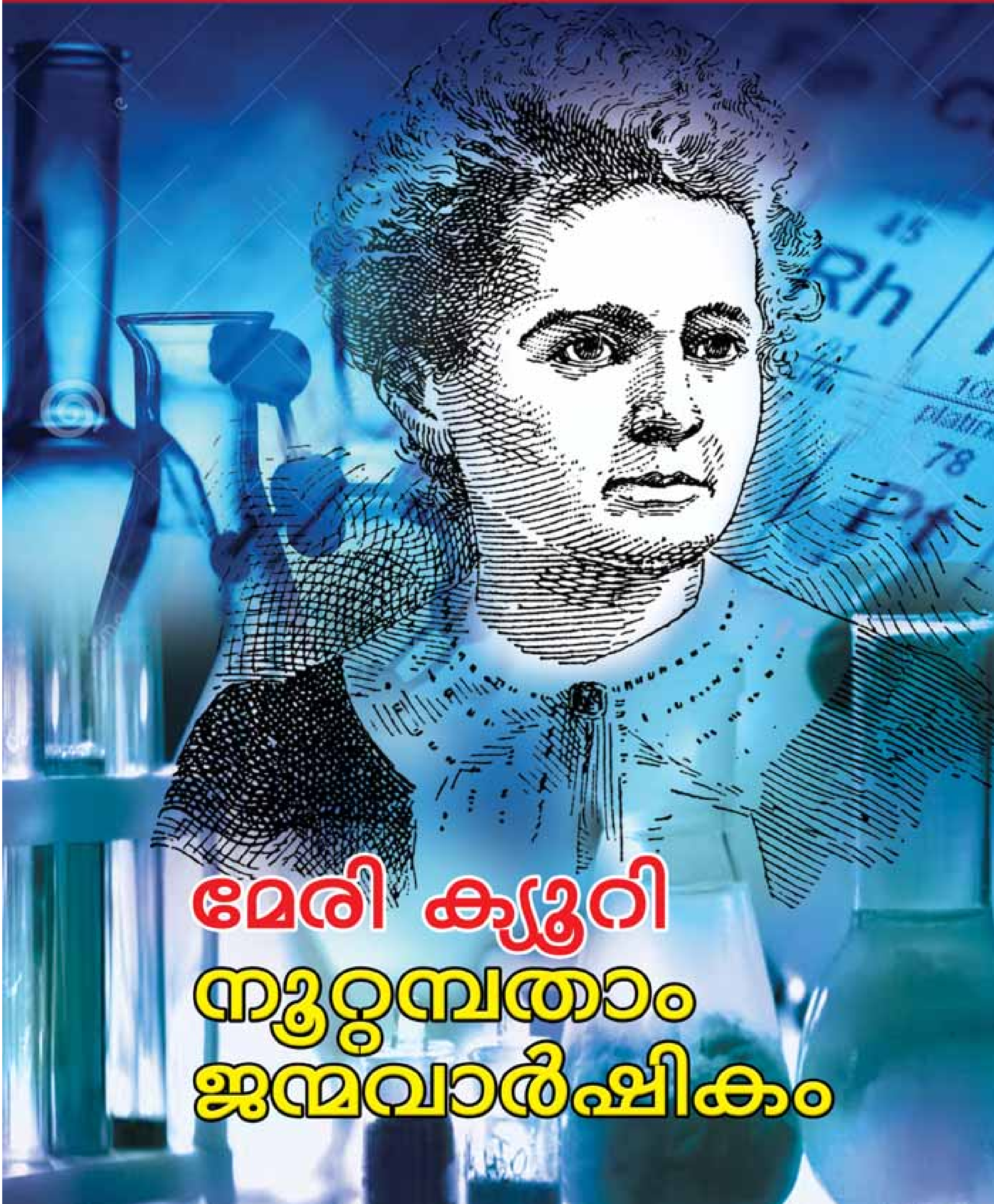
ശാസ്ത്രഗതി

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്

നവംബർ 2017

വില : ₹20



മേരി ക്യൂറി
നൂറ്റമ്പതാം ജന്മവാർഷികം

ശാസ്ത്രഗതി

2017 നവംബർ വാല്യം 52 ലക്കം 5

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്

എഡിറ്റർ :
ഡോ.എൻ.ഷാജി
nshaji101@gmail.com

മാനേജിങ് എഡിറ്റർ :
പി.എ. തങ്കച്ചൻ

എക്സിക്യൂട്ടീവ് എഡിറ്റർ :
സി. രാമചന്ദ്രൻ

അസോസിയേറ്റ് എഡിറ്റർ :
എൻ. വേണുഗോപാലൻ

പത്രാധിപസമിതി :
പ്രൊഫ.എം.കെ.പ്രസാദ്
ഡോ.ആർ.വി.ജി.മേനോൻ
ഡോ.കാവുമ്പായി ബാലകൃഷ്ണൻ
പ്രൊഫ.കെ.ആർ.ജനാർദ്ദനൻ
പ്രൊഫ.പി.കെ.രവീന്ദ്രൻ
പ്രൊഫ.ടി.പി.കുഞ്ഞിക്കണ്ണൻ
പ്രൊഫ.ടി.എം.ശങ്കരൻ
ഡോ. എൻ.ചന്ദ്രമോഹൻകുമാർ
ഡോ.എം.ജാതവേദൻ
ഡോ.കെ.എസ്.പുരുഷൻ
ഡോ.കെ.എസ്.സുനീഷ്
ഡോ.ജയശ്രീ.എ.കെ
ടി.രാധാമണി
ജോജി കൂട്ടുമ്മേൽ
ടി.പി.ശ്രീശങ്കർ
ജി.ഗോപിനാഥൻ
നിഷമോൾ എം.
ഡോ. പി.ഷൈജു
അഡ്വ.ടി.കെ.സുജിത്ത്

ചിത്രീകരണം: കെ. സതീഷ്
ലിപിവിന്യാസം, ലേഔട്ട് : പി.കെ. ബാബു

ഇതിൽ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന ചില ചിത്രങ്ങൾക്കും ഫോട്ടോകൾക്കും വിവിധ വെബ്സൈറ്റുകളോടുള്ള കടപ്പാട് രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.

ലേഖനങ്ങളിലെ അഭിപ്രായങ്ങൾ ലേഖകരുടേതാണ്; ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്തിന്റേതാകണമെന്നില്ല.

സന്ദർശിക്കുക: www.kssp.in, wiki.kssp.in, www.luca.co.in, www.facebook.com/onlinekssp

ലേഖകരോട്

ലേഖനങ്ങൾ എല്ലാമാസവും പത്താംതീയതിക്ക് മുൻപ് ലഭിക്കത്തക്കവിധം അയയ്ക്കുക.

