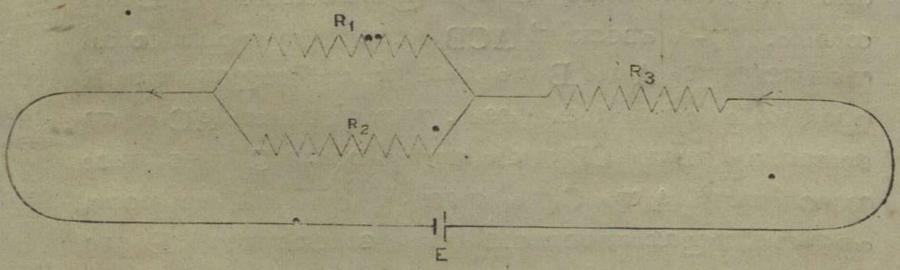
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\therefore \frac{1}{9} = \frac{R_2}{5}$$

$$\therefore R_2 = \frac{5}{9};$$

അവായനിയുടെ പ്രതിരോധിതം $= \frac{5}{9}$ ഓഹം.

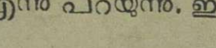
25-ാം പടത്തിലെപ്പോലെയും പ്രതിരോധികളെ ബന്ധിക്കാം. അതായത്, R_1 ഉം, R_2 ഉം തമ്മിൽ അവായന ബന്ധനത്തിലും, R_3 ഇവയുമായി അനുപദബന്ധനത്തിലും ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിലും, പ്രതിരോധികളെ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഇതരപൎയ്യയനങ്ങളിലും, മുകളിൽ വിശദീകരിച്ച വിധികളെ വേണ്ട വിധത്തിൽ ചേൎത്തുപയോഗിച്ചാൽ പൎയ്യയനത്തിന്റെ ഓരോ ശാഖയിലും, ആകെക്കൂടിയുമുള്ള പ്രവാഹവും, പ്രതിരോധിത്വവും, ശക്ത്യശ്രദ്ധാന്തരവും ഗണിക്കാവുന്നതാണ്.



പടം 25.

പ്രതിരോധികൾ തമ്മിൽ മിശ്രബന്ധനം

<u>പ്രതിരോധി.</u> ഒരു ഓഹത്തിന്റെ അംശം മുതൽ അനേകം ഓഹങ്ങൾവരെ പരിമാണമുള്ള പ്രതിരോധികൾ സൌകൎയ്യമായ ഉപയോഗത്തിനായി നിൎമ്മിച്ചിട്ടുണ്ട്. പലതും ലോഹക്കമ്പികൊണ്ടാണ്. കൂടിയ പരിമാണത്തിലുള്ളവ മററുവിധത്തിലും ഉണ്ടാക്കാറുണ്ട്. പ്രതിരോധിയുടെ ഒരംശം മാത്രമുപയോഗിച്ച് അപ്പഴപ്പോഴത്തെ ആവശ്യത്തിനുവേണ്ട പ്രതിരോധിത്വം ലഭിക്കത്തക്കവണ്ണമുള്ളവയെ 'വ്യത്യയപ്രതിരോധി' (variable resistor or rheostat) എന്നു പറയുന്നു. ഇവ പല രൂപത്തിലും വലിപ്പത്തിലും ഉണ്ട്.

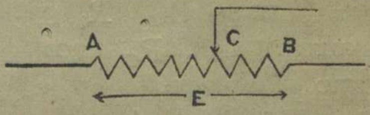


പടം 26

വ്യത്യയപ്രതിരോധിചിഹ്നം.

വ്യത്യയപ്രതിരോധിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നമാണ് 26-ാംപടം. 27-ാം പടത്തിൽ ഒരു ലോഹപുരം C വ്യത്യയപ്രതിരോധി A B യുടെ ഓരോ ഭാഗവുമായി ബന്ധനം വരുത്തുന്നു. ബാഹ്യപൎയ്യയനം A യും C യും തമ്മിൽ ബന്ധിച്ചാൽ പ്രതി

രോധിയുടെ AC എന്ന ഭാഗം മാത്രമേ ഉപയോഗത്തിൽ വരുന്നുള്ളൂ. Cയുടെ സ്ഥാനം മാററി ആവശ്യമുള്ളിടത്തോളം പ്രതിരോധിത്വം പര്യയനത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്താം. അങ്ങനെ പ്രവാഹത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു.



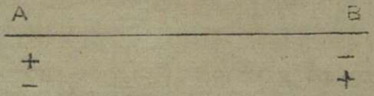
പടം 27.
വ്യത്യയപ്രതിരോധിയുടെ പ്രവർത്തനം

ബാഹ്യപര്യയനത്തിൽ ആവശ്യംപോലെ ശക്‌നഗ്രഢാന്തരം ലഭിക്കുന്നതിനും വ്യത്യയപ്രതിരോധിയെ ഉപയോഗിക്കാം. 27-ാം പടത്തിൽ ACB എന്ന വ്യത്യയപ്രതിരോധിയുടെ അഗ്രങ്ങൾ A യും B യും തമ്മിൽ ശക്‌നഗ്രഢാന്തരം E പ്രയോഗിച്ചു എന്നു സങ്കല്പിക്കുക. അതിൽ ഒരംശം AC എന്ന ഭാഗത്തിലും ബാക്കി CB യിലും ആയിരിക്കും. C യുടെ സ്ഥാനമാററത്താൽ, A യും C യും തമ്മിൽ, E യിൽ കവിയാത്ത ഏതു ശക്‌നഗ്രഢാന്തരവും ലഭിക്കാം. ഉദാഹരണമായി, E, 150 വോൾട്ടും ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ AC യുടെയും CB യുടെയും പ്രതിരോധിത്വങ്ങൾ സമമായിരുന്നാൽ, 75 വോൾട്ടും AC യിലും, 75 വോൾട്ടും CB യിലും ഉണ്ടായിരിക്കും. AC ആകെയുള്ളതിന്റെ കാൽഭാഗമായിരുന്നാൽ AC യിൽ $\frac{150}{4} = 37{\cdot}5$ വോൾട്ടും കിട്ടും. A യും C യുമായി ബന്ധിച്ച ഒരു ബാഹ്യപര്യയനത്തിൽ ഈ ശക്‌നഗ്രഢാന്തരം ഉപയോഗിക്കാം. വ്യത്യയപ്രതിരോധിയെ ഈ വിധത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അതിനെ 'ശക്‌നഗ്രഢവിഭാജി' (potential divider) എന്നു പറയും.

പ്രത്യഭിപ്രവാഹം (alternating current).

വൈദ്യുതി ധനധ്രുവത്തിൽനിന്നും ഋണധ്രുവത്തിലേക്കു് പ്രവഹിക്കുന്നതായിട്ടാണല്ലോ സാധാരണ സങ്കല്പം. ഒരു ഘടത്തിന്റെ ഒരഗ്രം എല്ലായ്പോഴും ധനധ്രുവവും മററതു് ഋണധ്രുവവുമായിരിക്കുന്നതിനാൽ ഘടത്തിൽനിന്നുമുള്ള പ്രവാഹം എല്ലായ്പോഴും ഒരേ ദിക്കിലേക്കായിരിക്കും. അതിനെ 'അഭിപ്രവാഹം' (direct—) എന്നു പറയുന്നു.

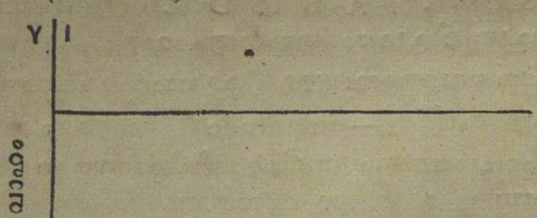
28-ാംപടം നോക്കുക. AB എന്ന കമ്പിയുടെ അഗ്രം A ധനധ്രുവവും, B ഋണധ്രുവവുമായിരുന്നാൽ പ്രവാഹം Aയിൽനിന്നും Bയിലേയ്ക്കു് ആയിരിക്കും. എന്നാൽ B ധനധ്രുവവും A ഋണധ്രുവവുമായാൽ പ്രവാഹം എതിർദിക്കിലേക്കു്, അതായതു് B യിൽനിന്നും A യിലേക്കു്, ആണു്.



പടം 28.
പ്രത്യഭിപ്രവാഹശക്ത്യഗ്രധനില

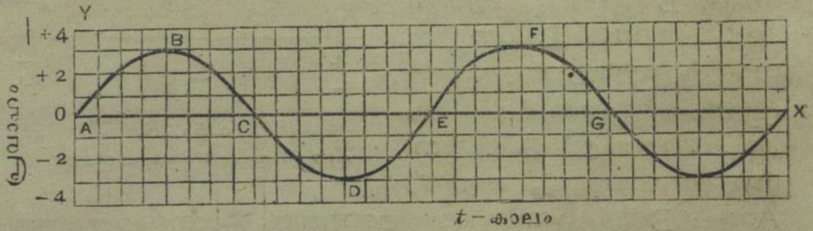
A യും B യും ഒന്നിടവിട്ട ക്ഷണത്തിൽ ധനധ്രുവമായിത്തീരുന്നപക്ഷം ഒന്നിടവിട്ടു് പ്രവാഹം A യിൽനിന്നു് B യിലേക്കും, B യിൽ നിന്നു് A യിലേക്കും ആയിരിക്കും. ഇങ്ങനെ ഒന്നിടവിട്ടു് വിപരീതദിക്കുകളിലേക്കുള്ള പ്രവാഹത്തെ 'പ്രത്യഭിപ്രവാഹം' എന്നു പറയുന്നു. പ്രത്യഭിപ്രവാഹം ഒരു നിമിഷത്തിൽ പല പ്രാവശ്യം അങ്ങോട്ടും ഇങ്ങോട്ടും പാഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. ഒരു നിമിഷത്തിലുണ്ടാകുന്ന ആവൃത്തിസംഖ്യയെ പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തിന്റെ 'അഭീക്ഷ്ണത' (frequency)യെന്നു പറയാം. അഭിപ്രവാഹം ഉളവാക്കുന്നതിനു കമ്പിയുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ ഒരു അഭിശക്ത്യഗ്രധാന്തരം പ്രയോഗിക്കുന്നതുപോലെ, പ്രത്യഭിപ്രവാഹം ഉളവാക്കുവാൻ പ്രത്യഭിശക്ത്യഗ്രധാന്തരം പ്രയോഗിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ശക്ത്യഗ്രധാന്തരത്തിന്റെയും തന്മൂലമുത്ഭവിക്കുന്ന പ്രവാഹത്തിന്റെയും ആഭീക്ഷ്ണത ഒന്നുതന്നെ.

കാലം 'പക്ഷനിർദ്ദേശിക'(abscissa)യും പ്രവാഹം 'ഊർദ്ധ്വനിർദ്ദേശിക'(ordinate)യുമായി ഒരു 'ലേഖ' (curve or graph) വരച്ചാൽ 'അഭിപ്രവാഹത്തിനു് 29-ാം പടത്തിലെപ്പോലെയും പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തിനു് 30-ാം പടത്തിലെപ്പോലെയും ലേഖകൾ ലഭിക്കുന്നു. അഭിപ്രവാഹപരിമാണം കാലം ചെല്ലുന്തോറും വ്യത്യാസംകൂടാതെ ഒരേ നിലയിൽ ഇരിക്കുന്ന



പടം 29.
അഭിപ്രവാഹകാലലേഖ

തിനാൽ I-t ലേഖ കാലനിർദ്ദേശികക്ക് സമാന്തരമായ ഒരു ഋജു രേഖയാണ്. എന്നാൽ പ്രത്യഭിപ്രവാഹം ഒരു ക്ഷണത്തിൽ



പടം 30.

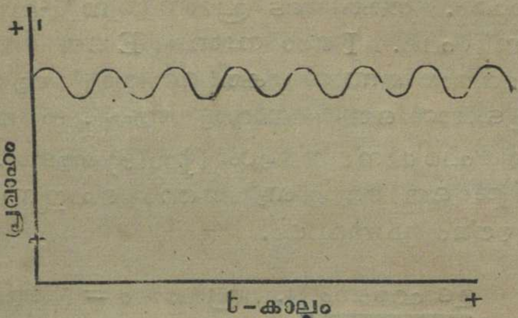
പ്രത്യഭിപ്രവാഹകാല്പലേഖ

A എന്ന സ്ഥാനത്ത് ശൂന്യമായിരിക്കയും, അടുത്ത ക്ഷണത്തിൽ സ്വല്പം കൂടി വൎദ്ധിക്കയും, ഇങ്ങനെ ക്രമേണ വൎദ്ധിച്ച് B എന്ന സ്ഥാനത്ത് ധനപക്ഷത്ത് 'മഹിഷ്ഠസ്ഥാന'(maximum)ത്തെ പ്രാപിച്ചശേഷം ക്രമേണ ക്ഷയിച്ച് C എന്ന സ്ഥാനത്ത് ശൂന്യത്തിൽ എത്തിയിട്ട്, പിന്നീട് ഋണപക്ഷത്തേക്കിറങ്ങി, അതായത് എതിർദിക്കിലേക്ക് പ്രവഹിച്ചും, എന്നാൽ പരിമാണത്തിൽ വർദ്ധിച്ചും, D യിൽ മഹിഷ്ഠപരിമാണം പ്രാപിച്ചശേഷം ക്രമേണ ക്ഷയിച്ച് Eയിൽ ശൂന്യമായിത്തീരുന്നു. അതിൻെറ ശേഷം ഈ പദ്ധതി ആവൎത്തിക്കുന്നതേയുള്ളു. A മുതൽ E വരെയുള്ള കാലത്തിന് 'ആവൎത്തനകാല'മെന്നോ 'ദോലനകാലം' (period) എന്നോ പറയാം. A B C D E എന്ന ലേഖയുടെ ആകൃതി പ്രത്യഭിപ്രവാഹതരംഗരൂപമായി പരിഗണിക്കാം. മഹിഷ്ഠത്തിലെത്തുമ്പോഴുള്ള പ്രവാഹപരിമാണത്തെ 'പ്രവാഹവിസ്തൃതി' (—amplitude) എന്നു പറയുന്നു. അഭിപ്രവാഹപരിമാണം സ്ഥിരമായിരിക്കുന്നതിനാൽ അതോടു സംബന്ധിച്ച് ചുററുമുള്ള കാന്തമണ്ഡലവും വ്യത്യയം കൂടാതെ സമനിലയിൽ ആയിരിക്കും. എന്നാൽ പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തോടു സംബന്ധിച്ച കാന്തമണ്ഡലത്തിൽ വിസ്തൃതിക്കനുരൂപമായ വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങൾ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ട്.

<u>സ്പന്ദപ്രവാഹം.</u> (pulsating—). വിസ്തൃതി കുറഞ്ഞ പ്രത്യഭിപ്രവാഹം അഭിപ്രവാഹത്തോടു ചേൎത്താൽ സമഗ്ര

ഫലം 31-ാം പടത്തിലെ ലേഖയാൽ പ്രദർശിപ്പിക്കാം. ഇതിനെ സ്പന്ദപ്രവാഹം എന്നു പറയുന്നു.

യത്നം (work), ഊർജ്ജം (energy), ശക്തി (power)



പടം 31

സ്പന്ദപ്രവാഹ–കാലലേഖ.

വൈദ്യുതിപ്രവാഹം മുഖേന യന്ത്രങ്ങൾ കറക്കുകയും തന്മൂലം 'യത്നം' (work) ചെയ്യുകയും ആകാമല്ലോ. അപ്പോൾ പ്രവാഹത്തിലുള്ള 'ഊർജ്ജം' (energy) യത്നമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. പ്രവാഹം ചെയ്യുന്ന യത്നത്തിൽനിന്നും അതിന്റെ ഊർജ്ജപരിമാണം നിർണ്ണയിക്കാം. അതു് പ്രവാഹതീവ്രത I യേയും ശക്തന്യൂനാന്തരം E യേയും, പ്രവാഹകാലം t യേയും ആശ്രയിച്ചും ഓരോന്നിനും ആനുപാതികമായും ഇരിക്കുന്നു. ഒരു സെക്കണ്ടിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജം യത്നം ചെയ്യാനുള്ള അതിന്റെ പ്രാപ്തിയുടെ അളവായി ഗണിക്കാം. അതിന്നു് 'ശക്തി' എന്നു പറയും.

ആകെയുള്ള ഊർജ്ജം $W = IEt$ ....(8)

എന്ന സമീകരണംകൊണ്ടും,

ശക്തി $P = \frac{W}{t} = I \cdot E$ ....(9)

എന്ന സമീകരണംകൊണ്ടും നിർണ്ണയിക്കാം.

$I = \frac{E}{R}$ എന്ന സമീകരണം 9-ാം സമീകരണത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചാൽ,

ശക്തി $P = IE = I^2R$ ....(9a)

$= \frac{E^2}{R}$ ....(9b)

എന്ന പുതിയ സമീയങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഉപയോഗിച്ചും ശക്തി നിർണ്ണയിക്കാം. അതായത്, വൈദ്യുതിശക്തി തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നതിന് I, E, R എന്ന മാത്രകളിൽ ഏതെങ്കിലും രണ്ടെണ്ണം 'ജ്ഞാത' (known)മായിരുന്നാൽ മതിയാകും. ശക്തിയുടെ പ്രമാനത്തിന് 'വാട്ട്' (watt) എന്നാണ് പേർ. I ഒരാമ്പേരവും, E ഒരു വോൾട്ടവും, R ഒരോഹവുമായിരുന്നാൽ ശക്തി ഒരു വാട്ട് ആയിരിക്കും. 1000 വാട്ട് കൂടിയാൽ ഒരു കിലോവാട്ട് ആകും. ഊർജ്ജത്തിന്റെ പ്രായോഗികപരിമാനം 'ജൌൾ' (Joule) ആണ്. ഒരു വാട്ട് ശക്തിയിൽ ഒരു സെക്കണ്ട് യത്നം ചെയ്യുന്നതിന് ഒരു ജൌൾ ഊർജ്ജം ചെലവാകും.

<u>ഉദാഹരണം</u> 1. പ്രവാഹം = 5 ആമ്പേരം; വോൾട്ടമാനം = 50 വോൾട്ടം; കാലം ഒരു മണിക്കൂർ. ഊർജ്ജവും, ശക്തിയും കണക്കാക്കുക.

$$W = IEt = 5 \times 50 \times 60 \times 60 = 900{,}000;$$

ഊർജ്ജം = 900,000 ജൌൾ.

$$P = IE = 5 \times 50 = 250;$$

ശക്തി = 250 വാട്ട്.

2. പ്രവാഹം = 2 ആമ്പേരം; പ്രതിരോധിതം = 20 ഓഹം. ശക്തി കണക്കാക്കുക.

$$P = I^2R = 2^2 \times 20 = 80;$$

ശക്തി = 80 വാട്ട്.

3. വോൾട്ടമാനം = 30 വോൾട്ടം; പ്രതിരോധിതം = 15 ഓഹം. ശക്തി കണക്കാക്കുക.

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{30 \times 30}{15} = 60;$$

ശക്തി = 60 വാട്ട്.

വൃദ്ധിക്ഷയത്തോടിരിക്കുന്നതിനാൽ, പ്രത്യാവർത്തിപ്രവാഹത്തിൽനിന്നും, പ്രതിരോധി മാത്രമുള്ള പഥ്യയനത്തിൽ, ഉളവാ

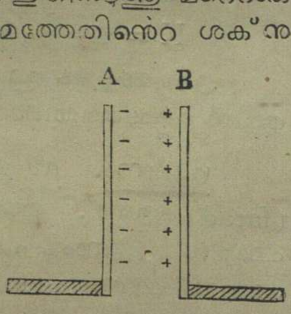
കുന്ന ഊർജ്ജം ക്ഷണംതോറുമുള്ള പ്രവാഹവും ശക്‌നഗ്രദ്ധവും കൂടിയുള്ള ഗുണനഫലം കൂട്ടി ആകെയുള്ള കാലംകൊണ്ടു ഹരിച്ചുകിട്ടുന്ന സംഖ്യയാണു്. ഇക്കാരണത്താൽ പ്രത്യഭിപ്രവാഹപരിമാണം, അതുമൂലം ഒരു സെക്കണ്ടിൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന ഊർജ്ജം അതേ കാലത്തിൽ ഉണ്ടാകുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന അഭിപ്രവാഹത്തിന്റെ അളവായിരിക്കും. ഇതും ഒരു ശരാശരി അളവാണു്. ജ്യാലേഖാകൃതിയിലുള്ള തരംഗരൂപത്തോടുകൂടിയ പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തിനു വിസ്തൃതിയും പ്രവാഹപരിമാണവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം,

പ്രത്യഭിപ്രവാഹപരിമാണം = $\sqrt{2}$ × പ്രത്യഭിപ്രവാഹവിസ്തൃതി എന്നാണു്.

സംഭരണത്വം (capacitance)

സംഭരണത്വതത്വം. കവചീകരിച്ച ഒരു ലോഹപദാർത്ഥത്തിൽ ധനാരോപം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ അതിന്റെ വൈദ്യുതി ശക്‌നഗ്രദ്ധം വർദ്ധിക്കുന്നു. ആരോപം വർദ്ധിക്കുന്തോറും ശക്‌നഗ്രദ്ധവും വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. എന്നാൽ ആ പദാർത്ഥത്തിനു വഹിക്കാവുന്ന ആരോപത്തിന്നു് ഒരു പരിധിയുണ്ടു്. അതു കവിഞ്ഞു കൂടുതൽ ആരോപം സ്വീകരിക്കുന്നതിനു സാധിക്കയില്ല. ഈ പരിധി അതിലുള്ള ആരോപത്തെയല്ല, പ്രത്യുത, അതു മൂലം സിദ്ധിക്കുന്ന ശക്‌നഗ്രദ്ധത്തെയാണു് ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ശക്‌നഗ്രദ്ധത്തിന്റെ പരിമാണം ആ പദാർത്ഥത്തിന്റെ ആകൃതിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും.

എന്നാൽ 32-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ ഇതിനടുത്തു മറെറാരു ലോഹപദാർത്ഥം വെയ്ക്കുമ്പോൾ ഒന്നാമത്തേതിന്റെ ശക്‌നഗ്രദ്ധം കുറയുന്നതിനാൽ അതിനു വഹിക്കാവുന്ന ആരോപപരിധി കൂടുന്നു. രണ്ടാമത്തെ പദാർത്ഥത്തിൽ കുറെ വിരുദ്ധാരോപമുണ്ടായിരുന്നാൽ ആരോപങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണം നിമിത്തം ഇതു പിന്നെയും വർദ്ധിക്കുന്നു. ഈ രണ്ടു പദാർത്ഥങ്ങളും അടുത്തുവരുന്തോറും ആരോപപരിധി കൂടുന്നു. അതിനാൽ തമ്മിൽ കവചീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന രണ്ടു ലോഹപദാർത്ഥങ്ങൾ അധികം ദൂരെയല്ലാതെ ഇരിക്കാ



പടം 32.
സംഭരണത്വതത്വം

മ്പോൾ അവ ഒരു വൈദ്യുതിസംഭരണിയാണെന്നു പറയാം. വൈദ്യുതാരോപത്തെ സംഭരിക്കുന്നതിനുള്ള കഴിവിനെ അതിൻെറ 'വൈദ്യുതിസംഭരണത്വം' എന്നും ചുരുക്കി 'സംഭരണത്വം' എന്നും, സംഭരിക്കുന്ന ഉപകരണത്തെ 'വൈദ്യുതിസംഭരണി' എന്നും ചുരുക്കി 'സംഭരണി' (capacitor or condenser) എന്നും പറയും.

സാധാരണയായി ലോഹത്തകിടുകളെയാണ് ഇതിനുപയോഗിക്കുന്നത്. അവയുടെ വിസ്തീർണ്ണം വർദ്ധിപ്പിക്കുകയും തമ്മിലുള്ള അകലം കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ വൈദ്യുതിസംഭരണത്വം വർദ്ധിക്കുന്നു. സംഭരണത്വം തകിടുകളുടെ ഇടയ്ക്കുള്ള ദ്രവ്യത്തേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അഭ്രം, സ്ഫടികം, വൾക്കനയിററ്, മെഴുകുകടലാസ് മുതലായ പ്രതിവൈദ്യുതികങ്ങൾ ഇതിനെ അനുക്രമമായി ഏകദേശം 5, 6, 2·5, 2 ഇരട്ടിവീതം വർദ്ധിപ്പിക്കും. ആ ഗുണത്തെ 'പ്രതിവൈദ്യുതികത്വം' എന്നു പറയുന്നു. അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം,

$$C = K \frac{A}{d} \quad \text{..........} (10)$$

എന്ന സമീയത്താൽ പ്രകടമാക്കാം.
ചിഹ്നവിവരണം:—

C = വൈദ്യുതിസംഭരണത്വം.
A = തകിടുകളുടെ വിസ്തീർണ്ണം.
d = തകിടുകൾ തമ്മിലുള്ള അകലം.
K = ഇടയ്ക്കുള്ള വസ്തുവിൻെറ പ്രതിവൈദ്യുതികത്വം.

ദ്രവ്യങ്ങളുടെ പ്രതിവൈദ്യുതികപട്ടിക 4-ാം അനുബന്ധത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

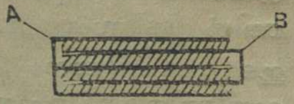
<u>പ്രമാനം</u>. സംഭരണത്വത്തിൻെറ പ്രമാനം 'ഫാരഡ്' (farad) ആണ്. അതിൻെറ ആയിരത്തിൽ ഒരംശത്തെ മില്ലിഫാരഡ് എന്നും പത്തുലക്ഷത്തിൽ ഒരംശത്തെ മൈക്രോഫാരഡ് എന്നും പറയുന്നു.

C വൈദ്യുതിസംഭരണത്വമുള്ള ഒരു സംഭരണിയിൽ, Q ആരോപം പ്രവേശിപ്പിക്കുമ്പോൾ അതിൻെറ ശക്നുഗ്രദ്ധം V ആണെങ്കിൽ അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം,

$$Q = C V \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (11)$$

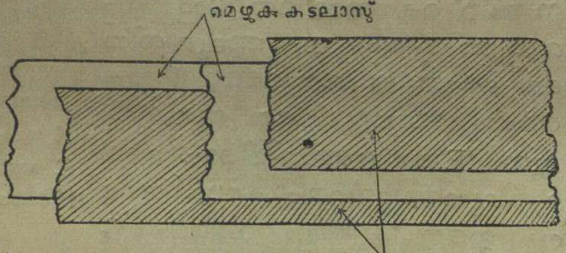
എന്ന സമീയത്താൽ പ്രകടിപ്പിക്കാം. അതായതു്, ആരോപവും ശക്നഗ്രഢവും പരസ്പരാനുപാതികമാണു്.

സംഭരണി. വൈദ്യുതിസംഭരണികൾ പലവിധത്തിലുമുണ്ടു്. ഇവയിൽ ഒരു ജാതി, ലോലമായ വെളുത്തീയത്തകിടും മെഴുകുകടലാസ്സും കൊണ്ടാണുണ്ടാക്കുന്നതു്. ആദ്യമായി ഒന്നിടയിട്ടു് ഈയത്തകിടും, അവ തമ്മിൽ കവചീകരിക്കുന്നതിനായി മെഴുകുകടലാസ്സും ചേൎത്തു് അടുക്കിവയ്ക്കുന്നു. അതിനുശേഷം ഒന്നിടവിട്ട തകിടുകൾ എല്ലാം ഒരു 'ബന്ധനകീലം'(binding screw) Aയിലും ബാക്കി തകിടുകൾ എല്ലാം രണ്ടാമത്തെ ബന്ധനകീലം Bയിലും ബന്ധിക്കുമ്പോൾ സംഭരണി ആയി. 33-ാം പടം നോക്കുക. തകിടുകളുടെ എണ്ണവും, തടാരാ വിസ്തീൎണ്ണവും വൎദ്ധിക്കുന്തോറും സംഭരണതവും വൎദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. അതിനാൽ ആവശ്യംപോലെ ഏതു പരിമാണത്തിലും സംഭരണി നിൎമ്മിക്കാം.



പടം 33.
സ്ഥിരസംഭരണി

34-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ വളരെ നീളത്തിൽ രണ്ടു് ഈയത്തകിടുകൾ എടുത്തു്, ഇടയ്ക്കു് മെഴുകുകടലാസ്സ് വച്ചു് രണ്ടും ചേൎത്തു ചുരുട്ടിയും സംഭരണി ഉണ്ടാക്കുന്നുണ്ടു്. മെഴുകുകടലാസ്സിന്റെ പ്രതിവൈദ്യുതികതം കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാൽ അതുപയോഗിച്ചുള്ള സംഭരണി

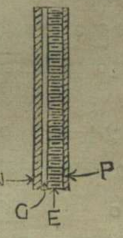


പടം 34.
സംഭരണിനിൎമ്മിതി

വലിപ്പം കൂടിയതായിരിക്കും. സംഭരണിയുടെ വലിപ്പം കൂട്ടാതെ സംഭരണതം വൎദ്ധിപ്പിക്കേണ്ടിയിരുന്നാൽ, മെഴുകുകടലാസ്സിനു പകരം അഭ്രം പ്രതിവൈദ്യുതികമായി ഉപയോഗിക്കും.

സംഭരണിയുടെ തകിടുകൾ തമ്മിൽ ഉപയോഗത്തിൽ ശക്തൃഗ്രഡാന്തരം ഉണ്ടായിരിക്കുമല്ലൊ. തകിടുകളുടെ ഇടയ്ക്കു പയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന വസ്തുവിൻെറ ഘനവും ജാതിയും അനു സരിച്ചിരിക്കും അവ തമ്മിൽ വഹിക്കാവുന്ന മഹിഷ്ഠശക്തൃ ഗ്രഡാന്തരം. അതിൽ കൂടുതൽ ശക്തൃഗ്രഡാന്തരം ഉപയോ ഗിക്കുമ്പോൾ വിരുദ്ധാരോപങ്ങൾ തമ്മിൽ പ്രതിവൈദ്യുതിക ത്തിൽ കൂടി സംയോജിച്ച് 'സ്ഫുലിംഗം' (spark) ഉണ്ടാകയും, ഇടയ്ക്കുള്ള സാധനം കിഴിഞ്ഞു് സംഭരണി ഉപയോഗശൂന്യ മായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. മെഴുകുകടലാസ്സിനു പകരം അഭ്രം ഉപയോഗിച്ചാൽ സംഭരണിക്കു കൂടുതൽ ശക്തൃഗ്രഡാന്തരം വഹിക്കുവാൻ സാധിക്കും. അതിനാൽ കൂടുതൽ ശക്തൃഗ്ര ഡാന്തരം ഉണ്ടായിരിക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ അഭ്രസംഭരണിക ളാണുപയോഗിക്കുന്നതു്.

കൂടിയ പരിമാണത്തിൽ അഭ്രസംഭരണികളും മററും നിർമ്മിച്ചാൽ അവയ്ക്കു് വലിപ്പവും ചെലവും വളരെ കൂടിയി രിക്കും. 'വൈദ്യുതിലൂനസംഭരണികൾ' (electrolytic condensers) എന്ന ഒരുവക കുറേ നാളുകളായി ഉപയോഗത്തിൽ വന്നിട്ടുണ്ടു്. 35-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ഇതിൽ അലൂമിനിയം N കൊണ്ടുള്ള ഒരു ഡപ്പിയുടെ മദ്ധ്യത്തിൽ ചെമ്പോ അലൂമിനിയമൊ കൊണ്ടുള്ള ഒരു ദണ്ഡു P യും, ശേഷം സ്ഥലത്തു് ഒരു വൈദ്യുതിലൂനം E യും ഉണ്ടായിരിക്കും. വൈദ്യുതിലൂനത്തിൻെറയും ഡപ്പിയുടെയും ഇടയ്ക്കു് അല്പം വാതകം G ഉണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ടാണു് അതിനെ ഉന്നതപരിമാണസംഭരണിയായി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതു്. വലിയ ചെലവും വലിപ്പവും കൂടാതെ, കൂടിയ പരിമാണം ലഭിക്കാമെന്നുള്ളതു് ഇതിൻെറ പ്രത്യേകത ആണു്.

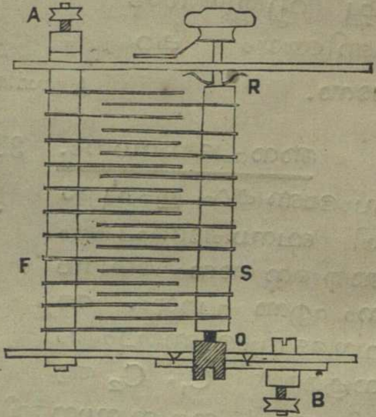


പടം 35.
വൈദ്യുതിലൂനസംഭരണി
N അലൂമിനിയം. G വാതകം.
E വൈദ്യുതിലൂനം.
P ചെമ്പുദണ്ഡു്.

സാധാരണയായി ഈ രണ്ടുതരത്തിലുള്ള സംഭരണികളുടേയും സംഭരണതാം ക്ലിപ്തപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ അവയെ 'സ്ഥിരസംഭരണി' (fixed—) എന്നു പറയും. സംഭരണതാം ക്രമേണ വ്യത്യാസപ്പെടുത്തേണ്ട ആവശ്യമുണ്ടു്. അങ്ങിനെയു

ള്ള സംഭരണിയെ 'വ്യത്യയസംഭരണി' (variable—) എന്നു പറയാം.

വ്യത്യയസംഭരണി. 36-ാം പടത്തിൽ ഒരു വ്യത്യയ സംഭരണി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒന്നിടയിട്ടുള്ള ലോഹത്ത കിടുകൾ F പരസ്പരം അല്പം അകലത്തിൽ സമാന്തരമായി വച്ച് ഒരു ചട്ടത്തിൽ ഉറപ്പിച്ചും, എല്ലാം ഒരേ ബന്ധനകീലം A യോടു ബന്ധിച്ചും ഇരിക്കും. ഇവയെ സ്ഥിര'ഫലക' (plate)ങ്ങൾ എന്നു പറയാം. ശേഷം തകിടുകൾ S, എല്ലാം ഒരേ അക്ഷദണ്ഡ് R O യിൽ ഉറപ്പിച്ച് സ്ഥിരഫലകങ്ങൾക്കിടയിൽ ഒന്നിടയിട്ട് ഇരിക്കത്തക്കവണ്ണവും ക്രമപ്പെടുത്തിയിരിക്കും. അക്ഷദണ്ഡു ചുററുമ്പോൾ ഈ തകിടുകൾ ഒന്നാകെ ആവശ്യംപോലെ സ്ഥിരഫലകങ്ങളുടെ ഉള്ളിലേക്കും വെളിയിലേക്കും മാറും. എല്ലാം ഒരേ ബന്ധനകീലം B യിൽ ബന്ധിച്ചും സ്ഥിരഫലകങ്ങളിൽനിന്നും കവചീകരിച്ചുമിരിക്കുന്നു. ഇവയെ 'ചാല്യഫലകങ്ങൾ' (moveable—) എന്നു പറയാം.

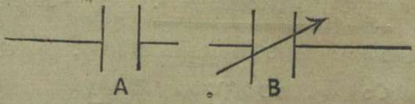


പടം 36.
വ്യത്യയസംഭരണി

ചാല്യഫലകങ്ങൾ മുഴുവനും സ്ഥിരഫലകങ്ങളുടെ ഉള്ളിൽ ആകുമ്പോൾ അതിന്റെ സംഭരണത്വം മഹിഷ്ഠവും എല്ലാം വെളിയിലാകുമ്പോൾ അല്പിഷ്ഠവും ആയിരിക്കും. ചാല്യഫലകങ്ങളുടെ നിലയനുസരിച്ച് ഇതിനിടയ്ക്കു് ഏതു സംഭരണത്വപരിമാണവും ലഭിക്കുന്നതാണു്. സാധാരണയായി തകിടുകൾ അർദ്ധവൃത്താകൃതിയിലൊ അർദ്ധ അണ്ഡാകൃതിയിലോ ആണു്. 2-ാം ചിത്രത്തിൽ ഒരു വ്യത്യയസംഭരണിയെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

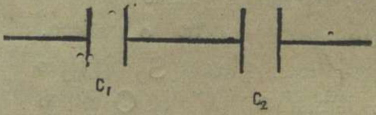
ചിത്രം 2
വ്യത്യയസംഭരണി

37-ാം പടം A യിലേപ്പോലെ ഒരേ നീളത്തിലുള്ള രണ്ടു സമാന്തരരേഖകൾ സ്ഥിരസംഭരണിയെയും, B യിലെപ്പോലെ അതിൻെറ മുകളിൽ കൂടി ശരചിഹ്നം വരച്ച് വ്യത്യയസംഭരണിയേയും കുറിക്കുന്നു.



പടം 37.
സംഭരണിചിഹ്നം
A സ്ഥിരസംഭരണി. B വ്യത്യയസംഭരണി.

<u>അനുപദബന്ധനം.</u> 38-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ രണ്ടു സംഭരണികൾ തുടച്ചയായി ബന്ധിക്കുന്നപക്ഷം അതിനെ അനുപദബന്ധനം എന്നു പറയും. അവയുടെ സംഭരണതാം അനുക്രമമായി C_1, C_2 ആയിരുന്നാൽ ഈ ബന്ധനത്തിൽ സമഗ്രസംഭരണതാം C,



പടം 38.
രണ്ടു സംഭരണികൾ തമ്മിൽ
അനുപദബന്ധനം

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2} \quad \cdots\cdots\cdots (12)$$

എന്ന സമീയത്താൽ നിർണ്ണയിക്കാം. അതായത്, അനുപദബന്ധനത്തിൽ സമഗ്രസംഭരണതാത്തിൻെറ വ്യൽക്രമം ഓരോന്നിൻെറയും സംഭരണതാവ്യൽക്രമത്തിൻെറ തുകയാണ്. രണ്ടിൽ കൂടുതൽ ഉണ്ടായിരുന്നാലും വിധി ഇതുതന്നെ. അപ്പോൾ സമഗ്രസംഭരണതാം,

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+ \cdots\cdots\cdots (12a)$$

എന്ന സമീയത്താൽ പ്രകടമാക്കാം.

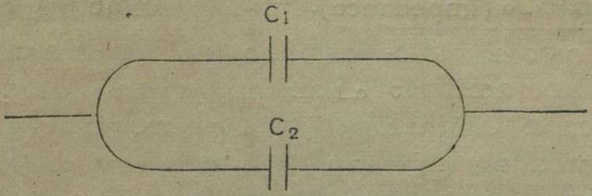
<u>ഉദാഹരണം.</u> 4 മൈക്രോഫാരഡും 6 മൈക്രോഫാരഡും വീതം സംഭരണതാമുള്ള രണ്ടു സംഭരണികൾ അനുപദമായി ബന്ധിച്ചു. സമഗ്രസംഭരണതാം കണക്കാക്കുക,

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$$

$$=\frac{1}{4}+\frac{1}{6}=\frac{4+6}{4\times 6}=\frac{10}{24}=\frac{5}{12}$$

$$C = \frac{12}{5} = 2\frac{2}{5};$$

സമഗ്രസംഭരണത്വം $= 2\frac{2}{5}$ മൈക്രോഫാരഡ്.



പടം 39.

സംഭരണികൾ തമ്മിൽ അവായനബന്ധനം

<u>അവായനബന്ധനം.</u> 39-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ രണ്ടിന്റെയും ഓരോ ഭാഗങ്ങൾ തമ്മിൽ ബന്ധിച്ചാൽ അതിനെ അവായനബന്ധനം എന്നു പറയും. ഇതിൽ സമഗ്രസംഭരണത്വം,

$$C = C_1 + C_2 \text{..................................} (13)$$

എന്ന സമീയംകൊണ്ടു നിർണ്ണയിക്കാം. അതായത്, രണ്ടു സംഭരണികളെ അവായനബന്ധനത്തിൽ ചേർത്താൽ അവയുടെ സമഗ്രസംഭരണത്വം ഓരോന്നിന്റെയും സംഭരണത്വത്തിന്റെ തുകയായിരിക്കും. രണ്ടിൽ കൂടുതലായാലും വിധി ഇതുതന്നെ. പൊതുവെ,

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \text{........................} (13a)$$

എന്ന സമീയം ഉപയോഗിക്കാം.

<u>ഉദാഹരണം.</u> മുകളിൽ കൊടുത്ത ഉദാഹരണത്തിലെ സംഭരണികൾ അവായനബന്ധനത്തിലായിരുന്നാൽ സമഗ്രസംഭരണത്വം കണക്കാക്കുക.

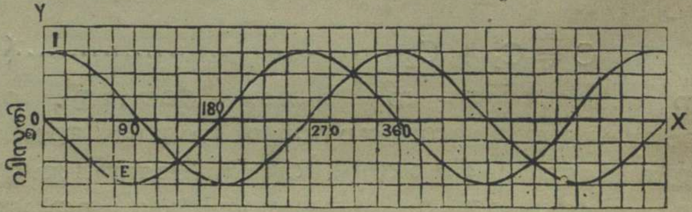
$$C = C_1 + C_2$$
$$= 4 + 6 = 10;$$

സമഗ്രസംഭരണത്വം = 10 മൈക്രോഫാരഡ്.

<u>പ്രത്യഭിപ്രവാഹസംന്യത്വം.</u> സംഭരണിക്കുള്ള ഒരു പ്രത്യേകത അഭിപ്രവാഹം അതിൽക്കൂടി കടക്കയില്ലെ

ന്നും എന്നാൽ പ്രത്യഭിപ്രവാഹം കടന്നുപോകുമെന്നുമുള്ള താണ്.

കലാന്തരം (phase), പ്രതികാരിതചം (reactance), വിഘാതിതചം (impedance). തമ്മിൽ ബന്ധമുള്ള രണ്ടുമാത്ര കളിൽ വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങൾ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കയും ഒന്നിൻേറതു് മററതിൻെറ മുമ്പിലോ പിമ്പിലോ ആകയും ചെയ്യുമ്പോൾ അവതമ്മിൽ കലാന്തരമുണ്ടെന്നു പറയുന്നു. ഒരു വൈദ്യുത സംഭരണിയിലെ പ്രവാഹവും അതിനു കാരണമായ ശക്ത്യുദ്ധാന്തരവും തമ്മിൽ സമകോണികകലാന്തരമുണ്ടെന്നുള്ളതാണ് സംഭരണിയുടെ മറെറാരു പ്രത്യേകത. അഭിപ്രവാഹ ത്തിൽ, ശക്ത്യുദ്ധാന്തരത്തിലുള്ള വ്യത്യയങ്ങൾക്കു പ്രതിനിമിഷം ആനുപാതികമാണു് പ്രവാഹം. പ്രത്യഭിപ്രവാഹം പ്രതിരോധിതചം മാത്രമുള്ള പഥ്യയനത്തിൽ കൂടിയായിരിക്കുമ്പോൾ, പ്രവാഹവും ശക്ത്യുദ്ധാന്തരവും തമ്മിൽ അഭിപ്ര



t - കാലം

പടം 40.

സംഭരണിയുടെ കലാന്തരലേഖ

I പ്രവാഹ–കാലലേഖ. E ശക്ത്യുദ്ധ–കാലലേഖ.

വാഹത്തിലെപ്പോലെതന്നെ പ്രതിനിമിഷം അനുപാതബന്ധം ഉണ്ട്. എന്നാൽ പഥ്യയനത്തിൽ ഒരു സംഭരണി കൂടിയുണ്ടായിരുന്നാൽ അവ തമ്മിൽ കലാന്തരമുണ്ടായിരിക്കും. 40-ാം പടത്തിൽ I എന്ന തരംഗരേഖ അപ്രകാരമുള്ള ഒരു പഥ്യയനത്തിലെ പ്രവാഹവും കാലവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തേയും, E അതിനു കാരണമായ ശക്ത്യുദ്ധവും കാലവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തേയും പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു. ശക്ത്യുദ്ധത്തിനു മുമ്പായി പ്രവാഹം പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. ഈ ഗുണത്തെ ശീഘ്രായനം (lead) എന്നു പറയും. ഒരു പഥ്യയനത്തിൽ സംഭരണി

മാത്രമേയുള്ളവെങ്കിൽ ശക്തഗ്രന്ഥവും പ്രവാഹവും തമ്മിൽ ഒരു സമകോണം അന്തരമുണ്ടായിരിക്കും. 'തരംഗായതി' (wave-length) അനുസരിച്ചുള്ള അളവെങ്കിൽ വ്യത്യാസം ഒരു തരംഗായതിയുടെ കാലംശമാണ്. അതായത്, I മേട്ട് (crest) ആയിരിക്കുമ്പോൾ E മദ്ധ്യസ്ഥരേഖയിൽ നിന്നും മുകളിലോട്ടുള്ള ഗമനം ആരംഭിച്ചതേയുള്ളു. സംഭരണിയിലെ പ്രവാഹവും ശക്തഗ്രന്ഥവും തമ്മിൽ കലാന്തരമുള്ളതിനാൽ അതു നിമിത്തമുള്ള പ്രതിരോധിതത്വത്തിന് 'പ്രതികാരിതത്വം' എന്നു പറയുന്നു. പ്രതികാരിതത്വവും, പ്രതിരോധിതത്വവുമുള്ള പഥ്യയനത്തിന്റെ സമഗ്രപ്രതിരോധിതത്വത്തെ 'വിഘാതിതത്വം' എന്നാണ് പറയുന്നത്. ഇവയുടെ പരിമാനം ഓഹം തന്നെ.

<u>പ്രതികാരിതത്വവും അഭീക്ഷ്ണതയും.</u> സംഭരണിയുടെ പ്രതികാരിതത്വം പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തിന്റെ അഭീക്ഷ്ണതയെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. അവ തമ്മിൽ വ്യൽക്രമാനുപാതികബന്ധമാണ്. അതായത്; അഭീക്ഷ്ണത കൂടുന്തോറും സംഭരണിയുടെ പ്രതിരോധിതത്വം കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. ഈ ബന്ധം,

$$X=\frac{1}{2\pi fC} \qquad \text{(14)}$$

എന്ന സമീയംകൊണ്ടു പ്രകടമാക്കാം.

ചിഹ്നവിവരണം:—

X = പ്രതികാരിതത്വം,
C = സംഭരണതത്വം,
f = അഭീക്ഷ്ണത.

അതിനാൽ ഒരേ സംഭരണിയിൽ കൂടി അഭീക്ഷ്ണത കൂടിയ പ്രത്യഭിപ്രവാഹം നിഷ്പ്രയാസേനയും, കുറഞ്ഞതു വളരെ പ്രയാസത്തോടുകൂടിയുമാണ് കടന്നുപോകുന്നത്.

<u>ഉദാഹരണം.</u> 8 മൈക്രോഫാരഡ് പരിമാണമുള്ള ഒരു സംഭരണിക്കു (a) 1000-വും, (b) 1000,000-വും അഭീക്ഷ്ണതയിലെ പ്രതികാരിതത്വം കണക്കാക്കുക.

(a)
$$X=\frac{1}{2\pi fC}$$
$$=\frac{1}{2\pi\,1000\times8\times10^{-6}}=\frac{1000{,}000}{2\pi\,1000\times8}.$$

$$=\frac{125}{2\pi}=\frac{125}{6\cdot28}=19\cdot9;$$

പ്രതികാരിത്വം = 19·9 ഓഹം.

(b) $$X=\frac{1}{2\pi fC}$$

$$=\frac{1}{2\pi\,1000{,}000\times8\times10^{-6}}=\frac{1000{,}000}{2\pi\times1000{,}000\times8}$$

$$=\frac{1}{2\pi\,8}=\frac{1}{16\pi}=\frac{1}{50\cdot24}=0\cdot0199;$$

പ്രതികാരിത്വം = 0· 0199 ഓഹം.

<u>പ്രതിരോധിയും സംഭരണിയും ചേർന്നുള്ള പര്യയനത്തിലെ വിഘാതിത്വം,</u>

$$Z^2=R^2-\frac{1}{(2\pi fC)^2}\quad\ldots\ldots\ldots\ldots(15)$$

എന്ന സമീയത്താൽ നിർണ്ണയിക്കാം.

ചിഹ്നവിവരണം:—

Z = വിഘാതിത്വം,
R = പ്രതിരോധിത്വം.

<u>ഉദാഹരണം.</u> 10 ഓഹമുള്ള ഒരു പ്രതിരോധിയും 0·5 മൈക്രോഫാരഡ് ഉള്ള ഒരു സംഭരണിയും അനുപദബന്ധനത്തിലിരിക്കുന്ന ഒരു പര്യയനത്തിൽ പ്രവാഹാഭീക്ഷ്ണത 1000 ആയിരുന്നാൽ (a) പ്രതികാരിത്വവും, (b) വിഘാതിത്വവും കണക്കാക്കുക.

(a) $$X=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{1}{2\pi\,1000\times0\cdot5\times10^{-6}}=\frac{10^6}{2\pi\times0\cdot5\times10^3}$$

$$=\frac{1000}{\pi}=318\cdot5;$$

പ്രതികാരിത്വം = 318·5 ഓഹം.

(b) $$Z^2=R^2-\frac{1}{(2\pi fC)^2}=R^2-X^2=10^2-318\cdot5^2$$

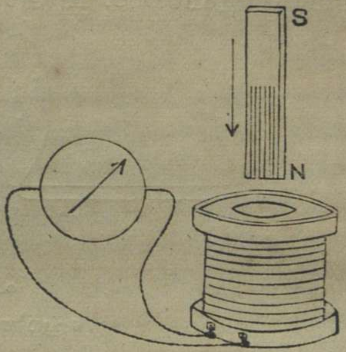
$$=100-101{,}450=101{,}350\ (\text{ഋണമാത്രം}).$$

$$\therefore Z=\sqrt{101{,}350}=318\cdot3;$$

വിഘാതിത്വം = 318·3 ഓഹം.

പ്രേരകത്വം (inductance)

<u>പ്രേരകത്വം.</u> 41-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ കുറെ ചുററുകളുള്ള ഒരു കവചീകൃതകമ്പിവലയം ഒരു ഗാൽവനോമാത്രിയുമായി ബന്ധിച്ചശേഷം അതിനുള്ളിലേക്ക് ഒരു കാന്തത്തിൻെറ ഉത്തരധ്രുവം N കടത്തുമ്പോൾ ഗാൽവനോമാത്രി സൂചിക അപചലിക്കുന്നതും, ഏതെങ്കിലും സ്ഥാനത്തു നിർത്തിയാൽ അപചലനം പെട്ടെന്ന് ഇല്ലാതെയാകുന്നതും, കാന്തം തിരിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ സൂചിക എതിർവശത്തേക്കു പോകുന്നതും കാണാം. ദക്ഷിണധ്രുവമാണെങ്കിൽ അപചലനം എതിർവശത്തേക്കായിരിക്കും. ഇതിൽനിന്നും വലയവുമായി സംഘടിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന കാന്തമണ്ഡലത്തിൽ ഏതെങ്കിലും വ്യത്യാസം വരുമ്പോൾ അതിൽ ഒരു വൈദ്യുതിചാലകവും, തന്നിമിത്തം ഒരു വൈദ്യുതിപ്രവാഹവും ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു മനസ്സിലാക്കാം. വലയത്തിൽ കാന്തമണ്ഡലതീവ്രത വർദ്ധിക്കുമ്പോഴുള്ള വൈദ്യുതിചാലകം, ക്ഷയിക്കുമ്പോഴുള്ളതിൻെറ എതിർദിക്കിലേക്കാണെന്നും ഗ്രഹിക്കാം. കാന്തമണ്ഡലത്തിൻെറ വ്യത്യയത്താൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന വൈദ്യുതിചാലകത്തെ 'പ്രേരക ചാലകം' (induced e.m.f.) എന്നും, പ്രവാഹത്തെ 'പ്രേരിതപ്രവാഹ'മെന്നും, ആ ഗുണത്തെ 'പ്രേരകത്വം', അഥവാ 'പ്രേരകം' എന്നും ആ പ്രവൃത്തിയെ 'പ്രേരണം' (induction)

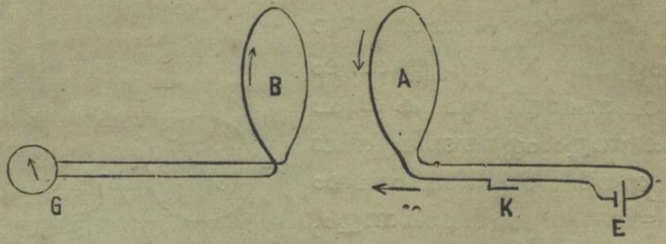


പടം 41.
കാന്തംമൂലമുണ്ടാകുന്ന പ്രേരിതപ്രവാഹം

പടം 42.
വലയത്തിലെ പ്രവാഹംമൂലമുണ്ടാകുന്ന പ്രേരിതപ്രവാഹം

എന്നും, അതിനുപയോഗിക്കുന്ന വലയത്തെ 'പ്രേരകവലയം' എന്നും പറയും.

മുകളിൽ വിവരിച്ച പരീക്ഷണത്തിലെ കാന്തത്തിനു പകരം 42-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ബാററിയുമായി ബന്ധിച്ച ഒരു വലയം ഉപയോഗിച്ചാലും അനുഭവം ഇതുതന്നെയാണ്.



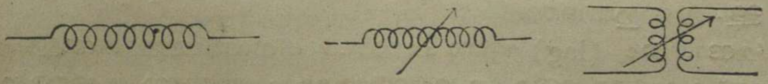
പടം 43.

പ്രേരിതപ്രവാഹഗതി

43-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ ഒരു പ്രേരകവലയം A ബാററിയുമായി ഒരു 'സംധായകം' (key) Kയിൽക്കൂടിയും, മറെറാരു വലയം B ഗാൽവനോമാത്ര Gയിലും ബന്ധിച്ചശേഷം പ്രവാഹം 'ആക്കുകയും അഴിക്കുകയും' (make and break) ചെയ്യുമ്പോഴും സൂചികക്ക് അപചലനമുണ്ടാകുന്നു. ആക്കുമ്പോഴത്തെ അപചലനം ഒരുവശത്തേക്കും അഴിക്കുമ്പോഴത്തേതു് മറുവശത്തേക്കുമാണ്. ഇതിൽ പ്രേരിതപ്രവാഹഗതിയും അതിനു കാരണമായ പ്രവാഹഗതിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധവും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ചാൽ പ്രേരിതപ്രവാഹത്താലുളവാകുന്ന കാന്തമണ്ഡലം മൂലപ്രവാഹത്താലുള്ളതിനെ എതിർക്കുന്നു എന്നു കാണാം. എല്ലായ്പോഴും, പ്രേരിതപ്രവാഹം അപ്പഴപ്പോഴത്തെ കാന്തമണ്ഡലസ്ഥിതിയെ യഥാസ്ഥിതി സംരക്ഷിക്കത്തക്ക വണ്ണമാണ്.

വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തോടു സംബന്ധിച്ച് കാന്തമണ്ഡലമുള്ളതിനാൽ മേൽ വിവരിച്ചവിധത്തിൽ വലയത്തിലെ കാന്തമണ്ഡലത്തിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസം കൊണ്ടുതന്നെയാണ് ഇതിലും വൈദ്യുതിചാലകവും, പ്രവാഹവും ഉത്ഭവിക്കുന്നതു്. ആദ്യത്തേതിൽ ഒരു കാന്തവും മററതിൽ ഒരു പ്രവാഹവുമാണ് ചാലകത്തെ ഉത്ഭവിപ്പിക്കുന്നതു്. കാന്തം സ്ഥിരമായി നിർത്തിക്കൊണ്ടു് വലയം ചലിപ്പിച്ചാലും ഇതേ ഫലം ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. മറെറാരു വിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, കാന്തബലരേഖ

കൾ വലയത്തെ 'സംക്രമിക്ക' (cut)മ്പോൾ (ഉള്ളിലോട്ടായാലും വെളിയിലോട്ടായാലും) അതിൽ പ്രേരകചാലകം ഉത്ഭവിക്കുന്നു. ഈ സംക്രമണം ഒരു കാന്തത്തിൻെറ ചലനത്താലോ, അടുത്തു വലയത്തിലുള്ള പ്രവാഹവ്യതിയാനങ്ങളാലോ ആകാം. ഇതിനെ 'പരസ്പരപ്രേരകം' (mutual inductance) എന്നു പറയും. ഒരു വലയത്തിലുള്ള പ്രവാഹവ്യതിയാനങ്ങൾ കൊണ്ടു് അതിൽതന്നെ ചാലകം ഉത്ഭവിക്കും. അതിനു 'സ്വപ്രേരകം' (self-inductance) എന്നു പേർ. ഉത്ഭവിക്കുന്ന ചാലകതീവ്രത, രേഖകളുടെ എണ്ണത്തേയും സംക്രമശീഘ്രതയേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഇവ രണ്ടും ഏറുന്തോറും തീവ്രതയും കൂടും. ഈവിധത്തിൽ ബാററിയുടെ സഹായം കൂടാതെ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉത്ഭവിപ്പിക്കാമെന്നു് ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിച്ചതു് മൈക്കൾ ഫാരഡേ (Michael Faraday) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. വൈദ്യുതിപ്രവാഹസംബന്ധമായ സകല പുരോഗതിക്കും നിദാനമായിരിക്കുന്നതു് മൌലികമായ ഈ ഉപജ്ഞാനമാണ്. ഈ തത്വത്തെ ആസ്പദമാക്കിയാണ് ഡൈനാമൊ, മോട്ടോർ മുതലായി ഇക്കാലത്തു നിത്യോപയോഗത്തിലിരിക്കുന്ന മിക്ക വൈദ്യുതി ഉപകരണങ്ങളും നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നതു്.



A B C

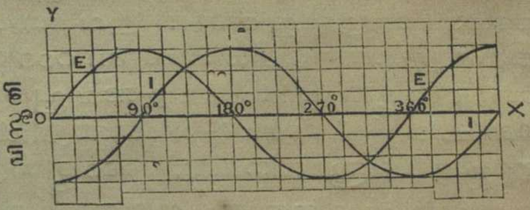
പടം 44.

A പ്രേരകവലയചിഹ്നം. B വ്യത്യയപ്രേരകവലയചിഹ്നം.
C പരസ്പരപ്രേരകവലയചിഹ്നം.

പ്രേരകത്തിൻെറ പരിമാനത്തിന് 'ഹെൻറി' (henry) എന്ന പേരു കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഒരു ഹെൻറിയുടെ ആയിരത്തിലൊരംശത്തിനു മില്ലിഹെൻറി എന്നും, പത്തുലക്ഷത്തിലൊരംശത്തിനു മൈക്രോഹെൻറി എന്നും പറയും. 44-ാം പടത്തിൽ A സ്ഥിരപ്രേരക വലയത്തെയും B വ്യത്യയപ്രേരക വലയത്തെയും കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നങ്ങളാണ്. വലയങ്ങൾ തമ്മിൽ പരസ്പരപ്രേരകം ഉണ്ടെന്നു കുറിക്കുന്നതിനായി രണ്ടിലും കൂടിയുള്ള ഒരു ശരചിഹ്നം 44-ാംപടം Cയിലെ പോലെ കാണിച്ചിരിക്കും.

ഒരു വലയത്തിൻെറ സ്വപ്രേരകം അതിൻെറ വലിപ്പത്തേയും കമ്പിച്ചുററുകളുടെ എണ്ണത്തേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അതു് ചുററുകളുടെ എണ്ണത്തിനു് ആനുപാതികമാണു്. പരസ്പരപ്രേരകം രണ്ടിൻെറയും ചുററുകളുടെ എണ്ണത്തേയും വലയങ്ങളുടെ 'ആപേക്ഷക' (relative) സ്ഥാനങ്ങളെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. തമ്മിൽ അടുക്കുമ്പോൾ പ്രേരകം കൂടുന്നു.

കലാന്തരം, പ്രതികാരിത്വം, വിഘാതിത്വം. സംഭരണിയിലെപോലെ, വൈദ്യുതി ചാലകവും പ്രവാഹവും തമ്മിൽ കലാന്തരം പ്രേരകവലയവും വരുത്തുന്നുണ്ടു്. വലയം മാത്രമുപയോഗിച്ചാൽ കലാന്തരം സമകോണമായിരിക്കും. എന്നാൽ പ്രവാഹം 45-ാം പടത്തിലെപോലെ ചാലകത്തിനു പിൻഗാമി ആയേ ഇരിക്കയുള്ളു. ഈ ഗുണത്തെ



t – കാലം

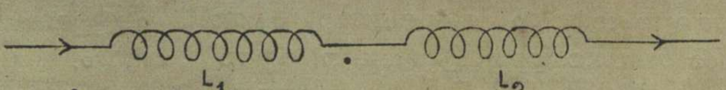
പടം 45

കലാന്തരലേഖ

I പ്രവാഹ–കാലലേഖ.

E ശക്ത്യുദ്ധ–കാലലേഖ.

'മന്ദായനം' (lag) എന്നു പറയും. കലാന്തരമുണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ടു് വലയത്തിൻെറ പ്രേരകത്താലുള്ള പ്രതിരോധിത്വത്തെ പ്രതികാരിത്വം എന്നു പറയുന്നു. അതിനാൽ വലയത്തിൻെറ വിഘാതിത്വം രണ്ടു് ഉപാധികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു: (1) വലയത്തിൻെറ പ്രേരകത്വം നിമിത്തമുള്ള പ്രതികാരിത്വം, (2) അതിലെ കമ്പിയുടെ പ്രതിരോധിത്വം. അതിൻെറ പ്രതിരോധിത്വം നിസ്സാരമായിരുന്നാൽ, വിഘാതിത്വം മിക്കവാറും പ്രതികാരിത്വം മാത്രവും, കലാന്തരം സമകോണവുമായിരിക്കും.



പടം 46.

വലയങ്ങൾ തമ്മിൽ അനുപദബന്ധനം

അനുപദബന്ധനം. 46-ാം പടത്തിലെ പോലെ യഥാക്രമം L_1 L_2 പ്രേരകമുള്ള രണ്ടു വലയങ്ങളെ അനുപദമായി

ബന്ധിച്ചാൽ സമഗ്രപ്രേരകം L അവയുടെ രണ്ടിൻെറയും തുകയാണ്. അതായത്, അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം,

$$L = L_1 + L_2 \ldots\ldots (16)$$

എന്ന സമീയംകൊണ്ടു പ്രകടമാക്കാം. രണ്ടിൽ കൂടുതലായാലും വിധി ഇതുതന്നെ.

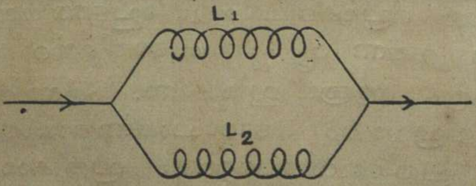
$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + \ldots\ldots (16a)$$

എന്ന സമീയം അവയുടെ സമഗ്രപ്രേരകവും ഓരോന്നിൻെറയും പ്രേരകവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെ പ്രകടമാക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം. 20 ഹെൻറിയും 30 ഹെൻറിയും വീതം പ്രേരകമുള്ള വലയങ്ങൾ അനുപദമായി ബന്ധിച്ചു. സമഗ്രപ്രേരകം കണക്കാക്കുക.

$$L = L_1 + L_2$$
$$= 20 + 30 = 50;$$

സമഗ്രപ്രേരകം = 50 ഹെൻറി.



പടം 47.

വലയങ്ങൾ തമ്മിൽ അവായനബന്ധനം.

അവായനബന്ധനം. 47-ാം പടത്തിലെപോലെ രണ്ടു വലയങ്ങളെ അവായനമായി ബന്ധിച്ചാൽ സമഗ്രപ്രേരകം,

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \ldots\ldots (17)$$

എന്ന സമീയത്താൽ പ്രകടമാക്കാം. രണ്ടിലധികമായാലും വിധി ഇതുതന്നെ. സമഗ്രപ്രേരകം,

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \frac{1}{L_4} + \ldots\ldots (17a)$$

എന്ന സമീയത്തിൽ നിന്നും നിർണ്ണയിക്കാം.

ഉദാഹരണം. 4 ഹെൻറിയും 9 ഹെൻറിയും വീതം പ്രേരകമുള്ള രണ്ടു വലയങ്ങൾ ആവായനമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. സമഗ്രപ്രേരകം കണക്കാക്കുക.

$$\frac{1}{L}=\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}$$

$$=\frac{1}{4}+\frac{1}{9}=\frac{9+4}{4\times 9}=\frac{13}{36}$$

$$\therefore\ L=\frac{36}{13}=2\frac{10}{13};$$

സമഗ്രപ്രേരകം $= 2\frac{10}{13}$ ഹെൻറി.

പ്രതിരോധികളെ കൂട്ടിച്ചേർക്കുമ്പോൾ സമഗ്രഫലം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനുള്ള വിധികളും ഇവതന്നെയാണെന്ന് ഓർക്കുമല്ലോ.

പ്രതികാരിതാവും അഭീക്ഷ്ണതയും. ഒരഭിപ്രവാഹ പഥ്യയനത്തിൽ പ്രേരകവലയം ഉൾപ്പെടുത്തിയാൽ പ്രവാഹ തീവ്രതയിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസം അതിൻെറ പ്രതിരോധിതാത്തെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ അതിൽ കൂടി പ്രത്യഭിപ്രവാഹം കടന്നുപോകുന്നതായാൽ പ്രവാഹം അതിൻെറ പ്രതിരോധിതാത്തെയും പ്രതികാരിതാത്തെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. പ്രതികാരിതാം അഭീക്ഷ്ണതയേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. പ്രതികാരിതാം പ്രേരകത്തിനും അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കും ആനുപാതികമാണ്. അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം,

$$X = 2\pi f L \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(18)$$

എന്ന സമീയത്താൽ പ്രകടമാക്കാം.

ചിഹ്നവിവരണം — X = പ്രതികാരിതാം,
f = അഭീക്ഷ്ണത,
L = പ്രേരകം.

ഉദാഹരണം. 15 ഹെൻറി പ്രേരകമുള്ള വലയത്തിൽ പ്രവാഹാഭീക്ഷ്ണത 5000 ആയിരുന്നാൽ അതിൻെറ പ്രതികാരിതാം കണക്കാക്കുക.

$$X = 2\pi f L$$
$$= 2\pi \times 5000 \times 15 = 150{,}000\ \pi = 471{,}000;$$

പ്രതികാരിത്വം = 471,000 ഓഹം.

<u>പ്രതിരോധിയും വലയവും അനുപദമായുള്ള പര്യയനത്തിലെ വിഘാതിത്വം,</u>

$$Z^2 = R^2 + (2\pi f L)^2 \qquad \text{.......... (19)}$$

എന്ന സമീയത്താൽ നിർണ്ണയിക്കാം. ചിഹ്നവിവരണം മുമ്പിലത്തേതുതന്നെ.

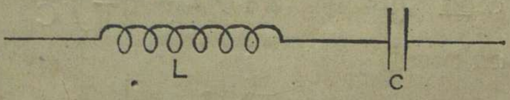
<u>ഉദാഹരണം.</u> 40 ഓഹമുള്ള പ്രതിരോധിയും 0·5 ഹെൻറിയുള്ള വലയവും അനുപദമായി ബന്ധിച്ചാൽ അഭീക്ഷ്ണത 3000 ആയിരിക്കുന്ന പ്രവാഹത്തിന് പര്യയനത്തിന്റെ വിഘാതിത്വം കണക്കാക്കുക.

$$Z^2 = R^2 + (2\pi f L)^2$$
$$= 40^2 + 4\pi^2\ 3{,}000 \times 3{,}000 \times 0{\cdot}5 \times 0{\cdot}5$$
$$= 40^2 + 9{,}000{,}000\ \pi^2$$
$$= 1600 + 88{,}720{,}000$$
$$= 88{,}721{,}600.$$
$$\therefore Z = \sqrt{88{,}721{,}600} = 9419;$$

വിഘാതിത്വം = 9419 ഓഹം.

<u>വലയവും സംഭരണിയും തമ്മിൽ അനുപദബന്ധനം.</u>

48-ാം പടത്തിൽ വലയവും സംഭരണിയുമായുള്ള അനുപദബന്ധനത്തെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു പര്യയനത്തിൽ പ്രേരകവലയവും, സംഭരണിയുമുണ്ടായിരുന്നാൽ പ്രവാഹത്തിൽ വലയം നിമിത്തം മന്ദായനവും സംഭരണി നിമിത്തം ശീഘ്രായനവും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവ രണ്ടും സമമായിരുന്നാൽ പ്രവാഹവും വൈദ്യുതിചാലകവും തമ്മിൽ കലാന്തരം ഇല്ലായിരിക്കും. ചാലകാഭീക്ഷ്ണത f ആയിരുന്നാൽ വലയ



പടം 48.

വലയവും സംഭരണിയും തമ്മിൽ അനുപദബന്ധനം.

ത്തിൻെറ പ്രതികാരിത്വം $2\pi fL$ ഉം. സംഭരണിയുടേതു് $-\frac{1}{2\pi fC}$ യും ആണെന്നു കണ്ടുവല്ലോ. ഇവ രണ്ടും മാത്രം ഉൾപ്പെട്ട പഥ്യയനത്തിൻെറ വിഘാതിത്വം,

$$Z = 2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC} \qquad \text{(20)}$$

എന്ന സമീയത്താൽ പ്രകടമാക്കാം. രണ്ടിൻെറയും പ്രതികാരിത്വം സമമായാൽ യോജിച്ചുള്ള വിഘാതിത്വം ശൂന്യമാണു്. അതിനാൽ അഭീക്ഷ്ണത f ആയിരിക്കുന്ന ചാലകം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ ആ പഥ്യയനത്തിൽ കൂടിയുള്ള പ്രവാഹം അതിരില്ലാതെ വർദ്ധിക്കുന്നു. എന്നാൽ, മററു കാരണങ്ങളാൽ പ്രതിരോധിത്വമില്ലാതെയിരുന്നാൽ തന്നെ, സാധാരണയുപയോഗത്തിൽ, വലയത്തിൻെറ പ്രതിരോധിത്വമെങ്കിലും ഉണ്ടായിരിക്കും.

പ്രതിരോധിയും, സംഭരണിയും, വലയവുംകൂടിയുള്ള അനുപദബന്ധനത്തിൽ വിഘാതിത്വം,

$$Z^2 = R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2 \qquad \text{(21)}$$

എന്ന സമീയത്താൽ പ്രകടമാക്കാം. അതിനാൽ പ്രതികാരിത്വങ്ങൾ തമ്മിൽ സമമായിരുന്നാൽ വിഘാതിത്വം പ്രതിരോധിത്വത്തിനു സമമായിരിക്കും. പ്രവാഹം $I = \frac{E}{R}$ എന്ന സമീയമനുസരിച്ചായതിനാൽ അതിരില്ലാതെ വർദ്ധിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും, അതു് ഈ പഥ്യയനത്തിലെ മഹിഷ്ഠപ്രവാഹമായിരിക്കും. ഈ അവസ്ഥയിൽ ആ പഥ്യയനം ആ അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് 'അനുസാനി' (resonant) യാണെന്നും ആ അവസ്ഥയ്ക്കു് 'അനുസാനാവസ്ഥ' (resonance) എന്നും പറയാം. ഇതിനുള്ള വ്യവസ്ഥ $2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$ എന്നാണല്ലോ.

അതായതു്,

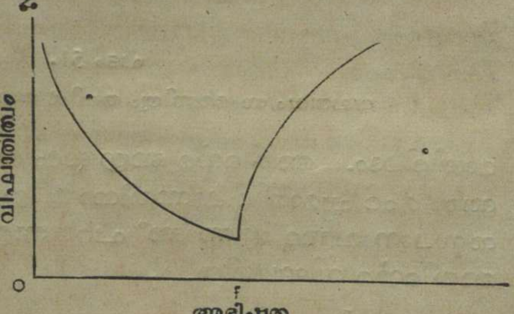
$$4\pi^2 f^2 = \frac{1}{LC}$$

,, $$2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

,, $$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad \text{(22)}$$

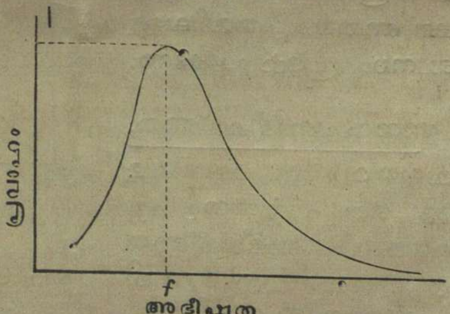
ഇതിൽനിന്നും സംഭരണിയും വലയവും അനുപദബന്ധനത്തിൽ ആയിരിക്കുമ്പോൾ പഥ്യയനത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ചാലകത്തിൻെറ അഭീക്ഷ്ണത $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ആയിരുന്നാൽ പ്രവാഹം മഹിഷ്ഠമായിരിക്കും എന്നു സിദ്ധിക്കുന്നു. അതിനാൽ $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ എന്ന അഭീക്ഷ്ണത ആ പഥ്യയനത്തിൻെറ 'അനുസ്വനാഭീക്ഷ്ണത' എന്നു പറയുന്നു. അനുസ്വനാഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് ഈ പഥ്യയനത്തിൻെറ വിഘാതിത്വം അല്പിഷ്ഠവും പ്രവാഹം മഹിഷ്ഠവുമാണ്. ഈ അവസ്ഥയിൽ വിഘാതിത്വം ആ പഥ്യയനത്തിലെ പ്രതിരോധിത്വത്തിനു സമമാണ്.

വിഘാതിത്വവും അഭീക്ഷ്ണതയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം 49-ാം പടത്തിലെ രേഖയാൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്താം. അനുസ്വനാഭീക്ഷ്ണതയിൽ വിഘാതിത്വം അല്പിഷ്ഠമാണ്. അതിൽ കൂടിയും കുറഞ്ഞുമുള്ള അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് അതുമായുള്ള വ്യത്യാസത്തിനനുസരണമായി വിഘാതിത്വം കൂടിയിരിക്കും.



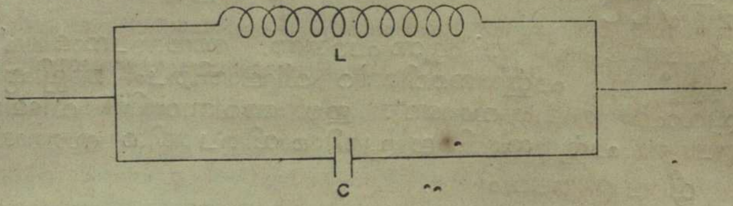
പടം 49.
അനുപദബന്ധനത്തിൽ വിഘാതിത്വ–
അഭീക്ഷ്ണത ലേഖ.

പ്രവാഹവും അഭീക്ഷ്ണതയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം 50-ാം പടത്തിലെ ലേഖയാൽ പ്രദർശിപ്പിക്കാം. അനുസ്വനാഭീക്ഷ്ണതയിൽ പ്രവാഹം മഹിഷ്ഠമായിരിക്കും. അതിൽ കൂടിയോ കുറഞ്ഞോ ഇരിക്കുന്ന അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് അതുമായുള്ള വ്യത്യാസത്തിനനുസരണമായി പ്രവാഹം കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു.



പടം 50.
അനുപദബന്ധനത്തിൽ പ്രവാഹ–
അഭീക്ഷ്ണത ലേഖ.

അവായനബന്ധനം. വലയവും സംഭരണിയും തമ്മിൽ 51-ാം പടത്തിലെപോലെ അവായനബന്ധനവുമാകാം. അപ്പോൾ $f=\frac{1}{2\Pi\sqrt{LC}}$ എന്ന സമീയമനുസരിച്ചുള്ള അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് വിഘാതിത്വം മഹിഷ്ഠവും പ്രവാഹം അല്പിഷ്ഠവു



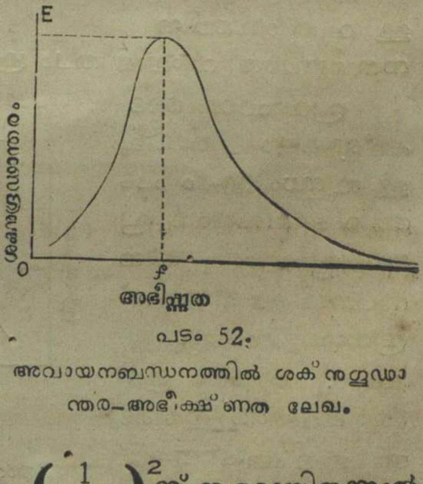
പടം 51.

വലയവും സംഭരണിയും തമ്മിൽ അവായനബന്ധനം.

മായിരിക്കും. അതിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം മഹിഷ്ഠമായിരിക്കുന്നതിനാൽ ഈ അവസ്ഥയേയും അനുസ്വാനാവസ്ഥ എന്നാണ് പറയുന്നതു്. ഈ സ്ഥിതിയിൽ അതിന്റെ വിഘാതിത്വം,

$$Z=\frac{L}{RC} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (23)$$

ആണ്. 52-ാം പടം അവായനബന്ധനത്തിൽ ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരവും അഭീക്ഷ്ണതയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു.



പടം 52.

അവായനബന്ധനത്തിൽ ശക്ത്യഗ്രഢാന്തര–അഭീക്ഷ്ണത ലേഖ.

അനുസ്വനാഭീക്ഷ്ണത. വലയവും സംഭരണിയുമുള്ള ഒരു പഥ്യയനം ഏതെങ്കിലും അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് അനുസ്വനിയായിരിക്കണമെങ്കിൽ അതിന്റെ സംഭരണത്വത്തിന്റെയും പ്രേരകത്തിന്റെയും ഗുണനം, $\left(\frac{1}{2\Pi f}\right)^2$ന് സമമായിരുന്നാൽ മതിയല്ലൊ. സംഭരണത്വമൊ, പ്രേരകമൊ, രണ്ടുമോ വേണ്ട

വണ്ണം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തിയാൽ ഓരോ അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കും അനുസന്ധാനം സിദ്ധിക്കുന്നതാണ്. ഇങ്ങനെ അനുസന്ധാനം സാധിക്കുന്നതിനെ 'താന' (tune) പ്പെടുത്തുക എന്നു പറയുന്നു. ഇതു് റേഡിയോയിലെ മൌലികതത്വങ്ങളിൽ ഒന്നാണ്.

നിരോധിനി (choke). പ്രത്യഭിപ്രവാഹപര്യയനത്തിൽ പ്രേരകവലയം ഉപയോഗിച്ചു് വിഘാതിത്വം വർദ്ധിപ്പിക്കയും, തന്മൂലം പ്രവാഹം നിയന്ത്രിക്കയും ചെയ്യാമെന്നു കണ്ടുവല്ലോ. പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തിനു് വിഘാതിത്വം കൂടിയിരിക്കുമെങ്കിലും, അതു് അഭിപ്രവാഹത്തിൽ പ്രതിരോധിത്വം സാരമായി വർദ്ധിപ്പിക്കയുമില്ല. അതിനാൽ പ്രതിരോധിത്വം കുറഞ്ഞും വിഘാതിത്വം കൂടിയുമിരിക്കേണ്ട സ്ഥാനങ്ങളിൽ പ്രേരകവലയം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. അങ്ങനെ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ വലയത്തെ 'നിരോധിനി' എന്നു പറയും. വിഘാതിത്വം അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് ആനുപാതികമായി വർദ്ധിക്കുന്നതിനാൽ 'ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണത' (high frequency) യുള്ള നിരോധിനികൾ കമ്പിച്ചുററുകൾ കുറഞ്ഞവയാണ്. നിമ്നാഭീക്ഷ്ണത (low—)യുള്ളവയിൽ കമ്പിച്ചുററുകൾ കൂടുമെന്നുമാത്രമല്ല; പ്രേരക വർദ്ധനയ്ക്കായി ഇരുമ്പും അതിനുള്ളിൽ ഉണ്ടായിരിക്കും. ആദ്യത്തേതിനെ 'ഉന്നതനിരോധിനി' എന്നും മററ

A B

പടം 53.

A ഉന്നതനിരോധിനി ചിഹ്നം.

B നിമ്നനിരോധിനി ചിഹ്നം.

തിനെ 'നിമ്നനിരോധിനി' എന്നും നാമകരണം ചെയ്യാം. 53-ാം പടത്തിൽ A ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാനിരോധിനിയേയും B നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാനിരോധിനിയേയും കുറിക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം 2

തരംഗങ്ങൾ

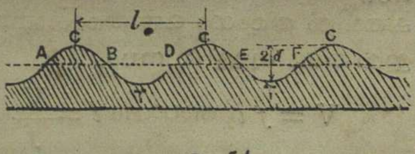
ജലതരംഗം. ജലത്തിൻെറ ഉപരിതലത്തിൽ ഉണ്ടായി വ്യാപിക്കുന്ന തരംഗങ്ങളെ ഏവരും കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. ഒരു കുളത്തിൽ ശാന്തമായി കിടക്കുന്ന ജലത്തിൽ ഒരു കല്ലിട്ടാൽ, ആ കല്ലുപതിച്ച സ്ഥാനം കേന്ദ്രമായി, ഒരു തരംഗം, നാനാഭാഗത്തേക്കും, വർദ്ധമാനമായ വ്യാസത്തോടുകൂടി, വൃത്താകൃതിയിൽ വ്യാപിക്കുന്നതു കാണാം. ഈ ചലനത്തെ സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ചാൽ മൂന്നു സംഗതികൾ വെളിവാകും. (1) വെള്ളത്തിൻെറ ഓരോ അംശവും ഒരു സമയത്തു മാത്രമെ ചലിക്കുന്നുള്ളു, (2) ചലനം ദോലനരീതിയിലാകയാൽ വെള്ളത്തിൻെറ അംശങ്ങൾ തരംഗത്തിൻെറ കൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നില്ല, (3) ഊർജ്ജം തരംഗമാർഗ്ഗേണ കേന്ദ്രസ്ഥാനത്തുനിന്നും ചുററുപാടും പ്രസരിക്കുന്നു.

കല്ലു വെള്ളത്തിൽ പതിക്കുമ്പോൾ തൽസ്ഥാനത്തെ വെള്ളം സ്വല്പം കീഴ്പോട്ടു താഴുകയും ജലത്തിൻെറ ഉപരിതലത്തിനു രൂപവ്യത്യാസം വരികയും ചെയ്യുന്നു. അടുത്ത ക്ഷണത്തിൽ ഇതേ രൂപവ്യത്യാസം തൊട്ടടുത്തുള്ള ഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കു വ്യാപിക്കയും അങ്ങനെ ഓരോ സ്ഥാനത്തുനിന്നും തൊട്ടുതൊട്ടുള്ള ഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കു് കടന്നു കടന്നു പോകുകയും ചെയ്യുന്നതിനെയാണു് തരംഗത്തിൻെറ ചലനമായി നാം ദർശിക്കുന്നതു്. ജലത്തിൻെറ ഉപരിതലത്തിലുണ്ടായ രൂപവ്യത്യാസം ബലപ്രയോഗംകൊണ്ടു മാത്രമേ സാധിക്കുന്നുള്ളു. അതിനു് ഊർജ്ജം ആവശ്യവുമാണു്. കല്ലു വെള്ളത്തിൽ പതിച്ചപ്പോൾ അതിലുണ്ടായിരുന്ന 'ചാലകോർജ്ജത്തിൽ' (kinetic energy) ഒരംശം വെള്ളത്തിലേയ്ക്കു ചേരുകയും അതു തരംഗത്തോടു ചേർന്നു് പ്രസരിക്കയും ചെയ്യുന്നു. അതായതു്, പദാർത്ഥസഞ്ചാരം കൂടാതെ ഊർജ്ജം തരംഗദ്വാരാ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

മററു തരംഗങ്ങൾ. ശബ്ദം, വെളിച്ചം, ചൂടു് മുതലായവയ്ക്കും ഈ വിധത്തിൽ തരംഗരൂപത്തിലാണു് ഗതി ഭവി

ക്കുന്നതെന്നു പരീക്ഷണങ്ങളാൽ വ്യക്തമാക്കാം. തരംഗരൂപത്തിൽ ഊർജ്ജം പ്രസരിക്കുന്നതിന്നു' (be propagated) ഒരു 'സന്ധാരം' (medium) ആവശ്യമാണ്. മുകളിൽ വിവരിച്ച ഉദാഹരണത്തിൽ വെള്ളമാണ് സന്ധാരം. ശബ്ദം 'ഭൌതിക' (material) പദാൎത്ഥങ്ങളെ അവലംബിച്ചാണ് പ്രസരിക്കുന്നതു് എന്നു പരീക്ഷണങ്ങളാൽ സമൎത്ഥിക്കാം. എന്നാൽ വെളിച്ചവും, ചൂടും, സൂൎയ്യനിൽ നിന്നും അനേകകോടി മൈൽ ദൂരത്തിലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നു ഭൂമിയിൽ വന്നു ചേരുന്നുണ്ടു്. ഇതിന്നിടയ്ക്കുള്ള ആകാശത്തിൽ അങ്ങുമിങ്ങുമായി ചിലടത്തു മാത്രമെ ഭൌതിക പദാൎത്ഥങ്ങൾ ഉള്ളു എന്നും നാമറിയുന്നു. അതിനാൽ ഇവയുടെ 'തരംഗങ്ങൾക്കു' സന്ധാരമായിരിക്കുന്നതു്, ഇവയെ തരംഗരൂപേണ കടത്തിവിടത്തക്കതും എന്നാൽ ഭൌതികപദാൎത്ഥമല്ലാത്തതുമായ എന്തോ ഒന്നായിരിക്കണം. ഇതിന്നുള്ള സങ്കല്പപദാൎത്ഥത്തെ 'ഈതർ' (ether) എന്നു പറയും. അതിനാൽ ഈതറിലുണ്ടാകുന്ന തരംഗം മുഖേനയാണ് വെളിച്ചവും ചൂടും സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. റേഡിയോയിലുപയോഗിക്കുന്ന വൈദ്യുതോൎജ്ജവും ഇതേ വിധത്തിൽ ഈതറിൽ കൂടി തരംഗരൂപത്തിലാണ് 'പ്രേഷണകേന്ദ്ര' (trasmitting station) ത്തിൽ നിന്നും നാനാഭാഗങ്ങളിലേക്കും സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. ഈ ജാതി തരംഗത്തെ 'ഈതർ തരംഗം' എന്നു പറഞ്ഞുവരുന്നു.

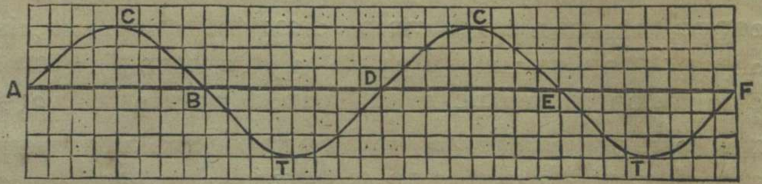
നിർവ്വചനങ്ങൾ. 54-ാം പടം ഉപരിതലത്തിൽ തുടർച്ചയായ ഒരു തരംഗപരമ്പരയുള്ള ജലത്തിന്റെ ഒരു 'ഛിന്നതലവും' (cross-section), 55-ാം പടം അതിലെ തരംഗഭാഗവുമാണ്. ഏററവും പൊങ്ങിനില്ക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളായ Cയെ 'മുടി' (crest) എന്നും ഏററവും താണുനില്ക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളായ T യെ 'തടം' (trough) എന്നും പറയാം. ഒരു മുടി



പടം 54.
ജലതരംഗം—ഛിന്നതലം.

യിൽ നിന്ന് അടുത്ത ആദ്യത്തെ മുടിയിലേക്കുള്ള ദൂരം ഒരു 'തരംഗായതി' (wave-length) ആണ്. ഒരു തടത്തിൽ നിന്ന് അടുത്ത ആദ്യത്തെ തടത്തിലേക്കുള്ള ദൂരവും ഇതു തന്നെ. A B D E F ഉപരിതലം ശാന്തമായിക്കിടക്കുമ്പോഴുള്ള ജലനിരപ്പിനെ കുറിക്കുന്നു. അതു് മുടിക്കും തടത്തിനും മദ്ധ്യസ്ഥി

തമാണെന്നു കാണാം. ഇതിൽ AD, BE, DF മുതലായവയും ഓരോ തരംഗായതി തന്നെ. 'മദ്ധ്യസ്ഥരേഖ' (mean line)



പടം 55.

ജ്യാരേഖ—ജലതരംഗരൂപം.

യിൽനിന്നും മുടിയിലേക്കോ തടത്തിലേക്കോ ഉള്ള ദൂരം തരംഗത്തിന്റെ 'വിസ്തൃതി' (amplitude) ആയിഗണിക്കാം. 54-ാം പടത്തിൽ l തരംഗായതിയും d വിസ്തൃതിയുമാണ്. മേൽ വിവരിച്ച ഉദാഹരണത്തിൽ, കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും ഒരു നിശ്ചിതവേഗത്തിലാണ് തരംഗം യാത്രചെയ്യുന്നതെന്നു കണ്ടുവല്ലോ. ഒരു സെക്കണ്ടിൽ തരംഗം യാത്ര ചെയ്യുന്ന ദൂരം അതിന്റെ ഗതി വേഗത്തെ കുറിക്കുന്നു. വേഗതയ്ക്കു സമമായ ദൂരത്തിൽ എത്ര തരംഗായതികൾ ഉണ്ടോ ആ സംഖ്യ തരംഗത്തിന്റെ 'അഭീക്ഷ്ണത'യാണെന്നു കാണാം. തുടർച്ചയായ ഒരു തരംഗപരമ്പര ഉണ്ടാകണമെങ്കിൽ ഉത്ഭവസ്ഥാനത്തു തുടർച്ചയായി 'ദോലന' (oscillatory) ചലനം ഉണ്ടായിരിക്കണം. ആ ദോലനത്തിന്റെയും അഭീക്ഷ്ണത മേല്പറഞ്ഞ സംഖ്യതന്നെയായിരിക്കുമല്ലോ. ഒരു 'പൂർണ്ണദോലന' (oscillation) ത്തിനു വേണ്ട കാലത്തെ 'ദോലനകാലം' (period of oscillation) എന്നു പറയും. മേല്പറഞ്ഞതിൽ നിന്നും ഒരു ദോലനകാലത്തിൽ തരംഗം ഒരു തരംഗായതി ദൂരം പോകുമെന്നു കാണാം. ഇവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം,

$$V = f\,l, \text{ അഥവാ } l = \frac{V}{f}, \text{ അഥവാ } f = \frac{V}{l} \cdots\cdots (24)$$

$$V\,T = l \cdots\cdots (25)$$

എന്ന സമീയങ്ങളാൽ പ്രകടമാക്കാം.

ചിഹ്നവിവരണം:— V = തരംഗവേഗത,
f = തരംഗാഭീക്ഷ്ണത,
l = തരംഗായതി,
T = ദോലനകാലം.

55-ാം പടത്തിലെപ്പോലെയുള്ള തരംഗരൂപത്തെ 'ജ്യാ-തരംഗ' (sine—) രൂപം എന്നു പറയും.

അഭീക്ഷ്ണതയും തരംഗായതിയും. ഒരേ ജലപ്പരപ്പിൽ കൂടി പല തരംഗങ്ങൾ കടന്നുപോകുന്നതായി കണ്ടിട്ടുണ്ടല്ലോ. അവയെല്ലാം തരംഗായതി ഒന്നല്ല. ആ സന്ദർഭത്തിൽ ഇവയെല്ലാം വേഗത ഒന്നുതന്നെയാണെങ്കിൽ, അഭീക്ഷ്ണത കൂടുമ്പോൾ തരംഗായതി കുറകയും, കുറയുമ്പോൾ കൂടുകയും ചെയ്യുമെന്നു സ്പഷ്ടമാണ്. സാധാരണയായി ഒരേ തരത്തിലുള്ള തരംഗങ്ങൾക്കു വേഗത ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കും. അഭീക്ഷ്ണതയെ അധികരിച്ച വേഗതയിൽ വ്യത്യാസം വരുന്ന ഉദാഹരണങ്ങൾ ഇല്ലാതില്ല. ഭൗതികസാധനങ്ങൾ ഇല്ലാത്തിടത്തു് എല്ലാ ഈഥർ തരംഗങ്ങൾക്കും ഒരേ വേഗതയാണെന്നു തെളിയിക്കാം. അതിനാൽ അവയുടെ തരംഗായതിയും അഭീക്ഷ്ണതയും തമ്മിൽ 'വ്യൽക്രമാനുപാതിക' (inverse proportion) ബന്ധമാണ്.

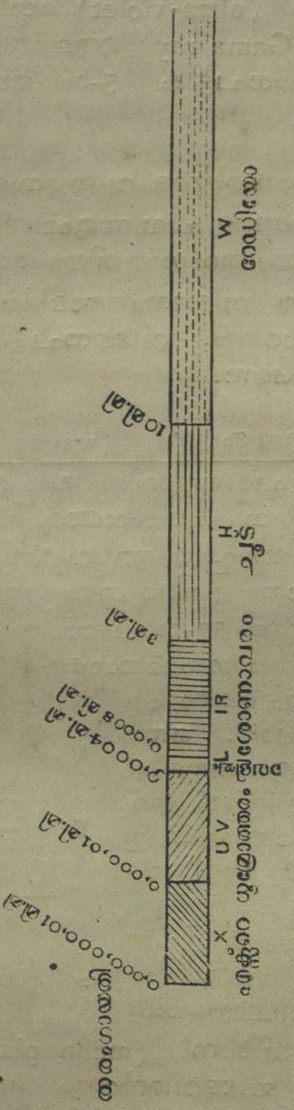
ഒരു വീണക്കമ്പിയാലുണ്ടാകുന്ന സ്വനത്തെ പരിശോധിക്കാം. അതു് ഒരു സെക്കണ്ടിൽ 250 പ്രാവശ്യം ദോലനം ചെയ്യുന്നു എന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ അതിൻെറ അഭീക്ഷ്ണത 250 ആണ്. വായുവിൽ കൂടി ശബ്ദത്തിൻെറ വേഗത സെക്കണ്ടിൽ 1100 അടി ആണ്. അതിനാൽ 1100 അടി നീളം എടുത്താൽ അതിൽ 250 തരംഗായതികൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. അതുകൊണ്ടു്, ഒരു തരംഗായതിയുടെ നീളം $\frac{1100}{250} = 4{\cdot}4$ അടിയാണ്. വീണക്കമ്പിയുടെ അഭീക്ഷ്ണത 1000 ആയിരുന്നാൽ തരംഗായതി $\frac{1100}{1000} = 1{\cdot}1$ അടി ആയിരിക്കും. അതായതു്, അഭീക്ഷ്ണത കൂടുമ്പോൾ തരംഗായതി തദനുസാരം കുറയുന്നു.

തലതരംഗവും (surface-wave) ആകാശതരംഗവും (space—) മുകളിലത്തെ ഉദാഹരണത്തിൽ തരംഗങ്ങൾ ഒരേ സമതലത്തിൽ കൂടിയാണ് പൊയ്ക്കൊണ്ടിരുന്നതു്. അങ്ങിനെയുള്ളതിനെ 'തലതരംഗം' എന്നു പറയും. കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും നാനാദിക്കിലേക്കും പോകുന്ന തരംഗങ്ങളും ഉണ്ടു്. ഉദാഹരണമായി വീണക്കമ്പിയിൽനിന്നുമുണ്ടാകുന്ന സ്വനതരംഗങ്ങൾ വായുവിൽ കൂടി സർവ്വദിക്കുകളിലേക്കും വ്യാപിക്കുന്നുണ്ടു് അവയെ 'ആകാശതരംഗങ്ങൾ' എന്നു പറയാം. രണ്ടിൻെറയും അടിസ്ഥാനതത്വം ഒന്നുതന്നെ. വെളിച്ചം, ചൂടു്, റേഡിയോ

മുതലായവയുടെ പ്രസരണത്തിനുള്ള ഈഥർ തരംഗങ്ങളും ആകാശതരംഗങ്ങളാണ്.

<u>വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങൾ (electro-magnetic—)</u>. ജലതരംഗത്തിൽ വെള്ളത്തിന്റെ ഓരോ അംശവും അതാതിന്റെ സ്ഥാനത്തുനിന്നും മുകളിലോട്ടും കീഴോട്ടുമായി ദോലനംചെയ്യുകയാണല്ലോ. തരംഗത്തിന്റെ മദ്ധ്യസ്ഥരേഖയിൽ നിന്നും ഏററവും കൂടിയ ദൂരമാണ് തരംഗത്തിന്റെയും ജലാംശത്തിന്റെയും വിസ്തൃതി. ജലതരംഗമുണ്ടാകുന്നത് ജലാംശങ്ങളുടെ സ്ഥാനമാററംകൊണ്ടാണ്. എന്നാൽ ഈഥർതരംഗങ്ങൾ അതിന്റെ അംശങ്ങളുടെ സ്ഥാനമാററംകൊണ്ടല്ല ഉണ്ടാകുന്നത്; പിന്നെയോ, അതിൽ ഓരോ സ്ഥാനത്തേയും വൈദ്യുതിതീവ്രതയുടെ ദോലനരീതിയിലുള്ള വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങളാലാണ്. തരംഗമുള്ളപ്പോൾ ഈഥർ സന്ധാരത്തിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദുവിന്റെ വൈദ്യുതിതീവ്രത അളക്കുന്നപക്ഷം, കാലം ചെല്ലുന്തോറും, 55-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, അത് ശൂന്യത്തിൽ നിന്നും ക്രമേണ വർദ്ധിച്ച് ഒരു മഹിഷ്ഠപരിധിയെ പ്രാപിച്ചശേഷം ക്രമേണ കുറഞ്ഞ് ശൂന്യത്തിൽ എത്തുകയും, അതിൽ നിന്നും ഋണഭാഗത്തേയ്ക്കു ക്രമേണ വർദ്ധിച്ച് മഹിഷ്ഠപരിധിയെ പ്രാപിച്ചശേഷം, ക്രമേണ കുറഞ്ഞ് ശൂന്യത്തിൽ തന്നെ തിരിച്ചെത്തുകയും, പിന്നീട് ഇതേവിധത്തിൽ ആവർത്തിക്കയും ചെയ്യുന്നു എന്നു മനസ്സിലാകും. മററു ബിന്ദുക്കൾ പരിശോധിച്ചാലും അവിടെയെല്ലാം വൈദ്യുതിതീവ്രത ഇതേ രീതിയിൽ വൃദ്ധിക്ഷയപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതു കാണാം. അതിനാലാണ് ഈവക തരംഗത്തെ 'വൈദ്യുതിതരംഗം' എന്നു വിളിക്കുന്നത്. മദ്ധ്യസ്ഥപരിമാണത്തിൽനിന്നും ഏററവും കൂടിയ തീവ്രതാവ്യത്യയം തരംഗത്തിന്റെ വിസ്തൃതിയായി പരിഗണിക്കാം. വൈദ്യുതിതീവ്രതയിലുണ്ടാകുന്ന ദോലനംപോലെ തന്നെ, അതേ സമയത്ത് ഓരോ ബിന്ദുവിലും, കാന്തതീവ്രതയിലും വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങൾ, അതേ രീതിയിൽ തന്നെ, ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തോടൊത്ത് കാന്തമണ്ഡലമുള്ളതുപോലെ വൈദ്യുതിതരംഗത്തോടൊത്ത് കാന്തതരംഗവും എല്ലാപ്പോഴും ഉണ്ട്. അതിനാൽ ഈ ജാതി തരംഗത്തെ 'വൈദ്യുതകാന്തതരംഗം' എന്നു പറയുന്നു.

വെളിച്ചം, ചൂട്, റേഡിയോ എന്നിവയുടെ സഞ്ചാരം ഈതർ തരംഗം മുഖേനയാണെന്നു പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഇവയെല്ലാം മുകളിൽ വിവരിച്ചതുപോലെയുള്ള വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങളാണ്. ഭൌതികപദാൎത്ഥം ഇല്ലാത്ത സ്ഥലത്തു് ഇവയെല്ലാം ഒരേ വേഗതയിലാണു് സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. അവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം തരംഗായതിയിലും അതുമൂലമുളവാകുന്ന മററു ഗുണങ്ങളിലും മാത്രമാകുന്നു. 'എക്സ്റെ' (X-ray) മുതലായി വേറെയും ഈതർ തരംഗങ്ങളുണ്ടു്. ഇവയെല്ലാം ഗതിവേഗം ഒരു സെക്കണ്ടിൽ 3×10^{10} സെൻറിമീററാണു്. ഇതു സെക്കണ്ടിൽ 300,000 കിലോമീററർ ആണെന്നു കാണാം. ഒരു വൈദ്യുതതരംഗത്തിൻെറ അഭീക്ഷ്ണത 100,000 ആണെങ്കിൽ അതിൻെറ തരംഗായതി 3 കിലോമീററർ, അതായതു് 3000 മീററർ ആണു്. അഭീക്ഷ്ണത വ്യത്യാസപ്പെടുമ്പോൾ അതിൻെറ വ്യൽക്രമത്തിൽ തരംഗായതിയും വ്യത്യാസപ്പെടുമെന്നു മുകളിൽ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. അഭീക്ഷ്ണത 3,000,000 ആയിരുന്നാൽ തരംഗായതി 100 മീററർ ആയിരിക്കും.