വിലാസം
എഡിറ്റർ,
ശാസ്ത്രഗതി, പരിഷദ് ഭവൻ,
എ.കെ.ജി. റോഡ്, ഇടപ്പള്ളി - 682 024. ഫോൺ : 0484-2532723, 2532675

ചിത്രങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന പക്ഷം സി.ഡി. അയയ്ക്കുന്നതോ ഇ മെയിൽ ചെയ്യുന്നതോ അഭികാമ്യം. DTP ചെയ്തതാണ് ലേഖനമെങ്കിൽ പേജ്മേക്കറിന് പുറമെ പി.ഡി.എഫ്. വേർഷൻ കൂടി അയയ്ക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കുക. ഇ മെയിൽ sasthragathy@gmail.com

ലേഖനങ്ങളിലെ നിലപാടുകൾ മാസികയുടേതാവണമെന്നില്ല. എങ്കിലും ശാസ്ത്രഗതി ഉയർത്തിപ്പിടിക്കുന്ന ശാസ്ത്രത്തിന്റെ സമീപനത്തോട് അനുഭാവാത്മകമോ സംവാദാത്മകമോ ആകുന്നത് നന്ന്.

ഒറ്റപ്രതി വില: രൂപ 20-00 വാർഷിക വരിസംഖ്യ: രൂപ 200-00
മണി ഓർഡർ അയയ്ക്കേണ്ട വിലാസം:

മാനേജിങ് എഡിറ്റർ,
ശാസ്ത്രഗതി, പരിഷദ് ഭവൻ, ചാലപ്പുറം,
കോഴിക്കോട്- 673 002. ഫോൺ : 0495-2701919, 9446381919

മണി ഓർഡർ കൂപ്പണിൽ ശരിയായ തപാൽ വിലാസം, പിൻകോഡ് സഹിതം രേഖപ്പെടുത്തുക.

ബാങ്കിൽ പണമടയ്ക്കുന്നതിന് :

1. സ്റ്റേറ്റ് ബാങ്ക് ഓഫ് ഇന്ത്യ- ഇടപ്പള്ളി ബ്രാഞ്ച്/ അക്കൗണ്ട് നമ്പർ 67060180370 / IFCകോഡ് SBIN 0012857
2. കാനറ ബാങ്ക്-ചാലപ്പുറം(കോഴിക്കോട്)ബ്രാഞ്ച്/അക്കൗണ്ട് നമ്പർ 1144101026962 IFCകോഡ് CNRB 0001144

ബാങ്കിൽ പണമടയ്ക്കുന്നവർ, തീയതി-തുക-ഏത് ബാങ്ക്/ ബ്രാഞ്ച്-അടച്ചതിന്റെ ഉദ്ദേശം എന്നിവ ഒരു കാർഡിൽ മേൽ പറഞ്ഞ വിലാസത്തിലോ, ഇ-മെയ്ൽ വഴി sasthragathy@gmail.com, അല്ലെങ്കിൽ ksspmagazine@gmail.com എന്ന വിലാസത്തിലോ അയയ്ക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കുക.

സർക്കുലേഷൻ അന്വേഷണങ്ങൾക്ക്
ഫോൺ : 0495-2701919, 9446381919
ഇ മെയിൽ : ksspmagazine@gmail.com,

ശാസ്ത്രഗതി

2017 നവംബർ വാല്യം 52 ലക്കം 5

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്

കവർ സ്റ്റോറി- മേരി ക്യൂറി 150-ാം ജന്മവാർഷികം

20 ലേഡി ഓഫ് റേഡിയം
-പ്രൊഫ. കെ.ആർ. ജനാർദ്ദനൻ

26 റേഡിയോ ആക്ടീവ് മേരി
-സാബു ജോസ്

30 റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ചരിത്രവും പ്രയോഗവും
-ഡോ. സംഗീത ചേനംപുല്ലി

34 മേരിയും റേഡിയവും: അന്വേഷണത്തിന്റെ അനുഭവങ്ങൾ
-പ്രൊഫ. കെ.ശ്രീധരൻ

ലേഖനങ്ങൾ

07 ക്രൂരമായ തീരുമാനം
-സുഗതകുമാരി

39 ആൾദൈവങ്ങളുടെ പണിപ്പുര
-ഗണേശൻ കെ.എസ്

41 ബയോഡീസൽ: ഈ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ഹരിത ഇന്ധനം
-പ്രൊഫ(ഡോ). സി.എം. നാരായണൻ

47 മൊബൈൽ ഫോണും ടവറുകളും അപകടകാരികളോ?
-ഡോ. ബി. സോമനാഥൻ നായർ,
-ഡോ. പി.എസ്. ചന്ദ്രമോഹൻ

52 മാറേണ്ടത് ഉള്ളടക്കമോ ബോധനമാധ്യമമോ?
-തുറവൂർ ആർ സേതുനാഥ്

56 അസിമ ചാറ്റർജിയുടെ ജന്മശതാബ്ദി
-ജി. ഗോപിനാഥൻ

സ്ഥിരം പംക്തികൾ

06 ശാസ്ത്രവാർത്ത
-ഡോ.എം.ആർ.സുദർശനകുമാർ

വാർത്തകൾ വിശേഷങ്ങൾ

09 നൊബേൽ 2017: ജീവശാസ്ത്രം ജൈവഘടികാരത്തിന്റെ ജനിതക രഹസ്യച്ചെപ്പ് തുറന്നപ്പോൾ
-ഡോ. ഷോബി വേളേരി പിഎച്ച്.ഡി

13 നൊബേൽ 2017: ഊർജതന്ത്രം ഗുരുത്വതരംഗങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തൽ പ്രപഞ്ചപഠനത്തിലെ കുതിച്ചുചാട്ടം
-ഡോ. എൻ. ഷാജി

15 നൊബേൽ 2017: രസതന്ത്രം ജൈവരസതന്ത്രത്തിലെ മുന്നേറ്റം; അതിശീത ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനി
-ഡോ. പി. അനന്തപത്മനാഭൻ