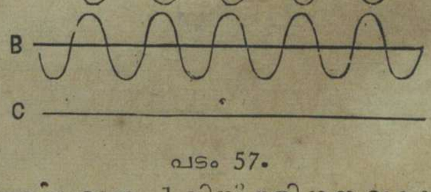
പടം 56.
മി. മീ. = മില്ലിമീററർ

56-ാം പടത്തിൽ തരംഗായതിയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങളുടെ 'പ്രസ്താരം' (distribution) കാണി

ച്ചിരിക്കുന്നു. 'തരംഗപംക്തി' (wave-band) യിൽ തരംഗായത ഏറ്റവും കൂടിയ ഭാഗം റേഡിയോയ്ക്കു് ഉപയോഗിക്കുന്നു. അതിൽ കുറഞ്ഞതാണു് ചൂടിനുള്ളതു്. അതിലും കുറഞ്ഞു് വെളിച്ചത്തിന് ഇരുവശവുമായി 'ശോണാവര' (infra-red) രശ്മികളും 'ധൂമ്രോത്തര' (ultra-violet) രശ്മികളും ഉണ്ടു്. 'എക്സ്റെ, ഗാമാറെ' (Gama ray) മുതലായവ അതിലും കുറഞ്ഞവയാണു്. തരംഗപട്ടിക 5-ാം അനുബന്ധത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

തരംഗായതിയുടെ വ്യത്യാസത്തെ ആസ്പദമാക്കി, റേഡിയോ തരംഗങ്ങളെ പല സമൂഹങ്ങളായി വിഭജിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അഭീക്ഷ്ണതയും തരംഗായതിയും തമ്മിൽ വ്യൽക്രമബന്ധമുള്ളതിനാൽ ഈ വിഭജനം അഭീക്ഷ്ണതയെ ആസ്പദമാക്കിയാണെന്നും പറയാം. വിഭജനപട്ടിക 6-ാം അനുബന്ധത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

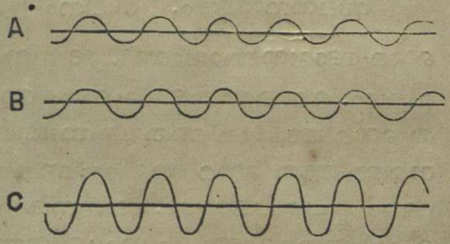
തരംഗസങ്കലനം (wave combination). വെള്ളത്തിൻെറ ഉപരിതലത്തിൽ ഒരേ കാലത്തു്, ഒരേ ബിന്ദുവിൽ കൂടി, ഒന്നിലധികം തരംഗങ്ങൾ കടന്നു പോകുന്നതായി കണ്ടിട്ടുണ്ടല്ലോ. അപ്പോൾ ആ ബിന്ദുവിൻെറ ഓരോ കാലഘട്ടത്തിലുമുള്ള സ്ഥാനം ഈ തരംഗങ്ങളെയെല്ലാം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി 57-ാം പടത്തിലെ പോലെ ഒരേ വിസ്തൃതിയുള്ള രണ്ടു തരംഗ പരമ്പരകൾ Aയും Bയും ആ ബിന്ദുവിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നു എന്നു സങ്കല്പിക്കുക. ഒന്നാമത്തേതു മാത്രമാണെങ്കിൽ ആ ബിന്ദു മുടിയിൽ ഇരിക്കേണ്ടതും രണ്ടാമത്തേതു മാത്രമെങ്കിൽ അതു് തടത്തിൽ ആയിരിക്കേണ്ടതും ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ ആ ക്ഷണത്തിൽ അതിൻെറ് സ്ഥാനം രണ്ടുമല്ലാതെ 'വിതാന' (mean plane) ത്തിലായിരിക്കുമല്ലോ. മറ്റോരോ ബിന്ദുവിൻെറയും സ്ഥാനം ഈ വിധത്തിൽ സങ്കലനം ചെയ്തു കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണു്. ഈ തരംഗപംക്തികൾ തമ്മിൽ 'മേളനം' (interference) നടക്കുന്നതായി



പടം 57.
തരംഗമേളനം-1. വിസ്തൃതി ശൂന്യമാകുക

പരിഗണിക്കാം. ഓരോ ബിന്ദുവിൻെറയും 'സമഗ്രസ്ഥാനം' (resultant position) രണ്ടു പരമ്പരകളേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. രണ്ടിൽ കൂടുതൽ തരംഗപരമ്പരകളുള്ളപ്പോഴും ഓരോ ബിന്ദുവിൻെറയും സമഗ്രസ്ഥാനവും ചലനവും എല്ലാററിനേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതും അവയുടെ 'വാഹിക സങ്കലന' (vectorial summation) ഫലത്താൽ നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതും ആണു്. ഈ രീതിയിൽ രണ്ടു തരംഗങ്ങളുടെ സമഗ്രഫലം കാണാം. 'തരംഗമേളന'ത്താൽ ചില സ്ഥാനങ്ങളിൽ തീവ്രത വർദ്ധിക്കയും മററു ചില സ്ഥാനങ്ങളിൽ അതു കുറകയും വേറെ ചിലടത്തു് അതു നിശ്ശേഷം ഇല്ലാതെ പോകയും ചെയ്യുന്നു.

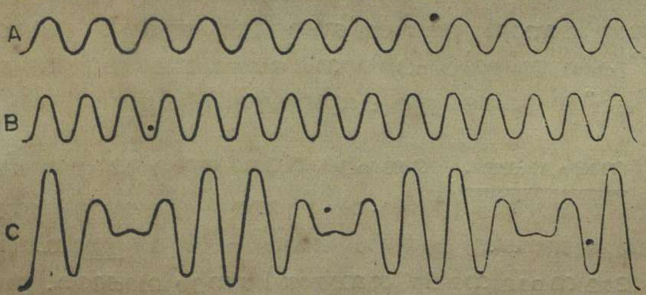
57-ാം പടത്തിൽ Aയും Bയും ഒരേ അഭീക്ഷ്ണതയും വിസ്തൃതിയുമുള്ള രണ്ടു തരംഗങ്ങളും C അവയുടെ സമഗ്രതരംഗവുമാണു്. ഒന്നിൻെറ മുടിയും മററതിൻെറ തടവും ഒരേ കാലത്താകയാൽ സമഗ്രഫലം മദ്ധ്യസ്ഥരേഖ തന്നെയാണു്. അതായതു് ആ സ്ഥാനത്തു് ചലനം ഉണ്ടായിരിക്കയില്ല. 58-ാം പടത്തിൽ രണ്ടിൻെറയും മേടുകൾ തമ്മിലും തടങ്ങൾ തമ്മിലും



പടം 58.

തരംഗമേളനം—2. വിസ്തൃതി ഇരട്ടിക്കുക.

ഒരുമിച്ചു വരുന്നതിനാൽ C യ്ക്കു് A യുടെ ഇരട്ടി വിസ്തൃതിയുണ്ടു്. 59-ാം പടത്തിൽ A യുടെയും B യുടെയും വിസ്തൃതി



പടം 59.

തരംഗമേളനം—3. വിസ്തൃതി ഏറിയും കുറഞ്ഞും വരിക.

ഒന്നാണെങ്കിലും തരംഗായതി ഒന്നല്ല. സമഗ്രതരംഗമായ

C യുടെ വിസ്തൃതി ഏറിയും കുറഞ്ഞും ഇരിക്കും. ഈ പ്രവൃത്തിയെ 'തരംഗമേളനം' എന്നും ചുരുക്കി 'മേളന'മെന്നും അതിൻെറ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന തരംഗത്തെ 'മേളനതരംഗം' (beat—) എന്നും പറയുന്നു.

സ്വനം (sound)

'പ്രക്ഷേപണ' (broadcasting) ത്തിൽ, ശബ്ദം വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങളാക്കി പ്രസരിപ്പിച്ചശേഷം 'ആദായക' (receiver) ത്തിൽ തിരിച്ച് അതേശബ്ദമായി പരിവത്തനം ചെയ്യുകയാണല്ലോ. അതിനാൽ സ്വനവിജ്ഞാനത്തിൻെറ മൂലതത്വം ശരിയായി ഗ്രഹിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

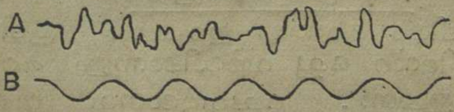
സ്വനനിണ്ണയം. സ്വനം ഉത്ഭവിക്കുന്നതു് പദാത്ഥത്തിൻെറ ദോലനത്താലാണ്. ദോലനകാലം ഏറിയും കുറഞ്ഞും ഇരിക്കാം. ഒരു സെക്കണ്ടിലുണ്ടാകുന്ന ദോലനങ്ങളുടെ എണ്ണം അതിൻെറ അഭീക്ഷ്ണത എന്നാണല്ലോ പറയുന്നതു്. ഒരു ദോലനത്തെ അതിൻെറ അഭീക്ഷ്ണതകൊണ്ടോ ദോലനകാലംകൊണ്ടോ ക്ലൃപ്തപ്പെടുത്താം. ദോലനകാലം കുറഞ്ഞിരിക്കുമ്പോൾ അഭീക്ഷ്ണതകൊണ്ടു ക്ലൃപ്തപ്പെടുത്തുന്നതാണ് കൂടുതൽ സൗകര്യം. ഉദാഹരണമായി ഒരു പദാത്ഥത്തിന്, ഒരു വീണക്കമ്പി എന്നുവയ്ക്കുക, ദോലനകാലം $\frac{1}{10}$ സെക്കണ്ടാണെന്നിരിക്കട്ടെ. അതിൻെറ അഭീക്ഷ്ണത 10 ആണ്; ദോലനകാലം $\frac{1}{100}$ സെക്കണ്ടായിരുന്നാൽ അഭീക്ഷ്ണത 100 ആണ്. സാധാരണയായി കാലത്തിൻെറ പരിമാണം സെക്കണ്ടായിരിക്കുന്നതിനാൽ അഭീക്ഷ്ണതയുടെ തുക മാത്രമേ കുറിക്കാറുള്ളു.

നാദപംക്തി. ഒരു പദാത്ഥത്തിൻെറ ദോലനാഭീക്ഷ്ണത 30-ൽ കൂടിയും 10,000-ൽ കുറഞ്ഞും ഇരുന്നാൽ അതുമൂലം വായുവിലുണ്ടാകുന്ന ചലനം ചെവിയിൽ എത്തുമ്പോൾ നാം ആ ദോലനചലനത്തെ ശബ്ദമായി മനസ്സിലാക്കുന്നു. ഈ പരിധിക്കു വെളിയിലും ചിലക്കു ശബ്ദഗ്രഹണം സാധിക്കും; മററു ചിലക്കു ശ്രവണപരിധി ഇതിൽ കുറഞ്ഞും കാണും. അതു ശ്രവണേന്ദ്രിയത്തിൻെറ സൂക്ഷ്മതപോലെയിരിക്കും. പല അഭീ

ക്ഷ്ണതയിലുള്ള സ്വനസമുച്ചയത്തിനു 'നാദപംക്തി' എന്നു പറയാം. സാമാന്യമായി മനുഷ്യശബ്ദം 50 മുതൽ 3000 വരെയുള്ള നാദപംക്തിയിൽ അടങ്ങും. ഇതിൽ കുറഞ്ഞും കൂടിയും ഉള്ളവരും ഇല്ലാതില്ല. സംഗീതത്തിൽ 'സ്ഥായി' (pitch) എന്നതു് അഭീക്ഷ്ണതയെ കുറിക്കുന്നു. അഭീക്ഷ്ണത കൂടുമ്പോൾ സ്വരം 'ഉച്ചസ്ഥായി' (shrill) ആയും കുറയുമ്പോൾ 'നീചസ്ഥായി' (flat) ആയുമിരിക്കും.

പ്രസരണം. ശബ്ദം ഉത്ഭവിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തുനിന്നും മററിടത്തേക്കു പ്രസരിക്കുന്നതു് ഇടയ്ക്കുള്ള ഭൌതികസന്ധാരത്തിൽ കൂടി തരംഗരൂപേണയാണു്. ഭൌതികസാധനത്തിൽ കൂടിയല്ലാതെ ശബ്ദം പ്രസരിക്കുന്നില്ല. സഞ്ചാരം തരംഗരൂപത്തിലായിരിക്കുന്നതിനാൽ തരംഗങ്ങൾക്കുള്ള എല്ലാ ഗുണങ്ങളും ശബ്ദത്തിനും ഉണ്ടായിരിക്കും.

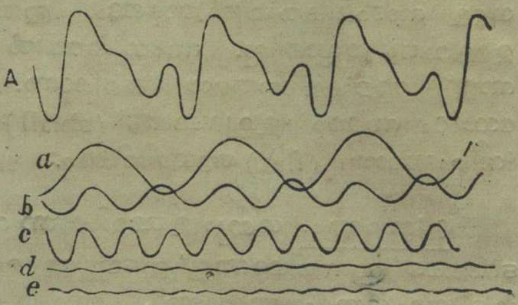
തനിസ്വരം. ഒരു പദാർത്ഥം ഒരഭീക്ഷ്ണതയിൽ മാത്രം ദോലനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന സ്വരം 'തനിസ്വരം' (pure note) എന്നും പല അഭീക്ഷ്ണതയിൽ ദോലനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നതു് 'മിശ്രസ്വരം' (mixed—) എന്നും പറയാം. സാധാരണശബ്ദം പല തനിസ്വരങ്ങളുടേയും സമ്മിശ്രമാണു്. 60-ാം പടത്തിൽ A സമ്മിശ്രസ്വരത്തിന്റെ തരംഗരൂപം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു. തനിസ്വരത്തിന്റെ തരംഗരൂപം സാധാരണ ജലതരംഗംപോലെ ജ്യാ-രേഖയാണു്. 60-ാം പടത്തിൽ B ഇതിനെ കാണിക്കുന്നു.



പടം 60.
മിശ്രസ്വരത്തിന്റെയും തനിസ്വരത്തിന്റെയും തരംഗരൂപങ്ങൾ.
A മിശ്രസ്വരം. B തനിസ്വരം.

ഉപസ്വരങ്ങൾ. ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ നിന്നും ഏതെങ്കിലും ഒരഭീക്ഷ്ണതയിൽ സ്വനമുണ്ടാകുമ്പോൾ അതിന്റെ രണ്ടിരട്ടി, മൂന്നിരട്ടി മുതലായ അഭീക്ഷ്ണതയോടുകൂടിയ സ്വരങ്ങളും കൂടി സാധാരണയായി ഉണ്ടായിരിക്കും. ആദ്യത്തേതിനെ 'മൂലസ്വരം' (fundamental note) എന്നും, മററവയെ അതിന്റെ 'ഉപസ്വരങ്ങൾ' (hoarmonics) എന്നും പറയാം.

രണ്ടു പദാർത്ഥങ്ങൾ ഒരേ സ്വരം പുറപ്പെടുവിച്ചാലും കേൾവിയിൽ അവ തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയാൻ സാധിക്കുന്നതു് ഓരോന്നിലുമുള്ള ഉപസ്വരങ്ങളുടെ കൂടുതൽ കുറവു കൊണ്ടാണു്. ഇതിനെ സ്വനത്തിന്റെ 'നാദവ്യക്തിത്വം' (quality) എന്നു പറയുന്നു. വ്യക്തിത്വത്തിനു വ്യത്യാസമുള്ള സ്വനങ്ങൾ തമ്മിൽ തരംഗരൂപത്തിലും വ്യത്യാസമുണ്ടായിരിക്കും. 61-ാം പടം A, മൂലസ്വരം *a* യും, കുറെ ഉപസ്വരങ്ങൾ *b*, *c*, *d*, *e* യും ചേർന്നുള്ള സ്വനത്തിന്റെ തരംഗരൂപം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു.



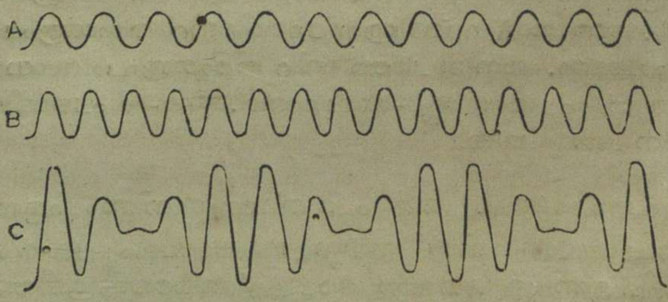
പടം 61.

മൂലസ്വരങ്ങളും ഉപസ്വരങ്ങളും.

A ഒരു നാദതരംഗം. *a* അതിലെ മൂലതരംഗം.
b, *c*, *d*, *e* അതിലെ ഉപതരംഗങ്ങൾ.

വിസ്തൃതിയും ഒച്ചയും. ദോലനത്തിന്റെ വിസ്തൃതി കൂടിയും കുറഞ്ഞും ഇരിക്കാം. കൂടിയിരിക്കുമ്പോൾ സ്വനത്തിന്റെ ഒച്ച വർദ്ധിക്കുന്നതും കുറയുമ്പോൾ ഒച്ച കുറയുന്നതുമാണു്. ഒച്ചവർദ്ധനവു് വിസ്തൃതിയുടെ 'വർഗ്ഗ' (square)ത്തിനു് അനുപാതികമായിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി, വിസ്തൃതി ഇരട്ടിച്ചാൽ ഒച്ച നാലിരട്ടിയും, വിസ്തൃതി മൂന്നിരട്ടിയായാൽ ഒച്ച ഒൻപതിരട്ടിയും ആയിത്തീരുന്നു.

മേളനം. അഭീക്ഷ്ണതാവ്യത്യാസം അധികമില്ലാത്ത രണ്ടു



പടം 59.

തരംഗമേളനം—3. വിസ്തൃതി ഏറിയും കുറഞ്ഞും വരിക.

സ്വരങ്ങൾ തമ്മിൽ മേളനം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഒച്ച തുടരെയായി

ഏറിയും കുറഞ്ഞും ഇരിക്കും. ഇതിനെ 'മേളനസ്വരം' എന്നു പറയുന്നു. മേളനസ്വരത്തിന്റെ അഭീക്ഷ്ണത പ്രഥമസ്വരങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അഭീക്ഷ്ണതാവ്യത്യാസമായിരിക്കും. 59-ാം പടം ഇതിനെ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു.

ചോദിതദോലനം. ഏതു പദാർത്ഥവും ഏതെങ്കിലും നിശ്ചിതവ്യവസ്ഥയിലായിരിക്കുമ്പോൾ സ്വയമായി ദോലനം ചെയ്യുന്നതു് ഒററ അഭീക്ഷ്ണതയിലെ ആയിരിക്കയുള്ളു. അതിനെ 'സ്വാഭീക്ഷ്ണത' (natural frequency) എന്നു പറയാം. എന്നാൽ പ്രേരണഫലമായി മററഭീക്ഷ്ണതയിലും മിക്ക പദാർത്ഥങ്ങളേയും ദോലനം ചെയ്യിക്കാം. അതിനെ 'ചോദിതദോലനം' (forced oscillation) എന്നും, അപ്പോഴത്തെ അഭീക്ഷ്ണതയെ 'ചോദിതാഭീക്ഷ്ണത' എന്നും പറയും. 'ചോദിതാഭീക്ഷ്ണത' പുറമേനിന്നും പ്രചോദിപ്പിക്കുന്ന ബലത്തിന്റെയോ, തരംഗത്തിന്റെയോ അഭീക്ഷ്ണത തന്നെയായിരിക്കും.

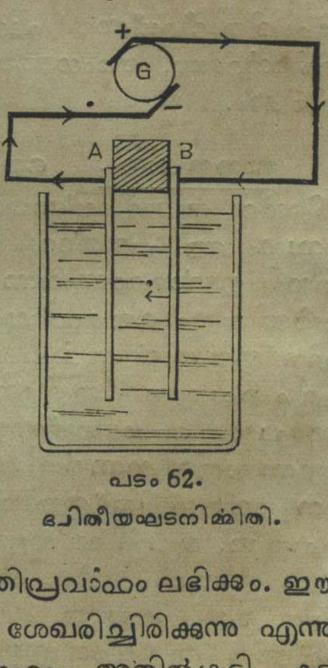
അനുസ്വാനം. ഒരു ദോലനപദാർത്ഥത്തിന്മേൽ അതിന്റെ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ നിപതിക്കുമ്പോൾ ആ പദാർത്ഥവും ദോലനം ചെയ്തു തുടങ്ങുകയും, നിപതനം തുടൎന്നുകൊണ്ടിരുന്നാൽ ദോലനവിസ്തൃതി തുടരെ വർദ്ധിക്കയും, ഒരു മഹിഷ്ഠപരിധിയെ പ്രാപിച്ചശേഷം അതേ വിസ്തൃതിയിൽ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയോടുകൂടി ദോലനം തുടരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനെ 'അനുസ്വാനം' എന്നു പറയുന്നു. അപ്പോൾ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയും ചോദനാഭീക്ഷ്ണതയും ഒന്നു തന്നെയായിരിക്കുന്നതിനാൽ അനുസ്വാനു് ഉണ്ടാകയും അങ്ങനെ ദോലനവിസ്തൃതിയും തരംഗതീവ്രതയും വർദ്ധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. സ്വാഭീക്ഷ്ണതയും ചോദിതാഭീക്ഷ്ണതയും തമ്മിലുള്ള അന്തരം വർദ്ധിക്കുന്തോറും ചോദിതദോലനത്തിന്റെ വിസ്തൃതി കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു പോകുന്നു. ചോദിതാഭീക്ഷ്ണത സ്വാഭീക്ഷ്ണതയെക്കാൾ കൂടിയോ കുറഞ്ഞോ ഇരിക്കാം. ഫലം അവ തമ്മിലുള്ള അഭീക്ഷ്ണതാവ്യത്യാസത്തെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം 3

റേഡിയോ ഉപകരണങ്ങൾ

ബാററി

'ദ്വിതീയഘടം' (secondary—). സാധാരണയായി വൈദ്യുതിശക്തി ധാരാളം ലഭിക്കേണ്ടിയിരുന്നാൽ അതു് (ആവിയുടെ ശക്തിയാലോ, വെള്ളച്ചാട്ടം ഉപയോഗിച്ചോ, മററുവിധത്തിലോ), ഡൈനാമോ എന്ന വൈദ്യുതോല്പാദനയന്ത്രം കറക്കിയിട്ടാണല്ലോ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്. ഡൈനാമോ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ലഭിക്കയുള്ളൂ. വൈദ്യുതോർജ്ജം സംഭരിച്ചു വയ്ക്കുന്നതിനും മാർഗ്ഗമുണ്ടു്. വെള്ളം ചേർത്ത 'സൾഫ്യൂറിക്കാസിഡു' (sulphuric acid)ള്ള ഒരു പാത്രത്തിൽ, 62-ാം പടത്തിലെ പോലെ, രണ്ടു കാരീയത്തകിടുകൾ A, B മുങ്ങത്തക്കവണ്ണവും, എന്നാൽ തമ്മിൽ തൊടാതെയും, വച്ചശേഷം അതിൽ കൂടി അഭിപ്രവാഹം കടത്തിവിടണം. പ്രവാഹം നിർത്തിയശേഷം പരിശോധിച്ചാൽ തകിടുകൾ തമ്മിൽ ശക്ത്യന്തരം ഉണ്ടെന്നു കാണാം.



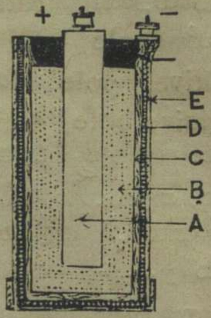
പടം 62.
ദ്വിതീയഘടനിർമ്മിതി.

അതിനാൽ അതിൽ നിന്നും വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ലഭിക്കും. ഈ ഉപകരണത്തിൽ വൈദ്യുതോർജ്ജം ശേഖരിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു പറയാം. പല പ്രാവശ്യം പ്രവാഹം അതിൽകൂടി കടത്തിവിടുകയും അതിൽ നിന്നും എടുക്കുകയും ചെയ്താൽ അതിൻെറ വൈദ്യുതിസംഭരണത്തിനുള്ള ശേഷി വർദ്ധിക്കുന്നു. പ്രവാഹം ആദ്യം അതിൽ കടത്തിവിട്ടശേഷമേ അതിൽനിന്നും പ്രവാഹം ലഭിക്കയുള്ളൂ. അതിനാലാണു് ഈ വിധത്തിൽ

നിർമ്മിക്കുന്ന വൈദ്യുതിഘടത്തെ 'ദ്വിതീയഘടം' എന്നു പറയുന്നതു്. ഈ തകിടുകളെ 'അധാകം' (electrodes) എന്നും പ്രവാഹം ഉൾഗമിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തുള്ള തകിടു B യ്ക്കു 'അഭ്യധാവു്' (anode) എന്നും, അതു ബഹിർഗമിക്കുന്ന A യ്ക്കു 'അപാധാവു്' (cathode) എന്നും പറയുന്നു. അധാകങ്ങളെ 'ധ്രുവ' (pole) ങ്ങളെന്നും, അഭ്യധാവിനെ 'ധനധ്രുവ' (positive pole) മെന്നും അപാധാവിനെ 'ഋണധ്രുവ' (negative pole) മെന്നും വിളിക്കാറുണ്ടു്. ഡൈനാമോയിൽ നിന്നും വൈദ്യുതോർജ്ജം ശേഖരിച്ചശേഷം ആ ഘടത്തിൽ നിന്നും ആവശ്യം പോലെ പ്രവാഹം ലഭിക്കുന്നതാണു്. കേടു കൂടാതെയും, ആരോപണം ശേഖരിച്ചും, ഇരിക്കുമ്പോൾ ഘടത്തിന്നു 2—2·2 വോൾട്ടും വൈദ്യുതിചാലകം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഉപയോഗിക്കുന്തോറും ചാലകം കുറയുകയും, അതു് 1·8 വോൾട്ടമായാൽ ഒരേ നിലയിൽ അധികസമയം നില്ക്കുകയും ചെയ്യും. വോൾട്ടമാനം ഇതിൽ നിന്നും കുറയാതെ സൂക്ഷിക്കേണ്ടതാണു്. അത്രയുമായാൽ പിന്നെയും ആരോപശേഖരം ചെയ്തു പൂർവ്വനിലയിലാക്കണം. അങ്ങനെ ചെയ്യാത്തപക്ഷം ഘടം ഉപയോഗശൂന്യമായിത്തീർന്നുപോകും. മോട്ടോർകാറുകളിലും മററും ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ഈ ജാതി ഘടങ്ങളാണു്. ആഭ്യന്തര പ്രതിരോധിതം കുറഞ്ഞും വൈദ്യുതിചാലകം കൂടിയുമിരിക്കുന്നതിനാൽ സാമാന്യം കൂടിയ തോതിലുള്ള പ്രവാഹം ലഭിക്കുമെന്നുള്ളതാണു് ഈ ഘടങ്ങളുടെ വിശേഷഗുണം. അതിനാൽ ഘടം ഉപയോഗിച്ചു പ്രവാഹം കൂടുതലായും ഒരേ നിലയിലും ലഭിക്കേണ്ട അവസരങ്ങളിൽ ദ്വിതീയ ഘടങ്ങളാണു് ഉപയോഗിക്കാറുള്ളതു്. ധനധ്രുവവും ഋണധ്രുവവും അതിൽ തന്നെ കുറിച്ചിരിക്കും.

<u>പ്രാഥമികഘടം (primary—)</u>. പ്രവാഹം അതിൽക്കൂടി കടത്തിവിടാതെ സ്വതവേ തന്നെ പ്രവാഹം തരുന്നതിനു കഴിവുള്ള ഘടങ്ങളും ഉണ്ടു്. ഇവയെ 'പ്രാഥമിക ഘടങ്ങൾ' എന്നു പറയുന്നു. ഞെക്കുവിളക്കിനു സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു പ്രാഥമിക ഘടമാണു്. 63-ാം പടത്തിൽ ഇതിൽ ഒന്നിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. മദ്ധ്യത്തിൽ കരികൊണ്ടുള്ള A എന്ന ഒരു ദണ്ഡകവും, അതിനു ചുററുമായി 'മാങ്കനീസു് ഡയോക്സയിഡും' (manganese dioxide) കരി

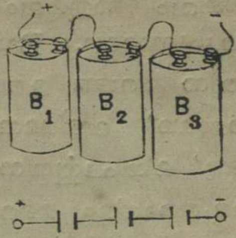
യും കൂട്ടികലർത്തിയ മിശ്രചൂർണ്ണം Bയും ഉണ്ട്. അതിനു ചുററുമായി C എന്നതു 'നവസാരം' (ammonium chloride) മാണ്. ഇവയെ D എന്ന നാകപാത്രത്തിൽ കൊള്ളിച്ചുവച്ചിരിക്കുന്നു. E പുറമെയുള്ള കടലാസ്സുപൊതിയാണ്. 'ഇംഗാലദണ്ഡകം' (carbon rod) ധനധ്രുവവും നാകം ഋണധ്രുവവുമാണ്. ഇതിനെ 'ലെക്ലാഞ്ചിഘടം' (Leclanche—) എന്നു പറയുന്നു. നവസാരം വെള്ളത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചോ, ഈർപ്പത്തോടുകൂടി ഘനപദാർത്ഥമായി തന്നെയൊ ഉപയോഗിക്കാം. ആദ്യത്തേതിനെ 'ഈർപ്പഘടം' (wet—) എന്നും മററതിനെ 'ശുഷ്കഘടം' (dry—) എന്നും പറയും. ഈർപ്പഘടമാണ് ഉപയോഗത്തിനു നല്ലതെങ്കിലും, കൊണ്ടുനടക്കുന്നതിനു കൂടുതൽ സൌകര്യം ശുഷ്കഘടമായതിനാലാണ് അവയെ ഞെക്കുവിളക്കിനുപയോഗിക്കുന്നതു്. ഈ ജാതി ഘടത്തിന്റെ വൈദ്യുതിചാലകം 1·4—1·5 വോൾട്ടുമായിരിക്കും. ദ്വിതീയഘടങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് അവയ്ക്ക് ആഭ്യന്തര പ്രതിരോധിതം കൂടുതലാണ്. പ്രവാഹം അത്ര വളരെ ആവശ്യമില്ലാത്ത സ്ഥാനങ്ങളിൽ ഇവയുപയോഗിക്കാം. വേറേ ജാതി ഘടങ്ങളും ഉണ്ടെങ്കിലും റേഡിയോയിൽ സർവ്വസാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ഇവരണ്ടും മാത്രമാകയാൽ മററവയെ വിസ്തരിക്കുന്നില്ല.



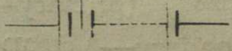
പടം 63.
ലെക്ലാഞ്ചിഘടനിർമ്മിതി.

അനുപദബന്ധനം. ഒരു ദ്വിതീയഘടത്തിന് ചാലകം 2 വോൾട്ടവും, ലെക്ലാഞ്ചിഘടത്തിന് 1·5 വോൾട്ടവും ആണെന്നു കണ്ടുവല്ലൊ. കൂടുതൽ ചാലകം ആവശ്യമായിരുന്നാൽ ഘടങ്ങളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിപ്പിച്ച് അവയെ അനുപദബന്ധനരീതിയിൽ ബന്ധിച്ചാൽ മതിയാകും. അനുപദബന്ധനമെന്നുള്ളതു് 64-ാം പടം Aയിലെ പോലെ ഒന്നിന്റെ ധനാഗ്രം അടുത്തതിന്റെ ഋണാഗ്രത്തിലും, അതിന്റെ ധനാഗ്രം മൂന്നാമത്തേതിന്റെ ഋണാഗ്രത്തിലും ഇങ്ങനെ തുടരെ ബന്ധിക്കുന്നതാണ്. ഒരേ ജാതിയിലുള്ള രണ്ടു ഘടങ്ങൾ തമ്മിൽ

അനുപദമായി ബന്ധിച്ചാൽ അവയുടെ യോജിച്ചുള്ള ചാലകം ഒന്നിൻെറ ഇരട്ടിയും, മൂന്നായിരുന്നാൽ മൂന്നിരട്ടിയും n ആയിരുന്നാൽ n ഇരട്ടിയും ആയിരിക്കും. അതായതു്, അനുപദബന്ധനത്തിൽ സമഗ്രചാലകം ഘടങ്ങളുടെ ഓരോന്നിൻെറയും കൂടിയുള്ള ആകെത്തുകയായിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി, ദ്വിതീയഘടങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു 100 വോൾട്ടം ലഭിക്കണമെങ്കിൽ 50 എണ്ണം അനുപദബന്ധനരീതിയിൽ ബന്ധിച്ചാൽ മതിയാകും. ലെക്ലാഞ്ചിഘടങ്ങൾ ആയിരുന്നാൽ 67 എണ്ണത്തോളം വേണ്ടിവരും. ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ഘടങ്ങളെ ചേർക്കുമ്പോൾ അവയെ ഘടപംക്തി എന്നും, അഥവാ, ഇംഗ്ലീഷിലെപ്പോലെ ബാററി എന്നും പറയുന്നു. 64-ാംപടം B ഒട്ടവളരെ ഘടങ്ങൾ അനുപദമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനെ കാണിക്കുന്ന ചിഹ്നമാണു്.

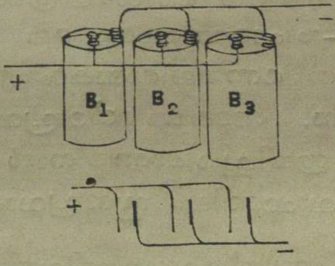


പടം 64 A.
ഘടങ്ങൾ തമ്മിൽ
അനുപദബന്ധനം.



പടം 64 B.
അനുപദബാററിചിഹ്നം.

<u>അവായന ബന്ധനം.</u> 65-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ഘടങ്ങൾ അവായന രീതിയിലും ബന്ധിക്കാം. ഇതിൽ സമഗ്രചാലകം ഒന്നിൻെറ ചാലകം മാത്രമെ ആയിരിക്കയുള്ളു. സമഗ്ര ആഭ്യന്തര പ്രതിരോധിത്വം കുറഞ്ഞിരിക്കുമെന്നുള്ളതാണു് ഈ ബന്ധനത്തിൻെറ പ്രത്യേകത.

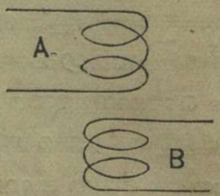


പടം 65.
ഘടങ്ങൾ തമ്മിൽ
അവായനബന്ധനം.

ഭേദകം (transformer)

66-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ഒരു വലയം Aയും സമീപസ്ഥിതമായി മറെറാരു വലയം Bയും ഉണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ.

തമ്മിലുള്ള പരസ്പരപ്രേരകത്താൽ Aയിൽ പ്രവാഹവ്യതിയാനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ Bയിൽ തദനുസാരം വൈദ്യുതിചാലകവും അതുമൂലം പ്രവാഹവും ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു സമർത്ഥിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലൊ. Bയിലെ പ്രവാഹത്തിനു വേണ്ട ഊർജ്ജം Aയിൽ നിന്നുമാണു് ലഭിക്കുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു് ഒരു പര്യയനത്തിൽനിന്നും വൈദ്യുതോർജ്ജം മറെറാന്നിലേക്കു് പകരാമെന്നു സിദ്ധിക്കുന്നു. പ്രേരകതത്വത്തെ ആസ്പദമാക്കി ഇങ്ങനെ

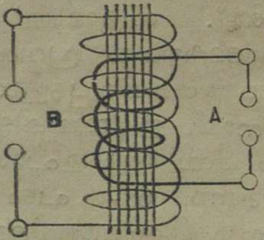


പടം 66.
ഭേദകതത്വം.

ഊർജ്ജം പകരുന്നതിനുള്ള ഉപകരണത്തെ 'ഭേദകം' എന്നും ആ രീതിയെ 'ഭേദകരീതി' എന്നും പറയുന്നു. Aയിൽ നിന്നും Bയിലേക്കു് ഊർജ്ജം പകരുമ്പോൾ Aയെ 'പ്രഥമവലയം' (primary—) എന്നും, Bയെ 'ദ്വിതീയവലയം' (secondary—) എന്നും പറയും. Bയിൽനിന്നു് Aയിലേക്കും ഊർജ്ജം പകരാം. അപ്പോൾ B പ്രഥമവലയമായും A ദ്വിതീയവലയമായും തീരുന്നു. 66-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ Aയും Bയും അകന്നിരുന്നാൽ Aയിലെ പ്രവാഹത്താലുണ്ടാകുന്ന കാന്തരേഖകളിൽ ഒരംശം മാത്രമെ Bയിൽ കൂടി സംക്രമിക്കുന്നുള്ളു. 67-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ഒന്നു മററതിനെ ചുററിയാണെങ്കിൽ ഒന്നിലെ രേഖകൾ എല്ലാം മററതിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നു. ഭേദകത്തിൻെറ പ്രവത്തനം പ്രവാഹവ്യതിയാനങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ അതുപയോഗിക്കുന്നതു് പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തിലും സ്പന്ദപ്രവാഹത്തിലും മാത്രമാണു്.

ദ്വിതീയവലയത്തിലുണ്ടാകുന്ന ചാലകപരിമാണം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതു് പ്രഥമവലയത്തിലെ ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരം, വലയങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ചുററുകളുടെ അനുപാതസംഖ്യ, ദ്വിതീയവലയത്തിൽ കൂടി കടക്കുന്ന കാന്തരേഖകളുടെ എണ്ണം, എന്നിവയെയാണു്. ഒന്നിലെ രേഖകൾ എല്ലാം മററതിലും കടക്കുന്നുവെങ്കിൽ അതു് ചുററുകളുടെ അനുപാതസംഖ്യയേയും പ്രഥമവലയത്തിലെ ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരത്തേയും മാത്രമാശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി, 67-ാം പടത്തിൽ Aയ്ക്കു് 40

ചുററം Bയ്ക്ക് 80 ചുററം ഉണ്ടായിരിക്കയും Aയിൽ 110 വോൾട്ടം പ്രയോഗിക്കകയും ചെയ്താൽ, Bയിൽ $110 \times \frac{80}{40}$ =220 വോൾട്ടം ലഭിക്കും. ഇതു്, ഈ അവസ്ഥയിൽ, Bയിൽ ലഭിക്കാവുന്ന മഹിഷ്ഠവോൾട്ടമാനമാണ്; അതായതു് അതിൽ കൂടി പ്രവാഹമില്ലാത്തപ്പോഴുള്ള വോൾട്ടമാനമാണ്. Bയിൽ അതുനിമിത്തം പ്രവാഹമുണ്ടായിരിക്കുമ്പോൾ അതിലെ ശക്തിഗ്രദ്ധാന്തരം കുറയുന്നുണ്ടു്. പ്രവാഹം കൂടുന്തോറും ശക്തിഗ്രദ്ധാന്തരം, ആനുപാതികമായല്ലെങ്കിലും, ക്രമേണ കുറയുന്നു.

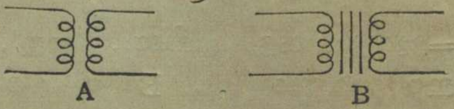


പടം 67.
ഭേദകം.

ദ്വിതീയവലയത്തിൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന ശക്തിഗ്രദ്ധാന്തരം രണ്ടുവലയങ്ങളുടെയും ചുററുകൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതസംഖ്യയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ മൂലശക്തിഗ്രദ്ധാന്തരത്തിൽ നിന്നും അതിൽ കുറഞ്ഞ പരിമാണത്തിലൊ, കൂടിയതിലൊ, അതേപരിമാണത്തിലൊ ഉള്ള ശക്തിഗ്രദ്ധാന്തരം ലഭിക്കാം. മേൽകൊടുത്ത ഉദാഹരണത്തിൽ A പ്രഥമ വലയവും B ദ്വിതീയവലയവുമായി ഉപയോഗിച്ചാൽ മൂലശക്തിഗ്രദ്ധാന്തരത്തിന്റെ ഇരട്ടി Bയിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്നു. എന്നാൽ B പ്രഥമ വലയവും Aദ്വിതീയ വലയവുമായി ഉപയോഗിച്ചാൽ Bയിൽ 110 വോൾട്ടം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ Aയിൽ $110 \times \frac{40}{80} = 55$ വോൾട്ടമെ ലഭിക്കുന്നുള്ളൂ. ആദ്യത്തേതിനെ 'ആരോഹണഭേദകം' (step-up—) എന്നും മററതിനെ 'അവരോഹണഭേദകം' (step-down—) എന്നും പറയുന്നു. ചുററുകൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതസംഖ്യ ആവശ്യവും സൌകര്യവും പോലെ എത്രയെങ്കിലുമാക്കാം.

ഉപയോഗിക്കേണ്ട അഭീക്ഷ്ണതയനുസരിച്ച്, ഭേദകത്തെ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാഭേദകമെന്നും നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാഭേദകമെന്നും രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാഭേദകത്തിൽ ഇരുമ്പുപയോഗിച്ചാൽ ദ്വിതീയപ്രവാഹതരംഗരൂപം പ്രഥമപ്രവാഹത്തിന്റെതിൽ നിന്നും ഭിന്നമായിരിക്കു

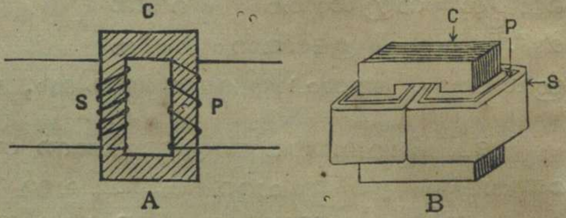
ന്നതിനാൽ അതിൽ ഇരുമ്പുപയോഗിച്ചിരുന്നില്ല. എന്നാൽ ഈയിടയായി ഇരുമ്പുപൊടി ഒരു പ്രത്യേക പശയിൽ കുഴച്ച് അതിനുള്ളിൽ വയ്ക്കുന്നുണ്ട്. നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാഭേദകത്തിൽ പ്രവാഹത്തെ ശക്തിപ്പെടുത്തുന്നതിനായി ഇരുമ്പുതകിടുകളും കമ്പികളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. 68-ാം പടം A ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാഭേദകത്തെയും B നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതയുള്ളതിനേയും കുറിക്കുന്നു. രണ്ടുതരം നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാഭേദകമാണ് 69-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. P പ്രഥമവലയവും, S ദ്വിതീയവലയവും, C രണ്ടിൻെറയും ഉള്ളിലുള്ള ഇരുമ്പുമാണ്. ഇതിലും ഒന്നിലെ കാന്തരേഖകൾ എല്ലാം മററതിൽക്കൂടിയും കടക്കുന്നുണ്ട്.



പടം 68.

A ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാഭേദക ചിഹ്നം.

B നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാഭേദക ചിഹ്നം.



പടം 69.

നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാഭേദകം.

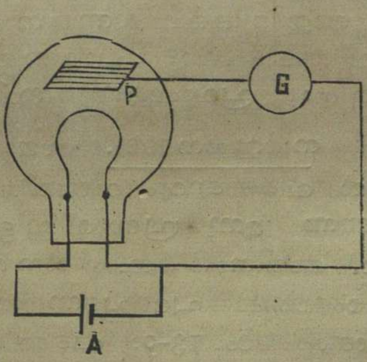
ആലക്താണുജം (electron tube)

അഥവാ, ഘർമ്മായത് വാൽവ് (thermionic valve)

സാമാന്യസംഗതികൾ. റേഡിയോയന്ത്രങ്ങളിലെ ഏററവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഉപകരണമാണ് ആലക്താണുജം. വൈദ്യുതിദീപത്തിൽ പ്രവാഹം പായുന്നതിനായി ഒരു കമ്പി മാത്രമാണല്ലോ ഉള്ളതു്. ആലക്താണുജത്തിൽ ഇതുകൂടാതെ ഒന്നോ അധികമൊ കമ്പിവലകളോ, ലോഹത്തകിടുകളോ വെളിയിലോട്ടു വൈദ്യുതിബന്ധനം വരത്തക്കവണ്ണം ഉള്ളിൽ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കും. ഇവ ഓരോന്നിനേയും 'അധ്വാവുകൾ' എന്നു പറയാം. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ഈ അധ്വാവുകൾ ഒരു കണ്ണാടി'ബൾബി'(bulb)നകത്തായിരുന്നു. അതിനു

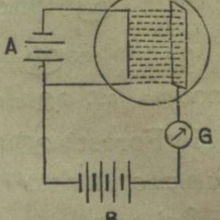
ള്ളിലെ വാതകം ഏറെക്കുറെ മുഴുവനും, ബഹിഷ്കരിച്ചിരിക്കും. ഇപ്പോൾ കണ്ണാടിക്കുപകരം ലോഹവും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ഇതിൻെറ പ്രവൎത്തനതത്വങ്ങൾ ആദ്യമായി മനസ്സിലാക്കിയതു് പ്രകൃതിശാസ്ത്രകുശലനായ എഡിസൻ (Edison) ആണു്. അനന്തരം ഫ്ളെമിംഗ് (Fleming), ലി. ഡി. ഫോറസ്റ്റ് (Le de Forest) മുതലായവർ ഓരോ പരിഷ്കാരങ്ങൾ വരുത്തി ആലകതാണുജത്തെ ഒരമൂല്യോപകരണമാക്കിത്തീൎത്തു. റേഡിയോയിൽ മാത്രമല്ല, മററു പ്രായോഗികവിജ്ഞാനശാഖകളിലും ഇതിനെ ധാരാളമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. റേഡിയോയുടെ ദ്രുതഗതിയിലുള്ള വികാസത്തിനും സമൎത്ഥമായ പ്രവൎത്തനത്തിനും നിദാനമായിരിക്കുന്നതു് ഈ ഉപകരണമല്ലാതെ മററൊന്നുമല്ല. ഒരു ജീവിക്കു് ഹൃദയമെന്നപോലെയാണു് റേഡിയോ യന്ത്രങ്ങൾക്കു് ആലകതാണുജം.

ദ്വയാധ്വാവു്. <u>ഉപജ്ഞാതചരിത്രം.</u> എഡിസൻ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന വൈദ്യുതിദീപങ്ങളിൽ ചിലതു്, വളരെക്കാലത്തെ ഉപയോഗത്തിനുശേഷം, അവയുടെ കണ്ണാടി ബൾബിൻെറ അകവശം കരിപുരണ്ടു മങ്ങിയതുപോലെ തോന്നി. ഇതിൻെറ കാരണം എന്തെന്നന്വേഷിക്കുന്നതിനായി 70-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ദീപത്തിനുള്ളിൽ ഒരു ലോഹത്തകിടു കടത്തി അതിനെ ഒരു ഗാൽവനോമാത്രിയിൽ കൂടി പ്രവാഹക്കമ്പിയോടു ബന്ധിച്ചു. വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്താൽ കമ്പിചൂടായപ്പോൾ ഗാൽവനോമാത്രിയിൽ കൂടി അതിസൂക്ഷ്മമായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉള്ളതായി കണ്ടു. ഗാൽവനോ മാത്രിയോടുകൂടി 71-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ ഒരു ബാററി

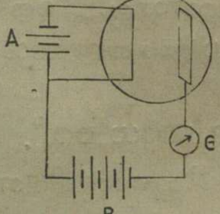


പടം 70.
എഡിസൻെറ പരീക്ഷണം
(a) തകിടിൽ ശക്ത്യുദ്ധമില്ല.

കൂടി ആപഥ്യയനത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തി അതിൻെറ ഋണധ്രുവം കമ്പിയിലും ധനധ്രുവം തകിടിലും ബന്ധിച്ചപ്പോൾ പ്രവാഹം വർദ്ധിച്ചു. എന്നാൽ 72-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ധ്രുവങ്ങൾ മറിച്ചു ബന്ധിച്ചതിൽ പ്രവാഹം ഇല്ലായിരുന്നു. കമ്പി ചൂടാകാത്തപ്പോഴും ഇതുതന്നെയായിരുന്നു ഫലം. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും കമ്പി ചൂടാകുമ്പോൾ അതിൽനിന്നും ആലക്താണുകങ്ങൾ പുറപ്പെടുകയും, തകിട് ധനധ്രുവമായിരിക്കുമ്പോൾ അതിലെ ധനാരോപവുമായുള്ള ആകർഷണത്താൽ അവ കമ്പിയിൽ നിന്നും തകിടിലേക്കു ഗമിക്കുകയും അതിനാൽ ബാഹ്യപഥ്യയനത്തിൽ പ്രവാഹമുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു എന്നു പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. എന്നാൽ തകിട് ഋണധ്രുവമാകുമ്പോൾ കമ്പിയിൽനിന്നും ചൂടുനിമിത്തം വിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന ആലക്താണുകങ്ങളെ അതു വികർഷിക്കുന്നതിനാൽ അവ തകിടിലോട്ടു പോകുന്നില്ല; അതിനാൽ പ്രവാഹമുണ്ടാകുന്നുമില്ല.

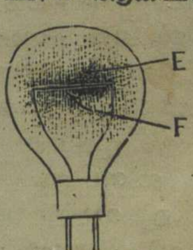


പടം 71.
എഡിസൻെറ പരീക്ഷണം
(b) തകിടിൽ ധനശക്തസമ്പന്ധം.



പടം 72.
എഡിസൻെറ പരീക്ഷണം
(c) തകിടിൽ ഋണശക്തസമ്പന്ധം.

<u>നിർവ്വചനങ്ങൾ.</u> സജാതീയവൈദ്യുതാരോപങ്ങൾ തമ്മിൽ വികർഷണവും വിജാതീയങ്ങൾ തമ്മിൽ ആകർഷണവുമുണ്ടെന്നു മുമ്പു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. അതിനാൽ കമ്പിയിൽനിന്നും പ്രാരംഭത്തിൽ പുറപ്പെടുന്ന ആലക്താണുകങ്ങൾ 73-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ കമ്പിയുടെ ചുററും നിന്നുകൊണ്ടു പിന്നീടു പുറപ്പെടുന്നവയെ വികർഷിച്ചു കമ്പിയിലേക്കുതന്നെ തിരിച്ചുവിടുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. എന്നാലും കമ്പിക്കു ചുററുമായി കുറേ ആലക്താണുകങ്ങൾ ശേഷിക്കും. ഇങ്ങനെ സ്വതന്ത്രമായി കൂടി

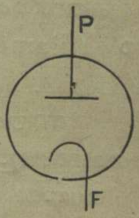


പടം 73
ആലക്താണുജത്തിലെ ആകാശാരോപം—E. F=തിരി.

ക്കിടക്കുന്ന ആരോപത്തിന് 'ആകാശാരോപം' (space-charge) എന്നു പറയുന്നു. പ്രവാഹത്താലുള്ള ചൂടു കൊണ്ട് ആലക്താണുകങ്ങളെ വിക്ഷേപിക്കുന്ന കമ്പിക്ക് 'വൈദ്യുതിതിരി' (filament) എന്നും, ചുരുക്കി 'തിരി' എന്നും നാമകരണം ചെയ്യാം. മുൻ പരിക്ഷണത്തിൽ തകിടു തിരിയെ അപേക്ഷിച്ച് ഉന്നതശക്നഗ്രദ്ധമുള്ളതായിരിക്കുമ്പോഴാണല്ലൊ ആലക്താണുകപ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നതു്. തകിടിൽ എല്ലായ്പ്പോഴും തിരിയെ അപേക്ഷിച്ച് ധനശക്നഗ്രദ്ധം തന്നെയാണ് പ്രയോഗിക്കുന്നതു്. ഇക്കാരണത്താൽ അതിനെ ആലക്താണുജത്തിലെ 'തകിട്' (plate) എന്നും, അഥവാ 'അഭ്യധപാവ്' എന്നും, തിരിയേയും അതുപോലെ ആലക്താണുകങ്ങളെ വിക്ഷേപിക്കുന്ന അധപാക്കളേയും 'അപാധപാവ്' എന്നും നാമകരണം ചെയ്യാം. അഭ്യധപാവിനെയും അപാധപാവിനെയും തമ്മിൽ ബന്ധിക്കുന്ന പഥ്യയനത്തിന് 'അഭ്യധപാപഥ്യയനം' എന്ന സംജ്ഞ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

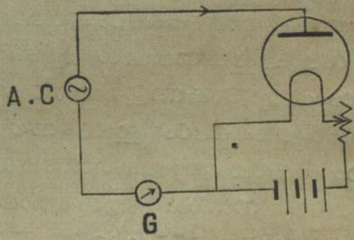
അഭ്യധപാവിൽ ധനാരോപമുള്ളപ്പോൾ തിരിക്കു ചുററുമുള്ള ആലക്താണുകങ്ങൾ അതിലേക്ക് ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നതും അഭ്യധപാപഥ്യയനത്തിൽ കൂടി തിരിയിലേക്ക് ആലക്താണുകപ്രവാഹമുണ്ടാകുന്നതുമാണ്. തിരിയുടെ പരിസരങ്ങളിലുള്ള ആലക്താണുകങ്ങൾ ഇങ്ങനെ മാറിക്കഴിയുമ്പോൾ തിരിയിൽ നിന്നും കൂടുതൽ ആലക്താണുകങ്ങൾ പുറപ്പെടുന്നതും, അവ തിരിയിൽ നിന്നും ആലക്താണുജത്തിൻെറ ഉള്ളിൽ കൂടി അഭ്യധപാവിലേക്കും പുറമെ അഭ്യധപാവിൽ നിന്ന് തിരിയിലേക്കും തുടച്ചയായി ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കയും ചെയ്യും. എതിർ ദിക്കിലേക്ക് ആലക്താണുകപ്രവാഹം സാദ്ധ്യവുമല്ല. അതിൽ ഒരു ദിക്കിലേക്കു മാത്രമേ സംനയം നടക്കുന്നുള്ളു എന്നതിനാൽ ഈ ഉപകരണത്തെ 'വാൽവ്' എന്നും, ചൂടുകൊണ്ടുളവാകുന്ന ആലക്താണുകങ്ങളാൽ സംനയം സംസിദ്ധമാകുന്നതുകൊണ്ട് 'ഘമ്മായത് വാൽവ്' എന്നും സംജ്ഞ കൊടുക്കാം. (ഒരു ദ്വാരത്തിൽ കൂടി ഒരു ദിക്കിലേക്കു മാത്രം പ്രവേശനം അനുവദിക്കുന്നവിധത്തിലുള്ള അടപ്പിനെയാണ് 'വാൽവ്' എന്നു പറയുന്നതു്). കൂടുതൽ അധപാക്കളുള്ള ആലക്താണുജങ്ങളുമുണ്ട്. മുകളിൽ വിവരിച്ചതിൽ തിരിയും തകിടുമെന്ന രണ്ടധപാക്കൾ മാത്രമുള്ളതിനാൽ അതിനെ 'ദ്വയാധപാവ്' (diode) എന്നു പറയുന്നു. ഇതിനെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം

74-ാംപടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സാധാരണയായി, ഒരു പര്യയനത്തിൽ വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുന്നതു് ധനശക്ത്യഗ്രഢസ്ഥാനത്തുനിന്നു് ഋണശക്ത്യഗ്രഢസ്ഥാനത്തേക്കാണ് എന്നത്രേ സങ്കല്പം. ആലകതാണുജ ത്തിന്റെ ഉള്ളിൽ ഋണാരോപവാഹികളായ ആലകതാണുകങ്ങൾ തിരിയിൽനിന്നും തകിടിലേക്കും പുറമേ അഭ്യധ്വാപര്യയനത്തിൽ തകിടിൽനിന്നും തിരിയിലേക്കു



പടം 74.
ദ്വയാധ്വാവിനെ കാണിക്കുന്ന ചിഹ്നം.
F തിരി; P അഭ്യധ്വാവ്.

മാണ് ഒഴുകുന്നതെങ്കിലും ഈ സങ്കല്പപ്രകാരം വൈദ്യുതി പ്രവാഹം ബാഹ്യപര്യയനത്തിൽ തിരിയിൽ നിന്നും തകിടിലേക്കാണ് എന്നത്രേ കണക്കാക്കേണ്ടതു്. ദ്വയാധ്വാവിൽ കൂടി പ്രവാഹം ഏകദിക്കിലേക്കു മാത്രമേ പോകുന്നുള്ളു വല്ലോ. അതിനാൽ 75-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ഇതുൾപ്പെട്ട ഒരു പര്യയനത്തിൽ ഒരു പ്രത്യഭിചാലകം പ്രയോഗിച്ചാൽ പര്യയനത്തിൽ അഭിപ്രവാഹമേ ലഭിക്കയുള്ളു. അതായതു്, 'ഗത്യേകീകരണം' (rectification) ഇപ്രകാരം സാദ്ധ്യമാകുന്നു. എതിർഗതികളിലുള്ള പ്രവാഹത്തെയും ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരത്തെ



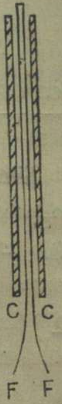
പടം 75.
പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തെ ദ്വയാധ്വാവ് ഗത്യേകീകരിക്കുന്നതു്.

യും മററും ഒരേ ഗതിയിലാക്കുന്നതിനെ 'ഗത്യേകീകരണം' എന്നും അതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണത്തെ 'ഗത്യേകീകരണി' (rectifier) എന്നും പറയുന്നു. പ്രത്യഭിപ്രവാഹവും ദോലനപ്രവാഹവും ഗത്യേകീകരിക്കേണ്ട അവസരങ്ങളിൽ ദ്വയാധ്വാവിനെ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. റേഡിയോയിൽ ഗത്യേകീകരണം ഒരത്യാവശ്യക്രിയയുമാണ്. ഇക്കാരണത്താലാണ് റേഡിയോയുടെ പ്രാരംഭദശകളിൽ ദ്വയാധ്വാവിനു പ്രാധാന്യമുണ്ടായിരുന്നതു്. എന്നാൽ ഇക്കാലത്തു് ഇതിനെ പലവിധത്തിൽ പരിഷ്കരിച്ചു് ഗത്യേകീകരണം കൂടാതെ മററും പല

ആവശ്യങ്ങൾക്ക പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. എല്ലാററിലും ആലക്താണുകങ്ങളെ ഉല്പാദിപ്പിച്ചുപയോഗിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഇവയെയെല്ലാം സാമാന്യമായി 'ആലക്താണുജം' എന്നു പറയാം.

അപാധാനിർമ്മിതി. വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്താലോ മററു വിധത്തിലോ ഒരു കമ്പി ചൂടുപിടിക്കുമ്പോൾ അതു് ആലക്താണുകങ്ങളെ 'വിക്ഷേപിക്കുന്നു'. കമ്പിയുടെ ഊഷ്മത വർദ്ധിക്കുന്തോറും വിക്ഷിപ്താലക്താണുകങ്ങളുടെ എണ്ണവും വർദ്ധിക്കുന്നതാണ്. വെള്ളം ചൂടാകുമ്പോൾ അതു് ആവിയായിപോകുന്നതിനോട് ഇതിനെ ഉപമിക്കാം. ചൂടുകൂടുമ്പോൾ ആവിയും കൂടുതലായി ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടല്ലോ. വിക്ഷേപണപരിമാണം കമ്പിയുടെ നിർമ്മിതിക്കുപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന ലോഹത്തെയും ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നതു്. ഒരേ ഊഷ്മതയിൽ ചില ലോഹങ്ങൾ മററവയെക്കാൾ കൂടുതൽ ആലക്താണുകങ്ങളെ വിക്ഷേപിക്കുന്നു. ലോഹങ്ങൾ പല ഊഷ്മതയിലാണല്ലോ ഉരുകുന്നതു്. ഊഷ്മത കൂടുന്തോറും ആലക്താണുകവിക്ഷേപണം കൂടുന്നതിനാൽ ഉന്നതോഷ്മതയിൽ മാത്രം ഉരുകുന്ന ലോഹങ്ങളെ ഈ ആവശ്യത്തിലേക്കുപയോഗിക്കുന്നു. ഇവയിൽ മുഖ്യമായതു് ടങ്സ്റ്റെൻ (Tungsten) ആണ്. അതിലും മെച്ചമാണ് ടങ്സ്റ്റെനിൽ തോറിയം (Thorium) എന്ന ലോഹം കൂടി ചേർത്ത കമ്പി. അതു താഴ്ന്ന ഊഷ്മതയിൽ തന്നെ ധാരാളം ആലക്താണുകങ്ങളെ വിക്ഷേപിക്കുന്നു. 'ബേരിയം'(Barium) എന്ന ലോഹത്തിൽ മുക്കി എടുക്കുന്ന തിരിയും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. 'കാൽസിയം' (Calcium), ബേരിയം മുതലായവയുടെ 'ഓക്സയിഡു' (oxide)കൾ ചൂടാകുമ്പോൾ ഇവയെല്ലാററെയുംകാൾ സുലഭമാണ് ആലക്താണുകവിക്ഷേപണം. അതിനാൽ ഈ ദ്രവ്യങ്ങൾ ലേപനംചെയ്ത കമ്പികളും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ഊഷ്മത കുറയുന്തോറും തിരിയെ ചൂടുപിടിപ്പിക്കുന്നതിനു വേണ്ട പ്രവാഹവും കുറഞ്ഞിരിക്കുമെന്നുള്ളതാണ് ഇതിൻെറ പ്രത്യേകഗുണം. പ്രവാഹം കടന്നുപോകുന്ന കമ്പിതന്നെ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ആലക്താണുകങ്ങളെ ഉപയോഗിക്കുന്ന രീതിയെ 'പ്രത്യക്ഷോഷ്മീകരണം' (direct heating) എന്നും, ആ അപാധാവിനെ 'പ്രത്യക്ഷോഷ്മീകരണാപാധാവു്' എന്നും, ചുരുക്കി 'പ്രത്യക്ഷാപാധാവു്' എന്നും വിളിക്കുന്നു. ഈ

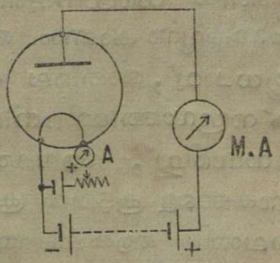
സാധനങ്ങൾ തിരിയിൽ പൂശാതെ, 76-ാംപടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ, തിരിയിൽ നിന്നും കവചീകരിക്കപ്പെട്ട് അതിനെ ചുററിയുള്ള ഒരു ലോഹച്ചുരുളിൽ പുരട്ടിയും ഉപയോഗിക്കാം. ആ രീതിയെ 'പരോക്ഷോഷ്മീകരണ' (indirect—) മെന്നും, ആ അപാധപാവിനെ 'പരോക്ഷോഷ്മീകരണാപാധപാവ്' എന്നും, ചുരുക്കി 'പരോക്ഷാപാധപാവ്' എന്നും പറയുന്നു. വൈദ്യുതി തിരി ചൂടുപിടിപ്പിക്കുവാനായി പ്രത്യഭിപ്രവാഹം ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ചൂടാക്കപ്പെട്ടുന്ന തിരിയിൽ പ്രവാഹത്തിൻെറ ദോലനം നിമിത്തം അനുക്ഷണം ഊഷ്മതാവ്യതിയാനങ്ങൾ വരുന്നുണ്ടല്ലോ. പരോക്ഷാപാധപാവുപയോഗിച്ചാൽ ഈ വ്യതിയാനങ്ങൾ ആലക്താണുകപ്രവാഹത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല എന്നുള്ളതാണ് ഇത്തരം അധപാക്കളുടെ വിശേഷപ്രയോജനം. പ്രത്യക്ഷോഷ്മീകരണത്തിന് ഓരോനാളത്തിനും ഏകദേശം 0·1 ആമ്പേരം പ്രവാഹം മതിയാകുമ്പോൾ പരോക്ഷോഷ്മീകരണത്തിന് ഏകദേശം ഒരാമ്പേരത്തോളം വേണ്ടിവരും. അതിനാൽ ബാററി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ആദ്യത്തെ ജാതി ആലക്താണുജവും, നഗരവിദ്യുച്ഛക്തിയിൽനിന്നും വേണ്ട ശക്തി എടുക്കുമ്പോൾ പ്രവാഹം ലോഭിച്ചിട്ടാവശ്യമില്ലാത്തതിനാൽ അപ്പോൾ രണ്ടാമത്തെ ജാതിയും ഉപയോഗിക്കുന്നു.



പടം 76.
പരോക്ഷോഷ്മീകരണാപാധപാവ്.

<u>ദ്വയാധപാവിൻെറ ആഭ്യന്തരപ്രവത്തനം.</u> ദ്വയാധപാവിൻെറ അഭ്യധപാപയ്യനത്തിൽ ഏകോന്മുഖമായേ പ്രവാഹം ഉണ്ടായിരിക്കയുള്ളൂ എന്നു കണ്ടുവല്ലോ. തിരിയിലെ പ്രവാഹവും അഭ്യധപാവിലെ ശക്തഗ്രന്ഥവും, പ്രത്യേകം പ്രത്യേകം, ക്രമമായി വർദ്ധിപ്പിച്ചാൽ അഭ്യധപാവിലേക്കുള്ള

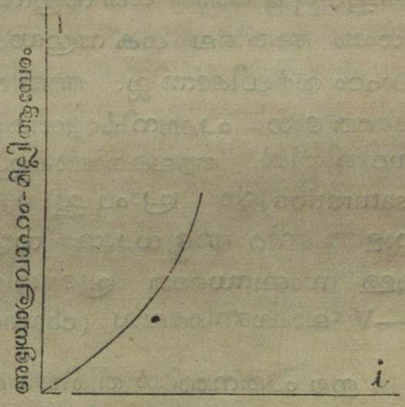
പ്രവാഹത്തിൽ വരുന്ന വ്യത്യയങ്ങൾ എന്തെല്ലാമെന്നു ഗ്രഹിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. 77-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ പര്യ്യയനം നിർമ്മിക്കുക. ആദ്യമായി അഭ്യധാവിന്റെ ശക്ത്യഗ്രഢം സ്ഥിരമായി വച്ചുകൊണ്ട് തിരിയിലെ പ്രവാഹം അതിന്റെ പര്യ്യയനത്തിലെ പ്രതിരോധിയുടെ സഹായത്തോടെ ക്രമേണ വർദ്ധിപ്പിക്കുക. അതോടുകൂടി ആ പര്യ്യയനത്തിലുള്ള ആമ്പേരമാത്രിയിൽ നിന്നും, അഭ്യധാപര്യ്യയനത്തിലുള്ള മില്ലി ആമ്പേരമാത്രിയിൽ നിന്നും അതാതു പ്രവാഹത്തിന്റെ അളവു കുറിക്കണം.



പടം 77.

ആലകതാണുജലക്ഷണം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനുള്ള പര്യ്യയനം.

തിരിയിലെ പ്രവാഹം i പക്ഷനിർദ്ദേശികയും അഭ്യധാപ്രവാഹം I ഊർദ്ധ്വനിർദ്ദേശികയും ആയി വരയ്ക്കുന്ന രേഖ 78-ാം പടത്തിലേതുപോലെയായിരിക്കും. തിരിയിലെ പ്രവാഹം കൂടുന്തോറും അഭ്യധാപ്രവാഹവും, ആനുപാതികമായല്ലെങ്കിലും, വർദ്ധിക്കുന്നതായി കാണാം.



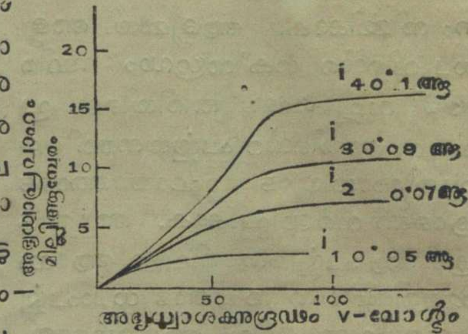
തിരിയിലെപ്രവാഹം-ആമ്പേരം

പടം. 78.

ആലകതാണുജത്തിൽ തിരിയിലെ പ്രവാഹവും അഭ്യധാപ്രവാഹവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധരേഖ.

തിരിയിലെ പ്രവാഹം സൌകര്യമായ ഏതെങ്കിലും ഒരളവിൽ സ്ഥിരപ്പെടുത്തി, അഭ്യധാവിലെ ശക്ത്യഗ്രഢം ക്രമേണ വർദ്ധിപ്പിച്ച്, അപ്പഴപ്പോഴത്തെ അഭ്യധാപ്രവാഹം അളക്കണം. അഭ്യധാശക്ത്യഗ്രഢം V പക്ഷനിർദ്ദേശികയായും, അഭ്യധാപ്രവാഹം I ഊർദ്ധ്വനിർദ്ദേശികയായും

ഒരു ലേഖ വരച്ചാൽ അതു് 79-ാം പടത്തിലേതുപോലെയായിരിക്കും. അഭ്യധപ്രാപ്രവാഹം ക്രമേണ വർദ്ധിച്ചു് ഒരു പരിധിയിൽ എത്തിയശേഷം അതിൽ വർദ്ധനവുണ്ടാകുന്നില്ലെന്നു കാണാം. അഭ്യധപ്രാവു്, അതിലെ ശക്തഗ്രദ്ധത്തിന്റെ നിലയനുസരിച്ചു്, ആലക്താണകങ്ങളെ കൂടുതൽ കൂടുതലായി ആകർഷിക്കയും— അതിനനുസരണമായി പ്രവാഹം അധികപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ തിരിയിൽനിന്നും അതതു സമയം പുറപ്പെടുന്ന ആലക്താണകങ്ങളെ ആസകലവും ആകർഷിച്ചുടപ്പിക്കത്തക്ക ശക്തഗ്രദ്ധാന്തരം അഭ്യധപ്രാവിലുണ്ടായ ശേഷം അതിലെ ശക്തഗ്രദ്ധം വർദ്ധിപ്പിച്ചതുകൊണ്ടു പ്രവാഹം വർദ്ധിക്കുന്നില്ല. അതിനാലാണു് ലേഖയുടെ മുകളിലത്തെ ഭാഗം പക്ഷനിർദ്ദേശികയ്ക്കു സമാന്തരമാകുന്നതു്. ഈ സ്ഥിതിയിൽ ആലക്താണകപ്രവാഹം 'അലംഭാവനില' (saturation)യെ പ്രാപിച്ചു എന്നു പറയാം. ഈ ലേഖ നാളത്തിന്റെ അഭ്യധപ്രാശക്തഗ്രദ്ധവും പ്രവാഹവും തമ്മിലുള്ള സംബന്ധത്തെ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ അതിനെ I—V 'ലാക്ഷണികലേഖ' (characteristic) എന്നു പറയുന്നു.

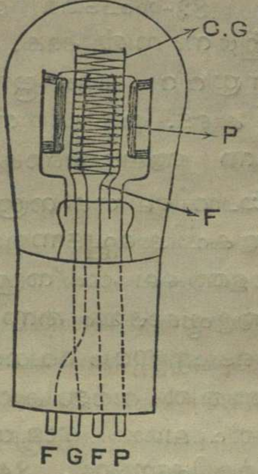


പടം 79.
അഭ്യധപ്രാശക്തഗ്രദ്ധ–
അഭ്യധപ്രാപ്രവാഹലേഖ.

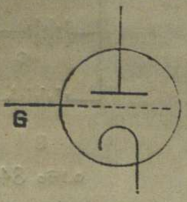
ഈ പതനത്തിൽ തിരിയിലെ പ്രവാഹം വർദ്ധിപ്പിക്കുന്ന പക്ഷം, 79-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, അഭ്യധപ്രാപ്രവാഹം വർദ്ധിച്ചു മുമ്പിലത്തേതിൽ ഉയർന്ന അലംഭാവനിലയെ പ്രാപിക്കും. ഇതിൽനിന്നും, അഭ്യധപ്രാവിലെ ശക്തഗ്രദ്ധം ഒരു ക്ലപ്തപരിധിയെ അതിക്രമിച്ചതുകൊണ്ടു് അഭ്യധപ്രാപ്രവാഹത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം വിശേഷമൊന്നുമില്ലെന്നു കാണാം.

ത്രയാധപ്രാവു് (triode). അർഗളം (grid). 80-ാം പടത്തിൽ ഒരു ത്രയാധപ്രാവിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ദ്വയാധപ്രാ

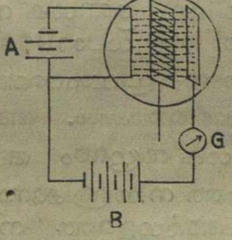
വിലെ തിരിയിൽ നിന്നു സ്വല്പം അകലത്തിൽ തിരിയുടെയും അഭ്യധ്വാവിന്റെയും ഇടയ്ക്കായി അവയിൽനിന്നും കവചീകരിക്കപ്പെട്ട്, ഒരു നേരിയ കമ്പി ചുററിയിരിക്കും. ആ കമ്പിവലയത്തെ അർഗളമെന്നു പറയുന്നു. അർഗളവുമായി വെളിയിൽ നിന്നും വൈദ്യുതിബന്ധനം സ്ഥാപിക്കാം. ഇതിൽ മൂന്നധ്വാക്കളുള്ളതിനാൽ ഈ ജാതി ആലക്താണജത്തിനു ത്ര്യാധ്വാവ് എന്നാണ് നാമം. F, F തിരിയും, P തകിടും, C. G അർഗളവുമാണ്. ത്ര്യാധ്വാവിനെ കുറിക്കുന്നതു് 81-ാം പടത്തിലെപ്പോലെയാണ്. 82-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ ആലക്താണകങ്ങൾ അർഗളക്കമ്പിച്ചുറവുകളുടെ ഇടയിൽക്കൂടി അഭ്യധ്വാവിലേക്കു പോകുന്നു.



പടം 80.
ത്ര്യാധ്വാവ്.



പടം 81.
ത്ര്യാധ്വാവിനെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം.
G അർഗളം.

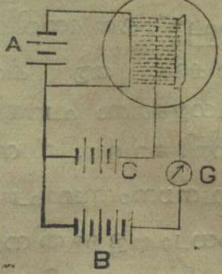


പടം 82.
അർഗളത്തിൽ കൂടിയുള്ള
ആലക്താണക ഗമനം.

<u>അർഗളത്തിന്റെ പ്രവൎത്തനം.</u> ദ്വയാധ്വാവിന്റെ ആഭ്യന്തരപ്രവൎത്തനത്തിൽ നിന്നും, ചില ക്ലുപ്തപരിധികളുള്ളിൽ, അഭ്യധ്വാശക്ത്യഗ്രഢത്തിന്റെ കൂടുതൽ കുറവുകൊണ്ടു് അഭ്യധ്വാപ്രവാഹത്തെ നിയന്ത്രിക്കാമെന്നു കണ്ടുവല്ലോ. ത്ര്യാധ്വാവിൽ തിരിയിലെ പ്രവാഹവും അഭ്യധ്വാവിലെ ശക്ത്യഗ്രഢവും ക്ലുപ്തപ്പെടുത്തിയശേഷം തിരിയും അർഗളവുമായി

ഒരു ശക്‌നഗ്രദ്ധം സ്ഥാപിച്ചാൽ അഭ്യധാപ്രവാഹത്തിൽ എന്തു വ്യത്യാസങ്ങൾ സംഭവിക്കുന്നു എന്നു പരിശോധിക്കാം.

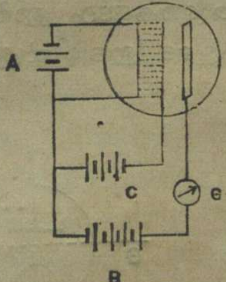
83-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ പരീക്ഷണം നിർമ്മിക്കുക. അർഗളം ധനധ്രുവവും, തിരി ഋണധ്രുവവുമായിരിക്കട്ടെ. തിരിയിൽനിന്നും പുറപ്പെടുന്ന ആലകതാണുകങ്ങൾ അഭ്യധാവിലെ ശക്‌നഗ്രദ്ധം നിമിത്തം ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നതുകൂടാതെ, അർഗളത്തിലെ ശക്‌നഗ്രദ്ധത്തിനാലും ആകൃഷ്ടമാകയും തന്നിമിത്തം അവയുടെ എണ്ണവും വേഗതയും മുമ്പിലത്തേതിൽ വർദ്ധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. തൽഫലമായി അഭ്യധാപ്രവാഹം വർദ്ധിക്കുന്നുണ്ട്.



പടം 83.

ആലകതാണുകപ്രവാഹം—അർഗളം ധനമായിട്ട്.

84-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ അർഗളം ഋണമാകുന്നപക്ഷം, അതു് ആലകതാണുകങ്ങളെ വികർഷിക്കയും അവയുടെ എണ്ണവും വേഗതയും കുറകയും അങ്ങനെ അഭ്യധാപ്രവാഹം ക്ഷയിക്കയും ചെയ്യുന്നു. അർഗളത്തിലെ ഋണശക്‌നഗ്രദ്ധം കൂട്ടിയാൽ അഭ്യധാവിലേക്കുള്ള ആലകതാണുകപ്രവാഹത്തെ നിശ്ശേഷം ഇല്ലാതെയാക്കാം. അതായതു് അർഗളശക്‌നഗ്രദ്ധം അഭ്യധാപ്രവാഹത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഈ അർഗളത്തെ 'നിയന്ത്രണാർഗളം' (control—) എന്നും പറയും. അഭ്യധാപ്രവാഹത്തിൽ വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങൾ വരുത്തുന്നതിനു രണ്ടു മാർഗ്ഗങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നു് ഇതിൽനിന്നും മനസ്സിലാക്കാം: (1) അഭ്യധാവിന്റെ ശക്‌നഗ്രദ്ധത്തിൽ കൂടുതൽ കുറവു വരുത്തുക, (2) അർഗളത്തിന്റെ ശക്‌നഗ്രദ്ധത്തിൽ ഏററക്കുറച്ചിൽ വരുത്തുക.



പടം 84.

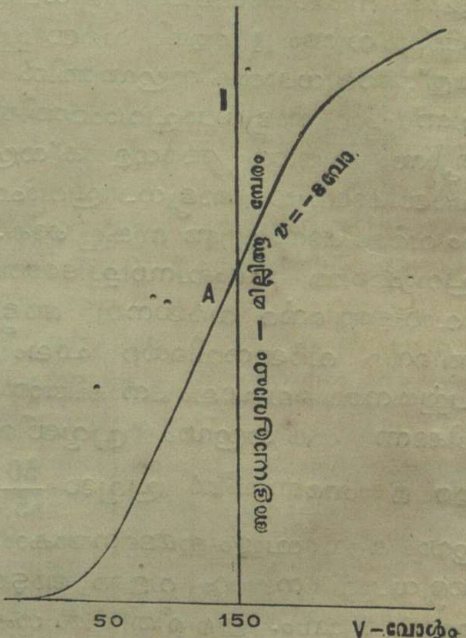
ആലകതാണുകപ്രവാഹം—അർഗളം ഋണമായിട്ട്.

അഭ്യധാനിയന്ത്രണവും അർഗളനിയന്ത്രണവും തമ്മിലുള്ള താരതമ്യം. ഇനിയും ഈ രണ്ടു മാർഗ്ഗങ്ങൾ തമ്മിൽ ഫല

ത്തിൽ എന്തു വ്യത്യാസമുണ്ടെന്നു പരിശോധിക്കാം. ഉദാഹരണമായി, അഭ്യധാശക്നഗ്രഢം 100-ൽ നിന്നും 150 വോൾട്ടമായി വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ അഭ്യധാപ്രവാഹം 7 മില്ലി ആമ്പേരത്തിൽ നിന്നും 11 ആയി വർദ്ധിച്ചു എന്നിരിക്കട്ടെ. അതായതു്, അഭ്യധാൾക്നഗ്രഢത്തിൽ 50 വോൾട്ടം വ്യത്യാസം വന്നപ്പോൾ അഭ്യധാപ്രവാഹത്തിൽ 4 മില്ലി ആമ്പേരം വ്യത്യാസം വരുന്നു. അർഗളശക്നഗ്രഢത്തിൽ 5 വോൾട്ടം വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ അഭ്യധാപ്രവാഹത്തിൽ 4 മില്ലി ആമ്പേരം വർദ്ധിക്കുന്നു എന്നു സങ്കല്പിക്കുക. അതായതു് അഭ്യധാപ്രവാഹത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അർഗളത്തിൽ 5 വോൾട്ടത്തിന്റെ വർദ്ധനവു് അഭ്യധാവിൽ 50 വോൾട്ടത്തിന്റെ വർദ്ധനവിന്റെ ഫലം ചെയ്യുന്നു. അഭ്യധാപയ്യനത്തിലെ ഫലം നോക്കിയാൽ അർഗളത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ശക്നഗ്രഢം പ്രവൃദ്ധിപ്പെട്ടവണ്ണം വർത്തിക്കുന്നു. ഈ ഉദാഹരണത്തിൽ പ്രവൃദ്ധി $\frac{50}{5} = 10$ ആണു്. ശക്നഗ്രഢം കുറയുമ്പോഴും ഇങ്ങനെയാകാം. അർഗളം തിരിയോട് അഭ്യധാവിനേക്കാൾ വളരെ അടുത്തിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു് ഈ വ്യത്യാസം. ഈ രീതിയിൽ ശക്നഗ്രഢത്തിന്റെ പ്രവൃദ്ധി സാധിക്കാമെന്നു പ്രത്യക്ഷമാണല്ലോ. അർഗളത്തിൽ പ്രത്യഭിശക്നഗ്രഢം പ്രയോഗിച്ചാൽ അഭ്യധാപ്രവാഹത്തിൽ അതിനനുസരണമായ പ്രത്യഭിപ്രവാഹവ്യത്യയം ഉണ്ടാകുന്നു. ആയതിനാൽ ദോലനശക്നഗ്രഢത്തെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുവാൻ ത്രയാധാവു് ഉപയോഗപ്പെടും.

<u>ലാക്ഷണികലേഖാസഞ്ചയങ്ങൾ.</u> ദ്വയാധാവിലെപ്പോലെ തന്നെ, ഇതിനുമുള്ള ലാക്ഷണികം നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണു്. ത്രയാധാവിൽ അർഗളശക്നഗ്രഢവും അഭ്യധാശക്നഗ്രഢവും വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി അഭ്യധാപ്രവാഹം വ്യത്യയപ്പെടുത്താവുന്നതിനാൽ രണ്ടുതരം ലേഖകൾ ലഭിക്കും. (1) അർഗളശക്നഗ്രഢം ഏതെങ്കിലും സൌകര്യമായ പരിമാണത്തിൽ ക്ലപ്തപ്പെടുത്തി അഭ്യധാശക്നഗ്രഢം ക്രമേണ വർദ്ധിപ്പിച്ചാൽ അതും അഭ്യധാപ്രവാഹവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധലേഖ ലഭിക്കും. (2) അഭ്യധാശക്നഗ്രഢം ഏതെങ്കിലും സൌ

കഴ്ച്ചമായ പരിമാണത്തിൽ ക്ലിപ്തപ്പെടുത്തി അർഗളശക്നഗ്രഢം വ്യത്യയപ്പെടുത്തിയാൽ അതും അഭ്യധ്വാപ്രവാഹവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധലേഖ ലഭിക്കും. അർഗളശക്നഗ്രഢം – 8 വോൾട്ടമാക്കിസ്ഥിരപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടു് അഭ്യധ്വാശക്നഗ്രഢം ക്രമേണ വർദ്ധിപ്പിച്ചാൽ കിട്ടുന്ന I–V ലാക്ഷണികം ആണു് 85-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അർഗളശക്നഗ്രഢം – 6 വോൾട്ടം, – 4 വോൾട്ടം മുതലായി പല അളവിൽ സ്ഥിരപ്പെടുത്തി, മുമ്പിലത്തെപ്പോലെ ലാക്ഷണികം വരച്ചാൽ 85-ാം പടത്തിലെ A പോലെ അനവധി ലേഖകൾ ലഭിക്കും. ഇവയെ 'I–V ലാക്ഷണികലേഖാസഞ്ചയം' എന്നു പറയും.

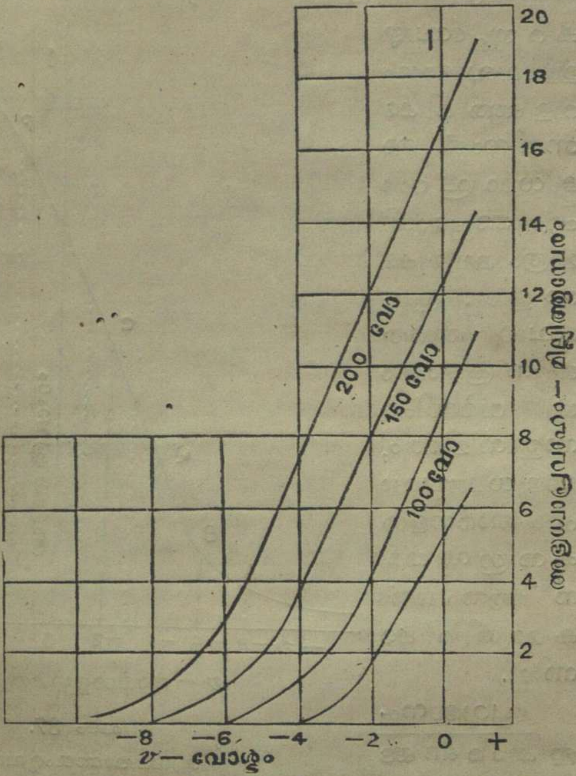


അഭ്യധ്വാശക്നഗ്രഢം

പടം 85.
അഭ്യധ്വാശക്നഗ്രഢം–
അഭ്യധ്വാപ്രവാഹലേഖ.

ഇതുപോലെതന്നെ അഭ്യധ്വാശക്നഗ്രഢം ഒരളവിൽ സ്ഥിരപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടു് അർഗളശക്നഗ്രഢം ക്രമേണ വ്യത്യാസപ്പെടുത്തിയാൽ 87-ാം പടത്തിലെപ്പോലെയുള്ള ലേഖ ലഭിക്കും. ഇതിനെ 'I–v ലാക്ഷണികലേഖ' എന്നു പറയാം. ഒരു ത്രയാധ്വാവിൽ അഭ്യധ്വാശക്നഗ്രഢം 100 വോൾട്ടം, 150 വോൾട്ടം, 200 വോൾട്ടം മുതലായി പല അളവിൽ സ്ഥിരപ്പെടുത്തി മുമ്പിലത്തെപോലെ ലാക്ഷണികം വരച്ചപ്പോൾ കിട്ടിയ ലേഖകളാണു് 86-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അവയ്ക്കു് 'I–v ലാക്ഷണികലേഖാസഞ്ചയം' എന്നാണു പേർ.

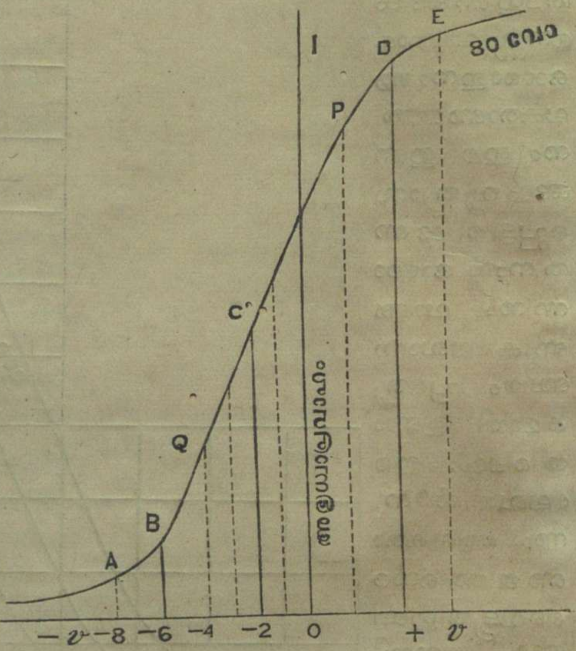
ഈ ലേഖാസഞ്ചയമാണ് സാധാരണയായി ഉപയോഗത്തിൽ വരുന്നതു്. ഇവയിൽനിന്നും ഒരാലക്താണജത്തിന്റെ വ്യക്തിതഗുണങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാം. ഓരോ ഇനം ആലക്താണജത്തിനും ഈ ഗുണങ്ങൾ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ ഓരോന്നിനും ലാക്ഷണിക ലേഖാസഞ്ചയം പ്രത്യേകമായി ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ലേഖയിൽ നിന്നും ആലക്താണജത്തിന്റെ വൈദ്യുതഗുണങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതു് എങ്ങിനെയെന്നു് 87-ാം പടത്തിന്റെ സഹായത്തോടുകൂടെ പരിശോധിക്കാം.



പടം 86.
അർഗളശക്നഗ്രദ്ധം—
അഭ്യധാപ്രവാഹലേഖ.

അഭ്യധാവിൽ 80 വോൾട്ടത്തിനനുസരിച്ചുള്ള ലേഖയായ A B C D E നോക്കുക. ലേഖയുടെ ആദ്യഭാഗം പുറകോട്ടും അവസാനഭാഗം മുമ്പോട്ടും വളഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഇടയ്ക്കുള്ള BD എന്ന ഭാഗം ഏറെക്കുറെ ഋജുവാണ്. അർഗളത്തിന്റെ സ്ഥിരശക്നഗ്രദ്ധം C എന്ന ബിന്ദുവിനു സമമായി −2 വോൾട്ടം ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ അതിന്റെ ശക്നഗ്രദ്ധം ഒരു വോൾട്ടം കൂട്ടുകയൊ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്താൽ അഭ്യധാപ്രവാഹവും ആനുപാതികമായി കൂടുകയും കുറകയും ചെയ്യുന്നു. അർഗ

ളത്തിലെ സ്ഥിരശക്ന്യുദ്ധം B എന്ന ബിന്ദുവിനു സമമായി — 6 വോൾട്ടമാണെങ്കിൽ, അതിൽനിന്നും ശക്ന്യുദ്ധം കുറയുമ്പോഴുള്ള ലേഖാഭാഗം വളഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാൽ അഭ്യധാപ്രവാഹം അല്പമായി മാത്രം ക്ഷയിക്കുന്നതും, കൂട്ടുമ്പോൾ താരതമ്യേന കൂട്ടതലായി വർദ്ധിക്കുന്നതുംനിമിത്തം, അഭ്യധാപ്രവാഹം അർഗളശക്ന്യുദ്ധത്തിന് ആനുപാതികമായിരിക്കുന്നില്ല.

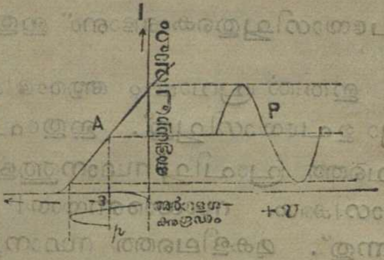


പടം 87.
ആലക്താണജംമൂലമുള്ള
പ്രവൃദ്ധനവും ഗത്യേകീകരണവും.

പ്രവൃദ്ധനം. ഇക്കാരണങ്ങളാൽ അർഗളശക്ന്യുദ്ധത്തിലെ വ്യത്യയങ്ങൾ BD യ്ക്കുകമായിരുന്നാൽ (ഋജുരേഖാഭാഗം) മാത്രമേ അഭ്യധാപ്രവാഹത്തിൽ ആനുപാതികമായ വൃദ്ധിക്ഷയം ഉണ്ടാകുന്നുള്ളു. അതായതു്, കോട്ടംകൂടാതെയുള്ള പ്രവൃദ്ധനം സാധിക്കണമെങ്കിൽ ലാക്ഷണികലേഖയുടെ ഋജുഭാഗം മാത്രം ഉപയോഗിക്കണം.

ഗത്യേകീകരണം. ലേഖയുടെ വക്രഭാഗം A B Q ഉപയോഗിച്ചാൽ ശക്ന്യുദ്ധം കൂട്ടുമ്പോൾ അഭ്യധാപ്രവാഹത്തിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസങ്ങൾ, കുറയുമ്പോഴുള്ളതിൽ വളരെ കൂട്ടതലാകയാൽ ആ ഭാഗം ഗത്യേകീകരണത്തിനുപയോഗിക്കാം.

പ്രത്യഭിശക്നഗ്രഢം. 88-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, സ്ഥിരശക്നഗ്രഢം A എന്ന ബിന്ദുവിനു സമമായി – 3 വോൾട്ടം ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. *p* എന്ന ഒരു പ്രത്യഭിശക്നഗ്രഢാന്തരം അർഗളവും തിരിയും തമ്മിൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ അഭ്യധ്രാപ്രവാഹത്തിൽ, അതേ തരംഗരൂപത്തിൽ P പോലെയുള്ള പ്രത്യഭിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നു. അതായത് അഭ്യധ്രാപ്രവാഹത്തിലുള്ള

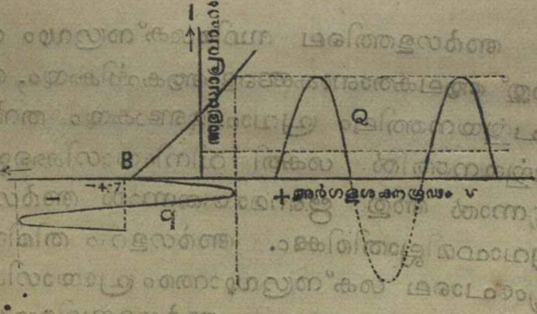


പടം 88.

പ്രത്യഭിശക്നഗ്രഢപ്രവൃദ്ധനം.

വ്യത്യയങ്ങൾ അർഗളത്തിലെ ശക്നഗ്രഢത്തിൻെറ വ്യത്യയങ്ങൾക്കു സൂക്ഷ്മാനുപാതികമായിരിക്കുന്നു. ലേഖയുടെ ഋജുഭാഗം മാത്രമേ ഉപയോഗത്തിൽ വന്നുള്ളു.

89-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ അർഗളത്തിൻെറ സ്ഥിരശക്നഗ്രഢം Bയ്ക്കു സമമായി – 4·7 വോൾട്ടമായിരുന്നാൽ ഫലം എന്താണെന്നു നോക്കാം. *q* എന്നു പോലെ തരംഗരൂപമുള്ള ശക്നഗ്രഢം അർഗളത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ അഭ്യധ്രാപ്രവാഹത്തിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യയങ്ങൾ Q എന്ന തരംഗ



പടം 89.

ഗത്യേകീകരണം.

രേഖകൊണ്ടു പ്രദർശിപ്പിക്കാം. അതിനാൽ അർഗളത്തിൻെറ സ്ഥിരശക്നഗ്രഢം Bയ്ക്കു സമമായി, അതായതു് ലാക്ഷണിക ലേഖയുടെ വളവിൽ, ആയിരുന്നാൽ അർഗളത്തിലെ ശക്നഗ്രഢവ്യത്യയങ്ങൾ അഭ്യധ്രാപ്രവാഹത്തിൽ ആനുപാതികമായ വ്യത്യാസങ്ങൾ പൂർണ്ണമായി വരുത്താതെ, ഒരുവശത്തിനു

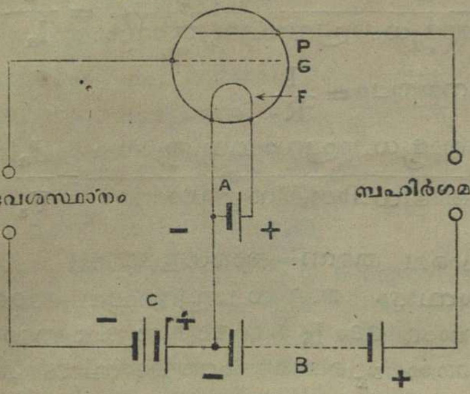
മാത്രം ആനുപാതികമായ വ്യത്യാസങ്ങളെ വരുത്തുന്നുള്ളു. അർഗളത്തിൽ പ്രയോഗിച്ച തരംഗങ്ങൾ ഗത്യേകീകരിക്കപ്പെട്ടുന്നു എന്നുള്ളതാണ് ഫലം. ലാക്ഷണികലേഖയുടെ വക്രഭാഗം ഉപയോഗിച്ചതുകൊണ്ടാണ് ഇതു സാധിച്ചത്.

ഇതിൽ പ്രവാഹം ആരംഭിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തെ വളവാണല്ലോ ഉപയോഗിച്ചത്. ഇതുപോലെതന്നെ പ്രവാഹം അലംഭാവത്തെ പ്രാപിച്ച സ്ഥാനത്തുള്ള മുകളിലത്തെ വളവും ഉപയോഗിക്കാം. സാധാരണയായി താഴത്തേതാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. മുകളിലത്തെ സ്ഥാനത്തു പ്രവാഹം ഉണ്ടായിരിക്കയും അതിനനുസരിച്ചുള്ള വൈദ്യുതിശക്തി ഉപയോഗിക്കയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ താഴത്തേതിൽ ആ പ്രവാഹവും അതിനാലുള്ള നഷ്ടവും ഇല്ല എന്നുള്ളതാണ് ഇതിൻെറ വിശേഷഗുണം. ഇതിൽനിന്നും ത്രയാധ്രാവിലെ അർഗളവും തിരിയും തമ്മിലുള്ള ദോലനശക്ത്യന്തരത്തിൻെറ ഒരു ഭാഗത്തിനു മാത്രം ആനുപാതികമായ, അതായത് ഗത്യേകീകരിക്കപ്പെട്ട, ഫലമാണ് അഭ്യധ്രാപ്രവാഹത്തിൽ കിട്ടുന്നത് എന്നു കാണാം. ഈവിധത്തിൽ ത്രയാധ്രാവിന് ഗത്യേകീകരണവും സാധിക്കുന്നുണ്ട്.

അർഗളത്തിലെ സ്ഥിരശക്ത്യന്തരം ധനമായിരുന്നാൽ, അത് ആലക്താണുകങ്ങളെ ആകർഷിക്കയും, അതിനാൽ അർഗളപഥ്യയനത്തിലും പ്രവാഹമുണ്ടാകയും തൻമൂലം ഉൽക്ഷിപ്തപഥ്യയനത്തിൽ ശക്തി വിനിയോഗിക്കപ്പെട്ടുകയും ചെയ്യും. എന്നാൽ അത് ഋണമായിരുന്നാൽ അർഗളപഥ്യയനത്തിൽ പ്രവാഹമില്ലാതിരിക്കും. അർഗളവും തിരിയും തമ്മിൽ ആവശ്യംപോലെ ശക്ത്യന്തരം പ്രയോഗിക്കാമല്ലോ. അതിനാൽ സാധാരണയായി അർഗളസ്ഥിരശക്ത്യന്തരം ഋണമായിരിക്കും.

൯൦-ാംപടത്തിൽ ഒരു ത്രയാധ്രാവിൽ അതിനു വേണ്ട ബാററികളും മററു പഥ്യയനങ്ങളും എങ്ങനെ ബന്ധിക്കുന്നു എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. A തിരിയെ ചൂടാക്കുന്നതിനും, B അഭ്യധ്രാവിൽ വേണ്ട ധനശക്ത്യന്തരം പ്രയോഗിക്കുന്നതിനും, C അർഗളത്തിൽ സ്ഥിര ഋണശക്ത്യന്തരം സ്ഥാ

പിക്കുന്നതിനുമുള്ള ബാറററികളാണ്. Aയുടെയും Bയുടെയും ഋണാഗ്രങ്ങളും Cയുടെ ധനാഗ്രവും ഒരുമിച്ചാണ് ബന്ധിച്ചി



പടം 90.

ത്രയാധപാവിൽ ബാറററികളും മററ പഥ്യയനങ്ങളും ബന്ധിക്കുന്നതു്.

രിക്കുന്നതു്. പ്രവൃദ്ധിപ്പെടേണ്ട ശക്ത്യഗ്രദ്ധം ഉൾപ്രവേശസ്ഥാനത്തു് അർഗളവും തിരിയും തമ്മിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. പ്രവൃദ്ധിപ്പെട്ട ശക്ത്യഗ്രദ്ധവും പ്രവാഹവും അഭ്യധപാപഥ്യയനത്തിൽ ബഹിർഗ്ഗമനസ്ഥാനത്തു ലഭിക്കുന്നു.

ആലക്താണുജനിർദ്ദേശകങ്ങൾ. ഇപ്പോൾ അനേകജാതി നാളങ്ങൾ ഉപയോഗത്തിലുണ്ട്. ഓരോന്നിൻെറയും പ്രവർത്തനസാദ്ധ്യതകൾ കുറെ ഉപാധികളുടെ പരിമാണം കൊണ്ടു നിർണ്ണയിക്കാം. അഭ്യധപാവിലെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധം ഭേദപ്പെടുമ്പോൾ അഭ്യധപാപ്രവാഹത്തിൽ വ്യത്യാസം വരുന്നു എന്നു കണ്ടുവല്ലോ. ഈ ശക്ത്യഗ്രദ്ധാന്തരം V_a യെ അതിനാലുണ്ടാകുന്ന അഭ്യധപാപ്രവാഹവ്യത്യാസം I_a കൊണ്ടു ഹരിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ഫലത്തെ ആലക്താണുജത്തിൻെറ 'ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിതപം' (internal resistance) R എന്നും അതിൻെറ വ്യൽക്രമത്തെ 'ആഭ്യന്തരസംനയതപം' (internal conductance) $\frac{1}{R}$ എന്നും പറയും. ഇതിൻെറ പരിമാണം അർഗളശക്ത്യഗ്രദ്ധത്തെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് അതു സൌകര്യമായ ഒരു പരിമാണത്തിൽ ക്ലുപ്തപ്പെടുത്തിയിരിക്കും.

ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിതപം = R

$$= \frac{\text{അഭ്യധപാശക്നഗ്രസ്ഥാന്തരം}}{\text{അഭ്യധപാപ്രവാഹവ്യത്യാസം}} = \frac{V_a}{I_a} \cdots\cdots\cdots (26)$$

ആഭ്യന്തരസംനയതപം = $\frac{1}{R}$

$$= \frac{\text{അഭ്യധപാപ്രവാഹവ്യത്യാസം}}{\text{അഭ്യധപാശക്നഗ്രസ്ഥാന്തരം}} = \frac{I_a}{V_a} \cdots\cdots (26_a)$$

ഇതുപോലെ തന്നെ അർഗളത്തിലെ ശക്നഗ്രസ്ഥം ഭേദപ്പെടുത്തുമ്പോഴും അഭ്യധപാപ്രവാഹം ഭേദപ്പെടുമല്ലോ. അഭ്യധപാപ്രവാഹഭേദം I_a യെ അതിനു കാരണമായ അർഗള ശക്നഗ്രസ്ഥാന്തരം, v_g കൊണ്ടു ഹരിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ഫല ത്തെ 'പരസ്പരസംനയതപം' (mutual—) എന്നു പറയുന്നു.

$$\text{പരസ്പരസംനയതപം} = \frac{\text{അഭ്യധപാപ്രവാഹവ്യത്യാസം}}{\text{അർഗളശക്നഗ്രസ്ഥാന്തരം}} = \frac{I_a}{v_g} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (27)$$

ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിതപത്തിൻെറയും പരസ്പരസംനയ തപത്തിൻെറയും ഗുണനഫലം ആലക്താണജത്തിൻെറ പ്രവൃ ദ്ധകതപം m ആണെന്നു കാണാം.

പ്രവൃദ്ധകതപം = m

= ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിതപം × പരസ്പരസംനയതപം

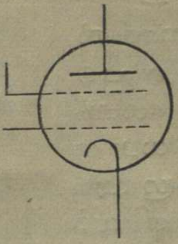
$$= \frac{V_a}{I_a} \times \frac{I_a}{v_g} = \frac{V_a}{v_g} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (28)$$

ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിതപവും പരസ്പരസംനയതപവും വർ ദ്ധിക്കുമ്പോൾ ആലക്താണജത്തിൻെറ പ്രവൃദ്ധകതപവും ആനു പാതികമായി വർദ്ധിക്കുന്നു.

തിരസ്കരണാർഗളവാൽവ് (screened grid tube)

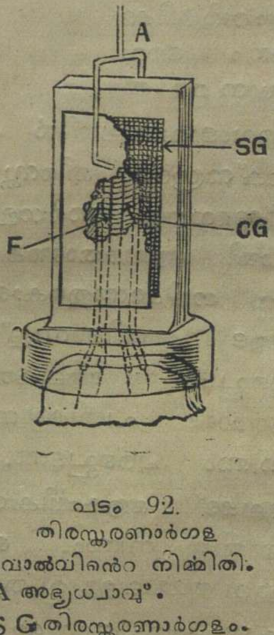
ത്രയാധപാവിലെ അർഗളത്തെ ചുററി, അതിനു പുറത്താ യി, ഒരർഗളം കൂടി സ്ഥാപിച്ചാൽ ആലക്താണജം 'ചതുര ധപാവു്' (tetrode) ആയിത്തീരും. അപ്പോൾ ഉള്ളിലെ അർഗളത്തെ നിയന്ത്രണാഗ്ളമെന്നും മററതിന്നെ 'തിരസ്കര

ണാഗ്ഗള'മെന്നുമാണ് വിളിക്കുന്നതു്. ഇതിനെ 91-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ കുറിക്കുന്നു.



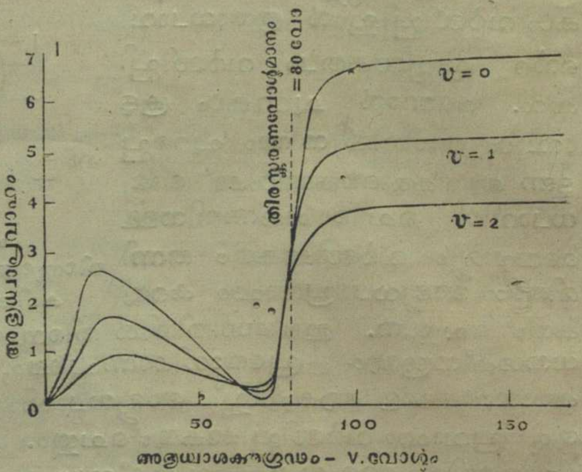
പടം 91.
തിരസ്കരണാർഗളവാൽവിനെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം.