17 കിനാവുപോലെ ഒരു കിലോനോവ
-ഡോ. എൻ. ഷാജി

പുസ്തകപരിചയം

37 നാല് മേരി ക്യൂറി ജീവചരിത്രങ്ങൾ
-സിദ്ധാർത്ഥൻ പടിഞ്ഞാറത്ത്

കാർട്ടൂൺ പംക്തി

58 ഹരണഫലം
-കെ.സതീഷ്

കത്തുകൾ

ജാത്യുന്മൂലനം

ഒക്ടോബർ ലക്കത്തിലെ "ജാതി ഉന്മൂലനം" എന്ന ഷബ്നം ടി.പി.യുടെ പുസ്തക പരിചയക്കുറിപ്പ് വായിച്ചു. ജാത്യുന്മൂലനം സാധ്യമാകാത്തതിന്റെ അടിസ്ഥാന കാരണം ജാതിവ്യവസ്ഥയ്ക്ക് അനുകൂലമായ ഒരു സാമൂഹിക അന്തരീക്ഷം മാറ്റമില്ലാതെ നിലനിൽക്കുന്നു എന്നതാണ്" എന്ന് ഷബ്നം എഴുതുന്നു. ഇതാണ് ലേഖനത്തിലെ ഏറ്റവും കനപ്പെട്ട വാചകം. ആ സാമൂഹികാന്തരിക്ഷം ഏത് എന്ന് ദൗർഭാഗ്യവശാൽ ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടാതെ പോയി. എന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ അത് ഇവിടെ നിലനിൽക്കുന്ന വിവാഹ സമ്പ്രദായമാണ്. മാതാപിതാക്കൾ മക്കൾക്കുവേണ്ടി വധൂവരന്മാരെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്ന സമ്പ്രദായം. മാതാപിതാക്കൾ സ്വന്തം ജാതിയിൽ നിന്നല്ലേ മക്കൾക്കുവേണ്ടി വധൂവരന്മാരെ കണ്ടെത്തുകയുള്ളൂ? ഇഷ്ടപ്പെട്ട ഇണകളെ സ്വീകരിക്കാനുള്ള സ്വാതന്ത്ര്യം ഇന്ന് ഇന്ത്യയിലെ യുവജനങ്ങൾക്ക് ഇല്ല. ആൺകുട്ടികൾക്കും പെൺകുട്ടികൾക്കും പരസ്പരം ഇടപഴുകാനുള്ള സ്വാതന്ത്ര്യവുമില്ല. ഇത് രണ്ടും ഉണ്ടായാലേ ഇവിടെ ജാതി ഇല്ലാതാവൂ. അപ്പോൾ, ജാത്യുന്മൂലനത്തിനുവേണ്ടി ശ്രമിക്കുന്നവർ ഈ സമൂഹ്യമാറ്റത്തിനാണ് ശ്രമിക്കേണ്ടത്. ഈ മാറ്റം ഇന്നത്തെ സാഹചര്യത്തിൽ വളരെ വളരെ പ്രയാസമുള്ളതുമാണ്. പക്ഷെ അന്ന് ജാതികളും സ്വയം ഇല്ലാതാവും. നമുക്ക് ഈ മാറ്റത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്താൻ കഴിയും. ലക്ഷ്യബോധത്തോടെയുള്ള നിതാന്ത ശ്രമം കൊണ്ട്. അത് വിജയിക്കാനുള്ള സാധ്യത കേരളത്തിലെങ്കിലുമുണ്ട്.

-ഡോ. സി.എൻ. പരമേശ്വരൻ, തൃശൂർ

ജൈവ സാക്ഷരതായജ്ഞം

2017 ഒക്ടോബർ മാസത്തിലെ ശാസ്ത്രഗതിയിൽ എം. ജി. സർവകലാശാലയുടെ ജൈവയജ്ഞത്തെ കുറിച്ച് ഡോ. കെ.എം.ശ്രീകുമാർ എഴുതിയ ലേഖനം കാലികവും ഗൗരവമുള്ളതും ആണ്. ജൈവ കൃഷിക്കുവേണ്ടി ഇന്ന് നടന്നുവരുന്ന കോലാഹലങ്ങൾ മിക്കവയും കേട്ടുകേൾവിയുടെയും മാധ്യമ വാർത്തകളുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ രൂപം കൊള്ളുന്നതാണ്. കൃഷിശാസ്ത്രത്തിൽ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന പുരോഗതിയെ ഇത്തരം പ്രചാരണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പാടേ അവഗണിക്കുന്നത് ശരിയല്ല.

കാസർകോട്ടെ എൻഡോസൾഫാൻ വിവാദത്തിൽ പ്രസ്തുത കീടനാശിനിയെ മാത്രം പ്രതിക്കൂട്ടിൽ നിർത്തിയതും ഇത്തരത്തിലുള്ള പ്രചാരണങ്ങളിലൂടെ അപ്രതിഹതമായ പൊതുബോധം സൃഷ്ടിച്ചെടുത്തതിനാലാണ്. എൻഡോസൾഫാൻ അതിമാരകമായ ഒരു കീടനാശിനിയാണ് എന്നതിൽ തർക്കമില്ല. അത് ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ പാലിക്കേണ്ട പ്രോട്ടോകോൾ പാലിക്കാതിരുന്നതിനാലാണ് പ്രശ്നം വളരെ ഗുരുതരമായത്. ഇതിന് കാരണക്കാർ പ്ലാന്റേഷൻ കോർപ്പോറേഷൻ ആണ്. ചർച്ചകളിൽ ഈ വശം അവഗണിക്കപ്പെട്ടുപോയി. ഇത് കാണിക്കുന്നത് കേട്ടുകേൾവികളുണ്ടാക്കുന്ന പൊതുബോധം പലപ്പോഴും പ്രശ്നങ്ങളെ ലളിതവൽകരിക്കുന്നു എന്നത്രേ. ഇത്തരം വിഷയങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഒരു തുറന്ന ചർച്ച സംഘടിപ്പിക്കാൻ ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത് സന്നദ്ധമാകണം.

-ഡോ. എ. അച്യുതൻ(കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്), കോഴിക്കോട്

അനുഭവം വേണോ, ഊഹാപോഹങ്ങൾ വേണോ?

എന്റെ ലേഖനത്തോടുള്ള പ്രതികരണമായി ശ്രീ. സെബാസ്റ്റ്യൻ കൂത്തോട്ടിൽ ഒക്ടോബർ ലക്കത്തിൽ എഴുതിയ കത്തിലെ ഖണ്ഡിക(1)ൽ പറയുന്ന പ്രപഞ്ച പശ്ചാത്തല വികിരണങ്ങളുടെ ഐകരൂപ്യം(isotropy) ദ്രവ്യ വിതരണത്തിന്റെ ഐകരൂപ്യമില്ലായ്മയ്ക്ക് പകരമാകുന്നില്ല. ഏതെങ്കിലും ഒരുവിധത്തിൽ ഐകരൂപ്യമില്ലെങ്കിൽ മൊത്തം പ്രപഞ്ചത്തിനും അതില്ല.

ദ്രവ്യ പ്രതിദ്രവ്യ സമമിതി പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഇല്ല എന്നത് ഒരു പരീക്ഷണാനുഭവമാണ്. സമ

ശേഷം പേജ് 46-ൽ

അണി നിരക്കുക, ശാസ്ത്രത്തോടൊപ്പം

ശാസ്ത്രത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം സുപ്രധാനമായ ഒരു ദിനമാണ് നവംബർ 7. അത് മേരി ക്യൂറി, സി.വി.രാമൻ എന്നീ അനന്യ ശാസ്ത്രപ്രതിഭകളുടെ ജന്മദിനമാണ്. 2017 നവംബർ 7 ആകട്ടെ, മേരി ക്യൂറിയുടെ നൂറ്റമ്പതാം ജന്മവാർഷികദിനവും. അവിശ്വസനീയതയോടെ മാത്രം മനസ്സിലാക്കിപ്പോകാനാവുന്ന ഒന്നാണ് അവർ നയിച്ച ജീവിതവും അവർ ശാസ്ത്രത്തിൽ നടത്തിയ പ്രവർത്തനങ്ങളും. ലോകം മുഴുവനും ആ മഹാ ശാസ്ത്രജ്ഞയുടെ ശാസ്ത്രജീവിതത്തെ ആദരപൂർവം അനുസ്മരിക്കുന്ന, സമുചിതമായ വിവിധ പരിപാടികളോടെ കൊണ്ടാടുന്ന സന്ദർഭമാണ് ഇത്. ശാസ്ത്രഗതിയുടെ ഈ ലക്കവും വരും ലക്കവും ആ അനുസ്മരണയിൽ പങ്കുചേരുകയാണ്. ഭാവനാശാലികളായ കാവ്യലോകപൂർവികർ കാലഘട്ടങ്ങൾക്ക് മുൻപ് കെട്ടിച്ചമച്ചു വച്ച പുരാണേതിഹാസകാവ്യാദികളിലും കഥകളിലും വരഞ്ഞിട്ട പടപ്പുകൾക്കും സാങ്കല്പിക സാങ്കേതികവിദ്യകൾക്കും നിർമിതികൾക്കുമപ്പുറം ഒരു ശാസ്ത്രവിജ്ഞാനവും പ്രപഞ്ചത്തിലില്ലെന്ന് ഊറ്റംകൊള്ളുകയും, അതിലുമപകടകരമാംവിധം അത് പ്രചരിപ്പിക്കുകയും പഠിപ്പിക്കാൻ ഇറങ്ങിപ്പുറപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നവർ രാജ്യഭാരം വഹിക്കുന്ന ഒരു സ്ഥല-കാല സാഹചര്യത്തിൽ ജീവിക്കുന്ന നമ്മൾക്ക്, യഥാർത്ഥ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഏതൊരു കുതിപ്പും, ശാസ്ത്രചരിത്രത്തിലെ ഏതൊരുജ്വല പ്രതിഭയുടെയും ഏതൊരുജ്വലാവിഷ്കാരത്തിന്റെയും ഓർമദിനങ്ങളും ആഘോഷിക്കാനുള്ളതാണ്; പ്രഘോഷിക്കാനുള്ളതാണ്. കാരണം ആധുനികശാസ്ത്രമാണ് നമ്മുടെയെല്ലാം ജീവിതത്തെ മുന്നോട്ട് നയിക്കുന്നത്. ശാസ്ത്രബോധമാണ് നമ്മുടെ ലോകവീക്ഷണത്തെ മുന്നോട്ട് നയിക്കേണ്ടത്.