നിയന്ത്രണാഗ്ഗളത്തിലെ ചുററുകം വർദ്ധിപ്പിച്ചാൽ ത്രയാധ്രാവിൻെറ പ്രവൃദ്ധകതം വർദ്ധിപ്പിക്കാം. എന്നാൽ ചുററുകം കൂട്ടുമ്പോഠം തിരിയിൽ നിന്നും പുറപ്പെട്ടുന്ന ആലക്താണുകങ്ങഠംക്കു് അഭ്യധ്രാവിൽ ചെന്നുചേരുന്നതിനുള്ള വൈഷമ്യം വർദ്ധിക്കുകയും തന്നിമിത്തം അഭ്യധ്രാപ്രവാഹം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സ്ഥിതിയിൽ തിരസ്കരണാർഗളത്തിൽ ധനശക്തഗ്രദ്ധം പ്രയോഗിക്കുന്നപക്ഷം, അതു് ആലക്താണുകങ്ങളെ ആകർഷിച്ചു് അഭ്യധ്രാവിലേക്കു നയിക്കുകയും, പ്രവാഹം വർദ്ധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യും. സാധാരണ ഉപയോഗത്തിൽ അഭ്യധ്രാവിലെ ശക്തഗ്രദ്ധത്തിൻെറ പകുതി കുമേൽ മൂന്നിൽ രണ്ടുഭാഗത്തിനകമുള്ള ശക്തഗ്രദ്ധം ഇതിൽ പ്രയോഗിക്കാം. ഈവിധത്തിൽ, അഭ്യധ്രാപ്രവാഹം അമിതമായി കുറയ്ക്കാതെ പ്രവൃദ്ധകതം, ത്രയാധ്രാവിൻെറ വളരെ മടങ്ങു കൂട്ടുവാൻ സാധിക്കുന്നു. ത്രയാധ്രാവിൻെറ അഭ്യധ്രാപര്യയനത്തിലുണ്ടാകുന്ന പ്രവാഹവ്യത്യയങ്ങഠം നിയന്ത്രണാർഗളപര്യയനത്തെ അല്പമായി ബാധിക്കുന്നുണ്ടു്. ചതുരധ്രാവിൽ നിയന്ത്രണാർഗളത്തിനും അഭ്യധ്രാവിനും ഇടയ്ക്കു് ഒരർഗളം കൂടിയുള്ളതിനാൽ ഇതുഭവിക്കുന്നില്ല. അതിനാലാണു് രണ്ടാമത്തെ അർഗളത്തെ 'തിരസ്കരണാർഗളം' എന്നും മേൽ കാണിച്ച രീതിയിലുള്ള നാളത്തെ 'തിരസ്കരണാർഗളവാൽവ്' എന്നും പറയുന്നതു്. 92-ാം പടത്തിൽ ഇതിൻെറ നിർമ്മിതി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



പടം 92.
തിരസ്കരണാർഗളവാൽവിൻെറ നിർമ്മിതി.
A അഭ്യധ്രാവു്.
S G തിരസ്കരണാർഗളം.
C G നിയന്ത്രണാർഗളം.
F തിരി.

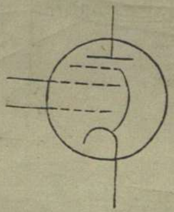
ഇതിൻെറ ലാക്ഷണികലേഖാസഞ്ചയം 93-ാംപടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. തിരസ്കരണാർഗളശക്ന്ഗ്രഢം ഒരു പരിമാണത്തിൽ ക്ലുപ്തപ്പെടുത്തിയ ശേഷം അഭ്യധാശക്ന്ഗ്രഢം ക്രമമായി വർദ്ധിപ്പിക്കുമ്പോൾ അഭ്യധാപ്രവാഹം ആദ്യമായി വർദ്ധിക്കുകയും പിന്നീടു ക്ഷയിക്കയും പിന്നെയും വർദ്ധിക്കുകയും അവസാനത്തിൽ



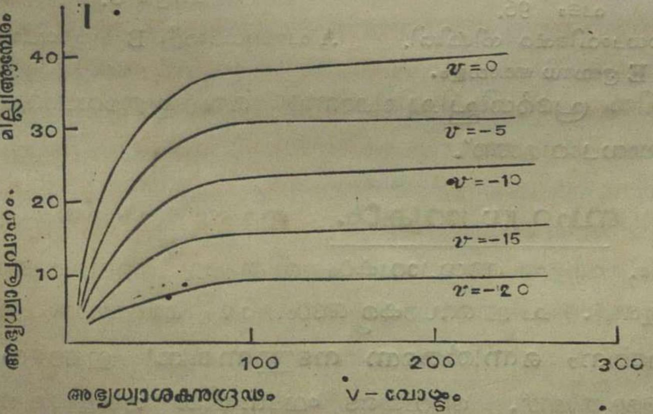
പടം 93.
തിരസ്കരണാർഗളവാൽവിൻെറ
ലാക്ഷണിക ലേഖ.

അലംഭാവനിലയിൽ എത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അഭ്യധാശക്ന്ഗ്രഢം തിരസ്കരണാർഗളശക്ന്ഗ്രഢത്തിൽ കുറഞ്ഞിരിക്കുമ്പോൾ അർഗളത്തിലെ ശക്ന്ഗ്രഢത്താൽ ആകൃഷ്ടമായി ആലക്താണുകങ്ങൾ അഭ്യധാവിൽ നിന്നും തിരിച്ചു ഗമിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് അതിലേക്കുള്ള പ്രവാഹം ആദ്യം ക്ഷയിക്കുന്നതു്. അതായതു്, തിരിയിൽ നിന്നും പുറപ്പെടുന്ന ആലക്താണുകങ്ങൾ അഭ്യധാവിൽ ബലത്തോടെ പതിക്കുമ്പോൾ ആലക്താണുകങ്ങൾ അതിൽ നിന്നും പുറപ്പെടുന്നു. ഇവയെ തിരസ്കരണാർഗളം അതിലേക്ക് ആകർഷിക്കയും അങ്ങനെ അഭ്യധാവിലോട്ടും അതിൽ നിന്നും, ഓരോ പ്രവാഹമുണ്ടാകുകയും ചെയ്യും. ഇവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം മാത്രമേ അഭ്യധാപ്രവാഹമായി പ്രത്യക്ഷപ്പെടുകയുള്ളൂ. ഇങ്ങനെ അഭ്യധാവിൽനിന്നുമുണ്ടാകുന്ന ആലക്താണുകപ്രവാഹത്തിന് 'ദ്വിതീയാലക്താണുകപ്രവാഹം' എന്നു പറയാം.

പഞ്ചാധ്രാവ് (pentode), ദ്വിതീയപ്രവാഹം നിമിത്തം നിമ്നാഭിക്ഷ്ണതാന്ദോലനത്തെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നതിനു ചതുരധ്രാവ് ഉപയോഗയോഗ്യമല്ല. തിരസ്കരണാർഗളത്തിനും അഭ്യധ്രാവിനും ഇടയ്ക്കു് ഒരർഗളം കൂടി സ്ഥാപിച്ച്, ആലകതാണുജത്തിനുള്ളിൽതന്നെ അപാധ്രാവുമായി ബന്ധിക്കുന്നപക്ഷം, ദ്വിതീയാലകതാണുകങ്ങൾ അതിലത്തുടം വന്നശേഷം, തിരിയെ അഭ്യധ്രാവിൽതന്നെ പോകുമെന്നുള്ളതിനാൽ ദ്വിതീയപ്രവാഹത്തിൻെറ ന്യൂനതകൾ പരിഹരിക്കാം. അപ്പോൾ ഈ ആലകതാണുജത്തിൽ ഇതുംകൂടി ചേർത്ത് അഞ്ചധ്രാക്കൾ ഉള്ളതുകൊണ്ടു് അതിനെ 'പഞ്ചാധ്രാവ്' എന്നാണ് വിളിക്കുന്നതു്. ഇതിനെ 94-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ കുറിക്കുന്നു. അതിൻെറ ലാക്ഷണികലേഖാസഞ്ചയം 95-ാം പടത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ചതുരധ്രാവിലെ ലേഖയുടെ



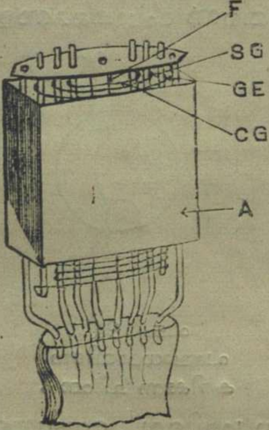
പടം 94
പഞ്ചാധ്രാവിനെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം.



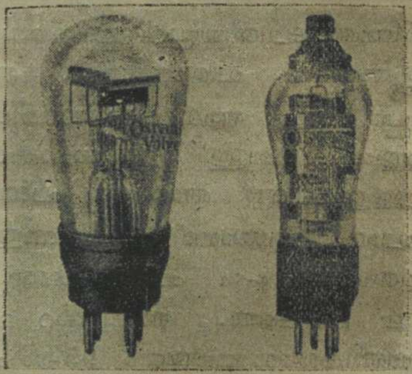
പടം 95.
പഞ്ചാധ്രാവിൻെറ ലാക്ഷണികലേഖാസഞ്ചയം.

കീഴോട്ടുള്ള ഭാഗം നീങ്ങിക്കിട്ടിയതായി കാണാം. ഇതിൽ

അഭ്യധ്വാപ്രവാഹം ധാരാളമുള്ളതിനാലും പ്രവൃദ്ധകത്വം കുറവല്ലാത്തതിനാലും ആദായകത്തിന്റെ അവസാനഘട്ടത്തിൽ നാദാഭീക്ഷ്ണതാദോലനത്തെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്നു. ഈയിടെയായി ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയിലുപയോഗിക്കത്തക്ക പഞ്ചാധ്വാക്കളും നിർമ്മിക്കുന്നുണ്ട്. ഇതിന്റെ നിർമ്മിതി 96-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. 3-ാം ചി-



പടം 96.
പഞ്ചാധ്വാവിന്റെ നിർമ്മിതി.
G E ഭ്രൂബന്ധ അർഗളം.



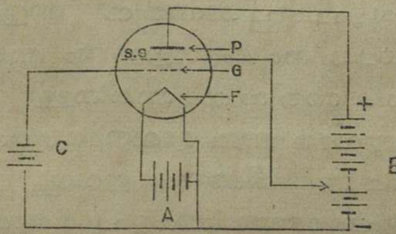
A B

ചിത്രം 3.
A പഞ്ചാധ്വാവ്. B ചതുരധ്വാവ്.

ത്രത്തിൽ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് ഒരു ചതുരധ്വാവും ഒരു പഞ്ചാധ്വാവുമാണ്.

ബഹ്വധ്വാവുകൾ. ഇവയെ കൂടാതെ ആറും, ഏഴും, എട്ടും, അധ്വാവുകൾ വീതമുള്ള ആലക്താണ്ഡജങ്ങളും ഉണ്ട്. ചില സൌകര്യങ്ങൾക്കായി രണ്ടു വാൽവുകളുടെ പ്രവർത്തനം ഒന്നിൽതന്നെ നടത്തുന്നതിന് ഇങ്ങനെ ചേർത്തിട്ടുള്ളതാണ്. അവയുടെ ഘടനയിൽ മുകളിൽ വിശദീകരിച്ച തത്വങ്ങളെ കൂടാതെ പുതുതായി ഒന്നുംതന്നെ ഉപയോഗിച്ചിട്ടില്ല. അവയ്ക്കു്, യഥാക്രമം 'ഷഡധ്വാവ്' (hexode), 'സപ്താധ്വാവ്' (heptode), അഷ്ടാധ്വാവ്' (octode), എന്ന പേരുകൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

<u>റേഡിയോ ബാററി.</u> റേഡിയോയിൽ മൂന്നുവിധ ആവശ്യങ്ങൾക്കാണല്ലോ ബാററിയുടെ ഉപയോഗം: (1) ആലക്താണജത്തിലെ തിരിയെ ചൂടുപിടിപ്പിക്കുന്നതിനു വേണ്ട പ്രവാഹം ലഭിക്കുന്നതിന്, (2) അതിൻെറ തിരിയും ധനാധ്രാക്കളും തമ്മിൽ വേണ്ട ശക്നഗ്രഢാന്തരം പ്രയോഗിച്ച് അഭ്യധ്രാപ്രവാഹം ഉത്ഭവിപ്പിക്കുവാൻ, (3) അതിൻെറ തിരിയും അർഗളവും തമ്മിൽ ആവശ്യംപോലെ ശക്നഗ്രഢാന്തരം ലഭിക്കുന്നതിന്. സൌകര്യം പ്രമാണിച്ച്, ഒന്നാമത്തേതിനെ എ ബാററി എന്നും, രണ്ടാമത്തേതിനെ ബി ബാററി എന്നും, മൂന്നാമത്തേതിനെ സി ബാററി എന്നുമാണ് പറഞ്ഞുവരുന്നത്. ഇവയും ആലക്താണജവുമായുള്ള ബന്ധനം 90-ം 97-ം പടങ്ങളിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. എ ബാററിയിൽ നിന്നും പ്രവാഹം ധാരാളം വേണ്ടിയിരിക്കുന്നതിനാൽ സാധാരണയായി ദ്വിതീയഘടങ്ങളാണ് അതിനുപയോഗിക്കുന്നത്. ബി ബാററിയിൽ നിന്നുമുള്ള പ്രവാഹം വളരെ കുറവാണെങ്കിലും അതിൽ നിന്നു സാധാരണ ആദായകത്തിൽ 70-മുതൽ 200-വരെ വോൾട്ടും ശക്നഗ്രഢാന്തരം ലഭിക്കണം. അതിനാൽ ചിലപ്പോഴെല്ലാം ചെറിയ തോതിലുള്ള ദ്വിതീയഘടങ്ങളും മിക്കപ്പോഴും ശുഷ്കഘടങ്ങളും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. അഭ്യധ്രാപ്രവാഹം കൂടിയിരുന്നാൽ ഇതിനുപയോഗിക്കുന്ന ശുഷ്കഘടങ്ങൾ അധികകാലത്തേക്കു പയോഗിക്കാൻ സാധിക്കാഴികയാൽ കൂടക്കൂടെ മാറേണ്ടിവരുന്നു. സാധാരണയായി അർഗളവും തിരിയും തമ്മിൽ പ്രവാഹമില്ലാത്തതിനാൽ സി ബാററിയിൽ പ്രവാഹം ആവശ്യമില്ലെന്നുതന്നെ പറയാം. അതിലേക്കു ശുഷ്കഘടങ്ങൾ ധാരാളം മതിയാകും. അവ ദീർഘകാലത്തേക്ക് ഉപയോഗപ്പെടുകയും ചെയ്യും.



പടം 97.
തിരസ്കരണാർഗളവും ബാററിയുമായുള്ള ബന്ധനം.

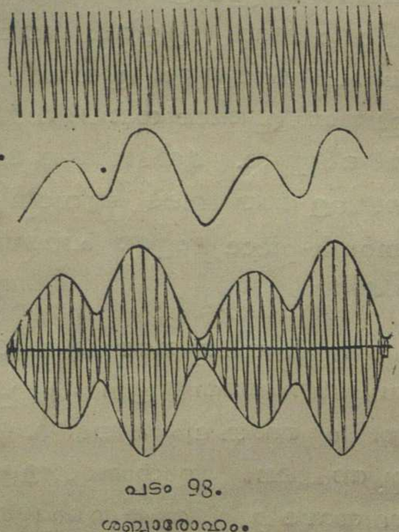
പട്ടണങ്ങളിലും മററും, വെളിച്ചത്തിൻെറയും ശക്തിയുടെയും ആവശ്യങ്ങൾക്കായി, വിദ്യുച്ഛക്തിവിതരണം ഉണ്ടായിരിക്കുമല്ലോ. അങ്ങനെയുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ ബാററിക്കൂടാതെ അത്തരം പ്രവാഹത്തിൽ നിന്നും റേഡിയോയ്ക്കു് ആവശ്യമുള്ള വൈദ്യുതിശക്തി ലഭിക്കും. നഗരവിദ്യുച്ഛക്തി പ്രത്യഭിപ്രവാഹമായിരുന്നാൽ ഭേദകം ഉപയോഗിച്ചു് അതിൻെറ വോൾട്ടമാനം ആവശ്യംപോലെ കൂട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്യാം. ഉദാഹരണമായി, 230 വോൾട്ടമുള്ള നഗരവിദ്യുച്ഛക്തിയിൽ നിന്നും ഒരു ആലക്താണജത്തിലെ തിരിക്കു് 4 വോൾട്ടവും, അഭ്യധാവിനു് 250 വോൾട്ടവും, ആർഗളത്തിനു് 15 വോൾട്ടവും വേണമെങ്കിൽ, ഓരോന്നിനും യോജിച്ച ഭേദകം ഉപയോഗിച്ചാൽ അതാതിനു വേണ്ട വോൾട്ടമാനം ലഭിക്കും. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്നതു് പ്രത്യഭിശക്നഗ്രദ്ധമായിരിക്കുമല്ലോ. തിരി ചൂടുപിടിപ്പിക്കുന്നതിനു് അതുപയോഗിക്കാമെങ്കിലും അഭ്യധാവിനും അർഗളത്തിനും അഭിശക്നഗ്രദ്ധം ആവശ്യമായിരിക്കുന്നതിനാൽ അതിനുള്ള ഭേദകത്തിലെ പ്രവാഹത്തെ ആലക്താണജം മുഖേനയോ മററുവിധത്തിലോ ഗത്യേകീകരിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഇവയ്ക്കു വേണ്ട സാമഗ്രികളോടുകൂടിയ ഉപകരണത്തിൻെറ ഉപയോഗത്താൽ ബാററിയുടെ ആവശ്യം നിറവേററാം. അതിനെ 'ബാററിനിഷ്കാസിനി' (battery eliminator) എന്നോ ചുരുക്കത്തിൽ 'നിഷ്കാസിനി' എന്നോ പറഞ്ഞുവരുന്നു. നിഷ്കാസിനി പ്രത്യേകമായോ റേഡിയോ ആദായകത്തിൽ ചേർത്തോ നിർമ്മിക്കാം. ഇക്കാലത്തുള്ള പ്രത്യഭിപ്രവാഹാദായകങ്ങളിലെല്ലാം ഇതു് ആദായകത്തോടു ചേർത്തു തന്നെയാണു് നിർമ്മിക്കുന്നതു്. അതിനാൽ ഇത്തരം ആദായകങ്ങൾ നഗരവിദ്യുച്ഛക്തിയുമായി ബന്ധിച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ ബാററിയുടെ സകല ആവശ്യങ്ങളും നിറവേറുന്നു.

സൂക്ഷ്മസ്വനി (microphone)

സംഗീതം, പ്രസംഗം മുതലായവ പ്രക്ഷേപണം ചെയ്യുന്നതിനു് ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ ആദ്യമായി വൈദ്യുതിപ്രവാഹതരംഗങ്ങളായി പരിവർത്തനം ചെയ്യേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ശബ്ദം

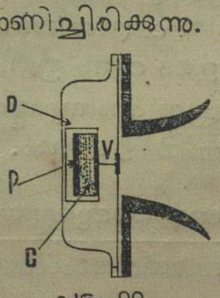
തന്നിരൂപത്തിൽ അധികദൂരം പോകുന്നില്ലെന്നുള്ളതു് നിത്യാനുഭവമാണല്ലോ. എന്നാൽ അവയെ വൈദ്യുതിപ്രവാഹതരംഗങ്ങളാക്കിയശേഷം, വാഹകതരംഗത്തിൽ 'ആരോഹിച്ച്', (modulate) അങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന 'ആരൂഢ' (modulated) തരംഗങ്ങളെ ആകാശത്തിൽ പ്രസരിപ്പിക്കാം. വാഹകതരംഗങ്ങൾ എത്ര ദൂരം പോകുമോ അത്രയും ദൂരം അതോടുകൂടി ആരൂഢവൈദ്യുതതരംഗങ്ങളും പോകുന്നതാണു്.

98-ാം പടത്തിൽ A വാഹകതരംഗത്തേയും B ശബ്ദതരംഗത്തിന് അനുരൂപമായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹതരംഗത്തേയും C ആരൂഢതരംഗത്തേയും പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു.



പടം 98.
ശബ്ദാരോഹം.

ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ തത്തുല്യങ്ങളായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹതരംഗങ്ങളായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നതിനുള്ള ഉപകരണമാണു് 'സൂക്ഷ്മസ്വനി'. പലമാതിരി സൂക്ഷ്മസ്വനികളുണ്ടു്. 'ഇംഗാലസൂക്ഷ്മസ്വനി' (carbon—) അവയിൽ ഏററവും ലഘുവായ ഒന്നാണു്. ഇതിനെ 99-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ പ്രധാനമായി, ഇംഗാലംകൊണ്ടോ ലോഹംകൊണ്ടോ ഉണ്ടാക്കിയ നേരിയ ഒരു വൃത്തദലം V മുമ്പിലും, അതിനു പിമ്പിലായി കട്ടപ്പമുള്ള അനവധി ചെറിയ ഇംഗാലഗോളകങ്ങൾ C യും, അതിനു പിമ്പിലായി ഘനമുള്ള ഒരു ഇംഗാലതകിടു് P യും ഉണ്ടു്. ഗോളകങ്ങളെ ചുററിയുള്ള വളയം D കവ



പടം 99.
ഇംഗാലസൂക്ഷ്മസ്വനി.

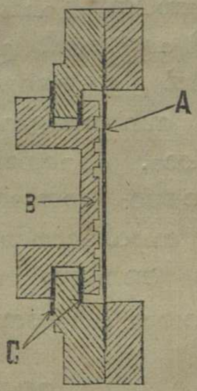
ചീകരണ സാധനം കൊണ്ടാണ് നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത്. മുമ്പിലത്തെ ദലം പരിധിയിൽ മാത്രം ഉറപ്പിച്ചും മദ്ധ്യഭാഗം ഇംഗാലഗോളകങ്ങളിൽ ഏറെക്കുറെ തൊട്ടുമിരിക്കും. മുമ്പിലും പിമ്പിലുമുള്ള തകിടുകൾ ഓരോ കീലവുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ ഒന്നിൽനിന്നും മറേറതിലേക്ക് ഗോളകങ്ങളിൽക്കൂടി വൈദ്യുത് പ്രവാഹം ഉണ്ടാകാം. തകിടുകൾ തമ്മിലുള്ള വൈദ്യുതിപ്രതിരോധിത്വം അവയും ഗോളകങ്ങളും തമ്മിൽ എന്തുമാത്രം ഞെരുങ്ങിയിരിക്കുന്നു എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കൂടുതൽ ഞെരുങ്ങിയിരിക്കുമ്പോൾ പ്രതിരോധിത്വം കുറയുകയും പ്രവാഹം വർദ്ധിക്കയും ചെയ്യും. മറിച്ചായാൽ പ്രതിരോധിത്വം വർദ്ധിക്കയും പ്രവാഹം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. മുൻഭാഗത്തെ ദലത്തിൻെറ മുമ്പിൽ ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ അതിലേക്ക് ആവജ്ജിക്കുന്നതിലേക്കായി 'മുഖസ്ഥം' (mouth-piece) എന്നു പറയാവുന്ന ഒരു കുമ്പിൾ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

സൂക്ഷ്മസ്വനിയുടെ കീലങ്ങൾ ഒരു ബാററിയുമായി ബന്ധിച്ചാൽ അതിൽക്കൂടി അപ്പോൾ ഒരു പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നു. എന്തെങ്കിലും കാരണത്താൽ മുൻഭാഗത്തെ ദലം വിറയ്ക്കുന്നപക്ഷം ഇംഗാലഗോളകങ്ങളുമായുള്ള സമ്മർദ്ദം വിറയലനുസരിച്ച് വ്യത്യയപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കും. അതിനാൽ അതിൽക്കൂടിയുള്ള പ്രവാഹം തീവ്രതയിൽ തദനുസാരം വ്യത്യയപ്പെട്ട് സ്പന്ദപ്രവാഹമായിത്തീരുന്നു. ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ ഫലകത്തിൽ വീഴുമ്പോഴത്തെ സ്ഥിതിയും ഇതുതന്നെ. ശബ്ദതരംഗങ്ങളുടെ വിസ്തൃതിക്കും അഭിക്ഷ്ണതയ്ക്കും അനുരൂപമായ സ്പന്ദപ്രവാഹം സൂക്ഷ്മസ്വനിയുമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന പയ്യനത്തിൽ ഉണ്ടാകും.

<u>വേഗതാസൂക്ഷ്മസ്വനി (velocity—)</u>. ശബ്ദതരംഗങ്ങളാൽ വായുവിൻെറ അംശങ്ങളുടെ വേഗതയിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി വേഗതാസൂക്ഷ്മസ്വനി എന്ന ഒരു തരവും ഉണ്ട്. ഒരു കാന്തമണ്ഡലത്തിൽ വലിച്ചുറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള നേരിയലോഹവാറിൽ ശബ്ദനിപാതനത്താൽ ഉളവാകുന്ന അനു

രൂപമായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തെയാണ് ഇതിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

സംഭരണിസൂക്ഷ്മസ്വനി (condenser—). 100-ാം പടത്തിൽ ഇതിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. വളരെ അടുത്തിരിക്കുന്നെങ്കിലും തമ്മിൽ തൊടാത്ത രണ്ടു ലോഹത്തകിടുകൾ .A യും B യുമുള്ളതിൽ ഒന്ന് A നേരിയതായിരിക്കും. ഈ ദലത്തിൽ ശബ്ദതരംഗങ്ങളാൽ ദോലനം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ Aയും Bയും തമ്മിലുള്ള അകലത്തിൽ തത്തുല്യങ്ങളായ വ്യതിയാനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. തദനുസാരം അതിന്റെ വൈദ്യുതിസംഭരണതാത്തിലും വ്യത്യയങ്ങൾ സംഭവിക്കുകയും തന്നിമിത്തം അതു് അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പയ്യനത്തിൽ ശബ്ദതുല്യമായ വൈദ്യുതിദോലനം ഉത്ഭവിക്കയും ചെയ്യും. തകിടുകളെ തമ്മിൽ കവചീകരിക്കുന്നതിനാണ് C.



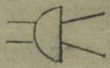
പടം 100
സംഭരണി സൂക്ഷ്മസ്വനി.

ചലവലയസൂക്ഷ്മസ്വനി (movingcoil—). ഒരു കാന്തമണ്ഡലത്താൽ ചലിക്കത്തക്കവണ്ണമുള്ള ഒരു വലയവും, അതിനോടു ഘടിപ്പിച്ച്, ശബ്ദനിപതനത്താൽ ദോലനം ചെയ്യുന്ന ഒരു ദലവുമോ കടലാസ് സ്തൂപിയുമോ ഉണ്ടായിരിക്കും. അതിൽ ശബ്ദം പതിക്കുമ്പോൾ വലയവും അനുരൂപമായി ദോലനം ചെയ്കയും അതിൽ തത്തുല്യമായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹമുണ്ടാകയും ചെയ്യുന്നു.

മററു പലതരം സൂക്ഷ്മസ്വനികളുമുണ്ടു്. എല്ലാം ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ തത്തുല്യങ്ങളായ വൈദ്യുതിദോലനപ്രവാഹമായി വിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. ചിലതിന്റെ പ്രതിവർത്തനം ശബ്ദത്തിന് സൂക്ഷ്മാനുരൂപമായിരിക്കും. മററു ചിലതിൽ 'സംവേദനം' (sensitiveness) കൂടിയിരിക്കും. വേറേ ചിലതു് എല്ലാ അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കും ഒരു പോലെ പ്രതിവർത്തിക്കും. പലതും എല്ലാദിക്കിൽ നിന്നുമുള്ള ശബ്ദങ്ങളെ ഏറാക്കുറെ

ഒരുപോലെ സ്വീകരിക്കും. വേറേ ചിലതു് ഒരു ദിക്കിൽ നിന്നും വരുന്നതുമാത്രമേ ശരിയായി ഗ്രഹിക്കൂ. ഓരോന്നും ഇങ്ങനെ പലഗുണങ്ങളും ചില ദോഷങ്ങളും ഉള്ളവയാണു്.

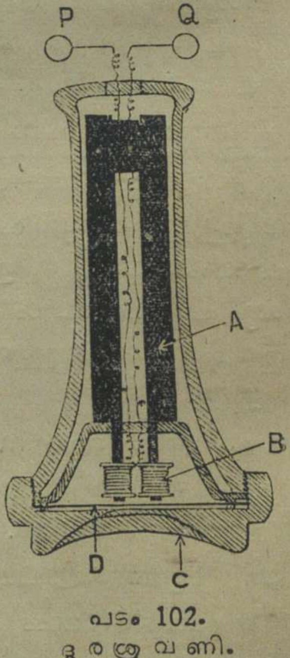
ഇവയിൽ ഏതാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതെന്നുള്ളതു് സന്ദർഭം അനുസരിച്ചിരിക്കും. പ്രസംഗത്തിനും മററും ഒററ സൂക്ഷ്മസ്വനി ഉപയോഗിച്ചാൽ മതിയാകും. ഒരു പാട്ടുകച്ചേരി പൂർണ്ണമായി പ്രക്ഷേപിക്കണമെങ്കിൽ കൂട്ടതലെണ്ണം മുറിയിൽ പല സ്ഥാനങ്ങളിലായി സ്ഥാപിച്ചിരിക്കും. പുറമെനിന്നുമുള്ള ഇതര ചലനങ്ങൾ ഇതിൻെറ പ്രവർത്തനത്തെ ബാധിക്കാതിരിക്കാൻ ചുരുളുവില്ലുപയോഗിച്ചുള്ള താങ്ങിൽ അതിനെ നിർത്തുന്നു. 101-ാം പടത്തിൽ സൂക്ഷ്മസ്വനിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നമാണു് കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്.



പടം 101.
സൂക്ഷ്മസ്വനി ചിഹ്നം.

ദൂരശ്രുവണി (telephone)

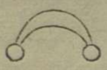
ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ തത്തുല്യമായ വ്യത്യയവൈദ്യുതിപ്രവാഹമാക്കിത്തീർക്കുന്നതിനാണല്ലോ സൂക്ഷ്മസ്വനി. ആദായകത്തിൽ, ഈ വൈദ്യുതിദോലനപ്രവാഹത്തെ തിരിച്ചു് മൂലശബ്ദമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നതിനാണു് ദൂരശ്രുവണി. സൂക്ഷ്മസ്വനിയെപ്പോലെ പല തത്വങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി പലതരത്തിൽ ഇതിനെ നിർമ്മിച്ചിട്ടുണ്ടു്. പ്രവർത്തനം മനസ്സിലാകുവാൻ ഏററവും എളുപ്പമുള്ള ഒന്നിനെയാണു് 102-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്.



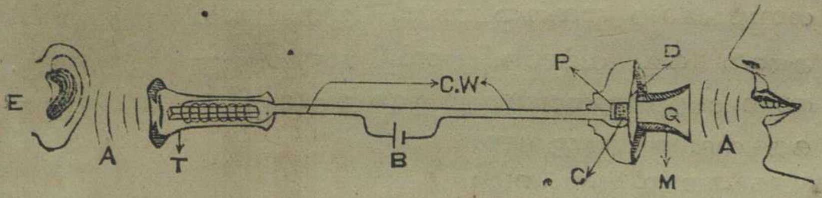
പടം 102.
ദൂരശ്രുവണി.

കുതിരലാടരൂപത്തിലുള്ള ഒരു കാന്തം Aയുടെ രണ്ടഗ്രങ്ങളിലും തുടരെ ചുററിയിട്ടുള്ള വലയം Bയുണ്ടു്. അതിന്റെ ഓരോ അഗ്രവും യഥാക്രമം P, Q എന്ന കീലങ്ങളിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. കാന്തത്തിന്റെ മുമ്പിൽ ഇരുമ്പുകൊണ്ടുള്ള നേരിയ ഒരു വൃത്തദലം D ഉണ്ടു്. അതിന്റെ മദ്ധ്യഭാഗം കാന്തത്തിന്റെ മുമ്പിൽ അടുത്തിരിക്കത്തക്കവണ്ണം വച്ചിട്ടു് വക്കുകൾ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കും. ദലത്തിന്റെ മുമ്പിലായി ചെവിയ്ക്കടുത്തു് സൌകൎയ്യമായി വയ്ക്കത്തക്കവണ്ണമുള്ള ഒരു ചെപ്പാണു് C.

ചലവലയസൂക്ഷ്മസ്വനിയുടേയും ഈ ദൂരശ്രവണിയുടേയും പ്രവൎത്തനതത്വം ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കുന്നതിനാൽ ഒന്നിന്റെ പ്രതിലോമോപയോഗം അതിനെ മറേറതാക്കിത്തീൎക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മസ്വനികളെപ്പോലെ ദൂരശ്രവണികളും പല തരത്തിൽ ഉണ്ടു്. ദൂരശ്രവണിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം 103-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മസ്വനിയും ദൂരശ്രവണിയും ചേൎന്നുള്ള ഉപയോഗമാണു് 104-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്.



പടം 103.
ദൂരശ്രവണി ചിഹ്നം.



പടം 104.
സൂക്ഷ്മസ്വനിയും ദൂരശ്രവണിയുമുപയോഗിച്ചുള്ള പൎയ്യയനം.

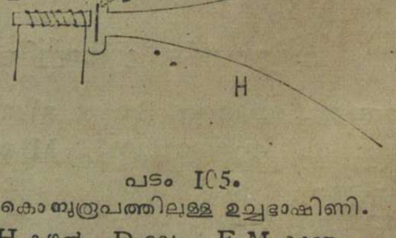
ബാറററി Bയിൽ നിന്നും ദൂരശ്രവണി Tയിലെ വലയത്തിലും സൂക്ഷ്മസ്വനി Mലെ ഇംഗാലഗോളകങ്ങളിലും M-ഉം T-യും തമ്മിൽ ബന്ധിക്കുന്ന കമ്പി C Wയിലുംകൂടി പ്രവാഹമുണ്ടായിരിക്കും. സംസാരിക്കുന്ന ആളിന്റെ വായിൽനിന്നും പുറപ്പെടുന്ന ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ Mന്റെ ദലത്തിൽ തട്ടി ഈ പ്രവാഹത്തിൽ ആ തരംഗത്തിനനുരൂപമായ വ്യത്യയങ്ങൾ ഉത്ഭവിപ്പിക്കും. ആ പ്രവാഹംതന്നെ Tയിലും കൂടി കടന്നു

പോകുന്നതിനാൽ അതിലെ ദലത്തിൽ തത്തുല്യമായ ദോലനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുയും അതോടടുത്തിരിക്കുന്ന ചെവിയിൽ മൂലശബ്ദം കേൾക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഉച്ചഭാഷിണി (ഉച്ചരബ്ദിനി) (loudspeaker)

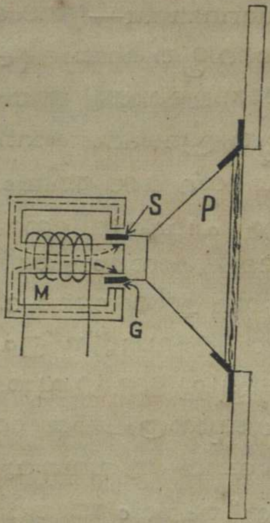
'നാദപ്രവൃദ്ധക' (speech amplifier)ത്തിലും റേഡിയോ ആദായകത്തിലും മററും ദൂരശ്രവണി ബന്ധിച്ചാൽ ഒരു സമയം ഒരാൾക്കു മാത്രമെ ശ്രവണം സാധിക്കയുള്ളു. എന്നാൽ ശബ്ദം ഉച്ചത്തിലാക്കാമെങ്കിൽ അനേകം ആളുകൾക്കു കേൾക്കാം. ഇതിലേക്കായി ദൂരശ്രവണിയുടെ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങൾ ആസ്പദമാക്കി നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ള ഉപകരണമാണ് 'ഉച്ചഭാഷിണി'. ഇതും പലതരത്തിൽ ഉണ്ട്. ഇക്കാലത്തു സാധാരണ ഉപയോഗത്തിലുള്ള ഒന്നിനെ മാത്രംവർണ്ണിക്കാം.

ഏററവും നല്ല ആദായകമായിരുന്നാലും അതിൽനിന്നുമുള്ള ശബ്ദം മൂലശബ്ദത്തിനനുരൂപമായിരിക്കണമെങ്കിൽ ഉച്ചഭാഷിണി നന്നായിരിക്കണം. റേഡിയോയുടെ ആരംഭകാലത്തു് ശബ്ദത്തിൻെറ തന്മയത്വത്തിൽ ശ്രദ്ധ അധികം പതിപ്പിക്കാതെ ഒച്ച വർദ്ധിപ്പിക്കാൻ മാത്രമെ ശ്രമിച്ചിരുന്നുള്ളു. അന്നു സർവസാധാരണമായിരുന്ന ഉച്ചഭാഷിണി നിർമ്മിച്ചതു് ഒരു വലിയ ദൂരശ്രവണിയുടെ മുമ്പിൽ 'സ്വനഗ്രാഹി' (gramophone) യിലെപ്പോലെ ഒരു കുഴൽ പിടിപ്പിച്ചായിരുന്നു. 105-ാംപടത്തിൽ ഇതിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. എല്ലാ സ്വരങ്ങളും ശരിയായി പുനരുല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ അതുകൊണ്ടു സാധിച്ചില്ല. അതു ചില സ്വരങ്ങളെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുകയും മററുചിലവയെ ക്ഷയിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു.



പടം 105.
കൊമ്പുരൂപത്തിലുള്ള ഉച്ചഭാഷിണി.
H കുഴൽ. D ദലം. E M കാന്തം.

ചലവലയ ഉച്ചഭാഷിണി(moving coil—) ഒച്ച കൂട്ടുന്നതു വായുവിനെ ശക്തിയോടെ ചലിപ്പിക്കുമ്പോഴാണല്ലോ. ഇതിനായി കടലാസ്സ്കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതും 'സ്തൂപി'(cone) രൂപത്തിലുള്ളതുമായ ഒന്നിൻെറ കേന്ദ്രവുമായി ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള അക്ഷദണ്ഡിൽ ശബ്ദാനുരൂപമായ ദോലനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. അപ്പോൾ കടലാസ്സ്സ്തൂപി ആകമാനം അതേവിധത്തിൽ ചലിക്കുന്നതും അതിനോടു തൊട്ടുള്ള വായുവും ഇതേവിധത്തിൽ ചലിച്ച് ശബ്ദം ഒച്ചത്തിൽ പുറപ്പെടുന്നതുമാകുന്നു. അതിനാൽ മുൻപറഞ്ഞ ദൂരശ്രവണിയുടെ ദലംപോലെ, ദോലനം ചെയ്യുന്ന ഒന്നിൽ പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ദണ്ഡ്, കടലാസ്സ് സ്തൂപിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ അക്ഷമായി ഉറപ്പിച്ചാൽ ഒച്ച കൂട്ടാം. 106-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ശബ്ദാനുരൂപമായ ദോലവൈദ്യുതിപ്രവാഹം കടന്നുപോകുന്ന വലയം S തന്നെ, കടലാസ്സ് സ്തൂപി P യുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ ഉറപ്പിക്കുന്നതായാൽ ശബ്ദപ്രത്യുല്പാദനം ഏററവും തന്മയത്വത്തോടുകൂടിയിരിക്കും. കൊമ്പുരൂപത്തിലുള്ള ഉച്ചഭാഷിണിയിലെ (horn-type loudspeaker) ദലത്തിനു ഭാരം കൂടുന്നതിനാൽ അതു് നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതയിൽ മാത്രമേ പ്രതിവർത്തിക്കുന്നുള്ളു. എന്നാൽ ചലവലയസൂക്ഷ്മസ്വനിയിലെ വലയത്തിനു ഭാരം തുലോം കുറവാകയാൽ അതു് നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതയിലും പ്രതിവർത്തിക്കയും അങ്ങനെ നാദപംക്തി മുഴുവനേയും തന്മയത്വത്തോടെ പ്രത്യുല്പാദിപ്പിക്കയും ചെയ്യുന്നു എന്നുള്ളതാണു് ഈ വ്യത്യാസത്തിനു കാരണം.

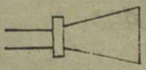


പടം 106.

ചലവലയ ഉച്ചഭാഷിണി.
P കടലാസ് സ്തൂപി.
S ഉച്ചാരണവലയം.
G വിടവ്.
M കാന്തീകരണവലയം.

106-ാംപടം ഈ തത്വത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ളതും ഇക്കാലങ്ങളിൽ ധാരാളമായി ഉപയോഗത്തിലിരി

ക്കന്നതുമായ ഒരുച്ചഭാഷിണിയുടേതാണ്. വലയം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന വിടവ് Gയിലെ കാന്തമണ്ഡലത്തിന് തീവ്രത കൂടിയിരുന്നാൽ ഏററവും തീവ്രത കുറഞ്ഞ ദോലനപ്രവാഹംപോലും അതിൽ ചലനം ഉത്ഭവിപ്പിക്കും. 'ശാശ്വതകാന്ത' (permanent—)ങ്ങൾകൊണ്ടു കിട്ടാവുന്നതിൽ കൂടുതൽ തീവ്രത 'വൈദ്യുതികാന്തം' (electromagnet) ഉപയോഗിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്നതുകൊണ്ട് അതാണ് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്. വൈദ്യുതിപ്രവാഹം കാന്തീകരണവലയം Mൽ കൂടി കടന്ന് അതിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലും ചുററിലുമായുള്ള പച്ചിരുമ്പിനെ ശക്തിയേറിയ ഒരു കാന്തമാക്കിത്തീർക്കുന്നു. ഇതിൻെറ മുൻഭാഗത്തെ വിടവ് Gയിലാണ് കടലാസ് സ്തൂപി P യോടു ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള 'ഉച്ചാരണവലയം' (speech coil) S. ഇതിൽക്കൂടി ശബ്ദാനുരൂപമായ ദോലവൈദ്യുതിപ്രവാഹം കടന്നു പോകുമ്പോൾ ആ വലയവും, അതിനോടു ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള കടലാസ് സ്തൂപിയും അതേവിധത്തിൽ ചലിക്കുന്നതിനാൽ മൂലശബ്ദം അതിൽനിന്നും പ്രത്യുല്പാദിക്കപ്പെടുന്നു. 107-ാം പടം ഉച്ചഭാഷിണിയെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നമാണ്.



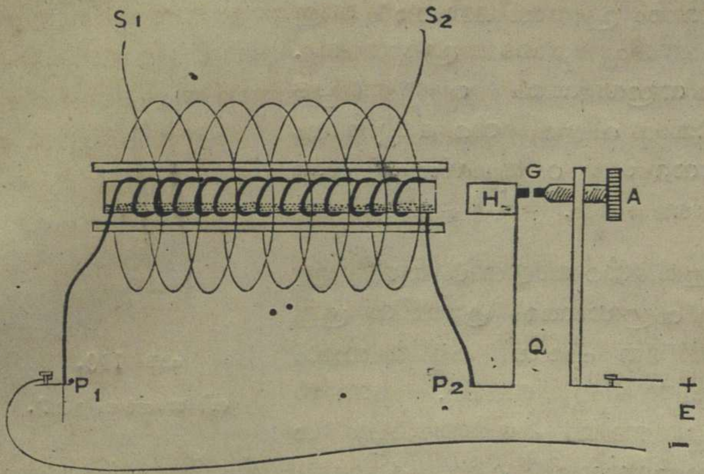
പടം 107.

ഉച്ചഭാഷിണി ചിഹ്നം

പ്രേരണവലയം (induction coil)

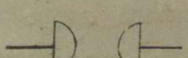
ഒരു പ്രേരണവലയമാണ് 108-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. P_1P_2 പ്രഥമവലയവും S_1S_2 ദ്വിതീയവലയവും E ബാററിയുമാണ്. ഇരുമ്പുകഷണം H ഉരുക്കുവില്ല് Q യിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ആരംഭത്തിൽ H-ഉം, Aയും തമ്മിൽ തൊട്ടാണിരിക്കുന്നത്. വൈദ്യുതി Eയിൽ നിന്നും Aയിൽ കൂടി Hൽ കടന്ന് P_2 P_1 ൽ കൂടി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ അതിലെ കാന്തശക്തിയാൽ H ആകർഷിക്കപ്പെടുകയും Aയുമായുള്ള ബന്ധം വിടുകയും ചെയ്യുന്നു; പ്രവാഹം അങ്ങനെ ഇല്ലാതെയാകുമ്പോൾ വില്ല്, Hനെ പുറകോട്ടു വലിച്ച് പൂർവ്വനിലയിൽ Aയുമായി സ്പർശിപ്പിക്കുന്നു; വീണ്ടും പ്രവാഹമുണ്ടാകുന്നു. ഈ വിധത്തിൽ പ്രഥമവലയത്തിൽ കൂടി ഇടവിട്ടുവിട്ടു പ്രവാഹം

ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ പ്രേരകതത്വമനുസരിച്ച് ദ്വിതീയവലയ ത്തിൻെറ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ ഒരുന്നതശക്ത്യന്തരം



പടം 108.
പ്രേരണവലയം.

ലഭിക്കും. അഗ്രങ്ങളിലുള്ള വിരുദ്ധാരോപങ്ങൾ തമ്മിൽ ഇട യ്ക്കുള്ള പ്രതിവൈദ്യുതികത്തിൽ കൂടി സംയോജിക്കുമ്പോഴാണ് 'വൈദ്യുതിസ്ഫുലിംഗം' (—spark) ഉണ്ടാകുന്നതു്. മുമ്പു വിശദീകരിച്ചി ട്ടുള്ളതുപോലെ ദ്വിതീയവലയത്തി ലെ ചുററുകളുടെ എണ്ണം കൂട്ടിയാൽ ശക്ത്യന്തരവും, തന്മൂലം സ്ഫുലിംഗ ശക്തിയും വർദ്ധിപ്പിക്കാം. 109-ാം പടം സ്ഫുലിംഗ വിടവിനെ കുറിക്കുന്നു.

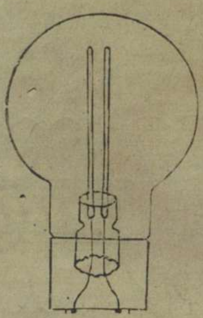


പടം 109.
സ്ഫുലിംഗവിടവു്.

നിയോൺ വിളക്ക് (neon lamp).

സാധാരണ വൈദ്യുതി ദീപത്തിൽ കുറെ നിയോൺ വാത കം ഉള്ളടക്കംചെയ്തു്, അതിലെ കമ്പി ഉള്ളിൽ മുറിച്ചു്, രണ്ടു ഭാഗത്തിൻെറയും മുറിഞ്ഞ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ തൊടാതെ സ്വല്പം അകലത്തിലാക്കി വച്ചാൽ നിയോൺ വിളക്കായി.

110-ാംപടത്തിൽ ഒന്നിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ കമ്പിയുടെ അഗ്രങ്ങളിൽ വൈദ്യുതിശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ അതു ശോണദീപ്തിയോടെ പ്രകാശിക്കും. ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം വ്യത്യയപ്പെടുത്തിയാൽ വിളക്കിന്റെ ദീപ്തിയിലും തദനുസാരം വ്യത്യാസങ്ങൾ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കും.



പടം 110.

നിയോൺ വിളക്ക്.

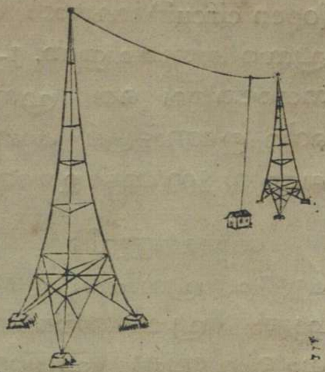
ഇതിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം ക്രമത്തിനു കൂട്ടിയാൽ ഒരു പരിധി കവിയുമ്പോൾ അതിൽ ദീപ്തിയുണ്ടാകും. എന്നാൽ ദീപ്തിയുണ്ടായി കഴിഞ്ഞശേഷം ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം കുറെ കുറച്ചാലും ദീപ്തി തുടർന്നുകൊണ്ടിരിക്കും. ദീപ്തിയുണ്ടാകുന്നതിന് ഒരു ഊർദ്ധ്വപരിധിയും അതില്ലാതെയാകുന്നതിന് ഒരധോപരിധിയും ഉണ്ട്. ഒരു വിളക്കിൽ ആദ്യമായി ദീപ്തിയുണ്ടാകുന്നതിന് 150 വോൾട്ടു വേണ്ടിയിരിക്കയും, അതിനുശേഷം ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം 100 വോൾട്ടുമായി കുറഞ്ഞാൽ മാത്രം അതണഞ്ഞുപോകയും ചെയ്യാം. ഈ ഗുണങ്ങൾ ദൂരവീക്ഷണത്തിനുപയോഗപ്പെടുന്നു.

വ്യോമതന്തുവും ഭൂബന്ധനവും

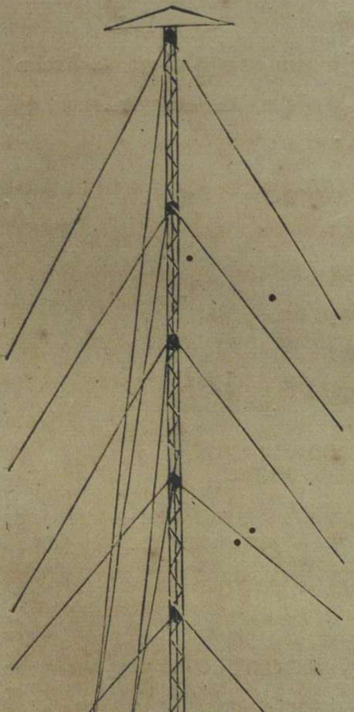
(aerial and earth connection)

പ്രേഷണം. പ്രേഷണയന്ത്രത്തിൽനിന്നും വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങളെ ആകാശത്തിലേക്കു പ്രസരിപ്പിക്കുന്നതിന് പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൽ ഭൂമുഖത്തുനിന്നും കുറെ ഉയരെ, താങ്ങുകളിൽനിന്ന് കവചീകരിച്ചും, പ്രേഷണയന്ത്രവുമായി വൈദ്യുതിബന്ധനം വരത്തക്കവണ്ണവും ഒന്നോ അധികമൊ കമ്പികൾ പൊക്കമുള്ള തൂണുകളിൽ വലിച്ചുകെട്ടിയിരിക്കും. ഈ കമ്പിയെയും കമ്പിസമൂഹത്തെയും 'വ്യോമതന്തു' എന്നു പറയുന്നു. സാധാരണയായി ഇതു ഭൂനിരപ്പിനു സമാന്തരത്തിൽ

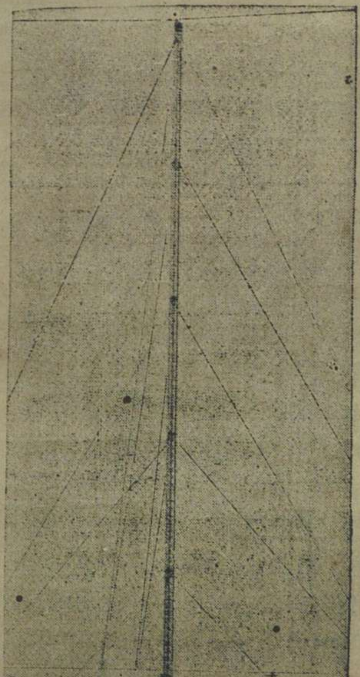
111-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ സമതലത്തിലോ, 112-ാംപടത്തിലെപോലെ ഊർദ്ധ്വദിക്കിലേക്കു തൂക്കായോ ആണിരിക്കുന്നതു്. തൂക്കായതും യന്ത്രവുമായുള്ള ബന്ധനം ചുവട്ടിലാണു്. സമാന്തരമായതിന്റെ ബന്ധനം ചിലതിൽ മദ്ധ്യത്തിലും മററുചിലതിൽ ഒരററത്തും ആയിരിക്കും. ഇടയ്ക്കു ബന്ധനമുള്ളതുമുണ്ടു്. ഭൂനിരപ്പിൽ നിന്നും എത്രയും ഉയരമോ അത്രയും കൂടിയിരിക്കും അതിൽനിന്നും പ്രേഷിക്കാവുന്ന ശക്തിയും. പ്രേഷണയന്ത്രത്തിൽ നി



പടം 111.
വ്യോമതന്തു സമതലത്തിൽ.



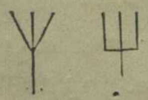
പടം 112.
ഭൂലംബവ്യോമതന്തു.



ചിത്രം 4.
സമതലത്തിലുള്ള
ഒരു വ്യോമതന്തുവിന്റെ തൂണ്.

ന്നുള്ള പ്രവാഹം ഇതിൽക്കൂടി പായുകയും 'അപൂർണ്ണപര്യയന' (open circuit)മാകയാൽ അതിൽനിന്നും ഊർജ്ജം ചുററിലും പ്രസരിക്കയുംചെയ്യുന്നു. 1-ാംചിത്രത്തിൽ ബേർലിൻ (Berlin) നഗരത്തിലെ ഒരു ഹ്രസ്വതരംഗവ്യോമതന്തുവിനെ അതിന്റെ തൂണോടുകൂടി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. 4-ാം ചിത്രം സമതലത്തിൽ 800 അടി ഉയരമുള്ള ഒന്നിന്റെ തൂണാണു്.

വ്യോമതന്തുവിലെ കമ്പികളുടെ ആപേക്ഷികസ്ഥാനം, എണ്ണം, പ്രവാഹം, ഉയരം, ചരിവു് മുതലായവ ക്രമീകരിച്ചാൽ പ്രേഷിതോർജ്ജം ഏതെങ്കിലും ദിക്കിലേക്കു പോകാതിരിക്കുന്നതിനും മററു ദിക്കുകളിലേക്കു കൂടുതലായി അയയ്ക്കുന്നതിനും സാധിക്കും. നഭോമണ്ഡലത്തിലേക്കു പോകുന്ന അംശവും കൂട്ടുകയൊ കുറയ്ക്കുകയൊ ചെയ്യാം. 113-ാം പടം വ്യോമതന്തുവിനെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നങ്ങളാണു്.



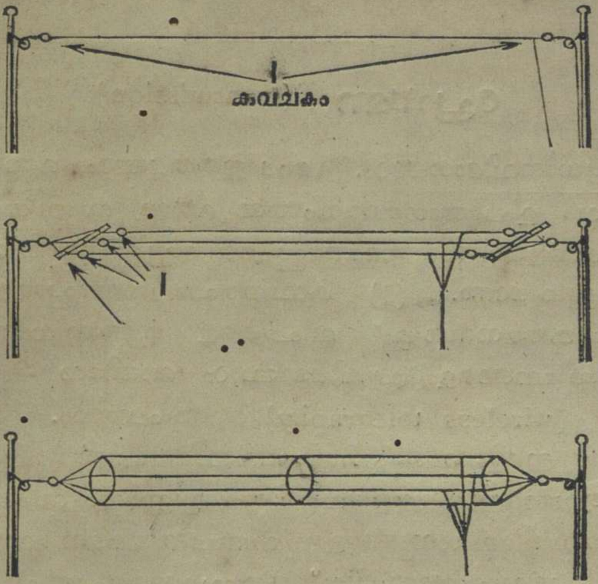
പടം 113.
വ്യോമതന്തുവിനെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നങ്ങൾ.

പ്രേഷണയന്ത്രത്തിനു് ഭൂബന്ധനവും ആവശ്യമാണു്. തറയിൽ നാനാഭാഗത്തേക്കും കമ്പി കുഴിച്ചിട്ടശേഷം യന്ത്രം അതുമായി ബന്ധിച്ചു് ഭൂബന്ധം സ്ഥാപിക്കുന്നു. ഈർപ്പമുള്ള തറയായിരുന്നാൽ നന്നായിരിക്കും. ഉപ്പുവെള്ളമുള്ള ചതുപ്പുനിലമായിരുന്നാൽ ഉത്തമവുമാണു്. 114-ാം പടം ഭൂബന്ധത്തെകുറിക്കുന്നു.

പടം 114.
ഭൂബന്ധത്തെ കുറിക്കുന്ന ചിഹ്നം.

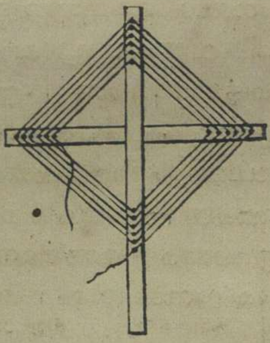
ആദാനം. ആദാനകേന്ദ്രത്തിലും ആകാശത്തിലെ തരംഗത്തിൽ നിന്നും ഊർജ്ജം സമാഹരിക്കുന്നതിനായി വ്യോമതന്തു ഉണ്ടു്. പ്രേഷണത്തിനുള്ളടത്തോളം വിപുലമായതോതിൽ ആവശ്യമില്ലെന്നേയുള്ളു. മററുസംഗതികളിലെല്ലാം ഒരുപോലെതന്നെ. ഉയരം കൂടുന്തോറും അതിൽനിന്നു ലഭിക്കാവുന്ന ഊർജ്ജവും കൂടിയിരിക്കും. വ്യോമതന്തു ആദായകത്തിൽ കൂടി ഭൂമിയുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ രണ്ടിനും

ഇടയ്ക്കുള്ള ഊൎജ്ജമാണ് ഉപയോഗപ്പെടുന്നതു്. വൃക്ഷങ്ങൾ



പടം 115.

ആദാനവ്യോമതന്തു—സമതലത്തിൽ.



പടം 116.

ചട്ടവ്യോമതന്തു.

ഇരുമ്പുതൂണുകൾ മുതലായ സംഗ്രഹ യപദാൎത്ഥങ്ങളിൽ നിന്നും എത്രയും അകററിനിൎത്താമോ അത്രയും നന്ന്. 115-ാം പടത്തിൽ പലതരം ആദാന വ്യോമതന്തുക്കളെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. കെട്ടിടങ്ങൾക്കകത്തുതന്നെ ഉപയോഗിക്കാവുന്ന 'ചട്ടവ്യോമതന്തു' (frame—)വും ഉണ്ട്. 116-ാം പടത്തിൽ ഒന്നിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

കനത്ത ചെമ്പുകമ്പി, ഒരററം ഭൂമിയിൽ കുഴിച്ചിട്ടും, മററതു് യന്ത്രവുമായി ബന്ധിച്ചും ഭൂബന്ധം വരുത്തുന്നു.

അദ്ധ്യായം 4

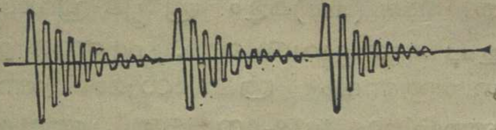
പ്രേഷണം. (transmission)

പ്രധാനവിഭാഗങ്ങൾ. പൊതുതത്വങ്ങൾ ഒന്നു തന്നെ യെങ്കിലും ഉപയോഗത്തെയും തന്മൂലമുള്ള സംവിധാന വ്യത്യാസങ്ങളെയും അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി പ്രേഷണത്തെ മൂന്നായി വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു. (1) കമ്പിത്തപാലിലെപ്പോലെ ഒരു ക്ലപ്തസങ്കേതമനുസരിച്ച് ലിപികളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന ചിഹ്നങ്ങളെ പ്രേഷിക്കുമ്പോൾ അതിനെ 'കമ്പിപ്രേഷണം' (wireless telegraphy) എന്നു പറയാം. സാധാരണയായി ഇതിനെ 'കമ്പിയില്ലാക്കമ്പിത്തപാൽ' എന്നാണ് പറഞ്ഞുവരാറുള്ളത്. (2) സംഗീതം, പ്രസംഗം, സംഭാഷണം മുതലായവയിലെ ശബ്ദങ്ങളേ സൂക്ഷ്മസ്വനിയുടെ സഹായത്തോടുകൂടി പ്രക്ഷേപിക്കുന്നതിന് 'ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം' (sound-broadcast) എന്നു പേർ. (3) ചിത്രങ്ങൾ, ലേഖനങ്ങൾ, രംഗങ്ങൾ മുതലായവയെ പകർത്തിഎടുക്കത്തക്കവണ്ണവും കാണത്തക്കവണ്ണവും പ്രക്ഷേപണം ചെയ്യാം. ഇതിൽ പകർത്തിയെടുക്കുന്നതിനെ 'രൂപപ്രേഷണം' (picture transmission) എന്നും, കാണത്തക്കതിനെ 'വീക്ഷണീയപ്രക്ഷേപണ'മെന്നും അഥവാ 'ദൂരവീക്ഷണമെന്നും' (television) പ്രത്യേകം സംജ്ഞകൾ നൽകിയിരിക്കുന്നു. രണ്ടിൻെറയും പ്രവൎത്തനതത്വം ഏറെക്കുറെ ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കുന്നതിനാലാണ് ഇവയെ ഒരേ ഇനത്തിൽപെടുത്തിയതു്.

ഇവയെല്ലാം ആലംബമായിരിക്കുന്നത് വൈദ്യുതകാന്തതരംഗത്തിലുള്ള ആരോഹണമാണ്. സന്ദേശവാഹികളായ ആരൂഢതരംഗങ്ങളെ പൊതുവായി 'ചിഹ്നകതരംഗങ്ങൾ' (signal—) എന്നു പറയുന്നു. പ്രേഷണസ്ഥാനത്തു് ആശയങ്ങളെയും, ശബ്ദങ്ങളെയും, രംഗങ്ങളെയും ചിഹ്നനപ്പെടുത്തി പ്രസരിപ്പിക്കയും ആദാനസ്ഥാനത്തു് ഈ ചിഹ്നകങ്ങളെ വിവൎത്തനംചെയ്തു് യഥാവിധി അതേ ആശയങ്ങളേയും, ശബ്ദ

ങ്ങളെയും, രംഗങ്ങളെയും പ്രത്യുല്പാദിപ്പിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ ചിഹ്നകങ്ങളെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന യന്ത്രസാമഗ്രികളെ 'പ്രേഷകം' (transmitter) എന്നും, ആ കൃത്യത്തെ പ്രേഷണം എന്നും, ആ സ്ഥലത്തെ 'പ്രേഷണകേന്ദ്രം' (transmitting-station)എന്നും, പൊതുജനോപയോഗത്തിനായി ശബ്ദപ്രക്ഷേപണവും വീക്ഷണീയപ്രക്ഷേപണവും നടത്തുന്ന സ്ഥലത്തെ 'പ്രക്ഷേപണശാല' (broadcasting station) എന്നും നാമകരണം ചെയ്യാം.

<u>തരംഗനിർമ്മിതി.</u> ഹേർട്ട്സും മാക്കോണിയും മററും ആദ്യമായി വൈദ്യുതതരംഗങ്ങളെ ഉത്ഭവിപ്പിച്ചതു വൈദ്യുതിസ്ഫുലിംഗം മൂലമാണ്. പ്രേരണവലയത്തിലുത്ഭവിക്കുന്ന വിരുദ്ധാരോപങ്ങൾ ഇടയ്ക്കുള്ള പ്രതിവൈദ്യുതികത്തിൽ കൂടിസംയോജിക്കുമ്പോൾ സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു കണ്ടുവല്ലോ.



പടം 117.
സ്ഫുലിംഗതരംഗം.

ഇതിനാലുണ്ടാകുന്ന വൈദ്യുതിതരംഗങ്ങളെയാണ് 117-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. തരംഗപരമ്പര തുടർച്ചയായിരിക്കാതെ അന്യോന്യം വേർപെട്ട ഓരോ കൂട്ടങ്ങളായിരിക്കുന്നു. ഓരോ കൂട്ടത്തിന്റെയും തരംഗവിസ്തൃതി ആരംഭത്തിൽ കൂടിയും അനന്തരം ക്രമേണ കുറഞ്ഞും വരുന്നു. വിസ്തൃതി ക്രമേണ കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നവയെ 'ലുപ്തതരംഗ'(damped—)ങ്ങളെന്നു പറയും. കൂടാതെ തരംഗാഭീക്ഷ്ണതയും സ്ഥിരമായിരിക്കുന്നില്ല. ഈ മൂന്നു ദൂഷ്യങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും കമ്പിപ്രേഷണം പ്രാരംഭകാലങ്ങളിൽ ഇതുകൊണ്ടു നിർവ്വഹിച്ചിരുന്നു. അതിനായി കമ്പിപ്രേഷണത്തിന്റെ അഭിവൃദ്ധിയോടുകൂടി വിവിധാഭീക്ഷ്ണതയിൽ വളരെ ശക്തിയേറിയ സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുന്നതിന് അനേകം വലിയ യന്ത്രങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്തു.

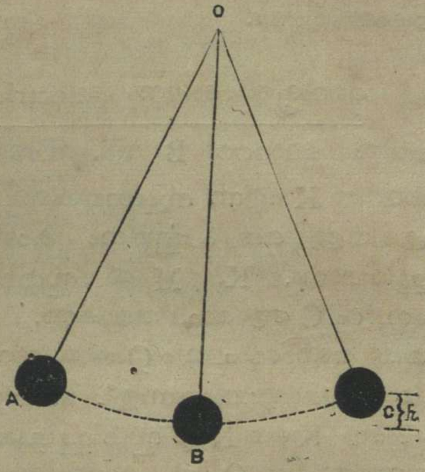
സ്ഫുലിംഗത്താലുള്ള ചിഹ്നകങ്ങൾ ആദായകത്തിൽ തുളച്ചുതള്ളികയറുന്നതിനാൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ വൈദ്യുതിക്ഷോ

ങ്ങൾ ഉള്ളപ്പോൾ പോലും സന്ദേശങ്ങളെ ഗ്രഹിക്കാമെന്നുള്ളതാണ് ഈ രീതിയുടെ വൈശിഷ്ട്യം. എന്നാൽ പ്രേഷണകേന്ദ്രങ്ങളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിച്ചതോടുകൂടി പലതിലുംനിന്നുള്ള മിശ്രാഭീക്ഷ്ണതാതരംഗങ്ങൾ തമ്മിൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത് ശ്രമകരമായിതീൎന്നു. ഇതിനും പുറമെ മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ച ന്യൂനതകളാൽ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിന് ഇതുപയോഗിക്കാൻ നിവൃത്തിയില്ലാതെയുമിരുന്നു.

അഭിക്ഷ്ണതയും വിസ്തൃതിയും സ്ഥിരമായുള്ള തരംഗപരമ്പരയെ 'സ്ഥിരതരംഗങ്ങൾ' (continuous waves) എന്നു പറയാം. അവയെ നിർമ്മിക്കുന്നതിന് ഒരുകാലത്ത് വൈദ്യുതി 'അൎക്ക്'(arc)കളും പ്രത്യഭിപ്രവാഹോല്പാദന യന്ത്രങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചുവന്നിരുന്നു. എന്നാൽ ഇവയുടെ പ്രവൎത്തനവും നിയന്ത്രണവും ശ്രമസാദ്ധ്യമായിട്ടാണിരുന്നത്. കുറെ കഴിഞ്ഞപ്പോൾ, 1912-നോടടുത്ത്, ആലക്താണുജമുപയോഗിച്ച് സ്ഥിരതരംഗങ്ങളെ അനായാസേന ഉല്പാദിപ്പിക്കാമെന്നു മനസ്സിലായി. ഈ ഉപജ്ഞാനത്തോടുകൂടി പ്രേഷണപദ്ധതി ഫലഭൂയിഷ്ഠമായ ഒരു പുതിയ ദശയിൽ പ്രവേശിച്ചു. നവീനകാലത്തു മിക്കവാറും എല്ലാത്തരം പ്രേഷണങ്ങളിലും ഈ തരംഗങ്ങളെയാണുപയോഗിക്കുന്നത്.

<u>ലംബകദോലനം (pendulum—)</u>. ആലക്താണുജമുപയോഗിച്ചു തരംഗങ്ങൾ ഉത്ഭവിപ്പിക്കുന്നത് എങ്ങനെയെന്നു മനസ്സിലാക്കുന്നതിനായി ഒരു ലംബകദോലനം പരിശോധിക്കാം. 118-ാംപടം നോക്കുക. ഒരു നൂല് O B യിൽ ഒരുകട്ട B തൂക്കിയിടുമ്പോൾ ലംബകമായി. കട്ടയെ ഒരു വശത്തേക്കു പിടിച്ചുമാററിയശേഷം വിട്ടാൽ, അത് ആടിക്കൊണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. കട്ട, A യിൽ നിന്നും C യിലേക്കും അവിടെ നിന്നും തിരിച്ച് A യിലേക്കും ചലിച്ചുകഴിയുമ്പോൾ ഒരു പൂൎണ്ണദോലനമായി. ഇതിനുശേഷം ഈ ചലനംതന്നെ ആവൎത്തിക്കുന്നതേയുള്ളു. ഒരു പൂൎണ്ണദോലനത്തിനു വേണ്ടിവരുന്ന സമയത്തെ 'ദോലനകാലം' എന്നും B യിൽ നിന്നും A യിലേക്കുള്ള ദൂരത്തെ 'ദോലനവിസ്തൃതി' എന്നുമാണല്ലോ പറയുന്നത്. ആടി

ക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ദോലനകാലം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നില്ല. എന്നാൽ വിസ്തൃതി ക്രമേണ ക്ഷയിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ദോലനത്തിൻെറ പ്രാരംഭത്തിൽ ലംബകത്തിനുള്ള ഊർജ്ജം കട്ടയുടെ പൂർവ്വസ്ഥാനത്തുനിന്നുമുള്ള ഉയരമായ h നെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ദോലനം തുടരുന്തോറും ഈ ഉയരം കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു വരുന്നതു കാണാം. ഇതു് ഊർജ്ജത്തിൻെറ നഷ്ടത്തെ കാണിക്കുന്നു. ഓരോ ദോലനത്തിലും ലംബകത്തിനുള്ള ഊർജ്ജത്തിൽ ഒരംശം നഷ്ടപ്പെട്ടു പോകുന്നതിനാലാണു് വിസ്തൃതി ക്രമേണ കുറയുന്നതു്. ഊർജ്ജം മുഴുവൻ നഷ്ടപ്പെട്ടു്



പടം 118.

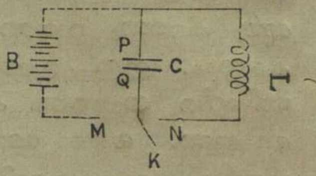
ലംബകദോലനം

വിസ്തൃതി ശൂന്യമാകുന്നതുവരെ ലംബകം അതിൻെറ സ്വയാഭിക്ഷ്ണതയിൽ ദോലനം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കും. ഓരോ ദോലനത്തിലും നഷ്ടപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജം ഏതെങ്കിലും മാർഗ്ഗത്തിൽ കൂടി അപ്പഴപ്പോൾ ലംബകത്തിനു തിരിച്ചുകൊടുക്കുവാൻ സാധിക്കുമെങ്കിൽ ദോലനവിസ്തൃതി സ്ഥിരമായുമിരിക്കും. ഈ തത്വമനുസരിച്ചു് നാഴികമണിയുടെ ഉള്ളിലുള്ള ഉരുക്കുവേശയിൽ നിന്നും വേണ്ട ഊർജ്ജം, ഓരോ ദോലനത്തിലും ലംബകത്തിനു ലഭിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു് അതു വിസ്തൃതിക്ഷയമില്ലാതെ ആടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതു്. ഓരോ പ്രാവശ്യവും നഷ്ടപ്പെട്ടതിൽ കൂടുതൽ ഊർജ്ജം ലഭിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ വിസ്തൃതി ക്രമേണ വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും.

ഇതിൽനിന്നു വ്യക്തമാകുന്നതു രണ്ടു സംഗതികളാണു്. ഒന്നാമതു് ഏതുവസ്തുവും, വസ്തുസമുച്ചയവും, സാഹചര്യങ്ങൾ അനുകൂലമായിരുന്നാൽ, അതാതിൻെറ സ്വയാഭിക്ഷ്ണത

യിൽ ദോലനം ചെയ്യും. രണ്ടാമതായി, ഓരോ ദോലനത്തിലും നഷ്ടപ്പെടുന്ന ഊൎജ്ജം അപ്പഴപ്പോൾ തിരിച്ചുകിട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ ദോലനം ഒരേ വിസ്തൃതിയിൽ തുടൎന്നുകൊണ്ടിരിക്കും.

വൈദ്യുതിദോലനം (electric oscillation). 119-ാം പടത്തിൽ ബാററി B യും, സംഭരണി C യും, വലയം L-ം തമ്മിൽ K എന്ന സന്ധായകത്തിൽ കൂടിയുള്ള ഒരു പൎയ്യയനം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. K, M ൽ സ്പൎശിക്കുമ്പോൾ C ആരോപിതമാകുന്നു. P യിൽ ഋണാരോപവും Q യിൽ ധനാരോപവുമാണുണ്ടാകുന്നതു്. അതിനു ശേഷം K യെ N ൽ സ്പൎശിപ്പിച്ചാൽ ധനാരോപം Q ൽ നിന്നും L ൽ

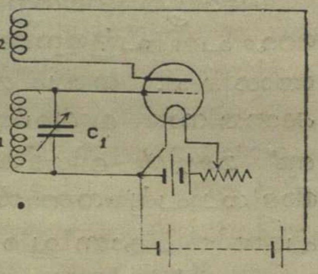


പടം 119.
വൈദ്യുതിദോലനം.

കൂടി P യിലേക്കു പ്രവഹിച്ചു് P യിലെ ഋണാരോപവുമായി സംയോജിക്കുന്നു. എന്നാൽ C യിലെ ആരോപം ശൂന്യമാകുമ്പോൾ പ്രവാഹം ഇല്ലാതെയാകുന്നില്ല. L ൻെറ സ്വപ്രേരകത്വം നിമിത്തം പ്രവാഹം തുടൎന്നുകൊണ്ടാണിരിക്കുന്നതു്. അതിനാൽ P യിൽ ധനാരോപവും Q യിൽ ഋണാരോപവും ക്രമേണ വൎദ്ധിച്ചു് ഏകദേശം പൂൎവ്വനിലയിൽ എത്തിച്ചേരും. അപ്പോൾ P യിൽനിന്നും വലയത്തിൽകൂടി Q യിലേക്കു് പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നു. ബാററിയിൽ നിന്നും ആരോപമാൎഗ്ഗമായി സംഭരണിക്കു ലഭിച്ച ഊൎജ്ജം മുഴുവനും ഇങ്ങനെ ഓരോപ്രാവശ്യത്തേയും പ്രവാഹത്താൽ നഷ്ടപ്പെട്ടു് ഇല്ലാതെയാകുന്നതുവരെ ആരോപം അങ്ങോട്ടും ഇങ്ങോട്ടും ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഇതിനെ 'വൈദ്യുതിദോലനപ്രവാഹം' (oscillatory electric current) എന്നുപറയും. മുന്നുദാഹരണത്തിലെ ലംബകത്തിലും സംഭവിക്കുന്നതു് ഈ വിധമാണല്ലോ. ഇതിൽ ദോലനം ചെയ്യുന്നതു് വൈദ്യുതാരോപവും മററതിൽ ദോലനക്കട്ടയുമാണെന്നേ വ്യത്യാസമുള്ളു. ഇതിൻെറ ദോലനാഭിക്ഷ്ണത L-ം, C-യും

കൂടിയ പൎയ്യയനത്തിന്റെ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയായ f ആയിരിക്കുന്നതും $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ എന്ന സമീയത്തിൽ നിന്നും കണക്കാക്കാവുന്നതുമാണു്.

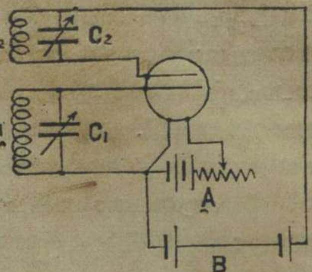
<u>ആലക്താണജമുപയോഗിച്ചുള്ള തരംഗനിൎമ്മിതി.</u> 120-ാം പടത്തിൽ ആലക്താണജത്തിന്റെ അർഗളത്തിൽ വലയം L_1-ഉം, സംഭരണി C_1-ഉം അവായനബന്ധനത്തിൽ ആണു്. അഭ്യധ്വാപൎയ്യയനത്തിൽ L_2 എന്ന വലയവും ഉണ്ടു്. എന്തെങ്കിലും കാരണവശാൽ അർഗളപൎയ്യയനത്തിൽ ആലക്താണുകചലനം ഉണ്ടായാൽ, അതു് മുകളിൽ വിശദീകരിച്ചതുപോലെ, ആ പൎയ്യയനത്തിന്റെ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള വൈദ്യുതിദോലനപ്രവാഹമാകുന്നതാണു്. ഈ ദോലനം അർഗളപൎയ്യയനത്തിലാകയാൽ



പടം 120.
ആലക്താണജമുപയോഗിച്ചുള്ള തരംഗനിൎമ്മിതി.

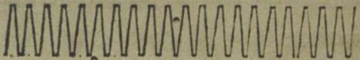
ആലക്താണജം അതിനെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തി അഭ്യധ്വാപൎയ്യയനത്തിലേക്കു നയിക്കും. വലയങ്ങൾ L_1-ഉം, L_2-ഉം സമീപസ്ഥിതമായിരുന്നാൽ പരസ്പരപ്രേരകത്താൽ L_2 ൽ നിന്നും കുറെ ഊൎജ്ജം L_1 ൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. ഈ ഊൎജ്ജം ക്രമീകരിച്ചു് അർഗളപൎയ്യയനത്തിലെ ദോലനവിസ്തൃതി നിയന്ത്രിക്കാം. വലയങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അകലം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തിയാൽ തിരിച്ചുപകരുന്ന ഊൎജ്ജം ഓരോ ദോലനത്തിലും നഷ്ടപ്പെട്ടതിനോടു സമമാക്കി ദോലനവിസ്തൃതി സമനിലയിൽ സംരക്ഷിക്കാം. L_2 ഒരു വ്യോമതന്തുവുമായി ഘടിപ്പിച്ചാൽ ദോലനപ്രവാഹം അതിലും ഉണ്ടാകുന്നതും, അതിൽ നിന്നും അർഗളപൎയ്യയനത്തിന്റെ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങൾ നാനാദിക്കിലേക്കും പ്രസരിക്കുന്നതുമാണു്. ആദ്യമായി ആലക്താണുകചലനമുണ്ടാകുന്നതിനു്, ആലക്താണജം ബാറററിയുമായി ബന്ധിക്കുമ്പോൾ പൎയ്യയനത്തിലുണ്ടാകുന്ന 'സ്പന്ദനം' (impulse) മതിയാകും. പ്രവാഹത്തിലുണ്ടാകുന്ന ഏതെങ്കിലും

വ്യതിയാനത്തെയാണ് സ്പന്ദനം എന്നു പറയുന്നത്. ഇങ്ങനെ ആലകതാണജമുപയോഗിച്ച് ഒരു പരിച്ഛിന്നാഭീക്ഷ്ണതയിൽ വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങൾ പ്രേഷണം ചെയ്യാം. വലയം L_1-ഉം സംഭരണി C_1-ഉം വേണ്ടവണ്ണം വ്യത്യയപ്പെടുത്തി ആവശ്യപ്പെട്ട അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കാവുന്നതാണ്.



പടം 121.
ആലക്താണജദോലകം.

വൈദ്യുതിദോലനനിർമ്മിതിക്കു മററും പല പര്യ്യയനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാം. തത്വം മനസ്സിലാക്കുന്നതിനായി ലഘുവായ ഒന്നാണ് മുകളിൽ വിശദീകരിച്ചത്. അഭ്യധ്വാപര്യ്യയനത്തിൽ 121-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ L_2ന് അവായനമായി C_2 എന്ന ഒരു സംഭരണികൂടി ബന്ധിച്ചാൽ, അത് ദോലനത്തിൻെറ അഭീക്ഷ്ണത സ്ഥിരമായി നിർത്താൻ സഹായിക്കും. അപ്പോൾ അഭ്യധ്വാപര്യ്യയനത്തിൻെറ സ്വാഭീക്ഷ്ണത അർഗളപര്യ്യയനത്തിലേതിനോട് ഏകദേശം സമമായിരിക്കണം. 122-ാം പടത്തിൽ ആലക്താണജമുപയോഗിച്ചു ലഭിക്കുന്ന സ്ഥിരതരംഗപാരമ്പരയെ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.



പടം 122.
സ്ഥിരതരംഗരൂപം.

<u>പ്രേഷണരീതി.</u> മേൽ വിവരിച്ചപ്രകാരം തരംഗങ്ങളെ സൃഷ്ടിച്ചു പ്രസരിപ്പിച്ചതുകൊണ്ടു മാത്രം സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കാൻ സാധിക്കയില്ല. അവയെ എന്തെങ്കിലും സൌകര്യമായ 'സങ്കേതം' (code) അനുസരിച്ച് ഈ തരംഗങ്ങളിൽ ആരോഹിച്ചശേഷം ലഭിക്കുന്ന ആരൂഢതരംഗങ്ങളെയാണ് പ്രസരിപ്പിക്കേണ്ടത്. അപ്രകാരം സന്ദേശങ്ങളെ വഹിക്കുന്ന മൂലതരംഗങ്ങളെ 'വാഹകതരംഗങ്ങൾ' (carrier—) എന്നു പറയുന്നു. സന്ദേശവഹനത്തിനായി വാഹകതരംഗത്തിൽ

വ്യത്യാസങ്ങൾ വരുത്തിക്കൂട്ടുന്ന ക്രിയയെ 'ആരോഹം' (modulate) എന്നും, അതിനുപയോഗിക്കുന്ന യന്ത്രസാമഗ്രികളെ 'ആരോഹകം' (modulator) എന്നും, ആരോഹശേഷമുള്ള തരംഗത്തെ 'ആരൂഢതരംഗം' (modulated—) എന്നും വ്യത്യാസങ്ങൾ വരുത്തുന്നതിനു തരംഗം ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അതിനെ 'ആരോഹമാണതരംഗം' (modulating) എന്നും പറയാം.

കമ്പിപ്രേഷണം

കമ്പിസങ്കേതം. കമ്പിത്തപാൽ മാർഗ്ഗം സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതു് 'ബിന്ദുരേഖാ' (dot and dash) സമ്പ്രദായത്തിലുള്ള ചിഹ്നങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാണല്ലോ. ഇത്രയിത്ര കുത്തും വരയും ഇന്ന ക്രമത്തിൽ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ ഇന്ന ഇന്ന ലിപികളെ കാണിക്കുമെന്നു നിശ്ചയിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഈ സങ്കേതത്തെ 'കമ്പിത്തപാൽസങ്കേത'മെന്നും, ചുരുക്കി 'കമ്പിസങ്കേത'മെന്നും പറയും. പ്രധാനമായി, തമ്മിൽ അധികം വ്യത്യാസമില്ലാത്ത രണ്ടു സങ്കേതങ്ങൾ നടപ്പിലുണ്ടു്. അവയിൽ ഒന്നായ മോഴ്സ് സങ്കേതമാണു് 7-ാം അനുബന്ധത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്. ഇതിൽ, അടുത്തു കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ, A എന്ന ലിപിയെ ഒരു കുത്തും അതിന്റെ പിന്നാലെ ഒരു വരയും കൂടിയ ചിഹ്നംകൊണ്ടു കുറിക്കാം; Bയ്ക്കു് ഒരു വരയ്ക്കു പിന്നാലെ മൂന്നു കുത്തു് ഉണ്ടായിരിക്കും; Eയ്ക്കു് ഒരു കുത്തുമാത്രം മതി. എല്ലാ ലിപികളേയും അക്കങ്ങളേയും മററു ചിഹ്നങ്ങളേയും ഈ വിധത്തിൽ കുറിക്കാം.

A · —
B — · · ·
E ·

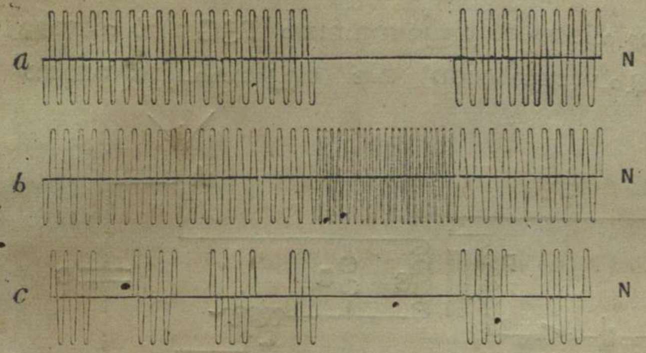
മോർസ് സങ്കേതത്തിൽ A, B, E.

കമ്പിആഫീസുകളിൽ ഒരു സംധായകം ഉപയോഗിച്ചു് കമ്പിയിൽ കൂടിയുള്ള പ്രവാഹം അല്പസമയത്തേക്കു് ആക്കുക

കയും അടുത്ത നിമിഷത്തിൽ അഴിക്കുകയും ചെയ്താൽ സ്വീകരണസ്ഥാനത്തു് അതേ സമയത്തേക്കു പ്രവാഹവും തൻമൂലം ശബ്ദവും ഉണ്ടാകയും അല്ലാത്തപ്പോൾ ശബ്ദമില്ലാതെയിരിക്കയും ചെയ്യും. ഇതിനെ ഒരു ബിന്ദുവിനു സമമായി സങ്കല്പിക്കാം. ഒരു വരയ്ക്കുവേണ്ട സമയം ഒരു കുത്തിനു വേണ്ടതിൻെറ മൂന്നിരട്ടിയെന്നാണ് നിശ്ചയിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു് കുത്തിൻെറ സമയത്തിൻെറ മൂന്നിരട്ടി സമയം പ്രവാഹമുണ്ടായിരുന്നാൽ അതിനാലുളവാകുന്ന ശബ്ദത്തെ വരയായി ഗണിക്കാം. ഇവയെ നിശ്ചിതക്രമത്തിൽ കൂട്ടിച്ചേർത്തു് ലിപികളും അവയാൽ പദങ്ങളും വാചകങ്ങളും രചിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നപക്ഷം ആദാനസ്ഥാനത്തു് ഈ ചിഹ്നകങ്ങളാൽഉത്ഭവിക്കുന്ന ശബ്ദത്തിൽ നിന്നും സന്ദേശങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാം. ഇതാണ് 'കമ്പിഭാഷ'. ഈ രീതിയിൽ സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിനും സ്വീകരിക്കുന്നതിനും കമ്പിഭാഷ അഭ്യസിച്ചവർ ഉണ്ടായിരിക്കണം. അയയ്ക്കുന്നയാൾ സാധാരണ ഭാഷയിലുള്ള സന്ദേശം കമ്പിഭാഷയിലേക്കു വിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. ആദാനംചെയ്യുന്ന ആൾ അതു തിരിച്ചു് സാധാരണ ഭാഷയിലോട്ടു പരിഭാഷപ്പെടുത്തുന്നു.

കമ്പിപ്രേഷണത്തിലും ഈ പദ്ധതിയനുസരിച്ചുതന്നെയാണ് സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതു്. സംധായകം വേണ്ടവിധത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചു്, വാഹകതരംഗപരമ്പരയെ ചെറിയ ചെറിയ സമൂഹങ്ങളായി വിഭജിച്ചാൽ ഓരോ സമൂഹത്തെയും ഓരോ കുത്തിനു സമമായും അതിൻെറ മൂന്നിരട്ടി എണ്ണം വീതം തരംഗങ്ങളുള്ള സമൂഹത്തെ വരയ്ക്കു സമമായും സങ്കല്പിക്കാം. ഇങ്ങനെ ഓരോ ലിപിക്കും നിശ്ചയിച്ചിരിക്കുന്ന ബിന്ദുരേഖാനിയമപ്രകാരം വാഹകതരംഗത്തെ ക്രമപ്പെടുത്തി പ്രസരിപ്പിക്കുന്നപക്ഷം, ആദായകത്തിലെ ഉച്ചഭാഷിണിയിൽ ആ തരംഗപരമ്പരയാൽ തത്തുല്യമായി, ബിന്ദുരേഖാസമ്പ്രദായത്തിലുള്ള ശബ്ദം ഉണ്ടാകുന്നതും, സന്ദേശം സാധാരണ കമ്പിത്തപാലിലെപ്പോലെ ഗ്രഹിക്കാവുന്നതുമാണ്.

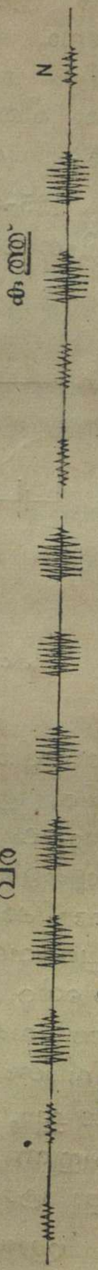
പ്രേഷണതരംഗരൂപം. 123-ാം പടം (*a*)യിൽ ഒരു വരയും ഒരു കുത്തും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇടയ്ക്കു തരംഗങ്ങൾ ഇല്ല. അതു് N എന്ന ലിപിയെ കുറിക്കുന്നു. ഇടയ്ക്കു് തരംഗങ്ങൾ ഇല്ലാതെയാക്കു



പടം 123.

സ്ഥിരതരംഗമുപയോഗിച്ചുള്ള കമ്പിപ്രേഷണ തരംഗസമൂഹങ്ങൾ.

ന്നതു്, ചില പയ്യയനങ്ങൾക്കു നല്ലതല്ലാത്തതിനാൽ, ആ സ്ഥാനത്തു് മററഭിക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗത്തെ ചേർക്കുന്നു. ഇതാണു് (*b*) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. (*c*) യിൽ ആദാനസൌകര്യത്തിനായി ഓരോ കുത്തിനും വരയ്ക്കുമുള്ള തരംഗസമൂഹങ്ങളെ ചെറിയ ഭാഗങ്ങളായി അംശിച്ചുപയോഗിക്കുന്നതു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിനെ 'പ്രത്യന്തരസ്ഥിരതരംഗപ്രേഷണം' (intermittent continuous wave—) എന്നു പറയും. സ്ഫുലിംഗമുപയോഗിച്ചുള്ള വരയും കുത്തും 124-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

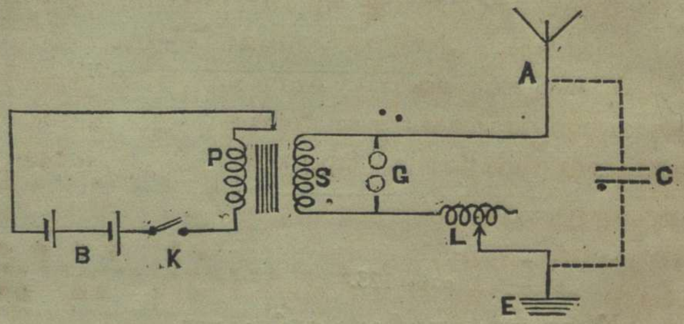


പടം 124. കമ്പിപ്രേഷണതരംഗപരമ്പര-പ്രേഷണാവലയത്തിൽ നിന്നുള്ള സ്ഫുലിംഗം ഉപയോഗിച്ച്.

പയ്യയനം. കമ്പിസന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിന്നു് വ്യോമതന്തുവിലെ ദോലനപ്രവാഹത്തെ ഇപ്രകാരം വ്യത്യയപ്പെടുത്തണം. ഒരു സംധായകം ഉപയോഗിച്ച് പ്രവാഹത്തെ ആവശ്യംപോലെ ആക്കിയും അഴിച്ചും തരംഗങ്ങളെ ഈ ക്രമ

ത്തിൽ രൂപപ്പെടുത്താം. സംധായകം, അർഗളപര്യ്യയന ത്തിലോ, അഭ്യധ്യാപര്യ്യയനത്തിലോ, വ്യോമതന്തുവിലോ നേരിട്ടും മററുപര്യ്യയനങ്ങളിൽ കൂടിയും ബന്ധിച്ചിരിക്കും. ഓരോ രീതിക്കും ചില പ്രത്യേക ഗുണങ്ങളും ദോഷങ്ങളും ഉണ്ട്.

125-ാം പടത്തിൽ പ്രേരണവലയം PSGയിൽ നിന്നുള്ള സ്ഫുലിംഗങ്ങളുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു പ്രേഷകപര്യ്യയനമാണ്



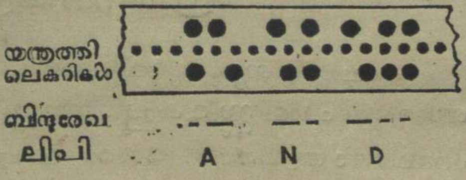
പടം 125.

കമ്പിപ്രേഷണപര്യ്യയനം—പ്രേരണവലയത്തിൽ നിന്നുള്ള സ്ഫുലിംഗം ഉപയോഗിച്ച്.

കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ബാററി Bയിൽ നിന്നും സംധായകം Kയിൽ കൂടി പ്രഥമവലയം Pയിൽ പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നു. അപ്പോൾ S എന്ന ദ്വിതീയവലയത്തോടു ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള മൊട്ടുകളുടെ ഇടയ്ക്ക്, G എന്ന സ്ഥാനത്ത്, സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കും. മൊട്ടുകൾ വ്യോമതന്തു Aയും ഭൂമി Eയുമായി പ്രേരകവലയം Lൽ കൂടി ബന്ധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ പര്യ്യയന ത്തിൻെറ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ നഭോമണ്ഡ ലത്തിലേക്കു പ്രസരിക്കപ്പെടുന്നു. സംധായകം അഴിക്കുമ്പോൾ സ്ഫുലിംഗം ഉണ്ടാകയില്ല. സംധായകം ഇടവിട്ട് ആക്കിയും അഴിച്ചും, സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കയും ഇല്ലാതിരിക്കയും ചെയ്യുന്ന കാലം ക്രമപ്പെടുത്താം. ഇത് കമ്പിഭാഷയനുസ രിച്ചു ക്രമപ്പെടുത്തുമ്പോൾ കമ്പിപ്രേഷണമായി.

<u>പ്രാധാന്യം.</u> കമ്പിത്തപാൽപോലെതന്നെ കമ്പിപ്രേഷ ണത്താൽ സന്ദേശങ്ങൾ ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നും മററു സ്ഥലങ്ങ

ളിൽ അറിയിക്കുന്നു. ഇതിനായി വലിയ നഗരങ്ങളിലും, തുറമുഖങ്ങളിലും മററും വേണ്ട സജ്ജീകരണങ്ങളുണ്ടു്. തരംഗങ്ങൾ നാനാദിക്കിലേക്കും പ്രസരിക്കാതെ ഏതേതു ദിക്കിലേക്കു സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നുവോ അവിടേക്കു മാത്രം പോകത്തക്കവണ്ണം ഏക്ദിഗ്പ്രേഷണരീതിയാണു് പല പ്രേഷണകേന്ദ്രങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. വ്യവസായവാണിജ്യാവശ്യങ്ങൾക്കും മററും ഇതു ധാരാളം പ്രയോജനപ്പെടുന്നുണ്ടു്. പ്രേഷണവും ആദാനവും സ്വയപ്രവത്തനയന്ത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടു നടത്തിക്കാം. അതിനാൽ വളരെ വേഗത്തിൽ സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കാനും ആദാനം ചെയ്യാനും സാധിക്കും. സ്വയപ്രവത്തനമാർഗ്ഗമാകുമ്പോൾ കുത്തും വരയുമല്ല, 126-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ സ്ഥാനത്തിലും എണ്ണത്തിലും വ്യത്യാസമുള്ള സുഷിരങ്ങൾ മാത്രമാണു് സങ്കേതോപാധി. പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൽ 'ടൈറപ്പ്റയിട്ടർ'(typewriter) യന്ത്രത്തിലെപ്പോലെ അടിച്ചു്, അയയ്ക്കേണ്ട വാക്കുകൾക്കു സങ്കേതവിധേയമായി, വേണ്ട ദ്വാരങ്ങളെ നീണ്ട ഒരു കടലാസ്പീത്തയിൽ തുളച്ചു് അതിനെ യന്ത്രത്തിലേക്കു നയിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ പ്രേഷണം തുടരെ നടന്നുകൊള്ളും. ആദാനകേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു ടൈറപ്പ്റയിട്ടർ യന്ത്രത്തിൽ നിന്നും അതേ വാക്കുകൾ അടിച്ചു പുറത്തുവരികയും ചെയ്യും. ഒരു മിനിററിൽ മുന്നൂറും ചിലപ്പോൾ അതിൽക്കൂടുതലും വാക്കുകൾ വീതം പ്രേഷണം ചെയ്യാം. നേരേ സംഭാഷണം തന്നെ സാധിക്കുമ്പോൾ കമ്പിപ്രേഷണം എന്തിനാണെന്നു തോന്നും. കമ്പിപ്രേഷണവും ആദാനവും ശബ്ദപ്രേഷണത്തെയും ആദാനത്തെയുംകാൾ ലഘുവായിരിക്കുന്നതിനാൽ അതിനു വേണ്ട സജ്ജീകരണങ്ങളും ഉപയോഗിക്കേണ്ട ശക്തിയും കുറഞ്ഞിരിക്കും. സൂക്ഷ്മമായും, ഉത്തരവാദിത്വത്തോടുകൂടിയും വളരെ വേഗത്തിലും സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കാം. പല കാരണങ്ങളാലും ശബ്ദാദാനം ദുർഘടമായിരിക്കുന്ന അവ



പടം 126.

സ്വയപ്രവത്തനകമ്പിപ്രേഷണചിഹ്നം.

സരങ്ങളിൽപോലും, കമ്പിആദാനം സുസാധമാണ്. ഈ മൂന്നു സംഗതികളും കമ്പിപ്രേഷണത്തിന്നനുകൂലമായിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ശബ്ദംതന്നെ ഉപയോഗിക്കണമെന്നു നിർബന്ധമില്ലാത്തപ്പോഴെല്ലാം കമ്പിപ്രേഷണമാണ് ആശയവിനിമയത്തിനുപയോഗിക്കുന്നത്. ദൂരശ്രവണി ഉപയോഗിച്ച് കമ്പിമാർഗ്ഗം ദൂരസ്ഥലങ്ങളിലിരിക്കുന്നവരുമായി സംഭാഷിക്കുന്നതുപോലെ പ്രേഷണമാർഗ്ഗമായും സംസാരിക്കുന്നതിനു വേണ്ട സംവിധാനങ്ങൾ ചില കേന്ദ്രങ്ങളിൽ ഉണ്ട്. ദൂരെയുള്ളവർ ദൂരശ്രവണിയിലെപ്പോലെ കമ്പിവഴിയായി കേന്ദ്രആഫീസിലേക്ക് സംഭാഷണമയയ്ക്കുകയും അവിടെനിന്നും അതിനെ പ്രേഷണം ചെയ്കയും ചെയ്യുന്നു.

പ്രേഷണനിയന്ത്രണം

കമ്പി, ശബ്ദം, ദൂരവീക്ഷണം, കപ്പൽയാത്ര, വ്യോമസഞ്ചാരം, പോലീസ്സ്‌വകുപ്പ്, ശാസ്ത്രീയപരീക്ഷണം, കൌതുകറേഡിയോ ആദിയായി ഓരോ വകുപ്പിലുമുള്ള പ്രേഷണങ്ങൾക്ക് പരിച്ഛിന്നമായ അഭീക്ഷ്ണതാപംക്തികൾ വേർതിരിച്ചുകൊടുത്താൽ ഓരോ ആവശ്യത്തിനും പ്രേഷിക്കുന്നതിനും, ആദാനംചെയ്യുന്നതിനും, വേണ്ട യന്ത്രങ്ങളും മററും ക്രമീകരിക്കുന്നതിനു ചെലവു കുറയുന്നതും സൌകര്യം കൂടുന്നതുമാകയാൽ അവയ്ക്ക് ഓരോന്നിനും പ്രത്യേകം പ്രത്യേകം പംക്തികളാണ് ഭാഗിച്ചുകൊടുത്തിരിക്കുന്നത്. വിഭജനപട്ടിക ൪-ാം അനുബന്ധത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഒരാദായകം ഏതെങ്കിലും ഒരഭീക്ഷ്ണത സ്വീകരിക്കത്തക്കവണ്ണം താനീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുമ്പോൾ അതേ അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള എല്ലാ പ്രേഷണങ്ങളേയും ആദാനം ചെയ്യും. ഇതേ അഭീക്ഷ്ണതയിൽ ഒരേ സമയത്ത് ഒന്നിലധികം പ്രക്ഷേപണങ്ങൾ ഈ ആദായകത്തിൽ വേണ്ടിടത്തോളം തീവ്രതയോടെ എത്തിച്ചേരുന്നപക്ഷം അവയെല്ലാം സ്വീകരിക്കപ്പെടും, എന്നാൽ ഒന്നുംതന്നെ ശരിയായി ഗ്രഹിക്കുവാൻ സാധിക്കയുമില്ല. അതിനാൽ ഓരോ പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിന്റെ

യും ആദാനപരിധിയിൽ, കഴിവുള്ളിടത്തോളം ഒരേ അഭിക്ഷ്ണതയിലുള്ള ഒന്നിലധികം പ്രക്ഷേപണങ്ങൾ, ഒരേ സമയത്തു നടക്കാതിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ക്രമീകരണങ്ങൾ ചെയ്യുന്നുണ്ട്. ഇതിനാണ് ഓരോ കേന്ദ്രത്തിലുമുപയോഗിക്കാവുന്ന അഭിക്ഷ്ണത, സമയം, ശക്തി മുതലായവ ക്ലുപ്തപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്.

അഖിലലോകനിയന്ത്രണം. റേഡിയോതരംഗങ്ങളുടെ സഞ്ചരണപരിധി ഓരോ രാജ്യത്തേയും, ഭൂഖണ്ഡങ്ങളെ പോലും, അതിലംഘിക്കുന്നതിനാൽ അതു സംബന്ധിച്ച പൊതുനിയന്ത്രണം പരിഷ്കൃതരാജ്യങ്ങളുടെയെല്ലാം പ്രതിനിധികളടങ്ങിയ 'അഖിലലോകറേഡിയോസമിതി' (International Radio Communications Committee)യിൽ നിക്ഷേപിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓരോ പൊതു ആവശ്യത്തിനുമുള്ള തരംഗപംക്തി വിഭജിക്കുക, പൊതുവായുള്ള റേഡിയോ നിയമങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുക മുതലായി റേഡിയോ സംബന്ധമായി സാർവ്വലൌകികമായ സംഗതികളിൽ തീരുമാനങ്ങൾ ചെയ്യുന്നതും നിർദ്ദേശങ്ങൾ നൽകുന്നതും ഈ സമിതിയാണ്. ഓരോ രാജ്യക്കാരും ഈ സമിതിയുടെ നിർദ്ദേശങ്ങൾക്കും, നിയമങ്ങൾക്കും വിധേയമായി അതതു രാജ്യത്തുള്ള പ്രേഷണം, ആദാനം, സാമഗ്രികൾ മുതലായ റേഡിയോസംബന്ധമായ കാര്യങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. ഓരോ പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിനും ഉപയോഗിക്കാവുന്ന അഭിക്ഷ്ണതകൾ ഗവമ്മെൻറുകളാണ് ക്ലുപ്തപ്പെടുത്തുന്നത്. റേഡിയോ പോലെ വികസ്വരമായ ഒരു വിഷയത്തിൽ വേണ്ട ക്രമീകരണങ്ങൾ ഒരിക്കലായി ചെയ്തുതീക്കാവുന്നതല്ലല്ലോ. അതിനാൽ കാലാകാലങ്ങളിലുള്ള അഖിലലോകറേഡിയോ പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം നൽകുവാൻ ഈ സമിതി യഥാകാലം ഓരോ സ്ഥലത്തും സമ്മേളിക്കും. ഏററവും അടുത്തുകഴിഞ്ഞ സമ്മേളനം 1938 മാർച്ച് മാസത്തിൽ കെയിറോയിൽ (Cairo in Egypt) വച്ചു നടന്നു.