ശാസ്ത്രവും ശാസ്ത്രബോധത്തിന്റെ പ്രസക്തിയും ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെടുന്ന വർത്തമാന സന്ദർഭത്തിൽ മേരി ക്യൂറിയെപ്പോലൊരു അന്യാദൃശശാസ്ത്രപ്രതിഭയുടെ അനുസ്മരണത്തിന് സവിശേ ഷ പ്രസക്തിയുണ്ടല്ലോ. ശാസ്ത്രപ്രവർത്തനത്തിനായി ജീവിതം ഉഴിഞ്ഞുവയ്ക്കാൻ കൗമാരപ്രായത്തിൽത്തന്നെ ദൃഢനിശ്ചയം കൈക്കൊണ്ടയാളാണ് മേരി. ശാസ്ത്രത്തെ സ്വപ്നം കണ്ട് വളർന്നു. ശാസ്ത്രം പഠിക്കാൻ സാഹസികമായ ഏകാന്തശ്രമങ്ങൾ നടത്തി. സാമ്പത്തികമായും സ്ത്രീയെന്ന നിലയിലും നേരിടേണ്ടിവന്ന പ്രതികൂലസാഹചര്യങ്ങൾ മറികടന്ന് ശാസ്ത്രപഠനവും ശാസ്ത്രഗവേഷണവും ഉന്നതനിലയിൽ പൂർത്തിയാക്കി. ശാസ്ത്രത്താൽ പരസ്പരബന്ധിതമായ വിവാഹജീവിതം നയിച്ചു. ശാസ്ത്രപ്രവർത്തനത്തിലൂടെ തന്നെ ജീവിതയാത്ര സാർത്ഥകമാക്കി. ശാസ്ത്രത്തെ സ്വകാര്യലാഭത്തിന് വേണ്ടി വിൽപനച്ചരക്കാക്കില്ലെന്ന നിലപാടിൽ ഏത് കൊടിയ സാമ്പത്തിക കഷ്ടതയിലും അപര്യാപ്തതകളിലും ഉറച്ചുനിന്നു. പ്രതിഭാധനരായ യുവ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ തലമുറയെ വളർത്തിയെടുത്തു. രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ശാസ്ത്രവിഷയങ്ങളിൽ നൊബേൽ സമ്മാനം നേടിയ ഏകവ്യക്തിയെന്ന നിലയിൽ മാത്രമല്ല മേരി ക്യൂരി സർവാദരണീയയായിരിക്കുന്നതും അവരുടെ നൂറ്റമ്പതാം ജന്മവാർഷികം ആഘോഷിക്കപ്പെടുന്നതും എന്ന് ചുരുക്കം.

മേരി ക്യൂരിയുടെയും, 'ഇന്ത്യയുടെ സാമ്പത്തിക പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് ഒരേയൊരു പരിഹാരം ശാസ്ത്രം മാത്രമാണ്, കൂടുതൽ ശാസ്ത്രം, കൂടുതൽ ശാസ്ത്രം മാത്രം' എന്ന് ഓർമപ്പെടുത്തിയ സി.വി.രാമന്റെയും ജന്മദിനമായ നവംബർ 7ന് ആരംഭിച്ച്, ശാസ്ത്രബോധത്തിലും മതേതരത്വത്തിലും ജനാധിപത്യത്തിലും വേരുറച്ച ഒരിന്ത്യയെ രൂപപ്പെടുത്താൻ ശ്രമിക്കുകയും സ്വയം മാതൃകയായി വർത്തിക്കുകയും ചെയ്ത രാജ്യത്തിന്റെ ആദ്യ പ്രധാനമന്ത്രി ജവഹർലാൽ നെഹ്റുവിന്റെ ജന്മദിനമായ നവംബർ 14ന് മുഴുമിക്കുന്ന ഒരു ശാസ്ത്രാവബോധവാരാചരണത്തിന് ശാസ്ത്രഗതിയും കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്തും സംസ്ഥാന ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക പരിസ്ഥിതി സമിതിയും സംസ്ഥാനവിദ്യാഭ്യാസ വകുപ്പുമെല്ലാം ചേർന്ന ഒരു കൂട്ടായ്മ ഒരുങ്ങുകയാണ്. നവംബർ 14ന് എല്ലാ ജില്ലകളിലും നടക്കുന്ന ശാസ്ത്ര റാലികളോടുകൂടിയാണ് വാരാചരണം കൊടിയിറങ്ങുക.