ശക്തി. ഓരോ പ്രേഷകവ്യോമതന്തുവിൽനിന്നും വൈദ്യുതോർജ്ജം തരംഗരൂപത്തിൽ നാനാദിക്കിലേക്കും പ്രസരിക്കുന്നു

എന്നു കണ്ടുവല്ലോ. പ്രേഷകയന്ത്രത്തിൻെറ ശക്തിയനുസരിച്ച് പ്രേഷിതോർജ്ജം കൂടിയും കുറഞ്ഞും ഇരിക്കാം. ഓരോ കേന്ദ്രത്തിനും ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ശക്തിയും അതാതു ഗവമ്മെൻറുകൾ ക്ലിപ്തപ്പെടുത്തിയിരിക്കും. ശക്തി കൂടുന്തോറും അതിലെ പ്രേഷണം ആദാനംചെയ്യാവുന്ന ദൂരവും കൂടുന്നതാണ്. സാധാരണ വൈദ്യുതിശക്തിപോലെ ഇതും അളക്കുന്നതു് വാട്ട് എന്ന പരിമാനത്തിലാണ്.

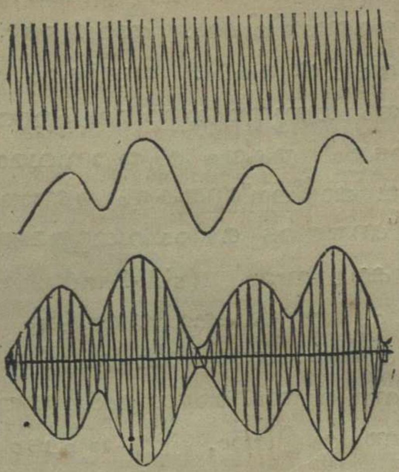
സംബോധനസംജ്ഞ (call-sign). ഓരോ പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിനും പ്രത്യേകം സംബോധനസംജ്ഞയുണ്ട്. ഇംഗ്ലീഷ് ഭാഷയിലെ അക്ഷരമാലയിൽ രണ്ടു മൂന്നു ലിപികളും ഒന്നോ രണ്ടോ അക്കങ്ങളും കൂട്ടിച്ചേർത്തു് ചില നിബന്ധനകളനുസരിച്ച് അതു രൂപീകരിക്കുന്നു. ഓരോ രാജ്യത്തിനും നിശ്ചയിച്ചിട്ടുള്ള ലിപിയായിരിക്കും സംജ്ഞയിലെ ആദ്യത്തെ അക്ഷരം. ഉദാഹരണമായി, ഇൻഡ്യായിലെ എല്ലാ കേന്ദ്രങ്ങളുടെയും സംജ്ഞയിലെ ആദ്യത്തെ അക്ഷരങ്ങൾ V. U. എന്നായിരിക്കും. മദ്രാസിലെ പ്രക്ഷേപണശാലയുടെ സംബോധനസംജ്ഞ V. U. M. എന്നാണ്.

ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം.

മൌലികതത്വങ്ങൾ ഒന്നുതന്നെയെങ്കിലും, ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം കമ്പിപ്രേഷണംപോലെ ലഘുവല്ല. കമ്പിപ്രേഷണത്തിൽ ഒരേ അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ മാത്രമാണുപയോഗിക്കുന്നതു്. എന്നാൽ ഇതിൽ വിവിധാഭീക്ഷ്ണതകളിലുള്ള തരംഗപംക്തിയെയാണ് കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടിയിരിക്കുന്നതു്. കമ്പിപ്രേഷണത്തെ ഒരു കുത്തും വരയുമിടുന്നതിനോടുപമിക്കാമെങ്കിൽ ശബ്ദപ്രേഷണത്തെ ഒരു സ്ഥൂലചിത്രം വരയ്ക്കുന്നതിനോടു സാമ്യപ്പെടുത്താം.

ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിൽ സൂക്ഷ്മസ്വനി ഉപയോഗിച്ചു ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ തത്തുല്യമായ ദോലനപ്രവാഹമായി വിവ

ത്തനാചെയ്തശേഷം അവയെ വാഹകതരംഗങ്ങളിൽ ആരോഹിക്കുന്നു. 98-ാം പടത്തിൽ A വാഹകതരംഗവും, B ശബ്ദതരംഗവും, C ആരൂഢതരംഗവുമാണ്. ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ അർഗളപര്യയനം വഴി 128-ാം പടത്തിലെപ്പോലെയോ, അഭ്യധ്യാപര്യയനം മാർഗ്ഗമായോ, നേരെയോ വ്യോമതന്തുവിൽ ആരോഹിക്കാം. വ്യോമതന്തുവിൽനിന്നും ആരൂഢതരംഗങ്ങൾ പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും ദൂരസ്ഥലങ്ങളിലേക്കു പ്രസരിക്കയും ചെയ്യുന്നു.

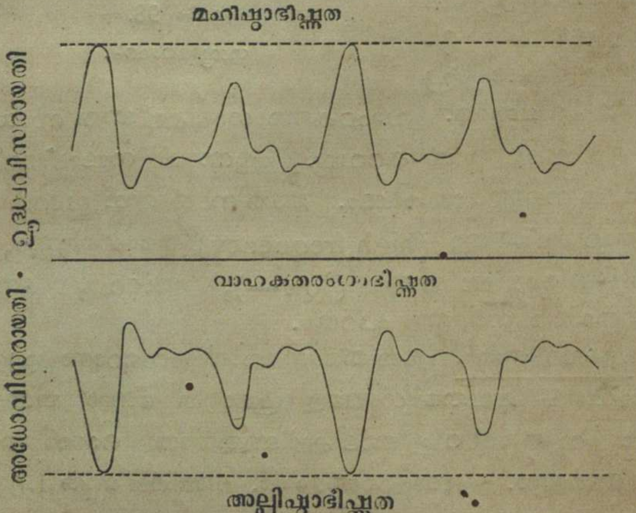


പടം 98.
ശബ്ദാരോഹം.

വാഹകതരംഗാഭീക്ഷ്ണത സാധാരണയായി ഒരു ലക്ഷത്തിൽ കുറവല്ല. എന്നാൽ നാദാഭീക്ഷ്ണത ആയിരത്തിനടുത്തുമായിരിക്കും. അതിനാൽ മുമ്പിലത്തേതിനെ 'ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാ' (high frequency) തരംഗമെന്നും, മററതിനെ 'നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാ' (low—), അഥവാ, 'നാദാഭീക്ഷ്ണതാ' തരംഗമെന്നും പറയും.

പക്ഷവിസരം. ഒരു തരംഗത്തിൽ വേറൊന്നു പ്രതിഷ്ഠാപിക്കുമ്പോൾ മൂലതരംഗങ്ങളെ കൂടാതെ രണ്ടും തമ്മിലുള്ള തുകയും വ്യത്യാസവും അഭീക്ഷ്ണതയായ ഓരോ തരംഗം കൂടിയുണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി, അഭീക്ഷ്ണത 1,000,000 ആയ തരംഗത്തിൽ അഭീക്ഷ്ണത 800 ആയ തരംഗം 'പ്രതിഷ്ഠാപിക്കു' (superpose)മ്പോൾ സമഗ്രഫലം 1,000,000; 1,000,800; 999,200 വീതം അഭീക്ഷ്ണതയുള്ള മൂന്ന് ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാതരംഗങ്ങളും 800 അഭീക്ഷ്ണതയുള്ള നിമ്നാഭീക്ഷ്ണത അവയ്ക്കു് 'പരിവേഷ' (envelope)മായും ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. ശബ്ദത്തിൽ പല അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ ആരോഹിക്കു

മ്പോൾ ആരൂഢതരംഗത്തിൽ വാഹകതരംഗങ്ങളെ കൂടാതെ മേൽ വിവരിച്ചവണ്ണമുള്ള അനേകം ഉന്നതതരംഗങ്ങളുമുണ്ടായിരിക്കും. അവയുടെ മഹിഷ്ഠവും അല്പിഷ്ഠവുമായ അഭീക്ഷ്ണതകൾ, യഥാക്രമം വാഹകതരംഗാഭീക്ഷ്ണതയുടെയും ശബ്ദതരംഗത്തിലെ ഏററവും കൂടിയ അഭീക്ഷ്ണതയുടെയും തുകയും വ്യത്യാസവുമാണ്. ഇതിനിടയ്ക്ക് മററു പല അഭീക്ഷ്ണതകളും ഉണ്ടായിരിക്കും. . വാഹകതരംഗാഭീക്ഷ്ണതയുടെ ഓരോ വശത്തുമുള്ള അഭീക്ഷ്ണതാപംക്തിയെ 'പക്ഷവിസരം' (sideband) എന്നും, ഓരോന്നിന്റെയും വ്യാപ്തിയെ 'പക്ഷവിസരായതി' (sideband width) എന്നും വാഹകതരംഗത്തിന്റെ ഉപരിഭാഗത്തേതിനെ 'ഉപരിപക്ഷവിസര'മെന്നും, അധോഭാഗത്തേതിനെ 'അധോപക്ഷവിസര'മെന്നും വിളിക്കാം. 127-ാം പടം നോക്കുക. ആരൂഢതരംഗ



പടം 127.

പക്ഷവിസരം.

ത്തിന്റെയും ശബ്ദതരംഗത്തിന്റെയും വിസരായതി ഒന്നുതന്നെയാണ്. പ്രക്ഷേപിതതരംഗപരമ്പര വാഹക തരംഗാഭീക്ഷ്ണതയുടെയും ശബ്ദതരംഗാഭീക്ഷ്ണതകളുടെയും തുകയും വ്യത്യാസവുമായ അഭീക്ഷ്ണതകളോടുകൂടിയ തരംഗങ്ങളുടെ

സമൂഹമാണ്. അതിനാൽ ഓരോ പ്രക്ഷേപണശാലയ്ക്കും നിശ്ചയിച്ചിരിക്കുന്ന അഭീക്ഷ്ണതയുടെ ഇരുവശങ്ങളിലും ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതയുടെ ഏററവും കൂടിയ സംഖ്യയോളം വരുന്ന വിസരായതി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനുള്ള സ്വാതന്ത്ര്യം ഉണ്ടായിരിക്കണം.. അല്ലാത്തപക്ഷം രണ്ടു ശാലകളിൽനിന്നും ഒരേ അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ ആദായകത്തിൽ ഒരേ കാലത്തു പ്രവേശിക്കുന്നതും, അവ തമ്മിൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കുവാൻ സാധിക്കാതെ വരുന്നതുമാകുന്നു. സാധാരണശബ്ദാഭീക്ഷ്ണത അയ്യായിരത്തിനകമാണ്. അതിനാലാണ് ഓരോ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണശാലയ്ക്കും അതിൽനിന്ന് അധികദൂരത്തില്ലാത്തവയ്ക്കും തമ്മിൽ വാഹകതരംഗാഭീക്ഷ്ണതയിൽ പതിനായിരമെങ്കിലും വ്യത്യാസമുണ്ടായിരിക്കണമെന്നു നിശ്ചയിച്ചിരിക്കുന്നത്.

ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ ആരോഹിക്കുമ്പോൾ വാഹകതരംഗത്തിന്റെ വിസ്തൃതിയിൽ ശബ്ദതരംഗവിസ്തൃതിക്കനുരൂപമായി വ്യത്യയങ്ങൾ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുവല്ലോ. അതിനാൽ വാഹകതരംഗംതന്നെ തുടർച്ചയായും സ്ഥിരവിസ്തൃതിയിലും ഇരിക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം സാധിക്കയില്ല. സ്ഫുലിംഗത്തിൽനിന്നുള്ള ലുപ്തതരംഗങ്ങൾ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിനുപയോഗിക്കാൻ നിവൃത്തിയില്ലാത്തതിന്റെ കാരണം ഇതാണ്.

<u>പദ്ധ്യയനങ്ങൾ:</u> ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിനു പല പദ്ധ്യയനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാം. ഒന്നിന്റെ ഒരു ഭാഗമാണ് 128-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. സൂക്ഷ്മസ്വനി M ആരോഹണഭേദകത്തിന്റെ പ്രഥമവലയം P യിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ഭേദകത്തിന്റെ ദ്വിതീയവലയം Sന്റെ അഗ്രങ്ങൾ

പടം 128.
ശബ്ദപ്രേഷണപദ്ധ്യയനം—
നാളനിർമ്മിതതരംഗമുപയോഗിച്ച്.

ത്രയാധ്വാവ് V_1ന്റെ അർഗളവും തിരിയുമായി, അർഗള

ബാററി Cയിൽക്കൂടി ബന്ധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ത്രയാധപാവിൻെറ അഭ്യധപാപഥ്യയനത്തിലെ വലയം L_1 ൻെറ അഗ്രങ്ങൾ വ്യോമതന്തുവും ഭൂമിയുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മസപനിയിൽ സംസാരിക്കുമ്പോൾ ആ ശബ്ദതരംഗങ്ങൾക്ക് സൂക്ഷ്മാനുപാതികമായ സ്പന്ദപ്രവാഹം Pയിലും തത്തുല്യമായ ദോലനപ്രവാഹം S ലും ഉത്ഭവിക്കും. അവയ്ക്കനുസരണമായ ദോലനശക്ത്യഗ്രധാന്തരമാണ് അർഗളവും തിരിയുമായി പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. ത്രയാധപാവിനാൽ പ്രവൃദ്ധിപ്പെട്ട്, തത്തുല്യമായ സ്പന്ദപ്രവാഹം L_1 ലും ദോലനപ്രവാഹം L_1 നോടു ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന വ്യോമതന്തു L_3 ലും ഉണ്ടാകുന്നു. അതേസമയംതന്നെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെട്ട വാഹകതരംഗം L_2 ൽ നിന്നും L_3 ലേക്കു പകൎന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ L_3 ൽ ആരോഹം നടക്കുകയും, വ്യോമതന്തുവിൽനിന്നും ആത്രദ്ധതരംഗങ്ങൾ ആകാശത്തിൽ പ്രസരിക്കുകയും ചെയ്യും.

<u>പ്രക്ഷേപണം.</u> പ്രക്ഷേപകത്തിൽ നിന്നും പ്രേഷണം ചെയ്യുന്ന എല്ലാവിധത്തിലുമുള്ള സന്ദേശങ്ങളെ ഒന്നാകെ സാമാന്യമായി 'പ്രക്ഷേപണപരിപാടി' (broadcasting-program) എന്നുപറയും. ശബ്ദപ്രക്ഷേപണമാൎഗ്ഗം ഏതുതരം ശബ്ദവും പ്രക്ഷേപിക്കാമെന്നു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. പ്രസംഗം, സംഗീതം, സംഭാഷണം, നാടകാഭിനയം, മതസ്ഥാപനങ്ങളിൽ നടക്കുന്ന ഈശ്വരാരാധനകൾ, അദ്ധ്യാപനം മുതലായി പലതും പ്രക്ഷേപണപരിപാടിയിൽ പെടുന്നുണ്ട്. പ്രേഷകവുമായി കമ്പിമുഖേന ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള സൂക്ഷ്മസപനി പ്രാസംഗികൻെറ മുമ്പിൽ അടുത്തുണ്ടായിരുന്നാൽ പ്രസംഗം പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെടാം. എന്നാൽ അതോടുകൂടി അടുത്തുണ്ടാകുന്ന മററുശബ്ദങ്ങളും പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടു എന്നു വരാം. ഇതു നല്ലതല്ലെന്നു വിശേഷിച്ചു പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ. അന്യശബ്ദത്താൽ സൂക്ഷ്മസപനിയിൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന പ്രവാഹതീവ്രത, താരതമ്യേന, പ്രസംഗത്തിലുള്ളതിൽ വളരെ കുറഞ്ഞിരുന്നാൽ ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കയില്ല. മുമ്പിൽ നിന്നു മാത്രമുള്ള സമീപശബ്ദത്തിനു പ്രതിവൎത്തിക്കുന്ന തരം സൂക്ഷ്മസപനി പ്രാസംഗികൻെറ മുമ്പിൽ അടുത്തുതന്നെ വച്ചിരുന്നാൽ അന്യശബ്ദംകൊണ്ടുള്ള കുഴപ്പമുണ്ടാകയില്ല. എന്നാൽ പാട്ടുകച്ചേരികളും നാടകാഭിനയങ്ങളും മററും പ്രക്ഷേപിക്കുന്ന

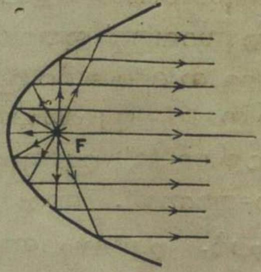
തിന്, ശാലയിൽ അവിടവിടെയായി, ഒന്നിലധികം സൂക്ഷ്മസ്വനികൾ ഉപയോഗിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ആ സ്ഥലത്തു് ഇതരശബ്ദം ഇല്ലാതെയുമിരിക്കണം. അവിടെയുള്ള നാദത്തിൻെറ പ്രതിദ്ധ്വനി ഉണ്ടാകാനും പാടില്ല. ആയതിനാൽ പ്രക്ഷേപണത്തിനുള്ള പാട്ടുകച്ചേരികളും മററും അതിലേക്ക് പ്രത്യേകം തയ്യാറാക്കിയിട്ടുള്ള ശാലകളിലാണ് നടത്തുന്നതു്. അവയ്ക്കു 'രംഗമണ്ഡപം' (studio) എന്നാണ് പേർ. പ്രക്ഷേപണത്തിനുള്ള യന്ത്രസാമഗ്രികൾ കഴിഞ്ഞാൽ രംഗമണ്ഡപമാണ് ഒരു പ്രക്ഷേപണശാലയുടെ പ്രധാന ഭാഗം. മിക്ക വലിയ പ്രക്ഷേപണശാലകൾക്കും ഒന്നിലധികം രംഗമണ്ഡപങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും.

വെളിയിൽ നടക്കുന്ന ഘോഷയാത്രകൾ, മത്സരക്കളികൾ, മുതലായവയെപ്പററിയുള്ള വിവരണങ്ങൾ അതാതുസ്ഥലത്തു്, ആവശ്യംപോലെ ഒന്നോ, അധികമോ ആളുകൾ പല സ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നും, പ്രക്ഷേപണശാലയുമായി കമ്പിമുഖേന ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഓരോ സൂക്ഷ്മസ്വനിയുടെ സഹായത്താൽ അങ്ങോട്ടയയ്ക്കുകയും അവിടെ നിന്നും പ്രക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മതസ്ഥാപനങ്ങളിലെ പരിപാടികളും മററും ഇതുപോലെ കമ്പിമാർഗ്ഗമാണ് പ്രേഷകത്തിൽ എത്തിക്കുന്നതു്.

ഏകദിഗ്പ്രക്ഷേപണം (beam—)

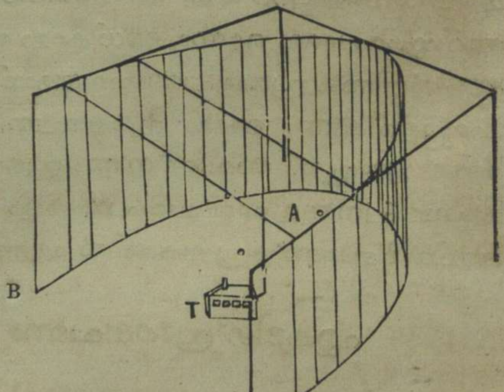
ഒരു പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും പുറപ്പെടുന്ന തരംഗങ്ങൾ സാധാരണയായി നാനാദിക്കിലേക്കും പ്രസരിക്കുന്നുണ്ട്. അതിനാൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ദിക്കിലേക്ക് അധികദൂരം പോകുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ അതിൻെറ തീവ്രത ക്ഷയിച്ചുപോകുന്നു. പ്രക്ഷേപണപരിപാടി പ്രസരിപ്പിക്കേണ്ട ദിക്കിലേക്കുമാത്രം യാത്രചെയ്യത്തക്കവണ്ണം തരംഗത്തെ നിയന്ത്രിച്ചാൽ അതു തീവ്രത കുറയാതെ കൂടുതൽ ദൂരം പ്രയാണം ചെയ്യും. അങ്ങനെ കുറഞ്ഞ ശക്തിയുപയോഗിച്ചു കൂടുതൽ ദൂരത്തിൽ സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

ഗോളാകൃതിയിലുള്ള ഒരു കണ്ണാടിയുടെ 'പ്രാഗ്ര' (focus) ത്തിൽ ഒരു ജ്യോതിസ്സുണ്ടായിരുന്നാൽ അതിൽ നിന്നുള്ള രശ്മികൾ കണ്ണാടിയിൽ പതിച്ചശേഷം, 129-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ടു് സമാന്തരകിരണങ്ങളായി ഒരേ ദിക്കിലേക്കു പ്രയാണം ചെയ്യുന്നു. ഈ തത്വത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി വൈദ്യുതതരംഗങ്ങളേയും പ്രതിബിംബിപ്പിച്ചു് ഏകദിക്കിലേക്കയയ്ക്കാം.



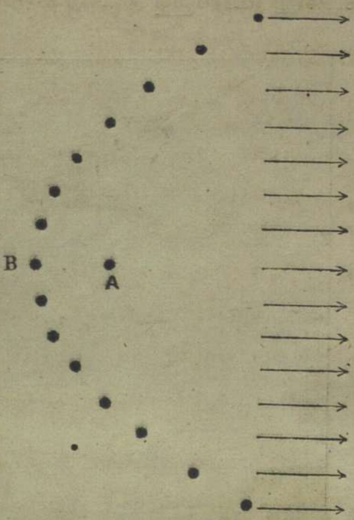
പടം 129.
വെളിച്ചം വക്രദർപ്പണത്തിൽ നിന്നും പ്രതിബിംബിക്കപ്പെടുന്നതു്.

കണ്ണാടിക്കു പകരം ഊർദ്ധ്വവ്യോമതന്തു A യ്ക്കു സമാന്തരമായി, 130-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, കമ്പികൾ B സ്ഥാപിക്കുന്നു. ഈ വ്യോമതന്തുസമൂഹത്തിൽ നിന്നും വൈദ്യുതകാന്തകിരണങ്ങൾ, 131-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, സമാന്തരയഷ്ടിയായി ബഹിർഗമനം ചെയ്യും. അതിനാൽ തരംഗം ഒരു ദിക്കിലേക്കും അതിന്റെ പരിസരപ്രദേശങ്ങളിലേക്കുമേ വ്യാപിക്കുന്നുള്ളു. 132-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, അനേകം കമ്പികൾ രണ്ടു സമാന്തരഋജുരേഖകളിൽ തറയ്ക്കു ലംബമായി നിർത്തിയും പ്രതിബിംബനം സാധിക്കാം. രേഖകൾ തമ്മിലും അടുത്തടുത്ത കമ്പികൾ തമ്മിലുമുള്ള അകലം ഉപയോഗിക്കുന്നതരംഗായതിയെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നതു്. സാധാരണയായി രേഖകൾ



പടം 130.
പ്രതിബിംബനവ്യോമതന്തു—വക്രരേഖയിൽ.
T പ്രേഷകശാല. A വ്യോമതന്തു.
B പ്രതിബിംബ കമ്പിസമൂഹം.

തമ്മിലുള്ള ദൂരം കാൽ തരംഗായതിയായിരിക്കും. ഒന്നിലധികം വ്യോമതന്തുക്കൾ ഉപയോഗിച്ച് അവയിലെ പ്രവാഹങ്ങൾ തമ്മിൽ കലാന്തരം വരുത്തിയും വേറെ പലവിധത്തിലും പ്രതിബിംബനവും തന്മൂലം ഏകദിഗ്പ്രക്ഷേപണവും സാധിക്കാം.



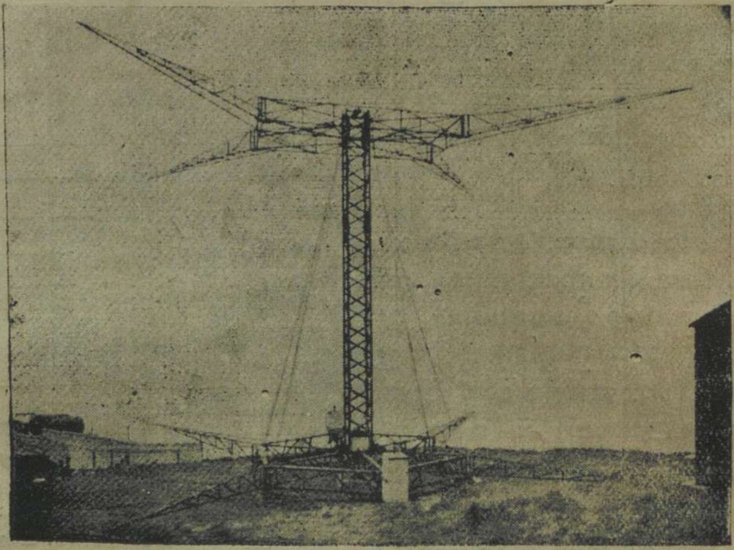
പടം 131.
പ്രതിബിംബന വ്യോമതന്തുവിൽ നിന്നുള്ള റേഡിയോ കിരണയഷ്ടി.
A വ്യോമതന്തു.
B പ്രതിബിംബനകമ്പികൾ.

തരംഗായതി കുറയുന്തോറും പ്രതിബിംബനത്തിനുള്ള പ്രായോഗിക ക്രമീകരണങ്ങൾ ലാഘവതരമാകുന്നതിനാൽ ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളെയാണ് ഇതിലേക്കുപയോഗിക്കാറുള്ളത്. 1927 മുതൽ വാണിജ്യപരമായ തോതിൽതന്നെ ഇതുപയോഗിച്ചു തുടങ്ങി. ഇംഗ്ലണ്ടും, കാനഡാ, തെക്കേ ആഫ്രിക്കാ, ഇൻഡ്യാ, ഓസ്ത്രേലിയാ മുതലായ രാജ്യങ്ങളുമായി ഏകദിഗ് പ്രേഷണം ഉപയോഗിച്ചു സന്ദേശങ്ങൾ അയച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. ഏകദിഗ്രീതി ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിനുപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയിട്ട് അധികകാലമായിട്ടില്ല. 5-ാം ചിത്രത്തിൽ ഏകദിഗ് പ്രേഷണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു വ്യോമതന്തുവിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

പടം 132.
പ്രതിബിംബനവ്യോമതന്തു–സമാന്തരരേഖകളിൽ കമ്പികളുടെ സ്ഥാനം.

ഇപ്പോൾ ലണ്ടൻ, ബേർലിൻ മുതലായ നഗരങ്ങളിൽ നിന്ന് ദിവസംതോറും ഓരോ സമയത്ത് ഓരോ ദിക്കിലേക്ക് ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം ചെയ്യുന്നത് ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ ഉപയോ

ഗിച്ച് ഏകദിഗ് പ്രക്ഷേപണരീതിയിലാണ്. സാധാരണ അതതുസ്ഥലത്ത് അസ്തമനത്തോടടുത്ത സമയത്തു ലഭിക്കത്ത



ചിത്രം 5
ഏകദിഗ് പ്രേഷണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു വ്യോമതന്തു.

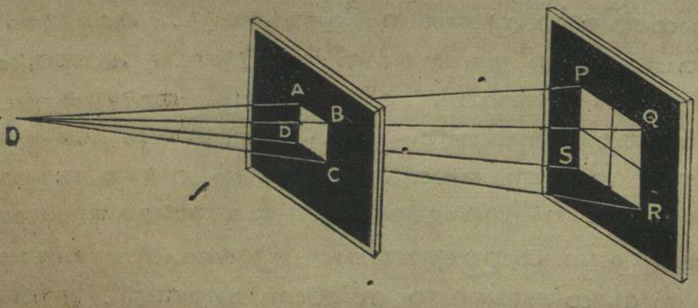
ക്കവണ്ണമാണ് പ്രക്ഷേപണം നടത്തുന്നത്. സമയം അനുസരിച്ച് തരംഗായതി വ്യത്യാസപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. രാത്രിയാകുന്തോറും തരംഗായതി വർദ്ധിപ്പിക്കും.

അദ്ധ്യായം 5.

റേഡിയോത്തരംഗങ്ങളുടെ സഞ്ചരണം

വ്യുൽക്രമവർഗ്ഗനിയമം (inverse square law).

ഊർജ്ജം പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന്, വൈദ്യുതകാന്തതരംഗരൂപേണ, നാനാദിക്കുകളിലേക്കും പ്രസരിക്കുന്നു എന്നു കണ്ടുവല്ലോ. കേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് ചുററുപാടും ഒരുപോലെ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ, അതു പ്രസരിക്കുന്ന തലത്തിന്റെ വിസ്തീർണ്ണം വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ, ദൂരം കൂടുന്തോറും 'ഊർജ്ജതലതീവ്രത' (intensity of illumination) ക്രമേണ കുറയുന്നു. ഒരു സെൻറിമീററർ വശമുള്ള ചതുരത്തിൽ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ പതിക്കുന്ന ഊർജ്ജത്തെ അതുൾപ്പെട്ട ചെറിയ തലത്തിലെ ഊർജ്ജതലതീവ്രതയുടെ അളവായി പരിഗണിക്കാം. തരംഗത്തിന്റെ വ്യാസം വർദ്ധിക്കുന്തോറും അതു വ്യാപിക്കുന്ന തലവിസ്തീർണ്ണം വ്യാസാർദ്ധത്തിന്റെ വർഗ്ഗാനുപാതികമായി വർദ്ധിക്കുന്നതിനാൽ ഊർജ്ജതലതീവ്രത വ്യാസാർദ്ധത്തിന്റെ വർഗ്ഗാനു



പടം 133.
വ്യുൽക്രമവർഗ്ഗപ്രമാണം.

പാതികമായി കുറയുന്നു. 133-ാം പടത്തിലെ O എന്ന കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും ഊർജ്ജം ചുററുപാടും പ്രസരിക്കുന്നുവെന്നു സങ്ക

ല്പിക്കുക. O A എന്ന ഏതെങ്കിലും സൗകര്യമായ ദൂരത്തിൽ A B C D എന്ന ഒരു ചതുരം എടുക്കുക. O യെ A, B, C, D എന്നിവയുമായി ഋജുരേഖകളാൽ യോജിപ്പിച്ച് അവയെ മുന്നോട്ടു നീട്ടുക. OA യുടെ ഇരട്ടിയായ OP എന്ന ദൂരത്തിൽ ഈ രേഖകൾക്കുള്ളിൽ P Q R S എന്ന ചതുരം കിട്ടും. A B C D എന്ന തലത്തിൽക്കൂടി കടക്കുന്ന ഊർജ്ജംതന്നെയാണ് PQRS എന്നതിൽ കൂടിയും കടന്നുപോകുന്നത്. PQRS ൻെറ വിസ്തീർണ്ണം A B C Dയുടെ വിസ്തീർണ്ണത്തിൻെറ നാലിരട്ടിയാണെന്നു കാണാം. അതിനാൽ PQRS ൽ ഒരു ചതുരത്തിലുള്ള ഊർജ്ജം A B C Dയിൽ അതേ വലിപ്പത്തിലുള്ള ഒരു ചതുരത്തിൻെറ നാലിലൊന്നേ ആയിരിക്കയുള്ളൂ. അതായത് ദൂരം ഇരട്ടിച്ചപ്പോൾ ഊർജ്ജതലതീവ്രത നാലിലൊന്നായി. ഇത് വ്യുല്ക്രമവർഗ്ഗനിയമത്തിൻെറ യഥാർത്ഥതയെ തെളിയിക്കുന്ന അനേകം ഉദാഹരണങ്ങളിൽ ഒന്നുമാത്രമാകുന്നു. കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ദൂരം വർദ്ധിക്കുന്തോറും വ്യുല്ക്രമവർഗ്ഗാനുപാതികമായി ഊർജ്ജത്തിൻെറ പ്രസ്താരം കുറയുന്നു എന്നുള്ളതാണ് വ്യുല്ക്രമവർഗ്ഗനിയമം.

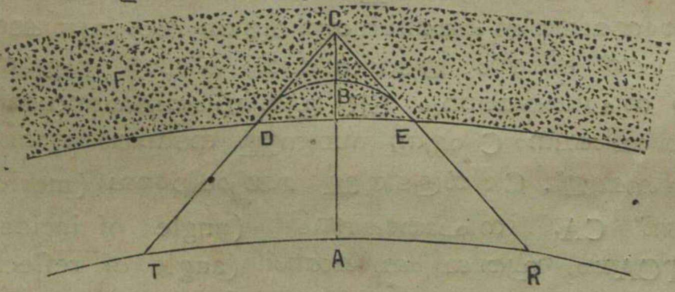
വ്യുല്ക്രമവർഗ്ഗനിയമവും വൈദ്യുതകാന്തതരംഗപ്രസരണവും.

വൈദ്യുതകാന്തതരംഗപ്രസരണം വ്യുല്ക്രമവർഗ്ഗനിയമമനുസരിച്ചാണെങ്കിൽ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും കുറേ ദൂരം മാത്രമേ ഈ തരംഗത്തിൻെറ പ്രയോജനം ഉണ്ടാകയുള്ളൂ. കുറച്ചുദൂരം കഴിഞ്ഞാൽ പിന്നെ ഊർജ്ജതലതീവ്രത തുലോം കുറഞ്ഞുപോകുന്നതിനാൽ ഏററവും വിശേഷപ്പെട്ട ആദായകംപോലും അസമർത്ഥമായിത്തീരുന്നു. ദൂരം കൂടുന്തോറും കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും പ്രേഷണം ചെയ്യുന്ന ഊർജ്ജവും വളരെ വർദ്ധിച്ചെങ്കിലെ ആദാനം സുകരമാകയുള്ളൂ. ഈ നിയമം ആധാരമാക്കിയാണ് പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പ്രക്ഷേപണം വളരെ ദൂരത്തിൽ സാധിക്കയില്ലെന്നു സിദ്ധാന്തിച്ചിരുന്നത്. ഇതിൻെറ ഫലമായി, ഇംഗ്ലണ്ടിൽനിന്നും അമേരിക്കയിലേക്കു പ്രക്ഷേപണം സാധിക്കയില്ലെന്ന് അവർ വാദിച്ചു. എന്നാൽ 1901-ൽ മാർക്കോണി (Marconi) ഇംഗ്ലണ്ടിൽനിന്നും അമേരിക്കയിൽ ന്യൂഫൗണ്ട്ലണ്ടിലേക്ക് (New Foundland) റേഡി

യോമുഖേന സന്ദേശങ്ങൾ അയച്ചു. കൂടാതെ, അക്കാലത്തു തന്നെ രണ്ടായിരം നാഴികയോളം അകലത്തിലുള്ള കപ്പലുകൾക്കു കരയിൽനിന്നും റേഡിയോസന്ദേശങ്ങൾ കിട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്നു. ഇവ മേല്പറഞ്ഞ അഭിപ്രായത്തെ ഖണ്ഡിക്കുന്നുവെന്നു സ്പഷ്ടമാണല്ലോ.

അയത്ത്ഗോളസിദ്ധാന്തം (ionospheric theory)

ഇതിൻെറ കാരണമെന്തെന്നറിയുന്നതിനായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആരാഞ്ഞു തുടങ്ങി. 1902 ൽ ഒലിവർഹെവിസായിഡ് (Oliver Heaviside) എന്ന ആംഗ്ലേയഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനും, കെനല്ലി (Kennelly) എന്ന അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനും സ്വതന്ത്രമായി ഒരേ വിശദീകരണം ഏകദേശം ഒരേസമയം തന്നെ ഇതിനു നൽകി. അവരുടെ 'അഭ്യൂഹം' (hypothesis) ശരിയാണെന്നു പിൽക്കാലങ്ങളിലെ പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിക്കയും ചെയ്തു. ഈ അഭ്യൂഹം വിശദീകരിക്കാം.

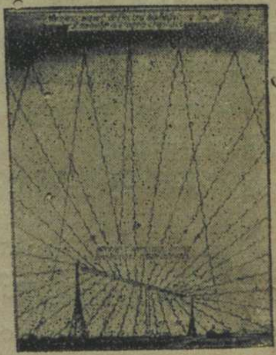


പടം 134.

അയനമേഖലയിൽ നിന്നും പ്രതിബിംബനം.

134-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ, ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നും കുറെ ഉയരെയായി, വായുമണ്ഡലത്തിൽ ഭൂമിക്കു ചുററും, അയത്തുക്കളും ആലക്തോണുകങ്ങളും ധാരാളമുള്ള ഒരു പ്രദേശമുണ്ട്. ഇതിനെ 'അയത്ത്ഗോളം' എന്നും അതിൻെറ ഓരോ അട്ടുകളേയും 'അയനമേഖല' യെന്നും നാമകരണം ചെയ്യാം. പ്രക്ഷേപകവ്യോമതന്തുവിൽ നിന്നും പുറപ്പെടുന്ന റേഡിയോകിരണങ്ങളെ രണ്ടായി വിഭജിക്കാവുന്നതാണ്. ഭൂമുഖത്തിനു സമീപത്തുകൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നതിനെ 'ഭൂതലകിരണം' (ground ray) എന്നും, മുകളിലോട്ടു

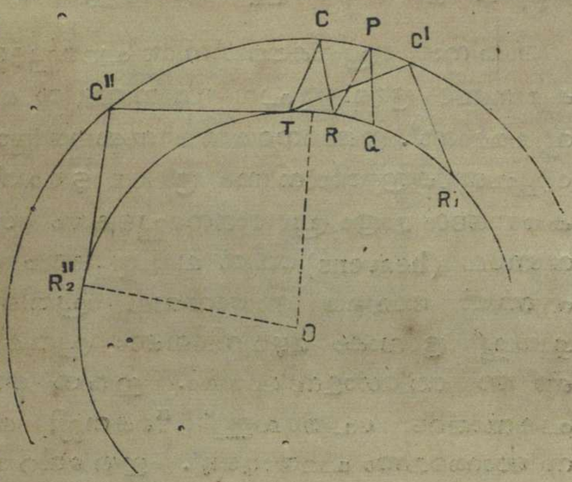
പോകുന്നതിനെ 'നഭോമണ്ഡലകിരണം' (sky ray) എന്നും പറയാം. ഒരു നഭോമണ്ഡലകിരണം മുകളിലോട്ടു പ്രയാണം ചെയ്ത് അയ ന്മേഖലയിൽ നിപതിക്കുമ്പോൾ, വെളിച്ചം കണ്ണാടിയിലെന്നപോലെ, പ്രതിബിംബിക്കപ്പെടുന്നു. 6-ാം ചിത്രത്തിൽ ഇത്തരം പ്രതിബിംബനമാണ് ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. 134-ാം പടത്തിൽ പ്രേഷണകേന്ദ്രം Tയിൽ നിന്നും TD എന്ന കിരണം മുകളിലോട്ടു പോയി D എന്ന സ്ഥാനത്ത് അയന്മേഖലയിൽ പ്രവേശിച്ച്, DBE എന്ന വക്രരേഖയിൽ കൂടി അയന്മേഖലയെ സംക്രമിച്ചശേഷം, QR ൽകൂടി ആദാനസ്ഥാനമായ R ൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. അധോഭാഗങ്ങളിലേക്കാൾ അയന്മേഖലയിൽ കിരണവേഗത വളരെ വർദ്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനാലാണ് കിരണം ഈവിധത്തിൽ കീഴോട്ടു വളയുന്നത്. TD നിപാതകിരണവും ER പ്രതിബിംബകിരണവുമാകുന്നു. പ്രതിബിംബനം C എന്ന സ്ഥാനത്തു നടന്നതായിട്ടാണ് ഗണിക്കേണ്ടത്. Cയിൽക്കൂടിയുള്ള മദ്ധ്യാഹ്നരേഖ (meridian) ആണ് CA. 'നിപാതകോണം' (angle of incidence) ∠TCAയും, 'പ്രതിബിംബകോണം' (angle of reflection) ∠RCA-യും ആകുന്നു. പ്രകാശപ്രതിബിംബനത്തിന്റെ പ്രഥമനിയമം നിപാതകോണവും പ്രതിബിംബകോണവും സമമായിരിക്കുമെന്നാണല്ലോ. അതിന് ഇവിടെയും പ്രസക്തിയുള്ളതിനാൽ മേൽ കാണിച്ച രണ്ടുകോണങ്ങളും സമമാണ്. അതായത് ∠TCA=∠RCA.



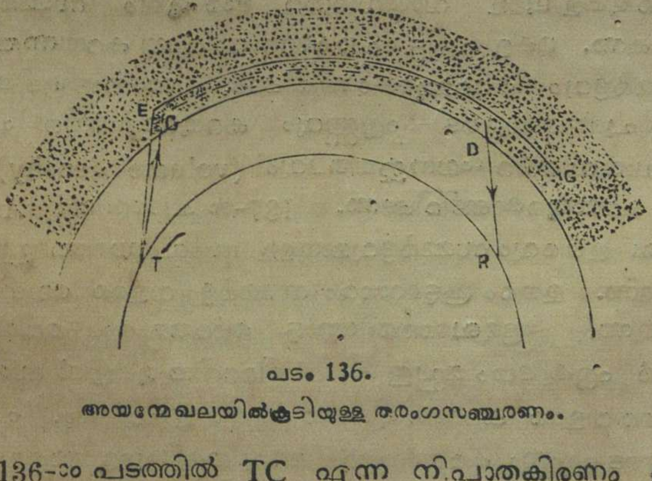
ചിത്രം 6.
നഭോമണ്ഡലകിരണങ്ങളെ പ്രതിബിംബിക്കുന്നത്.

135-ാം പടത്തിൽ TC, TC¹, TC¹¹ എന്ന മൂന്നു കിരണങ്ങൾ പ്രതിബിംബനശേഷം യഥാക്രമം R, R¹, R¹¹ എന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ ചെന്നുചേരുന്നു. ഇതിൽനിന്നും നിപാതകോണം കൂടുന്തോറും ഒററ പ്രതിബിംബനംകൊണ്ടു ചെന്നെത്താവുന്ന ദൂരവും വർദ്ധിക്കുമെന്നു കാണാം.

അതേ പടത്തിൽ TC എന്ന കിരണം പരിശോധിക്കുക. അതു പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ടു്, ഭൂമിയിൽ R എന്ന സ്ഥാനത്തു് എത്തിച്ചേൎന്നശേഷം, ഭൂമുഖത്തുനിന്നും പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ടു്, തിരിച്ചു് അയന്മേഖലയിൽ എത്തുന്നു. അനന്തരം P എന്ന സ്ഥാനത്തുനിന്നും വീണ്ടും പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ടു് ഭൂമിയിൽ Q എന്ന സ്ഥാനത്തേക്കു മടങ്ങുന്നു. ഇങ്ങനെ ഒരേ കിരണം പല പ്രാവശ്യം പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ടശേഷം ആദായകത്തിൽ പ്രവേശിച്ചു എന്നും വരാം.



പടം 135.
പല സ്ഥാനത്തേക്കുമുള്ള പ്രതിബിംബനം.



പടം 136.
അയന്മേഖലയിൽക്കൂടിയുള്ള തരംഗസഞ്ചരണം.

136-ാം പടത്തിൽ TC എന്ന നിപാതകിരണം അയന്മേഖലയിൽ പ്രവേശിച്ചു്, അയന്മേഖലയിൽ കൂടിത്തന്നെ

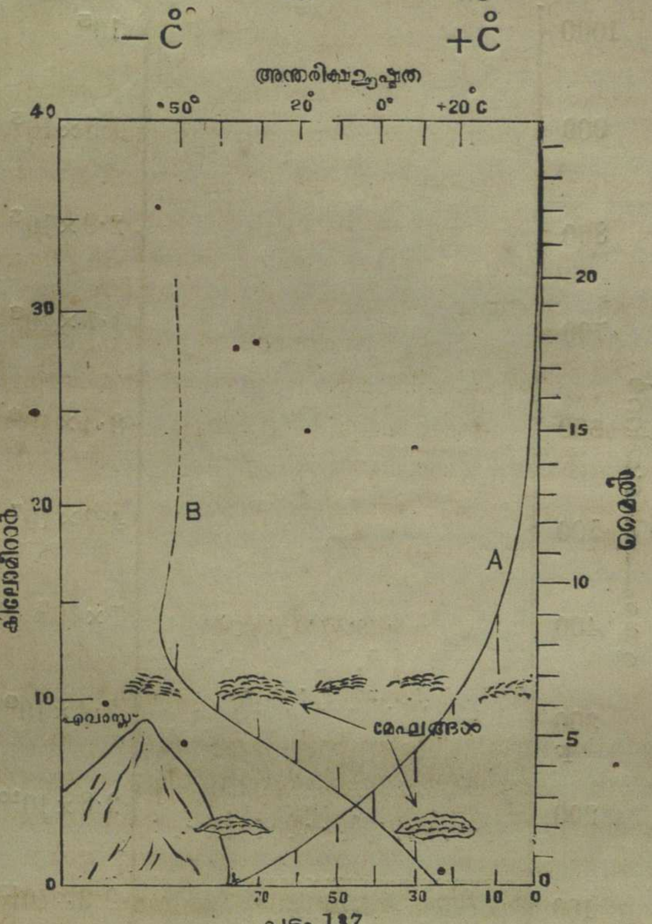
CD എന്ന വഴിയായി യാത്രചെയ്ത് DR മാർഗ്ഗം, തിരിച്ച് ഭൂമിയിൽ R എന്ന സ്ഥാനത്ത് എത്തിച്ചേരുന്നു.

അതിനാൽ പ്രേഷകത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന നഭോമണ്ഡല കിരണങ്ങൾ ഭൂമുഖത്തു പല സ്ഥാനങ്ങളിൽ ചെന്നെത്താമെന്നു വ്യക്തമാണ്. ഇങ്ങനെയൊരയനമേഖലയില്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും ഭൂമിയോടു ചേർന്നു സഞ്ചരിക്കുന്ന കിരണങ്ങൾ മാത്രം പ്രയോജനപ്പെടുകയും ശേഷമെല്ലാം 'വിയന്മണ്ഡല' (heavens) ത്തിൽ ലയിയ്ക്കുകയും ചെയ്യുമായിരുന്നു. എന്നാൽ അവയെ അയനമേഖല പ്രതിബിംബിച്ചു തിരിച്ചയച്ച് ഭൂലോകം മുഴവനിലേക്കും പ്രസരിപ്പിക്കുന്നു. ഇതാണ് അയത്ത്ഗോളസിദ്ധാന്തം. ഇതിന് അതിൻെറ പ്രസ്താവകന്മാരുടെ പേരുചേർത്ത് "കെനല്ലി ഹെവിസ്സയിഡ്" സിദ്ധാന്തമെന്നും പറയാറുണ്ട്. ഇതിൻെറ യാഥാർത്ഥ്യം മനസ്സിലാക്കുന്നതിനായി അന്തരീക്ഷഘടനയും അതിൻെറ വർത്തനരീതിയും പരിശോധിക്കാം.

അന്തരീക്ഷം.

സമ്മർദ്ദം. വായുമണ്ഡലത്തിൽ ഓരോ സ്ഥാനത്തും അതിനു മുകളിലുള്ള വായുവിൻെറ ഭാരംമൂലം സമ്മർദ്ദം ഉണ്ടാകുന്നു. മുകളിലോട്ടു പോകുന്തോറും വായു കുറയുന്നതിനാൽ സമ്മർദ്ദവും കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. അതോടുകൂടിത്തന്നെ വായുപുഞ്ജകങ്ങളുടെ എണ്ണവും കുറയുന്നതിൻെറ ഫലമായി വായുവിൻെറ 'ഘനഗുരുത്വം' (volume density) ക്രമേണ കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. 137-ാം പടത്തിൽ, A എന്ന ലേഖ ഉയരവും സമ്മർദ്ദവുമായുള്ള സംബന്ധത്തെ പ്രത്യക്ഷമാക്കുന്നു. ഉയരം കൂടുന്തോറും സമ്മർദ്ദം വളരെ വേഗത്തിൽ കുറയുന്നു. ഭൂമുഖത്തേതിനോടു താരതമ്യപ്പെടുത്തിനോക്കിയാൽ ഏകദേശം മുപ്പതു കിലോമീററിനു മുകളിൽ സമ്മർദ്ദം വളരെ വളരെ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു എന്നു ഗ്രഹിക്കാം. പുഞ്ജകങ്ങളുടെ എണ്ണം കുറയുന്തോറും അവ തമ്മിലുള്ള അകലം കൂടുന്നതും തന്നിമിത്തം പരസ്പരസംഘട്ടനം വിരളമാകുന്നതുമാ

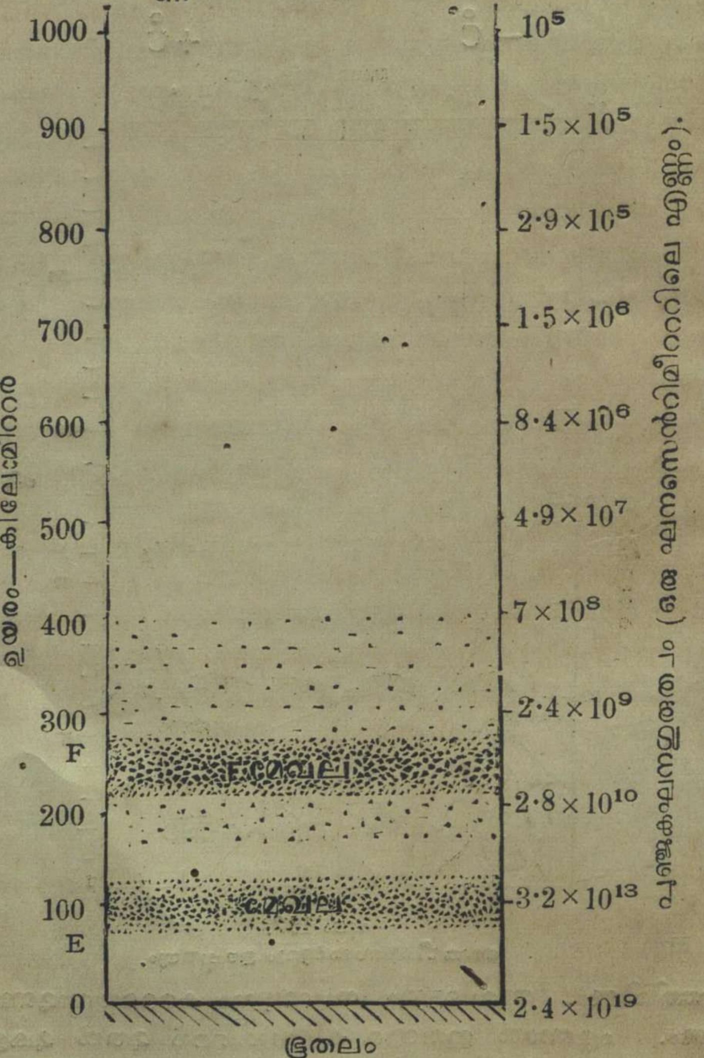
ണ്. ഏകദേശം നൂറ നൂററൻപതു കിലോമീററർ ഉയരത്തിൽ പുഞ്ജകങ്ങളുടെ എണ്ണം, താരതമ്യേന തുലോം കുറ



പടം 137.
അന്തരീക്ഷസമ്മർദ്ദവും ഊഷ്മതയും.

ഞ്ഞിരിക്കും. അവിടെയും സംഘട്ടനം കുറെയെല്ലാമുണ്ടായിരിക്കും. എന്നാൽ ഇരുനൂറ കിലോമീററർ മുതൽ മുകളിലോട്ടുള്ള ഉയരത്തിൽ സംഘട്ടനം ദുർല്ലഭവും എണ്ണം തുലോം കുറവുമാണ്. സമ്മർദ്ദം, അതതു സ്ഥാനത്തെ പുഞ്ജകഘനനിബിഡതത്തിന് (ഒരു ഘനസെൻറിമീററിലെ പുഞ്ജകങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിന്), ആനുപാതികമാകയാൽ സമ്മർദ്ദം തുലോം കുറവായ ഉന്നതപ്രദേശങ്ങളിലെ സമ്മർദ്ദവ്യത്യയം താരതമ്യേന പ്രദർശി

ക്കുന്നതിനായി 138-ാം പടത്തിൽ ഓരോ ഉയരത്തിലേയും പുഞ്ജകങ്ങളുടെ എണ്ണം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



പടം 38.

അയോണഖലകവും, പുഞ്ജകഘനഗുരുത്വം ഇവയും ഉയരവും.

ഊഷ്മത. ഉയരം കൂടുന്തോറും അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഊഷ്മതയും ക്രമേണ കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. 137-ാം പടത്തിൽ

B എന്ന ലേഖ ഊഷ്മതയും ഉയരവും തമ്മിലുള്ള സംബന്ധത്തെ പ്രത്യക്ഷമാക്കുന്നു. ഏകദേശം 12 കിലോമീററർ വരെ ഊഷ്മത ക്രമേണ കുറയുന്നെങ്കിലും, അതിനപ്പുറം കുറയാതെ അതേ 'ഡിഗ്രി' (degree)യിൽ നില്ക്കുന്നതേയുള്ളു. ഈ നിരപ്പിനു മുകളിൽ കാററും മററും ഇല്ലാത്തതിനാൽ അവിടത്തെ വായുവിൽ സാർവ്വത്രികമായ ചലനം ഇല്ല. ഇക്കാരണങ്ങളാൽ 12 കിലോമീറററിനു മുകളിലുള്ള വായുമണ്ഡലത്തെ 'സ്ഥിരമണ്ഡലം' (stratosphere) എന്നും അതിനു കീഴിലുള്ളതിനെ 'ചരമണ്ഡലം' (troposphere) എന്നും പറയുന്നു. സ്ഥിരമണ്ഡലത്തിൽ മേഘങ്ങളില്ല. അവിടെ ഏകദേശം 40 കിലോമീററർ ഉയരംവരെ നിശ്ചയമായും ഊഷ്മത എല്ലായിടത്തും ഒരേ ഡിഗ്രിയിലാണ്. എന്നാൽ അതിനപ്പുറം ഊഷ്മത കൂടുന്നെന്നു വിചാരിക്കാൻ ന്യായമില്ലാതെയുമില്ല.

കാററും മററുമുള്ളതുകൊണ്ട് ചരമണ്ഡലത്തിലെ വായു എല്ലാഴ്പ്പോഴും ഇളകിമറിഞ്ഞു സങ്കലമായിരിക്കുന്നതിനാൽ, അവിടെ വായുവിലെ വാതകങ്ങളുടെ താരതമ്യഘടന എല്ലായിടത്തും മിക്കവാറും ഒരുപോലെയിരിക്കും; എന്നാൽ സ്ഥിരമണ്ഡലത്തിൽ ഓരോന്നിൻെറയും ഘനഗുരുത്വമനുസരിച്ച് അടുക്കുകളായിത്തീരാവുന്നതാണ്. മററുചില കാരണങ്ങളാൽ അവ ഇപ്രകാരം പൂൎണ്ണമായി അടുക്കുകളാകുന്നില്ലെങ്കിലും ഉയരം കൂടിയ പ്രദേശങ്ങളിൽ താരതമ്യേന ഘനഗുരുത്വം കുറഞ്ഞ വാതകങ്ങളാണ് ധാരാളമായുള്ളത്. അതായത് ഉന്നതപ്രദേശങ്ങളിൽ ഹീലിയം, ഹൈഡ്രജൻ മുതലായവ കൂടിയും, ഓക്സിജനും നൈട്രജനും കുറഞ്ഞുമിരിക്കും. ഇവതന്നെ 'വിശ്ലിഷ്ട' (dissociate)പ്പെട്ട് പരമാണുകങ്ങളായിത്തീന്നിരിക്കും. ഉയരം കൂടുന്തോറും വിശ്ലിഷ്ടപുഞ്ജകങ്ങളുടെ എണ്ണം കൂടുന്നു. ഓരോ വാതകത്തിനും വിശ്ലേഷമുണ്ടാകുന്നതു് അതാതിൻെറ പ്രത്യേക ഗുണങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണ്. ഓരോന്നിനും വിശ്ലേഷം ധാരാളമായി സംഭവിക്കുന്ന ഉയരം വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും. ഓക്സിജൻ പുഞ്ജകങ്ങളെല്ലാംതന്നെ ഏകദേശം 80 മുതൽ 130 കിലോമീററർ വരെ ഉയരമുള്ള

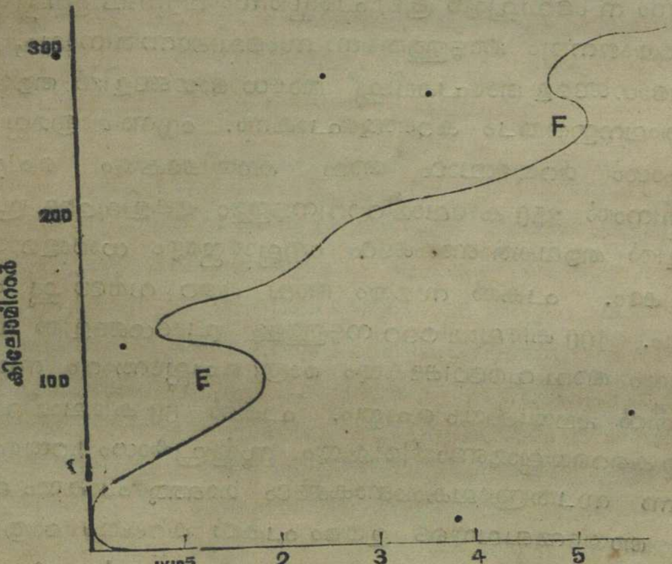
പ്രദേശങ്ങളിൽ വിശ്ലിഷ്ടമാകും. അതിനപ്പുറം ഓക്സിജൻ പരമാണുകരൂപത്തിൽ മാത്രമേ ഇരിക്കുന്നുള്ളൂ.

അയത്കരണം. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തോടു ചേൎന്നു കിടക്കുന്ന വായുവിലെ പുഞ്ജകങ്ങൾ ഏറിയക്രമം, എന്നല്ല, എല്ലാംതന്നെ വൈദ്യുതാരോപം ഇല്ലാത്ത പൂൎണ്ണപുഞ്ജകങ്ങളാണ്. ഓരോ പുഞ്ജകവും ശിഥിലീഭവിച്ച് ആലക്താണുകവും അയത്തുമായിത്തീരാം. സമ്മർദ്ദം കൂടിയിരിക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ അവ തമ്മിലുള്ള സുലഭമായ സംഘട്ടനം മൂലം പുഞ്ജകങ്ങൾ ആലക്താണുകങ്ങളുമായി വേർപിരിഞ്ഞാൽ തന്നെ താമസംവിനാ വീണ്ടും യോജിക്കുന്നു. അവിടെ സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങൾ ഇല്ലാതിരിക്ക എന്നുള്ളതാണ് സമഗ്രഫലം. എന്നാൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഉന്നതപ്രദേശങ്ങളിലെ സ്ഥിതി ഇതിൽനിന്നും ഭിന്നമാണ്. ഏകദേശം 200 കിലോമീററിനു മുകളിൽ വായുപുഞ്ജകങ്ങൾ തമ്മിൽ വളരെ അകലമുള്ളതിനാൽ പരസ്പരസംഘട്ടനങ്ങൾ അപൂൎവമായേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളൂ. ഏകദേശം 100 കിലോമീററിനടുത്തുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ പുഞ്ജകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അകലം കുറേക്കൂടി കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാൽ സംഘട്ടനം കൂടുതലായിരിക്കും. 60 കിലോമീററിനടുത്ത് പരസ്പരസംഘട്ടനം സുലഭമാണ്; അകലവും അധികമില്ല.

ആയതിനാൽ 200 കിലോമീററർ ഉയരത്തിനടുത്തുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ ഏതെങ്കിലും കാരണവശാൽ അയത്കരണം ഭവിക്കുന്നപക്ഷം, ആലക്താണുകങ്ങളും അയത്തുക്കളും വളരെ സമയത്തേക്കു വേർപെട്ടിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട്, അയത്കരണഹേതു ഇല്ലാതെയായാലും സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങളും അയത്തുക്കളും കുറയുകയില്ല. എന്നാൽ 100 കിലോമീററിനടുത്തുള്ള ആലക്താണുകങ്ങളും അയത്തുക്കളും തമ്മിൽ യോജിച്ച് ഉദാസീനപുഞ്ജകങ്ങളാകുന്നതിനാൽ സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങളുടെ എണ്ണം കുറയുന്നു. സാവധാനത്തിലേ കുറയുന്നുള്ളൂ എന്നതാണ് വ്യത്യാസം. 60 കിലോമീററിനടുത്തായാൽ പരസ്പരസംഘട്ടനത്തിന്റെ ബഹുത്വത്താൽ, അയത്കരണ-

ഹേതു നീങ്ങുന്നതോടുകൂടിത്തന്നെ അവ ഉദാസീനപുഞ്ജകങ്ങ ളായിത്തീരുകയും ആലക്താണകങ്ങൾ ഇല്ലാതായിപ്പോകുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഒരു ഘനസെൻറിമീററിനുള്ളിലുള്ള ആലക്താണകങ്ങ ളുടെ എണ്ണം അതിൻെറ ഘനഗുരുത്വത്തിൻെറ അള വായി പരിഗണിക്കാം. ഉയരം കൂടുന്തോറും അന്തരീക്ഷത്തി ലെ ആലക്താണകഘനഗുരുത്വം എങ്ങനെ വ്യത്യയപ്പെ ടുന്നു എന്നുള്ളത് 139-ാം പടത്തിലെ ലേഖയിൽനിന്നും ഗ്രഹിക്കാം. ഉയരം കൂടുന്തോറും അതു വർദ്ധിക്കുന്നു,



പടം 139.

ആലക്താണകഘനഗുരുത്വ–ഉയരലേഖ.

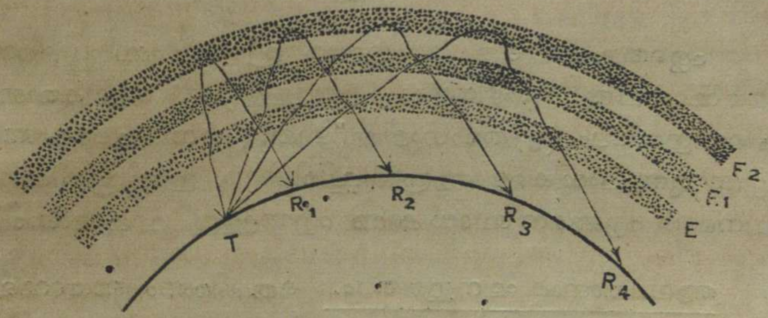
എന്നാൽ ആനുപാതികമായല്ല. 100 കിലോമീററിനടുത്ത് വളരെ വർദ്ധിക്കയും അതിൻെറ ശേഷം ഏകദേശം 250-നും, 300-നും ഇടയ്ക്കുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ ഇതിലും കൂടു തലായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. അയത്തുക്കളുടെ ഭാരം ആല ക്താണകങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കൂടുതലാകയാൽ

റേഡിയോതരംഗങ്ങളുടെ പ്രതിബിംബനം ആലക്താണുകങ്ങളെ മാത്രമേ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നുള്ളു.

അയത്കരണകാരകം. വായുമണ്ഡലത്തിലെ മുഖ്യമായ അയത്കരണകാരകം സൂര്യനിൽനിന്നുള്ള ധൂമ്രോത്തരരശ്മിയാണ്. അതിനാൽ പകൽസമയത്തു വായുമണ്ഡലത്തിലെ സാന്ദ്രപ്രദേശങ്ങളിൽ ധാരാളം ആലക്താണുകങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കുന്നു. കീഴോട്ടു വരുന്തോറും ധൂമ്രോത്തരരശ്മികളെ, പ്രത്യേകിച്ച് അയത്കരണത്തിനു കൂടുതൽ സാമർത്ഥ്യമുള്ള ഹ്രസ്വതരംഗാംശത്തെ, വായുമണ്ഡലം ഗ്രസിക്കുന്നതിനാലും, അയത്കരണം സംഭവിച്ചാൽ കൂടി പരസ്പരസംഘട്ടനബാഹുല്യത്താൽ സംയോജനവും അടുത്തുതന്നെ സംഭവിക്കുന്നതിനാലും, ഊർദ്ധ്വഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് അധോഭാഗങ്ങളിൽ ആലക്താണുകഘനഗുരുത്വം കുറഞ്ഞുപോകുന്നു. എന്നു മാത്രമല്ല സൂര്യപ്രകാശം മറയുമ്പോൾ അവ ക്ഷയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ 250 കിലോമീററിനടുത്തും മുകളിലുമുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ ആലക്താണുകങ്ങൾ എല്ലായ്പോഴും ധാരാളമായുണ്ടായിരിക്കും. പകൽ സമയം അവ കുറെ വർദ്ധിച്ചു എന്നുവരാം. 100 കിലോമീററിനടുത്തുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ പകൽ സമയം അവ വർദ്ധിക്കുകയും രാത്രി ചെല്ലുന്തോറും സാവധാനത്തിൽ ക്ഷയിക്കയും ചെയ്യും. പകൽ 60 കിലോമീററിനടുത്തു കുറെയെല്ലാമുണ്ടായിരിക്കയും, സൂര്യപ്രകാശം മറയുമ്പോൾ തന്നെ സ്വതന്ത്രാലക്താണുകങ്ങൾ മാഞ്ഞുപോകയും ചെയ്യുന്നു. അയനമേഖലയുടെ ഉയരം പകൽ കുറകയും രാത്രിയിൽ കൂടുകയും ചെയ്യുന്നതു് ഇതിനാലാണ്. സൂര്യപ്രകാശത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ അയനമേഖലയുടെ ഉയരവും, ഘനഗുരുത്വവും, കാലദേശവ്യത്യാസങ്ങൾ അനുസരിച്ചും വ്യത്യസ്ഥപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കും. വേനൽക്കാലത്തു കൂടുതലും തണുപ്പുകാലത്തു കുറവുമാണ്. അതുപോലെതന്നെ ഭൂമദ്ധ്യരേഖയ്ക്കടുത്തു കൂടിയും ധ്രുവത്തിനടുത്തു കുറഞ്ഞും ഇരിക്കുന്നു.

അയനമേഖലകൾ. ഉയരം കൂടുന്തോറും വായുവിന്റെ ഘനഗുരുത്വം കുറയുന്നതും, ധൂമ്രോത്തരരശ്മിതീവ്രത വർദ്ധി

കുന്നതും ക്രമേണയായിരിക്കുന്നതിനാൽ അന്തരീക്ഷത്തിലെ ആലകത്താണുകംഘനഗുരുത്വവും ക്രമേണ വർദ്ധിക്കുമെന്നാണ ല്ലോ വിചാരിക്കേണ്ടതു്. എന്നാൽ യഥാൎത്ഥത്തിൽ വൃദ്ധിയു ണ്ടെങ്കിലും അതു ക്രമാനുസൃതമല്ല. 140-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ അയന്മേഖല പല അട്ടുകളായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഏക



പട. 140

അയന്മേഖലകളും പ്രതിബിംബനവും.

ദേശം 100 കിലോമീററർ ഉയരത്തിലുള്ള മേഖല ആലകത്താ ണുകങ്ങൾ ധാരാളമുള്ളതാണു്. ഇതിനു 'കെനല്ലി ഹെവി സയിഡ് മേഖല' എന്ന നാമം നൽകിയിരിക്കുന്നു. E മേഖല യെന്നും ഇതിനെ പറയാറുണ്ടു്. മുകളിലോട്ടുപോയാൽ ഏക ദേശം ഇരുനൂററൻപതു കിലോമീറററിനടുത്തു വേറൊരു മേഖലകൂടിയുണ്ടു്. ഇതിനെ, കണ്ടുപിടിച്ച ആളിൻെറ പേരി നോടു ഘടിപ്പിച്ചു്, 'ആപ്പിൾററൺ' (Appleton) മേഖലയെ ന്നും, അഥവാ F മേഖലയെന്നും വിളിക്കുന്നു. ഇതിനു രണ്ടു ഭാഗങ്ങളുള്ളതിൽ മുകളിലത്തേതിനെയും താഴത്തേതിനെയും യഥാക്രമം F_2, F_1 മേഖലകളെന്നു പറയുന്നു. E മേഖല യിലെ ആലകത്താൎണുകംഘനഗുരുത്വം F മേഖലയിലേതിനേ ക്കാൾ കുറവായിരിക്കുമെന്നു സ്പഷ്ടമാണല്ലൊ. 138-ാം പട ത്തിൽ E, F മേഖലകളുടെ നില കാണിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

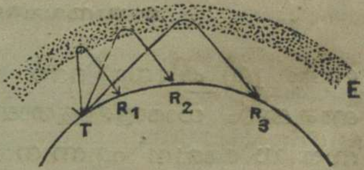
Fനും വളരെ വളരെ മുകളിലായി അയന്മേഘപടലങ്ങ ളുണ്ടെന്നു് ഊഹിക്കാൻ ന്യായങ്ങളില്ലാതില്ല. കൂടാതെ, 30 പ്ര യുതത്തിൽ കൂടിയ അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ ചില പ്പോൾ വളരെ ദൂരത്തിൽ എത്തുന്നതായി കാണുന്നുണ്ടു്. ഇതു്

അയനമേഖലയിൽനിന്നുള്ള പ്രതിബിംബനംമൂലമാകാനും തരമില്ല. അതിനാൽ ചരമണ്ഡലത്തിലും അങ്ങിങ്ങായി അയനമേഘലപടലങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നാണ് സങ്കല്പം.

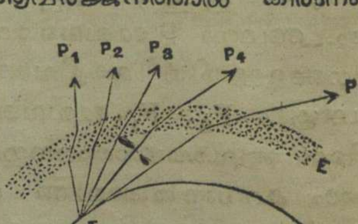
പ്രതിബിംബവ്യവസ്ഥകൾ.

ഏതെങ്കിലും ഒരു തരംഗത്തെ പ്രതിബിംബിപ്പിക്കാൻ അയനമേഖലയ്ക്കു കഴിയുമോ എന്നുള്ളതു്, (1) ആലക്താണകഘനഗുരുത്വം, (2) തരംഗാഭീക്ഷ്ണത, (3) നിപാതകോണം എന്ന മൂന്നുപാധികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവ പ്രതിബിംബനത്തെ എങ്ങനെ ബാധിക്കുന്നു എന്നുള്ളതു് വിശദമാക്കാം.

<u>ആലക്താണകഘനഗുരുത്വം.</u> ഒരു കിരണം അയനമേഖലയിൽ എത്തുമ്പോൾ മൂന്നു സംഗതികൾ സംഭവിക്കാം. അയനമേഖലയിൽ ആലക്താണകങ്ങൾ മററു പ്രദേശങ്ങളിലേക്കാൾ കൂടുതലായുള്ളതുകൊണ്ടാണല്ലോ റേഡിയോ കിരണങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ വശത്തേക്ക് ആവർജ്ജിക്കപ്പെടുന്നതു്. ആലക്താണകഘനഗുരുത്വം വേണ്ടിടത്തോളമായിരുന്നാൽ, 141-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, ആവർജ്ജനത്താൽ കിരണങ്ങളെ ഭൂമിയിലേക്കു തിരിച്ചുവിടാൻസാധിക്കുന്നതും അപ്പോൾ അവ അയനമേഖലയിൽ പ്രതിബിംബിച്ചു ഭൂമിയിലേക്കു തിരിച്ചുവരുന്നതുപോലെയിരിക്കുന്നതുമാണ്. ഘനഗുരുത്വം കുറഞ്ഞിരിക്കുമ്പോൾ, 142-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, ആവർജ്ജനം നടക്കുന്നെങ്കിലും വേണ്ടിടത്തോളം വക്രമാകാത്തതിനാൽ കിരണം തിരിച്ചുവരാതെ വെളിയിലോട്ടു പൊയ്പ്പോകുന്നു.

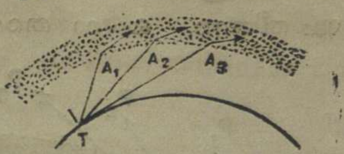


പടം 141.
റേഡിയോകിരണം അയനമേഖലയാൽ പ്രതിബിംബിക്കപ്പെടുന്നതു്.



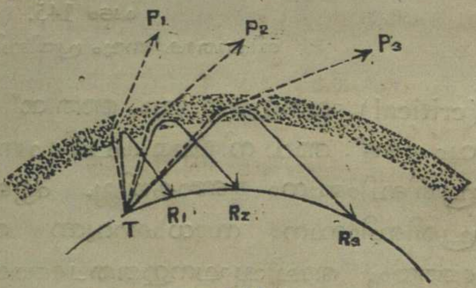
പടം 142.
റേഡിയോ കിരണം അയനമേഖലയിൽകൂടി കടക്കുന്നതു്.

എന്നാൽ ഘനഗുരുത്വം ആവശ്യത്തിലധികമായിരുന്നാൽ 143-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ കിരണങ്ങൾ അയനമേഖലയിൽ ഗ്രസിച്ചുപോകുന്നതുമാണ്.



പടം 143.
റേഡിയോകിരണം അയനമേഖലയിൽ ഗ്രസിക്കപ്പെട്ടുപോകുന്നത്.

തരംഗാഭീക്ഷ്ണത. ഏതെങ്കിലും ഒരു തരംഗത്തിന് ഈ മൂന്നിൽ എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നതെന്നുള്ളത് തരംഗാഭീക്ഷ്ണതയേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. അതു കൂടുന്തോറും ആലക്താണുകഘനഗുരുത്വം തദനുസാരം വർദ്ധിച്ചെങ്കിലേ പ്രതിബിംബനം സാധിക്കയുള്ളൂ. അതിനാൽ ഒരു അയനമേഖല കുറഞ്ഞ അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗത്തെ പ്രതിബിംബിപ്പിക്കുമ്പോൾ കൂടിയ അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ളതിനെ വെളിയിലോട്ടു കടത്തി വിടുന്നതായി കാണാം. 144-ാം പടം നോക്കുക. 14 പ്രയുതം അഭീക്ഷ്ണതയുള്ളവ പ്രതിബിംബിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ 30 പ്രയുതമുള്ളവ അതിൽക്കൂടി കടന്ന് അപ്പുറം പോകുന്നു.

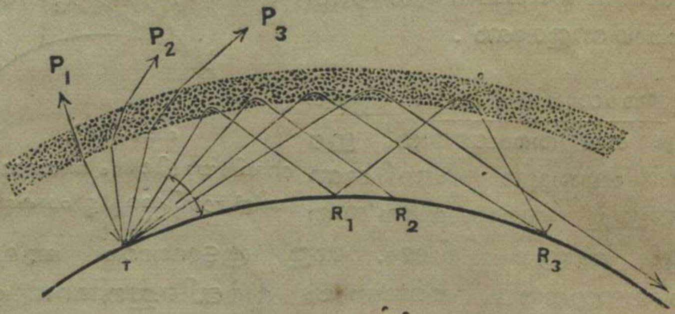


പടം 144.
അഭീക്ഷ്ണതയും പ്രതിബിംബനവും.
—14 പ്രയുതം ---------- 30 പ്രയുതം.

നിപാതകോണം. പ്രതിബിംബനം നിപാതകോണത്തേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരേ അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു തന്നെ നിപാതകോണം കൂടുന്തോറും പ്രതിബിംബനവും സുകരമാകുന്നു. 145-ാം പടത്തിൽ നിപാതകോണം കുറവായ കിരണങ്ങൾ അയനമേഖലയിൽക്കൂടി കടന്നു പോകുമ്പോൾ അതേ അഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ളവയും, എന്നാൽ നിപാതകോണം കൂടിയവയുമായ കിരണങ്ങൾ, പ്രതിബിംബിക്കപ്പെടുന്നതു കാണാം.

അതിനാൽ തരംഗായതിയും, നിപാതകോണവും, നിശ്ചിതപരിമാണത്തിനുള്ളിൽ ആലക്താണുകഘനഗുരുത്വവും, കൂടു

മ്പോൾ പ്രതിബിംബനം സുകരമായും, മറിച്ചായാൽ ദുഷ്കരമായും തീരുന്നു. ഓരോ തരംഗായതിക്ക് ഓരോ 'നിർണ്ണായക'



പടം 145.
നിപാതകോണവും പ്രതിബിംബനവും.

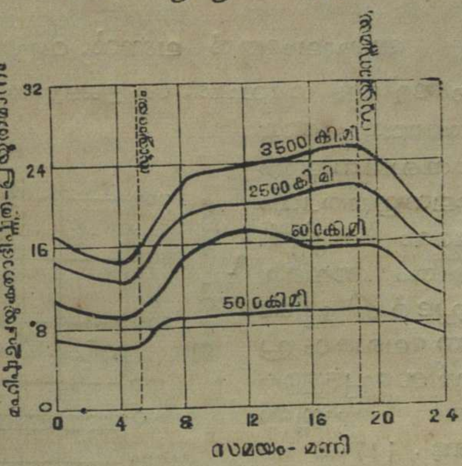
(critical) ഘനതത്വവും, അതിന് ഓരോ നിർണ്ണായകകോണവും ഉണ്ട്. അവ നിർണ്ണായകപരിമാണത്തിൽ കുറഞ്ഞിരുന്നാൽ പ്രതിബിംബനം ഉണ്ടാകയില്ല. ഏതെങ്കിലും അവസ്ഥയിൽ പ്രതിബിംബനം സാധിക്കാവുന്ന അല്പിഷ്ഠ നിപാതകോണത്തേയും, അല്പിഷ്ഠഘനതത്വത്തേയും, മഹിഷ്ഠാഭീക്ഷ്ണതയേയും യഥാക്രമം അതതവസ്ഥയിലെ 'നിർണ്ണായകകോണം', 'നിർണ്ണായകഘനതത്വം,' 'നിർണ്ണായകാഭീക്ഷ്ണത' എന്നു പറയുന്നു.

ഉയരം കൂടുന്തോറും ആലക്താണകഘനതത്വം വർദ്ധിക്കുന്നതിനാൽ, 140-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, തരംഗം കീഴെയുള്ളമേഖലകളിൽ ഗ്രസിക്കപ്പെടാതെ മുകളിലോട്ടു കടന്നാൽ മുകളിലത്തെ മേഖലകളിൽ നിന്നും പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ടു കീഴോട്ടു വന്നുവെന്നും വരാം.

<u>പ്രേഷണാഭീക്ഷ്ണത.</u> പ്രേഷിതോർജ്ജം മുഴുവനും ഉപയോഗപ്പെടണമെന്നാണല്ലോ ആഗ്രഹിക്കുന്നത്. അതിനാൽ നഭോമണ്ഡലകിരണങ്ങൾ മുഴുവനുംതന്നെ പ്രതിബിംബിക്കപ്പെടണമെന്നു സിദ്ധിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട്, ഉപയോഗയോഗ്യമായ മഹിഷ്ഠാഭീക്ഷ്ണത ആലക്താണകഘനതത്വത്തേയും അയനമേഖലോന്നതിയേയും, അവ സൂര്യപ്രകാശ

ത്തേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിൻെറ ഫലം ഈ മഹിഷ്ഠാഭീക്ഷ്ണത ഓരോസമയത്തും വ്യത്യാസപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുമെന്നുള്ള താണ്.

ഓരോ സമയവും ഓരോ ദൂരത്തിലേക്കുള്ള പ്രക്ഷേപണത്തിനുപയോഗിക്കാവുന്ന മഹിഷ്ഠാഭീക്ഷ്ണതയാണ് 146-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. അഭീക്ഷ്ണത കൂടുന്തോറും ഒരേ ശക്തിയിൽ തന്നെ പ്രേഷണവ്യാപ്തി വർദ്ധിക്കുന്നതിനാൽ ദൂരപ്രക്ഷേപണത്തിന് അപ്പഴപ്പോഠം ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ഏററവും കൂടിയ അഭീക്ഷ്ണതയാണ് ഉത്തമം.



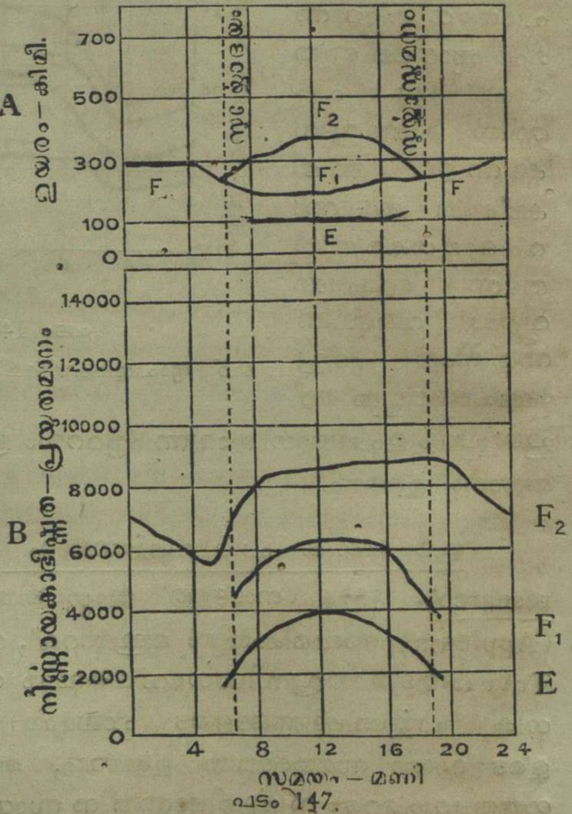
പടം 146.

മഹിഷ്ഠോപയുക്താഭീക്ഷ്ണതാ—സമയരേഖ.

പ്രായോഗിക പര്യവേക്ഷണങ്ങഠം (experimental research). 1924 നോടടുത്ത് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ 'ആപ്പിൾററൻ' (Appleton), അമേരിക്കയിൽ ബ്രെയിററ്, ററ്യൂവ് (Breight, Tuve) ആദിയായ പ്രസിദ്ധഗവേഷകന്മാർ നടത്തിയ പ്രായോഗിക പര്യവേക്ഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി അയന്മേഖലകളുടെ ഓരോ സമയത്തേയും ഉയരവും, ആലക്താണകഘനഗുരുത്വവും മററും നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനു സാധിച്ചു. ഇങ്ങനെ, ഇരുപത്തിരണ്ടു കൊല്ലങ്ങഠംക്കു മുമ്പ് കെനല്ലിയും ഹെവിസയിഡും, വിജ്ഞാനീയന്യായേന, ഉണ്ടെന്നു സങ്കല്പിച്ച അയന്മേഖല പ്രായോഗികമായി വെളിപ്പെടുത്തി. ഈ പര്യവേക്ഷണങ്ങഠം നടത്തുമ്പോഴാണ് E മേഖലയ്ക്കു മുകളിലായി, അതിനേക്കാഠം കൂടുതൽ ആലക്താണകഘനഗുരുത്വമുള്ള, വേറൊരു അയന്മേഖലയും കൂടിയുണ്ടെന്ന് അറിവായതു്.

അതിനെയാണല്ലോ ആപ്പിൾററൻമേഖലയെന്നു മുൻപു പറഞ്ഞതും.

അക്കാലംമുതൽ ലണ്ടൻ, വാഷിംഗ്ടൺ മുതലായ നഗരങ്ങളിലെ ഗവേഷണകേന്ദ്രങ്ങളിൽ തുടർച്ചയായി ഓരോ സമയത്തേയും അയന്മേഖലനിലയും ഘനഗുരുത്വവും മററും നിർണ്ണയിക്കയും അവയെ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന ലേഖകൾ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. 147-ാം പടത്തിൽ മുകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു് അയന്മേഖലകളുടെ ഒരു മാസത്തെ ശരാശരി നില കാണിക്കുന്ന ലേഖകളാണ്. ആലകതാണകഘനഗുരുത്വവുമായി ആനുപാതികബന്ധമുള്ള നിർണ്ണായകാഭീക്ഷ്ണത കാണിക്കുന്ന. ലേഖയാണ് കീഴിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്.



പടം 147.

A അയന്മേഖലയുടെ ഉയര–സമയലേഖ.
B നിർണ്ണായകാഭീക്ഷ്ണത–സമയലേഖ.

ആദാനം.

സമീപപ്രദേശം. പ്രക്ഷേപണശാലയ്ക്കടുത്തുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ ഭൂതലകിരണങ്ങൾ മൂലമാണ് ആദാനം സിദ്ധിക്കുന്നതു്. അതിനു പകലും രാവും തമ്മിൽ വലിയ വ്യത്യാസമില്ല.

എന്നാൽ ഭൂമിയോടു ചേർന്നുപോകുന്നതിനാൽ അധികദൂരം പോകുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ, ഭൂമിയുടെ ഗ്രസനംനിമിത്തം, അതിൻെറ തീവ്രത ക്ഷയിച്ചുപോകുന്നു. അതിനാൽ ഭൂതല കിരണങ്ങൾകൊണ്ടുള്ള പ്രയോജനം കുറേ ദൂരത്തിലേക്കു മാത്രമേ ഉണ്ടാകയുള്ളു. ഇതു് എത്രമാത്രമെന്നുള്ളതു് പ്രേഷണശക്തിയേയും, തൽസ്ഥാനത്തെ ഭൂതലസംനയത്വത്തേയും, ഉപയോഗിക്കുന്ന തരംഗായതിയേയും മററും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. തരംഗായതിയും, സംനയത്വവും കൂടുന്തോറും ഉപയോഗയോഗ്യമായ ദൂരവും കൂടിയിരിക്കും. ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളുടെ ഭൂതല കിരണങ്ങൾ വേഗം ഗ്രസിക്കപ്പെട്ടുപോകുന്നതിനാൽ അവ കുറെ ദൂരത്തിൽ മാത്രമേ ലഭിക്കയുള്ളു.

<u>ദൂരസ്ഥലം</u>. ദൂരംകൂടിയ സ്ഥലങ്ങളിൽ ആദാനം സിദ്ധിക്കുന്നതു് നഭോമണ്ഡലകിരണങ്ങൾവഴിയാണു്. മുമ്പു വിവരിച്ചതുപോലെ അവ ഒന്നോ അധികമോ പ്രാവശ്യം അയന്മേഖലയിൽനിന്നും പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ടശേഷം ആദായകത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. 145-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ അയന്മേഖലയിൽ പല കോണങ്ങളിൽ നിപതിക്കുന്ന, (അതായതു് അയന്മേഖലയുടെ പല സ്ഥാനങ്ങളിൽ നിന്നുമുള്ള), കിരണങ്ങൾ ഒരേ സമയത്തു് ആദായകത്തിൽ ചെന്നെത്താം. അവയെല്ലാം പ്രക്ഷേപണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും ഒരേ സമയത്തു പുറപ്പെട്ട എന്നിരിക്കയില്ല; അവയെല്ലാം ഒരേ തീവ്രതയും അല്ലെന്നു വരാം. അവ തമ്മിലുള്ള മേളനത്താൽ തരംഗതീവ്രതയിൽ വൃദ്ധിക്ഷയം വന്നുകൊണ്ടിരിക്കും. അതിനാൽ നഭോമണ്ഡലകിരണങ്ങൾ വഴിയായുള്ള ആദാനം മററതിനോളം തന്നെ സുസ്ഥിരമായിരിക്കുന്നില്ല. ചില ആദായകങ്ങളിലെ ശബ്ദത്തിൻെറ ഒച്ചയിൽ പല വിധത്തിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങളും ക്ഷണികമാത്രക്ഷയ (fluctuations)ങ്ങളും കാണുന്നതു് ഇതുകൊണ്ടാണു്.

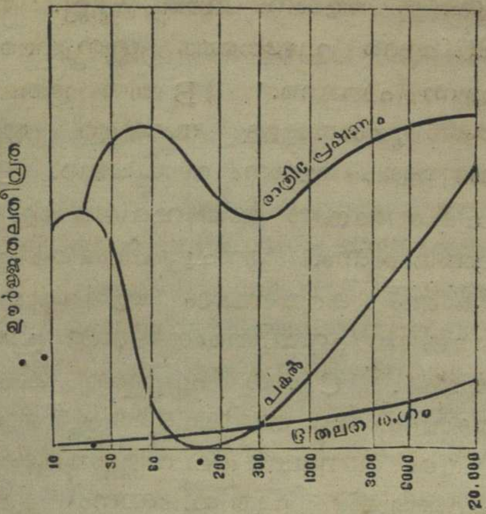
പ്രേഷണവ്യോമതന്തുവിൻെറ ഉയരം, നീളം, അടുത്തുള്ള കമ്പികളുടെ ആപേക്ഷകസ്ഥാനം മുതലായവ ക്രമപ്പെടുത്തി ഓരോ അഭീക്ഷ്ണതയിലും ആകെയുള്ള ഊർജ്ജത്തിൽ കൂടു

തലോ കുറവോ അംശം നഭോമണ്ഡലതരംഗം വഴിയായോ, ഭൂതലതരംഗം വഴിയായോ പ്രസരിപ്പിക്കാം. സമീപസ്ഥലങ്ങളിലെ ആദാനമാണ് പ്രധാനമായി ഉദ്ദേശിക്കുന്നതെങ്കിൽ ഭൂതലതരംഗോജ്ജ്വവും, ദൂരത്തേതാണെങ്കിൽ നഭോമണ്ഡലതരംഗോജ്ജ്വവും കൂട്ടി പ്രേഷണം അധികം ഉപയോഗപ്രദമാക്കിത്തീർക്കുന്നു.

പകലും രാവും. പകൽ സമയം E മേഖലയിൽ ആലക്താണുകഘനഗുരുത്വം കൂടിയിരിക്കുന്നതിനാൽ, അപ്പോൾ നഭോമണ്ഡലകിരണം വഴിയായി ആദാനം സിദ്ധിക്കുന്നത്, E മേഖലയിൽ നിന്നുള്ള പ്രതിബിംബനത്താലാണ്. രാത്രിയിൽ, E മേഖലയിലെ ഘനഗുരുത്വം കുറയുന്നതുകൊണ്ട്, സാധാരണ പ്രക്ഷേപണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന തരംഗങ്ങളെല്ലാം അതിൽ കൂടി കടന്നു മുകളിലോട്ടു പോകുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ F മേഖലയിൽ ഘനഗുരുത്വം വേണ്ടിടത്തോളമുള്ളതിനാൽ അവ അതിൽനിന്നും പ്രതിബിംബിക്കപ്പെട്ടു തിരികെ ഭൂമിയിൽ എത്തുന്നു.

പകൽ സമയം ആദാനം സാധിക്കാത്തവയും ദൂരസ്ഥലങ്ങളിൽനിന്നുള്ളവയുമായ പ്രക്ഷേപണങ്ങളും രാത്രിയിൽ അനായാസേന ആദാനം ചെയ്യാം. അങ്ങനെയുള്ള ആദാനം നഭോമണ്ഡലകിരണങ്ങൾവഴിയാണ് സാധിക്കുന്നത്. ഭൂതലകിരണങ്ങൾക്ക് അത്രയും ദൂരം ചെന്നെത്തുവാൻ കഴിയുന്നില്ല. എന്നാൽ പകലും നഭോമണ്ഡലകിരണങ്ങളാൽ ആദാനം സിദ്ധമാകുമല്ലോ എന്നു തോന്നാം. മേൽ വിവരിച്ചതിൽനിന്നും സൂര്യന്റെ ധൂമ്രോത്തരരശ്മിയാലുള്ള അയത്ന്‌കരണത്താൽ പകൽ അയന്മേഖല താണുവരുന്നു എന്നു കണ്ടുവല്ലോ. അവിടെ പുഞ്ജകങ്ങൾ ധാരാളമുള്ളതുകൊണ്ട് അവയും ആലക്താണുകങ്ങളും മററും തമ്മിലുള്ള സംഘട്ടനം ഉയരെയുള്ള പ്രദേശങ്ങളിലേക്കാൾ വളരെ കൂടിയുമിരിക്കും. അതിനാൽ നിപാതതരംഗത്തിലുള്ള ഊർജ്ജം വേഗത്തിൽ ഗ്രസിക്കപ്പെട്ടു നഷ്ടമാകയും തന്നിമിത്തം പ്രതിബിംബിതരശ്മിയുടെ തീവ്രത കുറകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ടാണ് പകൽ നഭോമണ്ഡല

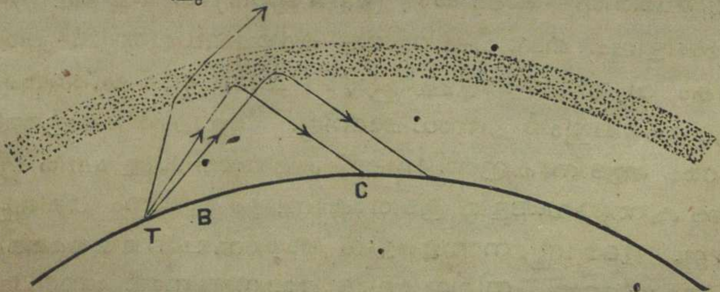
കിരണങ്ങൾ മൂലമുള്ള ആദാനം രാത്രിയിലെപ്പോലെ തന്നെ സുകരമല്ലാതെയിരിക്കുന്നതു്. ഓരോ തരംഗായതിയ്ക്കും പകലും രാത്രിയും തീവ്രതയിൽ വരുന്ന വ്യത്യയമാണു് 148-ാം പടം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നതു്. ഭൂതലകിരണത്തിനു് രാവും പകലും തമ്മിൽ വ്യത്യാസമില്ല. നഭോമണ്ഡലകിരണങ്ങൾ പകൽസമയത്തു് വളരെ വേഗം ക്ഷയിച്ചു പോകുന്നു എന്നു കാണാം. തീവ്രത തരംഗാഭിക്ഷ്ണതയേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നുള്ളതു ഗ്രഹിക്കുമല്ലോ.



തരംഗായതി—മീററർ

പടം 148.
രാത്രിയും പകലും പ്രേഷണപരിധി.

ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ. ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും കുറെദൂരം കഴിഞ്ഞാൽ, പിന്നെ കുറെ അകലത്തിൽ ആദാനം സാധിക്കാതെയും, എന്നാൽ അതിനപ്പുറം വളരെ വളരെ ദൂരത്തിൽ ആദാനം സാ



പടം 149.
ശൂന്യാന്തരാളം.

ധിച്ചും കാണുന്നുണ്ടു്. 149-ാം പടത്തിൽ T മുതൽ B വരെയുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ ആദാനം സുകരമാണു്. C യിക്കപ്പുറവും

ആദാനം സാധിക്കും. എന്നാൽ B മുതൽ C വരെയുള്ള പ്രദേശത്ത് ആദാനം സാദ്ധ്യവുമല്ല. ആദാനം സിദ്ധിക്കാത്ത BC എന്ന പ്രദേശത്തെ 'ശൂന്യാന്തരാളം' (skip distance) എന്നു പറയുന്നു. TB യിൽ ഭൂതലകിരണങ്ങളാലും C മുതൽ ദൂരെയോട്ടുള്ള സ്ഥലത്ത് നഭോമണ്ഡലകിരണങ്ങൾ വഴിയായും ആദാനം സാധിക്കുന്നു. B C യിൽ ആദാനം സാധിക്കണമെങ്കിൽ അയനമേഖലയിലെ നിപാതകോണം കുറഞ്ഞിരിക്കണം. മുൻപു വിശദീകരിച്ചതുപോലെ നിപാതകോണം കുറയുമ്പോൾ ആലക്താണുകഘനഗുരുത്വം കൂടിയെങ്കിലേ ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾക്കു പ്രതിബിംബനം സാദ്ധ്യമാകയുള്ളു. C യിൽ എത്തുന്ന കിരണത്തിന്റെ നിപാതകോണം, ആ അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് അപ്പോഴത്തെ അയനമേഖലയുടെ അവസ്ഥയിലെ നിർണ്ണായകകോണമാകയാൽ, അതിൽ കുറഞ്ഞാൽ പ്രതിബിംബനം സാധിക്കയില്ല. അതിനാൽ BC യിൽ രണ്ടുതരം കിരണങ്ങളും ചെന്നു ചേരുന്നില്ല. തരംഗായതി കുറയുന്തോറും ശൂന്യാന്തരാളവ്യാപ്തി കൂടിയിരിക്കും. ദീർഘതരംഗത്തിലും മദ്ധ്യതരംഗത്തിലും ഈ ന്യൂനത കാണാറില്ല.

ആദാനവൈഷമ്യം. അയനമണ്ഡലത്തിലെ ആലക്താണുകഘനഗുരുത്വ വ്യതിയാനത്താൽ വേറെയും പലവിധത്തിൽ ആദാനം സുകരമല്ലാതാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി, സൂര്യബിംബത്തിൽ 'അക്കാങ്കം' (dark spots) ധാരാളമുള്ള അവസരങ്ങളിലും, അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാന്തമണ്ഡലത്തിൽ അത്യധികം വ്യതിയാനങ്ങളുള്ളപ്പോഴും ചില അഭീക്ഷ്ണതകൾ ആദാനംചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നില്ല. പ്രേക്ഷണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും ആദാനകേന്ദ്രത്തിലേക്കു് കിരണത്തിനുള്ള പാത ഭൂമിയുടെ കാന്തധ്രുവങ്ങളിൽക്കൂടിയാകുമ്പോഴും ആദാനം ശരിപ്പെടുന്നില്ല. ഉദയാസ്തമനവേളകളിൽ അയനമേഖല ഒരുയരത്തിൽനിന്നും മറ്റൊരു നിലയിലോട്ടു മാറുന്നതിനാൽ അപ്പോഴും ആദാനം സുകരമല്ല. പ്രേഷണാദാനകേന്ദ്രങ്ങളിൽ രണ്ടിടത്തും രാത്രിയായാൽ ആദാനം ഉത്തമവും, ഒരിടത്തു പകലും മറ്റേടത്തു് രാത്രിയുമായിരുന്നാൽ മദ്ധ്യമവും ആയിരിക്കും.

അദ്ധ്യായം 6

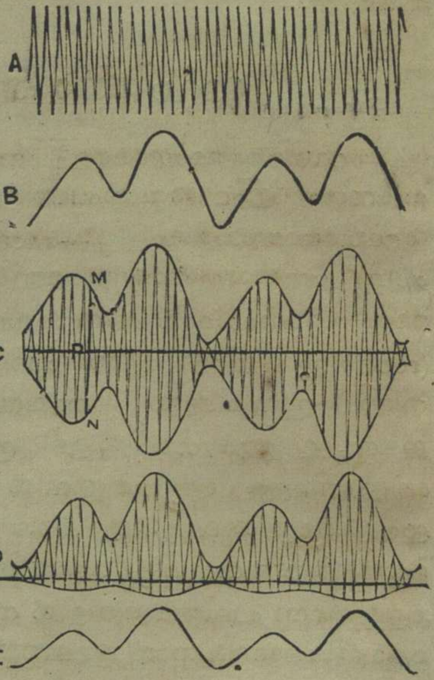
റേഡിയോ ആദായകം.

റേഡിയോതരംഗങ്ങളെ സ്വീകരിച്ച് അവയിലുള്ള സന്ദേശം ഗ്രഹിക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്ന യന്ത്രവിശേഷത്തെ 'റേഡിയോആദായകം' (—receiver) എന്നും, സംക്ഷേപിച്ച് 'ആദായകം' എന്നും, ആ കൃത്യത്തെ 'ആദാനം' എന്നും, അതു സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തെ 'ആദാനകേന്ദ്രം' (receiving station) എന്നും പറയാം. പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നു പ്രസരിക്കുന്ന ആരൂഢവൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങൾ ഇടയ്ക്കുള്ള ആകാശത്തിൽക്കൂടി പ്രയാണം ചെയ്ത്, ആദാനകേന്ദ്രത്തിലുള്ള വ്യോമതന്തുവിൽ നിപതിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ഈ തരംഗങ്ങൾക്കനുരൂപമായ വൈദ്യുതിദോലചാലകം, പ്രേരകതതമനുസരിച്ച്, അതിൽ ഉത്ഭവിക്കും. ഒരേ സമയത്തു തന്നെ പല കേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നും പ്രക്ഷേപണം നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ ഭൂമുഖത്ത് ഏതു സ്ഥാനത്തും എല്ലായ്പ്പോഴും പല അഭിക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ വന്നുചേർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ട്. ആദായകത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന തരംഗത്തെ 'ഉൽക്ഷിപ്തതരംഗം' (input—) എന്നോ 'ആഗതതരംഗം' (incoming—) എന്നോ പറയാം. അവയിൽ നിന്നും ഒരാൾക്ക് അപ്പഴപ്പോൾ ആവശ്യമുള്ളതു സ്വീകരിച്ച് മൂലശബ്ദം തന്നെ ലഭിക്കുന്നതിനും സന്ദേശം ഗ്രഹിക്കുന്നതിനും മുഖ്യമായി അഞ്ചുകാര്യങ്ങൾ നടന്നിരിക്കണം.

ആദാന വ്യവസ്ഥകൾ.

1. ആവശ്യപ്പെട്ട തരംഗത്തെ സ്വീകരിക്കുകയും അല്ലാത്തവയെ നിരാകരിക്കുകയും വേണം. തരംഗങ്ങളുടെ ത്യാജ്യഗ്രാഹ്യവിവേചനത്തിന് 'വരണം' (selectivity) എന്നു പറയാം.

2. തരംഗവരണശേഷം നടക്കേണ്ട സംഗതികൾ എന്തെന്ന് 150-ാം പടം പരിശോധിച്ചാൽ മനസ്സിലാക്കാം. മുമ്പു വിവരിച്ചതുപോലെ A ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള വാഹകതരംഗങ്ങളും, B ശബ്ദതരംഗങ്ങളും, C ആരൂഢതരംഗങ്ങളുമാണ്. ഇവയാണ് ആദാനകേന്ദ്രത്തിലെ വ്യോമതന്തുവിലും അതോടു ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന വലയത്തിലും തത്തുല്യമായ വൈദ്യുതിചാലകത്തെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്. ആരൂഢതരംഗപരമ്പരയിൽ നാദാഭീക്ഷ്ണതാപരിവേഷം മദ്ധ്യസ്ഥരേഖയുടെ ഇരുവശങ്ങളിലും ഒരുപോലെയാണെന്നു കാണാം. അതായതു്, അടുത്ത ക്ഷണത്തിൽ വിസ്തൃതി വ്യത്യാസപ്പെട്ടമെങ്കിലും, ഏതെങ്കിലുമൊരുക്ഷണത്തിൽ ഇരുവശത്തേയും വിസ്തൃതി ഒന്നുതന്നെയാണ്. ഉദാഹരണമായി, P എന്ന സ്ഥാനത്തു് മുകളിലോട്ടുള്ള വിസ്തൃതി PM കീഴോട്ടുള്ള വിസ്തൃതി PNനു സമമാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള പ്രവാഹം ഉച്ചഭാഷിണിയിൽ കൂടി കടന്നാൽ ഒരേക്ഷണത്തിൽ അതിന്റെ തകിടു് ഇരുവശത്തോട്ടും സമബലത്തോടെ വലിക്കപ്പെടുന്നതു കൊണ്ടു് തകിടിൽ യാതൊരു ചലനവും ഉണ്ടാകയില്ല. അതിനാൽ മദ്ധ്യസ്ഥരേഖയുടെ മുകളിലോ, കീഴിലോ ഉള്ള ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭാഗം വിട്ടുകളഞ്ഞശേഷമുള്ളതേ ഉച്ചഭാഷിണിയിൽ കടക്കാവൂ. ഇങ്ങനെ, ഇരുഭാഗത്തേക്കുമുള്ള വിസ്തൃതിയിൽ ഒന്നിനെ നിരാകരിച്ചു് മററതിനെ



പടം 150.
ആരോഹവും വിവത്തനവും.

മാത്രം സ്വീകരിക്കുന്നതിനെ 'ഗത്യേകീകരണം' എന്നാണല്ലോ പറയുന്നത്. D ഗത്യേകീകരണശേഷം ലഭിക്കുന്ന ദോലന പ്രവാഹമാണ്.

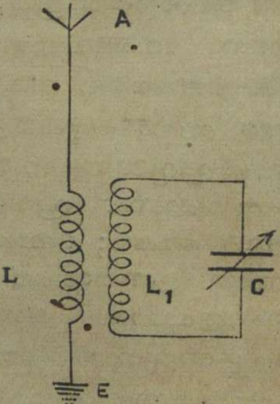
3. ഗത്യേകീകരണശേഷം ലഭിക്കുന്ന പ്രവാഹത്തിൽ വാഹകാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹവും നാദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹവുമുള്ളതിനാൽ, ഇവ തമ്മിൽ വേർപെടുത്തി, വാഹകാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹത്തെ ത്യജിച്ചശേഷം, നാദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹത്തെ മാത്രമേ ഉച്ചഭാഷിണിയിലേക്കു കടത്തിവിടാൻ പാടുള്ളു. അല്ലാഞ്ഞാൽ അതു നിമിത്തം ശബ്ദത്തിനു കോട്ടം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിനെ "വാഹകതരംഗനിഷ്കാസനം' എന്നു പറയും. E നിഷ്കാസനശേഷമുള്ള നാദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹമാണ്.

4. പ്രക്ഷേപണകേന്ദ്രം അകലെയല്ലെങ്കിൽ പ്രവൃദ്ധി കൂടാതെ തന്നെ ഉച്ചഭാഷിണിയെ പ്രേരിപ്പിക്കത്തക്കവണ്ണം തീവ്രതയുള്ള തരംഗങ്ങൾ ലഭിച്ചു എന്നുവരാം. എന്നാൽ അതുകുറെ അകലെയായിരുന്നാൽ ആദാനവ്യോമതന്തുവിലെ വൈദ്യുതചാലകതീവ്രത തുലോം കുറഞ്ഞതായിരിക്കും. ഇതിനെ വേണ്ടവണ്ണം പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തിയാൽ മാത്രമേ ഉച്ചഭാഷിണിയിലെ തകിടിനെ ചലിപ്പിക്കുന്നതിനു് ആവശ്യമുള്ള ബലം കിട്ടുകയുള്ളു. അതിനാൽ ഏതു് ആദായകത്തിലും പ്രവൃദ്ധിയ്ക്കുവേണ്ട സാമഗ്രികളും ക്രമീകരണങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കണം. പ്രവർദ്ധനം ഗത്യേകീകരണത്തിനു മുമ്പോ പിമ്പോ ആകാം; മുമ്പായിരുന്നാൽ ആരുഢതരംഗങ്ങൾക്കനുരൂപമായ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയും. പിമ്പായിരുന്നാൽ ശബ്ദത്തിനനുരൂപമായി അതിലുള്ള നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതയും പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുന്നതിനാൽ ആദ്യത്തേതിനെ 'ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധി'യെന്നും, മറേറതിനെ 'നിമ്നാഭിക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധി' യെന്നും പറയുന്നു. ഗത്യേകീകരണശേഷം മൂലശബ്ദത്തിനനുരൂപമായി കോട്ടമില്ലാത്ത പ്രവാഹം ലഭിക്കണമെങ്കിൽ നല്ല വിസ്തൃതിയുള്ള ദോലനപ്രവാഹം ഗത്യേകീകരിക്കപ്പെടണം. വിസ്തൃതി കുറഞ്ഞിരുന്നാൽ ഗത്യേകീകരണംതന്നെ വിഷമമാണ്. അതിനാൽ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധി ആവശ്യം

തന്നെ. എന്നാൽ നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവർദ്ധനം മററെതിനേക്കാളം എളുതാണ്. ആയതിനാൽ സാധാരണയായി ആദായകത്തിൽ രണ്ടു രീതിയിലുമുള്ള പ്രവൃദ്ധിയും നടത്തും. പ്രവർദ്ധനം, പ്രവാഹത്തിലോ ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരത്തിലോ, രണ്ടിലുമോ, സൌകര്യംപോലെയാകാം. അവസാനത്തിൽ അതു് ഉച്ചഭാഷിണിയിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ തീവ്രതയേറിയ പ്രവാഹമായിരിക്കണമെന്നേയുള്ളു. സാധാരണയായി ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരപ്രവർദ്ധനം നടത്തി തീവ്രത വർദ്ധിപ്പിച്ചശേഷം അവസാനത്തിൽ മാത്രം പ്രവാഹതീവ്രതയാക്കുകയാണു ചെയ്യുന്നതു്.

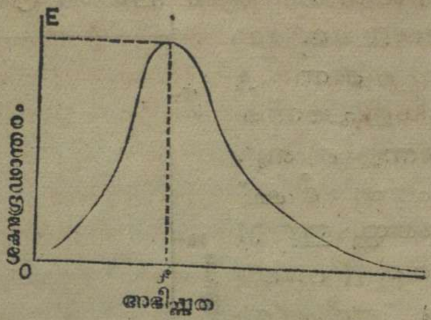
5. നാദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹത്തെ, അവസാനത്തിൽ, തത്തുല്യമായ ശബ്ദമായി വിവർത്തനം ചെയ്യണം. ഇവ ഓരോന്നും ഏതുവിധത്തിൽ സാധിക്കാമെന്നുള്ളതിനെപ്പററി ചിന്തിക്കാം.

1. വരണം. 151-ാംപടത്തിൽ വ്യോമതന്തു Aയുടെ കീഴത്തെ അററം വലയം L ൽ കൂടി, ഭൂമി E യിലേക്കു ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. വ്യോമതന്തുവിൽ നിപതിക്കുന്ന ഓരോ തരംഗത്താലുമുളവാകുന്ന പ്രവാഹം L ൽ കൂടി ഭൂമിയിലേക്കു കടന്നുപോകുന്നു. വ്യത്യയസംഭരണി Cയും, L_1-ഉം തമ്മിൽ അവായനബന്ധനത്തിലാണ്. L-ഉം, L_1-ഉം സമീപസ്ഥിതമായിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് അവ ഒരു ഭേദകത്തിൻെറ പ്രഥമവലയവും ദ്വിതീയവലയവും എന്നവണ്ണം വർത്തിക്കുന്നു. അവായനബന്ധനമാകയാൽ ഈ പര്യയനത്തിൻെറ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ നിമിത്തം അതിൻെറ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുണ്ടാകുന്ന ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരം മഹിഷ്ഠമായിരിക്കും. മററുള്ള തരംഗങ്ങളോരോന്നും ഇതിൽ കുറഞ്ഞ ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരമേ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നുള്ളു. ഉല്പാദിതശക്നഗ്രദ്ധാന്തരവും അതിനു



പടം 151.
വരണം.

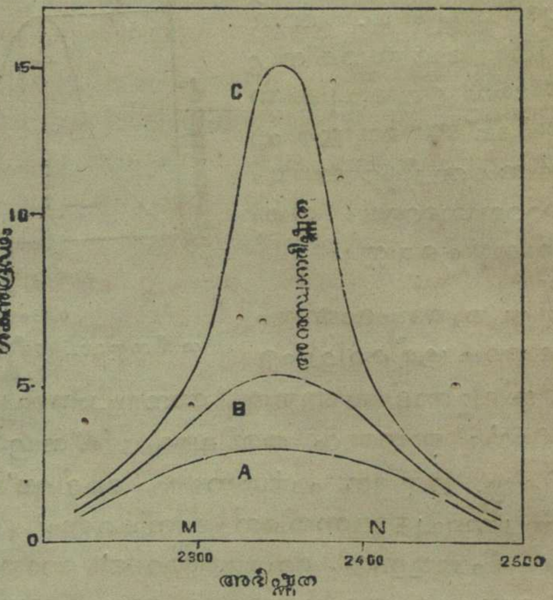
കാരണമായ തരംഗാഭീക്ഷ്ണതയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം 52-ാം പടത്തിലെ ലേഖയാൽ പ്രദർശിപ്പിക്കാം. അതിനാൽ മഹിഷ്ഠശക്നഗ്രന്ഥാന്തരം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന അഭീക്ഷ്ണതയെ ഈ പഠ്യയനം സ്വീകരിക്കുകയും മറെറല്ലാവറെറയും നിരാകരിക്കയും ചെയ്യും.



പടം 52.
ശക്നഗ്രന്ഥ—അഭീക്ഷ്ണതലേഖ.

വ്യത്യയസംഭരണിയും വലയവും ക്രമീകരിച്ച് ഏതെങ്കിലും അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്ക് അനുസന്ധാനപ്പെടുത്തി, പഠ്യയനത്തിൻെറ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്നഗ്രന്ഥാന്തരം വർദ്ധിപ്പിക്കാം. ഇങ്ങനെ പഠ്യയനത്തെ ഒരഭീക്ഷ്ണതയുമായി അനുസന്ധാനപ്പെടുത്തുന്നതിനെ 'താനീകരണം' (tuning) എന്നാണല്ലോ പറയുന്നത്. വ്യോമതന്തുവിൽ അതേസമയത്തു നിപതിക്കുന്ന മററു തരംഗങ്ങളുമായി അനുസന്ധാനമില്ലാത്തതിനാൽ അവയാൽ പഠ്യയനത്തിലുളവാകുന്ന ശക്നഗ്രന്ഥാന്തരം തുലോം കുറഞ്ഞേ ഇരിക്കയുള്ളു. അതുകൊണ്ടു് അനുസന്ധാനാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗത്തെ മാത്രം ആ അവസ്ഥയിൽ സ്വീകരിക്കുകയും ശേഷമുള്ളവയെ നിരാകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ നിരാകരണം പൂർത്തിയാകണമെങ്കിൽ രണ്ടിൻെറയും അഭീക്ഷ്ണതതമ്മിൽ കുറെ അന്തരമുണ്ടായിരിക്കണം. അഭീക്ഷ്ണതാവ്യത്യാസം എത്രമാത്രമായിരിക്കണമെന്നുള്ളതു് പഠ്യയനത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. തുലോം കുറഞ്ഞ അഭീക്ഷ്ണതാവ്യത്യാസമുള്ള തരംഗങ്ങളിൽ ഒന്നിനെ സ്വീകരിക്കുന്നതിനും മററതിനെ നിരാകരിക്കുന്നതിനും സാധിക്കുമെങ്കിൽ ആ പഠ്യയനത്തിൻെറ വരണത കൂടിയിരിക്കുന്നുവെന്നും മറിച്ചായാൽ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു എന്നും പറയാം. A, B, C എന്ന മൂന്നു പഠ്യയനങ്ങളിലെ അഭീക്ഷ്ണതാ-ശക്നഗ്രന്ഥാന്തരലേഖകളാണു് 152-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. മൂന്നിൻെറയും അനുസന്ധാനം ഒരേ അഭീക്ഷ്ണതയിലാണെ

ങ്കിലും ലേഖകൾ തമ്മിൽ കുറെ വ്യത്യാസം കാണുന്നു. A യുടെ മഹിഷ്ഠഭാഗം തീരെ പരന്നും, Cയുടേതു് വളരെ കൂർത്തും, B യുടേതു മദ്ധ്യമമായുമിരിക്കുന്നു. A യുടേതു പരന്നിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു്, മഹിഷ്ഠാഭിക്ഷ്ണതയ്ക്കടുത്തു് M മുതൽ N വരെയുള്ള അഭിക്ഷ്ണതകളെല്ലാം പര്യ്യയനത്തിൽ ഏകദേശം ഒരേ പരിമാണത്തിലുള്ള ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ, ആ പര്യ്യയനം അവയെയെല്ലാം ഒരേസമയത്തു സ്വീകരിക്കും; അതായതു്, അതിന്റെ 'വരണത' കുറഞ്ഞിരിക്കുമെന്നർത്ഥം. എന്നാൽ Cയിൽ അതുപോലെയല്ല. അതിന്റെ മഹിഷ്ഠസ്ഥാനം കൂർത്തിരിക്കുന്നതിനാൽ പ്രതിസ്വാനാഭിക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ, അടുത്തു മററഭിക്ഷ്ണതയിലുള്ളവയെക്കാൾ വളരെ കൂടുതൽ ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരം ഉല്പാദിപ്പിക്കും. അതിനാൽ അനുസ്വാനാഭിക്ഷ്ണതയെമാത്രം സ്വീകരിക്കുകയും മററവയെ നിരാകരിക്കയും ചെയ്യുന്നു; അതായതു്, അതിന്റെ വരണത കൂടിയിരിക്കും. Bയിൽ അനുസ്വാനാഭിക്ഷ്ണതയ്ക്കു ഇരുവശങ്ങളിലുമായി ഒരു ചെറിയ പംക്തിയെ സ്വീകരിക്കും; അതിന്റെ വരണത മദ്ധ്യമമായിരിക്കും. അതായതു്, ലേഖയുടെ മഹിഷ്ഠസ്ഥാനത്തു് വീതി കുറയുന്തോറും വരണത കൂടുന്നു. അതു കൂടിയിരുന്നാൽ ആഗ്രഹിക്കുന്ന അഭിക്ഷ്ണതയിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ മാത്രമെ ലഭിക്കു



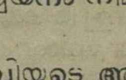
പടം 152.

പലപര്യ്യയനങ്ങളിലെ ശക്നഗ്രദ്ധ–അഭിക്ഷ്ണതലേഖകൾ.

യുള്ളു. മററവയെല്ലാം ഇതിനടുത്ത അഭീക്ഷ്ണതയിലാണെങ്കിലും നിരാകരിക്കപ്പെടുന്നു.

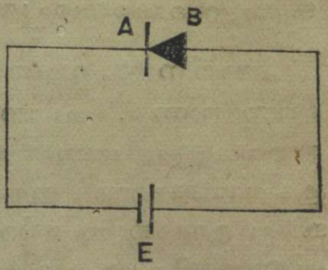
അതിനാൽ വരണത എത്രയും കൂട്ടാമോ അത്രയും നല്ലതെന്നുതോന്നാം. ചിഹ്നകതരംഗം, വാഹകതരംഗത്തിൻെറ ഇരുവശത്തും, ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതയോളം വിസരായതിയോടുകൂടിയിരിക്കുമെന്നും, ഈ വിസരായതി മുഴുവനും സ്വീകരിച്ചെങ്കിലേ മൂലശബ്ദത്തിൻെറ എല്ലാ അഭീക്ഷ്ണതകളും ഉച്ചഭാഷിണിയിൽ പ്രത്യുല്പാദിക്കപ്പെടുകയുള്ളു എന്നും കണ്ടുവല്ലൊ. അതിനാൽ ലേഖയുടെ മഹിഷ്ഠസ്ഥാനം C യിലെപ്പോലെ തീരെ കൂർത്തിരിക്കുന്നതും A യിലെപ്പോലെ തീരെ പരന്നിരിക്കുന്നതും നന്നല്ല. ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതാവിസരായതിയോളം വീതി മഹിഷ്ഠസ്ഥാനത്തുണ്ടായിരിക്കയും അതിനപ്പുറം എത്രയും തൂക്കായിരിക്കാമോ അത്രയുമങ്ങനെ ആയിരിക്കയും ചെയ്യുന്നതാണുത്തമം. 152-ാം പടത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ, പൎയ്യയനത്തിലെ പ്രതിരോധിത്വം കുറയുന്തോറും കൂർമ്മക്കൂടുന്നതിനാൽ അതിനെ ക്രമീകരിച്ച് തക്കതായ പൎയ്യയനം നിർമ്മിക്കാം.

2. ഗത്യേകീകരണം. ഒരു ലോഹക്കമ്പിയുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ വൈദ്യുതിചാലകം പ്രയോഗിച്ചാൽ അതിൻെറ ഗതിയനുസരിച്ചു രണ്ടു ദിക്കിലേക്കും പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ മററുചില സാധനങ്ങളുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ അഭിചാലകം പ്രയോഗിച്ചാൽ പ്രവാഹമുണ്ടാകുമോ എന്നുള്ളതു് ഏതു ധനാഗ്രമായിരിക്കുന്നു എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഒരഗ്രം ധനമായിരുന്നാൽ പ്രവാഹമുണ്ടാകയും മറിച്ചായിരുന്നാൽ പ്രവാഹം തുലോം കുറയുകയൊ ഒട്ടുംതന്നെയില്ലാതെയിരിക്കയൊ ചെയ്യും. അവയുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ പ്രത്യഭിചാലകം പ്രയോഗിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്നതു് അഭിപ്രവാഹം മാത്രമേ ആയിരിക്കയുള്ളു. ചില 'സ്ഫാടിക'(crystal) സാധനങ്ങൾ ഈ വകുപ്പിൽ പെട്ടവയാണു്. 153-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ സ്ഫാടികത്തെ കുറിക്കുന്നു. 154-ാം പടത്തിൽ ഒരു ബാററ



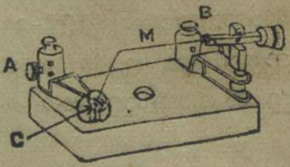
പടം 153.
സ്ഫാടികചിഹ്നം.

E, ഒരു സ്ഫാടികം ABയുടെ അഗ്രങ്ങളുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ധനധ്രുവം B യിൽ ബന്ധിച്ചാൽ പ്രവാഹം ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതും A യിലായാൽ ഇല്ലാതിരിക്കുന്നതുമാണ്. പ്രത്യഭിചാലകമായിരുന്നാൽ പ്രവാഹം എല്ലായ്പോഴും B യിൽനിന്നും A യിലേക്കാണ്. മററുചില സ്ഫാടികസാധനങ്ങളിൽ പ്രവാഹം ഒരു ദിക്കിലേക്കു വളരെ കൂടുതലായും എതിർദിക്കിലേക്കു വളരെ കുറവായുമിരിക്കും. അതിനാൽ ഇത്തരം സ്ഫാടികസാധനങ്ങളെ ഗത്യേകീകരണത്തിനുപയോഗിക്കാം. അങ്ങനെ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അവയെ സ്ഫാടികഗത്യേകീകരണി എന്നു വിളിക്കുന്നു.



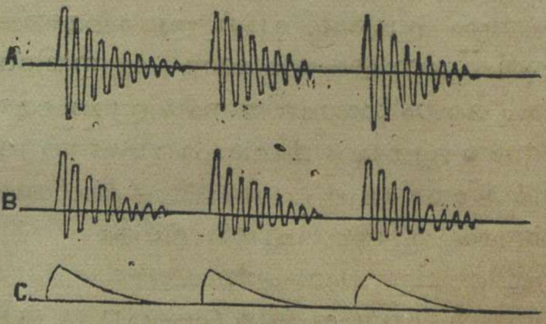
പടം 154.
സ്ഫാടികഗത്യേകീകരണം.

155-ാം പടത്തിൽ ഒരു സ്ഫാടികഗത്യേകീകരണി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സ്ഫാടികപദാർത്ഥം C, ബന്ധനകീലം Aയുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു ലോഹക്കഷണത്തിൽ പതിപ്പിച്ചിരിക്കും. അതിന്റെ മുകളിൽ ഒരു ലോഹകമ്പി M ഉണ്ട്. Mന്റെ ഒരഗ്രം അതിൽ സ്പർശിക്കത്തക്കവണ്ണവും മററെ അഗ്രം കീലം Bയുമായി ബന്ധിച്ചുമിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ പ്രത്യഭിചാലകം പ്രയോഗിച്ചാൽ അഭിപ്രവാഹമേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളു.



പടം 155.
സ്ഫാടികം.

156-ാം പടത്തിൽ സ്ഫാടികരീതിയിലുള്ള ഗത്യേകീകരണമാണ് കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. A ആരൂഢതരംഗവും, B ഗത്യേകീകരണം കഴിഞ്ഞ തരംഗവും, C ദൂരശ്രവണിയിലെ നാദാഭിക്ഷ്ണതാതരംഗവുമാണ്.

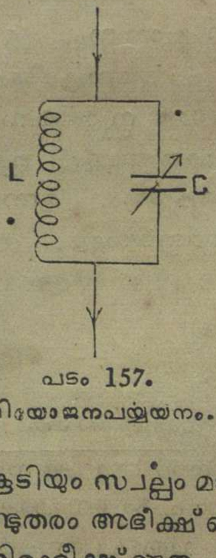


പടം 156.
ഗത്യേകീകരിക്കപ്പെട്ട തരംഗം.

ആലക്താണജത്തിന്റെ ലാക്ഷണികലേഖയുടെ വക്രത ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഗത്യേകീകരണത്തെപ്പററി മുമ്പു പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. റേഡിയോയിൽ ഗത്യേകീകരണത്തിനുള്ള മററു രണ്ടു മാർഗ്ഗങ്ങൾ പിന്നാലെ വിശദീകരിക്കാം.

3. <u>പ്രവർദ്ധനം.</u> ആലക്താണജം, അനുസന്ധാനപഥ്യയനം, ഭേദകം ഇവ ഉപയോഗിച്ച് ശക്തഗ്രന്ഥത്തെയും പ്രവാഹത്തെയും പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നതു് എങ്ങിനെയെന്ന് അതാതിനെപ്പററി വിവരിച്ചപ്പോൾ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ.

4. <u>ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാനിഷ്കാസനം.</u> ഇതു് വലയവും സംഭരണിയും തമ്മിലുള്ള അവായനപഥ്യയനം ഉപയോഗിച്ചു സാധിക്കാം. 157-ാം പടത്തിൽ സംഭരണി Cയും വലയം L-ം അവായനമായി ബന്ധിച്ച് പഥ്യയനം AB നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നു. f അഭീക്ഷ്ണതയായിരിക്കുന്ന ഒരു ദോലനപ്രവാഹത്തിന് സംഭരണിയുടെ പ്രതികാരിത്വം $\frac{1}{2\Pi fC}$ യും വലയത്തിന്റേതു് $2\Pi fL$-ം ആണല്ലോ. അതിനാൽ അഭീക്ഷ്ണത വർദ്ധിക്കുന്തോറും സംഭരണിയുടെ വിഘാതിത്വം കുറഞ്ഞും വലയത്തിന്റേതു വർദ്ധിച്ചും വരുന്നുണ്ടെന്നു കാണാം. അഭീക്ഷ്ണത കുറയുന്തോറും മറിച്ചുള്ള ഫലവും ഉണ്ടാകുന്നു. അതിനാൽ ഈ പഥ്യയനത്തിൽ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാചാലകം പ്രയോഗിച്ചാൽ, പ്രവാഹം അധികഭാഗവും സംഭരണിയിൽ കൂടിയും കുറച്ചുഭാഗം മാത്രം വലയത്തിൽ കൂടിയും ആയിരിക്കും. നേരേ മറിച്ച് നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാചാലകം പ്രയോഗിച്ചാൽ അധികഭാഗവും വലയത്തിൽ കൂടിയും സ്വല്പം മാത്രം സംഭരണിയിൽ കൂടിയും ഗമിക്കുന്നു. രണ്ടുതരം അഭീക്ഷ്ണതയിലുമുള്ള മിശ്രചാലകമായിരുന്നാൽ നിമ്നാഭീക്ഷ്ണത വലയത്തിൽ കൂടിയും, ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണത സംഭരണിയിൽ കൂടിയു



പടം 157.
വിയോജനപഥ്യയനം.

മാണ് പ്രവഹിക്കുന്നതു്. അതിനാൽ ഈ പഥ്യയനം ഉന്നതവും നിമ്നവുമായ അഭീക്ഷ്ണതകളെ തരംതിരിച്ചുവിടുന്നു. ഇതിനെ 'വിയോജനതത്വം' (bypass—) എന്നു പറയാം. ഈ തത്വത്തെ ആധാരമാക്കിയാണ് ഗത്ര്യേകീകരണാനന്തരം ലഭിക്കുന്ന ദോലനപ്രവാഹത്തിൽ നിന്ന് ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയെ നിഷ്കാസനം ചെയ്തു്, ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹത്തെ മാത്രം സ്വീകരിക്കുന്നതു്. കൂടാതെ, ദൂരശ്രവണിയിലും ഉച്ചഭാഷിണിയിലുംമററുമുള്ള ദലങ്ങൾക്കും വലയങ്ങൾക്കും ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയിൽ ദോലനം മിക്കവാറും അസാദ്ധ്യമാണെന്നുള്ളതും ഈ വിയോജനത്തെ സഹായിക്കുന്നു. ആലകതാണുജത്തിൻെറ സഹായത്താലും നിഷ്കാസനം സാധിക്കാമെന്ന് അടുത്തു തന്നെ വിശദമാക്കാം.

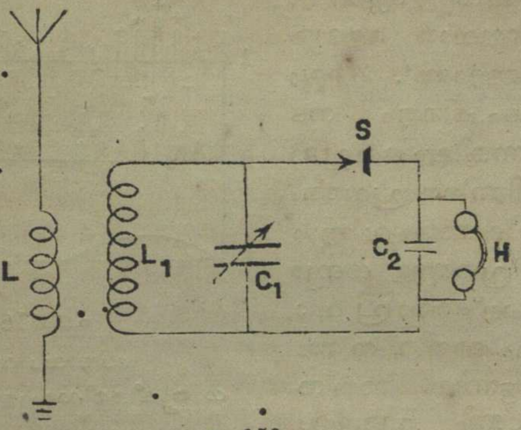
5. നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹത്തെ ഉച്ചഭാഷിണിയും മററും ശബ്ദമായി പരിവത്തനം ചെയ്യുന്നതെങ്ങിനെയെന്ന് മുമ്പു പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ.

ആകയാൽ ആദായകത്തിൽ സാധിക്കേണ്ടതു് (1) വരണം, (2) ഗത്ര്യേകീകരണം, (3) പ്രവർദ്ധനം, (4) ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാനിഷ്കാസനം, (5) ശബ്ദപ്രത്യുല്പാദനം ഇവയാണ്. വരണം പഥ്യയനക്രമീകരണത്താലും ഗത്ര്യേകീകരണം ആലകതാണുജമോ സ്ഫാടികസാധനമോ ഉപയോഗിച്ചും, പ്രവർദ്ധനം ആലകതാണുജം, പ്രതിസ്ഥാനപഥ്യയനം, ഭേദകം മുതലായവകൊണ്ടും, ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാനിഷ്കാസനം അവായന പഥ്യയനത്താലും, ശബ്ദപ്രത്യുല്പാദനം ദൂരശ്രവണിയുടെയോ ഉച്ചഭാഷിണിയുടേയോ സഹായത്താലും സാധിക്കാം.

ആദാനപഥ്യയനങ്ങൾ

സ്ഫാടികാദായകം (crystal receiver). ഈ തത്വങ്ങൾ പ്രായോഗികമാക്കുന്നതു് എങ്ങനെയെന്നു പരിശോധിക്കാം. 158-ാം പടം നോക്കുക. വരണത എന്ന ഉൾപിരിവിൽ വിശദീകരിച്ചതുപോലെ വ്യോമതന്തുവിലെ ചിഹ്നകഷാലകം താനീകൃതപഥ്യയനമായ L_1, C_1 ൽ, അനുസ്ഥാനത്താൽ, തീവ്രത

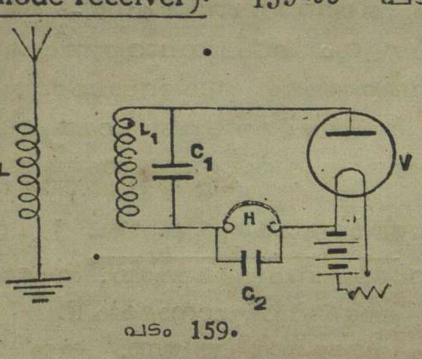
യേറിയ വൈദ്യുതിചാലകം ഉത്ഭവിപ്പിക്കും. ഈ പദ്ധയന ത്തിൽ വരണവും പ്രവൃദ്ധിയും സാധിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ തീവ്ര മാക്കിയ ചാലകം S എന്ന സ്ഫാടിക വും, ദൂരശ്രവണി H-ം, സംഭരണി C_2-ം ചേർന്ന പദ്ധ യനത്തിൽ പ്ര യോഗിക്കപ്പെട്ട ന്നു. അപ്പോൾ സ്ഫാടികം നിമി ത്തം പ്രവാഹം ഗ ത്യേകീകൃതമാക ന്നുണ്ട്. C_2-ം, H-ം അവായനബ



പടം 158.
സ്ഫാടിക ആദായകം.

ന്ധനത്തിലാകയാൽ ചിഹ്നകതരംഗത്തിലെ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണ ത C_2 ൽക്കൂടിയും നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള ശബ്ദാനുരൂപപ്രവാ ഹം H ലും കൂടിയാണ് കടന്നുപോകുന്നത്. ദൂരശ്രവണിയിലെ ദലത്തിൽ ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹംനിമിത്തമുണ്ടാകുന്ന ദോ ലനത്താൽ മൂലശബ്ദങ്ങൾ കേൾക്കാറാകും. അതിനാൽ മുമ്പു പറഞ്ഞ അഞ്ചു കാര്യങ്ങളും ഇതുകൊണ്ടു നിർവഹിച്ച് ആദാനം സാധിക്കാം.

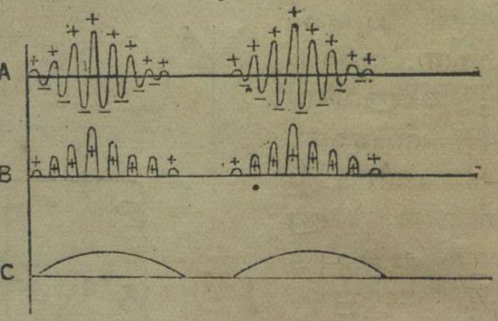
ദ്വയാധ്വാദായകം (diode receiver). 159-ാം പട ത്തിലെപ്പോലെ, ഗത്യേ കീകരണത്തിന് സ്ഫാടിക ത്തിനു പകരം ഒരു ദ്വയാ ധ്വാവ് ഉപയോഗിക്കാം. പദ്ധയനത്തിന്റെ മററു ഭാഗങ്ങളിൽ വ്യത്യാസ മൊന്നുമില്ല. 160-ാം പട ത്തിൽ ഇതുമൂലമുള്ള ഗ ത്യേകീകരണവും ഉന്നതാ ഭീക്ഷ്ണതാ നിഷ്കാസന വും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



പടം 159.
ദ്വയാധ്വാദായകം.

A ആരൂഢതരംഗവും, B ഗത്യേകീ

കരിക്കപ്പെട്ടതും, C ദൂരശ്രവണിയിലെ നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാതരംഗവുമാണു്.



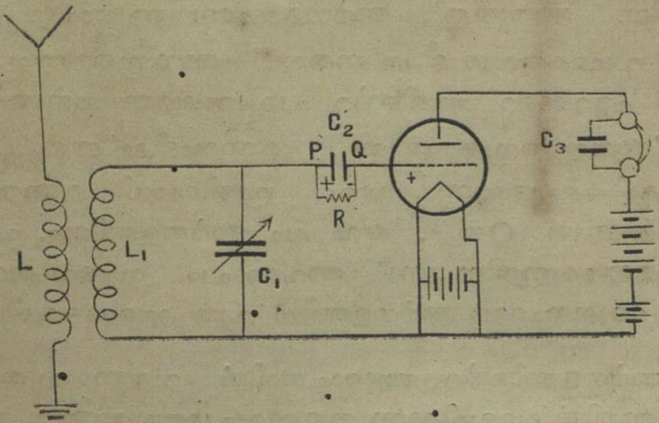
പടം 160.
ദ്വയാധ്വാവുമൂലം ഗത്യേകീകരിക്കപ്പെട്ട തരംഗരൂപം.

ഇവ ഏററവും ലഘുവായ ആദായകങ്ങളാണു്. എല്ലാം നടപടികളും നടന്നെങ്കിലും ഒരുച്ചഭാഷിണിയെ പ്രവൎത്തിപ്പിക്കത്തക്ക വണ്ണം തീവ്രതയുള്ള ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹം അതിൽ നിന്നും കിട്ടുന്നില്ല. അതിനു വേണ്ടി പ്രവൎദ്ധനം വളരെ വൎദ്ധിപ്പിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

<u>ഏകത്രയാധ്വാദായകം.</u> പ്രവൃദ്ധിക്കും, ഗത്യേകീകരണത്തിനും, ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാനിഷ്കാസനത്തിനും ഒരു ത്രയാധ്വാവിനെ എങ്ങനെ ഉപയോഗിക്കുന്നു എന്നുള്ളതു് 161-ാം പടത്തിന്റെ സഹായത്തോടുകൂടി മനസ്സിലാക്കാം. ഇതിൽ ഇതിനുമുമ്പുള്ള പടത്തിലെ ദ്വയാധ്വാവിനു പകരം ഒരു ത്രയാധ്വാവും, അതോടുകൂടിയുള്ള ബാററികളും, അൎഗളപഥ്യയനത്തിൽ ഒരു സ്ഥിരസംഭരണി C_2-ം, അതിനു് അവായനമായി ഒരുന്നതപ്രതിരോധി R-ം ഉണ്ടു്. L_1, C_1 പഥ്യയനം അൎഗളവും അപാധ്വാവുമായിട്ടാണു് ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ആലക്താണുജം സ്ഥിരസംഭരണിയുടെയും പ്രതിരോധിയുടെയും സഹായത്തോടുകൂടി ഗത്യേകീകരണം നടത്തുന്നു. ഇതുകൂടാതെ പ്രവൎദ്ധനവും നടത്തുന്നുണ്ടു്.

<u>അൎഗളഗത്യേകീകരണം.</u> L_1, C_1 പഥ്യയനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ദോലനചാലകത്താൽ, സംഭരണി C_2ന്റെ തകിടു് P ഒരു ക്ഷണത്തിൽ ധനാരോപവും ഉത്തരക്ഷണത്തിൽ ഋണാരോപവുമുള്ളതായിത്തീരുന്നു. ഇതു് ആവൎത്തിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ഓരോ ക്ഷണത്തിലും, പ്രേരകം നിമിത്തം Qയിൽ വിരുദ്ധാരോപവും ഉത്ഭവിക്കുന്നു. അതായതു്, Pയിൽ ധനാരോപ

മുണ്ടാകുമ്പോൾ Qയിൽ ഋണാരോപവും, Pയിൽ ഋണാരോപ മായാൽ Qയിൽ ധനാരോപവുമാണുണ്ടാകുന്നതു്. Q അർഗ



പടം 161.

ഏകത്രയാധപ്രാദായകം.

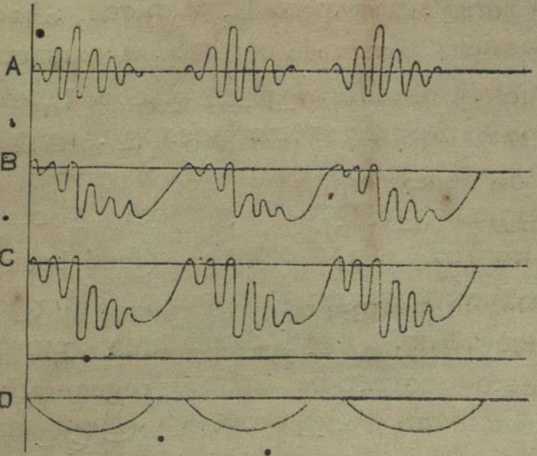
ളത്തോടു ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ Qയിൽ ഋണാരോപ മുണ്ടാകുമ്പോൾ 'സ്ഥിതിപ്രേരകത്വം' (static induction—) പ്രകാരം അർഗളത്തിൽ ധനാരോപമുണ്ടാകയും അതു് ആല ക്താണുജത്തിനുള്ളിലെ ആലക്താണുകങ്ങളെ ആകർഷിച്ചു് അ വയുമായി സംയോജിക്കുന്നതിനാൽ അർഗളം 'അവരോപി ക്ക'(discharge)പ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ Qയിൽ ധനാരോപമുണ്ടാകുമ്പോൾ, അതു് അർഗളത്തിൽ ഋണാരോ പമുത്ഭവിപ്പിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും, ആലക്താണുകങ്ങളെ ആകർഷി ക്കയോ, അർഗളം അവരോപിക്കപ്പെടുകയൊ ചെയ്യുന്നില്ല. അങ്ങനെ ഓരോ ദോലനകാലത്തിലും കുറേശ്ശ ഋണാരോപം അർഗളത്തിൽ ശേഷിക്കുന്നതിനാൽ അല്പസമയത്തിനിടയ്ക്കു് അതു വർദ്ധിച്ചു് ആലക്താണുജത്തിലെ അഭ്യധപ്രവാഹ ത്തെ ഇല്ലാതെയാക്കും. അതിനാൽ പിന്നീടുള്ള ദോലനങ്ങൾ അതിൽ വ്യത്യാസമൊന്നും വരുത്തുകയില്ല. എന്നാൽ Pയും Qയും ഒരുന്നതപ്രതിരോധിയിൽ കൂടി ബന്ധിച്ചാൽ ഓ രോ 'ദോലനസമൂഹ'ത്തിൻേറയും ഫലമായി, Qയിലെ ഋണാരോപം ഒരു സീമയേ അതിക്രമിക്കുമ്പോൾ, അതു് പ്രതി രോധിയിൽ കൂടി പ്രവഹിക്കയും, Q പിന്നെയും പൂർവ്വനിലയെ പ്രാപിക്കയും ചെയ്യുന്നു. അതിനുശേഷം ഈ നടപടിതന്നെ

ആവർത്തിക്കുന്നു. അതിനാൽ അർഗളം ദോലനസമൂഹത്തിന്റെ സമഗ്രഫലത്തിനല്ലാതെ ഓരോന്നിനും പ്രത്യേകം പ്രതിവർത്തിക്കുന്നില്ല. അതായത്, അർഗളത്തിലെ ആരോപവ്യത്യയങ്ങൾ വാഹകതരംഗാഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് അനുസൃതമായല്ല, എന്നാൽ ഏറെക്കുറെ അതിന്റെ പരിവേഷമായ ശബ്ദതരംഗാഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കനുസൃതമായാണ്. ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണത കുറെ നിരാകരിക്കപ്പെട്ടുവെന്നു സാരം. പ്രതിരോധി ഉന്നതമല്ലാതെയിരുന്നാൽ $Q_{യ്ക്കും}$, തന്മൂലം അർഗളത്തിനും, പൂർണ്ണാരോപമുണ്ടാകുന്നതിനു മുമ്പ് അവരോപം സംഭവിക്കുന്നതിനാൽ ദോലനഫലം അർഗളത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുകയില്ല.

അർഗളത്തിന്റെ ആരോപത്തിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങൾ അതിൽ ശേഖരിക്കുന്ന ഋണാരോപത്തെ മാത്രമേ ആശ്രയിക്കുന്നുള്ളു. ധനാരോപമുണ്ടാകുന്ന ക്ഷണത്തിൽ തന്നെ ആലക്താണുകങ്ങളാൽ അർഗളത്തിന് അവരോപമുണ്ടാകുന്നു. അതായത്, തരംഗത്തിന്റെ മദ്ധ്യസ്ഥരേഖയുടെ ഒരു വശത്തെ വിസ്തൃതിയിലുള്ള വ്യത്യയങ്ങൾ മാത്രമേ അർഗളത്തെ ബാധിക്കുന്നുള്ളു. അതിനാലാണ് ഗത്യേകീകരണം സാധിക്കുന്നതു്. ഇതിനെ 'അർഗളഗളനഗത്യേകീകരണം' (grid-leak rectification) എന്നും ചുരുക്കി 'അർഗളഗത്യേകീകരണം' എന്നും പറയുന്നു. ഗത്യേകീകരിക്കപ്പെട്ട ചാലകത്തെ അർഗളവും അപാധപാവും തമ്മിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നതിനാൽ സാധാരണ ആലക്താണുജത്തിലെപ്പോലെ പ്രവൃദ്ധിയും നടക്കുന്നുണ്ടു്.

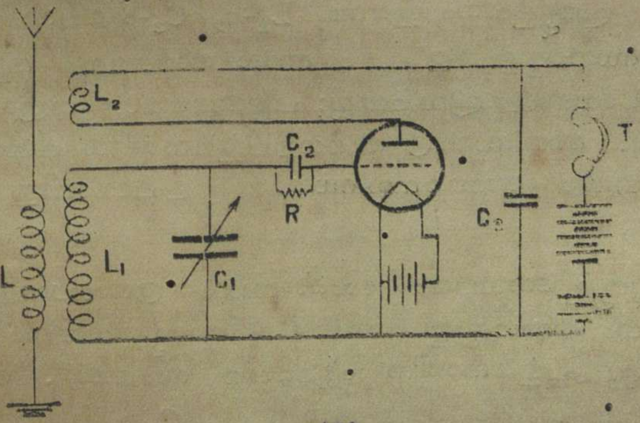
വാൽവിലെ അഭ്യധപാപത്ഥ്യയനത്തിൽ ലഭിക്കുന്ന ദോലനപ്രവാഹത്തിൽ അധികപങ്കം ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ളതും സ്വല്പം ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ളതുമായിരിക്കും. ഇതിൽ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണത, സംഭരണി C_3 ൽ കൂടി കടന്നുപോകയും, ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹം ദൂരശ്രവണിയിൽ കൂടി കടന്നു മൂലശബ്ദത്തെ പ്രത്യുല്പാദിപ്പിക്കയും ചെയ്യുന്നു. 162-ാം പടം നോക്കുക. A ആഗമാരൂഢതരംഗവും, B ഗത്യേകീകരിക്കപ്പെട്ടതും, C പ്രവൃദ്ധിപ്പെട്ടതും, D ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാ

നിഃഷ്യാസനശേഷമുള്ള നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാതരംഗവുമാണ്. D ആഗമതരംഗത്തിന്റെ അധോപക്ഷപരിവേഷമാണെന്നു കാണാം. Aയിലെ ഓരോ പരിച്ഛിന്നതരംഗവും മൂലം, Bയിലെപ്പോലെ, അർഗളത്തിലെ ഋണാരോപം ക്രമത്തിനു വർദ്ധിച്ച് ഒരു പരിധിവരെ എത്തുമ്പോഴും Rൽക്കൂടി അവരോപിക്കപ്പെടുന്നു. വീണ്ടും ഇതേരീതി ആവർത്തിക്കയാണ് ചെയ്യുന്നത്.



പടം 162.
അർഗളഗളനഗത്യേകീകരണം.

__പ്രത്യുല്ലാദനം.__ പ്രത്യുല്ലാദനരീതിയിലും പ്രവൃദ്ധി നിർവ്വഹിക്കാം. 163-ാം പടത്തിൽ 161-ാം പടത്തെ അപേക്ഷിച്ച്



പടം 163.
പ്രത്യുല്ലാദനപര്യയനം.

L_2 എന്ന വലയം വാൽവിന്റെ അഭ്യധ്വാപര്യയനത്തിൽ അനുപ്രേരണബന്ധനമായി ഉൾപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളതു മാത്ര

മാണ് കൂടുതലായുള്ളത്. L_2-ം, L_1-ം അടുപ്പിച്ചാണ് വ യ്ക്കുന്നത്. അതിനാൽ L_2 ൽ നിന്നും, പരസ്പരപ്രേരകത്താൽ, L_1 ലേക്ക് ഊർജ്ജം പകരുന്നു. 4-ാം അദ്ധ്യായത്തിൽ 117-ാം പുറത്തു വിശദീകരിച്ചിട്ടുള്ള പ്രകാരം L_1 ൽ, L_2 ലേതിനനുരൂപമായ ചാലകമാണനുഭവിക്കുന്നത്. ഇതു പിന്നെയും അർഗളത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നതിനാൽ വാൽവ് അതിനെ വീണ്ടും പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നു. ഇങ്ങനെ ഊർജ്ജം തിരിച്ചു പകരുന്നതിന് 'പ്രതിദായകം' (feed-back) എന്നു പേർ. അതിനാൽ ദൂരശ്രവണിയിലെ ദോലനപ്രവാഹം വീണ്ടും പ്രവൃദ്ധമാകുന്നു. ഈ രീതിയിലുള്ള പ്രവർദ്ധനത്തെ 'പ്രത്യുല്ലാദന പ്രവർദ്ധനം' എന്നും (regenerative—) അതിനുപയോഗിക്കുന്ന പര്യയനത്തെ 'പ്രത്യുല്ലാദനപര്യയന'മെന്നും നാമകരണം ചെയ്യാം.

അനുസ്വാനതത്വപ്രകാരം, വലയവും സംഭരണിയും കൂടിയുള്ള അനുപദബന്ധനത്തിൽ പ്രവാഹവും, അവായനബന്ധനത്തിൽ ശക്ത്യന്തരവുമാണല്ലോ വർദ്ധിക്കുന്നത്. പ്രേരകതത്വപ്രകാരം പ്രവാഹം കൂടുമ്പോഴാണ് കൂടുതൽ ഊർജ്ജം L_2 ൽ നിന്നും L_1 ലേക്കു കടക്കുന്നത്. അതിനാലാണ് പ്രത്യുല്ലാദനപര്യയനം, L_2-ം, C_3-ം ചേർന്ന അനുപദബന്ധനത്തിലായത്. എന്നാൽ അർഗളവും തിരിയും തമ്മിൽ വേണ്ടതു പ്രവാഹമല്ല; പിന്നെയോ ശക്ത്യന്തരമാണ്. അതിനാലത്രേ അർഗളപര്യയനത്തിൽ വലയവും സംഭരണിയും അവായനബന്ധനമായി ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നതു്.

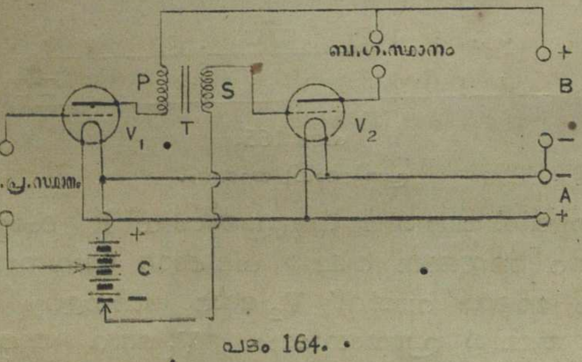
പ്രത്യുല്ലാദനവലയം ചേർക്കുമ്പോൾ ത്രയാധ്വാവിന്റെ പര്യയനം തരംഗസൃഷ്ടിക്കായി 4-ാം അദ്ധ്യായത്തിൽ ഉപയോഗിച്ച പര്യയനത്തിന് ഏറക്കുറെ സമമാണ്. അതിനാൽ പ്രതിദായകം കൂടിയിരുന്നാൽ L_1, C_1 പര്യയനത്തിൽ അതിന്റെ സ്വാഭാവികാവൃത്തിയോടുകൂടിയ ദോലനമുണ്ടാകും. പുറമെനിന്നുള്ള തരംഗസ്വീകരണത്തെ ഇതു് അലങ്കോലപ്പെടുത്തുന്നു. അതിനാൽ പ്രതിദായകം അധികമായിപ്പോകാ

രുതു്. അതു കൂട്ടുമ്പോഠം ആദായകത്തിൽ ചൂളം വിളിപോലെ യുള്ള ശബ്ദമുണ്ടാകുന്നു.

ആലകതാണുജങ്ങഠം തമ്മിലുള്ള യോജനം.

ഒരാലകതാണുജംകൊണ്ടു ലഭിക്കുന്ന പ്രവൃദ്ധി മതിയാകാതെ വരുമ്പോഠം കൂടുതൽ എണ്ണം ഉപയോഗിച്ചു് അതു വർദ്ധിപ്പിക്കാം. ഒരു ആലകതാണുജത്തിൽനിന്നും അടുത്തതിലേക്കു് ഈ ദോലനപ്രവാഹത്തെയോ, ചാലകത്തെയോ നയിക്കുന്നതിനു പല രീതികഠം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്. ഇവയെ 'യോജന' (coupling –) രീതികഠം എന്നു പറയും. പ്രധാനമായി, ഭേദകയോജനം, പ്രതിരോധിയോജനം, നിരോധിനിയോജനം, താനീകൃതാഭ്യധാായോജനം എന്ന നാലു രീതികളാണു് ഉപയോഗത്തിലിരിക്കുന്നതു്.

ഭേദകയോജനം (transformer coupling). ഇതിനു വേണ്ട പഥ്യയനത്തെ 164-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



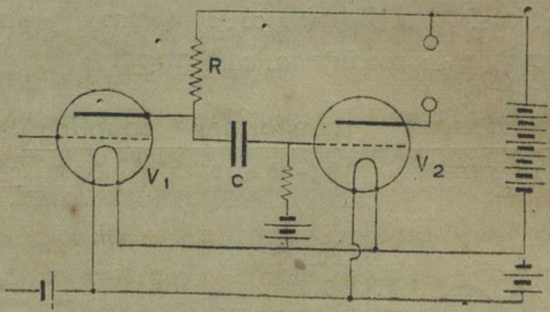
പടം 164.

ഭേദകയോജനം.

ആലകതാണുജം V_1 ന്റെ അഭ്യധാാ പഥ്യയനത്തിൽ, ഭേദകം T യുടെ പ്രഥമവലയം P ഉഠംപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ദ്വിതീയവലയം Sന്റെ ഒരഗ്രം അടുത്ത വാൽവ് V_2ന്റെ അർഗളത്തിലും മറേറതു് അർഗളബാററിയിൽ കൂടിയോ അല്ലാതെയോ അപാധാാവിലും ബന്ധിച്ചിരിക്കും. V_1 ന്റെ അഭ്യധാാപഥ്യയനത്തിലുണ്ടാകുന്ന ദോലനപ്രവാഹം അനുരൂപമായ ശക്ത്യന്തരത്തെ ദ്വിതീയവലയത്തിലും, തന്മൂലം

V_2 ന്റെ അർഗളവും അപാധാവും തമ്മിലും ഉളവാകുന്നുണ്ട്. V_2 ഇതിനെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തി അടുത്ത പര്യയനത്തിലേക്കു നയിക്കുന്നു. ഉന്നതാഭിക്ഷ്ണതയും നിമ്നാഭിക്ഷ്ണതയും പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നതിന് അതാതിന്റെ ഭേദകമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ആരോഹണഭേദകം ഉപയോഗിച്ചാൽ അതുകൊണ്ടും പ്രവൃദ്ധി ലഭിക്കും. ഇങ്ങനെ പ്രേരകതത്വത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി ഒരു ആലകതാണുജത്തിന്റെ അഭ്യധാവിൽനിന്നു ദോലനപ്രവാഹത്തെ അടുത്തതിന്റെ അർഗളത്തിലേക്കു നയിക്കാം.

<u>പ്രതിരോധിയോജനം (resistance coupling).</u> 165-ാം പടത്തിൽ ഇതിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. V_1 ന്റെ അഭ്യധാ



പടം 165.
പ്രതിരോധിയോജനം.

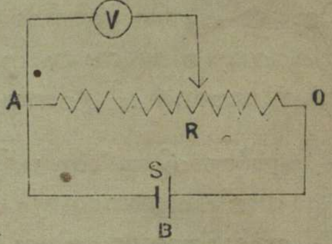
പര്യയനത്തിൽ തക്കതായ ഒരു പ്രതിരോധി R ഉൾപ്പെടുത്തി, അതിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ ലഭിക്കുന്ന ദോലനശക്നഗ്രുഢാന്തരം അടുത്ത വാൽവ് V_2 ന്റെ അർഗളവും അപാധാവും തമ്മിൽ പ്രയോഗിക്കാം. V_1 ന്റെ അഭ്യധാവു നേരിട്ട് V_2 ന്റെ അർഗളത്തിൽ ബന്ധിച്ചാൽ ആ അർഗളത്തിന്റെ ശക്നഗ്രുഢം V_1 ന്റെ അഭ്യധാവിലെ ശക്നഗ്രുഢം തന്നെയായിരിക്കുമല്ലോ. അതു് ഉന്നതധനശക്നഗ്രുഢമാകയാൽ അർഗളത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാൻ പാടില്ല. അതിലുപയോഗിക്കുന്നതു് കുറഞ്ഞ പരിമാണത്തിലുള്ള ഋണശക്നഗ്രുഢമാണെന്നു മുമ്പു കാണിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. അതിനാൽ ദോലനപ്രവാഹത്തെ കടത്തി വിടുന്നതും, എന്നാൽ അഭിശക്നഗ്രുഢത്തെ തടയുന്നതുമായ ഒരുപകരണം മൂലം വേണം

അർഗളബന്ധനം വരുത്തേണ്ടത്. ഇതിന്നു പററിയതു് സംഭരണിയാണ്. അതുകൊണ്ടു് C എന്ന സംഭരണി V_1 ൻെറ അഭ്യധാവിന്നും V_2 ൻെറ അർഗളത്തിന്നും ഇടയ്ക്കു സ്ഥാപിക്കുന്നു. C യുടെ പരിമാണം, R ൻെറയും ആ ഭാഗത്തുപയോഗിക്കുന്ന അഭീക്ഷ്ണതയുടേയും പരിമാണത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. അഭീക്ഷ്ണത കൂടുമ്പോൾ C കുറഞ്ഞിരിക്കണം. അല്ലാത്തപക്ഷം C യുടെ അവരോപത്തിനുവേണ്ട സമയം ദോലന കാലത്തേക്കാൾ കൂടിയിരിയ്ക്കുകയും ഓരോ പരിഷ്ക്കുന്ന ദോലനത്തിനും C പ്രതിവർത്തിക്കാതെയുമിരിക്കും. കൂടാതെ, ആരോപം കുറവായിരിക്കുമ്പോൾ ശക്ത്യഗ്രന്ഥം കുറയാതിരിക്കണമെങ്കിൽ സംഭരണത്വം കുറഞ്ഞിരിക്കണം.

പ്രതിരോധിയ്ക്കു് സ്വാഭീക്ഷ്ണതയില്ലാത്തതിനാൽ അതു് എല്ലാ അഭീക്ഷ്ണതയേയും യാതൊരു കോട്ടവും കൂടാതെ അടുത്ത ആലക്താണജത്തിലേക്കു നയിക്കുമെന്നുള്ളതാണ് ഈ യോജനത്തിനുള്ള വൈശിഷ്ട്യം. ഇതിന്നു് രണ്ടു ദോഷങ്ങളാണുള്ളതു്: (1) ഈ യോജനത്തിൽ വാൽവുകൊണ്ടു ലഭിക്കുന്നതു കവിഞ്ഞു് പ്രവൃദ്ധി ഉണ്ടാകുന്നില്ല; (2) പ്രതിരോധി R ൽ കൂടി ഒരഭിപ്രവാഹമുള്ളതിനാൽ ബാററിയുടെ ശക്ത്യഗ്രന്ഥാന്തരം മുഴുവനും ആലക്താണജത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നില്ല. അതിൽ ഒരംശം പ്രതിരോധിയിൽ നഷ്ടപ്പെടുന്നു. അഭ്യധാപ്രവാഹം I എങ്കിൽ ഈ അംശത്തിൻെറ പരിമാണം I × R ആണെന്നു കാണാം. അതിനാൽ ആലക്താണജത്തിനുദ്ദേശിച്ചിരിക്കുന്നതിൽ കൂടുതൽ ചാലകമുള്ള ബാററി ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഒരുദാഹരണംകൊണ്ടു് ഇതു മനസ്സിലാക്കാം. 15 മില്ലി ആമ്പേരം പ്രവാഹമുള്ള ഒരു വാൽവിന്നു് 3000 ഓഹമുള്ള ഒരു പ്രതിരോധിയിൽകൂടി 150 വോൾട്ടും പ്രയോഗിയ്ക്കണമെന്നു വയ്ക്കുക. പ്രതിരോധിയുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്ത്യഗ്രന്ഥാന്തരം $=\frac{3000 \times 15}{1000}=45$ വോൾട്ടും ആണ്. അതിനാൽ ബാററിയുടെ വോൾട്ടുമാനം $150+45=195$ വോൾട്ടുമായിരിക്കണം. കൂടാതെ, അഭ്യധാവിലെ ശക്ത്യഗ്രന്ഥം പ്രവാഹത്തോടൊത്തു് വ്യത്യയപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കും. ആദായകത്തിൻെറ അവ

സാനഘട്ടത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ശക്തി കൂടിയ ആലകതാണജങ്ങളിൽ അഭ്യധ്വാപ്രവാഹം ധാരാളമുള്ളതിനാൽ ആ സ്ഥാനത്തു് ഈ യോജനം വ്യയഹേതുകമാണ്.

അങ്ങനെയെങ്കിൽ ഈ പ്രതിരോധിയില്ലാതെ ബാററി അഭ്യധ്വാവിൽ നേരിട്ടുതന്നെ ബന്ധിക്കരുതോ എന്നു തോന്നാം. ഒരു ബാററിയിൽ നിന്നും ആവശ്യം പോലെ ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരം ലഭിക്കുന്നതിനായി, 166-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, ഒരു ബാററിയും ശക്നഗ്രദ്ധവിഭാജിയും തമ്മിൽബന്ധിച്ചു് ഉപയോഗിക്കാമെന്നു തെളിയിച്ചിട്ടുള്ളതാണല്ലോ. അതിന്റെ പ്രവത്തനം പരിശോധിച്ചാൽ അഭ്യധ്വാപയ്യനത്തിൽ പ്രതിരോധിതത്വത്തിന്റെ ആവശ്യം ഗ്രഹിക്കാം. പ്രതിരോധി AOയുടെ അഗ്രങ്ങൾ ബാററി Bയിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. Bയുടെ ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിതത്വം S-ം, AOയുടേതു് R-ം, B യുടെ വൈദ്യുതിചാലകം E യുമാണ്. അപ്പോൾ,



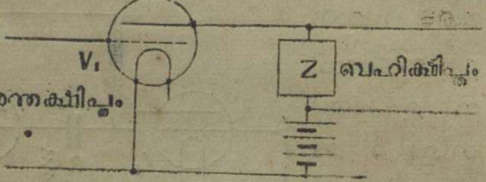
പടം 166.
ശക്നഗ്രദ്ധവിഭാജി.

AOയുടെ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരം$=E\frac{R}{R+S}$,

Bയുടെ „ „ „ $=E\frac{S}{R+S}$.

അതായതു്, പയ്യനത്തിന്റെ ഓരോഭാഗത്തും അതാതിന്റെ പ്രതിരോധിതത്വത്തിനു് ആനുപാതികമായുള്ള ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരമുണ്ടായിരിക്കും. ഒരു ബാഹ്യപയ്യനം V യിൽ AOയിലുള്ള ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരം മുഴുവനുമോ, അതിൽ ഒരംശമോ ഉപയോഗിക്കാം. AOയിലെ ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരം ബാററിയുടെ ആകെയുള്ള ചാലകത്തിന്റെ $\frac{R}{R+S}$ ഭാഗം മാത്രമാണല്ലോ. അതിനാൽ R കൂടുന്തോറും ഈ ഭാഗം വർദ്ധിക്കുന്നതാണ്. R പൂജ്യമായാൽ ബാഹ്യപയ്യനത്തിൽ ശക്നഗ്രദ്ധാന്തരവും ശൂന്യമായിരിക്കും,

ഒരാലക്താണജത്തിൽ നിന്നും ബാഹ്യപര്യയനത്തിൽ ലഭിക്കാവുന്ന ശക്ത്യഗ്രുഢാന്തരവും ഇതേ തത്വം അനുസരിച്ചാണ് കണക്കാക്കേണ്ടതു്. വാൽവ് ഈ ഉദാഹരണത്തിലെ ബാറററിയുടെ സ്ഥാനത്തിലാണ്. 167-ാംപടം ഇതിനെ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്തുന്നു. അഭ്യധാപര്യയനത്തിലുള്ള ദോലനശക്ത്യഗ്രുഢാന്തരത്തിന്റെ ഉല്പത്തിസ്ഥാനം ആ വാൽവാണല്ലോ.



പടം 167.

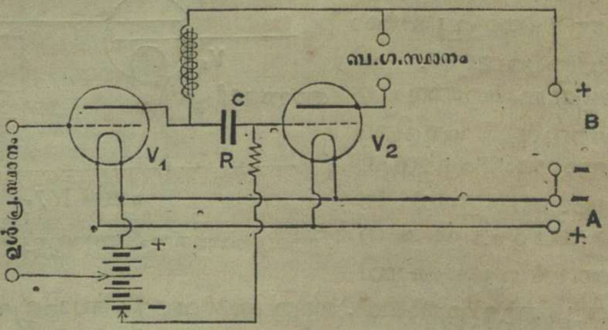
ആലക്താണജവും ബാഹ്യപ്രതിരോധിത്വവും.

എല്ലാ വാൽവിനും ആഭ്യന്തര പ്രതിരോധിത്വവുമുണ്ട്. ചിലതിനു കുറഞ്ഞും മറ്റവയ്ക്കു് ഏറിയും ഇരിക്കും എന്നേയുള്ളു. അതിനാൽ അഭ്യധാപര്യയനത്തിൽ പ്രതിരോധിത്വം ആവശ്യമാണ്. അതു കൂട്ടുന്തോറും ബാഹ്യപര്യയനത്തിൽ ലഭിക്കാവുന്ന ശക്ത്യഗ്രുഢാന്തരവും കൂടിയിരിക്കും. ബാററി ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴത്തെപ്പോലെ ബാഹ്യപ്രതിരോധിത്വവും ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിത്വവും സമമായിരുന്നാൽ അഭ്യധാപ്രവാഹം മഹിഷ്ഠമായിരിക്കും. അതിനാൽ, സാധാരണയായി അഭ്യധാവിലെ പ്രതിരോധിത്വം ആലക്താണജത്തിന്റെ ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിത്വത്തിന്റെ രണ്ടോ, മൂന്നോ ഇരട്ടിയിൽ കൂടുതലാക്കുന്നില്ല.

നിരോധിനിയോജനം (choke coupling). പ്രതിരോധി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അഭ്യധാവിലെ ശക്ത്യഗ്രുഢം കുറയുന്നതിനാൽ ബാററി കൂടുതലായി ഉപയോഗിക്കണമെന്നുള്ളതു് അതിന്റെ ഒരു ന്യൂനതയായി ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. അതേ സമയംതന്നെ അഭ്യധാപര്യയനത്തിൽ പ്രതിരോധിത്വം ആവശ്യമെന്നും കണ്ടു. ഈ പ്രതിരോധിത്വം അഭ്യധാവിലെ പ്രത്യഭിപ്രവാഹത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം മാത്രമേ ആവശ്യമുള്ളു എന്നതിനാൽ പ്രതിരോധിയുടെ സ്ഥാനത്തു് പ്രതികാരിത്വമായാലും മതിയാകും. ഒരു നിരോധിനി ഉപയോഗിച്ചാൽ വേണ്ട പ്രതികാരിത്വം ലഭിക്കാം; അഭിപ്രവാഹത്തിനുള്ള പ്രതിരോധിത്വം തുലോം കുറഞ്ഞും

രിക്കും. അതിനാൽ ബാററി വർദ്ധിപ്പിക്കാതെ തന്നെ അഭ്യധാവിൽ വേണ്ട ശക്തഗ്രഢം പ്രയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. പ്രേരകവലയവും സംഭരണിയും ചേർന്ന അവായനപഥ്യയനവും ഇതിനായി ഉപയോഗിക്കാം.

168-ാം പടത്തിൽ നിരോധിനി ഉപയോഗിച്ചുള്ള പഥ്യയനം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. 165-ാം പടത്തിലെ പ്രതിരോധിയുടെ സ്ഥാനത്തു് നിരോധിനി ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നുള്ളതുമാത്രമാണ് ഇവ രണ്ടും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം. ഇതിലും ഭേകത്തിലെപ്പോലെ അതാതഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കുള്ള നിരോധിനി ഉപയോഗിക്കണം. ഈ യോജനത്തിനുള്ള പ്രധാന ന്യൂനത, ഈ പഥ്യയനത്തിന് സ്വാഭീക്ഷ്ണതയുള്ളതിനാൽ അനുസ്പാനംനിമിത്തം, സ്വാഭീക്ഷ്ണതയിലും അടുത്ത അഭീക്ഷ്ണതകളിലുമുള്ള പ്രവാഹം മററുള്ളവയേക്കാൾ കൂടുതലായി പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുകയും തന്നിമിത്തം ശബ്ദത്തിൽ കോട്ടമുണ്ടാകയും ചെയ്യുന്നു എന്നതാണ്. അതിനാൽ അതിൽക്കൂടി കടന്നു പോകേണ്ടതിൽ നിന്നും വളരെ അന്തരമുള്ള സ്വാഭീക്ഷ്ണതയോടുകൂടിയ നിരോധിനിയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

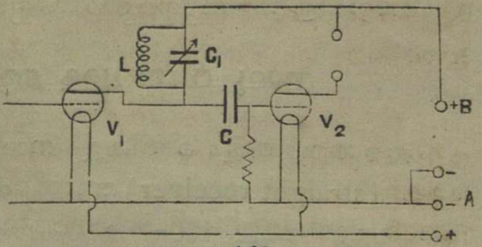


പടം 168.
നിരോധിനി യോജനം.

താനീകൃതാഭ്യധായോജനം (tuned anode coupling).

169-ാം പടത്തിൽ പ്രേരകവലയം L-ഉം സംഭരണി C_1-ഉം ചേർന്ന അവായനപഥ്യയനം മുമ്പിലത്തേതിലെ നിരോധിനിയുടെ സ്ഥാനത്തു ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. L, C_1 പഥ്യയനത്തിന്റെ സ്വാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള പ്രവാഹത്തിന് ഇതിന്റെ

വിഘാതിത്വം മഹിഷ്ഠമായിരിക്കും. സംഭരണിയോ, വലയമോ, അഥവാ രണ്ടുമോ വ്യത്യയപ്പെടുത്തി പര്യയനത്തിന്റെ സ്വാഭീക്ഷ്ണത അതിൽക്കൂടി കടന്നുപോകേണ്ട അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് സമമാക്കാവുന്നതാണ്. വിഘാതിത്വം അപ്പോൾ മഹിഷ്ഠവും, അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് അല്പസ്വല്പ വ്യത്യാസമുണ്ടായിരുന്നാൽ തദനുസാരം കുറവുമായിരിക്കുന്നതിനാൽ, വിഘാതിത്വത്തിൽ ആവശ്യമനുസരിച്ചു വ്യത്യാസം വരുത്താം. ഇതിൽ പ്രവൃദ്ധിയും സാധിക്കുന്നുണ്ടെന്നു കാണാമല്ലോ. എന്നാൽ എല്ലാ അഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കും വിഘാതിത്വം ഒരേ പരിമാണത്തിലല്ലാത്തതിനാൽ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതപോലെ വിസരായതി ശതമാനം ചുരുങ്ങിയിരിക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിലേ ഈ പര്യയനം ഉപയോഗിക്കാറുള്ളൂ.



പടം 169.
താനീകരിക്കപ്പെട്ട അഭ്യധ്വാദയോജനം.

സംവേദനം (sensitivity).

ഏതെങ്കിലും ഒരാദായകംമൂലം ചിഹ്നകതരംഗത്തെ ആദാനംചെയ്തു സന്ദേശത്തെ ഗ്രഹിക്കണമെങ്കിൽ അതിനു ലഭിക്കുന്ന ആഗതതരംഗത്തിന്റെ തീവ്രത ഒരു പരിധിയിൽ കവിഞ്ഞിരിക്കണം. ഈ തരംഗതീവ്രത പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിന്റെ ശക്തിയേയും, ദൂരത്തെയും, ആദാനപ്രേഷണകേന്ദ്രങ്ങളുടെ ഇടയ്ക്കുള്ള പ്രദേശത്തിന്റെ സ്വനയത്വത്തെയും, മററും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. എന്നാൽ ആദായകത്തിനുള്ളിലെ പ്രവർദ്ധനത്താൽ തീവ്രത കുറഞ്ഞ തരംഗങ്ങളേയും ആദാനം ചെയ്യത്തക്കതാക്കാം. തീവ്രത കുറഞ്ഞ ചിഹ്നകങ്ങളെ ശ്രവണസാദ്ധ്യമാക്കാവുന്ന കെല്പിനെ 'സംവേദനം' എന്നു പറയുന്നു. തീവ്രത കൂടിയ ചിഹ്നകങ്ങളെ മാത്രം ശ്രവണസാദ്ധ്യമാക്കുന്ന ആദായകത്തിന്റെ സംവേദനം കുറഞ്ഞും തീവ്രത

ത്തലോം കുറഞ്ഞതവയെ അപ്രകാരം ആക്കുന്നതിന്റെ സംവേദനം കൂടിയുമിരിക്കുന്നു എന്നു പറയാം. പ്രവൃദ്ധി കൂടുന്തോറും സംവേദനം കൂടുമെന്നു സ്പഷ്ടമാണല്ലോ.

നാലു വാൽവുള്ള ആദായകം.

ഈ തത്വങ്ങളും രീതികളും നാലു വാൽവുള്ള ഒരു 'ഋജ്വാദായക' (straight receiver) ത്തിൽ ഏതുവിധം പ്രയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നുള്ളതു് 170-ാം പടത്തിന്റെ സഹായത്തോടുകൂടി മനസ്സിലാക്കാം. വലയം L_1-ം വ്യത്യയസംഭരണി C_1-ം കൂടിയുള്ള അവായനപര്യ്യയനത്തിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ വ്യോമതന്തുവിലും ഭൂമിയിലും യഥാക്രമം ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ മററുള്ള തരംഗങ്ങളെ നിരാകരിച്ചശേഷം ആവശ്യപ്പെട്ട തരംഗം സ്വീകരിച്ചു്, അനുസ്ഥാനതത്വപ്രകാരം, അതിന്റെ ചാലകത്തെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുകയും, അതിനെ ഒന്നാമത്തെ വാൽവ് V_1ന്റെ അർഗളവും അപാധാവുമായി പ്രയോഗിക്കയും ചെയ്യുന്നു. V_1 അതിനെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തി, സംഭരണി C_4ൽ കൂടി, രണ്ടാമത്തെ വാൽവിന്റെ അർഗളത്തിലേക്കു നയിക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ അർഗളവും തിരിയും തമ്മിൽ പ്രവൃദ്ധിപ്പെട്ട ദോലനശക്ത്യഗ്രാന്തരം ഉണ്ടാകും. V_1ന്റെ അഭ്യധാപര്യ്യയനത്തിൽ ഒരുന്നതാഭിക്ഷ്ണതാനിരോധിനി ch_1 ആണു് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അതായതു്, V_1-ം, V_2-ം നിരോധിനിയോജനത്താൽ ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

വരണതയും പ്രവൃദ്ധിയും കൂട്ടുന്നതിനായി, V_1 ലെപ്പോലെ, വലയം L_2-ം, വ്യത്യയസംഭരണി C_2-ം, അവായനബന്ധനത്തിൽ, V_2ന്റെ അരഗളവും അപാധാവുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനം മുമ്പിലത്തേതുപോലെതന്നെ. V_2ന്റെ അഭ്യധാവിൽ രണ്ടു പര്യ്യയനങ്ങളുണ്ടു്. പ്രത്യുല്ലാദനത്താൽ പ്രവൃദ്ധി സാധിക്കുന്നതിലേക്കു് വലയം L_3-ം വ്യത്യയസംഭരണി C_3-ം കൂടിയ ഒരു പ്രത്യുല്ലാദനപര്യ്യയനമാണു് ഒന്നു്. മററതിൽ നിമ്നാഭിക്ഷ്ണതാഭേദകം T_1ന്റെ പ്രഥമവലയം Pയും നിരോധിനി ch_2-ം അനുപദമായി ബന്ധി

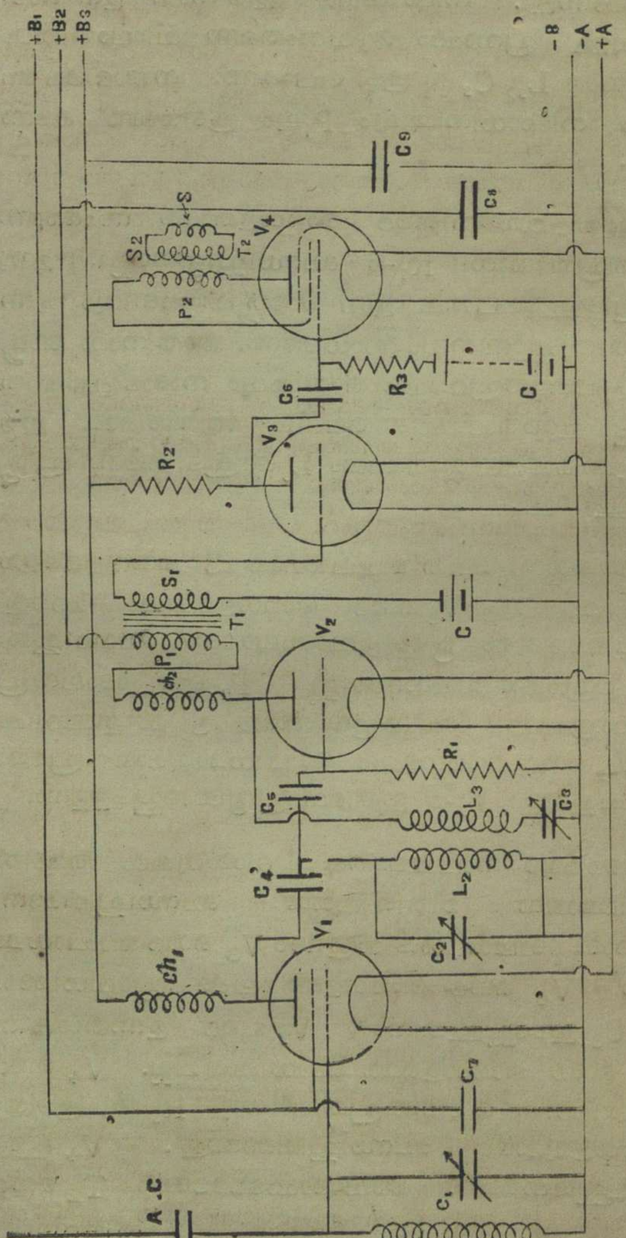
ച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ കൂടിയാണ് B ബാറററി അഭ്യധ്വാവിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നത്. നിരോധിനിയുള്ളതിനാൽ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയിലുള്ള പ്രവാഹം മുഴുവനുംതന്നെ വിഘാതിത്വം കുറഞ്ഞ വഴിയായ L_3, C_3 ൽ കൂടി പോകുന്നു. നാദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹം നിരോധിനിയിലും P_1ലും കൂടിയാണ് കടന്നു പോകുന്നത്.

രണ്ടാമത്തെ വാൽവിന്റെ അർഗളത്തിൽ സംഭരണി C_5-ം ഉന്നതപ്രതിരോധി R_1-ം ബന്ധിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. മുമ്പു വിശദീകരിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ഇവ ഗത്യേകീകരണവും ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാനിഷ്കാസനവും സാധിക്കുന്നു. അതിനാൽ അഭ്യധ്വാവിലുള്ള ദോലനപ്രവാഹം അധികവും നാദാഭീക്ഷ്ണതയിലും, അല്പം ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയിലും ആയിരിക്കും. ഈ സ്വല്പമായ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയാണ് L_3 ൽക്കൂടി കടന്ന് പ്രത്യുല്പാദനം നടത്തുന്നത്.

ഭേദകത്തിന്റെ ദ്വിതീയവലയമായ S_1 ന്റെ ഒരഗ്രം മൂന്നാമത്തെ വാൽവ് V_3 ന്റെ അർഗളത്തിലും മററത് അർഗള ബാറററിയുടെ ഋണധ്രുവത്തിലുമാണ് ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നത്. പ്രേരകർത്തിയനുസരിച്ച് P_1 ലെ ദോലനപ്രവാഹത്തിനനുരൂപമായ ശക്ത്യഗ്രഢാന്തരം S_1 ൽ ഉത്ഭവിക്കയും അത് V_3 ന്റെ അർഗളവും അപാധ്വാവുമായി പ്രയോഗിക്കയും ചെയ്യുന്നു. V_3-ം ഇതിനെ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നു.

മൂന്നാമത്തെയും നാലാമത്തെയും വാൽവുകൾ തമ്മിൽ പ്രതിരോധിയോജന രീതിയിലാണ് ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ദോലന ശക്ത്യഗ്രഢം V_3 ന്റെ അപാധ്വാവിൽ നിന്ന് V_4 ന്റെ അർഗളത്തിലേക്കു പ്രവേശിക്കും. സംഭരണി C_6 ഇടയ്ക്കുള്ളതിനാൽ V_3 ന്റെ ഉന്നതശക്ത്യഗ്രഢം V_4 ന്റെ അർഗളത്തെ ബാധിക്കയുമില്ല. V_4 ന്റെ അർഗള ബാറററി ഒരുന്നതപ്രതിരോധി R_3 ൽ കൂടിയാണ് അർഗളവുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നത്. V_4 ന്റെ അഭ്യധ്വാപര്യയനത്തിൽ അവരോഹണഭേദകം T_2 ന്റെ പ്രഥമ വലയം P_2 ഉൾപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ദ്വിതീയവലയം S_2 ന്റെ അഗ്രങ്ങൾ, ഉച്ചഭാഷിണിയിലെ നാദവലയം S ന്റെ

അഗ്രങ്ങളുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. V_4 ന്റെ അർഗളവും



പടം 170.

നാലു വാൽവുള്ള ആദായകത്തിലെ പദ്ധതിപടം.

T_1. ആരോഹണനിട്രാൻസ്ഫിക്ക് ന്താദേശകം. T_2 അവരോഹണനിട്രാൻസ്ഫിക്ക് ന്താദേശകം.

അപാധപാവും തമ്മിൽ പ്രയോഗിച്ച ദോലനത്തെ V_4 പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തി അതിൻെറ അഭ്യധപാവിലേക്ക നയിക്കുന്നു. P_2 ൽ കൂടിയുള്ള പ്രവൃദ്ധീകൃത ദോലനപ്രവാഹം S_2 ൽ തത്തുല്യമായ നാദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവാഹത്തെ ഉല്പാദിപ്പിക്കും. അതു് ഉച്ചഭാഷിണിയുടെ നാദവലയത്തിൽ കടന്നു് അതിനെ അനുരൂപമായി ദോലനം ചെയ്യിക്കുന്നു. അപ്പോഴാണു് ഉച്ചഭാഷിണി ശബ്ദം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നതു്. പ്രവൃദ്ധിയും ഗത്യേകീകരണവും മററും നേരാംവണ്ണം നടന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ പ്രക്ഷേപണശാലയിൽ ആരോപിച്ച ശബ്ദമായിരിക്കും ഉച്ചഭാഷിണിയിൽനിന്നും ലഭിക്കുന്നതു്".

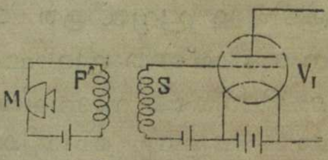
അത്യുച്ച പര്യയനത്തിലെ ദോലന പ്രവാഹങ്ങൾ വാൽവിൻെറ ഉന്നത ശക്തുഗ്രാഹത്തിനുള്ള ഉപകരണത്തിൽ കൂടി കടന്നു് പ്രതിദായകം ഉണ്ടാകാതെയിരിക്കുന്നതിനാണു് C_7, C_8, C_9 എന്ന സ്ഥിരസംഭരണികൾ. V_1 തിരസ്കരണാർഗള വാൽവും, V_2-ം, V_3-ം ത്രയാധപാവും, V_4 പഞ്ചാധപാവുമാണു്.

പലതരം യോജനങ്ങൾ ഉപയോഗത്തിൽ കാണിക്കുന്നതിനായിട്ടാണു് ഈ ആദായകത്തെപ്പററി സവിസ്തരം പ്രതിപാദിച്ചതു്.

ഗത്യേകീകരണത്തിനു മുൻപു്, അതായതു്, ഒന്നാമത്തെ വാൽവിൻെറ എല്ലാ പര്യയനങ്ങളിലും, രണ്ടാമത്തേതിൻെറ അർഗള പര്യയനത്തിലും, ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധിയും, അതിനുശേഷം നാദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധിയുമാണു് നടക്കുന്നതു് എന്നു ഗ്രഹിച്ചിരിക്കുമല്ലോ.

നാദാഭീക്ഷ്ണതാ പ്രവർദ്ധനത്തിനുപയോഗിച്ചഭാഗം ഏതുനാദാഭീക്ഷ്ണതയേയും പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നതിനുപയോഗിക്കാം. ഉദാഹരണമായി, മുകളിൽ വിശദീകരിച്ച ആദായകത്തിൽരണ്ടാമത്തെ വാൽവു് മുതലുള്ളവ നാദാഭീക്ഷ്ണതാ പ്രവൃദ്ധിക്കുള്ളതാണു്. അതിനാൽ ആദായകത്തിൻെറ ഈ ഭാഗത്തിനേ 'നാദാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധകം' (speech amplifier) എ

ന്നും, ചുരുക്കി 'നാദപ്രവൃദ്ധകം' എന്നും, ആദ്യഭാഗത്തിനെ 'ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധകം' എന്നും പറയുന്നു. 171-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഒരു സൂക്ഷ്മസ്വനി, അതിനുള്ള ഭേദകത്തിൽക്കൂടി, നാദപ്രവൃദ്ധകത്തിന്റെ ഒന്നാമത്തെ വാൽവിലെ അർഗളവും അപധാവും തമ്മിൽ ബന്ധിച്ചാൽ, സൂക്ഷ്മസ്വനിയിൽ പതിയുന്ന ശബ്ദം ഉച്ചഭാഷിണിയിൽ നിന്നും ഉച്ചത്തിൽ കേൾക്കാം. ഈ വിധത്തിൽ സൂക്ഷ്മസ്വനിയും നാദപ്രവൃദ്ധകവും ഉപയോഗിച്ചാണ് വളരെ ആളുകൾ കൂടുന്ന സദസ്സുകളിലും മററും പ്രസംഗങ്ങൾ, സംഗീതാലാപനങ്ങൾ ആദിയായവ എല്ലാവക്കും കേൾക്കത്തക്കവണ്ണമാക്കിത്തീക്കുന്നതു്. സ്വനഗ്രാഹിയിലെ പാട്ടുകളും മററും പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നതിനും ഇതുപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. നാദപ്രവൃദ്ധകം തന്നിയേയും ധാരാളമായി നിമ്മിച്ചുവരുന്നു.



പടം 171.
ശബ്ദപ്രവൃദ്ധി.

മേളാദായകം

മേളാദായകമാണ് ഇക്കാലത്തു് അധികം ഉപയോഗത്തിലിരിക്കുന്നതു്. അതിന്റെ വരണത, സംവേദനം, കോട്ടമില്ലായ്മ മുതലായ ഗുണങ്ങൾ പുഷ്ടിപ്പെടുത്തി തുലോം തീവ്രത കുറഞ്ഞ തരംഗങ്ങളേപ്പോലും ശ്രവണസാദ്ധ്യമാക്കിത്തീക്കാം.

അഭീക്ഷ്ണതയിൽ ഈഷൽവ്യത്യാസമുള്ള രണ്ടു തരംഗങ്ങളുടെ മേളനം ആ വ്യത്യാസം അഭീക്ഷ്ണതയായുള്ള ഒരു പുതിയ തരംഗത്തെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നുവല്ലോ. ഇതാണു് ഈ ജാതി ആദായകത്തിന്റെ പ്രവത്തനതത്വം. ഉൽക്ഷിപ്തതരംഗത്തിന്റേയുമായി അധികം വ്യത്യാസമില്ലാത്ത ഒരഭീക്ഷ്ണതയിൽ ഒരു പ്രവാഹം ആദായകത്തിൽ ഉത്ഭവിപ്പിക്കുന്നു. ഇവ രണ്ടും തമ്മിലുള്ള മേളനഫലമായി ഇവയുടെ അഭീക്ഷ്ണതാവ്യത്യാസം അഭീക്ഷ്ണതയായ ഒരു വൈദ്യുതിദോലനം ആദായകത്തിന്റെ പയ്യയനത്തിൽ ഉളവാക്കാവുന്നതുമാണു്. ഉൽക്ഷിപ്തതരംഗത്തിന്റെ അഭീക്ഷ്ണത വ്യത്യാ

സപ്പെട്ടന്നതനുസരിച്ച് ആദായകത്തിൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന പ്രവാഹാഭീക്ഷ്ണത ക്രമപ്പെടുത്തിയാൽ തമ്മിലുള്ള അഭീക്ഷ്ണതാവ്യത്യാസം എല്ലായ്പ്പോഴും ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കും. ഈ വ്യത്യാസം ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതയേക്കാൾ വളരെ കൂടിയിരുന്നാൽ മേളനഫലമായുണ്ടാകുന്ന ദോലനത്തിൽ ഉൽക്ഷിപ്തതരംഗത്തിലേ ശബ്ദതരംഗപരിവേഷം നഷ്ടപ്പെടാതിരിക്കയും ചെയ്യും. ഈ വ്യത്യാസം സൌകര്യമായ ഒരു മദ്ധ്യമാഭീക്ഷ്ണതയിലായിരിക്കും സാധാരണയായി ക്രമപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതു്. ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയാണ് പ്രേഷണത്തിനുത്തമമെങ്കിലും ആദാനത്തിനു മദ്ധ്യമാഭീക്ഷ്ണതയാണ്. ഈ മദ്ധ്യമാഭീക്ഷ്ണത എല്ലായ്പ്പോഴും ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കുന്നതിനാൽ, ആ തരംഗത്തിൻെറ മഹിഷ്ഠഫലത്തോടുകൂടിയ പ്രവർദ്ധനത്തിനു്, ആദായകത്തിൽ തന്നെ ക്രമീകരണം ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ സാധാരണ ഉപയോഗത്തിൽ സാധിക്കാവുന്നതിൽ മെച്ചമായ പ്രവൃദ്ധിയും ലഭിക്കുന്നു. പ്രേരകവലയങ്ങളും വരണത വർദ്ധിക്കത്തക്കവണ്ണം ഉപയോഗിക്കാം. നിയന്ത്രണസ്ഥാനങ്ങളുടെ എണ്ണവും കുറയ്ക്കാം. ആകെ ഉപയോഗത്തിലുള്ള തരംഗങ്ങളെ പല പംക്തികളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓരോ അഭീക്ഷ്ണതാപംക്തിയും ഒരു കൊരട്ട തിരിച്ച് ഉപയോഗസ്ഥാനത്തു വരുത്തിയശേഷം, മററൊരു കൊരട്ട കറക്കിയാൽ എല്ലാ തരംഗങ്ങളുടേയും ആദാനം സാധിക്കാം.

ഋജ്വാദായകത്താൽ ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളെ ആദാനം ചെയ്യുമ്പോൾ നിമിഷംതോറും ശബ്ദത്തിൻെറ ഒച്ചയിൽ ഏററക്കുറച്ചിൽ വരുന്നതായി കാണാം. ആദായകത്തിൽ ഒരേ സമയത്തു പ്രവേശിക്കുന്ന തരംഗങ്ങൾ പലപാതകളിൽ കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നവയാണ്. അവതമ്മിലുള്ള മേളനഫലമായി ഉൽക്ഷിപ്തതരംഗത്തിൻെറ തീവ്രത ഏറുകയും കുറകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണ് ഉച്ചഭാഷിണിയിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന ശബ്ദം മന്ദമോ ശീഘ്രോച്ചമോ ആയി 'ക്ഷണികമാത്രക്ഷയ'ത്തോടെയിരിക്കുന്നതു്. ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ അതു പരിഹരിക്കാവുന്നതാണ്. ഉൽക്ഷിപ്തതരംഗതീവ്രത കൂടിയിരിക്കുമ്പോൾ അതിൻെറ പ്രവൃദ്ധി

കുറയ്ക്കണം; കുറഞ്ഞിരിക്കുമ്പോൾ അതു വർദ്ധിപ്പിക്കയും ചെയ്യണം. അങ്ങിനെയായാൽ അവയെല്ലാം ഉച്ചഭാഷിണിയിൽ എത്തുമ്പോൾ ഒരേ തോതിൽ പ്രവൃദ്ധിപ്പെട്ടിരിക്കും. ഈ ക്രമീകരണം ആദായകം ഉപയോഗിക്കുന്ന ആളിനെക്കൊണ്ടു സാധിക്കയില്ല. അതിനാൽ ചില ഉപകരണങ്ങളും പദ്ധതനങ്ങളും ഉപയോഗിച്ച് ആദായകത്തിനുള്ളിൽ തന്നെ സ്വയപ്രവർത്തനരീതിയിൽ ഇതു നിർവ്വഹിക്കുന്നു. ഈ രീതിയെ 'സ്വയപ്രവൃദ്ധിക്രമീകരണം' (automatic volume control) എന്നു പറയാം.

ശബ്ദാഭീക്ഷ്ണതയിൽ തന്നെ ഉന്നതമോ നിമ്നമോ ആയ ഭാഗങ്ങൾ ഇഷ്ടംപോലെ നിരാകരിക്കുന്നതിനും സ്വീകരിക്കുന്നതിനുമുള്ള 'സ്വരക്രമീകരണോപകരണ' (tone control—) വും ഇതിൽ ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതിനാൽ ശ്രവണത്തിനു മാധുര്യമുള്ളവിധത്തിൽ ശബ്ദം ക്രമീകരിക്കാം.

അന്തരീക്ഷകം (atmospherics)

പലപ്പോഴും പ്രത്യേകിച്ചു മഴക്കാലങ്ങളിൽ റേഡിയോശ്രവണം പൊട്ടൽമാതിരിയുള്ള ചില ശബ്ദങ്ങളാൽ സുഖകരമല്ലാതെയിരിക്കുന്നതു് പലക്കും അനുഭവമുള്ളതാണല്ലോ. തുടരെയും, ഇടവിട്ടും, ചിലപ്പോഴെല്ലാം മാത്രമായും ഇതു കേൾക്കാം. മേഘങ്ങളുടെ നിലയും, വായുവിന്റെ ചലനവും, കാററിന്റെ ഗതിയും മററും ആശ്രയിച്ച് അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വൈദ്യുതിസ്ഥിതിയിൽ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വ്യതിചലനങ്ങളാൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന വൈദ്യുതതരംഗങ്ങൾ ആദായകത്തിൽ പ്രവേശിച്ചു വരുത്തിക്കൂട്ടുന്ന കുഴപ്പങ്ങളാണ് ഇവ. മിന്നൽ ഒരു വലിയ വൈദ്യുതിസ്ഫുലിംഗമാണ്. ആദായകത്തിനു പ്രതിവർത്തിക്കത്തക്ക തീവ്രതയിലും തരംഗായതിയിലും എത്തുന്ന ഏതു വൈദ്യുതതരംഗവും അതിനെ ബാധിക്കും. ആദായകത്തിന്റെ പരിസരങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ദൃശ്യവും അദൃശ്യവുമായ മിന്നൽ ഈ ശല്യത്തിനു കാരണമാകും. ഇതിനെ കുറയ്ക്കുന്നതിനുള്ള ക്രമീകരണങ്ങൾ ചില ആദായകങ്ങളിൽ ഉണ്ടു്.

എന്നാൽ പൂർണ്ണമായി പരിഹരിക്കാൻ സാധിച്ചിട്ടില്ല. ഈവിധ ശല്യങ്ങളെ 'അന്തരീക്ഷകം' എന്നു പറയാം.

മോട്ടോർ, ഡൈനാമോ മുതലായ വൈദ്യുതിയന്ത്രങ്ങൾ വേലചെയ്യുമ്പോഴും, സ്ഫുലിംഗങ്ങളും അവയാൽ വൈദ്യുത തരംഗങ്ങളും ഉൽഭൂതമാകുന്നതിനാൽ അവയും, പ്രത്യേകിച്ച് അധികം അകലെയല്ലാതെയിരുന്നാൽ, ശ്രവണത്തെ അലങ്കോലപ്പെടുത്തും. ഇവയെ വിയോജനതത്വമനുസരിച്ചു വേർതിരിച്ച് അകററുവാനുള്ള ഉദ്യമം കുറേയെല്ലാം സഫലമായിട്ടുണ്ട്. യന്ത്രങ്ങളിൽനിന്നും അവ വെളിയിലോട്ടു വരാതെയിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ചിലതെല്ലാം ചെയ്യപ്പെടുന്നുണ്ട്.

അദ്ധ്യായം 7

റേഡിയോയും ലോക വ്യവഹാരങ്ങളും

റേഡിയോയും കപ്പൽയാത്രയും

കരയിലുള്ള ആളുകൾക്ക് കമ്പിത്തപാൽ വഴിയായും, ദൂരശ്രവണി ഉപയോഗിച്ചും, പരസ്പരം ആശയവിനിമയം ചെയ്യാം. കടൽക്കമ്പിമുഖാന്തിരം 'കടലിന് അപ്പുറവും ഇപ്പുറവുമായി സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കാം. എന്നാൽ റേഡിയോയുടെ ആവിർഭാവത്തിന് മുൻപ് കരയും യാത്രയിലിരിക്കുന്ന കപ്പലും തമ്മിലോ, അങ്ങനെയുള്ള കപ്പലുകൾ തമ്മിലോ, വിവരങ്ങൾ അറിയിക്കുക എന്നത് ഏറക്കുറെ അസാദ്ധ്യമായിട്ടാണിരുന്നത്. ഇപ്പോൾ അത് സുസാധമായിരിക്കുന്നു. റേഡിയോ സാമഗ്രികൾ ഉള്ള കപ്പലുകൾക്ക് (ഇല്ലാത്തവ വളരെ ചുരുക്കമാണ്) പരസ്പരവും, കരയ്ക്കുള്ള സ്ഥലങ്ങളുമായും വാർത്തകൾ അറിയിച്ചും അറിഞ്ഞും കൊണ്ടിരിക്കാം. റേഡിയോ നിമിത്തമുണ്ടായിട്ടുള്ള പ്രാധാന്യമേറിയ നേട്ടങ്ങളിൽ ഒന്നാണിത്.

ആപൽഘട്ടങ്ങളിലാണ് ഇതു പ്രത്യേകം പ്രയോജനപ്പെടുന്നത്. ആപത്തു സംഭവിക്കുമ്പോൾ, മററു കപ്പലുകളേയും കരയിലുള്ള റേഡിയോ ആഫീസുകളേയും വിവരമറിയിച്ചു, സഹായം ലഭിച്ചിട്ട് ജീവരക്ഷ വരുത്തിയിട്ടുള്ള സന്ദർഭങ്ങൾ അനവധിയാണ്. ആപത്തിൻെറ അടയാളമായി എസ്സ്. ഒ. എസ്സ്. (S. O. S.) എന്ന അക്ഷരങ്ങൾ ഈ ക്രമത്തിൽ തുടരെ പ്രേഷണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കും. അതോടുകൂടി കപ്പലിൻെറ അപ്പോഴത്തെ സ്ഥാനവും അറിയിക്കുന്നതാണ്. അപ്പോൾ മററു കപ്പലുകൾ, തുറമുഖങ്ങളിൽ നിന്നോ, പുറങ്കടലിൽനിന്നു തന്നെയുമൊ, ആപത്തിലകപ്പെട്ട കപ്പലി

ലേക്കു ചെല്ലുന്നതും കഴിയുന്നത്ര സഹായങ്ങൾ ചെയ്യുന്നതു മായിരിക്കും. കപ്പലിന്റെ സ്ഥാനവും പ്രക്ഷേപണത്തിൽ നിന്നു മനസ്സിലാക്കാം. അപകടത്തിലിരിക്കുന്ന കപ്പലിലേ സന്ദേശം ലഭിക്കുന്നതുമുതൽ മററതിൽ ഒരു മണിയടിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കയും റേഡിയോപ്രവത്തകൻ വന്നു് അതു നിത്തുന്നതു വരെ മണിയടി തുടരുകയും ചെയ്യും.

1912-ൽ, ടൈററാനിക്കു് (Titanic) എന്ന വലിയ കപ്പൽ മഞ്ഞുകട്ടിയിന്മേൽ മുട്ടി ഉടഞ്ഞുപോയപ്പോൾ, അതിൽനിന്നുള്ള ആപത്സന്ദേശങ്ങൾ റേഡിയോ മുഖേന മററുള്ളവക്കു ലഭിക്കുവാൻ സാധിച്ചതുകൊണ്ടാണു് അതിലുണ്ടായിരുന്നവരിൽ ഏകദേശം 700 ആളുകളോളം രക്ഷപ്പെട്ടതു്. 1933 ൽ വോൾറേറർണോ (Volterno) എന്ന കപ്പലിനു് നടുക്കടലിൽ വച്ചു തീപിടിച്ചു. അതിൽനിന്നുമയച്ച ആപത്സന്ദേശങ്ങൾ കാർമേനിയാ എന്ന കപ്പലിൽ കിട്ടി. അതുടനെ ഈ വിവരം മററു കപ്പലുകളെ അറിയിക്കയും അതേ സമയംതന്നെ വോൾറേറർണോയുടെ അടുത്തേക്കു പാഞ്ഞുചെല്ലുകയും ചെയ്തു. മററു് ഒൻപതു കപ്പലുകൾ കൂടി അതിശീഘ്രം എത്തി വോൾറേറർണോയിലുണ്ടായിരുന്നവരിൽ അഞ്ഞൂറോളം ആളുകളെ മോചിപ്പിച്ചു. ഇങ്ങനെ വേറെയും അനേകം ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ ഉണ്ടു്. ഇപ്പോഴത്തെ യുദ്ധത്തിൽ അനേകം കപ്പലുകൾ മുക്കുന്നുണ്ടല്ലോ. അവയിലെ ആളുകളെ രക്ഷപ്പെടുത്തുന്നതിനായി മററു കപ്പലുകൾ വരുന്നതു് റേഡിയോസന്ദേശത്താൽ വിവരമറിഞ്ഞാണു്. കപ്പലുകളിൽ നിന്നും മററുള്ളവക്കു സന്ദേശങ്ങൾ അയച്ചു് സഹായം ലഭിക്കുന്നതിനുള്ള ഏകമാൎഗ്ഗം ഇതാണെന്നുള്ളതുകൊണ്ടു് സവ്വപ്രധാനമായ ഒന്നാണു് റേഡിയോ. അതുമൂലം കപ്പൽസഞ്ചാരത്തിലെ ആപത്തുകളിൽനിന്നും രക്ഷ നേടിയവരുടെ എണ്ണവും ഒട്ടും കുറവല്ല.

1897 മുതൽ റേഡിയോ യന്ത്രങ്ങൾ കപ്പലുകളിൽ ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങി. കപ്പലിന്റെ രണ്ടററത്തുമുള്ള പാമരങ്ങളിൽ വലിച്ചുകെട്ടിയിരിക്കുന്ന കമ്പി റേഡിയോയ്ക്കുള്ള വ്യോമതന്തുവായിരിക്കും. റേഡിയോ സാമഗ്രികൾ സാധാരണയായി കപ്പലിന്റെ മദ്ധ്യഭാഗത്തു് മേൽത്തട്ടിലുള്ള ഒരു മുറിയിലോ

ണ്ട് സ്ഥാപിക്കുന്നതു്. കപ്പലിന്റെ വലിപ്പമനുസരിച്ച് ഈ സാമഗ്രികളും കൂടിയും കുറഞ്ഞുമിരിക്കും. ചിലതിലെല്ലാം മനുഷ്യസഹായംകൂടാതെ തന്നെ സന്ദേശങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുന്നതിനും ആപത്സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിനുമുള്ള ഏർപ്പാടുകളുണ്ട്. കപ്പലുകളുടെ ആവശ്യത്തിലേക്കു മാത്രമായി കരയിൽ പല സ്ഥലങ്ങളിലും പ്രേഷണികളും ആദായകങ്ങളും സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു. കടലോരമുള്ള ഓരോ രാജ്യക്കാൎക്കും ഇങ്ങനെയുള്ള ധാരാളം കേന്ദ്രങ്ങൾ ഉണ്ടു്.

കരയിലേപ്പോലെ ദൂരശ്രവണി ഉപയോഗിച്ച് കരയ്ക്കുള്ളവരുമായും മററു കപ്പലുകളിൽ യാത്രചെയ്യുന്നവരുമായും, പരസ്പരം സംഭാഷണം ചെയ്യാം. കരയിൽ ആദായകമുള്ളിടത്തെല്ലാം സംഗീതം, പ്രസംഗം ആദിയായ പ്രക്ഷേപണങ്ങൾ ഏതുപ്രകാരം ശ്രവിക്കാമോ അപ്രകാരംതന്നെ കപ്പലിലും ആകാമെന്നു വിശേഷിച്ചു പ്രസ്താവിക്കേണ്ടല്ലോ. ചുററും അനേക മൈൽ ദൂരത്തിൽ സമുദ്രമാണെങ്കിലും കപ്പൽയാത്രക്കാർ കരയ്ക്കുന്നപോലെ തന്നെ ലോകവാൎത്തകളെല്ലാം അറിഞ്ഞും അറിയിച്ചുംകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. കരയിലെ പട്ടണങ്ങളിൽ നിന്നും അപ്പഴപ്പോഴുള്ള വിശേഷസംഭവങ്ങളെല്ലാം അറിയാൻ സാധിക്കുന്നതിനാൽ കരയിലെപ്പോലെ വൎത്തമാനപ്പത്രങ്ങളും മററും കപ്പലിൽ നടത്തുവാൻ സാധിക്കുന്നുണ്ട്. 1899-ൽ ആഫ്രിക്കായിലെ ബൂവർ യുദ്ധസമയത്തു് 'മാൎക്കോണി' (Marconi)യുടെ കപ്പലിലുണ്ടായിരുന്നവർ ഈവിധത്തിൽ യുദ്ധവൎത്തമാനങ്ങൾ അറിഞ്ഞുകൊണ്ടിരുന്നതാണു് ഇതിന്റെ ആരംഭം. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ കരയ്ക്കുന്നപോലെതന്നെ കപ്പലിലുള്ളവൎക്കും ലോകത്തിൽ മററുള്ളവരുമായുള്ള സഹവാസത്തിൽ ജീവിക്കാം.

കപ്പലിലുള്ളവൎക്കു റേഡിയോമുഖേന വൈദ്യസഹായവും ലഭിക്കുന്നുണ്ട്. ചില കച്ചവടക്കപ്പലുകളിൽ വൈദ്യന്മാർ ഇല്ലായിരിക്കും. അവയിൽ ആൎക്കെങ്കിലും സുഖക്കേടു പിടിപെട്ടാൽ വിവരം വിശദമായി റേഡിയോമാൎഗ്ഗം, കരയിലോ, വൈദ്യന്മാർ ഉള്ള മററു കപ്പലുകളിലോ; അറിയിച്ച് അവരുടെ നിൎദ്ദേശങ്ങളനുസരിച്ചു ചികിത്സ നടത്താം. വൈദ്യ

ന്മാരുള്ള കപ്പലിൽത്തന്നേ, അവക്കു ചികിത്സിച്ചു ഭേദമാക്കുന്നതിന വിഷമമുള്ള ദുരാഗങ്ങളായിരുന്നാൽ, കരയ്ക്കുള്ള വൈദ്യന്മാരുമായി ആലോചിച്ചു ചികിത്സിക്കാൻപോലും സാധിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ അനേകംപേർ രോഗവിമുക്തരായിട്ടുണ്ടു്.

ഒരിക്കൽ അററ്ലാൻറിക്ക് സമുദ്രത്തിൽ കൂടി സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന ഒരു കച്ചവടകപ്പലിൽ ഒരാൾക്കു വായിൽ സുഖക്കേടു പിടിപെട്ടു. പ്രഥമദൃഷ്ടിയിൽ പല്ലുവേദനയെന്നു തോന്നിയതിനാൽ, ഒരു പല്ലെടുക്കുന്നതിന് അവർ തീച്ചയാക്കി. റേഡിയോമുഖാന്തരം കരയ്ക്കുള്ള വൈദ്യന്മാരുമായി ആലോചിച്ചതിൽ സുഖക്കേടു വേറെയാണെന്നും പല്ലെടുക്കേണ്ടയാവശ്യമില്ലെന്നും മനസ്സിലായി. അവരുടെ ഉപദേശമനുസരിച്ചു വേണ്ട മരുന്നു കൊടുക്കയാൽ രോഗി സൗഖ്യം പ്രാപിച്ചു.