നേരത്തെ ചൂണ്ടിക്കാട്ടിയപോലെ യഥാർത്ഥ ശാസ്ത്രം അപഹസിക്കപ്പെടുകയും കപടശാസ്ത്രങ്ങൾക്കും ശാസ്ത്രനാട്യങ്ങൾക്കും സ്ഥാനക്കയറ്റം ലഭിക്കുകയും, ശാസ്ത്രബോധം ഒരു ആത്മഹത്യാമുനമ്പാവുകയും ചെയ്യുന്ന ഈ ഇരുണ്ട കാലത്തിൽ ശാസ്ത്രത്തിനോടൊപ്പം അണി നിരക്കാൻ, ഈ പ്രസ്ഥാനം വിജയിപ്പിക്കാൻ മാന്യ വായനക്കാരോട് ഞങ്ങൾ അഭ്യർത്ഥിക്കുകയാണ്. മേരി ക്യൂറിയോടും സി.വി.രാമനോടുമുള്ള നമ്മുടെ ആദരാർപ്പണം ഇത്തവണ ഇങ്ങനെയാകട്ടെ.

ശാസ്ത്രവാർത്ത

സമ്പാദകൻ: ഡോ.എം.ആർ.സുദർശനകുമാർ
പ്രിൻസിപ്പാൾ, എം.ജി.കോളേജ്, തിരുവനന്തപുരം
Email: sudarsanmr@gmail.com)

ഓസോൺ പാളിക്ക് പുതിയ ഭീഷണി

1987-ലെ മോൺട്രിയൽ പ്രോട്ടക്കോൾ നടപ്പാക്കപ്പെട്ട ശേഷം ഓസോൺ പാളിയുടെ ശോഷണം കഴിഞ്ഞ വർഷങ്ങളിൽ കുറഞ്ഞുവരികയായിരുന്നു. ഓസോൺ പാളിയെ നശിപ്പിക്കുന്ന ക്ലോറോഫ്ളൂറോകാർബൺ സംയുക്തങ്ങൾ പോലുള്ള രാസവസ്തുക്കളുടെ ഉപയോഗം ഘട്ടം ഘട്ടമായി ഒഴിവാക്കിയാണ് ഇത് സാധിച്ചത്. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നും ഇരുപത്-മുപ്പത് കിലോ മീറ്ററിന് മുകളിൽ സ്ട്രോറ്റോസ്ഫിയറിലാണ് ഓസോൺ പാളി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്.

എന്നാൽ ഈ അടുത്തകാലത്ത് നടന്ന ഒരു പഠനം ഓസോൺ പാളിക്ക് ഭീഷണിയായ പുതിയ രാസവസ്തുക്കളെ കണ്ടെത്തി. കേവലം ആറ് മാസം മാത്രം ആയുസ്സുള്ള രാസപദാർത്ഥങ്ങളാണ് അവ. വ്യാവസായിക ലായകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഡൈക്ലോറോമീഥേൻ സംയുക്തം ഇതിനൊരു ഉദാഹരണമാണ്. കഴിഞ്ഞ ദശാബ്ദത്തിൽ ഈ സംയുക്തം മൂലമുള്ള മലിനീകരണം ലോകത്താകമാനം 60% വർദ്ധിക്കുകയുണ്ടായി. ഡൈക്ലോറോ ഈഥേനും ഇതുപോലെ ഉയർന്ന തോതിൽ ഓസോൺ പാളിയിൽ കാണപ്പെട്ടു. പിവിസിയുടെ ഉൽപാദനത്തിനാണ് ഈ സംയുക്തം ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഓസോൺ പാളിയിൽ ഈ സംയുക്തങ്ങളുടെ അളവ് വരും വർഷങ്ങളിലും വർദ്ധിക്കുമെന്ന് പഠനം മുന്നറിയിപ്പ് നൽകുന്നു. പഠനവിവരങ്ങൾ പങ്കിട്ട്, പഠനം നടത്തിയ അന്താരാഷ്ട്ര ഗവേഷകസംഘത്തിന് നേതൃത്വം നൽകിയ ഈസ്റ്റ് ആംഗ്ലിയ സർവകലാശാലയിലെ ഡേവിഡ് ഓറം പ്രഥമ ലേഖകനായി എഴുതിയ പ്രബന്ധം -A growing threat to the ozone layer from short-lived anthropogenic chlorocarbons-പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരിക്കുന്നത് Atmospheric Chemistry and Physics(വാല്യം 17, ലക്കം 19) ആണ്. (**വാർത്ത അവലംബം**:*wwww.insidescience.org/news/brief-ozone-layer-may-face-new-threat)*