കപ്പലിലുള്ളവക്കു വൈദ്യസഹായം ചെയ്യുന്നതിലേക്കായിത്തന്നേ കുറെ പ്രേഷണകേന്ദ്രങ്ങൾ പല രാജ്യങ്ങളിലേയും കടലോരപട്ടണങ്ങളിലും തുറമുഖങ്ങളിലും സ്ഥാപിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അവയിൽനിന്നും രോഗവിവരങ്ങൾ സമത്ഥന്മാരായ ഭിഷഗ്വരന്മാരെ അറിയിക്കയും അവരുടെ ഉപദേശങ്ങൾ റേഡിയോ വഴി കപ്പലുകളേ അറിയിക്കയും ചെയ്തുവരുന്നു. ഇങ്ങനെ വിദഗ്ദ്ധവൈദ്യസഹായം നാവികസഞ്ചാരവേളയിലും ലഭിക്കുന്നു.

<u>സ്ഥാനനിണ്ണയം.</u> കപ്പലുകളുടെ അപ്പഴപ്പോഴുള്ള സ്ഥാനം നിണ്ണയിക്കുന്നതിനും റേഡിയോ ഉപയോഗപ്പെടുന്നു. ഭൂമുഖത്തു് ഏതു സ്ഥലത്തിൻെറയും അക്ഷാംശവും (latitude) രേഖാംശവും (longitude) തിട്ടപ്പെടുത്തിയാൽ ആ സ്ഥാനം ക്ലുപ്തപ്പെടുമല്ലോ. സൂയ്യൻെറയും നക്ഷത്രങ്ങളുടെയും സ്ഥാനനിണ്ണയത്താൽ അക്ഷാംശം നിശ്ചയിക്കാം. രേഖാംശരേഖകളുടെ പൂജ്യസ്ഥാനമായ ഗ്രീനിജ്ജിലെ (Greenwich) നാഴികമണിയുമായി ശരിപ്പെടുത്തിവച്ചിരിക്കുന്ന പരമസൂക്ഷ്മമായ ഒരു മണിയിൽ കാണിക്കുന്ന സമയവും സൂയ്യൻെറയോ നക്ഷത്രങ്ങളുടെയോ നിലകൊണ്ടു് നിണ്ണയിക്കാവുന്ന അതാതുസ്ഥ

ലത്തേ സമയവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസത്തിൽ നിന്നും രേഖാംശരേഖാനിർണ്ണയം സാധിക്കും. എന്നാൽ ഈ മണി സൂക്ഷ്മമായി സമയം കാണിക്കുന്നതല്ലെങ്കിൽ അതിനനുസരിച്ചുള്ള പിശകും സ്ഥാനനിർണ്ണയത്തിൽ വരുന്നതാണ്. അതിനാൽ അതതു കപ്പലിലുള്ള നാഴികമണിയേ ആശ്രയിയ്ക്കാതെ അപ്പപ്പഴത്തെ ഗ്രീനിജ്ജ് സമയം സൂക്ഷ്മമായി ലഭിക്കാൻ കഴിയുമെങ്കിൽ സ്ഥാനനിർണ്ണയവും കണിശമായിരിക്കും. റേഡിയോ മുഖാന്തിരം ഗ്രീനിജ്ജിൽ നിന്നും ക്ലിപ്തസമയങ്ങളിൽ സൂക്ഷ്മസമയം അറിയിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ ഇക്കാലത്തു കപ്പലുകൾക്ക് അനായാസേന സൂക്ഷ്മമായി സ്ഥാനനിർണ്ണയം ചെയ്യാം.

മററു സമയങ്ങളിൽ സ്ഥാനനിർണ്ണയം ചെയ്യുന്നതിന്, കരയിലുള്ളതും സ്ഥാനം സൂക്ഷ്മമായി അറിയാവുന്നതുമായ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങളും കപ്പലുമായുള്ള 'സ്ഥാനഗതി' (bearing) കണ്ടുപിടിച്ചാൽ മതിയാകും. കപ്പലിൽ നിന്നും റേഡിയോ തരംഗം പ്രക്ഷേപിക്കുന്നപക്ഷം അവയ്ക്കോരോന്നിനും കപ്പലുമായുള്ള സ്ഥാനഗതി കാണാൻ കഴിയുന്നതും അതുപയോഗിച്ചു കപ്പലിൻെറ സ്ഥാനനിർണ്ണയം ചെയ്തു കപ്പലിനേ അറിയിയ്ക്കാവുന്നതുമാണ്. കരയിലെ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങൾക്കു പകരം സ്ഥാനനിശ്ചയമുള്ള രണ്ടു കപ്പലുകളായാലും മതിയാകും.

കൂടാതെ, കപ്പലിൽതന്നേ റേഡിയോതരംഗങ്ങൾ കൊണ്ടു് ദിഗ്നിർണ്ണയം ചെയ്യുവാൻ സാധിക്കും. സമകോണിക 'ചതുർഭുജരൂപത്തിലോ' (rectangle) സൗകര്യമായ ഇതരരൂപത്തിലോ, ഉള്ള ഒരു ചട്ടത്തിൽ ലോഹക്കമ്പിചുററി അതിൻെറ അഗ്രങ്ങൾ ആദായകത്തിൽ വ്യോമതന്തുവും ഭൂബന്ധവും വരുത്തുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കും. പിന്നീട് അതിനെ 'ഊർദ്ധ്വതലത്തിൽ' (vertical plane) നിർത്തി ഊർദ്ധ്വദിക്കിലുള്ള ഒരക്ഷത്തേ അവലംബിച്ച് ഭ്രമണം ചെയ്യിക്കുന്നപക്ഷം ചിഹ്നകസ്വീകരണത്താൽ ആദായകത്തിൻെറ ഉച്ചഭാഷിണിയിലെ ശബ്ദം വർദ്ധിക്കുകയും ക്ഷയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതായി കാണാം. വലയതലം പ്രേഷ

ണകേന്ദ്രത്തിലേക്ക ചൂണ്ടിനില്ക്കുമ്പോൾ ശബ്ദം മഹിഷ്ഠമായും അതിൻെറ 'സമകോണികദിക്കിലേക്ക്' (perpendicular-) നില്ക്കുമ്പോൾ അല്പിഷ്ഠമായും ഇരിക്കും. ഈ തത്വമുപയോഗിച്ച് ഏതു പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൻെറയും ദിങ്ങ്നിർണ്ണയം ചെയ്യാം. സ്ഥാനം സൂക്ഷ്മമായി അറിയാവുന്ന രണ്ടു കേന്ദ്രങ്ങളുടെ ദിങ്ങ്നിർണ്ണയം ചെയ്താൽ 'ത്രൈകോണിക' (Trigonometrical-) വിധിപ്രകാരം ചട്ടം ഇരിക്കുന്ന സ്ഥാനവും നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണ്. ചട്ടത്തിനു വലിപ്പം കൂടുന്തോറും അതിൽകൂടിയുള്ള വൈദ്യുതിപ്രവാഹം വർദ്ധിക്കുന്നതിനാൽ ദിങ്ങ്നിർണ്ണയം കൂടുതൽ സൂക്ഷ്മമായിരിക്കും. എന്നാൽ വലിപ്പം കൂടുമ്പോൾ ചുററുന്നതിനു പ്രയാസം ഏറുന്നു.

അതിനാൽ ചട്ടം ചുററാതെയും, എന്നാൽ സൂക്ഷ്മതയിൽ ന്യൂനത ഭവിക്കാതെയും ഇരിക്കുന്നതിന്, ബെല്ലിനിയും റേറാസിയും (Bellini, Tosi) ചേൻ്ന് ഇതിൽ ചില വ്യത്യാസങ്ങൾ വരുത്തി. അവരുടെ ഉപകരണത്തിനു 'ബെല്ലിനി റേറാസിദിങ്ങ്നിർണ്ണയവ്യോമതന്തു' എന്നാണ് പേർ. കപ്പലിൻെറ നെടുകെയും കുറുകെയുമുള്ള മദ്ധ്യരേഖകളിൽ ഓരോ ചട്ടവ്യോമതന്തു ഉറപ്പിച്ചു. ഇതിൽ ഓരോന്നിൽനിന്നുമുള്ള വൈദ്യുതിപ്രവാഹം, യഥാക്രമം 172-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ, സമകോണികമായി വച്ചിട്ടുള്ള രണ്ടുവലയങ്ങൾ Aയിലും Bയിലും കൂടി കടത്തിയാൽ അവയുടെ ഉള്ളിലുള്ള വലയംCയിൽ മഹിഷ്ഠപ്രവാഹമുണ്ടാകുന്നതു് C പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിലേക്ക ചൂണ്ടിനില്ക്കുമ്പോഴാണ്. പടത്തിൽ കപ്പലിൻെറ നീളം പ്രേഷണകേന്ദ്രവുമായി 35° കോണിച്ചിരിക്കുന്നു. സമകോണികവലയങ്ങൾ റേഡിയോമുറിയിൽ ആയിരിക്കാം. അപ്പോൾ ഭ്രമണം സൌകര്യപ്രദമായും ദിങ്ങ്നിർണ്ണയം സൂക്ഷ്മമായും തീരുന്നു.

പടം 172.

ബെല്ലിനി റേറാസി ദിങ്ങ് നിർണ്ണയ വ്യോമതന്തു.

ഈ ഉപകരണംകൊണ്ടു രാത്രിയിൽ ദിങ്ന്നിർണ്ണയം വരുത്തുന്നതിൽ ചിലപ്പോൾ തെററുപററാറുണ്ടു്. അയനമേഖലയിൽ നിന്നുള്ള പ്രതിബിംബനത്താൽ റേഡിയോ തരംഗത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചില ഭാവവ്യത്യാസങ്ങളാണ് ഇതിനു കാരണം. ഒരു വലിയ ചതുരത്തിന്റെ നാലുമൂലയ്ക്കും ഊർദ്ധ്വമായി ഓരോകമ്പി നാട്ടിനിറുത്തി, ചട്ടവലയത്തിനു പകരം അവ ഉപയോഗിച്ചാൽ ഈ പിശകുകൂടാതെ കഴിയാം. ഇതിന് 'ആഡ്കോക്ക്രീതി' (Adcock system) എന്നു പറഞ്ഞു വരുന്നു.

കപ്പലുകൾക്കു സ്ഥാനനിർണ്ണയത്തിനായി വെളിച്ചമാളികകൾ ഉള്ളതുപോലെ 'റേഡിയോതരംഗസൗധങ്ങളും' (radio beacon towers) ഉണ്ടു്. വെളിച്ചമാളികകളിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശത്തെ പ്രതിബിംബനത്താൽ ശോഭയേറിയ 'കിരണയഷ്ടി' (beam)കളാക്കി കറക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കയാണല്ലോ. ഒരു പൂർണ്ണഭ്രമണത്തിനുള്ള കാലം ഓരോ വെളിച്ചമാളികയ്ക്കും പ്രത്യേകം പ്രത്യേകമായിരിക്കും. റേഡിയോ തരംഗസൗധങ്ങളിൽ പ്രകാശതരംഗയഷ്ടികൾക്കു പകരം റേഡിയോ തരംഗയഷ്ടികളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. റേഡിയോ തരംഗങ്ങളെയും പ്രകാശത്തെപ്പോലെ പ്രതിബിംബിപ്പിക്കാമെന്നു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ആയതി കുറഞ്ഞ തരംഗങ്ങളെ പ്രതിബിംബിപ്പിക്കുന്നതാണല്ലോ കൂടുതൽസൌകര്യം. അതിനാൽ ഈ ആവശ്യത്തിലേക്കും ഏകദേശം നാലഞ്ചു മീററർ തരംഗായതിയുള്ള 'അതിഹ്രസ്വ' (ultra-short) തരംഗങ്ങളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. മൂടൽമഞ്ഞുള്ളപ്പോൾ വെളിച്ചമാളികകളിൽ നിന്നുള്ള വെളിച്ചം കാണാൻ സാധിക്കയില്ലല്ലോ. എന്നാൽ റേഡിയോ തരംഗങ്ങളെ മൂടൽമഞ്ഞു തടയുന്നില്ല. കൂടാതെ, വെളിച്ചമാളിക കാണാവുന്ന ദൂരവും അത്ര വലുതല്ല. റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ വളരെ ദൂരത്തും ആദാനം ചെയ്യാം. റേഡിയോതരംഗയഷ്ടി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ അറുപത്തിനാലു ദിക്കുകളിൽ ഓരോന്നിലുംവച്ച് ഓരോ പ്രത്യേക ചിഹ്നകം പ്രേഷണംചെയ്യുന്നതിനാൽ ഏതു ചിഹ്നകമാണ്മഹിഷ്ഠപ്രവാഹമുല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു് എന്നു നോക്കി, മുൻപു വിവരിച്ചതുപോലെ, ദിങ്ന്നിർണ്ണയം

ചെയ്യാവുന്നതാണ്. ഇപ്രകാരം, റേഡിയോ തരംഗസൌധങ്ങൾ വളരെ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

എല്ലാംകൊണ്ടും റേഡിയോ നാവികസഞ്ചാരത്തെ പണ്ടത്തേതിൽ അനേക മടങ്ങ് സൌകര്യപ്രദവും സുഖകരവും ആപദ്രഹിതവും ആക്കിത്തീർത്തിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളതിന് രണ്ടുപക്ഷമില്ല.

റേഡിയോയും വ്യോമസഞ്ചാരവും

കപ്പലുകൾക്കെന്നപോലെ വിമാനങ്ങൾക്കും സഞ്ചാരവേളയിൽ കരയുമായുള്ള ബന്ധം റേഡിയോമുഖാന്തരം മാത്രമാണ് സാധിക്കുന്നത്. കപ്പലുകൾക്കുണ്ടാകുന്നതുപോലെയുള്ള എല്ലാ ദുർഘടങ്ങളും പ്രയാസങ്ങളും വിമാനങ്ങൾക്ക് വളരെ മടങ്ങ് ദോഷഭൂയിഷ്ഠമായിരിക്കും. അധികം ഭാരം താങ്ങാൻ നിവൃത്തിയില്ലാത്തതിനാൽ വിമാനങ്ങളിലെ ഉപയോഗത്തിനുള്ള റേഡിയോ സാമഗ്രികൾ ഭാരവും വലിപ്പവും കുറഞ്ഞവയായിരിക്കണം. അതു നടത്താനുള്ള ആളുകളുടെ എണ്ണവും കുറഞ്ഞിരിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. കഴിയുമെങ്കിൽ വിമാനം നടത്തുന്ന വൈമാനികൻ തന്നെ വേണ്ടതു് അപ്പഴപ്പോൾ ചെയ്യത്തക്കവണ്ണം നിയന്ത്രണസ്ഥാനങ്ങൾ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതു നല്ലതാണ്. പ്രാരംഭകാലത്തു വിമാനങ്ങളിൽ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന റേഡിയോ സാമഗ്രികൾ വലിപ്പവും ഭാരവും കൂടിയവയായിരുന്നു. 1915-നു ശേഷം ഇരുപതു റാത്തലിൽ കൂടുതൽ ഭാരം വരാതെയും, വലിപ്പം കുറഞ്ഞതുമായ സാമഗ്രികൾ ഉപയോഗത്തിൽ വന്നുതുടങ്ങി. വിമാനങ്ങളുടെ ഉപയോഗത്തിനു വേണ്ട റേഡിയോ സാമഗ്രികളെപ്പററിയുള്ള ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലമായിട്ടാണ് റേഡിയോമുഖാന്തരം സംഭാഷണം സാധിക്കുമെന്ന് ആദ്യമായി മനസ്സിലായതു്. വൈമാനികനുതന്നെ റേഡിയോ യന്ത്രവും കൂടി നിയന്ത്രിക്കേണ്ടതായി വരുമ്പോൾ ബിന്ദുരേഖാസങ്കേതമനുസരിച്ച് സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതും ഗ്രഹിക്കുന്നതും പ്രയാസമായിരിക്കുമല്ലോ; എന്നാൽ ഉച്ചാരണരീതിയിലുള്ള സന്ദേശമാണെങ്കിൽ ലാഘവവുമായിരിക്കും. വിമാനയന്ത്രത്തിന്റെ ഭ്രമണംമൂലമുണ്ടാകുന്ന ഘോരമായ ശ

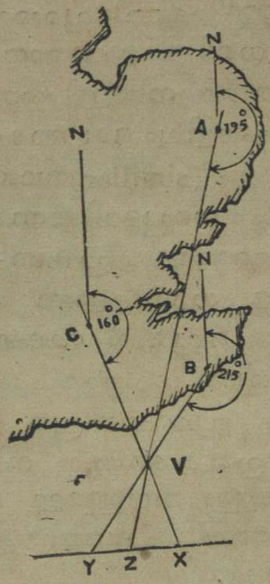
ണ്ടുമുള്ളപ്പോഴും 'ശിരോശ്രവണി' (head-phone)യുടെ സഹാ യത്താൽ റേഡിയോമുഖാന്തരമുള്ള സംഭാഷണം കേൾക്കുന്ന തിനു സാധിക്കുന്നുണ്ട്. വലിയ വിമാനങ്ങളിൽ റേഡിയോ നടത്തുന്നതിനായി പ്രത്യേകം ആളുകളുള്ളതിനാൽ, സാധാര ണയാവശ്യങ്ങൾക്ക് കമ്പിസന്ദേശങ്ങളും, ആപൽഘട്ടങ്ങളിൽ മാത്രം സംഭാഷണവും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

വിമാനങ്ങൾ യാത്രതുടങ്ങുന്നതിനുമുമ്പ് വിമാനവീഥിയി ലുള്ള ശീതോഷ്ണസ്ഥിതി, കാററിൻെറ വേഗത, ഗതി, മൂടൽ മഞ്ഞ്, മേഘങ്ങൾ ഇവയുടെ സ്ഥാനം മുതലായ അന്തരീക്ഷ സംബന്ധമായ വിവരങ്ങൾ വൈമാനികനു അറിവുകൊടുക്കും. യാത്രചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ അപ്പഴപ്പോൾ വഴിയിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളെപ്പററിയും, അതേ ഭാഗത്തുകൂടി മററു വിമാന ങ്ങളുടെ സഞ്ചാരത്തെപ്പററിയും റേഡിയോമുഖേന അറിയിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നതുണ്ട്. ചെന്നെത്തേണ്ട വിമാനസങ്കേത ത്തിൽ ഇറങ്ങാൻ സൗകര്യമില്ലാതെയിരുന്നാൽ വേറെ എവി ടെയാണിറങ്ങേണ്ടതെന്നും മററും വൈമാനികനെ അറിയി ക്കാം. നിർദ്ദിഷ്ടസ്ഥാനത്തല്ലാതെ എവിടെയെങ്കിലും ഇറങ്ങേ ണ്ടതായി വന്നാൽ ആ സംഗതി വൈമാനികൻ വിമാനസ ങ്കേതത്തിൽ റേഡിയോമുഖേന അറിയിക്കുന്നു.

കപ്പലിലുണ്ടാകുന്ന ആപത്തിനെ കുറിക്കുന്നതിനായി S. O. S. എന്ന അക്ഷരങ്ങൾ തുടരെ പ്രേഷണംചെയ്തുകൊണ്ടി രിക്കയാണല്ലോ. വിമാനങ്ങളിൽ അതിനു പകരം 'മെയ്ഡെ' (May day) എന്ന പദങ്ങൾ തുടരെ ഉച്ചരിയ്ക്കുകയാണ്. വിമാനത്തിൻെറ അകത്തുഘടിപ്പിച്ച് പുറകോട്ടു നീണ്ടുകിട ക്കുന്ന ഒരു കമ്പി വ്യോമതന്തുവായും, വിമാനത്തിൻെറ ലോഹഭാഗങ്ങൾ ഭൂമിയിലോട്ടുള്ള ബന്ധനത്തിനു പകരമാ യും ഉപയോഗിക്കുന്നു. താഴെ ഇറങ്ങുമ്പോൾ ഈ കമ്പി ചുരുട്ടിയകത്താക്കാം.

എപ്പോഴെങ്കിലും വിമാനത്തിൻെറ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിച്ചു കിട്ടേണ്ടതായിരുന്നാൽ വിവരം വിമാനസങ്കേതത്തിൽ അറിയി ക്കയും വിമാനത്തിൻെറ പ്രേഷണത്തിൽനിന്നും മൂന്നു സ്ഥല

ങ്ങളിൽ ദിങ്നിർണ്ണയം നടത്തി അവയിൽ നിന്നും ശരിയായ സ്ഥാനം ഗണിച്ച് വൈമാനികനെ അറിയിക്കുകയും ചെയ്യും. 173-ാം പടം ഇതിനെ വിശദീകരിക്കുന്നു. വിമാനം Vയിലാണെന്നിരിക്കട്ടെ. വൈമാനികൻ ഏതെങ്കിലും സങ്കേതം Cയോട് സ്ഥാനനിർണ്ണയം ആവശ്യപ്പെടുന്നു. വിമാനത്തിൽനിന്നും തുടരെ തരംഗം പ്രേഷിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. A, B എന്ന രണ്ടു കേന്ദ്രങ്ങളെ C ഉടനെ വിവരം അറിയിക്കും. മൂന്നും ഒരേ സമയത്ത് വിമാനത്തിൻെറ പ്രേഷണത്തിൽ നിന്നും അതിൻെറ സ്ഥാനഗതി നിർണ്ണയിക്കുയും Aയും Bയും അത് Cയെ അറിയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. C ഓരോന്നിലേയും സ്ഥാനഗതിയനുസരിച്ച് ഒരു ഭൂപടത്തിൽ ഓരോ നൂല് CVX, AVZ, BVY എന്ന രേഖകളിൽ കൂടി വലിച്ചുനിർത്തി Vയുടെ സ്ഥാനം തിട്ടപ്പെടുത്തി അതിനെ അറിയിക്കുന്നു. ഇതിനെല്ലാം കൂടി ഒരു മിനിററിൽ കൂടുതൽ സമയം ആവശ്യവുമില്ല.



പടം 173.
വിമാനത്തിൻെറ
സ്ഥാനനിർണ്ണയം.

വൈമാനികനുതന്നെ ദിങ്നിർണ്ണയം ചെയ്യുന്നതിനു സാധിക്കുന്ന സാമഗ്രികളും ഉണ്ട്. വലിപ്പവ്യത്യാസമുള്ള രണ്ടു ലോഹവലയങ്ങൾ സമകോണികമായി ഉറപ്പിച്ച് ആദായകത്തിൽ ബന്ധിച്ചാൽ അവയിൽ ഓരോന്നിൽ നിന്നുമുള്ള പ്രവാഹംമൂലമുത്ഭവിക്കുന്ന ശബ്ദം ഓരോ ചെവിയിൽ കേൾക്കുന്നതാണ്. ചെറിയതിൽനിന്നുള്ള ശബ്ദം ഇല്ലാതെയാകുന്നതുവരെ രണ്ടും ഒരുമിച്ച് ഊർദ്ധ്വാക്ഷത്തിൽ ചുററുന്നു. അപ്പോൾ, മുമ്പു വിശദീകരിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ, പ്രേഷണകേന്ദ്രം വലിയ വലയത്തിൻെറ നേർക്ക് ആയിരിക്കും. ഇതിന് 'റോബിൻസൺ' (Robinson) രീതിയെന്നാണ് പേർ. വിമാന സങ്കേതത്തിലെ പ്രേഷണത്താലുള്ള ശബ്ദം വലിയ വലയത്തിൽനിന്നു

മാത്രം കേൾക്കത്തക്കവണ്ണം ക്രമീകരിച്ച് ആ വലയത്തിന്റെ നേൎക്കു വിമാനം നടത്തുന്നപക്ഷം നേരെ നിർദ്ദിഷ്ടസ്ഥാനത്തു് എത്തിച്ചേരാമെന്നു കാണാം. ഈ തത്വം വേറൊരു വിധത്തിൽ ഉപയോഗിച്ച് തറയിൽനിന്നും വിമാനത്തിന്റെ ഗതിയെ നിയന്ത്രിക്കാവുന്നതാണ്. വിമാനപാതയുടെ ഇരു വശങ്ങളിലും ഒരേ അകലത്തിലുള്ള സമാന്തരരേഖകളിൽ പല സദൃശ'(similiar) സ്ഥാനങ്ങളിലായി റേഡിയോ തരംഗയഷ്ടികൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കും. ഓരോ വശത്തെയും പ്രേഷണം ആദായകത്തിൽ പരസ്പരം വ്യത്യാസമുള്ള ധ്വനികളാണ് പുറപ്പെടുവിക്കുന്നതു്. ഇവ രണ്ടും ഒരേ ഒച്ചയിൽ കേൾക്കുന്ന പാതയിൽക്കൂടി വിമാനത്തെ നയിച്ചാൽ ശരിയായ പാതയായിരിക്കും. അപ്പോൾ രണ്ടിന്റെയും പ്രവാഹതീവ്രത തുല്യമായിരിക്കുമല്ലോ. ഈ തുല്യതീവ്രത കാണത്തക്ക നിലയിലുമാക്കാം. വൈമാനികന്റെ ഇടത്തും വലത്തുമുള്ള രണ്ടു ലക്ഷ്യങ്ങൾ ഒരേ നിലയിലിരിക്കത്തക്ക പാതയിൽക്കൂടി വിമാനത്തെ നയിച്ചാൽ മതിയാകും.

മൂടൽ മഞ്ഞുള്ളപ്പോഴും മററും വിമാനത്താവളത്തിൽ തിരിച്ചിറങ്ങുന്നതിന് 'അന്ധാവരോഹണം' (blind landing) എന്നു പറയുന്ന ഒരു രീതിയുണ്ടു്. ഇതിലും റേഡിയോ തരംഗമാണുപയോഗിക്കുന്നതു്. ഇതുപയോഗിച്ച്, പുറമും ഒന്നും കാണാതെതന്നെ, ശരിയായ പാതയിൽക്കൂടി ശരിയായ സ്ഥാനത്തേക്കു ക്ഷേമമായി വിമാനത്തെ നയിക്കാം.

കപ്പലിലെപ്പോലെ യാത്രക്കാൎക്കു് പല പ്രകാരത്തിലുള്ള പ്രക്ഷേപണ പരിപാടികൾ ലഭിക്കുന്നതിനു വേണ്ട സംവിധാനങ്ങളും ഇപ്പോൾ വിമാനങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നുണ്ടു്.

തീവണ്ടിയിലും മോട്ടർകാറിലുമുള്ള റേഡിയോ

1923 മുതൽ യാത്രക്കാൎക്കു് റേഡിയോകൊണ്ടുള്ള സകല ഉപകാരങ്ങളും യാത്രയിൽ തന്നെ ഉണ്ടാകത്തക്കവണ്ണം തീവണ്ടികളിലും റേഡിയോയന്ത്രങ്ങൾ ഘടിപ്പിച്ചുതുടങ്ങി. എ

ല്ലാ യാത്രക്കാർക്കും, പ്രത്യേകിച്ച് വളരെ ദൂരം യാത്രചെയ്യുന്നവർക്ക്, ഇതു് ഒരു അനുഗ്രഹം തന്നെയാണ്. ഇതാരംഭിച്ചതു് കാനഡായിലത്രേ. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ സാധാരണ പ്രക്ഷേപണശാലകളിൽനിന്നുള്ള പരിപാടികളെ ആദാനം ചെയ്തിരുന്നതേയുള്ളു. അധികം താമസിയാതെ തീവണ്ടിക്കമ്പനിക്കാർ ഇതിലേക്ക് സ്വന്തമായി പ്രക്ഷേപണശാലകൾ സ്ഥാപിച്ചു. തീവണ്ടിയിൽനിന്നുതന്നെ പ്രക്ഷേപണം നടത്തുന്നതിനുള്ള ഏർപ്പാടുകളും ചിലടത്തെല്ലാം ഉണ്ടു്.

മോട്ടോർകാറുകളിലും റേഡിയോ ആദായകങ്ങൾ ഘടിപ്പിക്കുന്നുണ്ടു്. കാർ ഓടുമ്പോഴും ആദായകം പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. അമേരിക്കയിലെ ഒട്ടനേകം കാറുകളിൽ ആവശ്യപ്പെടുമ്പോൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനായി അവയുടെ മേൽക്കൂരയിൽ വ്യോമതന്തു പിടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഭൂബന്ധനം കാറിൻെറ ലോഹഭാഗങ്ങളുമായിട്ടു നടത്തിയാൽ മതിയാകും. സാധാരണയായി കാറിലെ ആദായകം, ബാററിനിഷ്കാസിനി, ആദാനഭാഗം, ഉച്ചഭാഷിണി ഇങ്ങനെ മൂന്നു പ്രത്യേക ഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ച് ഓരോന്നും സൗകര്യമായ ഓരോ സ്ഥാനത്തു നിക്ഷേപിച്ചിരിക്കും. ബാററിനിഷ്കാസിനി ചിലപ്പോൾ ചവിട്ടുപടിയുടെ കീഴിലായിരിക്കുന്നതാണ്. ആദാനഭാഗം ഇരിപ്പിടത്തിൻെറ പിൻഭാഗത്തും ഉച്ചഭാഷിണി മുമ്പിൽ സൗകര്യമായ സ്ഥാനത്തും ആയിരിക്കും. യാന്ത്രികനുപയോഗിക്കുന്നതിനായി അകലെനിന്നും നിയന്ത്രണം സാധിക്കത്തക്കവണ്ണം കമ്പികളും മററും ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. മററുള്ളവയെ അപേക്ഷിച്ച്, ഇതിൽ കൂടുതൽ കരുതലുകൾ ചെയ്യണം. കാറിൻെറ യന്ത്രത്തിൽനിന്നുള്ള സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ, അതിൻെറ കുലുക്കം, ആദായകത്തിൻെറ വലിപ്പം, അതിൻെറ അപ്പഴപ്പോഴത്തെ നിയന്ത്രണത്തിനുള്ള സൗകര്യക്കുറവ് ആദിയായി പല പ്രതിബന്ധങ്ങൾക്കും നിവാരണം കണ്ടുപിടിക്കേണ്ടിയിരുന്നു. ഈ വൈഷമ്യങ്ങളെല്ലാം തരണംചെയ്തു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നെങ്കിലും ഇക്കാരണങ്ങളാൽ കാറിലെ ആദായകത്തിന് വിലയും കൂടിയിരിക്കുമെന്നു സ്പഷ്ടമാണല്ലോ.

റേഡിയോയും പോലീസ് വകുപ്പും.

കള്ളന്മാരെയും കൊള്ളക്കാരെയും കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് 1925 മുതൽ റേഡിയോ ഉപയോഗപ്പെട്ടുത്തിത്തുടങ്ങി. പോലീസ് മേധാവിയുടെ ആഫീസിൽ നിന്നും രഹസ്യസങ്കേതങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു കള്ളന്മാരുടെയും അവരുടെ വാഹനങ്ങളുടെയും ലക്ഷണങ്ങളും മററും നഗരത്തിൻെറ ഓരോ ഭാഗത്തും ജോലിചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പോലീസുകാരെ അറിയിയ്ക്കാവുന്നതാണ്. പട്ടണത്തിൻെറ മമ്മസ്ഥാനങ്ങളിൽ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്ന ആദായകങ്ങൾ മുഖേന അപ്പഴപ്പോഴുണ്ടാകുന്ന മോഷണത്തെയും മററു കുററങ്ങളെയും പററിയുള്ള വിവരങ്ങൾ പോലീസുകാർ ഉടനടി അറിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. ഒരു ഭാഗത്തു മാത്രമോ, പല ഭാഗത്തുമോ, എല്ലായിടത്തുമോ ഇഷ്ടം പോലെ വിവരങ്ങൾ അറിയിക്കാം. സംഭവം നടക്കുന്നയുടനെ അന്വേഷണവും നടക്കുന്നതിനാൽ സ്ഥലം വിട്ടോടിപ്പോയി രക്ഷപ്പെടാനുള്ള സമയം കുററക്കാക്കു കിട്ടുന്നില്ല.

1926-ൽ ന്യൂയോക്കിൽ ഏകദേശം ഇരുന്നൂറു സ്ഥാനങ്ങളിൽ പോലീസുകാരുടെ ആവശ്യത്തിനുള്ള ആദായകങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നുവത്രേ. ഒരിക്കൽ ഒരു രത്നവ്യാപാരിയുടെ കടയിൽ മോഷണം നടന്നു. വിവരം ദൂരശ്രവണിമുഖാന്തരം പോലീസ് മേധാവിയുടെ ആഫീസിൽ ഉടൻതന്നെ അറിയിച്ചു. കള്ളന്മാരുടെയും അവരുടെ കാറിൻെറയും വിവരണവും കൊടുത്തു. അപ്പോൾ തന്നെ പല സ്ഥാനങ്ങളിലേയും പോലീസുകാക്ക് ആഫീസിൽ നിന്നും റേഡിയോമുഖേന വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചു. മോഷ്ടാക്കൾ വളരെ വേഗത്തിൽ കാർ ഓടിച്ചുപോയി എങ്കിലും സംഭവസ്ഥലത്തുനിന്നും ഒരു മൈൽ ദൂരം ചെല്ലുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ അവരെ പിടികൂടി. ആ വിവരവും ഉടനെ തന്നെ പോലീസുകാരെ അറിയിച്ചതിനാൽ എല്ലാവരും അന്വേഷണം നിറുത്തി മററു ജോലികളിൽ ഏർപ്പെട്ടു. ഇങ്ങനെ അനേകം കുററക്കാരെ തൊണ്ടിയോടുകൂടിത്തന്നെ പിടിക്കുന്നതിന് റേഡിയോ സഹായമായിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ അമേരിക്കയിലെ കുററക്കാക്ക് കുററം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനായി പോലീസുകാക്കുള്ള മറെറല്ലാ സാമഗ്രികളേയുംകാൾ ഭയം

റേഡിയോയെയാണ്. ഇപ്പോൾ പോലീസുകാരുടെ കാറുക ളിൽതന്നെ ആദായകവും പ്രേഷണിയും ഉണ്ട്. അതിനാൽ പട്ടണത്തിൻെറ ഓരോ ഭാഗത്തും നടക്കുന്ന പ്രത്യേക സംഭ വങ്ങൾ അപ്പഴപ്പോൾ പോലീസ് പ്രധാനയാഫീസിൽ അ റിയിക്കുന്നതിനും അവിടെനിന്നുള്ള ആജ്ഞകൾ അനുസരിച്ച് വേണ്ട പ്രതിവിധികൾ ഉടനടൻ ചെയ്യുന്നതിനും സാധി ക്കുന്നു.

ഇംഗ്ലണ്ടിലും ഈ പദ്ധതി നടപ്പിൽ വരുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ന്യൂസ്ക്കാട്ട്ലണ്ട്യാർഡിലുള്ള പോലീസ് പരിശീലനസ്ഥാ നമാണ് ലണ്ടനിലെ പ്രധാന പ്രേഷണ കേന്ദ്രം. സാധാരണ കമ്പിപോലെ ബിന്ദുരേഖാസങ്കേതമാണുപയോഗിക്കുന്നത്. പട്ടണത്തിൻെറ പല ഭാഗങ്ങളിലും ആദായകങ്ങളും മററുമുള്ള പോലീസ് കാറുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇങ്ങനെ വേഗത്തിൽ അവരവരുടെ കാറുകളിൽ വച്ചുതന്നെ കുററക്കാരെ കണ്ടുപി ടിച്ചുതുടങ്ങിയപ്പോൾ അവർ സംഭവത്തിനു ശേഷം കാറുകൾ ഉപേക്ഷിക്ക പതിവായിത്തീന്നു. അങ്ങനെ പോലീസ് സേ നയ്ക്കും വളരെ വേഗതയുള്ള ചെറിയ കാറുകൾ വേണ്ടാതെ വരികയാൽ, സൗകര്യമായി സകല സാമഗ്രികളോടും കൂടിയ വലിയ കാറുകൾ ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിന് ഇ പ്പോൾ സാധിക്കുന്നുണ്ട്. സന്ദേശങ്ങൾ രഹസ്യഭാഷയിലാ കയാൽ അതു് ആക്കായി ഉദ്ദേശിച്ചിരിക്കുന്നുവോ അവക്കല്ലാ തെ മററാക്കും മനസ്സിലാകുന്നുമില്ല.

ഇംഗ്ലണ്ടിൽ മററു സ്ഥലങ്ങളിൽ കമ്പി ഭാഷയ്ക്കുപകരം ഉച്ചാരണംതന്നെ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. പോലീസുകാക്ക് കീശയിൽ കൊണ്ടുനടക്കാവുന്ന ചെറിയ ആദായകങ്ങളും ഉ ണ്ടായിരിക്കും. ഇപ്പോൾ പല വലിയ പട്ടണങ്ങളിലും ഈ പദ്ധതി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കുററങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കാൻ മാത്രമല്ല ഘോഷയാത്രകൾ, വലിയ ആൾക്കൂട്ടങ്ങൾ, ഉത്സവദിവസങ്ങളിൽ റോഡുകളിൽ കൂടിയുള്ള ഗതാഗതം മുതലായവ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും റേ ഡിയോ ഉപയോഗിക്കുന്നു. പെട്ടെന്നു സന്ദേശങ്ങൾ അയച്ച് സാധിക്കാവുന്നതെല്ലാം റേഡിയോമുഖേന സാധിക്കുന്നുണ്ട്.

റേഡിയോയും യുദ്ധവും.

റേഡിയോ മാർഗ്ഗമായി സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിനും സ്വീകരിക്കുന്നതിനും, പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിനും ആദാനകേന്ദ്രത്തിനും ഇടയ്ക്കു് മനുഷ്യനിർമ്മിതമായി യാതൊന്നും ആവശ്യമില്ല. മനുഷ്യനിർമ്മിതമായ യാതൊന്നുകൊണ്ടും റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുടെ സഞ്ചാരത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിക്കുകയുമില്ല. ശീഘ്രസന്ദേശത്തിന് ഇതുപോലെ പററിയ മറെറാരു മാർഗ്ഗമില്ല. തരംഗങ്ങളുടെ സന്നിധാനം പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുപോകാമെന്നുണ്ടെങ്കിലും, സന്ദേശങ്ങൾ ഏററിയക്രമം, അന്യർക്കു മനസ്സിലാകാതിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ആക്കാം. ആകെക്കൂടി നോക്കിയാൽ യുദ്ധത്തിൽ ഒരു പ്രധാനപങ്കു വഹിക്കുവാൻ റേഡിയോയ്ക്കു കഴിയും. റേഡിയോ പ്രയോഗത്തിൽ വന്നതുമുതൽ നടന്നിട്ടുള്ള എല്ലാ യുദ്ധങ്ങളിലും അതിൻെറ അപ്പഴപ്പോഴുള്ള വളർച്ചക്കനുസരണമായി അതിനെ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

1899 മുതൽ 1902 വരെയുള്ള തെക്കേ ആഫ്രിക്കൻ യുദ്ധത്തിലാണു് ഇതാദ്യമായി ഉപയോഗിച്ചതു്. ലോഡ്ജിൻെറ 'ശ്ലേഷകം' (coherer), പ്രേരണവലയം മുതലായി പ്രാരംഭദശയിലെ അസംസ്കൃതസാമഗ്രികളേ അന്നുണ്ടായിരുന്നുള്ളു. അവ കൊണ്ടു്, അധികദൂരം സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ലെങ്കിലും കുറേയെല്ലാം സാധിച്ചു. നീണ്ട മുളങ്കാലുകളിലായിരുന്നു അന്നു് വ്യോമതന്തു പിടിപ്പിച്ചിരുന്നതു്. പടക്കളത്തിലെ ഉപയോഗത്തിനായി റേഡിയോ സാമഗ്രികളിൽ പല പരിഷ്കാരങ്ങളും വരുത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നു. 1904-ലെ റഷ്യൻ-ജപ്പാൻ യുദ്ധത്തിലും, 1911-ലെ ഇററലി-തുർക്കി യുദ്ധത്തിലും, ബോൾക്കാൻ യുദ്ധത്തിലും, 1914 മുതൽ 1918 വരെ നീണ്ടുനിന്ന യൂറോപ്യൻ മഹായുദ്ധത്തിലും റേഡിയോയുടെ ഉപയോഗം വർദ്ധമാനമായിക്കൊണ്ടുതന്നെയാണിരുന്നതു്. ഇപ്പോഴത്തെ യൂറോപ്യൻ യുദ്ധത്തിലും റേഡിയോ കാര്യമായ ഒരു സ്ഥാനം വഹിക്കുന്നു.

1914-ൽ യുദ്ധപ്രഖ്യാപനം ഉണ്ടായ ഉടനെ റേഡിയോ സന്ദേശം അയച്ചു് ജർമ്മൻകപ്പലുകളെയെല്ലാം പെട്ടെന്നു്

തിരിച്ചുവിളിക്കാൻ സാധിച്ചതിനാൽ അവയൊന്നും നഷ്ടപ്പെട്ടില്ല. 1918 നവംബർ 11-ാംതീയതി 11 മണിക്ക് സകല യുദ്ധരംഗങ്ങളിലും ഒരേ സമയത്തു യുദ്ധം നിന്നതും ഒരു റേഡിയോസന്ദേശത്താൽ തന്നേ. ഈ രണ്ടു സംഭവങ്ങൾക്കും ഇടയ്ക്ക് റേഡിയോ മുഖേന അനവധി ജീവൻ രക്ഷപ്പെടുത്തുകയും ഒട്ടുവളരെ നശിപ്പിക്കയും ചെയ്തു.

യുദ്ധോപയോഗത്തിനുള്ള റേഡിയോ സാമഗ്രികൾക്ക് പല പ്രത്യേക ഗുണങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കണം. കൂടക്കൂടെ മാററി സ്ഥാപിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നതിനാൽ അനേകം പ്രാവശ്യം ശീഘ്രത്തിൽ അഴിച്ചുമാററുന്നതിനും തിരിച്ചു യോജിപ്പിക്കുന്നതിനും സൗകര്യമുണ്ടായിരിക്കണം. അതുകൊണ്ടും പല പ്പോഴുമുള്ള യാത്രയിലും കേടുവന്നുകൂടാത്തവണ്ണം നിർമ്മിതി ബലിഷ്ഠമായിരിക്കണം. ഭാരം ഏറാൻ പാടില്ല. വലിയ പരിശീലനം കൂടാതെ തന്നെ ആർക്കും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതുമായിരിക്കണം.

പല വലിപ്പത്തിലുള്ള പ്രേഷണികളും ആദായകങ്ങളും യുദ്ധത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. തമ്മിൽ യോജിപ്പിച്ച് ആവശ്യംപോലെ നീളം വർദ്ധിപ്പിക്കാവുന്ന ഉരുക്കുകമ്പികളാണ് വ്യോമതന്തുവായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഭൂബന്ധനത്തിന്, തെരുത്തു കെട്ടാവുന്ന ചെമ്പുകമ്പിവലകളും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. വളരെ ദൂരത്തിൽ സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിന് സാമഗ്രികൾ വിപുലമായിരിക്കേണ്ടതിനാൽ അവ മോട്ടോർ ലോറികളിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കയും, അവയിൽ തന്നെ ഓരോ സ്ഥലത്തേക്കും കൊണ്ടുപോകയും ചെയ്യുന്നു. അവയിൽ ചെറുത് കുതിരകളും മററും വലിക്കുന്ന വണ്ടികളിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കും. അതിലും കുറഞ്ഞു വാഹനമൃഗങ്ങളാണ് കൊണ്ടുപോകുന്നത്. എല്ലാററിലും ചെറുത് പട്ടാളക്കാർ തന്നെ ചുമക്കുന്നു.

റേഡിയോ യന്ത്രങ്ങൾ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള വിമാനങ്ങൾ ആകാശത്തിൽ നിന്നും ശത്രുസേനയുടെ കിടപ്പ് പീരങ്കിപ്പട്ടാളക്കാരെ അറിയിക്കയും അവർ അതനുസരിച്ചു നിർദ്ദിഷ്ടദിക്കിലേക്കു വെടിവയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബോമ്പിടുന്ന വിമാനങ്ങൾ എതിലെയെല്ലാം പോകണമെന്നും അവയുടെ അപ്പഴപ്പോഴുള്ള സ്ഥാനം എന്തെന്നും അറിയിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നത്

റേഡിയോ മുഖേനയാണ്. യുദ്ധത്തിൽ പല ആവശ്യങ്ങൾക്കായി അനവധി വിമാനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുമല്ലോ. അന്തരീക്ഷസ്ഥിതിഭേദങ്ങളേയും വിമാനങ്ങളുടെ ഗതിയിൽ വേണ്ട മാററങ്ങളേയും പററി തറയിൽനിന്നും റേഡിയോ മുഖാന്തരമാണ് അവയെ അറിയിക്കുന്നതു്. വൈമാനികന്മാരില്ലാതെ തന്നെ വിമാനങ്ങളും, നാവികന്മാരെ കൂടാതെ കപ്പലുകളും നശീകരണ അന്തർവാഹിനികളും നയിക്കുന്നതിന് റേഡിയോ തരംഗങ്ങളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നുണ്ടു്.

ഇക്കാലത്തു്, ഓരോ രാജ്യത്തിനും, ഓരോ പദ്ധതികൾക്കും അനുകൂലമായും, മററുള്ളവക്കു പ്രതികൂലമായും, വാസ്തവങ്ങളും, അല്ലാത്തവയുമായ സംഗതികൾ പ്രക്ഷേപിച്ചുള്ള പ്രചരണവേല യുദ്ധസമയത്തും അല്ലാത്തപ്പോഴും റേഡിയോ മുഖേന ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. പൊതുജനങ്ങളുടെ അഭിപ്രായഗതിയെ യുദ്ധത്തിനനുകൂലമായോ, പ്രതികൂലമായോ രൂപവൽകരിക്കുന്നതിനും ഇതിനെ ഒരായുധമാക്കുന്നു. ചിലപ്പോൾ ശത്രുക്കൾ അയയ്ക്കുന്ന സന്ദേശങ്ങളും പ്രചരണങ്ങളും ആരും തന്നെ കേൾക്കാതിരിക്കുന്നതിന് അതേ തരംഗായതിയിൽ പ്രക്ഷേപണം നടത്തി മററതിൻെറ ശ്രവണം അസാദ്ധ്യമാക്കുന്നുണ്ടു്.

റേഡിയോയുടെ വികാസത്തിന് യുദ്ധവും പ്രേരകമായിരിക്കുന്നു. യൂറോപ്യൻ മഹായുദ്ധകാലത്തു്, അതിൻെറ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി റേഡിയോ ഉപകരണങ്ങളെപ്പററിയുള്ള തീവ്രമായ ഗവേഷണത്തിൻെറ ഫലമായി, റേഡിയോ സംബന്ധമായ വിജ്ഞാനം വളരെ പുഷ്ടിപ്പെടുന്നതിനു സംഗതിയായി. "ആവശ്യം സൃഷ്ടിയുടെ മാതാവു്" എന്നുള്ള പ്രമാണപ്രകാരം റേഡിയോയിൽ പല നൂതന കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും ഉപയോഗങ്ങളും അക്കാലത്തുണ്ടായിട്ടുണ്ടു്.

മനുഷ്യൻ തൻെറ ഉന്നമനത്തിനും, സുഖ സൌകര്യാദികൾ പരിപുഷ്ടിപ്പെടുത്തുന്നതിനും, നാഗരീകത്വ നില ഉയർത്തുന്നതിനും മാത്രമല്ല, താൻ വളരെനാൾകൊണ്ടു് പണിതുറപ്പിച്ച നാഗരീകതയേയും സംസ്കാരമാർഗ്ഗങ്ങളെയും തന്നെത്തന്നെയും നശിപ്പിക്കുന്നതിനും റേഡിയോ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം 8

ചിത്രപ്രക്ഷേപണവും ദൂരവീക്ഷണവും

(picture transmission and television)

ചിത്രങ്ങളും മററും ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നും ചിഹ്നകസമ്പ്രദായത്തിൽ കമ്പിമാർഗ്ഗമായി മറെറാരു സ്ഥലത്തേക്കയയ്ക്കുന്നതിനെ ചിത്രപ്രേഷണം എന്നും റേഡിയോ മാർഗ്ഗമായാൽ ചിത്രപ്രക്ഷേപണമെന്നും പറയും. ഈ സമ്പ്രദായത്തിൽ ചിത്രങ്ങൾ മാത്രമല്ല കടലാസ്സിലെ അച്ചടി, എഴുത്ത് മുതലായവയും പ്രക്ഷേപിക്കാം. ഇതിനെ 'പ്രതിലിപി' (facsimile) പ്രക്ഷേപണം എന്നു പറയും. കമ്പി വഴിയായോ, അല്ലാതെയോ, വൈദ്യുതതരംഗമുപയോഗിച്ച്, ദൃഷ്ടിപഥത്തിൽ നിന്നും മറഞ്ഞിരിക്കുന്ന സാധനങ്ങളെയോ രംഗങ്ങളെയോ ഗോചരീഭവിപ്പിക്കുന്നതിനെ 'ദൂരവീക്ഷണം' എന്നു പറയും. ചിത്രപ്രക്ഷേപണവും ആദാനവും, വളരെ വേഗത്തിൽ ആവർത്തിച്ച്, നിശ്ചിതക്രമത്തിൽ നടത്തുമ്പോൾ ദൂരവീക്ഷണമായിത്തീരുന്നു. ഇതിനു വേണ്ട പ്രേഷണത്തെ 'വീക്ഷണീയപ്രക്ഷേപണ'മെന്നും ചിലപ്പോൾ 'കാഴ്ചപ്രക്ഷേപണ'മെന്നും വിളിക്കുന്നു. ഇവയുടെ അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങൾ ഏറെക്കുറെ ഒന്നുതന്നെയാകയാലാണ് രണ്ടും ചേർത്ത് പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നത്. ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ സൂക്ഷ്മസ്വനിയുടെ സഹായത്താൽ അതേരൂപത്തിലുള്ള വൈദ്യുതതരംഗങ്ങളായി പരിവർത്തനം ചെയ്ത് വാഹക തരംഗത്തിൽ ആരോഹിച്ചാണല്ലോ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം സാധിക്കുന്നത്. ഇതിൽനിന്നും ആദായകം, പ്രതിലോമപരിവർത്തനത്താൽ പൂർവ്വശബ്ദത്തെ പുനരുല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. അപ്രകാരം തന്നെ, ദൂരവീക്ഷണത്തിൽ, ഒരു രംഗത്തിൻെറയോ, സാധനത്തിൻെറയോ, ശോഭാവ്യത്യയങ്ങൾ അനുരൂപവൈദ്യുതിപ്രവാഹങ്ങളായിത്തീരുകയും അവ അതേ ഭാവഭേദങ്ങളോടു കൂടിയ വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങളായി പ്രക്ഷേപണം ചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ

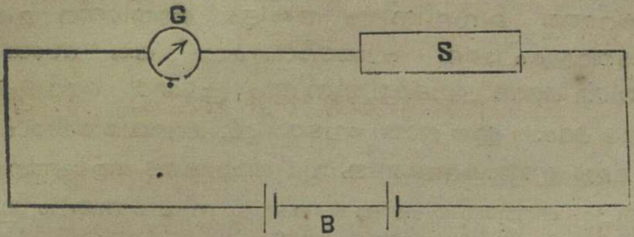
തരംഗങ്ങൾ അവയെ ആദാനം ചെയ്യുന്നതിനായുള്ള പ്രത്യേക യന്ത്രങ്ങളിൽ പൂൎവ്വരംഗത്തിൻെറയോ സാധനത്തിൻെറയോ പ്രതിഛായയായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു.

സാങ്കേതിക തത്വങ്ങൾ

പ്രഭയും വൈദ്യുതിയും (light-) ചിലസാധനങ്ങളിൽ നി പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിൻെറ തീവ്രതയനുസരിച്ച് അവയുടെ വൈദ്യുതസ്വഭാവത്തിൽ വ്യത്യാസം വരുന്നുണ്ട്. ശോഭാതീവ്രതയെ തത്തുല്യമായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹതീവ്രതയായി പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നതിന് ഇവയെ ഉപയോഗിക്കാം. ഈ പ്രകടനത്തെ 'പ്രഭാവൈദ്യുതി' (photo-electricity) എന്നും, ഇതിനെ അവലംബിച്ചുള്ള ഉല്പാദ്യപകരണത്തെ 'പ്രഭാവൈദ്യുതിഘടം' (photo-electric cell) എന്നും നാമകരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ മൂന്നു തരത്തിലുള്ള ഗുണങ്ങളെ ദൂരവീക്ഷണത്തിനായി ഉപയോഗിക്കുവാൻ സാധിക്കും. അവ (1) 'പ്രഭാസംനയത്വവും' (photo-conductivity), (2) 'പ്രഭാദോൽത്താ പ്രകടവും' (photo-voltaic effect), (3) പ്രഭാവിക്ഷേപകത്വവും' (photo-emissivity) ആണ്.

പ്രഭാസംനയത്വം. ഒരു പ്രഭാസംനയപദാൎത്ഥത്തിന്മേൽ വീഴുന്ന പ്രകാശതീവ്രതയുടെ കൂടുതൽ കുറവനുസരിച്ച് അതിൻെറ പ്രതിരോധിത്വം വ്യത്യയപ്പെടുന്നതിനാൽ കൂടുതൽ വെളിച്ചം അതിൽ പതിയുമ്പോൾ അതിൽക്കൂടി പായുന്ന വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തിനു വൎദ്ധനവും കുറവായിരുന്നാൽ ക്ഷയവും ഭവിക്കും. ഈ ജാതിയിൽ 'സെലീനിയം' (Selenium) എന്ന ലോഹമാണ് മുഖ്യമായിട്ടുള്ളതു്. അഭ്രം, 'പോഴ്സ്ലെയിൻ' (Porcelain) മുതലായി ചൂടു താങ്ങാവുന്ന കവചകപദാൎത്ഥങ്ങളിൽ 'പ്ലാററിനം' (Platinum) കമ്പി ചുററി, ചുററുകളുടെ ഇടയ്ക്കു് സെലീനിയം ലോഹത്തെ ചൂടോടെ നിക്ഷേപിക്കുന്നു. അതിനുശേഷം, വീണ്ടും ചൂടാക്കുമ്പോൾ, അതു് ചാരനിറത്തിലുള്ളതും വെളിച്ചത്തിന് നന്നായി പ്രതിവൎത്തിക്കുന്നതുമായ ഒരുതരം സെലീനിയം ഘടമായിത്തീരും. 174-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ S എന്ന സെലീനിയം ഘടത്തിൻെറ

അഗ്രങ്ങൾ ഒരു ഗാൽവനോമാത്രി Gയിൽ കൂടി B എന്ന ബാററിയിൽ ബന്ധിക്കുമ്പോൾ ആ പര്യയനത്തിൽ ഒരു



പടം 174.

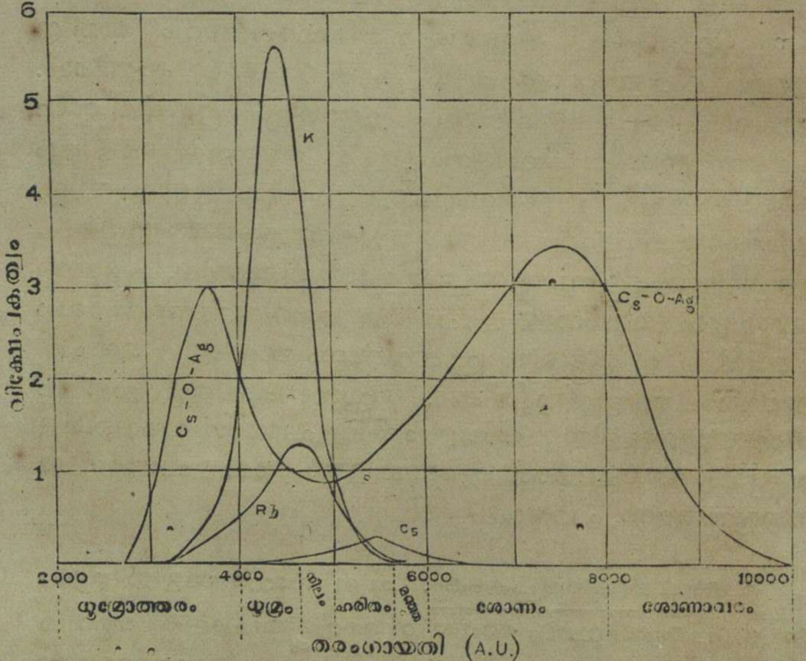
സെലീനിയം ഘടത്തിൽകൂടിയുള്ള പ്രവാഹം അളക്കുന്നതു്.

പ്രവാഹം ഉണ്ടാകും. S-ൽ പതിയുന്ന വെളിച്ചത്തിന്റെ കൂടുതൽ കുറവനുസരിച്ചു് പ്രവാഹത്തിലും വ്യത്യാസം വരുന്നു എന്നുള്ളതു് ഗാൽവനോമാത്രി സൂചികയുടെ അപചലനത്തിൽ നിന്നും ഗ്രഹിക്കാം. വർണ്ണപംക്തിയിലെ ശോണവും അതിനടുത്തുള്ള ഭാഗങ്ങളും ഇവയിൽ കൂടുതൽ ഫലം കാണിക്കും. ഇതിനു് ചില ദോഷവശങ്ങൾ ഇല്ലാതില്ല. (1) ഇതിന്റെ പ്രതിവർത്തനത്തിനു മന്ദായനം ഉണ്ടു്; അതായതു് വെളിച്ചം വീണാൽ ഉടൻ അതനുസരിച്ചുള്ള ഫലം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. (2) വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന കൂടുതൽ കുറവുകൾ, പ്രഭാതീവ്രതയ്ക്കു് സൂക്ഷ്മാനുപാതികമായിരിക്കുന്നില്ല. (3) അപ്പഴപ്പോൾ അതിനുള്ള ഊഷ്മതയും പ്രതിവർത്തനത്തെ ബാധിക്കുന്നു. (4) കൂടാതെ, പ്രതിവർത്തനം അതിന്റെ മുൻചരിത്രത്തെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. പ്രാരംഭകാലത്തു് ഇതു ദൂരവീക്ഷണശ്രമങ്ങളിൽ ധാരാളമായി ഉപയോഗിച്ചുവെങ്കിലും ഇപ്പോൾ മേൽപറഞ്ഞ കാരണങ്ങളാൽ അവ ഉപയോഗിക്കുന്നില്ലെന്നുതന്നെ പറയാം.

പ്രഭാവോൾത്താപ്രകടകം. ചില സാധനങ്ങളിൽ പ്രകാശം നിപതിക്കുമ്പോൾ അവയിൽ വൈദ്യുതിചാലകം ആവിർഭവിക്കുന്നു. ഇത്തരം സാധനങ്ങൾകൊണ്ടുള്ള ഘടത്തെയാണു് പ്രഭാവോൾത്താഘടം എന്നു പറയുന്നതു്. ചെമ്പിന്റെ പുറത്തു് 'കോപ്പർ ഓക്സയിഡ്' (copper oxide) പൂശി അതിന്റെ മുകളിൽ കണ്ണാടിപോലെ 'പാരദർശക' (transparent)

മായ ഒരു സാധനംകൊണ്ടുള്ള ഘനംകുറഞ്ഞ തകിടുവച്ചാൽ ഒരു ജാതി പ്രഭാദോൽത്താഘടമായി. ഒരു ഇരുമ്പുതകിടിൽ ഘനംകുറഞ്ഞ സെലീനിയം തകിടും അതിൻെറ മുകളിൽ മുമ്പിലത്തേതുപോലെ പാരദർശകമായ ഒരു സാധനവും വച്ചു നിർമ്മിക്കുന്ന ഘടത്തിൽനിന്നും കൂടുതൽ വൈദ്യുതിചാലകം ലഭിക്കും. ഈ ജാതി ഘടത്തിൽ മററവയെക്കാൾ കൂടുതൽ ഫലം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടെങ്കിലും അവയുടെ ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിത്വം കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാലും സംഭരണത്വം കൂടിയിരിക്കുന്നതിനാലും അവ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയ്ക്കു് ശരിയായി പ്രതിവൎത്തിക്കുന്നില്ല. ഇതും ദൂരവീക്ഷണത്തിനു് അധികമായി ഉപയോഗപ്പെടുന്നില്ല.

പ്രഭാവിക്ഷേപകത്വം (photo-emissivity). 'സോഡിയം' (Sodium), 'പൊട്ടാസിയം' (Potassium), 'കാൽസിയം'

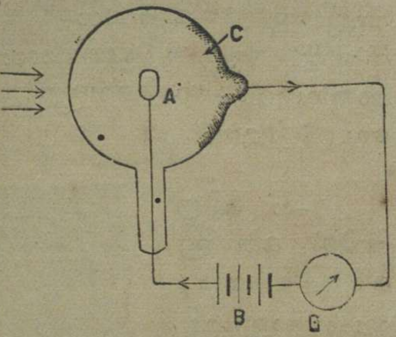


പടം 175.

ആലകതാണകവിക്ഷേപ_സംവേദനലേഖ.

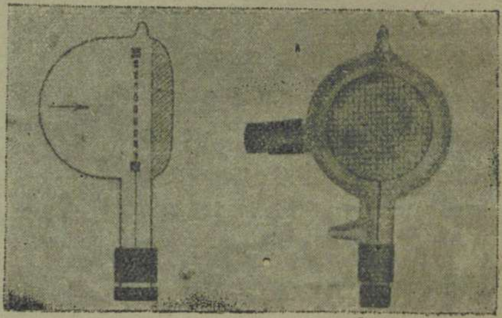
(Calcium), 'സീസിയം' (Caesium) മുതലായ 'ധാതു'

(elements)കളിൽ വെളിച്ചം തട്ടുമ്പോൾ അവയിൽനിന്നു ആലക്ത്രാണുകങ്ങൾ പുറപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഈ സാധനങ്ങൾ ഓരോന്നും 175-ാം പടത്തിൽ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നവണ്ണം അതാതിന്ന് അനുകൂലമായ നിറത്തിലുള്ള വെളിച്ചത്തിൽ കൂടുതലായി ഫലം കാണിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്ന് ഒരു കണ്ണാടി ബൾബിനുള്ളിൽ ഒരു വശത്തു പൂശി, അതിന്റെ മുമ്പിൽ ഒരു ലോഹവല പിടിപ്പിച്ചശേഷം, അതിലെ വായു ബഹിഷ്കരിച്ച് ഈ ജാതി ഘടം നിർമ്മിക്കാം. 176-ാം പടത്തിലെ പോലെ ഒരു ബാററി B യുടെ ധനധ്രുവം, വല A യിലും, ഋണധ്രുവം ഗാൽവനോമാത്രി G യിൽകൂടി പ്രഭാവിക്ഷേപസാധനം C യിലും, ബന്ധിച്ചശേഷം C യിൽ പ്രകാശം നിപതിപ്പിക്കണം. നിപാതപ്രഭയുടെ തീവ്രതയനുസരിച്ച് പ്രവാഹത്തിലും വൃദ്ധിക്ഷയമുണ്ടാകുന്നു എന്ന് ഗാൽവനോമാത്രി സൂചികയുടെ അപചലനത്തിൽനിന്നും മനസ്സിലാക്കാം. പ്രകാശം ഈ സാധനത്തിൽ വീഴുമ്പോൾ അതിൽനിന്നും ആലക്ത്രാണുകങ്ങൾ വിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും അവ ധനധ്രുവമായ A യിലേക്ക് ആകർഷിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണ് പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നത്. പ്രഭാതീവ്രത ഏറുമ്പോൾ വിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന ആലക്ത്രാണുകങ്ങളുടെ എണ്ണവും, തദനുസാരം പ്രവാഹവും, വർദ്ധിക്കുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ കുറെ 'ജഡവാതകം' (inert—) ഉള്ളടക്കം ചെയ്താൽ, പ്രഥമാലക്ത്രാണുകങ്ങളും വാതകപുഞ്ജകങ്ങളുമായുള്ള സംഘട്ടനംകൊണ്ട് കൂടുതൽ ആലക്ത്രാണുകങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കയും തന്മൂലം പ്രവാഹം വർദ്ധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. 'സവാതകഘട'(gas filled—)ങ്ങളിൽ 'രിക്തഘട' (vacuum)ങ്ങളേക്കാൾ കൂടുതൽ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടെങ്കിലും അത് പ്രഭാതീവ്രതയ്ക്ക് ആനുപാതികമായിരിക്കുന്നില്ല. വെള്ളിത്തകിടിന്റെ പുറത്തു പൂശിയിരിക്കുന്ന 'വെള്ളിഓക്സ



പടം 176.
പ്രഭാവിക്ഷേപം-പരീക്ഷണം.

യ്ഡി (—oxide) ൽ സീസിയം എന്ന ലോഹം പിടിപ്പിച്ചുണ്ടാക്കുന്ന ഒരുതരം ഘടമാണ് ദൂരവീക്ഷണത്തിന് ഏററവും പററിയതു്. അതിനെ സിഎസ്സ്. ഒ. എജി. (Cs. O. Ag) ഘടം എന്നു പറയുന്നു. ഇത്തരം ഘടമാണ് ഇപ്പോൾ അധികമായി ഉപയോഗത്തിലിരിക്കുന്നതു്. ഇതിൻെറ പ്രത്യേകഗുണങ്ങൾ നാലാണ്: (1) അതിൻെറ പ്രതിവത്തനത്തിന് മന്ദായനം ഇല്ല; (2) അതിൽനിന്നുള്ള വൈദ്യുതിപ്രവാഹം അതിൽ നിപതിക്കുന്ന പ്രകാശതീവ്രതയ്ക്കു് സൂക്ഷ്മാനുപാതികമാണു്; (3) ഇവ, പ്രത്യേകിച്ച് രിക്തഘടങ്ങൾ, എല്ലാപ്പോഴും ഒരേവിധത്തിൽ പ്രതിവത്തിക്കുന്നു; (4) അതിൻെറ ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിത്വം കൂടിയിരിക്കുന്നതിനാൽ അതിലുളവാകുന്ന വൈദ്യുതിപ്രവാഹം പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുവാൻ സൌകര്യമുണ്ടു്.



A B

ചിത്രം 7. പ്രഭാവിക്ഷേപഘടം.

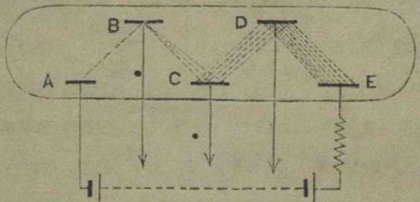
A വശത്തുനിന്നും B മുൻഭാഗത്തുനിന്നുമുള്ള കാഴ്ച.

7-ാം ചിത്രത്തിൽ ഒരു പ്രഭാവിക്ഷേപഘടം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സന്നയസൌകര്യത്തിനായി പ്രഭാവിക്ഷേപകസാധനം കണ്ണാടിബൾബിൻെറ ഉൾവശത്തുള്ള നേത്ത ഒരു ലോഹത്തകിടിലാണു് പൂശുന്നതു്.

ആലക്ത്രാണഗുണികം (electron multiplier). പ്രകാശനിപാതത്താൽ ഈ ഘടങ്ങളിൽനിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന വൈദ്യുതിപ്രവാഹം തീവ്രത തുലോം കുറഞ്ഞതാണ്. പ്രേഷകത്തിലെ വാഹകതരംഗങ്ങളിന്മേൽ ആരോപിക്കുന്നതിനുമുമ്പ് അതിനെ അനേക മടങ്ങ് പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഇതു സാധാരണയായി ആലക്ത്രാണജംകൊണ്ടു സാധിക്കാമെങ്കിലും, അതിനുള്ള ചില ദോഷങ്ങളാൽ, ആദ്യം ആല

ക്താണക ഗുണികരീതിയിലും, അതിനുശേഷം വാൽവുപയോഗിച്ചും ആകുന്നതാണു് നല്ലതു്. ചില സാധനങ്ങളിൽ ആലക്താണകങ്ങൾ നിപതിക്കുമ്പോൾ ഓരോ ആലക്താണകവും നിശ്ചിതസംഖ്യയിലുള്ള ആലക്താണകങ്ങളെ അവയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു. ഇവയെ വീണ്ടും ആ സാധനത്തിൽ നിപതിപ്പിച്ചാൽ അതേ ആനുപാതികത്തിൽ കൂടുതൽ ആലക്താൺകങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കും. ഈ രീതിയിൽ ആലക്താണക പ്രവാഹം വർദ്ധിപ്പിക്കാവുന്നതാണു്.

177-ാം പടത്തിൽ ആലക്താണക ഗുണികാപ്രവൎത്തനം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ആലക്താണകങ്ങളെ A യിൽ നിന്നു് B യിലേക്കും, അതിൽനിന്നു് C യിലേക്കും, അങ്ങനെ മുറയ്ക്കു് മുമ്പോട്ടു് കൊണ്ടുപോകത്തക്കവണ്ണം ധനശക്ത്യന്തരം ക്രമീകരിക്കാം. പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഓരോ തകിടിലും പ്രയോഗിക്കുന്ന ധനശക്ത്യന്തരം ക്രമമായി വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. അപ്പോൾ ആലക്താണകങ്ങൾ വർഗ്ഗാനുപാതികമായിട്ടാണു് വർദ്ധിക്കുന്നതു്.



പടം 177.

ആലക്താണക ഗുണികാപ്രവൎത്തനം.

വീക്ഷണപര്യവസ്ഥാനം (persistence of vision). ദൃശ്യവസ്തുവിൽനിന്നുള്ള പ്രകാശരശ്മികൾ കൃഷ്ണമണിയുടെ മദ്ധ്യത്തിലുള്ള ചെറിയ ദ്വാരത്തിൽ കൂടി കടന്നു്, പിൻഭാഗത്തുള്ള തൃതീയ പടലത്തിൽ പതിച്ചു്, അവിടെ അതിന്റെ ഒരു പ്രതിമ രൂപപ്പെടുത്തുമ്പോഴാണു് ആ വസ്തുവിനെ നാം ദർശിക്കുന്നതു്. ദൃഷ്ടിപഥത്തിൽനിന്നു് ഈ വസ്തു നീങ്ങിയാലും അതിന്റെ പ്രതിമമൂലം കണ്ണിന്റെ പിൻ പടലത്തിലുണ്ടായ ഫലങ്ങൾ പെട്ടെന്നു നശിക്കുന്നില്ല. ഇതു മാഞ്ഞുപോകുന്നതിനു് ഏകദേശം ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ പത്തിലൊന്നു കാലം വേണ്ടിവരും. അതിനാൽ ആ വസ്തു ദൃഷ്ടിപഥത്തിൽ നിന്നും മറഞ്ഞുകഴിഞ്ഞിട്ടും ഒരു ദശാംശം സെക്കണ്ടുകൂടി അതു കണ്ണു

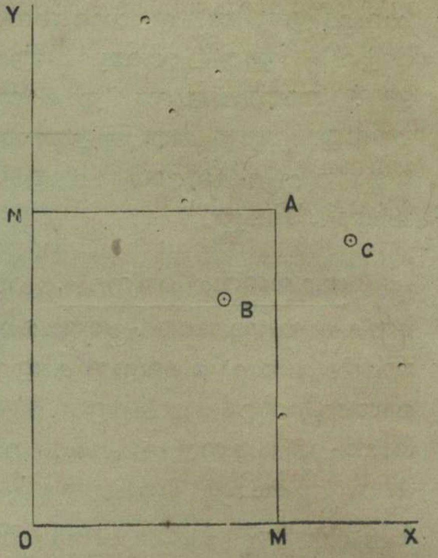
കൊണ്ടിരിക്കുന്നതായി നമുക്കു തോന്നുന്നു. ചെറിയ കുട്ടികൾ തീക്കൊള്ളി എടുത്തു ചുററി വീശുമ്പോൾ ഒരു വൃത്തം മുഴുവൻ തീയുള്ളതായി കാണാറില്ലേ? ഏതു നിമിഷത്തിലും ആ തീക്കനൽ വൃത്തത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഒരു സ്ഥാനത്തു മാത്രമേ ആയിരിക്കുന്നുള്ളു എങ്കിലും വൃത്തത്തിന്റെ എല്ലാ സ്ഥാനത്തുമുള്ളതുപോലെയാണ് തോന്നിക്കുന്നതു്. കൊള്ളി കറക്കുന്നതിന്റെ വേഗം കുറച്ചാൽ ഈ മായാവിശേഷം കാണുന്നതല്ല. ഇതിന്റെ കാരണം മുകളിൽ വിവരിച്ചതു തന്നെയാണ്. ഒന്നാമത്തെ വസ്തു മാറി പത്തിലൊന്നു സെക്കണ്ടു കഴിയുന്നതിനുമുമ്പു് രണ്ടാമത്തൊരു വസ്തു കണ്ണിനുമ്പിൽ വന്നാൽ അവ രണ്ടും ഒരേ കാലത്തു് കണ്ണിനുമ്പിലുള്ളതായി നാം ധരിക്കുന്നു. അതിനാൽ അവ രണ്ടും കൂടി ഒരേ കാലത്തു് ദൃഷ്ടിപഥത്തിലുണ്ടായിരുന്നാൽ എന്തു ധാരണ മനസ്സിലുണ്ടാകുമോ ആ ധാരണതന്നെ ഒരെണ്ണം മാറിയാലും ഉണ്ടാകും. തുടരെയായി ഒരു സെക്കണ്ടിൽ പത്തിൽ കൂടുതൽ വസ്തുക്കളോ രംഗങ്ങളോ കണ്ണിനുമ്പിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നതായാൽ അവയെല്ലാം ഒരേ സമയത്തു് കണ്ണിനുമ്പിലുണ്ടായിരുന്നാൽ എന്തു ധാരണ ഉളവാകുമോ ആ ധാരണതന്നെ മനസ്സിലുണ്ടാകും. അതായതു്, ഒരു രംഗത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ പല പ്രാവശ്യമായിട്ടാണെങ്കിലും ഒരു ദശാംശം സെക്കണ്ടിനകം ദൃഷ്ടിപഥത്തിൽ വരുന്നപക്ഷം അവയെല്ലാം ഒന്നായി വരുന്നതുപോലെയാണ് ധരിക്കുന്നതു്. കണ്ണിന്റെ ഈ പ്രകൃതിയെയാണ് 'വീക്ഷണപശ്ചവസ്ഥാനം' എന്നു പറയുന്നതു്. വീക്ഷണ പശ്ചവസ്ഥാനകാലം എല്ലാവക്കും ഒന്നല്ലെങ്കിലും ആക്കുംതന്നെ അതു് പതിനാറിൽ ഒരംശം സെക്കണ്ടിൽ കുറവല്ലാത്തതിനാൽ, ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ പതിനാറിൽ ഒരംശമോ അതിൽ കുറവോ കാലത്തിൽ ദൃഷ്ടിപഥത്തിൽ വരുന്നവയെല്ലാം എല്ലാവക്കും ഒന്നിച്ചുള്ളതായിത്തന്നെ തോന്നിക്കും. ഈ തത്വമാണ് ചലനചിത്രവീക്ഷണത്തിന് നിദാനമായിരിക്കുന്നതു്. ഇങ്ങനെ പല ചിത്രങ്ങൾ തുടരെയായി കണ്ണിൻമുമ്പിൽ വരുമ്പോൾ കണ്ണിന് സ്വല്പം ക്ലേശമില്ലാതില്ല. ഒരു സെക്കണ്ടിൽ വരുന്ന ചിത്രങ്ങളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിക്കുന്തോറും ഈ ക്ലേശം കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. അതിനാൽ അവയുടെ

എണ്ണം എത്രയും വർദ്ധിപ്പിക്കാമോ അത്രയും നല്ലതാണ്. ചലച്ചിത്രത്തിൽ, സാധാരണയായി, ഒരു സെക്കണ്ടിൽ ഇട വിട്ടുവിട്ട് ഇരുപത്തഞ്ചു ചിത്രങ്ങൾ കടന്നു പൊയ്ക്കൊണ്ടിരിക്കും. അതിനാലാണ് തുടരെയുള്ള ഒരു രംഗമായി തോന്നിക്കുന്നത്. ഈ തത്വമുപയോഗിച്ചാണ് ഒരു രംഗത്തിന്റെയോ വസ്തുവിന്റെയോ ചിത്രം ദൂരവീക്ഷണത്തിലും ദൃശ്യമാക്കിത്തീർക്കുന്നത്.

ശകലനവും ചയനവും. തമ്മിൽ ശോഭാന്തരമുള്ള അനേകം ബിന്ദുക്കൾ ഏതോ ഒരു ക്രമമനുസരിച്ച് ഒരു തലത്തിൽ വിരിച്ചിരിക്കുന്നതു മാത്രമാണ് ഒരു വസ്തുവിന്റെയോ, രംഗത്തിന്റെയോ, ചിത്രം എന്നുള്ളത് ഗാഢമായി ചിന്തിക്കുന്നപക്ഷം മനസ്സിലാക്കാം. വർത്തമാനപ്പത്രങ്ങളിലെ ചിത്രങ്ങൾ സൂക്ഷിച്ചു നോക്കിയാൽ ഇതു കൂടുതലായി ബോദ്ധ്യപ്പെടും. 8-ാം ചിത്രം പരിശോധിക്കുക. അതിൽ ഒരുഭാഗം കൂടുതലായി കറുത്തിരിക്കുന്നത് കറുത്ത ബിന്ദുക്കൾ അടുത്തടുത്തുള്ളതുകൊണ്ടും മറെറാരുഭാഗം വെളുത്തിരിക്കുന്നത് കറുത്ത ബിന്ദുക്കളുടെ അഭാവംകൊണ്ടും അഥവാ, വെളുത്ത ബിന്ദുക്കൾ തിങ്ങിയിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടും ആണ്. ഇടത്തരം സ്ഥാനങ്ങളിൽ കറുത്ത ബിന്ദുക്കൾ കുറവാണ്. ഓരോ ഭാഗത്തിന്റെയും ശോഭയുടെ ഏററക്കുറച്ചിലും സ്ഥാനവ്യത്യാസവും കൊണ്ടാണ് ബിന്ദുസമൂഹത്താൽ ചിത്രത്തിന്റെ സ്വരൂപജ്ഞാനം ഉണ്ടാകുന്നത്. അതായത് ചിത്രത്തിന്റെ സ്വരൂപജ്ഞാനം വെളുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിൽ കറുത്ത ബിന്ദുക്കളുടെ വിതരണത്തെ ആസ്പദമാക്കിയാണ്. ഏതൊരു ബിന്ദുവിന്റെയും സ്ഥാനം ചിത്രത്തിൽ നെടുകെയും കുറുകെയുമുള്ള വക്കുകളിൽ നിന്നുള്ള ദൂരംകൊണ്ടു നിർണ്ണയിക്കാം. ഉദാഹരണമായി,

ചിത്രം 8.
ചിത്രപ്രക്ഷേപണമാർഗ്ഗം ന്യൂയോർക്കിൽനിന്നും ലണ്ടനിൽ കിട്ടിയ ചിത്രം-ക്രൂളിഷ്.

178-ാം പടത്തിൽ, Aയുടെ സ്ഥാനം O M എന്നവക്കിൽ നിന്നുള്ള AM എന്ന ദൂരവും ON എന്ന വക്കിൽനിന്നുള്ള AN എന്ന ദൂരവും കൊണ്ടു ക്ലുപ്തപ്പെടുത്താം. അതുപോലെ തന്നെയാണ് B, C മുതലായ ബിന്ദുക്കൾക്കും. അതിനാൽ ചിത്രത്തിലെ ഒരു ബിന്ദുവിനെ പൂൎണ്ണമായി നിർദ്ദേശിക്കുന്നതിന് അതിന്റെ നെടുകെയും കുറുകെയുമുള്ള ദൂരം, ശോഭാതീവ്രത എന്ന മൂന്നുപാധികൾ മാത്രം മതിയാകും. ഈ മൂന്നുപാധികളും കാൎയ്യക്ഷമമായി പ്രേഷണംചെയ്യുകയും ആദാനം ചെയ്യുകയും ആകാമെങ്കിൽ ചിത്രത്തിന്റെ പ്രതിരൂപം ലഭിക്കുന്നതാണ്.



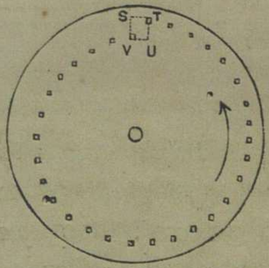
പടം 178.
ബിന്ദുസ്ഥാനനിൎണ്ണയം.

ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദുവിന്റെയോ ബിന്ദുസമൂഹത്തിന്റെയോ, മുഴുവൻ ചിത്രത്തിന്റെയുമോ, ശോഭാതീവ്രത തത്തുല്യമായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹതീവ്രതയാൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്താം. എന്നാൽ അതേസമയംതന്നെ അതിന്റെ സ്ഥാനനിൎണ്ണയത്തിനുവേണ്ട രണ്ടുപാധികളുംകൂടി പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്താൻ പ്രവാഹത്തിനു സാധിക്കയില്ല. എന്നാൽ ഓരോന്നിന്റെയും തീവ്രതയെ തുടരെയായിപ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്താം. അതുകൊണ്ട് ചിത്രത്തിലുള്ള ഓരോ ബിന്ദുവിന്റെയും ശോഭാതീവ്രതയെ ഒരു മൂല മുതൽ അവസാനംവരെ അനുക്രമം തത്തുല്യമായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹമായി പരിവൎത്തനംചെയ്തു പ്രേഷണം ചെയ്യുന്നു. ആദായകത്തിൽ അവയെ അതേ ക്രമത്തിൽ കൂട്ടിച്ചേൎക്കുമ്പോൾ മൂലചിത്രത്തിന്റെ പ്രതിരൂപം ലഭിക്കും. ഈ വിധത്തിൽ ചിത്രത്തെ സ്ഥാനക്രമമനുസരിച്ചു്

ഓരോ ബിന്ദുവായി തിരിക്കുന്നതിനെ 'ശകലനം' (scanning) എന്നും അവയെ ആദായകത്തിൽ അതേക്രമത്തിൽ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നതിനെ 'ചയനം' എന്നും പറയുന്നു. ചിത്രം പ്രക്ഷേപണം ചെയ്തുരേഖപ്പെടുത്തുന്നതിനു ഈ കൃത്യനിർവ്വഹണം സാവധാനം നടത്തിയാൽ മതിയാകും. എന്നാൽ ശകലനവും ചയനവും വേണ്ടിടത്തോളം ശീഘ്രത്തിൽ നടത്തുന്ന പക്ഷം കണ്ണിന്റെ വീക്ഷണപര്യവസ്ഥാനം നിമിത്തം മുഴുവൻ ചിത്രവും ഒന്നായിത്തന്നെ കാണുന്നതായി ധരിക്കും. ഇങ്ങനെ ചിത്രങ്ങൾ തുടരെ കണ്ടുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ഒരേ ഒരു രംഗത്തെ കണ്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതായി തോന്നിക്കും. ദൂരവീക്ഷണത്തിന്റെയും ചിത്രപ്രേഷണത്തിന്റെയും മൌലികതത്വം ഇതാണു്.

നിപ്കോതകിട് ഉപയോഗിച്ചുള്ള ദൂരവീക്ഷണം.

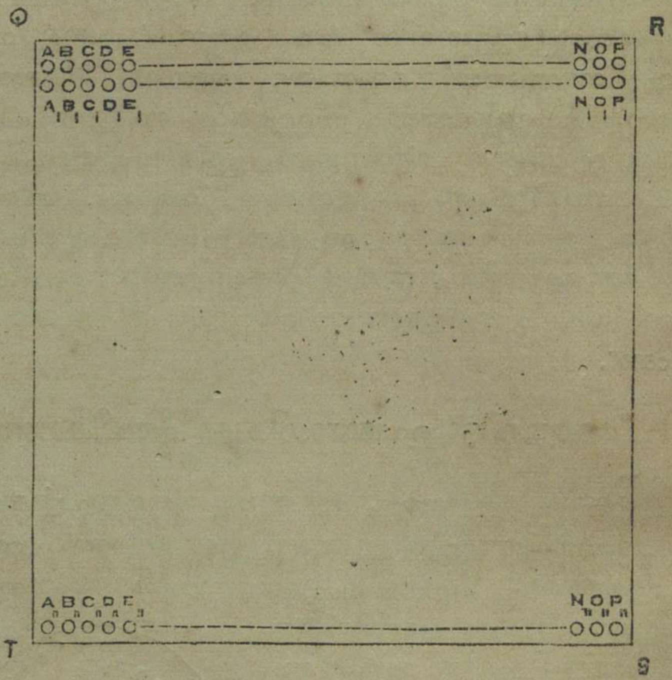
ശകലനം. ശകലനവും, ചയനവും, വീക്ഷണപര്യവസ്ഥാനവും, ദൂരവീക്ഷണത്തിൽ എങ്ങനെ പ്രയോഗിക്കുന്നു എന്നതു് നിപ്കോതകിടി (Nipkow disc)ന്റെപ്രവർത്തനത്തിൽനിന്നും ഗ്രഹിക്കാം. 179-ാം പടത്തിൽ ഒരു നിപ്കോ തകിടു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. തകിടിന്റെ വൃത്തപരിധിയോടു ചേർന്നു് ഒരു പന്തി ചെറിയ സുഷിരങ്ങളുണ്ടു്. അവയുടെ എണ്ണം സൌകര്യമനുസരിച്ചു് ക്ലിപ്തപ്പെടുത്തിയിരിക്കും. ഒരു പദ്ധതിയിൽ തകിടിൽ 32 സുഷിരങ്ങളുണ്ടു്. ഇവ തമ്മിലുള്ള അകലം ഒന്നുതന്നെ. എന്നാൽ ഓരോന്നിനും കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുമുള്ള



പടം 179.
നിപ്കോ തകിട്.

ദൂരം ക്രമേണ ഒരു സുഷിരത്തിന്റെ വ്യാസംവീതം കുറഞ്ഞു വരുന്നു. പ്രേഷിക്കേണ്ട ചിത്രം ഒരു 'സംവർജ്ജനകാചം' (convex lens) ഉപയോഗിച്ചു് S T U V എന്ന സ്ഥാനത്തു തകിടിൽ പതിപ്പിച്ചു എന്നു സങ്കല്പിക്കുക. ഈ അവസ്ഥയിൽ, തകിടു് അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ കൂടിയുള്ള അക്ഷത്തിൽ കറങ്ങുന്നപക്ഷം, ഓരോ സുഷിരവും ചിത്രത്തിന്റെ മുകളില

ത്തെ വക്കിന്റ് ഏകദേശം സമാന്തരമായ 'വരി'കളിൽക്കൂടി ക്രമാനുഗതമായി ചിത്രത്തെ സംക്രമണംചെയ്യും. 180-ാംപടം തകി



പടം 180.

തകിടിലെ പ്രതിരൂപസ്ഥാനം പ്രഗുണീകരിച്ചതു്.

ടിൽ പ്രതിരൂപമുള്ള ഭാഗത്തിന്റെ 'പ്രഗുണീകൃത' (magnified) ചിത്രമാണു്. ഒന്നാമത്തെ സുഷിരം മുകളിലത്തെ വരിയിലെ ഒന്നാമത്തെ ബിന്ദു Aയിൽ തുടങ്ങി അവസാനബിന്ദു P വരെയും, അതിനുശേഷം രണ്ടാമത്തെ സുഷിരം രണ്ടാമത്തെ വരിയിലെ ആദ്യബിന്ദു A_1 ൽ തുടങ്ങി അതിലെ അവസാനബിന്ദു P_1 വരെയും സംക്രമിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ഓരോ സുഷിരവും തുടർച്ചയായി ഓരോ വരിയിലും കൂടി കടക്കുമ്പോൾ ചിത്രം മുഴുവൻ അനേക വരകളായും ബിന്ദുക്കളായും വിഭജിക്കപ്പെട്ടതായി കരുതാം. ഒരു സുഷിരം ചിത്രത്തിന്റെ ഒരററംമുതൽ മറേറ അററംവരെ സംക്രമിക്കുമ്പോൾ ഒരു വരി പൂർത്തിയായി എന്നും എല്ലാ സുഷിരങ്ങളും ഒരു പ്രാവശ്യം കടന്നുകഴിയുമ്പോൾ,

അതായതു് തകിട്ട് ഒരു പ്രാവശ്യം കറങ്ങിക്കഴിയുമ്പോൾ, ഒരു 'പരിവർത്തി' (frame) തികഞ്ഞു എന്നും പറയാം.

പ്രക്ഷേപണം. ഓരോ സുഷിരവും ചിത്രത്തിന്റെ ഓരോ ബിന്ദുവിൽ ചെന്നെത്തുമ്പോൾ അതാതിന്റെ ശോഭാതീവ്രതയ്ക്കനുസൃതമായ പ്രകാശം അതിൽ കൂടി കടക്കും. തകിടിന്റെ മറുവശത്തു ചിത്രത്തിന്റെ പുറകിലായി 181-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ, ഒരു പ്രഭാവൈദ്യുതിഘടം ഉണ്ടായിരുന്നാൽ ഓരോ ബിന്ദുവിലെയും ശോഭാവ്യത്യയത്തിനു് ആനുപാതികമായ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം അതിൽ ആനുപൂർവികമായി ഉത്ഭവിക്കുന്നു. അതു് പ്രവർദ്ധനശേഷം, വാഹകതരംഗത്തിൽ ആരോഹിച്ച് പ്രേഷണംചെയ്താൽ പ്രേഷിതതരംഗപരമ്പര പ്രതിരൂപത്തിലെ ഓരോ ബിന്ദുവിലെയും ശോഭാതീവ്രതയ്ക്കു് ആനുപൂർവികമായി യോജിച്ചിരിക്കും.

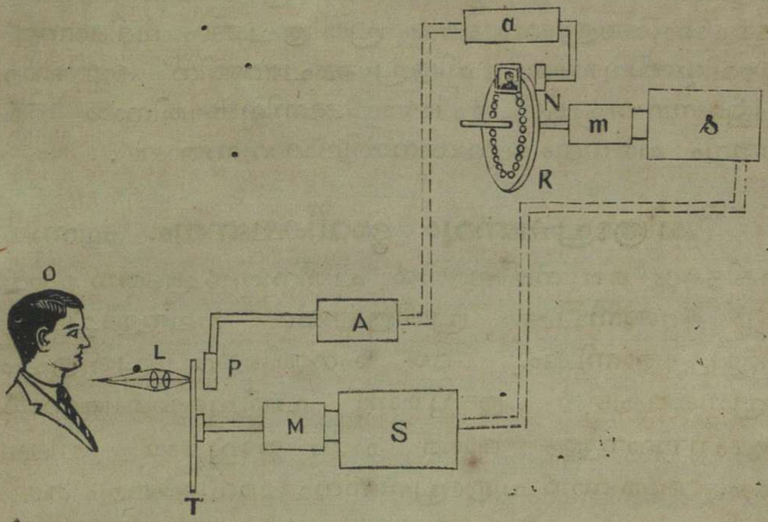
ആദാനം. ആദായകത്തിൽ ഇതേ വേഗത്തിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇതേ തരത്തിലുള്ള ഒരു തകിടിന്റെ പുറകിൽ, 181-ാംപടത്തിലെപ്പോലെ, പ്രേഷകത്തിലെ പ്രഭാവൈദ്യുതിഘടത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തു് ഒരു നിയോൺവിളക്കു വച്ചിട്ടുണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. അതിന്റെ ദീപ്തി ഈ തരംഗപരമ്പരയിലെ തീവ്രതയുടെ ക്രമത്തിൽ ചിഹ്നകതരംഗപരമ്പരയാൽ വ്യത്യയപ്പെടുത്താം. പ്രേഷകാദായകതകിടുകൾ രണ്ടും ഒരു സെക്കണ്ടിൽ പതിനാറിൽ കൂടുതൽ പ്രാവശ്യം കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ തകിടിന്റെ മുമ്പിൽനിന്നും നോക്കുന്ന ആളിനു്, വീക്ഷണപര്യവസ്ഥാനം നിമിത്തം, മൂലപ്രതിരൂപം കാണുന്നതായി തോന്നിക്കും. ശരിയായ രൂപവീക്ഷണം മറെറാരു സംഗതിയേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

കാലസാത്മ്യകരണം (synchronisation). ആദാനതകിട്ട് ഓരോ വരിയും തുടങ്ങുന്നതു്, മൂലത്തിലെ അതാതു വരിയിലെ ആദ്യബിന്ദുവിന്റെ ശോഭാതീവ്രതയ്ക്കനുസൃതമായ ചിഹ്നകം വിളക്കിന്റെ ദീപ്തിയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ക്ഷണത്തിലായിരിക്കണം. അതായതു്, രണ്ടു തകിടിന്റേയും ഭ്രമ

ണം ഒരേ വേഗതയിലായിരുന്നാൽ മാത്രം പോരാ; ഏതെങ്കിലും ബിന്ദുവിൻെറ ശോഭാതീവ്രതയനുസരിച്ചുള്ള ചിഹ്നകം വെളിച്ചത്തെ നിയന്ത്രിക്കുമ്പോഠം ആദാനതകിടും പ്രേഷകതകിടിൻെറ തത്തുല്യസ്ഥാനത്തുതന്നെയായിരിക്കേണ്ടതാണ്. പ്രേഷകതകിട് പകുതി കറങ്ങിയപ്പോഴുള്ള ബിന്ദുവാണെങ്കിൽ ആദാനതകിടും പകുതി കറങ്ങിയിരിക്കണം. അതുപോലെതന്നെ ഒന്നിലെ ഓരോ സുഷിരവും എല്ലായ്പ്പോഴും മറേറതിലേ തത്തുല്യസ്ഥാനത്തിലുള്ള സുഷിരത്തോട് ഇണചേർന്ന് ഒത്തിരിക്കേണ്ടതുമാണ്. ഇങ്ങനെ രണ്ടിനേയും ക്രമപ്പെടുത്തുന്ന പ്രവൃത്തിയെ 'കാലസാത്മ്യകരണം' എന്നും അതിനുപയോഗിക്കുന്ന ചിഹ്നകത്തെയും, പ്രവാഹത്തെയും, യഥാക്രമം, 'കാലസാത്മ്യകരണചിഹ്നകം', 'കാലസാത്മ്യകരണപ്രവാഹം' എന്നും നാമകരണം ചെയ്യാം. അതിനാൽ വീക്ഷണചിഹ്നകത്തോടുകൂടി കാലസാത്മ്യകരണചിഹ്നകം കൂടി പ്രേഷണവും ആദാനവും ചെയ്യേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

നിപ്കോ തകിടുപയോഗിച്ചുള്ള പ്രേഷണവും ആദാനവും 181-ാം പടത്തിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കാം. ഒരു കാചം L ഉപയോഗിച്ച് Oയുടെ ചിത്രം പ്രേഷണതകിട് Tയിൽ പതിപ്പിക്കുന്നു. അതിൽനിന്നുള്ള വെളിച്ചം, ക്രമത്തിൽ തകിടിൻെറ സുഷിരങ്ങളിൽ കൂടി കടന്ന് പിമ്പിലുള്ള പ്രഭാവൈദ്യുതിഘടം Pയിൽ വീഴും. അപ്പോഠം ഘടത്തിൻെറ പര്യയനത്തിൽ, അതിൽ പതിക്കുന്ന വെളിച്ചത്തിൻെറ തീവ്രതയിലുള്ള ഏററക്കുറച്ചിലനുസരിച്ച്, ദോലനപ്രവാഹം ഉത്ഭവിക്കുന്നു. A യിലെ പ്രവർദ്ധനത്തിനുശേഷം, കമ്പിവഴിയായോ, റേഡിയോ തരംഗം മുഖേനയോ, അതിനെ പ്രസരിപ്പിക്കാം. ആദാനകേന്ദ്രത്തിൽ *a* യിൽ പ്രവർദ്ധനം കഴിഞ്ഞിട്ട്, ഇത് ഒരു നിയോൺവിളക്ക് Nൻെറ ദീപ്തിയെ ക്രമീകരിക്കുന്നു. കാലസാത്മ്യകരണപര്യയനം Sൽ നിന്നുള്ള സ്പന്ദനങ്ങഠം പ്രേഷകതകിടിനെ കറക്കുന്ന മോട്ടോർ Mൻെറ ഭ്രമണത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നുണ്ട്. ആ ചിഹ്നകങ്ങളും ആദാനകേന്ദ്രത്തിലേക്കയയ്ക്കുന്നു. അവിടെയുള്ള കാലസാത്മ്യകരണപര്യയനം s-ാൽ ഇതേ ചിഹ്നകങ്ങഠം ആദാനതകിടിനെ കറക്കുന്ന

മോട്ടോർ mനേയും നിയന്ത്രിക്കുന്നുണ്ടു്. അതിനാൽ രണ്ടു തകിടുകളും സ്ഥാനവ്യത്യാസം കൂടാതെ ഒരേ വേഗത്തിൽ



പടം 181.

നിപ് കോതകിടുപയോഗിച്ചുള്ള ചിത്രപ്രേഷണവും ആദാനവും.

കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കും. തകിടുകൾ വേണ്ടിടത്തോളം വേഗത്തിൽ കറങ്ങുന്നപക്ഷം, ആദാനതകിടിൻെറ മുമ്പിൽനിന്നും നോക്കുന്ന ആളിന് മൂലചിത്രത്തിൻെറ പ്രതിച്ഛായ കാണുന്നതായി തോന്നിക്കും. ഭ്രമണവേഗത കൂടുന്തോറും പ്രതിരൂപം തെളിവായും വീക്ഷണം സുഖകരമായുമിരിക്കുന്നതാണ്.

ചിത്രപ്രേഷണം. തകിട് സാവധാനത്തിൽ ഒരു പ്രാവശ്യം മാത്രം കറങ്ങിയെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ ആദാനകേന്ദ്രത്തിൽ, ഓരോ ബിന്ദുവിൽനിന്നുമുള്ള ചിഹ്നകങ്ങളാൽ, അതാതിൻെറ ശോഭാതീവ്രതക്കനുസൃതമായ വിധത്തിൽ, ഒരു കടലാസ്സിൽ, ക്രമമായി കറുത്തും വെളുത്തുമുള്ള കുത്തുകളിടുന്നപക്ഷം മൂലചിത്രത്തിൻെറ പ്രതിച്ഛായ ലഭിക്കും. ആദാനതകടിൽ കൂടിയുള്ള വെളിച്ചം ഒരു 'ച്ഛായാഗ്രഹണഫലക' (photographic plate)

ത്തിൽ ക്രമമായി പതിപ്പിച്ച് വേണ്ടവണ്ണം കഴുകി എടുക്കു മ്പോഴും ഒരു സ്ഥിരപ്രതിച്ഛായ കിട്ടുന്നതാണ്. വൃത്താന്ത പത്രങ്ങൾക്കും മററും വൃത്താന്തത്തോടുകൂടിത്തന്നെ ആളുകളു ടേയും രാഗങ്ങളുടേയും മററും പ്രതിരൂപങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നതു് ഈവിധത്തിലുമാകാം. ചിത്രപ്രേക്ഷണത്തിന് കണ്ണിൻെറ പശ്ച്യവസ്ഥാനപ്രകൃതി ഉപയോഗിക്കുന്നില്ലാത്തതിനാൽ ശക ലനവും ചയനവും സാവധാനത്തിലാകാവുന്നതാണ്.

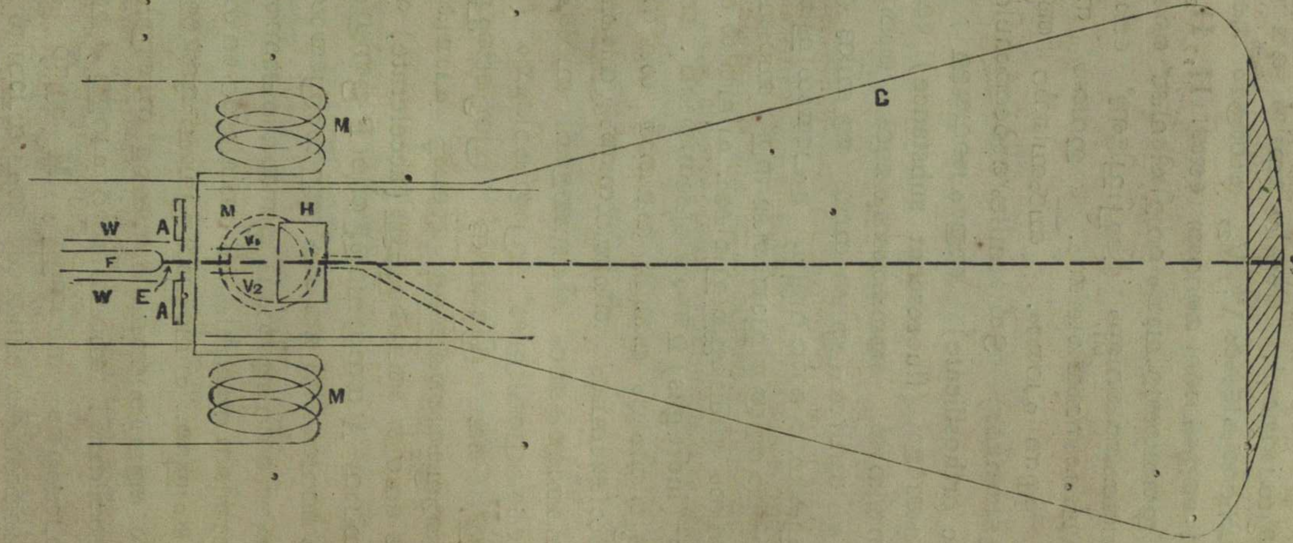
ചിത്രപ്രേഷണവും ദൂരവീക്ഷണവും. എന്നാൽ തകിടുകൾ ഒരു നിമിഷത്തിൽ പതിനാറിൽ കൂടുതൽ പ്രാവ ശ്യം കറങ്ങുന്നപക്ഷം പ്രതിരൂപങ്ങൾ ചലനതുടർച്ചയുള്ള തായി തോന്നിക്കും. ഒരു രംഗത്തിൻെറ പ്രതിരൂപം പ്രേഷകതകിടിൽ തുടർച്ചയായി പതിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ ആദാനസ്ഥാനത്തും അതേ രംഗം തുടർച്ചയായി വീക്ഷി ക്കാം. അതിനാൽ ചിത്രപ്രേഷണവും ദൂരവീക്ഷണവും തമ്മി ലുള്ള മൌലികവ്യത്യാസം ശകലനത്തിലും ചയനത്തിലുമുള്ള വേഗതയിലാണ്. ചിത്രപ്രേഷണം മന്ദഗതിയിലാകയാൽ ദൂരവീക്ഷണത്തിനുപയോഗിക്കാൻ നിവൃത്തിയില്ലാത്ത പല പദ്ധതികളും ഉപകരണങ്ങളും അതിനുപയോഗിക്കാം.

അപാധക്കിരണദോലദർശിനി.

(cathode ray oscillograph)

<u>നിർമ്മിതി.</u> ഇതു ദൂരവീക്ഷണത്തിനുള്ള ഏററവും പ്രധാ നപ്പെട്ട ഒരുപകരണമാണ്. 182-ാം പടത്തിൽ നിന്നും ഇതിൻെറ നിർമ്മിതി ഗ്രഹിക്കാം. നീണ്ട കഴുത്തോടുകൂടി പമ്പരത്തിൻെറ ആകൃതിയിലുള്ള C എന്നകണ്ണാടി ബൾ ബിൽ, ആലകതാണുജത്തിലെപോലെ, ആലകതാണുകങ്ങളെ ധാരാളമായി വിക്ഷേപണം ചെയ്യുന്ന F എന്ന തിരിയുണ്ട്. അതിനെച്ചുററി തിരസ്കരണി എന്നു വിളിക്കുന്നതും കുഴൽ രൂപത്തിലുള്ളതുമായ W എന്ന ലോഹച്ചുരുൾ സ്ഥാപിച്ചി രിക്കുന്നു. ഇതിൻെറ മുമ്പിൽ മദ്ധ്യത്തിലായി കാണുന്നതു്,

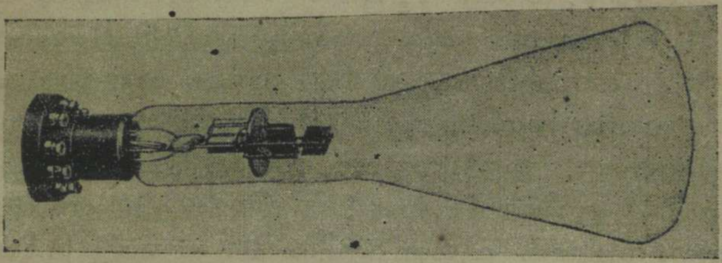
ഒരു ദ്വാരമുള്ളതും, കുഴലിന്റെ കുറുകെ വച്ചിരിക്കുന്നതുമായ, A എന്ന അഭ്യധാവാണ്. അതിന്റെ മുമ്പിൽ ഒരു ജോടി സമകോണലോഹത്തകിടുകൾ V_1, V_2, യഥാക്രമം മുകളിലും കീഴെയുമായും, അതുപോലെ മറെറാരു ജോടി H_1, H_2 ഇവയുടെ മുമ്പിൽ ഇരുവശങ്ങളിലായും വെളിയിലേക്ക് വൈദ്യുതിബന്ധനം വരത്തക്കവണ്ണം ഉറപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട് ജോടികൾ തമ്മിൽ സമകോണമായിരിക്കണം. ഇവയെ നിയന്ത്രണാധ്വാക്കൾ എന്നു പറയാം. ബൾബിൻെറ അകത്ത് (വിസ്തീർണ്ണംകൂടിയവശം) S ൽ സിങ്ക്ഓർത്തോസിലിക്കേയിറേറാ (Zinc orthosilicate) അതുപോലെയുള്ള മററു 'സ്വയംദീപ്തകങ്ങളോ' (fluorescent substance) ലേപനം ചെയ്തിരിക്കുന്നതിനാൽ ആലകതാണുകങ്ങൾ അതിന്മേൽ ഏതെങ്കിലും ബിന്ദുവിൽ പതിക്കുമ്പോൾ ആ ബിന്ദു പ്രശോഭിക്കുന്നു. പ്രകാശത്തിൻെറ വണ്ണം, ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന സ്വയംദീപ്തകത്തെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നതു്. ബൾബിൽനിന്ന് വായു മുഴുവനും ബഹിഷ്കരിച്ചിരിക്കും. ചിലതിൽ സ്വല്പം 'ജഡവാതകം' (inert gas) ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതാണ്. തിരസ്കരണിയും വൈദ്യുതിതിരിയും തമ്മിൽ തക്കതായ ശക്ത്യന്തരം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ തിരിയിൽനിന്നും വിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന ആലകതാണുകങ്ങൾ കിരണങ്ങളായി ബൾബിൻെറ ചുവട്ടിൽ ഒരേകേന്ദ്രത്തിലേക്ക് 'പ്രാഗ്രീകരിക്കയും' (focus) തൽസ്ഥാനത്ത് ഒരു പ്രഭാബിന്ദു പ്രത്യക്ഷപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ആലകതാണുകങ്ങളെ മുമ്പോട്ടു പായിക്കുന്നതിനും അവയുടെ വേഗത 'ത്വരപ്പെടുത്തു'(accelerate) ന്നതിനുമായി, അഭ്യധാവ് A ധനധ്രുവവും, തിരി F ഋണധ്രുവവുമാകത്തക്കവണ്ണം അവതമ്മിൽ ഒരു ശക്ത്യന്തരം പ്രയോഗിക്കാം. ആലകതാണുകത്തിൻെറ ആരോപം ഋണമായിരിക്കുന്നതിനാൽ ധനധ്രുവം അതിനെ ആകർഷിക്കയും അതിൻെറ വേഗത വർദ്ധിപ്പിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ചിലപ്പോൾ പ്രവാഹംമൂലമുള്ള കാന്തമണ്ഡലത്താൽ ആലകതാണുകകിരണങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കേണ്ടിയിരിക്കും. അതിനായി ബൾബിൻെറ പുറത്ത്, ഉള്ളിലെ നിയന്ത്രണാധ്വാക്കളുടെ സ്ഥാനത്ത്, M എന്ന വലയം ഉണ്ട്. ആലകതാണുകകിരണങ്ങൾ അപാധ്വാവിൽ നിന്നാ



പടം 182.

അപാധ്യകിരണദോലദർശിനി.

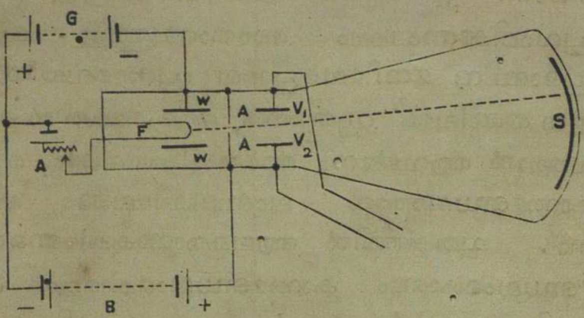
ണല്ലോ പുറപ്പെടുന്നതു്. അതിനാൽ അവയെ 'അപാധ്രകിരണങ്ങൾ' (cathode rays) എന്നു പറയും. ശക്‌നഗ്രദ്ധ



ചിത്രം 9.
അപാധ്രകിരണദോലദർശിനി.

ത്തിൻെറയും പ്രവാഹത്തിൻെറയും മററും ദോലനങ്ങൾ അപാധ്രകിരണങ്ങൾകൊണ്ടു് പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്തുന്നതിനാലാണു് ഇതിനെ 'അപാധ്രദോലദർശിനി' എന്നു വിളിക്കുന്നതു്. 9-ാം ചിത്രം ഒരപാധ്രദോലദർശിനിയുടേതാണു്.

<u>കിരണനിയന്ത്രണം.</u> ദോലദർശിനിയുടെ അധ്രാക്കളും ബാററികളുമായുള്ള ബന്ധനം 183-ാംപടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിൻെറ ചുവട്ടിലെ പ്രഭാബിന്ദു വൈദ്യുതിമണ്ഡലംകൊണ്ടോ, കാന്തമണ്ഡലംകൊണ്ടോ സൂക്ഷ്മമായി നിയന്ത്രിക്കാം. ഒന്നാമത്തെ ജോടി



പടം 183.
ദോലദർശിനിയും ബാററികളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം.

V_1, V_2 എന്ന അധ്രാക്കളിൽ V_1െൻറ ശക്‌നഗ്രദ്ധം ഋണവും, V_2ൻേറതു് ധനവും ആയിരുന്നാൽ, ഋലകതാണകങ്ങളും ധനാരോപവും തമ്മിലുള്ള ആകർഷണംകൊണ്ടു് ഋലകതാണകകിരണത്തെ, V_2െൻറ വശത്തേക്കു്, അതായ

ത്തു് പടത്തിൽ കീഴോട്ടു്, ആകർഷിക്കുന്നതും ചുവട്ടിലെ ബിന്ദുസ്ഥാനം ആ വശത്തേക്കു് നീങ്ങുന്നതുമാണു്. മറിച്ചായാൽ, അതായതു് V_1 ധനവും V_2 ഋണവുമായിരുന്നാൽ ബിന്ദുസ്ഥാനം V_1ൻെറ ഭാഗത്തേക്കു്, അതായതു് മുകളിലേക്കു്, മാറുന്നതാണു്. ഒന്നിടവിട്ടു് V_1-ം, V_2-ം ധനവും ഋണവുമായാൽ അതനുസരിച്ചു് പ്രഭാബിന്ദുവും മുകളിലോട്ടും കീഴോട്ടും മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഇതു് ഒരു നിമിഷത്തിൽ പതിനാറുപ്രാവശ്യത്തിൽ കൂടുതലായിരുന്നാൽ, കണ്ണിൻെറ വീക്ഷണപര്യവസ്ഥാനം നിമിത്തം, പ്രഭാബിന്ദുവിനു പകരം ഒരു പ്രഭാരേഖയേ കാണുകയുള്ളു.

ഇരുവശങ്ങളിലുമുള്ള അധ്വാക്കൾ മുഖേനയും പ്രഭാബിന്ദുവിനെ ഇതേ വിധത്തിൽ നിയന്ത്രിക്കാം. അതായതു്, അവയിൽ ഇടവിട്ടു്. ധനശക്തഗ്രദ്ധവും ഋണശക്തഗ്രദ്ധവും പ്രയോഗിച്ചാൽ പ്രഭാബിന്ദു വശങ്ങളിലേക്കു നീങ്ങുന്നതും ഇതു് ഒരു നിമിഷം പതിനാറിൽ കൂടുതൽ പ്രാവശ്യമായാൽ പ്രഭാബിന്ദു, വശത്തോട്ടുവശമുള്ള ഒരു പ്രഭാരേഖയായി മാത്രം കാണുന്നതുമാണു്. ദോലദർശിനിക്കു പുറത്തായി കാണിച്ചിരിക്കുന്ന M എന്ന വലയത്തിൽ കൂടി ദോലവൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുന്നപക്ഷം അതോടൊത്തുള്ള കാന്തബലത്താൽ പ്രഭാബിന്ദു മുമ്പിലേപ്പോലെ പ്രഭാരേഖയായി തോന്നിക്കും. ഇവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം, ആദ്യത്തേതിൽ വൈദ്യുതിമണ്ഡലത്താൽ ആവർജ്ജനം അതേ ദിക്കിലേക്കും, രണ്ടാമത്തേതിൽ കാന്തമണ്ഡലത്താൽ ലംബദിക്കിലേക്കും ആണെന്നുള്ളതാണു്. ചുരുക്കത്തിൽ ആലകതാണുകകിരണത്തെ വൈദ്യുതിമണ്ഡലംകൊണ്ടും കാന്തമണ്ഡലംകൊണ്ടും ആവർജ്ജിക്കാം. മുമ്പിലത്തേതിൽ ആവർജ്ജനം മണ്ഡലദിക്കിലേക്കും രണ്ടാമത്തേതിൽ അതിൻെറ ലംബദിക്കിലേക്കുമാണു്.

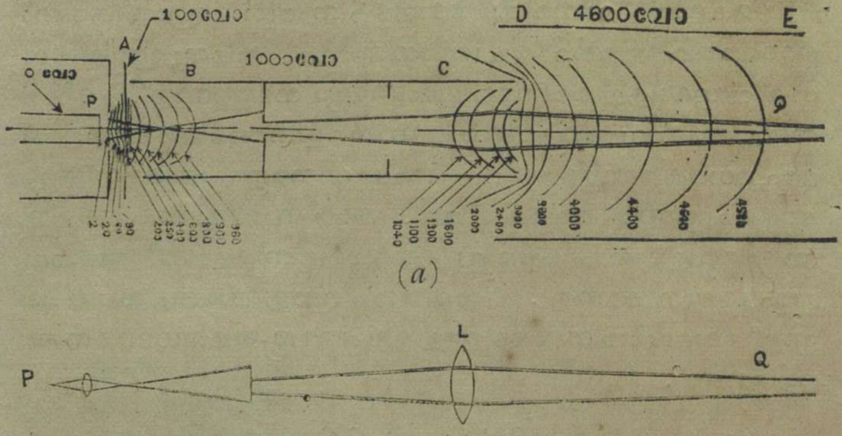
'അൻപാധ്വകിരണയഷ്ടിക്കു്' (—beam) 'ജഡത്വം' (inertia) നാസ്തിയാണെന്നു തന്നെ പറയാം. അതിനാൽ കിരണയഷ്ടിയുടെ ചലനം നിയന്ത്രണാധ്വാവിലെ ശക്തഗ്രദ്ധത്തിൻെറയും വലയത്തിലെ പ്രവാഹത്തിൻെറയും വ്യത്യയ

ങ്ങൾക്ക് സൂക്ഷ്മാനുപാതികമായിരിക്കും എന്നതാണ് ദോല ദർശിനിയുടെ വൈശിഷ്ട്യം.

മുകളിൽ വിവരിച്ച ദോലദർശിനിയിൽ പ്രാഗ്രീകരണം ജഡവാതകത്തിന്റെ ഉപയോഗത്താലും, തിരസ്കരണിയിലെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധക്രമീകരണത്താലുമാണല്ലോ നടത്തുന്നത്. ദർശിനിയുള്ളിൽ വാതകമുണ്ടായിരുന്നാൽ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയിൽ അപാധാകിരണത്തിന്റെ അപചലനത്തെ സൂക്ഷ്മനിയന്ത്രണം ചെയ്യുന്നത് അശക്യമാണ്. അതിനാൽ വാതകം കഴിയുന്നിടത്തോളം ബഹിഷ്കരിച്ച ദോലദർശിനികളാണ് ഇക്കാലത്തുപയോഗിക്കുന്നത്. ഇവയിൽ പ്രാഗ്രീകരണം സാധിക്കുന്നത് ദോലദർശിനിയുടെ ഉള്ളിലെ വൈദ്യുതിമണ്ഡലം നിയന്ത്രിച്ചാണ്.

184-ാം പടം (a)യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ കുഴൽ രൂപത്തിലുള്ള രണ്ട് അധാക്കൾ BC യും, DE യും അഭ്യധാവ് Aയുടെ മുമ്പിൽ ഒന്നിനുപുറകെ ഒന്നായി സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയിലെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധം നിയന്ത്രിച്ച് പ്രാഗ്രീകരണം സാധിക്കാം. അപാധാവിൽനിന്നുള്ള ദൂരം കൂടുന്തോറും ശക്ത്യഗ്രദ്ധവും കൂടിയിരിക്കും. ദോലദർശിനിയിൽ കുറകെയിരിക്കുന്ന ഒന്നാമത്തെ അഭ്യധാവ് A യിലെ ശക്ത്യഗ്രദ്ധം ഏററവും കുറവും, കുഴൽ രൂപത്തിലുള്ള രണ്ടാമത്തെ അഭ്യധാവ് BC യിലേതു് മദ്ധ്യമവും മൂന്നാമത്തെ DE യിലേതു് എല്ലാററിലും കൂടുതലും ആകുന്നു. അപ്പോൾ, ഒരു കാചം പ്രകാശരശ്മികളേയെന്നപോലെ, ആലകതാണുക കിരണങ്ങളെ ഒരേബിന്ദുവിലേക്ക് വൈദ്യുതിമണ്ഡലം 'ആവർജ്ജിക്ക' (bend)യും അങ്ങനെ പ്രാഗ്രീകരണം സാധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. 184-ാം പടത്തിൽ (a) വൈദ്യുതിമണ്ഡലത്താൽ PQ എന്ന ആലകതാണുകകിരണയഷ്ടിയേയും, (b) കാചത്താൽ PQ എന്ന പ്രകാശകിരണയഷ്ടിയേയും പ്രാഗ്രീകരിക്കുന്നതു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. രണ്ടിലും പ്രവർത്തനം സമാനവും ഫലം ഒന്നുതന്നെയുമാണെന്നു കാണാം. ദർശിനിയിലെ അധാക്കളിൽ A ആലകതാണുകങ്ങളുടെ മുമ്പോട്ടുള്ള ഗമനത്തെ ത്വരപ്പെടുത്തുന്നു. A യും B C യും തമ്മിലുള്ള മണ്ഡ

ലം ആലക്താണകകിരണങ്ങളെ 'വിവൎജ്ജിച്ച്' (diverge) അതിന്റെ മദ്ധ്യഭാഗത്തു് ഒരേ വേഗതയിലുള്ള കിരണങ്ങളെ



(a)

(b)

പടം 184.

പ്രാഗ്രീകരണം.

(a) ആലക്താണകങ്ങൾ—വൈദ്യുതിമണ്ഡലത്താൽ.

(b) വെളിച്ചം—കാചത്താൽ.

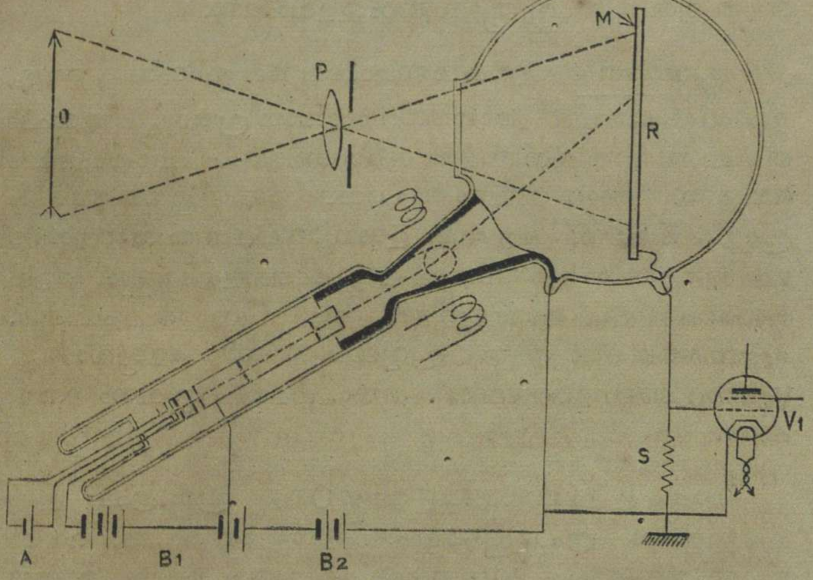
BC യിലെ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടി മുന്നോട്ടുപായിക്കുന്നു. BC യും DE യും തമ്മിലുള്ള മണ്ഡലം അവയെ ഒരേ കേന്ദ്രത്തിലേക്കു 'സംവൎജ്ജിച്ച്' (converge) പ്രാഗ്രീകരണം നടത്തുന്നു. ഈ ജാതി ദോലദർശിനിയിൽ വൈദ്യുതിമണ്ഡലം ഉപയോഗിച്ചാണല്ലോ ആലക്താണകകിരണങ്ങളെ പ്രാഗ്രീകരിക്കുന്നതു്. കാന്തമണ്ഡലം ഉപയോഗിച്ചും ഇതു സാധിക്കാം. ഇവ ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയിലും നിയന്ത്രണമണ്ഡലത്തിന് സൂക്ഷ്മാനുപാതികമായി പ്രതിവൎത്തിക്കുന്നു. ദൂരവീക്ഷണത്തിനുപയോഗിക്കുന്നതു് ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതയാകയാൽ ഇതു് ഏറ്റവും സൗകര്യവുമാണു്.

പ്രേഷണം

ആലക്താണകചിത്രഗ്രാഹി (electron camera). അപധാകിരണദോലദർശിനിയും പ്രഭാവിക്ഷേപഫലകവും ഉപയോഗി

ച്ചുള്ള പദ്ധതികളാണു് ദൂരവീക്ഷണത്തിന്നു് ഏററവും പര്യാപ്തമായതു്. ആധുനികകാലത്തു് പ്രചുരപ്രചാരത്തിലിരിക്കുന്നതും അതുതന്നെയാണു്. ഇവയുടെ പ്രയോഗത്തെ മനസ്സിലാക്കുവാനായി സ്വോറിക്കിന്റെ (Sworykin) 'ആലക്താണകപ്രതിമാദർശിനി' (electron iconoscope) എന്ന ഉപകരണത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെപ്പററി വിവരിക്കാം. ഒരു വസ്തുവിന്റെയോ രംഗത്തിന്റെയോ ആലക്താണകപ്രതിരൂപം വിരചിക്കുന്നതിന്നു് ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണത്തെ 'ആലക്താണകപ്രതിമാഗ്രാഹി' എന്നു നാമകരണം ചെയ്യാം. മേൽപറഞ്ഞ പ്രതിമാദർശിനി അത്തരത്തിലൊന്നാണു്.

ഉൽകിരണം (mosaic). 185-ാം പടത്തിൽ അതിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. മുമ്പു വിവരിച്ച ദോലദർശിനിയുടെ



പടം 185.

സ്വോറിക്കിന്റെ ആലക്താണകപ്രതിമാദർശിനി.

ചുവട്ടിലുള്ള സ്വയംദീപ്തകത്തിന്നു പകരം ഇതിന്റെ ഗോളഭാഗത്തിന്റെ മദ്ധ്യത്തിൽ M എന്ന ഒരു 'ഉൽകിരണം' സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരഭ്രത്തകിടിന്റെ ഒരു വശ

ത്തു് സിഎസ്സ്-ഒ-എജി കൊണ്ടുള്ള അനേകായിരം 'സൂക്ഷ്മഗോളകങ്ങൾ' (globules) പരസ്പരം വൈദ്യുതിബന്ധനം കൂടാതെ നിരത്തിവച്ചു നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്ന ഉപകരണത്തിന് 'ഉൽകിരണം' എന്നു പേർ. സാധാരണയായി അഭ്രത്തകിട്ട് സമകോണമായിരിക്കും. ഈ തകിടിൻെറ മറുവശത്തു് അതേ വലിപ്പത്തിലുള്ള ഒരു ലോഹത്തകിട്ട് R ഉറപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇതിനെ 'ചിഹ്നകതകിട്' (signal plate) എന്നു പറയുന്നു. ഉൽകിരണത്തിലെ ഓരോ ഘടകവും ഈ ചിഹ്നകതകിടും ഇടയ്ക്കുള്ള അഭ്രവും ചേർന്ന് ഓരോ ചെറിയ വൈദ്യുതിസംഭരണിയായിത്തീരുന്നു. ഇവയ്ക്കെല്ലാം ഒരു തകിട് പൊതുവായും മററതു പ്രത്യേകം പ്രത്യേകമായുമിരിക്കും. അതിനാൽ ഓരോ ഘടകത്തിലും, തന്മൂലം ഓരോ സംഭരണിയിലും, ഉണ്ടാകുന്ന ആരോപവ്യത്യയങ്ങൾ ചിഹ്നകതകിടിലും അതേ രീതിയിൽ വ്യത്യാസങ്ങൾ ഉളവാക്കുന്നു.

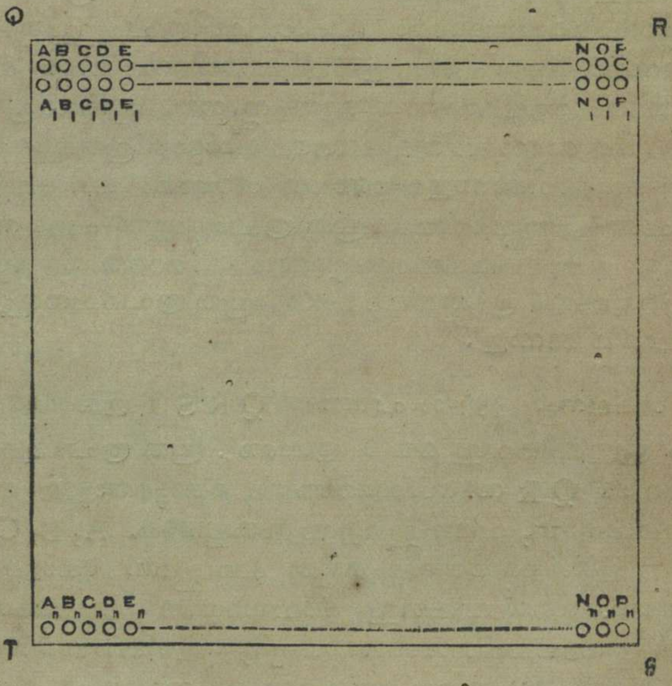
<u>പ്രവർത്തനം.</u> ഉൽകിരണത്തിലെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ വെളിച്ചം പതിക്കുമ്പോൾ അതിൻെറ ശോഭാതീവ്രതയ്ക്കു് ആനുപാതികമായി അതിൽനിന്നും ആലക്ത്രാണുകങ്ങൾ വിക്ഷേപണം ചെയ്യുന്നു. അതേ സമയം അപാധചക്രിരണയഷ്ടിയെ അതിൽ പ്രാഗ്രീകരിക്കുന്നു. ആ ഘടകം ഉദാസീനമാകുന്നതിനു വേണ്ടിടത്തോളം, അതായതു് വിക്ഷേപിച്ചിടത്തോളം എണ്ണം, ആലക്ത്രാണുകങ്ങളെ അതിൽനിന്നും ആ ബിന്ദു സ്വീകരിക്കും. ചിഹ്നകതകിടിൽ നിന്നും പ്രവൃദ്ധകത്തിൻെറ ആദ്യവാൽവ് V_1 ൻെറ അഗ്രഗളത്തിലേക്ക് തൽഫലമായ സ്പന്ദനം നയിക്കുന്നു.

കാമറ P ഉപയോഗിച്ച് വസ്തു O യുടെ പ്രതിരൂപം ഉൽകിരണത്തിൽ രൂപപ്പെടുത്താം. ഉൽകിരണത്തിലെ ഓരോ ഘടത്തിൽനിന്നും, മുമ്പു വിശദീകരിച്ചതുപോലെ, അതതു ഘടത്തിൽ നിപതിക്കുന്ന ശോഭാതീവ്രതയ്ക്കു് ആനുപാതികമായി ആലക്ത്രാണുകങ്ങൾ വിക്ഷേപിക്കുന്നു. അതായതു് ശോഭകൂടിയ സ്ഥാനങ്ങളിൽ നിന്ന് കൂടുതലും കുറഞ്ഞിടത്തുനിന്ന് കുറവും ആലക്ത്രാണുകങ്ങൾ പുറപ്പെടുന്നു എന്നു സാരം. തീരെ ഇരുട്ടായിരിക്കുന്നിടത്തുനിന്ന് ഒന്നുംതന്നെ പുറപ്പെടുന്നില്ല.

ഈ സ്ഥിതിയിൽ ഉൽകിരണം മൂലസാധനത്തിൻെറ 'ആലക്താണകപ്രതിരൂപം' (electron image) ആണെന്നു പറയാം. അതിലുള്ള ഓരോ ബിന്ദുവിൻെറയും ശോഭാതീവ്രതയിലുള്ള വ്യത്യാസംകൊണ്ടാണല്ലോ പ്രകാശപ്രതിരൂപം പ്രത്യക്ഷീഭവിക്കുന്നതു്. അതുപോലെ ഉൽകിരണത്തിൻെറ ഓരോ ബിന്ദുവിൻെറയും ആലക്താണകങ്ങളുടെ ന്യൂനത, പ്രകാശപ്രതിരൂപത്തിലെ ഓരോ ബിന്ദുവിൻെറയും ശോഭാതീവ്രതയ്ക്കു് ആനുപാതികമായിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് അത്തരം ബിന്ദുക്കളുടെ സമൂഹത്തെ ആലക്താണകപ്രതിരൂപം എന്നു പറയുന്നതു്. ഒന്നിൽ ആലക്താണകങ്ങളുടെയും മററതിൽ ശോഭാതീവ്രതയുടെയും കൂടുതൽകുറവാണ് പ്രതിരൂപരചനയ്ക്കു നിദാനമായിരിക്കുന്നതു്.

ശകലനം. 180-ാം പടത്തിൽ Q R S T ഉൽകിരണത്തിൻെറ പ്രവൃദ്ധീകരിച്ച ഒരു ചിത്രമാണ്. പ്രതിരൂപം മുകളിലത്തെ വക്കു് Q R നു് സമാന്തരത്തിൽ, തൊട്ടുതൊട്ടുള്ള അനേകം വരികളായി, വിഭജിച്ചു എന്നു സങ്കല്പിക്കുക. A, B, C മുതലായവ ഉൽകിരണത്തിലെ ഓരോ പരിച്ഛിന്ന ഗോളകത്തെ കുറിക്കുന്നു. മേൽ വിവരിച്ച അവസ്ഥയിൽ ദോലദർശിനിയിലെ ആലക്താണകകിരണയഷ്ടി, ഉൽകിരണത്തിൻെറ മുകളിലത്തെ വരിയിലെ ആദ്യത്തെ ബിന്ദുവായ A യിൽ തുടങ്ങി, ക്രമമായി, അതേ വരിയിലുള്ള B, C, D മുതലായ ബിന്ദുക്കളിൽ കൂടി കടന്നു്, ഒന്നാമത്തെ വരിയുടെ അവസാനത്തിലുള്ള P യിൽ ചെന്നു ചേൎന്നശേഷം; രണ്ടാമത്തെ വരിയിൽ ആദ്യത്തെ ബിന്ദുവായ A_1 ൽ തുടങ്ങി ആ വരിയിലെ ബിന്ദുക്കളിലും കൂടി മുറയ്ക്കു കടന്നു്, ഇങ്ങനെ കീഴോട്ടുള്ള ഓരോ വരികളിലും കൂടി, അവസാനത്തെ വരിയിലെ അവസാന ബിന്ദു P_n ൽ ചെന്നെത്തത്തക്കവണ്ണം, ആലക്താണകകിരണയഷ്ടിയെ നിയന്ത്രിച്ചു് വളരെ വേഗത്തിൽ ചലിപ്പിച്ചു എന്നു വിചാരിക്കുക. പ്രഭാനിപതനാത്താൽ ഓരോ ബിന്ദുവിൽ നിന്നും നഷ്ടപ്പെട്ടുപോയിട്ടുള്ളിടത്തോളം ആലക്താണകങ്ങൾ ആലക്താണകകിരണത്തിൽനിന്നും അതതു ബിന്ദു സ്വീകരിച്ചു് ഓരോ ഘടകത്തേയും പൂൎവ്വനിലയിൽ ആക്കിത്തീൎക്കുന്നു. അതോടുകൂടി ഉൽകിരണത്തിൻെറ പിൻഭാഗ

ത്തുള്ള ചിഹ്നക തകിടിൽ, തത്തുല്യങ്ങളായ ആരോപവ്യത്യയങ്ങൾ ഉണ്ടാകയും, അതേ ക്രമത്തിലുള്ള പ്രവാഹം പ്രതി



പടം 180.

ഉൽകിരണം—പ്രഗുണീകരിച്ചത്.

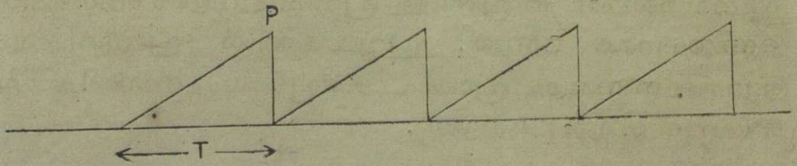
രോധി S ൽ കൂടി ലഭിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ചിഹ്നകതകിടിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന സ്പന്ദന പരമ്പരയ്ക്കു് 'പ്രതിരൂപചിഹ്നക പരമ്പര' എന്നു പറയും: പ്രവൃദ്ധകത്തിലെ പ്രഥമവാൽവിന്റെ അർഗളവും തിരിയും തമ്മിൽ പ്രതിരോധി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ ഈ പ്രതിരൂപചിഹ്നകപരമ്പര വാൽവ് V_1ൽ പ്രവേശിച്ചു പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുന്നു. അതിനു ശേഷമാണു് ഇവയെ വാഹകതരംഗത്തിൽ ആരോഹിച്ചു പ്രക്ഷേപിക്കുന്നതു്. ആലക്താണുക കിരണയഷ്ടി ഓരോ ബിന്ദുവിലും അനുക്രമം നിപതിക്കുമ്പോൾ അതാതു ഘടത്തിന്റെ ആലക്താണുകങ്ങളുടെ ന്യൂനതയനുസരിച്ചുള്ള തീവ്രതയോടുകൂടിയ പ്രവാഹമാണല്ലോ ഉണ്ടാകുന്നതു്. ഈ ന്യൂനത പ്രതിരൂ

പത്തിന്റെ ഓരോ സ്ഥാനത്തുമുള്ള ശോഭാതീവ്രതയ്ക്കനുസരിച്ചായിരിക്കുമെന്നു് മുൻപു കാണിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. അതിനാൽ പ്രതിരൂപത്തിലെ ഓരോ ബിന്ദുവിന്റെയും ശോഭാതീവ്രതയ്ക്കനുസരണമായ തീവ്രതയുള്ള പ്രവാഹം വളരെ വേഗത്തിൽ ഒന്നിനുപുറകെ ഒന്നായി പ്രവൃദ്ധകത്തിൽ പ്രവേശിക്കയും പ്രവർദ്ധനാനന്തരം പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും നാനാദിക്കിലേക്കും പ്രസരിക്കയും ചെയ്യുന്നു.

പരിവൎത്തി (cycle). അവസാനത്തെ വരിയുടെ ഒടുവിലത്തെ ബിന്ദു P_n ൽ പതിച്ചു കഴിഞ്ഞ ഉടനെ ഒന്നാമത്തെ വരിയുടെ ആദ്യബിന്ദു A യിലേക്കു് കിരണയഷ്ടി നീങ്ങുന്നു. രണ്ടാംപ്രാവശ്യം ഒന്നാമത്തെ വരിമുതൽ അവസാനത്തെ ബിന്ദുവരെയും പോകുന്നു. ഇങ്ങനെ ഒരു നിമിഷത്തിൽ പതിനാറിൽ കൂടുതൽ പരിവൎത്തി ആവൎത്തിക്കുന്നുണ്ടു്.

ഓരോ വരിയിലും കൂടി മുന്നോട്ടുള്ള ശീഘ്രഗമനം തുടൎന്നുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾതന്നെ കീഴോട്ടും ഒരു മന്ദഗമനമുള്ളതുകൊണ്ടാണു് ഒന്നാമത്തെ വരി തീൎന്നു് പുറകോട്ടു മാറുമ്പോൾ കിരണയഷ്ടി രണ്ടാമത്തെ വരിയിൽ ചെന്നു ചേരുന്നതു്. മുന്നോട്ടുള്ള ഗമനം ഒരു ജോടി നിയന്ത്രണാധാരാവിലുള്ള വൈദ്യുതിശക്ത്യന്തരത്തിന്റെ ക്രമമായുള്ള വർദ്ധനവുകൊണ്ടും തിരിച്ചുള്ള ഗമനം അതിന്റെ പെട്ടെന്നുള്ള 'നിധനം' (removal) കൊണ്ടും സാധിക്കാം. ക്രമമായി കീഴോട്ടുള്ള ഗമനവും, ഒരു പരിവൎത്തി പൂൎത്തിയാകുമ്പോൾ തിരിച്ചു് ഒന്നാമത്തെ ബിന്ദു A യിലേക്കു് പെട്ടെന്നുള്ള ഗമനവും, ഇതുപോലെ തന്നെ മറേറ ജോടിയിലെ ശക്ത്യന്തരാന്തരനിയന്ത്രണത്താൽ സാധിക്കാവുന്നതാണു്. ആകെ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ പതിനാറു പരിവൎത്തിയും ഓരോ പരിവൎത്തിയിൽ മുപ്പതു വരിയും ഉണ്ടെങ്കിൽ കീഴോട്ടുള്ള ഗമനം ഉളവാക്കുന്ന തകിടിലെ ശക്ത്യന്തരത്തിന്റെ വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങൾ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ 16 പ്രാവശ്യവും മുന്നോട്ടുള്ളതിൽ $16 \times 30 = 480$ പ്രാവശ്യവും ആവൎത്തിക്കണം. അതിനാൽ നിയന്ത്രണാധാരാക്കളിലെ ശക്ത്യന്തരം ക്രമേണ കൂടുകയും ഒരു നിശ്ചിതകാലശേഷം പെട്ടെന്നു കുറകയും, ഈ

രീതി വീണ്ടും ആവൎത്തിക്കയും ചെയ്യണം. ഈ വിധത്തിലുള്ള ശക്നഗ്രദ്ധവും കാലവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം 186-ാം പടത്തിലെ ലേഖയാൽ പ്രദൎശിപ്പിക്കാം. ശക്നഗ്രദ്ധം ആരംഭത്തിൽ



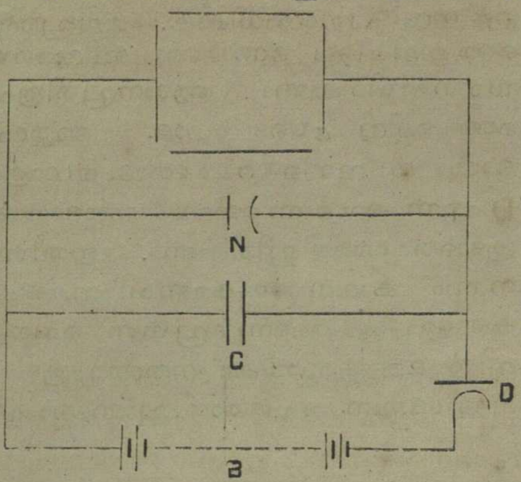
പടം 186.

കാലസാത്മ്യകരണതരംഗരൂപം.

ശൂന്യമായിരിക്കയും, ക്രമേണ വൎദ്ധിച്ച് T എന്ന കാലശേഷം P എന്ന പരിമാണത്തെ പ്രാപിക്കയും, പെട്ടെന്നു ശൂന്യത്തിലെത്തി വീണ്ടും ഈ വിധത്തിൽ ആവൎത്തിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ആവൎത്തനകാലം T തന്നെ ആയിരിക്കും. ഇത്തരം ദോലനാരോപവും, പ്രവാഹവും അറപ്പുവാളിനുള്ള പല്ലിന്റെ രൂപത്തിലാണെന്നു കാണാം. നിയന്ത്രണത്തിനായി വലയമാണുപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ അതിലെ പ്രവാഹം അറപ്പുവാൾ രൂപത്തിൽ, തക്കതായ അഭീക്ഷ്ണതയിൽ ദോലനം ചെയ്യണം.

ശകലനപൎയ്യയനം. ശക്നഗ്രദ്ധത്തെ ഈ വിധത്തിൽ ആവൎത്തിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു പൎയ്യയനം ആണു് 187-ാം പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഒരു ജോടി നിയന്ത്രണാധ്വാവും, സംഭരണി Cയും, നിയോൺ വിളക്ക് N-ം അവായന ബന്ധനത്തിലാണു്. ബാററി B, ദ്വയാധ്വാവ് D യിൽ കൂടി, ഇവയുടെ അഗ്രങ്ങളുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ദ്വയാധ്വാവിലെ ആലക്താണുകങ്ങൾ മൂലം സാധിക്കാവുന്ന സംനയത്താൽ സംഭരണി ക്രമേണ ആരോപിതമാകയും, ആരോപം ഒരു പരിധിയെ അതിലംഘിക്കുമ്പോൾ, നിയോൺ വിളക്കിൽകൂടി പെട്ടെന്ന് അവരോപം ഉണ്ടാകയും ചെയ്യുന്നു. വീണ്ടും ഇതേവിധത്തിൽ ആരോപവും അവരോപവും ആവൎത്തിക്കുന്നതിനാൽ അറപ്പുവാൾ രൂപത്തിലുള്ള ശക്നഗ്രദ്ധവ്യത്യയങ്ങൾ നിയന്ത്രണാധ്വാവിൽ ലഭിക്കുന്നതാണു്. അതനുസരിച്ച് ആലക്താണുകകിരണയഷ്ടിയും നിയ

ന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. സംഭരണിയുടെ പര്യയനത്തിൽ ആരോപാവരോപാവർത്തനം നമുക്ക് ആവശ്യമുള്ള അഭീക്ഷ്ണതയായിരിക്കത്തക്കവണ്ണം വേണ്ട. പ്രേരകവലയം ഉൾപ്പെടുത്തിയാൽമതിയാകും.



പടം 187.

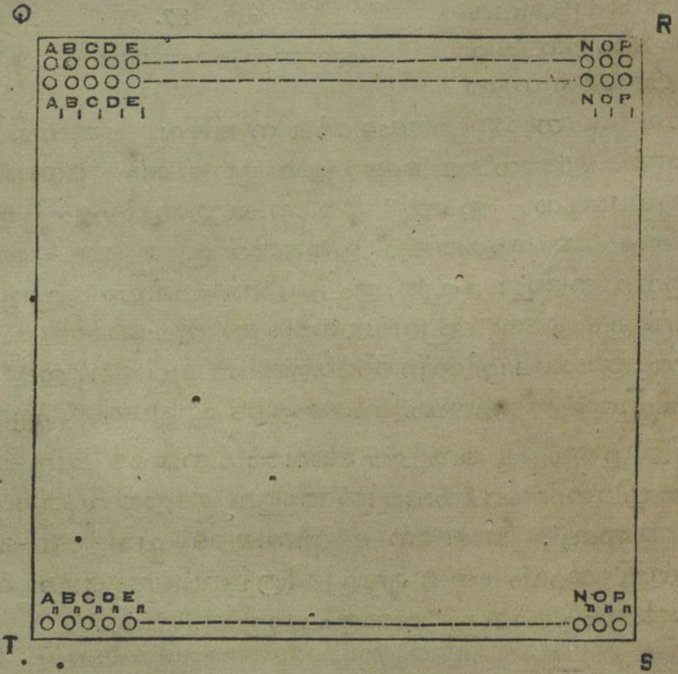
കാലസാത്മ്യകരണപര്യയനം.

ആദാനം

ഇക്കാലത്ത് ആദാനത്തിനു പ്രയോഗിക്കുന്ന ഏററവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഉപകരണം അപാധ്യാകിരണദോലദർശിനിയാണ്. സാധാരണ ദോലദർശിനിയിലെ അധ്യാക്കളെ കൂടാതെ, ത്രയാധ്യാവിലെപ്പോലെ തിരിക്കും ഒന്നാമത്തെ അഭ്യധ്യാവിനും ഇടയ്ക്കു് ഒരു നിയന്ത്രണാർഗളം കൂടിയുണ്ടായിരിക്കുമെന്നുള്ളതാണ് ഇതിൻെറ പ്രത്യേകത. വ്യോമതന്തുവിൽനിന്നും പ്രതിരൂപചിഹ്നകപരമ്പര പ്രവൃദ്ധകത്തിൽ കൂടി കടന്നു് പ്രവർദ്ധനശേഷം ഈ അർഗളത്തിലെത്തുന്നു. ത്രയാധ്യാവിൻെറ അർഗളത്തിലെപ്പോലെ, ഇതു് കിരണയഷ്ടിയിലുള്ള ആലകതാണുകങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിൽ ഏററക്കുറച്ചിൽ ഉണ്ടാക്കി, തന്മൂലം ദോലദർശിനിയുടെ ചുവട്ടിലുള്ള പ്രഭാബിന്ദുവിൻെറ ശോഭയിൽ തത്തുല്യങ്ങളായ വ്യത്യയങ്ങൾ വരുത്തുന്നുണ്ട്. അങ്ങനെ ദർശിനിയുടെ ചുവട്ടിലേ ഓരോ ബിന്ദുവിൻെറയും ശോഭ മൂലപ്രതിരൂപത്തിലെ ഓരോ ബിന്ദുവിൻെറയും ശോഭയ്ക്കു് അനുരൂപമാക്കിത്തീക്കാം.

കാലസാത്മ്യകരണം. എന്നാൽ ഇതോടുകൂടിത്തന്നെ ദോലദർശിനിയുടെ ചുവട്ടിലേ ഓരോ ബിന്ദുവിൻെറയും ശോഭ മൂലപ്രതിരൂപത്തിൻെറ അനുരൂപസ്ഥാനങ്ങളിലുള്ള

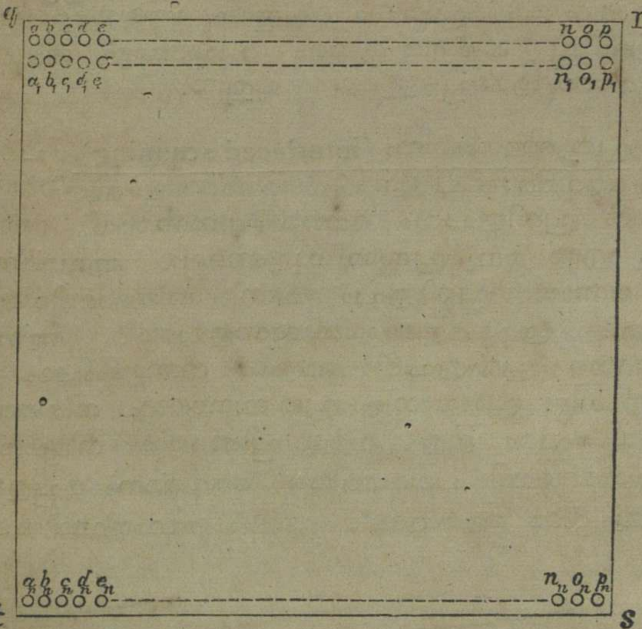
ബിന്ദുക്കളുടെ ശോഭയുമായി യോജിച്ചിരിക്കണം. 180-ം, 188-ം പടങ്ങൾ പരിശോധിക്കുക. മൂലപ്രതിരൂപത്തിലെ ഒന്നാമത്തെ വരിയിലെ ഒന്നാമത്തെ ബിന്ദുവായ Aയുടെ ശോഭയ്ക്കനുസരണമായിരിക്കണം ആദാനപ്രതിരൂപത്തിലേയും ഒന്നാമത്തെ ബിന്ദു *a*യുടെ ശോഭ. അതുപോലെ *b*, *c*, *d* എന്ന ഓരോ ബിന്ദുവിന്റെയും ശോഭ, യഥാക്രമം മൂലത്തിലെ B, C, D എന്ന ഓരോന്നിന്റെയും ശോഭയോട് സ്ഥാനവ്യത്യാസം കൂടാതെ യോജിച്ചിരിക്കണം. ഇതിലേക്ക് പ്രേഷകത്തിൽ നിന്നും കാലസാത്മ്യകരണചിഹ്നങ്ങൾ പ്രതിരൂപചിഹ്നങ്ങളോടുകൂടിത്തന്നെ പ്രേഷണം ചെയ്യുന്നു. നിയന്ത്രണാധാവിൽ ഒരു ക്ലുപ്താഭീക്ഷ്ണതയോടുകൂടി പ്രത്യേകരൂപത്തിലുള്ള ദോലനം ഉപയോഗിച്ചാണല്ലോ മൂലപ്രതിരൂപത്തിന്റെ



പടം 180.
പ്രേഷണ പ്രതിരൂപതലം.

ഓരോ ബിന്ദുവിലും ആനുപൂർവികമായി ആലക്ത്രാണുകകിര

ണയഷ്ടി പതിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നതു്. അതേ അഭീക്ഷ്ണത



പടം 188.
ആദാനപ്രതിരൂപതലം.

യിലും അതേ രൂപത്തിലുമുള്ള ദോലനങ്ങൾ ആദാനദോല
ദർശിനിയിലെ നിയന്ത്രണാധ്വാവിലും പ്രയോഗിച്ചാൽ അ
തിലെ കിരണയഷ്ടി ഓരോ വരിയും അതേ കാലത്തിൽതന്നെ
സംക്രമിക്കും. അതുപോലെതന്നെ ഓരോ പരിവർത്തിയും മൂല
ത്തിലേതിന്റെ കാലത്തിൽത്തന്നെ കടക്കും. എന്നാൽ ആവ
ർത്തനകാലം ഒന്നാക്കിയതുകൊണ്ടുമാത്രം മതിയാകയില്ല. ഓരോ
വരിയും ഓരോ പരിവർത്തിയും തുടങ്ങുന്ന സമയവും യോജി
ച്ചിരിക്കേണ്ടതാണ്. അതായതു്; മൂലപ്രതിരൂപത്തിലെ ഒന്നാ
മത്തെ ബിന്ദു Aയുടെ ശോഭയ്ക്കനുസരണമായ ചിഹ്നകം അർഗ
ളത്തിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ പ്രഭാബിന്ദു ആദാനപ്രതിരൂപ
ത്തിലെ ഒന്നാമത്തെ ബിന്ദു *a* യിൽ ആയിരിക്കണം. എങ്കിൽ
മാത്രമേ Aയ്ക്കനുസരണമായ ശോഭ *a*യ്ക്കും ലഭിക്കയുള്ളൂ. അതി

നാൽ മൂലപ്രതിരൂപത്തിന്റെ ഓരോ വരിയുടേയും ഓരോ പരിവൎത്തിയുടേയും അവസാനത്തിൽ കാലസാത്മ്യകരണചിഹ്നങ്ങൾ കൂടി പ്രേഷണം ചെയ്യുകയും, ആദായകം അതിനെ സ്വീകരിച്ച് കിരണയഷ്ടിയുടെ വശത്തോട്ടും കീഴോട്ടുമുള്ള ചലനത്തെ ക്രമപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.

പ്രത്യന്തരശകലനം (interlaced scanning). പരിവൎത്തിയുടെ ആവൎത്തനം പതിനാറിൽകുറയാതെ ഉണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമേ മുഴുവൻ പ്രതിരൂപവും ഒന്നായികാണുന്നതായി തോന്നിക്കയുള്ളു എന്നു മുമ്പു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലൊ. ആവൎത്തനം കുറഞ്ഞിരുന്നാൽ പ്രതിരൂപം മിന്നിമിന്നിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതും ദർശനാശ്രമഹേതുകമായിരിക്കുന്നതുമാണ്. ആവൎത്തനം കൂടുന്തോറും പ്രതിരൂപവും അത്രയും നന്നായിരിക്കും. എന്നാൽ ചില പ്രായോഗിക പ്രതിബന്ധങ്ങൾ നിമിത്തം ഒരു പരിധിക്കപ്പുറം ഇതു വർദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ നിവൃത്തിയില്ല. സാധാരണയായി പരിവൎത്തിയുടെ ആവൎത്തനം മുപ്പതും മുപ്പത്തഞ്ചും വരെ ആകാറുണ്ട്. എണ്ണം യഥാൎത്ഥത്തിൽ കൂട്ടാ

പടം 189.
പ്രത്യന്തര ശകലനവും ചയനവും.

തെയും എന്നാൽ കൂട്ടിയാലുള്ള ഫലം ചെയ്യുന്നതുമായ വേറൊരു സമ്പ്രദായവുമുണ്ട്.

189-ാം പടത്തിലെപ്പോലെ ഒരു പരിവത്തിയുടെ ഒന്നിടയിട്ടവയായ 'ഒററ' (odd) വരികൾ എല്ലാം ആദ്യവും യുഗ്മ (even) വരികളെല്ലാം രണ്ടാമതായും കടക്കുകയും, ഇതു് ആവത്തിക്കുകയും ചെയ്താൽ പരിവത്തിയുടെ ഇരുപത്തഞ്ചു പൂണ്ണയാവത്തനം വീക്ഷണവിഷയത്തിൽ അൻപതിൻെറ ഫലം ചെയ്യും. ഇതിനേ 'പ്രത്യന്തരരീതി' എന്നു പറയും. ഈ രീതിതന്നെ ആദായകത്തിലും ഉപയോഗിക്കണമെന്നു് പ്രത്യേകം പ്രസ്താവിക്കേണ്ടല്ലോ.

പ്രേഷണാഭീക്ഷ്ണത. ഇനിയും പ്രേഷണത്തിനുപയോഗിക്കേണ്ട അഭീക്ഷ്ണതയെപ്പററി ചിന്തിക്കാം. പ്രതിമാഗ്രാഫിയിലേ പ്രഭാബിന്ദു ഒരുഘടത്തിൽ നിന്നും അടുത്ത ഘടത്തിലേക്കു മാറുമ്പോൾ പ്രതിരൂപത്തിൻെറ ശോഭയിലും ഘടം വിക്ഷേപിക്കുന്ന ആലക്താണുകങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിലും വ്യത്യാസം വരുന്നതിനാൽ തദനുസാരം പ്രതിരോധിയിലേ പ്രവാഹത്തിലും വ്യത്യയം ഉണ്ടാകുന്നു. ഒരു സെക്കണ്ടിൽ ഈ വിധത്തിൽ എത്ര വ്യത്യയങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമോ അത്രയുമായിരിക്കും പ്രവാഹത്തിൻെറ അഭീക്ഷ്ണത. അതിനാൽ വരികളുടെയും പരിവത്തികളുടെയും ആവത്തനം കൂടുന്തോറും അഭീക്ഷ്ണതയും കൂടുന്നതാണല്ലോ. ചിഹ്നകാഭീക്ഷ്ണതയും ഇവയുമായുള്ള ബന്ധം,

$$f = \frac{1}{2} l^2 n r \text{ .... } (29)$$

എന്ന സമീയംകൊണ്ടു പ്രകടിപ്പിക്കാം.

ചിഹ്നവിവരണം:—

f=അഭീക്ഷ്ണത,

l=ഒരു പരിവത്തിയിലെ വരികളുടെ എണ്ണം,

n=പരിവത്തിയുടെ ആവത്തനം,

$$r = \frac{\text{പ്രതിരൂപത്തിൻെറ വീതി}}{\text{പ്രതിരൂപത്തിൻെറ നീളം}}.$$

ഈ ചിഹ്നകതരംഗം ഒരു വാഹക തരംഗത്തിൽ ആരോഹിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ആരൂഢതരംഗങ്ങളുടെ ഇരുവശങ്ങളി

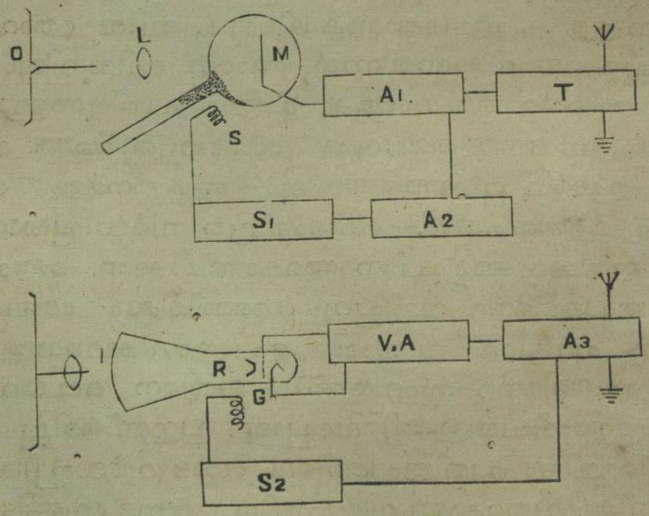
ലുമുള്ള വിസരായതി ചിഹ്നകാഭീക്ഷ്ണതയിലേ ഏററവും കൂടിയ അഭീക്ഷ്ണതയാണല്ലോ. അഭീക്ഷ്ണത 10 പ്രയുതമായ ഒരു വാഹക തരംഗത്തിൽ 2 പ്രയുതം അഭീക്ഷ്ണതയുള്ള ഒരു ചിഹ്നകതരംഗം ആരോഹിക്കുമ്പോഠം, ആത്യന്ത തരംഗാഭീക്ഷ്ണത (10 — 2 =) 8 പ്രയുതം മുതൽ (10+2=)12 പ്രയുതംവരെയുള്ള പംക്തിയിൽ ഉഠംപ്പെട്ടിരിക്കും. അതായത്ു് ഇരുവശങ്ങളിലുമുള്ള ചിഹ്നകവിസരായതി 4 പ്രയുതമാണ്. അതിനാൽ 8 മുതൽ 12 പ്രയുതംവരെയുള്ള അഭീക്ഷ്ണതകഠം ഈ പ്രക്ഷേപണശാലയുടെ ആദാനപരിധിയിലുള്ള മററൊന്നിനും ഉപയോഗിക്കാൻ സാധിക്കയില്ല. ഈ വിസ്തൃതപംക്തിയിലേ എല്ലാ ഭാഗത്തേയും കോട്ടം കൂടാതെ കടത്തി വിടത്തക്ക പര്യയനങ്ങളും വേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഇതു പ്രയാസവുമാണ്. അതിനാൽ വിസരായതി കഴിയുന്നിടത്തോളം കുറയ്ക്കുന്നതു നന്നായിരിക്കും. ഇക്കാരണങ്ങളാൽ വരിയുടെ ആവത്തനം 500 ലും പരിവത്തിയുടെ പൂണ്ണാവത്തനം 35 ലും, ഇടവിട്ട ശകലനമായാൽ 70 ലും, കൂട്ടുതലാകുന്നില്ല. എന്നാൽത്തന്നെ വിസരായതി ഏകദേശം 7 പ്രയുതത്തോളമായിരിക്കും. ഇത്തരം ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാതരംഗങ്ങഠം ആരോഹിക്കുന്നതിനുള്ള വാഹകതരംഗങ്ങളായി 40 പ്രയുതത്തിനും 50 പ്രയുതത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ളവയെയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്; അതായതു്, മൂന്നര മീററർമുതൽ ഏഴു മീററർവരെ തരംഗായതിയുള്ളവതന്നെ. ഈ പംക്തി മററാവശ്യങ്ങഠംക്ക് അധികമായി ഉപയോഗിക്കുന്നില്ലാത്തതിനാൽ മററു പ്രക്ഷേപണങ്ങഠംക്കു ബാധകവുമല്ല. ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളുപയോഗിച്ചാലുള്ള ദോഷം അവയുടെ പ്രക്ഷേപണദൂരം കുറഞ്ഞിരിക്കുമെന്നുള്ളതാണല്ലോ. ഇവ അയനമേഖലയിൽ നിന്നും പ്രതിബിംബിക്കപ്പെടുന്നില്ലാത്തതിനാൽ ഭൂതല കിരണങ്ങളാലുള്ള പ്രസരണമേ സാധിക്കയുള്ളു. ഹ്രസ്വതരംഗത്തിലേ ഭൂതലകിരണങ്ങഠം വേഗത്തിൽ ഗ്രസിക്കപ്പെട്ടുപോകുന്നതാനും. ഇതിൻെറ വ്യാപ്തിപരിധി ഏകദേശം 40 മുതൽ 100 മൈലോളമേ വരുന്നുള്ളു.

ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം. ദൂരവീക്ഷണത്തോടുകൂടിത്തന്നേ സംഭവസ്ഥലത്തേ ശബ്ദങ്ങളും കൂടി കേൾക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഇതിനു സാധാരണ റേഡിയോയിലെപ്പോലെ, വീക്ഷണപ്രക്ഷേപണത്തോടു കൂടിത്തന്നെ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണവും ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതും അതു് ശബ്ദാദായകം ഉപയോഗിച്ചു കേൾക്കാവുന്നതുമാണു്. ആകെക്കൂടി, ദൂരവീക്ഷണ പ്രക്ഷേപണത്തിൽ ശബ്ദചിഹ്നകങ്ങൾ, പ്രതിരൂപ ചിഹ്നകങ്ങൾ, രണ്ടു കാലസാത്മ്യകരണ ചിഹ്നകങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെ നാലുപാധികൾ ഏകകാലത്തുതന്നെ പ്രേഷണവും ആദാനവും ചെയ്യണം.

ന്യൂനതകൾ. അപാധാകിരണ ദോലദർശിനിയുപയോഗിച്ചുള്ള ദൂരവീക്ഷണത്തിനു്, ഇപ്പോഴത്തെ നിലയിൽ, രണ്ടു കുറവുണ്ടു്. ഒന്നാമതു് പ്രതിരൂപം മങ്ങിയിരിക്കും. ആലക്താണുകങ്ങളുടെ നിപതനത്താൽ സ്വയംദീപ്തക ലേപനത്തിലേ ബിന്ദുവിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ശോഭയാണു് ഉപയോഗിക്കുവാനുള്ളതു്. ആലക്താണുക കിരണം, ബിന്ദു തോറും സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ, ഓരോ ബിന്ദുവിലും ഒരു നിമിഷത്തിൻെറ ഒരംശത്തേക്കു മാത്രമേ പതിയുന്നുള്ളു. അതിനാൽ ബിന്ദുക്കൾ തമ്മിലുള്ള ശോഭാവ്യത്യയത്തെ സൂക്ഷ്മമായി പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ആകമാനമുള്ള ശോഭ തുലോം കുറഞ്ഞിരിക്കും. ശോഭാതീവ്രത വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ അദ്യാപി നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. രണ്ടാമതു്, പ്രതിരൂപത്തിൻെറ വലിപ്പവും കുറഞ്ഞിരിക്കും. ദോലദർശിനിയുടെ ചുവട്ടിലേ വിസ്താരമേ ഉപയോഗിക്കുവാനുള്ളല്ലോ. ഒരു കാചത്തിൻെറ സഹായത്താൽ ഇതിനെ ഒരു യവനികയിൽ, മായാദീപയന്ത്രത്തിലെപ്പോലെ പ്രഗുണീകരിച്ചു പതിപ്പിക്കാമെങ്കിലും പ്രതിരൂപത്തിലെ ശോഭ വർദ്ധിപ്പിക്കാതെ പ്രഗുണീകരിച്ചതുകൊണ്ടു വിശേഷമില്ല. ശോഭ വേണ്ടിടത്തോളമുണ്ടെങ്കിലേ ദർശനം സാധിക്കയുള്ളുവല്ലോ.

ചലനചിത്രരീതി. ജർമ്മനിയിൽ ഒരു പുതിയരീതി സ്വീകരിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ദൃശ്യവസ്തുവിൻെറയോ, രംഗത്തിൻെറയോ ചലനചിത്രം നിർമ്മിക്കുകയും ഉടൻതന്നെ ആ ചിത്രം പ്രേ

ഷണം ചെയ്യുകയും ചെയ്യുന്നു. ചിത്രമെടുത്ത് പ്രേഷണയോഗ്യമാക്കിത്തീർക്കുന്നതിന് ഒരു മിനിട്ടിൽ കൂടുതൽ കാലം ആവശ്യമില്ല. അതിനുശേഷം ആലകതാണുകപ്രതിമാഗ്രാഹിയിൽ കാചമുപയോഗിച്ച് അതിന്റെ പ്രതിരൂപം തുടരെ വീഴ്ത്തി പ്രേഷണം നടത്തുന്നു. ആദാനകേന്ദ്രത്തിലും ഇതുപോലെ ദോലദർശിനിയിൽ നിന്നും തുടർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രതിരൂപത്തിന്റെ ചലനചിത്രം നിർമ്മിച്ച്, അപ്പോൾതന്നെ സാധാരണ ചലനചിത്രംപോലെ വലിയ യവനികയിൽ പ്രദർശിപ്പിക്കാം. അങ്ങനെ വളരെ ആളുകൾക്ക് ഒരുമിച്ചുകാണത്തക്കവണ്ണമുള്ള പ്രതിരൂപം ലഭിക്കുന്നു. ഭാഷണചിത്രത്തിലെപ്പോലെ ശബ്ദവും 'ഫിലി'(film) മിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തു രേഖപ്പെടുത്തി പ്രവൃദ്ധകം മുഖേന തക്കസമയത്ത് ഉച്ചത്തിൽ പ്രത്യുല്പാദിപ്പിക്കാം.



പടം 190.

സ്പോറിക്കിന്റെ പദ്ധതിയനുസരിച്ചുള്ള
ദൂരവീക്ഷണപ്രക്ഷേപണവും ആദാനവും.

190-ാം പടത്തിൽ പ്രേഷണത്തിന്റെയും ആദാനത്തിന്റെ

യും 'സാമസ്ത്യപ്രതിലേഖ' (block diagram)യാണ് കാണി ച്ചിരിക്കുന്നതു്. O എന്ന വസ്തുവിന്റെ പ്രതിരൂപം ഉൽകിരണം M ൽ പതിയുന്നു. S_1 ലെ കാലസാത്മ്യകരണ പ്രവാഹം വലയം S ൽ കൂടികടന്നു്, അപാധ്യകിരണത്തിന്റെ ചലനം നിയന്ത്രിക്കും. A_1 ലാണു് വീക്ഷണചിഹ്നകങ്ങൾ പ്ര വൃദ്ധിപ്പെടുന്നതു്. A_2 ൽ കാലസാത്മ്യകരണചിഹ്നകങ്ങൾ പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുന്നു. ഇവരണ്ടും പ്രേഷകം T യിലേക്കു കടന്നു് അവിടെനിന്നു വ്യോമതന്തുവിൽ കൂടി പ്രേഷണം ചെയ്യുന്നു. ഇതോടുകൂടി വേറൊരു പര്യയനത്തിൽ നിന്നും ശബ്ദവും പ്രക്ഷേപിക്കുന്നുണ്ടു്.

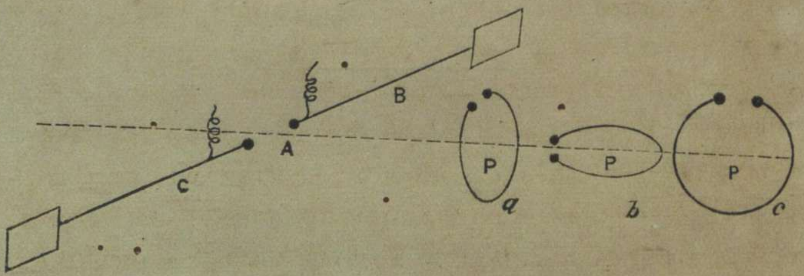
ആദാനവ്യോമതന്തുവിൽനിന്നും ഈ ചിഹ്നകങ്ങൾ A_3 ൽ പ്രവൃദ്ധിപ്പെട്ടശേഷം രണ്ടായിതിരിഞ്ഞു് വീക്ഷണചിഹ്നകങ്ങൾ V.A. യിൽ കൂടി ആദാനദോലദർശിനി R ലെ അർഗളം G യിലും കാലസാത്മ്യകരണചിഹ്നകങ്ങൾ S_2 ൽകൂടി നിയന്ത്ര ണവലയത്തിലും ചെന്നെത്തുന്നു. അപ്പോൾ Rന്റെ ചുവട്ട് I യിൽ പ്രതിരൂപം പ്രത്യക്ഷമാകും. അതോടുകൂടി ശബ്ദാ ദായകം മുഖാന്തരം പ്രേഷിതശബ്ദവും കേൾക്കാം.

അദ്ധ്യായം 9

ചരിത്രം

റേഡിയോ

പ്രാരംഭപര്യവേക്ഷണങ്ങൾ. വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്താൽ ഉളവാകുന്ന സ്ഫുലിംഗം, അതിൽനിന്നും അകലെയുള്ള സ്ഥാനങ്ങളിൽ, ചില വ്യത്യാസങ്ങൾ വരുത്തുന്നു എന്നും, അവയെ ശാസ്ത്രീയോപകരണങ്ങളുടെ സഹായത്തോടുകൂടി അനുഭവഗോചരമാക്കിത്തീർക്കാമെന്നും എപ്പോൾ കണ്ടുപിടിച്ചുവോ അപ്പോൾ റേഡിയോയുടെ അടിസ്ഥാനമിട്ടു എന്നു പറയാം. 1842-ൽ ഹെൻറി (Henry) എന്ന അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ശാസ്ത്രീയമായ ചില പരീക്ഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി ഇതു മനസ്സിലാക്കി. അനേക വർഷങ്ങൾക്കുശേഷം, 1865-ൽ ക്ലാക്ക് മാക്സ്‌വെൽ (Clerk Maxwell) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ വെളിച്ചവും ചൂടും വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങളാണെന്നും അതുപോലെ വേറെയും വൈദ്യുതകാന്തതരംഗങ്ങളുണ്ടെന്നും ഗണിതശാസ്ത്രതത്വങ്ങളുടെയും ഭൗതികശാസ്ത്രഗവേഷണങ്ങളുടെയും ഫലമായി സമർത്ഥിച്ചു. 1888-ൽ ഹീൻറിച്ച് ഹേർട്ട്സ് (Heinrich Hertz) എന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഈ തത്വം പരീക്ഷണങ്ങൾകൊണ്ടു സ്ഥാപിക്കുകയും, ക്ലാക്ക്മാക്സ്‌വെല്ലിന്റെ നിഗമനങ്ങൾ ശരിയാണെന്ന് പ്രായോഗികമായി



പടം 191.
ഹേർട്ട്സിന്റെ പരീക്ഷണം.

തെളിയിക്കുകയും ചെയ്തു. 191-ാം പടത്തിൽ ഇതിനായി ഹേർ

ട്ട്സ് ഉപയോഗിച്ച സാമഗ്രികളുടെ പ്രധാനഭാഗമാണ് കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്.. ഒരു പ്രേരണവലയത്തിൻെറ അഗ്രങ്ങൾ B യിലും C യിലും ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയുടെ ഇടയ്ക്ക് A എന്ന വിടവിൽ വൈദ്യുതിസ്ഫുലിംഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. പടത്തിലെപ്പോലെ അടുത്തിരിക്കുന്ന രണ്ടു ലോഹഗോളകങ്ങൾ അഗ്രങ്ങളിലുള്ള വൃത്താകാരമായ P എന്ന ഒരു കമ്പിവളയം, *a*, *b*, *c* മുതലായ പല സ്ഥാനങ്ങളിൽ പിടിച്ചപ്പോൾ ചിലടത്ത് ഗോളകങ്ങളുടെ ഇടയ്ക്ക് ചെറിയ സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷമായി. ഇങ്ങനെ പല സ്ഥാനങ്ങളിലും അവ കാണപ്പെട്ടു. ഇതിനെ തുടർന്നുള്ള പര്യവേക്ഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി, സ്ഫുലിംഗം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ വൈദ്യുതോർജ്ജം അതിൽനിന്നും പുറപ്പെട്ട് തരംഗരൂപത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നും ആ തരംഗത്തെ ഈ വിധത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്താമെന്നും അനുമാനിച്ചു.

പ്രയോഗം. ഏകദേശം 1894-നോടടുത്ത കൊല്ലങ്ങളിൽ റേഡിയോയുടെ ജനയിതാവ് എന്നും ആകാശത്തിൻെറ അധിപതി എന്നും പില്ക്കാലങ്ങളിൽ പ്രസിദ്ധിനേടിയ മാർക്കോണി, ഈ തത്വങ്ങൾ ലോകജീവിതത്തിൽ മനുഷ്യന് പ്രയോജനകരങ്ങളായ പദ്ധതികൾക്കായി പ്രയോഗിക്കുവാൻ സാധിക്കുമെന്ന് ഉറയ്ക്കുകയും, അതിലേക്കു വേണ്ട സാമഗ്രികൾ കരസ്ഥമാക്കി പ്രായോഗിക പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഏർപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നതുവരെ ഈ തത്വം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് മാത്രമറിയാമായിരുന്ന കേവലം സിദ്ധാന്തമായിരുന്നതേയുള്ളു. ഈ വിശ്വാസം മാർക്കോണിക്കുണ്ടായതിൻെറ ഫലമായി അദ്ദേഹം അതിനായി തൻെറ സർവ്വശക്തിയും, സമയവും വിനിയോഗിച്ച് അശ്രാന്തപരിശ്രമംചെയ്തു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ മാതാവും ഇതിൽ മാർക്കോണിയെ ഹാർദ്ദമായി പ്രോത്സാഹിപ്പിച്ചു. സ്വന്തഭവനത്തിൽതന്നെ ഇതിലേക്കു വേണ്ട സാമഗ്രികളെല്ലാം തന്നെത്താൻ പണിതു ചേർത്ത് പലവിധ പരീക്ഷണങ്ങളും നടത്തിയതിൻെറ ഫലമായി 1895 ഡിസംബർ അവസാനത്തോടുകൂടി ഇതിൻെറ സാദ്ധ്യത തെളിയിച്ചു. കമ്പിയുടെ ഉപയോഗംകൂടാതെ കമ്പിസങ്കേതമവലംബിച്ച്

ദൂരസ്ഥാനങ്ങളിൽ സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിനായിരുന്നു പ്രാരംഭശ്രമം. കമ്പിസംധായകം ഉപയോഗിച്ചു് ഉദ്ദേശാനുസരണം, കമ്പി അടിക്കുന്നതിലേതുപോലെ, ബിന്ദുവും രേഖയുമായി ഓരോ അക്ഷരത്തിനും മോഴ്സ് സങ്കേതത്തിൽ ക്രമപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ പ്രേരണവലയത്തിലെ സ്ഫുലിംഗം ക്രമപ്പെടുത്തുകയാണ് സന്ദേശം അയയ്ക്കുന്ന സ്ഥാനത്തു ചെയ്യുത്. ആദാനസ്ഥാനത്തു് ഒരു തരംഗഗ്രാഫി ഉപയോഗിച്ചു് തരംഗപരമ്പരയെ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്തി സന്ദേശങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കി. അധുനാതനകാലത്തു് ഈ ആവശ്യങ്ങൾക്കു് ഉപയോഗിക്കുന്ന സാമഗ്രികളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാൽ മാർക്കോണിയുടെ ഉപകരണങ്ങൾ തുലോം കിരാതീയങ്ങൾ എന്നു തോന്നാം. ഇപ്പോൾ റേഡിയോ എന്ന വാക്കിനാൽ അറിയപ്പെടുന്ന വമ്പിച്ച സൌധത്തിന്റെ അസ്ഥിവാരസ്ഥാപനം ഇങ്ങനെയെല്ലാമായിരുന്നു.

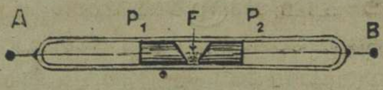
<u>മാർക്കോണി.</u> ഗുഗ്ലീമോമാർക്കോണി ഇററലിയിൽ ബോളോനാ (Bologna) എന്ന സ്ഥലത്തു് ക്രിസ്താബ്ദം 1874 ഏപ്രിൽ 25-ാംതീയതി ജാതനായി. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പിതാവു് ഇററലിയിലെ ഒരു പ്രഭുവും മാതാവു് ഐർലണ്ടുകാരിയുമായിരുന്നു. ചെറുപ്പംമുതൽ തന്നെ പ്രവൎത്തനത്തിനു് സ്വീകരിക്കുന്ന ഏതു പദ്ധതിയിലും ഏകാഗ്രമായി പരിശ്രമിക്കുന്നതും അതുസംബന്ധിച്ച ഏററവും ലഘുവായ സംഗതികളിൽപോലും ശ്രദ്ധപതിപ്പിക്കുന്നതും അദ്ദേഹത്തിന്റെ സ്വഭാവവിശേഷമായിരുന്നു. ലൌകികവ്യാപാരങ്ങളിൽ ആൎക്കും അദ്ദേഹത്തെ കബളിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കയില്ലായിരുന്നു. ഉദ്ദേശിക്കുന്ന സംഗതികൾ സാധിക്കുന്നതുവരെ നിരന്തരമായി, കായക്ലേശം അശേഷം വകവയ്ക്കാതെ പ്രയത്നിക്കുന്നതിനു്, അദ്ദേഹത്തിനു് ഒരു പ്രയാസവും തോന്നിയിരുന്നില്ല. ഏതു വിഷമഘട്ടത്തിലും, സഹപ്രവൎത്തകന്മാർ വിശ്വാസം തോന്നാതിരുന്നിട്ടുള്ള അവസരങ്ങളിൽപോലും, തന്റെ ദൃഢനിശ്ചയത്തിനു് അല്പംപോലും വാട്ടം തട്ടാതെ ധൈര്യത്തോടും, ആത്മവിശ്വാസത്തോടും കൂടി പ്രവൎത്തിച്ചു് ഉദ്ദിഷ്ടസംഗതി

കൾ സാധിക്കുന്നതിനും ഉന്നതസ്ഥാനങ്ങളിൽ എത്തുന്നതിനും അദ്ദേഹത്തിനുസാധിച്ചു. കൂടെയുള്ള ജോലിക്കാർക്കെല്ലാം അദ്ദേഹത്തോടു സഹകരിക്കുന്നതു സന്തോഷപ്രദമായിരുന്നു. റേഡിയോയുടെ വാണിജ്യപരമായ പരിപുഷ്ടിയുടെ ചരിത്രത്തിൽ ഭൂരിഭാഗവും മാർക്കോണിയുടെ പേരുമായി ബന്ധിച്ചാണിരിക്കുന്നതു്.

മാർക്കോണിയുടെ പ്രാരംഭശ്രമങ്ങൾ.

1896 ആരംഭത്തിൽ തന്നെ ഇദ്ദേഹം മാതാവിനോടുകൂടി ലണ്ടനിൽ എത്തി. അവിടത്തെ തപാൽ മേലധികാരികളുമായുള്ള എഴുത്തുകുത്തിനുശേഷം പലശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ മുമ്പാകെ ഈ പുതിയസമ്പ്രദായപ്രകാരം സന്ദേശം അയച്ചു കാണിച്ചു. തപാൽ ഡിപ്പാർട്ടുമെൻറുകാർ ഈ പദ്ധതി സ്വീകരിച്ചു് അതിൻെറ വികാസത്തിനു വേണ്ട എല്ലാ ഒത്താശകളും ചെയ്തുകൊടുത്തു.

പ്രാരംഭകാലത്തെ ആദായകങ്ങളുടെ ഒരു പ്രധാനഭാഗമാണു് ബ്രാൻലി (Branley)യുടെ ശ്ലേഷകം (coherer). 192-ാം പടത്തിൽ ഒന്നിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. P_1, P_2 ലോഹദണ്ഡുകളും F ഇടയ്ക്കുള്ള ലോഹപൊടിയുമാണു്. ഒരു വൈദ്യുതതരംഗം അതിൽ കൂടി കടക്കുമ്പോൾ ലോഹപൊടി പരസ്പരം അടുക്കുന്നതും Aയും Bയും തമ്മിലുള്ള പ്രതിരോധിത്വം കുറയുന്നതുമാണു്.

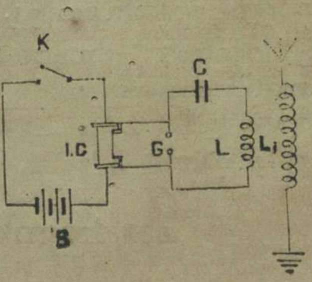


പടം 192.
ശ്ലേഷകം.

ഈ തത്വത്തെ ആധാരമാക്കി ശ്ലേഷകം ഉൾപ്പെട്ടിട്ടുള്ള പര്യയനത്തിലെ പ്രവാഹവ്യത്യയത്താൽ വൈദ്യുതതരംഗസന്നിധാനം പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്താം.

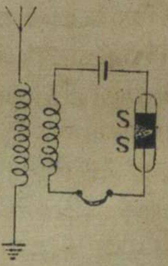
193-ാം, 194-ാം പടങ്ങളിൽ പ്രാരംഭകാലത്തു മാർക്കോണി ഉപയോഗിച്ച ഉപകരണങ്ങൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. 193 പ്രേഷകവും 194 ആദായകവുമാണു്. പ്രേരണവലയം I, C യിൽ നി

നും G യിലുണ്ടാകുന്ന സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ K എന്ന സഹായകമുപയോഗിച്ച് കമ്പിസങ്കേതപ്രകാരം ക്രമപ്പെടുത്തി. L-ം, C-യും തരംഗായതി ക്ലപ്തപ്പെടുത്തുന്നു. ചിഹ്നങ്ങളെ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്തുന്നതിന് ശ്ലേഷകം C യുപയോഗിച്ചു. 1900 ത്തോടടുത്ത് ലോഡ്ജിന്റെ ഉപദേശപ്രകാരം പ്രേഷണാദാനപര്യയനങ്ങൾ താന്നീകരിച്ച് അതതതീക്ഷ്ണതയിലെ പ്രവാഹം പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തി.



പടം 193.
പ്രാരംഭകാലത്തുപയോഗിച്ച ഒരു പ്രേഷകം.

പ്രാരംഭത്തിൽ പ്രേഷണപരിധി കുറവായിരുന്നു. ഇതു് ക്രമത്തിനു വർദ്ധിപ്പിച്ചു. 1899-ൽ ഇംഗ്ലണ്ടിൽനിന്നും ഫ്രാൻസിലേക്കു സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിനു സാധിച്ചു. 1901-ൽ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ നിന്നും 1800 മൈൽ ദൂരത്തിൽ അമേരിക്കയിലെ ന്യൂഫൌണ്ട്ലണ്ട് (Newfoundland) എന്ന സ്ഥലത്തു സന്ദേശങ്ങൾ എത്തിച്ചു. ഭൂമുഖത്തിന്റെ ഗോളരൂപം നിമിത്തം ഇത്രവളരെ ദൂരം റേഡിയോ ചിഹ്നങ്ങൾ ചെന്നെത്തുകയില്ലെന്നു് പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പ്രവചിച്ചതു് അബദ്ധമായി പരിണമിച്ചു. ഇതുമായപ്പോഴേക്കു് ഏതുദൂരവും തരണം ചെയ്യുന്നതിന് വൈദ്യുതതരംഗങ്ങൾക്കു സാധിക്കുമെന്നു ബോദ്ധ്യമായി. ഈയവസരത്തിലാണു് കെനല്ലിയും ഹെവിസയിഡും അയന്മേഖലസിദ്ധാന്തം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയതു്. 1909-ൽ 9000 മൈൽ ദൂരെയുള്ള ബ്യൂണോ എയറീസ് (Bueno-Aeris, തെക്കെഅമേരിക്കയിൽ) എന്ന സ്ഥലത്തേക്കും സന്ദേശങ്ങൾ അയച്ചു. പല രാജ്യങ്ങളിലും കമ്പിപ്രേഷണത്തിനു വേണ്ട പ്രേഷകാദാനകേന്ദ്രങ്ങൾ സ്ഥാപിതമായി. ഓരോ ദേശത്തും കമ്പിപ്രേഷണത്തിനുവേണ്ട സാമഗ്രികൾ വർദ്ധിപ്പിച്ചു.



പടം 194
പ്രാരംഭകാലത്തെ ഒരു ആദായകം

ആലകതാണുജം. 1883-ൽ എഡിസൻ ആലകതാണുജത്തെ സംബന്ധിച്ച ചില സംഗതികൾ മനസ്സിലാക്കിയെ

ങ്കിലും അതിനെപ്പററിയുള്ള പര്യന്വേഷണം തുടന്നില്ല. ഇരുപത്തൊന്നു കൊല്ലം കഴിഞ്ഞു് ഫ്ളെമിംഗ് (Fleming) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആലകതാണജത്തിൻെറ ലക്ഷണങ്ങൾ വീണ്ടും പരിശോധിക്കയും അതു കമ്പിപ്രേഷണത്തിലെ വൈദ്യുത്തരംഗങ്ങളെ ഗത്യേകീകരിച്ചു പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്തുന്നതിനു് ഉപയോഗിക്കാമെന്നു മനസ്സിലാക്കുകയും ചെയ്തു. ഇതുമുതൽ സന്ദേശസ്വീകരണം മുമ്പിലത്തേതിൽ എളുപ്പമായിത്തീൎന്നു. 1907-ൽ അമേരിക്കയിൽ, ശാസ്ത്രപടുവായ ലീ. ഡി. ഫോറസ്റ്റ് (Le-de- Forest) അൎഗളമെന്ന മൂന്നാമത്തെ അധ്വാവു കൂട്ടിച്ചേൎത്തു് ആലകതാണജനിൎമ്മിതിയിൽ വിപ്ലവകരമായ ഒരു വ്യത്യാസം വരുത്തി. ഇതുമുതൽ പ്രവൎദ്ധനത്തിനു് വാൽവുമുപയോഗിച്ചു. ദോലശക്ത്യുഗ്രധത്തെയും പ്രവാഹത്തെയും പ്രവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുന്നതിനു മാർഗ്ഗമില്ലാതിരുന്നതുകൊണ്ടാണു് തീവ്രത കുറഞ്ഞ തരംഗങ്ങളെ ആദാനംചെയ്യാൻ നിവൃത്തിയില്ലാതെ പ്രേഷണപരിധി കുറഞ്ഞിരുന്നതു്. ത്ര്യധ്വാവിൻെറ ഉപജ്ഞാതത്തോടുകൂടി ചിഹ്നകതരംഗസ്വീകരണം വളരെ വളരെ സൌകൎയ്യമായി. ഇതു് പ്രക്ഷേപണ സമ്പ്രദായങ്ങളിൽ വലിയ പരിവൎത്തനം വരുത്തിക്കൂട്ടുകയും ചെയ്തു. ഇതിൻെറ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ശബ്ദപ്രവൃദ്ധകം, ഭാഷണചിത്രം, ദൂരവീക്ഷണം മുതലായി ദോലപ്രവാഹ പ്രവൎദ്ധനം ആവശ്യമുള്ള മററു രംഗങ്ങളിലും അനുഭവപ്പെട്ടു. പിന്നീടു് കൂടുതൽ അധ്വാക്കളെ ചേൎത്തു് ഇതിൻെറ സാദ്ധ്യതകൾ വൎദ്ധിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. കൂടാതെ, സ്ഥിരതരംഗ നിൎമ്മിതിക്കു് ഏററവും യോജിച്ച ഉപകരണമാകയാൽ പ്രേഷണത്തിനു് അത്യന്തം ഉപകാരപ്പെടുന്നു. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ഇതു്, സാധാരണ വൈദ്യുതിദീപംപോലെ, ചെറിയതായിരുന്നു. 1913 മുതൽ, പ്രേഷണത്തിനുപയോഗിച്ചുതുടങ്ങിയതോടുകൂടി, അതിൻെറ വലിപ്പവും അതിലുപയോഗിക്കുന്ന ശക്തിയും ക്രമേണ വൎദ്ധിച്ചു. ഇപ്പോൾ 1000 കിലോവാട്ടു് ശക്തിവരെയുപയോഗിക്കുന്ന ആലകതാണജങ്ങളും ഉണ്ടു്. വലിയതരം വാൽവിൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന ചൂടു കുറയ്ക്കുന്നതിനായി വെള്ളം അതിൻെറ ചുററിലും കൂടി ഒഴുകുന്നു.

ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം. പ്രാരംഭഘട്ടത്തിൽ കമ്പിയില്ലാക്കമ്പിത്തപാലിലാണ് ശ്രദ്ധ അധികമായി പതിപ്പിച്ചതെങ്കിലും ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിനുള്ള ശ്രമങ്ങളും നടന്നുകൊണ്ടിരുന്നു. സ്ഫുലിംഗനിർമ്മിത തരംഗങ്ങളാണല്ലോ ആദ്യം സുലഭമായിരുന്നതു്. അവ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിനുപയോഗയോഗ്യവുമല്ലായിരുന്നു.

1900-ാമാണ്ടു് ഫെസെൻഡൻ (Fessenden) തന്റെ ഡൈനാമോകൊണ്ടു നിർമ്മിച്ച ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാസ്ഥിരതരംഗമുപയോഗിച്ച് ഉച്ചാരണശബ്ദം കുറേ ദൂരത്തിൽ പ്രേഷണം ചെയ്തു. 1903-ൽ ഈ ദൂരം 25 മൈലായി വർദ്ധിപ്പിച്ചു. മൂന്നു കൊല്ലം കഴിഞ്ഞു് അമേരിക്കയിൽ രണ്ടു സ്ഥലങ്ങളുമായി നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന ശബ്ദപ്രേഷണം യാദൃച്ഛികമായി സ്കോട്ട്ലണ്ടിൽ കേൾക്കുന്നതിനു സാധിച്ചു. 1908-ൽ 'ബെൽ ടെലിഫോൺ' (Bell Telephone) കമ്പനിയും ഫെസെൻഡനും തമ്മിൽ പല സ്ഥലങ്ങളിലും ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം നടത്തുന്നതിന് ഉടമ്പടി തയാറാക്കിയെങ്കിലും അന്നതു നടപ്പിലായില്ല.

വൈദ്യുതാർക്കുകളും സ്ഥിരതരംഗങ്ങളെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനുപയോഗിച്ചിരുന്നു. ഡഡ്ഡൽ (Duddel), പൌൾസൻ (Poulsen) മുതലായവരാണ് ഇതിൽ പ്രയത്നിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നതു്. ഇതിന്റെ പ്രേഷണപരിധി 300 മൈൽ മാത്രമായിരുന്നു; എന്നാൽ ആലക്താണുജം മുഖേന സ്ഥിരതരംഗം നിർമ്മിച്ചശേഷമേ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം കാര്യക്ഷമമായുള്ളു.

1913-ൽ പ്രത്യുല്പാദനപര്യയനത്തിന്റെ വിശേഷഗുണങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കി. ഇതിന്റെ ഉപജ്ഞാതാവ് ആംസ്ട്രോങ്ങ് (Armstrong) ആണ്. വാൽവുപയോഗിച്ച വൈദ്യുതതരംഗങ്ങൾ നിർമ്മിക്കാമെന്നായി. എന്നാൽ യൂറോപ്പിലെ മഹായുദ്ധകാലത്തു് സർക്കാരാവശ്യങ്ങൾക്കല്ലാതെ റേഡിയോ ഉപയോഗിക്കാൻ നിവൃത്തിയില്ലാതിരുന്നതിനാൽ സ്വതന്ത്ര പരീക്ഷണങ്ങൾക്കു സൌകര്യം കുറവായിരുന്നു. അതിനാൽ റേഡിയോയുടെ വളർച്ചയിൽ പുരോഗമനം വേണ്ടപോലെ

ഉണ്ടായില്ല. യുദ്ധാനന്തരം റേഡിയോകുതുകികളും മററും വീണ്ടും പരീക്ഷണങ്ങൾ ആരംഭിച്ചു. റേഡിയോപ്രക്ഷേപണം ഒരു വിനോദതൊഴിലായി എടുത്തിട്ടുള്ളവരെ 'റേഡിയോകുതുകികൾ' (radio amateurs) എന്നും അങ്ങനെയുള്ള പ്രേഷണത്തെ 'കൌതുകപ്രേഷണം' (amateur transmission) എന്നുമാണ് പറയുന്നതു്. അന്നെല്ലാം സ്ഫാടികാദായകങ്ങളും, അപൂർവ്വമായി മാത്രം, വാൽവുമുപയോഗിച്ചിരുന്നു.

1915 വരെ ശബ്ദം അതേവിധത്തിൽ ആലകതാണുജമുപയോഗിച്ച പ്രക്ഷേപണം ചെയ്തിരുന്നില്ല. ഈ വർഷത്തിൽ റേഡിയോ മാർഗ്ഗമായി അമേരിക്കയിൽനിന്നും അയച്ച ഉച്ചാരണശബ്ദം, വളരെ തെളിവായല്ലെങ്കിലും, പാരീസിൽ (Paris) കേൾക്കാമായിരുന്നു. 1920-ൽ പിററ്സ്ബെർഗ്ഗ് (Pittsberg-America) എന്ന സ്ഥലത്തെ ഒരു മത്സരപ്പന്തുകളിയെപ്പററിയുള്ള വിവരണം കളിനടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ തന്നെ KDKA ശാലമൂലം പ്രക്ഷേപിക്കുന്നതിനു സാധിച്ചു. ഇതു മുതലാണ് ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം പ്രചാരപ്പെട്ടു് എല്ലാവർക്കും പൊതുവിൽ പ്രയോജനമുള്ളതായിത്തീന്നതു്. പ്രസംഗങ്ങൾ, സംഗീതം മുതലായവ എല്ലാവക്കും കേൾക്കത്തക്ക നിലയിലായി. ഓരോരുത്തക്കും അവരവരുടെ ഭവനങ്ങളിലും മററും ആദായകങ്ങളുപയോഗിച്ച് റേഡിയോയുടെ പ്രയോജനങ്ങൾ അനുഭവപ്പെടുവാൻ തുടങ്ങി. പ്രക്ഷേപണം അതിൻെറ ബാല്യാരിഷ്ടതകളെ തരണംചെയ്തു് കൌമാരദശയിൽ പ്രവേശിച്ചു. പ്രക്ഷേപണശാലകൾ ക്രമത്തിനു വർദ്ധിച്ചു. അന്തരീക്ഷം മുഴവൻ സംഗീതവും, സംഭാഷണവും വഹിക്കുന്ന വൈദ്യുതതരംഗങ്ങൾകൊണ്ടു നിറഞ്ഞു. അതിനു വേണ്ട സാമഗ്രികളുള്ള ആക്കും എവിടെയും അതു് സ്വീകരിക്കയും അനുഭവിക്കയും ചെയ്യാമെന്നായി. കമ്പിത്തപാൽപോലെ സക്കാർ കമ്പിആപ്പീസുകൾ മുഖാന്തരം മാത്രം ഉപയോഗിക്കാമായിരുന്നതു് ഭൂലോകത്തേ സർവ്വജനങ്ങൾക്കും സ്വാതന്ത്ര്യമായി ഉപയോഗിക്കത്തക്ക നിലയിലായി. ഇതു ലോകത്തിൻെറ സ്ഥിതിഗതികളെ പാടേ വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി എന്നു പറയുന്നതിൽ ഒട്ടും അതിശയോക്തിയില്ലതന്നെ.

ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ. ഹേർട്ട്സും മാർക്കോണിയും മററും പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയത് ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളെക്കൊണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും പ്രേഷണത്തിന് ദീർഘതരംഗങ്ങളാണ് ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നതു്. ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളുടെ ഭൂതലകിരണങ്ങൾ അധികദൂരം യാത്രചെയ്യുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ ക്ഷയിച്ചുപോകുന്നതിനാൽ അവയേക്കൊണ്ട് ദൂരത്തിൽ പ്രക്ഷേപണം സാധിക്കുമെന്നു ചിന്തിച്ചതേയില്ല. കാലം ചെന്നതോടുകൂടി ദീർഘവും മദ്ധ്യവുമായ തരംഗങ്ങളെക്കൊണ്ടുള്ള പ്രക്ഷേപണത്തിൻെറ വൈഷമ്യങ്ങൾ കൂടുതലായി അനുഭവപ്പെട്ടുതുടങ്ങി. പ്രേഷണശക്തി അത്യധികം കൂട്ടാതെ വളരെ ദൂരത്തിൽ ആദാനം ദുഷ്കരമായിരുന്നു. വ്യോമതന്തുവിൽനിന്നും പ്രേഷിക്കപ്പെട്ടശക്തി ഉൽക്ഷിപ്തശക്തിയുടെ 20 ശതമാനത്തോളമേ ആയിരുന്നുള്ളു. വ്യോമതന്തുതന്നെ വളരെ ഉയരത്തിൽ പണിയേണ്ടിയിരുന്നു. അന്തരീക്ഷകവും ഒട്ടും കുറവല്ല. തരംഗായതി കൂടിയിരിക്കുന്നതിനാൽ പ്രതിബിംബിച്ച് ഏകദിഗ്പ്രക്ഷേപണരീതിയിൽ ആദാനപരിധി വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതും പ്രയാസം തന്നെ. കമ്പിപ്രേഷണമാർഗ്ഗം ഒരു മിനിററിൽ അയയ്ക്കാവുന്ന വാക്കുകളുടെ എണ്ണവും കുറഞ്ഞിരുന്നു. ഇതെല്ലാംകൊണ്ട്, 1925 നു മുമ്പ് അതായതു് ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ പ്രചാരത്തിൽ വരുന്നതിനുമുമ്പ്, ലോകം മുഴുവനും ആദാനം സിദ്ധിക്കാവുന്ന പ്രേഷണകേന്ദ്രങ്ങൾ അൻപതിൽ കവിഞ്ഞിരുന്നില്ല. അവമൂലമയച്ചിരുന്ന സന്ദേശങ്ങളുടെ എണ്ണവും അതിൽ നിന്നുള്ള വരുമാനവും തുച്ഛവുമായിരുന്നു.

1916-ൽ ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളെപ്പററി മാർക്കോണി വീണ്ടും ഗവേഷണങ്ങൾ ആരംഭിച്ചു. അക്കാലത്തു് മറെറാന്നിനും ഉപയോഗമില്ലെന്നു വിചാരിച്ചിരുന്ന ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളായിരുന്നു റേഡിയോകുതുകികൾക്കു വേർതിരിച്ചിരുന്നതു്. അവർക്കനുവദിച്ചിരുന്ന ശക്തിയും കുറവുതന്നെ. എന്നിട്ടും നിരന്തരപ്രയത്നഫലമായി അവർ 1921-ൽ അമേരിക്കയും ഇംഗ്ലണ്ടും തമ്മിൽ സന്ദേശങ്ങൾ അയച്ചു. ഇതിൽനിന്നെല്ലാം ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളുപയോഗിച്ച് കുറഞ്ഞശക്തിയിൽ വിദൂരപ്രേഷണം നടത്താമെന്നു ബോദ്ധ്യപ്പെട്ടു. 1923-ൽ ഐക്യ

നാട്ടുകളിൽ ഒരു ഹ്രസ്വതരംഗകേന്ദ്രം സ്ഥാപിതമായി. അടുത്തയാണ്ടിൽ ഇംഗ്ലണ്ടും ബ്യൂണോ എയറീസ്, സിഡ്നി മുതലായ ഏററവും ദൂരത്തിലുള്ള സ്ഥലങ്ങളുമായി സന്ദേശങ്ങൾ പകൎന്നു. ഇക്കൊല്ലത്തിൽതന്നെ ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളുപയോഗിച്ച് വളരെ ലാഭത്തിൽ ഓസ്ട്രേലിയാ, കാനഡാ മുതലായ സ്ഥലങ്ങളുമായി കമ്പിപ്രേഷണം നടത്താമെന്നു മാർക്കോണി ബ്രിട്ടീഷ്ഗവൎമ്മെൻറുമായി വ്യവസ്ഥചെയ്തു. 1925-ൽ ജൎമ്മനിയും തെക്കെ അമേരിക്കയും തമ്മിൽ സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിന് പ്രേഷണകേന്ദ്രം സ്ഥാപിച്ചു. പിറെറക്കൊല്ലം ലണ്ടനും,ഓസ്ട്രേലിയാ, തെക്കേആഫ്രിക്കാ, ഇൻഡ്യാ, കാനഡാ എന്നീ രാജ്യങ്ങളുമായി ഹ്രസ്വതരംഗപ്രേഷണപദ്ധതി നടപ്പിൽ വരുത്തി.

ഹ്രസ്വതരംഗപ്രേഷണത്തിന് പല അനുകൂലവശങ്ങളുണ്ട്. അതിൽ അന്തരീക്ഷകം വളരെ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഉൽക്ഷിപ്തശക്തിയുടെ ഏകദേശം 80 ശതമാനത്തോളം വ്യോമതന്തുവിൽ നിന്നും പ്രേഷണം ചെയ്യാം. തരംഗായതി കുറയുന്നതിനാൽ വ്യോമതന്തുവിൻെറ ഉയരം കൂടിയിരിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല. പ്രതിബിംബനരീതി ഉപയോഗിച്ച് കിരണയഷ്ടി പുഷ്ടിപ്പെടുത്താം. ആദാനപരിധി മററതിൽനിന്നും വളരെ കൂടുതലാണ്; ശൂന്യാന്തരാളത്തിൽ ആദാനം സാധിക്കയില്ലെന്നേയുള്ളു. ഓരോ പ്രേഷണകേന്ദ്രത്തിൻെറയും പ്രാരംഭ ചെലവും സംരക്ഷണചെലവും കുറഞ്ഞിരിക്കും. തരംഗതീവ്രത കുറവല്ലാത്തതിനാൽ കമ്പിപ്രേഷണത്തിൻെറ വേഗത വൎദ്ധിപ്പിക്കാം. ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ ഉപയോഗത്തിൽ വന്നതോടുകൂടി മിനിററിൽ മുന്നൂറു വാക്കുകൾ വീതം ലോകത്തിൽ ഏതുസ്ഥലത്തും ആദാനംചെയ്യുന്നതിന് 20 കിലോവാട്ടിൽ കൂടുതൽ ശക്തി വ്യോമതന്തുവിൽ നിക്ഷേപിക്കേണ്ടിയിരുന്നില്ല. അതുകൊണ്ട് ദൂരയോട്ടുള്ള സന്ദേശങ്ങൾ അധികവും റേഡിയോമാൎഗ്ഗമയച്ചുവന്നതിനാൽ കടൽക്കമ്പികമ്പനിക്കാരുടെ വരവു കുറഞ്ഞു, നഷ്ടത്തിലായിത്തുടങ്ങി.

ഇതിൻെറ മറെറാരു വൈശിഷ്ട്യം ഹ്രസ്വപംക്തിയിൽ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിനാവശ്യമുള്ളിടത്തോളം വിസരായതി

(10,000) യുള്ളതും പരിച്ഛിന്നതരംഗായതിയോടുകൂടിയതുമായ അനേകം ശാലകൾക്കിടമുണ്ടെന്നുള്ളതാണ്. 30,000 മീററർ മുതൽ 3000 വരെയുള്ള പംക്തിയിൽ 9 സ്വതന്ത്ര കേന്ദ്രങ്ങൾക്കേ ഇടമുള്ളു. എന്നാൽ 150 മുതൽ 10 മീററർവരെയുള്ളതിൽ അതേ കണക്കിൽ 2800 കേന്ദ്രങ്ങളാകാം.

മേല്പറഞ്ഞ കാരണങ്ങളാൽ ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ പ്രചുരമായി ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങിയതോടുകൂടി പ്രക്ഷേപണകേന്ദ്രങ്ങളും, തന്നിമിത്തം ആദായകങ്ങളും, റേഡിയോ വ്യവസായവും പൂർവ്വാധികം ശീഘ്രത്തിൽ പുരോഗമിച്ചു. 1928-നകം ലോകം മുഴുവനും ആദാനപരിധിയുള്ള 300-ൽ കൂടുതൽ പ്രേഷണകേന്ദ്രങ്ങൾ സ്ഥാപിതമായി. 1926 മുതൽ എല്ലാ ഭൂഖണ്ഡങ്ങളിലുമുള്ളവരും ദൂരശ്രവണിയിലെപ്പോലെ റേഡിയോമുഖാന്തരം പരസ്പരം സംഭാഷണവും നടത്തുന്നുണ്ട്. പ്രാരംഭത്തിൽ ഋജ്വാദായകങ്ങളാണ് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. പ്രക്ഷേപണശാലകളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിച്ചതോടുകൂടി കാര്യക്ഷമമായ ആദാനത്തിന് അതു പര്യാപ്തമല്ലെന്നു വന്നുകൂടി. അപ്പോൾ സങ്കീർണ്ണാദായകങ്ങൾ നിർമ്മിച്ചു. ഇക്കാലത്തുപയോഗത്തിലിരിക്കുന്നതിൽ മിക്കവയും ഇതിൽ ഒരു തരമായ മേളാദായകമാണ്. 1930 വരെ ബാററിയായിരുന്നു റേഡിയോ ആദായകത്തിൽ വിദ്യുച്ഛക്തിക്കുള്ള മാർഗ്ഗം. അതുമുതൽ നഗരവിദ്യുച്ഛക്തി പദ്ധതിയിൽനിന്നും റേഡിയോയുടെ സകല ആവശ്യങ്ങളും നിറവേററത്തക്കവണ്ണം ഉപകരണങ്ങൾ ആദായകത്തിൽ തന്നെ ഉൾപ്പെടുത്തി.

പ്രക്ഷേപണസമ്പ്രദായങ്ങളും നാൾക്കുനാൾ അഭിവൃദ്ധി പ്രാപിച്ചുവന്നു. ആദായകങ്ങളും അവയ്ക്കെല്ലാം വേണ്ട സാധനസാമഗ്രികൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന വ്യവസായശാലകളും എണ്ണത്തിലും വണ്ണത്തിലും ക്രമാതീതമായി വർദ്ധിച്ചു. അനേകം എഞ്ചിനീയറന്മാരും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഈ വ്യവസായത്തിൽ പ്രവേശിച്ചു. ഗവേഷണശാലകളും ധാരാളമായി. റേഡിയോയെ പരിപൂർത്തിയിൽ എത്തിക്കുന്നതിനായി ദിനന്തോറുമെന്നുവേണ്ട, വിനാഴികതോറും ഇതു സംബന്ധിച്ച തീവ്രമായ ഗവേഷണങ്ങളിൽ അവർ വ്യാപൃതരായി. റേഡിയോയിലെ

ഓരോ ഉപകരണത്തിന്റെയും പ്രവൎത്തനസാദ്ധ്യതകൾ പരിപുഷ്ടിപ്പെടുത്തുന്നതിനുള്ള ഉദ്യമങ്ങൾ പൂൎവ്വാധികം നടന്നുകൊണ്ടിരുന്നു. വ്യോമതന്തുവിലെ കമ്പികളുടെ സ്ഥാനങ്ങളും അവയിലെ പ്രവാഹങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള കലാന്തരവും ക്രമപ്പെടുത്തി ഏക്ദിശ് പ്രക്ഷേപണത്തിനുള്ള നിയമങ്ങൾ തിട്ടപ്പെടുത്തി അവയെ പ്രയോഗത്തിൽ വരുത്തി. 1924 മുതൽ റേഡിയോ തരംഗ സഞ്ചരണവും അയന്മേഖലയുമായുള്ള ബന്ധം എന്താണെന്നും, പ്രചരണത്തിനുള്ള നിയമങ്ങൾ എന്തെല്ലാമെന്നും അറിയുന്നതിന് പ്രായോഗിക പൎയ്യവേക്ഷണങ്ങൾ നടന്നുകൊണ്ടിരുന്നു. ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളുടെയും അതിഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളുടെയും ഉപയോഗത്തിൽ നേരിടാവുന്ന പ്രതിബന്ധങ്ങളേയും, അവയെ പരിഹരിക്കേണ്ട മാൎഗ്ഗങ്ങളേയും പററി നടന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾ ഒട്ടും കുറവല്ല.

<u>പല രാജ്യങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള താരതമ്യം.</u> 1938 ആരംഭത്തിൽ ലോകത്തിൽ ആകപ്പാടെ ഏകദേശം എട്ടരക്കോടി ആദായകങ്ങൾ ഉപയോഗത്തിൽ ഉണ്ടായിരുന്നു. അതു് 1937 നെ അപേക്ഷിച്ചു് 25 ശതമാനം വർദ്ധനവാണു്. ജൎമ്മനിയിൽ 90 ലക്ഷവും, ബ്രിട്ടനിൽ 85 ലക്ഷവും, ഫ്രാൻസിൽ 40 ലക്ഷവും ബെൽജിയം, ചെക്കോസ്ലോവാക്കിയോ, ഹോളണ്ടു്, സ്വീഡൻ ഇവിടെയെല്ലാം പത്തുലക്ഷം വീതവും ആദായകങ്ങളുണ്ടായിരുന്നു. ഐക്യരാജ്യങ്ങളിൽ 270 ലക്ഷമാണു് ഉപയോഗത്തിലിരുന്നതു്. അവിടെയെല്ലാം ശരാശരി അഞ്ചുപേൎക്കു് ഒരാദായകം വീതമുണ്ടു്. ലോകത്തിൽ ആകെ എഴുപതിനായിരം റേഡിയോ കുതുകികളുള്ളതിൽ അൻപതിനായിരത്തോളം ഐക്യനാടുകളിലാണു്. യൂറോപ്പിൽ ആകെ ഇരുന്നൂറോളം മദ്ധ്യവും ദീൎഘവുമായ തരംഗങ്ങളിലുള്ള പ്രക്ഷേപണശാലകളും ഐക്യനാടുകളിൽ അറുന്നൂറിൽ കൂടുതലും ഉണ്ടു്. വലിയ ഹ്രസ്വതരംഗശാലകൾ യൂറോപ്പിൽ ഏകദേശം മുപ്പത്തഞ്ചും, ഐക്യനാടുകളിൽ ഇരുപത്തരണ്ടുമാണു്.

<u>ഹ്രസ്വതരംഗം.</u> ഓരോ ചെറിയ രാജ്യത്തിലും അതാതു സ്ഥലത്തെ ആളുകൾക്കായി മദ്ധ്യതരംഗശാലകളും, അന്യദേശങ്ങളിലുള്ളവൎക്കായി ഹ്രസ്വതരംഗശാലകളുമാണു്. ദൂര

ദേശങ്ങളിൽ ഉപരാജ്യങ്ങളും സാമന്തരാജ്യങ്ങളും മററുമുള്ള ഇംഗ്ലണ്ടു്, ഫ്രാൻസ്, ജമ്മനി, ഇററലി മുതലായ രാജ്യക്കാരാണു് കൂടിയ ശക്തിയിലുള്ള ഹ്രസ്വതരംഗപ്രക്ഷേപണത്തിൽ അധികം ശ്രദ്ധ പതിപ്പിക്കുന്നതു്. പല രാജ്യങ്ങളും അവരവരെപ്പററി പ്രശംസിക്കുന്നതിനും, പരസ്യപ്രസിദ്ധീകരണത്തിനും, ലോകാഭിപ്രായം തങ്ങൾക്കനുകൂലമാക്കുന്നതിനും, രാഷ്ട്രീയമായ മററു ലാഭങ്ങൾക്കു വേണ്ടിയും ഈ വിധത്തിൽ പ്രചരണം നടത്തുന്നുണ്ടു്. ഇതു് ഏക ദിഗ്പ്രക്ഷേപണരീതിയിലാണു്. ലോകത്തെ മുഴുവൻ പല മേഖലകളായി തിരിച്ച് അതതു രാജ്യത്തു് വൈകിട്ടു് ഏകദേശം നാലുമണിമുതൽ പത്തു മണിവരെ ആദാനം ചെയ്യത്തക്കവണ്ണമാണു്, ഓരോ ദിക്കിലേക്കുമുള്ള പ്രക്ഷേപണം. ഇതിനു ഓരോ രാജ്യവും പല തരംഗായതികളും ഉപയോഗിക്കുന്നെങ്കിലും ഓരോ കേന്ദ്രമേയുള്ളു. ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ഡാവൻട്രി (Daventry) യിൽനിന്നും 50 കിലോവാട്ടു് ശക്തിയിൽ 5 പ്രേഷകങ്ങളും 15 തരംഗായതികളുമുപയോഗത്തിലുണ്ടു്. ബ്രിട്ടിഷ് ബ്രോഡ്കാസ്റ്റിംഗ് കമ്പനി, (ബി. ബി. സി.) [British Broadcasting Company (B. B. C.)]യാണു് ഇതു നടത്തുന്നതു്. ജമ്മനിക്കു് അത്രയുംതന്നെ ശക്തിയിൽ അത്രയുംതന്നെ പ്രേഷകങ്ങളും 12 തരംഗായതികളും ഉണ്ടു്. 1939 അവസാനത്തിൽ ഇററലിയിൽ 100 കിലോവാട്ടിൽ രണ്ടും; 50-ൽ ഒന്നും ഉൾപ്പെടുത്തി 46 ശാലകളുണ്ടായിരുന്നു. ഇതിൽ 25 എണ്ണം അതതു സംസ്ഥാനാവശ്യങ്ങൾക്കാണു്. ജപ്പാനു് 50 കിലോവാട്ടു് ശക്തിയിൽ ഒരു പ്രക്ഷേപകവും രണ്ടു തരംഗായതികളുമാണുള്ളതു്. ഇവയെല്ലാം 13·8 മീററർ മുതൽ 50 വരെയുള്ള തരംഗപംക്തിയിലാണു. ഓരോ പ്രക്ഷേപണത്തിലും അതതു രാജ്യക്കാൎക്കു് ഏററവും പ്രയോജനം വരുത്തത്തക്കവണ്ണം പല ഭാഷകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. മററുള്ളവരുടെ പ്രചരണം കേൾക്കാതിരിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി ജമ്മനിയിലും ജപ്പാനിലും മററും ഹ്രസ്വാദായകങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതു് കുററകരമാക്കിയിരിക്കയാണു്.

മേൽപറഞ്ഞവയെല്ലാം പ്രചരണജോലിക്കായിട്ടാണു് ഉദ്ദേശിച്ചിരിക്കുന്നതു്. എന്നാൽ വലിയ രാജ്യങ്ങളായ റഷ്യ,

അമേരിക്കയിലെ ഐക്യനാടുകൾ, ഇൻഡ്യാ എന്നിവ തന്നതാവശ്യത്തിനായിത്തന്നെ ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചേ തീരൂ. ഐക്യനാടുകളുടെ വിസ്തീർണ്ണം ഇൻഡ്യയുടേതിന്റെ ഇരട്ടിയും റഷ്യയുടേതു് അഞ്ചിരട്ടിയുമാണു്. ഇതുപോലെ ഡച്ച് ഈസ്റ്റിൻഡീസും (Dutch East Indies) ഏകദേശം 3000 മൈൽ ദൂരത്തിൽ ചിതറിക്കിടക്കുന്ന ദ്വീപുകളാകയാൽ ആകെയുള്ള വിസ്തീർണ്ണം കൂടുതലല്ലെങ്കിലും ദൂരം വലുതാണു്. അതിനാലവിടെയും ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങളാണു് സ്വന്തയാവശ്യത്തിനുപയോഗിക്കുന്നതു്. റഷ്യയും പ്രചരണത്തിനു് പ്രക്ഷേപണം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്.

മദ്ധ്യതരംഗം. അതതുകേന്ദ്രത്തിനു ചുററുമുള്ളവരെ ഉദ്ദേശിച്ചുള്ള പ്രേഷണത്തിനു് ഭൂതലകിരണമാണല്ലോ ഉപയോഗപ്പെടുന്നതു്. അതിനു് മദ്ധ്യതരംഗമാണു് നല്ലതു്. അതുകൊണ്ടു് പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിൽ മദ്ധ്യതരംഗപംക്തിയിലാണു് ധാരാളം ശാലകളുള്ളതു്. യൂറോപ്പിലുള്ള 250 മദ്ധ്യതരംഗശാലകൾ ആകെക്കൂടി 7000 കിലോവാട്ടു് ശക്തിയോളം ഉപയോഗിക്കുന്നു. അതിൽ 58 എണ്ണം 50 കിലോവാട്ടു് ശക്തിയിൽ കൂടിയവയാണു്. 500 കിലോവാട്ടിൽ ഒന്നുമുണ്ടു്. ഐക്യനാടുകളിൽ ആകെ 3000 ത്തോളം കിലോവാട്ടു് ശക്തിയിൽ 600-ൽ കൂടുതൽ ശാലകളുണ്ടു്. അവയിൽ 35 എണ്ണം 50 കിലോവാട്ടു് ശക്തിയിൽ കവിഞ്ഞവയാണു്. ഒന്നു് 500 കിലോവാട്ടിലുമുണ്ടു്.

പ്രക്ഷേപണപരിപാടി. മുമ്പു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ, സംഗീതം, ലോകവാർത്ത, പ്രസംഗം, അദ്ധ്യാപനം മുതലായി പലതും പ്രക്ഷേപണംചെയ്യുന്നുണ്ടു്. എന്നാൽ ഐക്യനാടുകളിൽ പ്രക്ഷേപണശാലകൾ വാണിജ്യപരവും വ്യവസായികവുമായ പരസ്യങ്ങൾ പ്രസിദ്ധം ചെയ്യാനും ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. അവിടെ ചിലപ്പോഴെല്ലാം ആദായകം ഏതു ശാലയ്ക്കു താനപ്പെട്ടുത്തിയാലും പരസ്യങ്ങളല്ലാതെ ഒന്നുംതന്നെ കേൾക്കാനില്ലായിരിക്കും. സാധാരണയായി പ്രക്ഷേപണം ചെയ്യുന്നതു് ഏററവും മെച്ചമായ സംഗീതമായിരിക്കും. ഓരോ വിഷയത്തിലും വിദഗ്ദ്ധരായ ആളുകളുടെ

പ്രസംഗങ്ങളും, കുറെ നാളുകളായി, പള്ളിക്കൂടങ്ങളിലെ ചില വിഷയങ്ങളിൽ അദ്ധ്യയനവും പ്രക്ഷേപണപരിപാടിയിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഈ ആവശ്യത്തിലേക്ക് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ഏകദേശം 6000 പള്ളിക്കൂടങ്ങളിലും, ജപ്പാനിൽ 3000-ത്തിലും മററു രാജ്യങ്ങളിലും ധാരാളമായും ആദായകങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഓരോ ശാലയ്ക്കും ചുററുമുള്ള ആളുകളുടെ പൊതു ആവശ്യങ്ങൾക്ക് ഉതകത്തക്ക പലതും പരിപാടിയിൽപെടും. ഗ്രാമീണജനങ്ങളെ ഉദ്ദേശിച്ച് ഗ്രാമോദ്ധാരണസംബന്ധമായ സംഗതികൾ പ്രക്ഷേപണം ചെയ്യുന്നു. മിക്ക ശാലകളിലും പ്രധാനപ്പെട്ട പരിപാടികളെല്ലാം സ്വനഗ്രാഹിയിൽ പകത്തിയെടുക്കും. ചില ശാലകൾ സ്വനഗ്രാഹിയിൽ നിന്നുതന്നെ പാട്ടുകളും മററും പ്രക്ഷേപിക്കുന്നു. ചിലപ്പോഴെല്ലാം മററു ശാലകളിൽനിന്നുള്ള പരിപാടികൾ ആദാനംചെയ്ത് 'ആവത്തനപ്രക്ഷേപണവും' (relay—) നടത്താറുണ്ട്.

ചെലവ്. ശരിയായ പ്രവത്തനം നടത്തണമെങ്കിൽ ഓരോ ശാലയ്ക്കും ചെലവു ധാരാളം വരും. കേൾവിക്കാരിൽ ഭൂരിപക്ഷത്തിനും രസിക്കേണ്ടതാകയാൽ സംഗീതവും പ്രസംഗവും മററും ലഭിക്കാവുന്നതിൽ ഏററവും ഉത്തമമായിരിക്കണം. പ്രക്ഷേപണശാലയുടെ വാഷികചെലവുകളിൽ ഒട്ടു മുക്കാൽ ഭാഗവും സംഗീതസംഘങ്ങൾക്കും മററുമായിട്ടാണ്. മിക്ക രാജ്യങ്ങളിലും, ആദായകങ്ങൾക്കു വാർഷികലൈസൻസ്ഫീസ് ചുമത്തിയിട്ടുണ്ട്. അതിൽനിന്നും, റേഡിയോ സാമാനങ്ങളിന്മേലുള്ള ചുങ്കത്തിൽനിന്നും മററുമാണ് പ്രക്ഷേപണച്ചെലവുകൾ വഹിക്കുന്നത്. പല രാജ്യത്തും പല നിരക്കിലാണ് ഫീസ്. ഐക്യനാടുകളിലും ഹോളണ്ടിലും ലൈസൻസ്ഫീസില്ല. ഐക്യനാടുകളിൽ പരസ്യങ്ങളിൽനിന്നുള്ള വരവുകൊണ്ടാണു ചെലവു നടക്കുന്നത്. ഹോളണ്ടിൽ ഓരോ സമൂഹവും പൊതുജനങ്ങളിൽനിന്നും പണം പിരിച്ചു ചെലവു നടത്തുന്നു. ഓരോ രാജ്യത്തും ഗവമെൻറിൽനിന്നും ഇതിനായി ധാരാളം ചെലവുചെയ്യുന്നുണ്ട്.

ഹോളണ്ടിലെ പ്രക്ഷേപണത്തിന് അനുകരണയോഗ്യമായ ചില പ്രത്യേകതകൾ ഉള്ളതിനാലും അതു ക്രമമായി ഇൻഡ്യ

യിൽ ലഭിക്കുന്നതിനാലും അതിനെപ്പററി അല്പം പ്രസ്താവിക്കാം. ഹോളണ്ട് റേഡിയോയുടെ സ്വര്‍ഗ്ഗമാണെന്നുവേണം പറവാൻ. അവിടെ ആദായകങ്ങൾക്ക് ലൈസൻസ് ആവശ്യമില്ല. പരസ്യങ്ങൾക്കും മററും പ്രക്ഷേപണം ഉപയോഗിക്കുന്നില്ല. ഒന്നാംതരം പരിപാടിയാണ് പ്രക്ഷേപിക്കുന്നതു്. അവിടത്തെ ഫിലിപ്പ്സ് (Philips) കമ്പനിക്കാരുടെ പി. സി. ജെ. മുതലായ ശാലകൾ ലോകപ്രസിദ്ധി നേടിക്കഴിഞ്ഞു. ഹ്രസ്വതരംഗപ്രക്ഷേപണത്തിൽ ഏററവും വിദഗ്ദ്ധന്മാർ അവരാണ്. ഇപ്പോൾ 60 കിലോവാട്ട് ശക്തിയിൽ, ഭ്രലംബത്തിൽ നിർത്തിയിരിക്കുന്നതും കറക്കാവുന്നതുമായ ഏകദിഗ് വ്യോമതന്തു ഉപയോഗിച്ച്, എല്ലാ ദിക്കിലോട്ടും പ്രക്ഷേപണം നടത്തുന്നു. ഗവമ്മെൻറുകളോ കമ്പനികളോ അല്ല, പിന്നെയോ ചിലസമൂഹങ്ങളാണ് ഇതു നടത്തുന്നതു്. അവരുടെ രംഗമണ്ഡപങ്ങൾ ലോകത്തിലേക്ക് ഏററവും വിശേഷപ്പെട്ടവയാണ്. അതു കണ്ടുപഠിക്കുന്നതിനായി പല രാജ്യങ്ങളിൽനിന്നും എഞ്ചിനീയറന്മാർ ചെല്ലുന്നുണ്ട്. അവരുടെ റേഡിയോഗവേഷണശാലകളെ പിന്നിലാക്കുവാൻ ലോകമാകെ അന്വേഷിച്ചാലും ഒന്നും കാണുകയില്ല. അവിടത്തെ റേഡിയോ വ്യവസായത്തിൻെറ അനുസ്യൂതമായ അഭിവൃദ്ധിക്ക് നിദാനമായിരിക്കുന്നതും ഈ ശാലകളാണ്. മററുരാജ്യങ്ങളിൽ വിദ്യുച്ഛക്തി വിതരണം ചെയ്യുന്നതുപോലെ കമ്പിമാര്‍ഗ്ഗം ഒരു കേന്ദ്രസ്ഥാനത്തുള്ള വലിയ ആദായകത്തിൽ നിന്ന് ചുററുമുള്ള ഭവനങ്ങളിലും മററും പ്രക്ഷേപണപരിപാടി എത്തിക്കുന്നു. ഭവനങ്ങളിൽ ഓരോ ഉച്ചഭാഷിണിമതിയാകും. ഏതുസമയവും മൂന്നുപരിപാടികളിൽ ഇഷ്ടംപോലെ ഏതെങ്കിലും ഉപയോഗിക്കാം. ഈ രീതി മററുചില രാജ്യങ്ങളിലുമുണ്ട്.

ഇൻഡ്യയിലെ പ്രക്ഷേപണചരിത്രം

1927 ജൂലായി 23-ാംതീയതി അന്നത്തെ വൈസ്രോയിയായ ഐർവിൻപ്രഭു ബോംബേ പ്രക്ഷേപണശാല ഉദ്ഘാടനം

ചെയ്യുതോടുകൂടിയാണ് ഈ രാജ്യത്ത് ക്രമമായ പ്രക്ഷേപണം ആരംഭിച്ചതു്. അക്കൊല്ലംതന്നെ കൽക്കട്ടായിലും പ്രക്ഷേപണം തുടങ്ങി. ഇവ രണ്ടും ഇൻഡ്യൻബ്രോഡ്കാസ്റ്റിംഗ് കമ്പനി (Indian Broadcasting Company) ആണു് നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നതു്. ഇതിനുമുമ്പു് അങ്ങിങ്ങായി ചെറിയ സമൂഹങ്ങൾ കുറഞ്ഞ ശക്തിയിൽ പ്രക്ഷേപണം നടത്തുന്നുണ്ടായിരുന്നു. ലൈസൻസ്ഫീസിൽ ഒരുഭാഗം അവക്ക് കൊടുത്തുകൊണ്ടുമിരുന്നു. അന്നു് കൽക്കട്ടായിലും ബോംബെയിലും ഒന്നര കിലോവാട്ട് ശക്തിയേ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നുള്ളൂ. അതിന്റെ ഭൂതലകിരണംമൂലമുള്ള ആദാനപരിധി 30 മൈൽ മാത്രമായിരുന്നു.

1934-ൽ ഇൻഡ്യാഗവമ്മെൻറു് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ നിന്നും കെർക്കിയെ (Kirke) വരുത്തി ഇവിടെ പ്രക്ഷേപണം നടത്തുന്നതിനു വേണ്ട പദ്ധതികൾ തയാറാക്കുന്നതിനു നിയമിച്ചു. അദ്ദേഹം ഇൻഡ്യയിലെ പ്രധാന സ്ഥലങ്ങളിൽ ചുററി സഞ്ചരിച്ച് ഓരോ ഭാഗത്തെയും സൌകര്യങ്ങളെയും ആവശ്യങ്ങളെയും പരിശോധിച്ചശേഷം ഒരു പദ്ധതി രൂപവൽക്കരിച്ചു. ഇംഗ്ലണ്ടിൽനിന്നു തന്നെ ഫീൽഡനെ (Fieldon) അഖിലേന്ത്യാ റേഡിയോ ഡിപ്പാർട്ടുമെൻറിന്റെ ഭരണത്തിനായും ഗോയിഡറിനെ (Goyder) മുഖ്യ എൻജിനീയറായും നിയമിച്ചു. നാല്പതുലക്ഷം രൂപാ റേഡിയോ പ്രക്ഷേപണത്തിനായി ഗവമ്മെൻറു നീക്കിവച്ചു. അവരുടെ തീരുമാനപ്രകാരം ഡൽഹിയിലെ 20 കിലോവാട്ട് ശക്തിയിലേതു കൂടാതെ ഡൽഹി, കൽക്കട്ടാ, ബോംബേ, മദ്രാസ് എന്നീ നഗരങ്ങളിൽ 10 കിലോവാട്ട് ശക്തിയിൽ അതാതു സംസ്ഥാനങ്ങളെ ഉദ്ദേശിച്ച് ഓരോ ഹ്രസ്വതരംഗപ്രക്ഷേപകവും, അതോടുകൂടി അതതു നഗരങ്ങളുടെ ആവശ്യത്തിലേക്ക് കുറഞ്ഞ ശക്തിയിൽ ഓരോ മദ്ധ്യതരംഗപ്രക്ഷേപകവും ഏർപ്പെടുത്തുന്നതിനും, ലാഹൂർ, ലക്നൌ, ഡാക്കാ, തൃശ്ശിനാപ്പള്ളി ഈ സ്ഥലങ്ങളിൽ 5 കിലോവാട്ട് ശക്തിയുള്ള ഓരോ മദ്ധ്യതരംഗപ്രക്ഷേപകവും സ്ഥാപിക്കുന്നതിനും നിശ്ചയിച്ചു. ഇവയെല്ലാം നടപ്പിലായി. 9-ാം അനുബന്ധത്തിൽ ഇവയുടെ വിവരങ്ങൾ ചേർത്തിരിക്കു

ന്നു. ഹൈദരാബാദിലും പ്രക്ഷേപണം നടപ്പിലായിക്കഴിഞ്ഞു. മൈസൂർ, ബറോഡാ, തിരുവിതാംകൂർ മുതലായ നാട്ടുരാജ്യങ്ങളിലും പ്രക്ഷേപണത്തിനുള്ള ഏൎപ്പാടുകൾ ആരംഭിച്ചിട്ടുണ്ട്.

തെക്കേ ഇൻഡ്യയിൽ നല്ലവണ്ണം ആദാനം ചെയ്യാവുന്ന ഒന്നാണ് കൊളംബിലെ പ്രക്ഷേപണം. 1923-ൽ ആരംഭിച്ചു എങ്കിലും 1925-ലാണ് അവിടെ പ്രക്ഷേപണം ശരിയായി നടന്നുതുടങ്ങിയത്. രണ്ടുകൊല്ലം കഴിഞ്ഞ് രംഗമണ്ഡപത്തിന് പ്രത്യേകം കെട്ടിടം ലഭിക്കുകയും തരംഗായതി 800 മീററരിൽ നിന്നും 428·6 ആയി ഭേദപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. 1934-ൽ ഹ്രസ്വതരംഗപ്രക്ഷേപണം ആരംഭിച്ചു. രണ്ടുകൊല്ലം മുമ്പ് ശക്തി 5 കിലോവാട്ട് ആയി വർദ്ധിപ്പിച്ചു. ഇതിനായി പ്രത്യേകം നിൎമ്മിച്ച രംഗമണ്ഡപവും ഉപയോഗത്തിൽ വന്നു. 1925-ൽ ലൈസൻസ് 176 ആയിരുന്നത് 1938-ൽ 6000-ത്തോളമായി. കപ്പൽയാത്രക്കാൎക്ക് കൊളമ്പ്, ഒരു വിശ്രമതുറമുഖമാകയാൽ പല ദേശങ്ങളിൽനിന്നും ഓരോകാൎയ്യത്തിലും ക്ഷീണിതരായ യാത്രക്കാർ പലപ്പോഴും പരിപാടികളിൽ പങ്കെടുക്കാറുണ്ട്.

ഇൻഡ്യയിലെ ശാലകളിൽ പല ഭാഷകളുമുപയോഗിക്കുന്നു. സാധാരണയുള്ള എല്ലാ പരിപാടികളും ഉണ്ട്. പള്ളിക്കൂടങ്ങളിലേക്കുള്ള പരിപാടിയും മിക്കേടത്തും നടപ്പിൽ വന്നിട്ടുണ്ട്. ഗ്രാമോദ്ധാരണസംബന്ധമായ പ്രക്ഷേപണങ്ങളും തുടങ്ങിക്കഴിഞ്ഞു. പലഗ്രാമങ്ങളിലും ഗവൎമ്മെൻറു ചെലവിൽതന്നെ സ്വയം പ്രവൎത്തനരീതിയിലുള്ള ആദായകങ്ങളും സ്ഥാപിച്ചിട്ടുണ്ട്. 1927-ൽ ഇൻഡ്യയിൽ ആകെ 1000-ത്തോളം ലൈസൻസേ ഉണ്ടായിരുന്നുള്ളു. 1932-ൽ ലണ്ടനിൽ നിന്നും സാമ്രാജ്യപ്രക്ഷേപണം തുടങ്ങിയതോടുകൂടി ഇതു വൎദ്ധിച്ച് 1934-ൽ 16,000 ആയി. ഇപ്പോൾ അതു ഏകദേശം 70,000 ആയിട്ടുണ്ട്. പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളോടു താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാൽ ഇൻഡ്യാ റേഡിയോപ്രക്ഷേപണത്തിൽ എത്രയോ പിന്നോക്കമാണെന്നു വിശേഷിച്ചു പ്രസ്താവിക്കേണ്ടല്ലോ. അനതിദൂരഭാവിയിൽ ഇൻഡ്യയും മററുരാജ്യങ്ങളോടൊപ്പം റേഡിയോയിലും അഭിവൃദ്ധിപ്പെടുമെന്നാശിക്കാം.

ചിത്രപ്രക്ഷേപണം

വർത്തമാനപ്പത്രങ്ങൾക്ക് ലോകവാർത്തകൾ കമ്പിമാർഗ്ഗം കിട്ടിത്തുടങ്ങിയ കാലംമുതൽ ആളുകളുടെയും രംഗങ്ങളുടെയും ചിത്രങ്ങളും കൂടി പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുന്നതിനുള്ള വാഞ്ഛയുണ്ടായി. പലരും ഇതിലേക്ക് പല പദ്ധതികളും രൂപവൽകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. 1841 മുതൽ ചിത്രപ്രക്ഷേപണത്തിനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ ആരംഭിച്ചു. പ്രാരംഭദശയിൽ ഇത് കമ്പിവഴി മാത്രമേ അയയ്ക്കുന്നതിനു ശ്രമിച്ചിരുന്നുള്ളു. ലോകത്തിൽ എവിടെയും നടക്കുന്ന സംഭവങ്ങൾ അപ്പഴപ്പോൾ തന്നെ ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം മുഖാന്തരം അറിയാമെന്നു വന്നതോടുകൂടി ചിത്രങ്ങളും പ്രക്ഷേപിക്കുന്നതിനുള്ള ഉദ്യമങ്ങൾ വർദ്ധിച്ചു. 1922-ൽ ഇററലിയിൽനിന്ന് അമേരിക്കയിലേക്ക് ചിത്രപ്രേഷണം നടത്താൻ കോൺ (Korn) എന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനു കഴിഞ്ഞു. ഇതു സംബന്ധമായ നൂതനകണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും പദ്ധതികളും അനവധിയാണ്. പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിലും ജപ്പാനിലും ദൂരശ്രവണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന കമ്പികളെ കൂടാതെ ഇതിനായിത്തന്നെ അനേകമൈൽ നീളത്തിൽ കമ്പികൾ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുണ്ട്. 1926 മുതൽ ലണ്ടനും ന്യൂയോർക്കുമായി റേഡിയോ മുഖാന്തരം ചിത്രപ്രക്ഷേപണം നടന്നുവരുന്നുണ്ട്. ജർമ്മനിയിൽ ബേർലിനും തെക്കേ അമേരിക്കയിൽ ബ്യൂണോ എയ്യറിസുമായിട്ടുപോലും ചിത്രപ്രക്ഷേപണം നടത്തുന്നു.

1934 മുതൽ ചിത്രാദായകങ്ങൾ, റേഡിയോ ആദായകങ്ങളെപ്പോലെതന്നെ വീടുകളിലും മററും ഉപയോഗിക്കത്തക്കവണ്ണം ഉണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഈയിടയായി വർണ്ണചിത്രങ്ങളും പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. ഒരുതരം ലഘുചിത്രാദായകത്തിൽ ഇംഗാലകടലാസ്സ് ഉപയോഗിച്ചാണ് ചിത്രം രൂപവൽക്കരിക്കുന്നത്. ചെറിയ ഒരു ദണ്ഡിൻെറ അഗ്രം ഇംഗാലകടലാസ്സിൽ അമർത്തിയിരിക്കും. അതിൻെറ കീഴിൽ ഒരു വെള്ളക്കടലാസ്സ് ഉണ്ടായിരിക്കും. പ്രേഷണിയിൽ നിന്നുള്ള ചിത്രചിഹ്നകങ്ങളാൽ ദണ്ഡ് തദനുസാരം കടലാസ്സിൻെറ ഉപരിതലത്തിലെ ഓരോ ബിന്ദുവിലും അനുക്രമമായി അമ

ത്തുകയും വെള്ളക്കടലാസ്സിൽ തദ്ധാരാ പതിയുന്ന ഓരോ കുത്തിൻെറയും നിറത്തിലുള്ള ഏററക്കുറച്ചിൽ ക്രമീകരിക്കയും ചെയ്താൽ ആദാനം പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ വെള്ളക്കടലാസ്സിൽ ആദ്യചിത്രത്തിൻെറ ഒരു പ്രതിച്ഛായ ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതാണു്.

ദൂരവീക്ഷണത്തിൻെറയും ഇതിൻെറയും സാങ്കേതികചരിത്രം ഒന്നാകയാൽ അതു് അവിടെ വിസ്തരിച്ചുകൊള്ളാം. അനേകം പ്രസിദ്ധശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും എഞ്ചിനീയറന്മാരും ഇതു സംബന്ധിച്ച സാങ്കേതികപര്യവേക്ഷണങ്ങളിൽ ഏപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ റേഡിയോപോലെതന്നെ ചിത്രാദാനവും കാലതാമസമെന്യേ സർവ്വസാധാരണമാകുന്നതിനിടയുണ്ടു്.

ദൂരവീക്ഷണം

ചലനമില്ലാത്ത ഒരു വസ്തുവിൻെറയോ, രംഗത്തിൻെറയോ പ്രതിരൂപം കമ്പിവഴി അയയ്ക്കുന്നതിനും സ്വീകരിക്കുന്നതിനും അത്ര വളരെ വൈഷമ്യമുണ്ടായില്ല. അതിനു് എത്ര സമയം വേണമെങ്കിലും എടുക്കാമല്ലോ. എന്നാൽ ദൂരവീക്ഷണത്തിൽ ചലനമുള്ളതും ഇല്ലാത്തതുമായ വസ്തുക്കളേയും രംഗങ്ങളേയും ആനുപൂർവ്വികം ഗോചരീഭവിപ്പിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നതിനാൽ അതിനു വേണ്ട ഉപകരണങ്ങളും സംവിധാനങ്ങളും വളരെ വിപുലമാകേണ്ടതായിവന്നു.

കാഴ്ചപ്രക്ഷേപണം ശബ്ദപ്രക്ഷേപണംപോലെ അത്രസുകരമായിരുന്നില്ല. ശബ്ദത്തെ ആദ്യം വൈദ്യുതതരംഗരൂപത്തിൽ ദൂരദിക്കുകളിലേക്കു് അയയ്ക്കുകയും, പിന്നീടു് അവിടവിടെ വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തിൽ നിന്നും പൂർവ്വസ്ഥിതിയിലേക്കു് പരിവർത്തനംചെയ്തു തിരിച്ചെടുക്കുകയുംചെയ്യാം. ശബ്ദം തരംഗരൂപത്തിലാകയാൽ പരിവർത്തനം എളുപ്പമാണു്. എന്നാൽ കാഴ്ചയ്ക്കു് നിദാനമായ ശോഭാതീവ്രതാഭേദങ്ങളെ, തത്തുല്യവൈദ്യുതതരംഗങ്ങളാക്കിത്തീർത്തശേഷം തിരിച്ചു വിവർത്തനം ചെയ്യുന്നതു് അല്പം വിഷമം തന്നെ. ശബ്ദംമുഖാന്തരമുള്ള ആശയവിനിമയം അതിൻെറ ധ്വനിവ്യക്തിതയെ ആശ്ര

യിച്ചിരിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ വീക്ഷണത്താലുള്ള രൂപഗ്രഹണം രംഗത്തിന്റെ ചെറുതും വലുതുമായ എല്ലാ ഭാവഭേദങ്ങളെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ശബ്ദഗ്രഹണത്തിന് ഒരു ബിന്ദുവിലെ വ്യത്യയങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കിയാൽ മതിയാകും. എന്നാൽ കാഴ്ചയ്ക്ക് ഒരു തലത്തിലെ വ്യത്യയങ്ങളെങ്കിലും ഗ്രഹിക്കണം. കൂടാതെ പ്രേഷണം ചെയ്യുന്നതും ആദാനം ചെയ്യുന്നതുമായ ശബ്ദം തമ്മിൽ അല്പസ്വല്പവ്യത്യാസമെല്ലാമുണ്ടായിരുന്നാലും ചെവി അതു് എല്ലായ്പ്പോഴും തിരിച്ചറിഞ്ഞു എന്നു വരികയില്ല. എന്നാൽ കണ്ണു് ചെറിയവ്യത്യാസങ്ങൾ പോലും ഗ്രഹിക്കും. ഈ കാരണങ്ങളാലും മററും ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം മിക്കവാറും പൂർണ്ണവളർച്ചയെ പ്രാപിക്കുകയും പ്രചുരപ്രചാരമാകയും ചെയ്ത അവസരത്തിൽ പോലും ദൂരവീക്ഷണം അതിന്റെ ബാല്യദശയെ തരണംചെയ്തു കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല.

ദൂരവീക്ഷണത്തിന് ആധാരമായ ശാസ്ത്രതത്വങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതു് കഴിഞ്ഞ ഏകദേശം 70 കൊല്ലങ്ങൾക്കിടയ്ക്കുള്ള പല കാലഘട്ടങ്ങളിലായിട്ടാണു്. 1873-ൽ മേ (May) എന്ന ഒരു കമ്പിത്തപാൽ പ്രവർത്തകൻ—യാദൃശ്ചികമായി എന്നു വേണം പറവാൻ—സെലിനിയം എന്ന ലോഹത്തിന്റെ പ്രതിരോധതത്വം അതിൽ അപ്പഴപ്പോൾ പതിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രകാശത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു കണ്ടു. മററു പലരും പരിക്ഷണശേഷം ഇതിനെ സ്വീകരിച്ചു. ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ നിപതിക്കുന്ന പ്രകാശതീവ്രതാവ്യത്യയത്തിനനുസരണമായി വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തിൽ വ്യത്യാസങ്ങൾ വരുന്നു എന്നുള്ളതാണു് ഈ ഉപജ്ഞാനത്തിന്റെ മാഹാത്മ്യം.

1840-ൽ സെലിനിയം ഉപയോഗിച്ചുള്ള ചില ദൂരവീക്ഷണപദ്ധതികൾ പ്രസിദ്ധപ്പെട്ടത്തി. 1884-ൽ നിപ്കോ (Nipkow) ഒരു പദ്ധതിക്കു് സംരക്ഷണാവകാശം വാങ്ങി. ദൃശ്യവസ്തു ശകലനം ചെയ്യുന്നതിനു്, ഒരു വൃത്തത്തകിടാണല്ലോ ഉപയോഗിച്ചതു്. ഇപ്പോഴും ചില രീതികളിൽ ഈ തകിടുപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്. 1889-ൽ 'നാളദർപ്പണം' (cylindrical mirror) ശകലനത്തിനുപയോഗിച്ചുള്ള ദൂരവീക്ഷണപദ്ധ

തി വീലർ (Weiller) പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. 1907-ൽ റോസിംഗ് (Rosing) ഉന്നതശക്ന്യശ്രദ്ധമുപയോഗിച്ചു പ്രവൎത്തനം നടത്തുന്ന അപ്രാധ്യകിരണദോലദർശിനിയുടെ സഹായത്താൽ ആദാനം സാധിച്ചു. 1908-ൽ റോസിംഗിൻെറ ഉപകരണത്തെപ്പററി അറിയാതെതന്നെ എ. എ. കാംബെൽ (A. A. Campbell) ദൂരവീക്ഷണത്തിനുപയോഗിക്കാവുന്ന ഒരു തരം അപാധ്യകിരണദോലദർശിനിയെപ്പററി പ്രതിപാദിച്ചു. എങ്കിലും അതു പ്രയോഗത്തിൽ വന്നതു് 25 വർഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞശേഷം മാത്രമാണ്. ഇക്കാലത്തു് എല്ലാ ദേശങ്ങളിലും പ്രധാനമായി ഇതിലേക്കുപയോഗിക്കുന്ന ആലകതാണുക പ്രതിമാഗ്രാഫിയുടെ മുൻഗാമി ആയിരുന്നു ഈ ഉപകരണം. റേഡിയോയിൽ ആലകതാണുജത്തിൻെറ സ്ഥാനം ദൂരവീക്ഷണത്തിൽ അപാധ്യകിരണദോലദർശിനിക്കാണ്.

1921 ആയപ്പോഴേക്കു് ആലകതാണുജമുപയോഗിച്ചുള്ള പ്രവർദ്ധനം സർവ്വസാധാരണമായിത്തീർന്നതിനാൽ അതുമുതൽ ദൂരവീക്ഷണത്തിനു് സാരമായ പുരോഗതി ഉണ്ടായി. ബേയർഡ് (Baird) ഇതിൽ ഒരു നല്ല പങ്കു വഹിച്ചു. പുതുതായി ഒരു തത്വവും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചില്ലെങ്കിലും പഴയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളെ ഉപയോഗിച്ച്, നിരന്തരമായും നിസ്തുല്യമായും പരിശ്രമിച്ചതിൻെറ ഫലമായിട്ടാണ് ദൂരവീക്ഷണത്തിൽ പലരുടേയും ശ്രദ്ധപതിഞ്ഞതും താമസംവിനാ അതു് പ്രായോഗികമായിത്തീർന്നതും. 1923-നും 1928 നുമിടയ്ക്കു് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ബേയർഡ്കമ്പനി ഓരോ പരിവൎത്തിക്കു് 30 വീതം വരികളും ഒരു സെക്കണ്ടിൽ 12·5 പരിവൎത്തിയും അനേകം പ്രഭാവൈദ്യുതിഘടങ്ങളും ഉപയോഗിച്ച് ശകലനവും ചയനവും നടത്തി ദൂരവീക്ഷണം സാധിച്ചു. ഒരു 'ഭ്രമണദർപ്പണവും' (rotating mirror) സെലീനിയം ഘടങ്ങളും വെളിച്ചത്തിന് ഒരു വൈദ്യുതിഅക്കയും ഉപയോഗിച്ചാണു് ആദാനംചെയ്യുതു്. 1929-ൽ ബ്രിട്ടീഷ് ബ്രോഡ്കാസ്റ്റിംഗ് കമ്പനി ബേയർഡ്പദ്ധതിയനുസരിച്ചുള്ള ദൂരവീക്ഷണപ്രക്ഷേപണം ആരംഭിച്ചു. 1934-ൽ, അതിനായി നിയമിച്ച ഒരു സമിതിയുടെ ആലോചനപ്രകാരം മാർക്കോണി ഇ. എം.

ഐ. കമ്പനിയും, (Marconi E. M. I. Company) ബേയർഡ് കമ്പനിയും, ബ്രിട്ടീഷ് ബ്രോഡ്കാസ്റ്റിംഗ് കമ്പനിയുടെ മേൽനോട്ടത്തിൽ ലണ്ടനിൽ അലക്സാണ്ഡ്രാകൊട്ടാരത്തിൽ നിന്നും പ്രക്ഷേപണം നടത്തി. കുറെ മാസങ്ങൾ കഴിഞ്ഞശേഷം മാർക്കോണികമ്പനിയുടെ പദ്ധതി കൂടുതൽ ഫലപ്രദമാണെന്നു കണ്ടു. 1937 ഫെബ്രുവരി 5-ാംതീയതിമുതൽ ഈ കമ്പനി വീക്ഷണപ്രക്ഷേപണം പുതുതായി ആരംഭിച്ചു. ഇതിൽ 50 പ്രത്യന്തരപരിവൎത്തിയും 405 വരിയുമുള്ള പദ്ധതിയാണ് സ്വീകരിച്ചിരിക്കുന്നതു്. വീക്ഷണത്തിനുള്ള വാഹകതരംഗം 6·67 മീററും ശബ്ദത്തിനുള്ളതു് 7·23 മീററും തരംഗായതിയുള്ളവയാണ്.

ഇത്രകുറഞ്ഞ തരംഗായതിയാകയാൽ പ്രക്ഷേപണകേന്ദ്രത്തിന്റെ ചക്രവാളരേഖക്കപ്പുറം ദൂരവീക്ഷണം സാധിക്കയില്ലെന്നായിരുന്നു പലരുടെയും അഭിപ്രായം. 50 മൈൽ ദൂരം വരെ സുവ്യക്തമായും നിർബാധമായും ഏകദേശം 200 മൈൽ വരെ അപൂൎവമായും വീക്ഷണം സാധിച്ചിട്ടുണ്ടു്. പ്രക്ഷേപണ സ്ഥാനത്തിന് കടൽനിരപ്പിൽ നിന്നും ഉയരം കൂടുന്തോറും അതിന്റെ വ്യാപ്തിയും വർദ്ധിക്കുന്നതിനാലാണ് ലണ്ടനിലേക്ക് ഏററവും പൊക്കംകൂടിയ സ്ഥലമായ അലക്സാണ്ഡ്രാകൊട്ടാരം ഉപയോഗിച്ചതു്. സമുദ്രനിരപ്പിൽനിന്ന് ഏകദേശം 600 അടിപൊക്കത്തിൽ ശബ്ദത്തിനും വീക്ഷണത്തിനും പ്രത്യേകം ഓരോ വ്യോമതന്തു അതിന്റെ ഗോപുരത്തിൽ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു.

കിരീടധാരണാഘോഷങ്ങൾ, മതാരാധനകൾ, ഡേർബി കുതിരപ്പന്തയം മുതലായി പല പരസ്യരംഗങ്ങളും തന്മയത്വത്തോടുകൂടി പ്രക്ഷേപിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ആരംഭദശയിലുപയോഗിച്ചിരുന്ന ആലക്താൺകഗ്രാഹിയുടെ പത്തിരട്ടിയോളം ശക്തിയുള്ള പുതിയ പ്രതിമാഗ്രാഹിയാണ് ഇപ്പോൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. വെളിമ്പ്രദേശങ്ങളിൽ നടക്കുന്ന പ്രധാന സംഭവങ്ങൾ പ്രക്ഷേപിക്കുന്നതിനുള്ള ഏൎപ്പാടുകൾ ബി. ബി. സി. പുഷ്ടിപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇംഗ്ലണ്ടിലേതു കൂടാ

തെ ജർമ്മനിയിലും അമേരിക്കയിലും മററും ഇതുസംബന്ധമായ ഗവേഷണങ്ങൾ നടക്കുകയും പ്രായോഗികമായിത്തന്നെ പ്രക്ഷേപണാദാന യന്ത്രങ്ങൾ ധാരാളമായി ഉപയോഗത്തിൽ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കയും ചെയ്യുന്നു. അവിടെയെല്ലാം പല വലിയ നഗരങ്ങളിലും ദൂരവീക്ഷണപ്രക്ഷേപണകേന്ദ്രങ്ങൾ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുണ്ട്.

വരിയുടെയും പരിവൎത്തിയുടെയും എണ്ണത്തിൽ മിക്ക കേന്ദ്രങ്ങളും വിവിധതോതുകളാണ് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ഒരു പ്രദേശത്തെ പ്രക്ഷേപണം മററു പ്രദേശങ്ങളിൽ ആദാനം ചെയ്യാൻ പ്രയാസമില്ലാതില്ല. എങ്കിലും മുകളിൽ പ്രസ്താവിച്ചതുപോലെ, ഓരോന്നിന്റെയും പ്രേഷണപരിധി ചുരുങ്ങിയിരിക്കുന്നതിനാൽ ഇപ്പോൾ ഇതൊരു ദുർഘടമായിരിക്കുന്നില്ല. റേഡിയോയിൽ ഒരു കേന്ദ്രത്തിലെ പ്രക്ഷേപണ പരിപാടി മററു പലതിലോട്ടും കമ്പിമുഖേന അയച്ചുകൊടുത്തു്, അവയിൽ നിന്നെല്ലാം ഒരേ സമയം ഒരേ പരിപാടി പ്രക്ഷേപിക്കുന്നതുപോലെ, ദൂരവീക്ഷണത്തിലും ചെയ്യുകയും ലോകമഹാസംഭവങ്ങൾ എല്ലായിടത്തും വീക്ഷിക്കുവാൻ സാധിക്കയും ചെയ്യുന്ന കാലം അനതിദൂരമാണെന്നു പ്രത്യാശിക്കാം.

ഉപസംഹാരം

ഒന്നുകൊണ്ടും പൂൎണ്ണസംതൃപ്തി അടയാത്ത മനസ്സാണ് മനുഷ്യനുള്ളത്. ഒരുപടി കയറിക്കഴിയുമ്പോൾ അടുത്ത പടിയിലേക്കു കാലെടുത്തുവയ്ക്കുവാൻ അവൻ ശ്രമിക്കുന്നു. ഉൽക്കൎഷേച്ഛുവായ അവന്റെ നോട്ടം എല്ലായ്പോഴും മുകളിലേക്കാണ്. അവസാനമില്ലാത്ത ഒരു ശ്രേണിയുടെ അടിത്തട്ടു മുതൽ മുകളിലോട്ടു കയറുകയാണ് അവന്റെ ജോലി. അപ്പഴപ്പോൾ സാധിക്കുന്നതിനെപ്പററി ചാരിതാൎത്ഥ്യമുണ്ടെങ്കിലും അതു പരമാവധിയായി അവൻ കരുതുന്നില്ല.

ആദ്യം എഴുത്തുവഴിയായി സന്ദേശങ്ങൾ അയച്ചു. പിന്നീട് കമ്പിമാൎഗ്ഗം അയച്ചു സമയലാഭം വരുത്തി. റേഡിയോ മുഖേന തൽക്ഷണത്തിൽ തന്നെ സന്ദേശങ്ങൾ അറിയിച്ചു. ഭൂമുഖത്ത് എവിടെയും വസിക്കുന്നവരുമായി സംഭാഷണവും ആശയവിനിമയവും നടന്നു. അതുകൊണ്ടും തൃപ്തിയാകാതെ സംസാരിക്കുന്ന ആളിനെ കണ്ടുകൊണ്ടുതന്നെ സംഭാഷണം നടത്തണമെന്നായി. അതും സാധിതപ്രായമായിരിക്കുന്നു.

കമ്പിപ്രേഷണത്തിൽ ആരംഭിച്ച്, ശബ്ദപ്രക്ഷേപണത്തിൽ കൂടി കടന്ന്, ഇപ്പോൾ വീക്ഷണപ്രക്ഷേപണംവരെ റേഡിയോ എത്തിയിരിക്കയാണ്. ഇനിയും അതിന്റെ ഗതി എങ്ങോട്ടെന്നു ആൎക്കു നിശ്ചയിക്കാം?

ശുഭം.

അനുബന്ധം

1. പദസൂചി

അ

അഖിലലോകനിയന്ത്രണം 125
അഖിലലോക റേഡിയോ സമിതി 125
അണുകം 13; 143
അതിഹ്രസ്വതരംഗം 194
അധോപക്ഷ വിസ്തരം 128
അധ്വാവ് 69
അനുപദബന്ധനം 20
,, പ്രതിരോധി 20
,, വലയം 48
,, പ്രതിരോധിയും വലയവും 51
,, വലയവും സംഭരണിയും 51
,, വലയവും സംഭരണിയും പ്രതിരോധിയും 52
,, ,, സംഭരണി 40
അനുസ്വാനാഭീക്ഷ്ണത 53
അനുസ്വാനം 67
അന്തരീക്ഷം 140
അന്തരീക്ഷകം 186
അന്ധാവരോഹണം 198
അപാധ്വകിരണദോലദർശിനി 220
,, ,, നിയന്ത്രണം 228
അപാധ്വനിർമ്മിതി 79
അപാധ്വാവ് 69
അഭിപ്രവാഹം 30
അഭീക്ഷ്ണത 31, 58
അഭീക്ഷ്ണതയും തരംഗായതിയും 59
അഭീക്ഷ്ണതാപംക്തി 128
അഭ്യധ്വാവ് 69
,, നിയന്ത്രണം 84
അഭ്യധ്വാപഗ്രസനം 77
അയത്ത് 15
അയത്ത്കരണം 144
അയത്ത്കരണകാരകം 146
അയത്ത്ഗോളസിദ്ധാന്തം 137
അയന്മേഖല 146
അയന്മേഖലപടലങ്ങൾ 148
അവരോഹണഭേദകം 73
അവായനതത്വം 26
അവായനി 27
അവായനബന്ധനം-പ്രതിരോധി 23
,, വലയം 49
,, വലയവും സംഭരണിയും 54
,, സംഭരണി 40
അവായനി 27
അഷ്ടാധ്വാവ് 96
അക്ഷദണ്ഡ് 39
അക്ഷാംശരേഖ 191
അർക്ക (വൈദ്യുതി) 114
അർക്കാങ്കം 156
അർഗളം 82
അർഗളപ്രവർത്തനം 83

അർഗളഗളനഗത്യേകീകരണം 170
,, പര്യയനം 90
,, ശക്‌ന്യൂർഥം 84

ആ

ആകർഷണം 7; 11
ആകാശതരംഗം 59
ആകാശാരോപം 77
ആഗത(ആഗമന)തരംഗം 157
ആഡ്കോക്ക്രീതി 194
ആദാനം 110, 152, 157, 233
,, ചിത്രം 217
,, ദൂരസ്ഥലം 153
,, പകലും രാവും 154
,, വൈഷമ്യം 156
,, വ്യവസ്ഥകം 157
,, സമീപപ്രദേശം 152
,, ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ 155
ആദാനകേന്ദ്രം 157
ആദാനതകിട്ട് 156
ആദായകം 157
,, ഏകത്രയാധ്വാ 168
,, ദ്വയാധ്വാ 167
,, നാലു വാൽവുള്ളത് 180
,, സ്ഫാടിക 166
ആമ്പേരം 11
ആമ്പേരമാത്രി 11
ആപ്പിൾടറൺ മേഖല 147
ആഭ്യന്തരപ്രതിരോധിത്വം 90
ആഭ്യന്തരസംനയത്വം 90
ആയുധം 119
ആയുധതരംഗങ്ങൾ 127, 158
ആരോപം 11
ആരോപവും പ്രവാഹവും 11
ആരോഹകം 119
ആരോഹണഭേദകം 73

ആലക്താണകകിരണയഷ്ടി 229
,, ഗുണികം 210
,, വിക്ഷേപം 17
,, ലനഗുരുത്വം 148
,, ഗുണികം 210
,, ചിത്രഗ്രാഹി 226
,, പ്രവർത്തനം 228
,, പ്രതിമാ-ദർശിനി 227
ആലക്താണകം 13
ആലക്താണജം 17; 74
,, ഉപജ്ഞാനചരിത്രം 75
ആലക്താണജ നിർദ്ദേശകങ്ങൾ 91
ആവർത്തനപ്രക്ഷേപണം 256

ഇ

ഈതർ 57
ഈപ്പ്ഫലടം 70
ഇംഗാലസൂക്ഷ്മസ്വനി 99

ഉ

ഉച്ചഭാഷിണി 104
ഉച്ചാരണവലയം 106
ഉന്നതനിരോധിനി 55
ഉന്നതപ്രതിരോധി 169
ഉന്നതാഭിക്ഷ്ണത 127
,, പ്രവൃദ്ധി 159
,, ഭേദകം 73
ഉപരിപക്ഷവിസരം 128
ഉപസ്വരങ്ങൾ 65
ഉൽക്കിരണം 227
ഉൽക്ഷിപ്തതരംഗം 157
ഊർജ്ജം 33
ഊർദ്ധ്വനിർദ്ദേശിക 31
ഊഷ്മത 142

ഋ

ഋജ്വാദായകം 180
ഋണാധ്വാവ് 16
ഋണാരോപം 11

എ, ഏ

എക്സ്റെ 61
ഏകത്ര്യധ്വാദായകം 168
ഏകദിഗ്പ്രക്ഷേപണം 131

ഓ

ഓക്സിജൻ 143
ഓഹം 18
,, നിയമം 18

ക

കടൽക്കമ്പി 188
കമ്പിപ്രേഷണം 112
,, പ്രാധാന്യം 122
കമ്പിസങ്കേതം 119
കലാന്തരം 42, 48
കവചകങ്ങൾ 12
കാചം 226
കാന്തം 7
കാന്തബലരേഖകൾ 8
,, മണ്ഡലം 7
,, തരംഗം 60
,, സ്ഥിതി-(ഭൂമിയുടെ) 8
കാന്തവും വൈദ്യുതിപ്രവാഹ-
വും 7
കാലസാത്മ്യകരണം 217, 233
കാരണനിയന്ത്രണം 223
കൊമ്പുരൂപത്തിലുള്ള ഉച്ചഭാ-
ഷിണി 104
കേന്ദ്രകണിക 13
കൌതുകറേഡിയോ 249

ഗ

ഗത്യേകീകരണം 78; 159;
163; 168
ഗാമാറെ 62
ഗാൽവനോമാത്രി 10
ഗാൽവനോദർശിനി 10

ഘ

ഘടം 13; 68
ഘമ്മായത് വാൽവ് 74

ച

ചതുരദ്വാവ് 92
ചയനം 213
ചരമണ്ഡലം 143
ചരിത്രം 243
ചലവലയസൂക്ഷ്മസ്വനി 101
,, ഉച്ചഭാഷിണി 105
ചിത്രപ്രേഷണം 219
,, വും ദൂര
വീക്ഷണവും 205 220
ചിത്രാദാനം 217
ചിഹ്നം 18; 112
ചിഹ്നകം 112
ചിഹ്നകതരംഗം 112
ചോദിതദോലനം 67

ജ

ജ്യാതരംഗം 56

ത

തകിട് (ഫലകം) 77
തരംഗം 56
,, ആകാശ 59
,, ഈതർ
,, ജല 56
,, തല 59
,, നിർമ്മിതി 113; 117

തരംഗപംക്തി 62
,, മേളനം 66
,, സങ്കലനം 62
തരംഗായതി 57; 43
,, യം അഭീക്ഷ്ണതയും 59
തന്നിസാരം 65
താനപ്പെടുത്തുക 55
താനീകൃതാഭ്യധ്യായോജനം 178
തിരസ്കരണാർഗളം 93
തിരസ്കരണാർഗളവാൽവ് 92
ത്രയാധ്യാവ് 82

ദ

ദിങ്ങ്നിർണ്ണയവ്യോമതന്ത്രം 193
ദിങ്ങ്നിർണ്ണയം 192
ദൂരവീക്ഷണം 112; 205; 215
ചലനചിത്രരീതി 239
ദൂരവീക്ഷണന്യൂനതകൾ 239
ദൂരശ്രവണി 102
ദോലനം (പൂർണ്ണ) 58
ദോലനകാലം 32
ദ്വയാധ്യാവ് 75
അപാധ്യനിർമ്മിതി 79
ആഭ്യന്തരപ്രവർത്തനം 80
ഉപജ്ഞാനചരിത്രം 75
നിർവ്വചനങ്ങൾ 76
ദ്വിതീയവലയം 72
ദ്വിതീയാലക്താണക-
പ്രവാഹം 274

ധ

ധനാരോപം 11
ധൂമ്രോത്തരരശ്മി 62
ധ്രുവം 7; 69

ന

നഭോമണ്ഡലകിരണം 138
നാദപ്രത്യുദ്ധകം 184
നാദവ്യക്തിത്വം 66
നാദാഭീക്ഷ്ണത 64
നിർണ്ണായകകോണം 150
,, ഘനഗുരുത്വം 150
,, പരിമാണം 150
നിർണ്ണായകാഭീക്ഷ്ണത 150
നിപാതകിരണം 139
നിപാതകോണം 138
നിപ്കോത്തകിട്ട് 215
നിപ്കോത്തകിടുപയോഗി-
ച്ചുള്ള ദൂരവീക്ഷണം 215
നിമ്നനരോധിനി 55
നിമ്നാഭീക്ഷ്ണത 55; 127
നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധി 159
നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാഭേദകം 73
നിയന്ത്രണാർഗളം 84
നിയോൺ വിളക്ക് 107
നിരോധിനി 55
നിരോധിനിയോജനം 177

പ

പഞ്ചാധ്യാവ് 95
പരസ്പരപ്രേരകം 47
പരസ്പരസംനയത്വം 92
പരിവർത്തി 217, 231
പരിവേഷം 127
പരീക്ഷണം 46; 75
പരോക്ഷാപാധ്യാവ് 80
പരോക്ഷോഷ്മീകരണം 80
പരോക്ഷോഷ്മീകരണാപാ-
ധ്യാവ് 80
പക്ഷവിസരം 128
പ്രതികാരിത്വം 42
,, സംഭരണിമൂലം 42
,, വലയം ,, 48

പ്രതികാരിത്വവും അഭീക്ഷ്ണ-
തയും-സംഭരണിയുടെ 43
,, വലിവും 50
പ്രതിദായകം 172
പ്രതിബിംബനം 138
,, വും അഭീക്ഷ്ണതയും 149
,, ആലക്താണുകാലനഗുരു-
ത്വവും 148
,, നിപാതകോണവും 149
,, പ്രായോഗികപര്യവേ-
ക്ഷണവും 151
,, പ്രേഷണാഭീക്ഷ്ണ-
തയും 50
പ്രതിബിംബീകിരണം 138
പ്രതിബിംബകോണം 138
,, വ്യവസ്ഥകൾ 148
പ്രതിരൂപം-
ആലക്താണുക 229
പ്രതിരോധയോജനം 174
പ്രതിരോധിത്വം 17
പ്രതിരോധി-സ്ഥിര 29
,, -വ്യത്യയ 29
പ്രതിവൈദ്യുതികം 14
പ്രത്യഭിപ്രവാഹം 30
പ്രത്യന്തരശകലനം 236
,, സ്ഥിരതരംഗപ്രേഷ-
ണം 121
പ്രത്യക്ഷാപാദ്ധ്യാവ് 79
പ്രത്യക്ഷോഷ്മീകരണം 79
പ്രത്യുല്പാദനം 172
പ്രഥമവലയം 72
പ്രഭയും വൈദ്യുതിയും 206
പ്രഭാദേശാൽത്താപ്രകടകം 206,
207
പ്രഭാവിക്ഷേപകത്വം 206, 208
പ്രഭാവൈദ്യുതി 206
പ്രഭാവൈദ്യുതിഘടം 206
പ്രഭാസംനയത്വം 206
പ്രമാനം 11,36
പ്രവൃദ്ധി 85
പ്രസരണം 65
പ്രക്ഷേപണം 64; 113
,, ചെലവ് 256
,, പരിപാടി 130 255
പ്രക്ഷേപണശാല 113
പ്രാഗ്രീകരണം 226
പ്രാഥമികഘടം 69
പ്രഥമവലയം 72
പ്രേരകം (പ്രേരകത്വം) 45
പ്രേരകചാലകം 45
പ്രേരകപരിമാനം 47
പ്രേരണവലയം 106
പ്രേഷകം 113
പ്രേഷണം 112, 225
പ്രേഷണകേന്ദ്രം 57; 113
പ്രേഷണപര്യയനങ്ങൾ 121,
129

ഫ

ഫാരഡ് 36

ബ

ബാറററി 10; 68
ബാറററിതിഷ്കാസിനി 98
ബിന്ദുരേഖാസമ്പ്രദായം 117

ഭ

ഭൂതലകിരണം 137
ഭൂബന്ധം 108
ഭേദകം 71
ഭേദകയോജനം 173
ഭ്രമണദർപ്പണം 263

മ

മദ്ധ്യതരംഗം 156, 257
മന്ദായനം 48

മണ്ഡലം 7
മാക്കോണി 244
മിശ്രസ്വരം 65
മുഖസ്ഥം 100
മൂലസ്വരം 65
മേളനം 66; 62
മേളനസ്വരം (മേളനതരംഗം) 67
മേളാദായകം 184
മോഴ്സ്സങ്കേതം 119

യ

യത്നം 33
യോജനം 173

ര

രിക്തഘടം 209
രൂപപ്രേഷണം 112
രംഗമണ്ഡപം 131
ലായികം 16
ലാക്ഷണികലേഖാസഞ്ചയം 94
ലാക്ഷണികലേഖ 82
ലുപ്തതരംഗം 113
ലെക്ലാഞ്ചിഘടം 70
ലംബകദോലനം 114

വ

വടക്കുനോക്കിയന്ത്രം 8
വരണത 157; 160
വലയം 45
വാട്ട് 34
വാതകവാഹഘടം 209
വാഹകതരംഗം 118
വാഹകതരംഗനിഷ്കാസനം 159
വാൽവ് 74
വിഘാതിത്വം 42; 44; 51; 52
വിയോജനതത്വം 166
വിസ്തൃതി 32, 58
വിസ്തൃതിയും ഒച്ചയും 66
വിശ്ലിഷ്ടപ്പെടുക 143
വിക്ഷേപിക്കുക 17
വീക്ഷണ്യപശ്ചാത്സ്ഥാനം 211
വേഗതാസൂക്ഷ്മസ്വാനി 100
വൈദ്യുതാക്ക്
വൈദ്യുതകാന്തതരംഗം 60
വൈദ്യുതിചാലകം 13
വൈദ്യുതിഘടം 13
വൈദ്യുതതരംഗം 60
വൈദ്യുതി തിരി (തിരി) 77
,, ദോലനം 116
വൈദ്യുതിപ്രവാഹം 7
,, ,, ഫലങ്ങൾ 10
വൈദ്യുതിലൂനം 16
വൈദ്യുതിലൂനസംനയം 16
,, ,, സംഭരണി 38
വൈദ്യുതിസ്ഫുലിംഗം 107
വൈദ്യുതാരോപം 11
വൈദ്യുതോല്പാദനയന്ത്രം 68
വോൾട്ടം 12
വോൾട്ടമാത്രി 13
വ്യുദവർഗ്ഗനിയമം 135
,, വും വൈദ്യുതതരംഗ പ്രസരണവും 135
വ്യോമതന്തു 108

ശ

ശകലനം 213,215,229
ശകലനപുഞ്ജനം 232
ശക്തഗ്രദ്ധം 12
ശക്തഗ്രദ്ധവും-പ്രവാഹവും 12
ശക്തഗ്രദ്ധവിഭാജി 30
ശക്തഗ്രദ്ധാന്തരം 12
ശക്തി 33, 125
ശബ്ദപ്രക്ഷേപണം 43,239,248
ശീഘ്ര്യായനം 42

ശ്രുഷ്ക്ക ഘടം 70
ശ്രുന്യാന്തരാള്മം 155
ശ്ലേഷകം 245
ശോണാവരം 62

ഷ

ഷഡധ്രാവ് 96
സങ്കേതം 118
സഞ്ചരണം-തരംഗ 135
സപ്താധ്രാവ് 96
സ്മർദ്ദം 140
സന്ധാരം 57
സിഎസ്-ഒ-എജി ഘടം 210
സൂക്ഷ്മസ്വനി 98
സ്വദീപകം 221
സ്വനം 64
സ്വപ്രേരകത്വം 47
സ്വയപ്രവത്തനയന്ത്രം 123
സ്വാഭീക്ഷ്ണത 67
സ്വരം 65
സ്വരക്രമീകരണോപകര-
ണം 186
സ്ഥാനഗതി 192
സ്ഥിരഫലകം 39
സ്ഥിരമണ്ഡലം 143
സ്ഥിരസംഭരണി 38
സ്ഥിരാഭീക്ഷ്ണത 113
സെലീനിയം 206
സംനയം 12
സംനയകങ്ങൾ 12
സംനയം 13
,, ഘനപദാത്ഥത്തിൽ 13
,, ദ്രവങ്ങളിൽ 15
,, വാതകത്തിൽ 16
,, വൈദ്യുതിലൂന 16
സംനയദ്രവ്യങ്ങൾ 12
സംബോധനസംജ്ഞ 126
സംഭരണി 37
,, വ്യത്യയ 39
സംഭരണി സൂക്ഷ്മസ്വനി 101
സംഭരണത്വം 35
സംവേദനം 101, 179
സ്പന്ദപ്രവാഹം 32
സ്ഫാടികം 163

ഹ

ഹെൻറി 47
ഹ്രസ്വതരംഗങ്ങൾ
155, 250, 253

റ

റേഡിയോ 1
,, ആദായകം 157
,, കുതുകി 249
,, തരംഗസൌധം 104
,, തീവണ്ടിയിൽ 198
,, പ്രവത്തകൻ 189
,, പ്രാരംഭപയ്യവേക്ഷ-
ണങ്ങൾ 242
,, യും പോലീസ് വകുപ്പും
220
,, യുദ്ധവും 202
,, വ്യോമസഞ്ചാരവും 195

2. സാങ്കേതികപദസൂചി

ഇംഗ്ലീഷ്—മലയാളം

A

Abscissa	പക്ഷനിർദ്ദേശിക
Absorb	ഗ്രസിക്കുക
Adcock system	അഡ്കോക്ക്‌രീതി
Addition-vectorial	വാഹികസങ്കലനം
Aerial	വ്യോമതന്തു
,, —Directional	ഏകദിഗ് വ്യോമതന്തു
,, —Frame	ചട്ടവ്യോമതന്തു
Aluminium	അലൂമിനിയം
Amateur Radio	കൗതുകറേഡിയോ
Ammeter	ആമ്പേരമാത്രി
Ammonium chloride	നവസാരം
Ampere.	ആമ്പേരം
,, Micro	മൈക്രോ ആമ്പേരം
,, Milli	മില്ലി ആമ്പേരം
Amplification	പ്രവർദ്ധനം
Amplifier H. F.	ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധകം
,, L. F.	നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാപ്രവൃദ്ധകം
,, Speech	നാദപ്രവൃദ്ധകം
Amplitude	വിസ്തൃതി
Analyse	വിശകലനം ചെയ്ക
Angle	കോണം
,, —critical	നിർണ്ണായക ,,
,, of incidence	നിപാത ,,
,, of reflection	പ്രതിബിംബന ,,
,, —right	സമ ,,
Anode	അഭ്യുധാതാവ്
,, circuit	,, പര്യയനം
,, current	,, പ്രവാഹം
Arc (electric)	അർക്ക് (വൈദ്യുതി)
Atmosphere	അന്തരീക്ഷം

Atmospherics	അന്തരീക്ഷകം
Atom	അണുകം (പരമാണു)
Attraction	ആകർഷണം
Audio-frequency	നാദാഭീക്ഷ്ണത
Automatic-machine	സ്വയംപ്രവർത്തനയന്ത്രം
,, volume control	സ്വയംപ്രവൃദ്ധിക്രമീകരണം
Axis	അക്ഷം
,, perpendicular	ലംബയക്ഷം
Axle	അക്ഷദണ്ഡ്

B

Band	വിസരം
,, lower side	അധോപക്ഷവിസരം
,, upper side	ഉപരി ,,
,, Side	പക്ഷവിസരം
,, width of	പക്ഷവിസരായതി
Barium	ബേരിയം
Battery	ബാറ്ററി
,, eliminator	,, നിഷ്കാസിനി
Beam (of rays)	കിരണയഷ്ടി
Bearing	സ്ഥാനഗതി
Bend	ആവഞ്ജിക
Binding screw	ബന്ധനകീലം
Blind landing	അന്ധാവരോഹണം
Body	വസ്തു
Bodies—system of	വസ്തുസമുച്ചയം
Broad-casting	പ്രക്ഷേപണം
,, program	പ്രക്ഷേപണപരിപാടി
,, relay	ആവർത്തനപ്രക്ഷേപണം
,, Station	പ്രക്ഷേപണശാല
,, instruments used for	പ്രക്ഷേപകം
Bulb	ബൾബ്

C

Cable	കടൽക്കമ്പി
Calcium	കാൽസിയം

Camera	പ്രതിമാഗ്രാഹി
,, electron	ആലകതാണകപ്രതിമാഗ്രാഹി
Capacitance	സംഭരണത്വം
Capacitor	സംഭരണി
Carbon	ഇംഗാലം
,, granules	,, ഗോളകങ്ങൾ
,, rod	,, ദണ്ഡകം
Cathode	അപാധ്വാവ് (ഋണാധ്വാവ്)
,, ray oscillograph	അപാധ്വദോലദർശിനി
,, indirectly heated	പരോക്ഷോഷ്ണീകരണാപാധ്വാവ്
Cell	ഘടം
,, C_s. O. A_g.	സിഎസ്സ്. ഒ. എജി. ,,
,, dry	ശുഷ്ക ,,
,, electric	വൈദ്യുതി ,,
,, gas filled	വാതകവാഹ ,,
,, Photo conductive	പ്രഭാസംനയ ,,
,, Leclanche	ലക്ലാഞ്ചി ,,
,, Primary	പ്രാഥമിക ,,
,, Secondary	ദ്വിതീയ ,,
,, vacuum	രിക്ത ,,
,, Wet	ഈർപ്പ ,,
Centre	കേന്ദ്രം
Characteristic	ലാക്ഷണികരേഖ
,, I. V.	I. V. ,,
,, I. v	I. v ,,
,, family of	,, രേഖാസഞ്ചയം
Charge	ആരോപം
,, electric	വൈദ്യുതാരോപം
,, negative	ഋണം ,,
,, Opposite	വിരുദ്ധം ,,
,, positive	ധനം ,,
,, space	ആകാശം ,,
Chlorine	ക്ലോറിൻ
Choke	നിരോധിനി
,, capacity coupling	,, യോജനം
,, H. F.	ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാനിരോധിനി

choke L. F.	നിമ്നനിരോധിനി	
Circuit		പൎയ്യടനം
,, grid	അർഗള	,,
,, open	അപൂൎണ്ണ	,,
,, external	ബാഹ്യ	,,
,, electric	വൈദ്യുതി	,,
Code		സങ്കേതം
,, Morse	മോഴ്സ്	,,
Coherer	ശ്ലേഷകം	
Coil		വലയം
,, Primary	പ്രഥമ	,,
,, Secondary	ദ്വിതീയ	,,
,, Speech	ഉച്ചാരണ	,,
,, induction	പ്രേരണ	,,
Compass-magnetic	വടക്കുനോക്കിയന്ത്രം	
Condenser		സംഭരണി
,, electrolytic	വൈദ്യുതിലൂന	,,
,, fixed	സ്ഥിര	,,
,, variable	വ്യത്യയ	,,
Conductor (conducting-substance)	സംനയകം (സംനയദ്രവ്യം)	
Conductance	സംനയത്വം	
,, internal	അഭ്യന്തര ,,	
,, mutual	പരസ്പര ,,	
Conduction	സംനയം	
Conductivity		സംനയത്വം
,, photo	പ്രഭാ	,,
,, electrolytic	വൈദ്യുതിലൂന	,,
,, earth	ഭൂ	,,
,, electric	വൈദ്യുതി	,,
Connection		ബന്ധനം
,, earth	ഭൂ	,,
,, electric	വൈദ്യുത	,,
,, parallel	അവായന	,,
,, series	അനുപദ	,,
Constant	അവ്യയം	
Convert	വിവൎത്തനംചെയ്ക	

Coupling	യോജനം
,, choke-capacity	നിരോധിനി ,,
,, resistance capacity	പ്രതിരോധി ,,
,, tuned anode	താനീകൃതാഭ്യധ്വാ ,,
,, transformer	ഭേദക ,,
Coverage	പ്രേഷണപരിധി
Crest	മേട്ട്
Critical	നിർണ്ണായക
,, angle	,, കോണം
,, frequency.	,, ആഭീക്ഷ്ണത
,, density	,, ഘനഗുരുത്വം
,, value	,, പരിമാണം
Crystal	സ്ഫാടികം
Cuprous Oxide	കുപ്രസ് ഓക്സയിഡ്
Current	പ്രവാഹം
,, electric	വൈദ്യുതി ,,
,, alternating	പ്രത്യഭി ,,
,, direct	അഭി ,,
,, induced	പ്രേരിത ,,
,, pulsating	സ്പന്ദ ,,
,, secondary electron	ദ്വിതീയാലകതാണുകപ്രവാഹം
Curve	രേഖ
,, Characteristic	ലാക്ഷണിക ,,
Cut	സംക്രമിക്കുക
Cycle	പരിവർത്തി

D

Deflection	അപചലനം
Degree	ഡിഗ്രി
Density	ഘനഗുരുത്വം
Diameter	വ്യാസം
Diaphragm	ദലം
Dielectric	പ്രതിവൈദ്യുതികം
Diode	ദ്വയാധ്വാവ്

Direction-finding ദിങ്നിർണ്ണയം
,, perpendicular ലംബദിക്ക്
Discharge അവരോപിക്ക
Discoverer ഉപജ്ഞാതാവ്
Discovery ഉപജ്ഞാനം
Dissociate വിശ്ലിഷ്ടമാകുക
Distribution പ്രസ്താരം
Disturbance (electrical) വൈദ്യുത്ക്ഷോഭം.
Diverge വിവർജ്ജിക്ക
Dynamo ഡൈനാമോ

E

Effect പ്രകടനം
,, photo voltaic പ്രഭാവോൾട്ടാ ,,
Electricity വിദ്യുച്ഛക്തി (വൈദ്യുതി)
,, oscillating ദോലവൈദ്യുതി
,, photo പ്രഭാ ,,
Electrode അധ്വാവ്
,, control നിയന്ത്രണാധ്വാവ്
,, positive ധനധ്രുവം (അഭ്യധ്വാവ്)
Electrolyte വൈദ്യുതിലൂനം
Electromagnet വൈദ്യുതികാന്തം
Electromotive force വൈദ്യുതിചാലകബലം (ചാലകം)
,, induced പ്രേരക ,, ,,
Electron ആലകതാണുകം
,, beam ,, കിരണയഷ്ടി
,, image ,, പ്രതിരൂപം
,, multiplier ,, ഗുണികം
,, tube ആലകതാണുജം
,, ,, data നിർദ്ദേശകങ്ങൾ
Eliminator-battery ബാററിനിഷ്ക്കാസിനി
Emit വിക്ഷേപിക്കുക
Emissivity-photo— പ്രഭാവിക്ഷേപകത്വം
Energy ഊർജ്ജം

Energy intensity of distribution of	ഊൎജ്ജതലതീവ്രത
,, kinetic	ചാലക്യാർജ്ജം
Envelope (wave)	പരിവേഷം
Equation	സമീയം
Ether	ഈതർ
Evacuate	രേചിയ്ക്കുക
Evacuation	രേചനം
Experiment	പരീക്ഷണം

F

Factor	ഉപാധി
Faint	മന്ദം
Farad	ഫാരഡ്
,, milli	മില്ലി ,,
,, micro	മൈക്രോ ,,
Feedback	പ്രതിദായകം
Field	മണ്ഡലം
,, electrostatic	വൈദ്യുതിസ്ഥിതി ,,
,, magnetic	കാന്ത ,,
,, non-uniform	വ്യത്യയ ,,
,, uniform	സമ ,,
Figure	പടം
Filament	തിരി (വൈദ്യുതി)
Flat (in sound)	നീചസ്ഥായി
Fluctuation	ക്ഷണികമാത്രക്ഷയം
Fluorescence	സ്വദീപകത്വം
Fluorescent substance	സ്വദീപകം, സ്വദീപകസാധനം
Focus (N)	പ്രാഗ്രം
,, (V)	പ്രാഗ്രീകരിക്ക
Focussing	പ്രാഗ്രീകരണം
Foot-board	ചവുട്ടുപടി
Force	ബലം
,, magnetic	കാന്തിക ,,
,, lines of	കാന്തബലരേഖ (കാന്തികരേഖ)
Formula	വിധി

Frame	പരിവർത്തി
Frequency	അഭീക്ഷ്ണത
,, band	അഭീക്ഷ്ണതാപംക്തി
,, natural	സ്വാഭീക്ഷ്ണത
,, resonance	അനുസ്വാനാഭീക്ഷ്ണത

G

Galvanometer	ഗാൽവനോമാത്രി
Galvanoscope	ഗാൽവനോദർശിനി
Gama-ray	ഗാമാറേ
Gas	വാതകം
,, inert	ജഡവാതകം
Generator (of electricity)	(വൈദ്യുതി) ഉല്പാദിനി
,, alternating current	പ്രത്യഭിപ്രവാഹകം
Globules	ഗോളകങ്ങൾ
,, fine	സൂക്ഷ്മ ,,
Gramophone	സ്വനഗ്രാഹി
Graph	ലേഖ
Grid	അർഗളം
,, potential	,, ശക്നഗ്രന്ധം
,, screen	തിരസ്കരണാർഗളം

H

Harmonics	ഉപസ്വരങ്ങൾ (ഗുണിതങ്ങൾ)
Head phone	ശിരോശ്രവണി
Helium	ഹീലിയം
Heating-direct	പ്രത്യക്ഷോഷ്മീകരണം
,, indirect	പരോക്ഷോഷ്മീകരണം
Heavens	വിയന്മണ്ഡലം
Henry	ഹെൻറി
Heptode	സപ്താധ്വാവ്
Hexode	അഷ്ടാധ്വാവ്
High	ഉന്നത
Hydrogen	ഹൈഡ്രജൻ
Hypothesis	അഭ്യൂഹം

I

Illumination - intensity of	ശോഭാതീവ്രത
Illuminating power	ദീപ്തി
Image	പ്രതിരൂപം
,, due to light	പ്രകാശ ,,
Impedance	വിഘാതിത്വം
Impulse	സ്പന്ദനം
Incoming	ആഗമന (ആഗത)
Inductance	പ്രേരകത്വം
,, self	സ്വ ,,
,, mutual	പരസ്പര ,,
Induction	പ്രേരണം
,, coil	,, വലയം
,, static	സ്ഥിതിപ്രേരകത്വം
Inertia	ജഡത്വം
Inference	നിഗമനം
Infra-red	ശോണാവരം
Instrument	ഉപകരണം-സാമഗ്രി
Insulation	കവചനം
Insulator	കവചകം (ദ്രവ്യം)
Insulate	കവചീകരിക്ക
Insulated	കവചീകൃത
Intensity	തീവ്രത
Interference	മേളനം
Intermittent (Interlaced)	പ്രത്യന്തരം
International control	അഖിലലോകനിയന്ത്രണം
,, Radio—Communications committee	,, റേഡിയോസമിതി
Investigation	പര്യവേക്ഷണം
Ion	അയത്ത്
,, clouds of	അയനമേഘപടലങ്ങൾ
Ionization	അയത്കരണം
Ionized layer	അയനമേഖല

Ionosphere	അയതത് ഗോളം
,, theory	,, സിദ്ധാന്തം

J

Joule	ജൌൾ

K

Key	സംധായകം
,, telegraph	കമ്പി ,,
Kilometer	കിലോമീററർ
Kilowatt	കിലോവാട്ട്
Known	ജ്ഞാതം

L

Lag	മന്ദായനം
Landing, blind	അന്ധാവരോഹണം
Latitude	അക്ഷാംശരേഖ
Law	നിയമം
,, basic (fundamental)	മൗലികനിയമം
Lead	ശീഘ്രായനം
Lead	കാരീയം
Leak	ഗളതി
Lens	കാചം
,, Converging	സംവജ്ജന ,,
Like	സജാതീയ
Licence	ലൈസൻസ്
Line	രേഖ
,, mean	മധ്യസ്ഥ ,,
,, straight	ഋജു ,,
Liquid	ദ്രവം
Longitude	രേഖാംശരേഖ
Loud (sound)	ശീഘ്രോച്ചം
,, speaker	ഉച്ചഭാഷിണി
,, ,, horn type	കൊമ്പുരൂപത്തിലുള്ള ,,
,, ,, moving coil.	ചലവലയ ,,

Low	നിമ്ന
,, frequency	നിമ്നാഭിക്ഷ്ണത

M

Magnet	കാന്തം
,, bar	കാന്തദണ്ഡ്.
Magnetic compass	വടക്കുനോക്കിയന്ത്രം
,, field	കാന്തമണ്ഡലം
,, force	കാന്തബലം
,, ,, lines of	,, രേഖകൾ
,, wave	കാന്തതരംഗം
,, substance	കാന്തികദ്രവ്യം
Magnetisation	കാന്തീകരണം
Magnetism	കാന്തത്വം
Magnification	പ്രഗുണീകരണം
Manganese di oxide	മാങ്കനീസ് ഡൈ ഓക്സയിഡ്
Maximum	മഹിഷ്ഠം
Medium	സഞ്ചാരം
,, material	ഭൌതിക ,,
Meridian	മദ്ധ്യാഹ്നരേഖ
Mica	അഭ്രം
Microphone	സൂക്ഷ്മസ്വനി
,, condenser	സംഭരണി ,,
,, carbon	ഇംഗാല ,,
,, moving coil	ചലവലയ ,,
,, velocity	വേഗതാ ,,
Minimum	അല്പിഷ്ഠം
Mirror	ദർപ്പണം
,, rotating	ഭ്രമണ ,,
,, cylindrical	നാള ,,
Modulated	ആരൂഢം
,, wave	ആരോഹമാണതരംഗം
Modulation	ആരോഹം
Modulator	ആരോഹകം
Molecule	പുഞ്ജകം
Mosaic	ഉൽകിരണ

Motion	ചലനം
,, oscillatory	ദോലന ,,
Mouth piece	മുഖസ്ഥം

N

Negative	ഋണം
Neutral condition	ഉദാസീനനില
Neon lamp	നിയോൺവിളക്ക്
Nitrogen	നൈട്രജൻ
Note	സ്വരം
,, beat	മേള ,,
,, fundamental	മൂല ,,
,, mixed	മിശ്ര ,,
,, pure	തനി ,,
Nucleus	കേന്ദ്രകണിക

O

Object	വസ്തു
Octode	അഷ്ടാധ്വാവ്
Ohm	ഓഹം
Ohm's law	ഓഹംനിയമം
Ordinate	ഊർദ്ധ്വനിർദ്ദേശിക
Oscillation	ദോലനം
,, cathode ray	അപാധ്വകിരണ ,,
,, electric	വൈദ്യുതി ,,
,, forced	ചോദിത ,,
,, ,, frequency	ചോദിതാഭീക്ഷ്ണതാ
,, period of	ദോലനകാലം
Oscillograph	ദോലദർശിനി
,, cathode ray	അപാധ്വകിരണ ,,
Out-going	ബഹിർഗമനം
Out put	ബഹിർക്ഷിപ്തം
Oxide	ഓക്സയിഡ്
,, cuprous	കുപ്രസ് ,,
,, manganese di	മാങ്കനീസ് ഡൈ ,,
Oxygen	ഓക്സിജൻ

P

Parallel	സമാന്തരം
Particle	കണിക
Pendulum	ലംബകം
Pentode	പഞ്ചാധപ്രാവ്
Period	ദോലനകാലം
,, of oscillation	(ആവത്തനകാലം)
Perpendicular	ലംബദിക്ക്
Phase	കല
,, difference	കലാന്തരം
Phone	ദൂരശ്രവണി
,, head	ശിരോ ,,
Photographic plate	ഛായാഗ്രഹണതകിട്
Pitch	സ്ഥായി
Picture	ചിത്രം
Plane (area)	തലം
,, horizontal	സമതലം
,, mean	വിതാനം
Plate	ഫലകം (തകിട്)
,, fixed	സ്ഥിര ,,
,, movable	ചാല്യ ,,
,, rectangular	സമകോണ ,,
,, signal	ചിഹ്നക ,,
Point	ബിന്ദു
Pointer	സൂചിക
Pole	ധ്രുവം
,, north	ഉത്തര ,,
,, negative	ഋണ ,,
,, positive	ധന ,,
,, south	ദക്ഷിണ ,,
Porcelain	പോഴ്സ്ലെയിൻ
Position	സ്ഥാനം
Positive	ധന
Potential	ശക്‌ന്നഗ്രുഢം
,, difference	ശക്‌ന്നഗ്രുഢാന്തരം

Potential divider	ശക്ന്ത്രഗ്രന്ഥവിഭാജി
,, oscillatory	ദോലശക്ന്ത്രഗ്രന്ഥം
Power	ശക്തി
Pressure	സമ്മർദ്ദം
Principle	തത്വം
Propagation	പ്രസരണം (സഞ്ചരണം)
Properties	ഗുണങ്ങൾ
,, individual	വ്യക്തിത്വ ,,
Proportional (direct)	അനുപാതികം
,, inverse	വ്യുൽക്രമാനുപാതികം

Q

Quantity	മാത്ര

R

Ray	കിരണം
,, ground	ഭൂതല ,,
,, sky	നഭോമണ്ഡല ,,
,, incident	നിപാത ,,
,, reflected	പ്രതിബിംബ ,,
Radiation	വികിരണം
Radio	റേഡിയോ
,, amateur	,, കുതുകി
,, beacon tower	,, തരംഗസൗധം
,, operator	,, പ്രവർത്തകൻ
Radius	വ്യാസാർദ്ധം
Ratio	അനുപാതസംഖ്യ
Reactance	പ്രതികാരിത്വം
Reaction	പ്രതിവർത്തനം
Receiver	ആദായകം
,, crystal	സ്ഫാടികാദായകം
,, superheterodyne	മേളാദായകം
,, compound	സങ്കീർണ്ണാദായകം
Receiving station	ആദാനകേന്ദ്രം
,, disc	ആദാനതകിട്
Reception	ആദാനം
Reciprocal	വ്യുൽക്രമം
Rectangle	സമകോണചതുർഭുജം

Rectification	ഗത്യേകീകരണം
,, grid leak	അർഗളഗളനഗത്യേകീകരണം
Regeneration	പ്രത്യുല്പാദനം
Reflection	പ്രതിബിംബനം
Repeater	ആവർത്തകം
Repulsion	വികർഷണം
Research	ഗവേഷണം
Resistance	പ്രതിരോധിത്വം
,, internal	അഭ്യന്തര ,,
Resistor	പ്രതിരോധി
,, fixed	സ്ഥിര ,,
,, variable	വ്യത്യയ ,,
Resonance	അനുസ്വാനം
Response	പ്രതിവർത്തനം
Resultant	സമഗ്രം
Reversibility	പ്രതിലോമാവസ്ഥ
Revolution	പരിഭ്രമണം
Rheostat	വ്യത്യയപ്രതിരോധി
Rotation	ഭ്രമണം
Robinson system	റോബിൻസൺരീതി

S

Saturation	അലംഭാവനില
Scale	തോത്ത്
,, commercial	വാണിജ്യപരമായ തോത്ത്
Scanning	ശകലനവും ചയനവും
Scene	രംഗം
,, incident	നിപാതരംഗം
Screen	തിരസ്കരണി
,, grid	തിരസ്കരണാർഗളം
Second	സെക്കണ്ട്
Selectivity	വരണത
Selenium	സെലീനിയം
Sense	ഗതി
Sensitivity	സംവേദനം
Series connection	അനുപാദബന്ധനം

Shield	തിരസ്കരണി
Shrill	ഉച്ചസ്ഥായി
Shunt	അവായനി
,, connection	അവായനബന്ധനം
,, principle	അവായനതത്വം
Side band	പക്ഷവിസരം
Sign	ചിഹ്നം
,, -call	സംബോധനസംജ്ഞ
Signal	ചിഹ്നകം
,, image	പ്രതിരൂപചിഹ്നകം
,, synchron ising	കാലസാത്മ്യകരണചിഹ്നകം
Sine	ജ്യാ
,, Curve (graph)	,, രേഖ (ലേഖ)
Skip distance	ശൂന്യാന്തരാളം
Sodium	സോഡിയം
Solid body	ഘനപദാൎത്ഥം
Solar system	സൗരയൂഥം
Solution	ലായികം
Sound	സ്വനം (ശബ്ദം)
,, , quality of	നാദവ്യക്തിത്വം
Space	ആകാശം
Space charge	ആകാശാരോപം
Spark	സ്ഫുലിംഗം
,, electric	വൈദ്യുതി ,,
Spiral spring	ചുരുൾവില്ല്
Spring	വെശ, വില്ല്
Square	വൎഗ്ഗം, ചതുരം
,, proportional to	വൎഗ്ഗാനുപാതികം
,, law inverse	വ്യുൽക്രമവൎഗ്ഗപ്രമാണം
Strato-sphere	സ്ഥിരഗോളം
Straight set	ഋജുഗ്രാഹകം
Studio	രംഗമണ്ഡപം
Substance	ദ്രവ്യം
,, .conducting	സംനയദ്രവ്യം
Sulphuric Acid	സൾഫ്യൂറിക്ക് ആസിഡ്
Sun spot	അൎക്കാങ്കം

Superpose	പ്രതിഷ്ഠാപിക്കുക	
Surface	ഉപരിതലം.	
Symbol	ചിഹ്നം	
Synchronisation	കാലസാത്മ്യകരണം	

T

Talkie	ഭാഷണചിത്രം	
Telegraphy	കമ്പിത്തപാൽ	
,, wireless	കമ്പിയില്ലാകമ്പിത്തപാൽ.	
,, code	കമ്പിസങ്കേതം	
Telephone	ദൂരശ്രവണി	
,, wireless	ശബ്ദപ്രേഷണം	
Television	ദൂരവീക്ഷണം	
Temperature	ഊഷ്മത	
Terminal	അഗ്രം	
Tetrode	ചതുരദ്വാവ്	
Theoretical	വിജ്ഞാനീയം	
Theory	സിദ്ധാന്തം	
Thorium	തോറിയം	
Tone	സ്വരം	
,, control	സ്വരക്രമീകരണം	
,, ,, instrument for	സ്വരക്രമീകരണോപകരണം	
,, flat	നീചസ്ഥായി	
,, pure	തനിസ്വരം	
Transformer		ഭേദകം
,, H. F.	ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണതാ	,,
,, L. F.	നിമ്നാഭീക്ഷ്ണതാ	,,
,, step down	അവരോഹണ	,,
,, step up	ആരോഹണ	,,
Transmission		പ്രേഷണം
,, amateur	കൗതുക	,,
,, beam	ഏകദിഗ്	,,
,, picture	ചിത്ര	,,
,, program	പ്രേഷണപരിപാടി	
,, telegraphic	കമ്പിപ്രേഷണം	
,, vision	വീക്ഷണീയ	,,
Transmit	പ്രേഷണം ചെയ്യുക	
Transmitter	പ്രേഷകം	

Transmitting station	പ്രേഷണകേന്ദ്രം
Transparent	പാരദർശകം
Triode	ത്രയാധ്വാവ്
Troposphere	ചരഗോളം
Trough	തടം
Tube—electron	ആലകതാണംജം
,, two electrode (diode)	ദ്വയാധ്വാവ്
,, three ,, (triode)	ത്രയാധ്വാവ്
,, four ,, (tetrode)	ചതുരധ്വാവ്
,, five ,, (pentode)	പഞ്ചാധ്വാവ്
,, six ,, (hexode)	ഷഡധ്വാവ്
,, seven ,, (heptode)	സപ്താധ്വാവ്
,, eight ,, (octode)	അഷ്ടാധ്വാവ്
Tune (N)	താനം
Tune (V)	താനപ്പെടുത്തുക
Tungsten	ടങ്ങ്സ്റ്റൺ

U

Ultra violet	ധൂമ്രോത്തരം
Unit	പ്രമാനം
Unlike	വിജാതീയം

V

Valve	വാൽവ് (ആലകതാണംജം)
,, thermionic	ഘർമ്മായത് വാൽവ്
Variation	വ്യത്യയം
Vectorial summation	വാഹിക സങ്കലനം
Vertical	ഊർദ്ധ്വം-ഭ്രലംബം
,, plane	ഊർദ്ധ്വതലം
Vision	വീക്ഷണം
,, high definition	സുവ്യക്തവീക്ഷണം
,, persistence of	വീക്ഷണപര്യവസ്ഥാനം
Volt	വോൾട്ടം
,, meter	വോൾട്ടമാത്രി
Voltage	വോൾട്ടമാനം
Volume, automatic control of	സ്വയപ്രവൃദ്ധിക്രമീകരണം

Volume density	ഘനഗുരുത്വം
Vulcanite	വൾക്കനയിററ്

W

Wave	തരംഗം
,, band	തരംഗപംക്തി
,, ,, amateur	കൗതുകതരംഗപംക്തി
,, ,carrier	വാഹകതരംഗം
Wave contiuuous	സ്ഥിരതരംഗം
,, curve	തരംഗരേഖ
,, damped	ലുപ്തതരംഗം
,, electric	വൈദ്യുത ,,
,, electromagnetic	വൈദ്യുതകാന്തതരംഗം
,, form	തരംഗരൂപം
,, in coming	ആഗതതരംഗം
,, interference of	തരംഗമേളനം
,, intermittent continuous	പ്രത്യന്തരസ്ഥിരതരംഗം
,, input	ഉൽക്ഷിപ്തതരംഗം
,, length	തരംഗായതി
,, medium	മദ്ധ്യതരംഗം
micro	ഹ്രസ്വതമതരംഗം
,, modulated	ആരൂഢതരംഗം
,, signal	ചിഹ്നകതരംഗം
,, short	ഹ്രസ്വതരംഗം
,, sky	നഭോമണ്ഡലതരംഗം
,, space	ആകാശതരംഗം
,, synchronising	കാലസാത്മ്യകരണതരംഗം
,, ultra short	അതിഹ്രസ്വതരംഗം
,, surface	തലതരംഗം
Watt	വാട്ട്
Work	യത്നം

X

X - ray	എക്സ്റേ

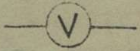
Z

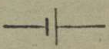
Zinc	നാകം
,, ortho silicate	സിങ്ക് ഓർത്തോ സിലിക്കയിററ്.

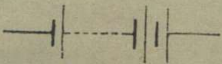
3. ഉപകരണചിഹ്നപട്ടിക

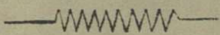
1. ഗാൽവനോമാത്രി

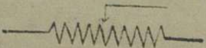
2. ആമ്പേരമാത്രി

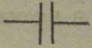
3. വോൾട്ടമാത്രി 

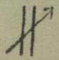
4. ഘടം (വൈദ്യുതി) (ധനാഗ്രം നീണ്ടവര) 

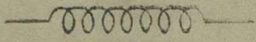
5. ബാററി (ഘടങ്ങൾ അനുപദബന്ധനത്തിൽ) 

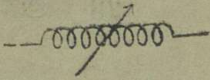
6. പ്രതിരോധി (സ്ഥിരം) 

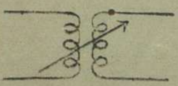
7. പ്രതിരോധി (വ്യത്യയ) 

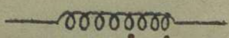
8. സംഭരണി (സ്ഥിര) 

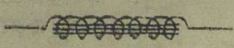
9. സംഭരണി (വ്യത്യയ) 

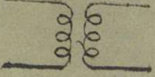
10. പ്രേരകവലയം (സ്ഥിര) 

11. പ്രേരകവലയം (വ്യത്യയ) 

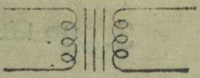
12. പരസ്പരപ്രേരകവലയചിഹ്നം 

13. ഉന്നതനിരോധിനി 

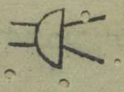
14. നിമ്നനിരോധിനി 

15. ഭേദകം (ഉന്നതാഭീക്ഷ്ണത) 

16. ഭേദകം (നിമ്നാ-
മീക്ഷ്ണത

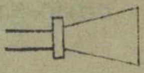


17. സൂക്ഷ്മസ്വനി

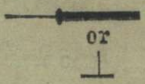


18. ദൂരശ്രവണി

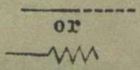
19. ഉച്ചഭാഷിണി



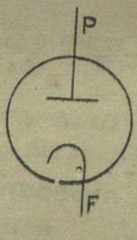
20. അഭ്യധ്വാവ് (ആല-
ക്താണുജത്തിൽ)



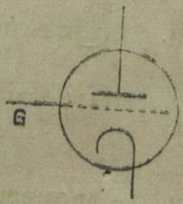
21. അർഗളം (,,)



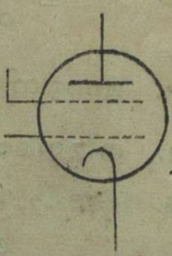
22. ദ്വയാധ്വാവ്

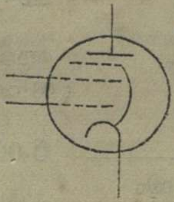


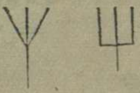
23. ത്രയാധ്വാവ്



24. ചതുരധ്വാവ് (തിര-
സ്കരണാർഗളനാളം)

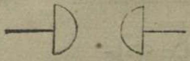


25. പഞ്ചാധ്വാവ് 

26. വ്യോമതന്തു 

27. ഭൂബന്ധം

28. സ്ഫാടികം

29. സ്ഫുലിംഗനിർമ്മിതി-
കളുള്ള വിടവ് 

---

4. പ്രതിവൈദ്യുതികത്വപട്ടിക

	ദ്രവ്യം	പ്രതിവൈദ്യുതികത്വം
1	അഭ്രം	5—8
2	തടി	2—5
3	പോഴ്സ്ലെയിൻ	7
4	മാർബിൾ	8—11
5	മെഴുക്	2—3
6	വൾക്കനെയിററ്	2—3
7	സ്ഫടികം	5—8
8	റബർ	2—3

5. ഈഥർ തരംഗപട്ടിക

പേരു്	അഭീക്ഷ്ണത (സഹസ്രമാനം)	തരംഗായതി
	6,000	50,000 മീററർ
റേഡിയോ		
	12,000,000,000 =(·12 × 10^{12})	$\frac{1}{4}$ മില്ലിമീററർ
ചൂടു് (ശോണാവരം)		
	37·5 × 10^{12}	ഏകദേശം $\frac{1}{1250}$ മില്ലി മീററർ
വെളിച്ചം		
	75 × 10^{12}	,, $\frac{1}{2500}$,,
ധൂമ്രോത്തരരശ്മി		
	300 × 10^{12}	,, $\frac{1}{10,000}$,,
(ഗുണങ്ങൾ നി-ർണ്ണയിക്കാത്തവ)		
	3000 × 10^{12}	,, $\frac{1}{100,000}$,,
എക്സ്റെ		
	300,000 × 10^{12}	,, $\frac{1}{10,000,000}$,,
ഗാമാറെ		
	3,000,000 × 10^{12}	,, $\frac{1}{100,000,000}$,,

6. റേഡിയോ തരംഗപട്ടിക

വിഭാഗം	അഭീക്ഷ്ണത (സഹസ്രമാനം)	തരംഗായതി മീറ്റർ
	6,000	50,000
ദീർഘതരംഗം		
	300,000	1,000
മദ്ധ്യതരംഗം		
	1,500,000	200
ഇടത്തരതരംഗം		
	3,000,000	100
ഹ്രസ്വതരംഗം		
	30,000,000	10
അതിഹ്രസ്വതരംഗം (ഹ്രസ്വതര തരംഗം)		
	300,000,000	1
അതിഹ്രസ്വതരതരംഗം (ഹ്രസ്വതമ തരംഗം)		
	3×10^{11}	0·001

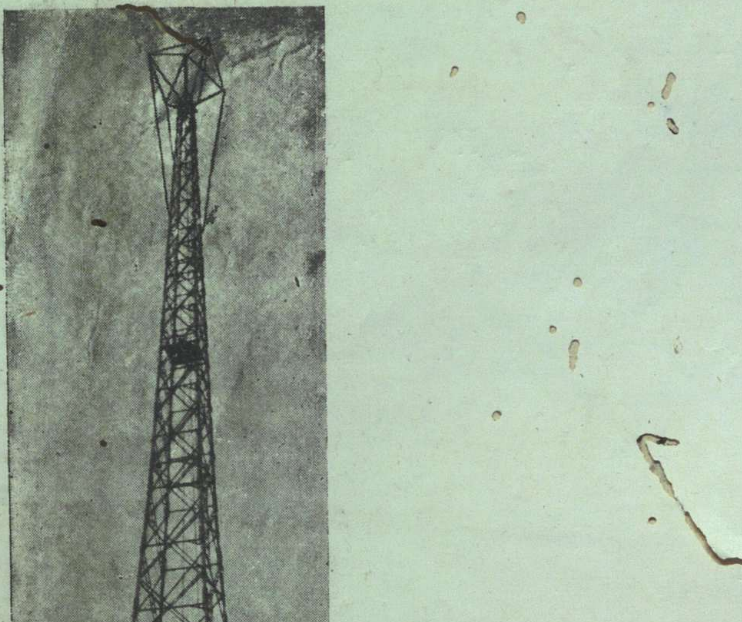
7. കമ്പിഭാഷ

A -—	N —-
B —---	O ———
C —-—-	P -——-
D —--	Q ——-—
E -	R -—-
F --—-	S ---
G ——-	T —
H ----	U --—
I --	V ---—
J -———	W -——
K —-—	X —--—
L -—--	Y —-——
M ——	Z ——--
1 -————	6 —----
2 --———	7 ——---
3 ---——	8 ———--
4 ----—	9 ————-
5 -----	0 —————

---

8. ഓരോ പ്രത്യേക ആവശ്യത്തിനുള്ള അഭീക്ഷ്ണതാവിഭജനപട്ടിക

പ്രേഷണത്തെ (a) പ്രക്ഷേപണം, (b) സ്ഥിരകേന്ദ്രങ്ങളിൽനിന്നുള്ള കമ്പിപ്രേഷണം, (c) കപ്പലുകൾ, വിമാനങ്ങൾ മുതലായി ചലനമുള്ളവയുടേത്, (d) റേഡിയോ കതുകികളുടേത് ഇങ്ങനെ നാലായി വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു. ആകെയുള്ള റേഡിയോ തരംഗങ്ങളെ പല പംക്തികളായി തിരിച്ച്, ഓരോ പംക്തിയും ഓരോ പ്രത്യേക ആവശ്യത്തിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ പട്ടികയാണ് ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്നത്. അഭീക്ഷ്ണത സഹസ്രമാനത്തിലാണ്.



ചിത്രം 1

വ്യോമതന്തു.

റേഡിയോയും
...വിഷനും

RADIO AND TELEVISION

എം. വി. ചാക്കോ, എം. ...

സയൻസ് കോളേജ്, തിരുവനന്തപുരം.

195[illegible]