നെപ്റ്റ്യൂണിനപ്പുറം വളയമുള്ള ക്ഷുദ്രഗ്രഹം കണ്ടെത്തി

നെപ്റ്റ്യൂൺ ഗ്രഹത്തിനും അപ്പുറമുള്ള ക്ഷുദ്രഗ്രഹമാണ് Haumea. 39 മണിക്കൂർ കൊണ്ട് Haumea ഒരു ഭ്രമണം പൂർത്തിയാക്കും. അണ്ഡാകൃതിയുള്ള ഈ കുള്ളഗ്രഹത്തിന് വളയമുണ്ട്. വ്യാഴം, ശനി, യുറാനസ്, നെപ്റ്റ്യൂൺ എന്നിവയാണ് വളയമുള്ള ഗ്രഹങ്ങൾ. വളയമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ ആദ്യമായാണ് നെപ്റ്റ്യൂണിനുമപ്പുറം കണ്ടെത്തുന്നത്. 70 കി.മീ നീളമുള്ള ഒരു വളയം കുള്ള ഗ്രഹത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നും 1000 കി.മീ. ഉയരത്തിലുണ്ടെന്ന് കണ്ടതിന് പുറമേ Haumeaയുടെ ഏറ്റവും കൂടിയ നീളം 2322 കി.മീ ആണെന്നും ഗവേഷകസംഘം കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. സ്പെയിനിലെ ആൻഡലൂഷ്യ അസ്ട്രോഫിസിക്സ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലെ(Institute of Astrophysics of Andalusia in Granada, Spain) ഒരു സംഘം ഗവേഷകരുടേതാണ് കണ്ടെത്തൽ. ബാഹ്യസൗരയൂഥത്തിലും വളയമുള്ള വസ്തുക്കൾ സാധാരണമാകാമെന്ന് ഗവേഷകസംഘത്തിന് നേതൃത്വം നൽകിയ Jose-Luis Ortiz അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ജനുവരി 21നാണ് സംഘം 12 ടെലസ്കോപ്പുകളും 10 ഒബ്സർവേറ്ററികളും ഉപയോഗിച്ച് kuiper belt നിരീക്ഷിച്ചത്. അന്വേഷണത്തെയും കണ്ടെത്തലിനെയും പറ്റി അവർ തയ്യാറാക്കിയ പ്രബന്ധം ഒക്ടോബർ 11ലെ Nature ആണ് പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. (**വാർത്ത അവലംബം**:*www.sciencenews.org/article/oddball-dwarf-planet-haumea-has-ring?tgt=nr)*

പരിസ്ഥിതി സൗഹൃദ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണം

വലിച്ചുനീട്ടാവുന്ന ഒരു ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണം; കനം കുറഞ്ഞതും, തലമുടി കൊണ്ടുപോലും പൊക്കാൻ കഴിയുന്നത്ര ഭാരം കുറഞ്ഞതും. പരിസ്ഥിതി സൗഹൃദ രാസപദാർത്ഥങ്ങൾകൊണ്ടാണ് നിർമാണം. ഉപയോഗശേഷം വിനാഗിരി പോലുള്ള അമ്ലത്തിൽ പോലും ഒരു മാസം കൊണ്ട് ലയിച്ചില്ലാതാകും. വനാന്തരത്തിലെ സെൻസറുകളായി ഈ ഉപകരണം ഉപയോഗിക്കാം. ഉപയോഗശേഷം ഇത് മണ്ണിൽ സ്വയം അലിഞ്ഞുചേരും! രോഗിയുടെ ശരീരത്തിൽ നിക്ഷേപിച്ചാൽ ശസ്ത്രക്രിയയിലൂടെ പുറത്തെടുക്കേണ്ട കാര്യമില്ല. ശരീരം അതിനെ ആഗിരണം ചെയ്യും! പുതിയ പരിസ്ഥിതി സൗഹൃദ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തലിന് ഇത് വഴി തെളിക്കുമെന്ന ഗവേഷകസംഘത്തിന്റെ പ്രത്യാശ നമുക്കും പങ്കിടാം. ഗവേഷകസംഘത്തിലെ പ്രമുഖനായ Ting Leiഉം കൂട്ടരും ഇതിനെപ്പറ്റി എഴുതിയ പ്രബന്ധം Proceedings of the National Academy of Sciences ആണ് പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്(വാല്യം114, മെയ് 16,2017). (**വാർത്ത അവലംബം**:*www.sciencenewsforstudents.org/article/vinegar-dissolves-new-electronics-when-theyre-no-longer-needed)*

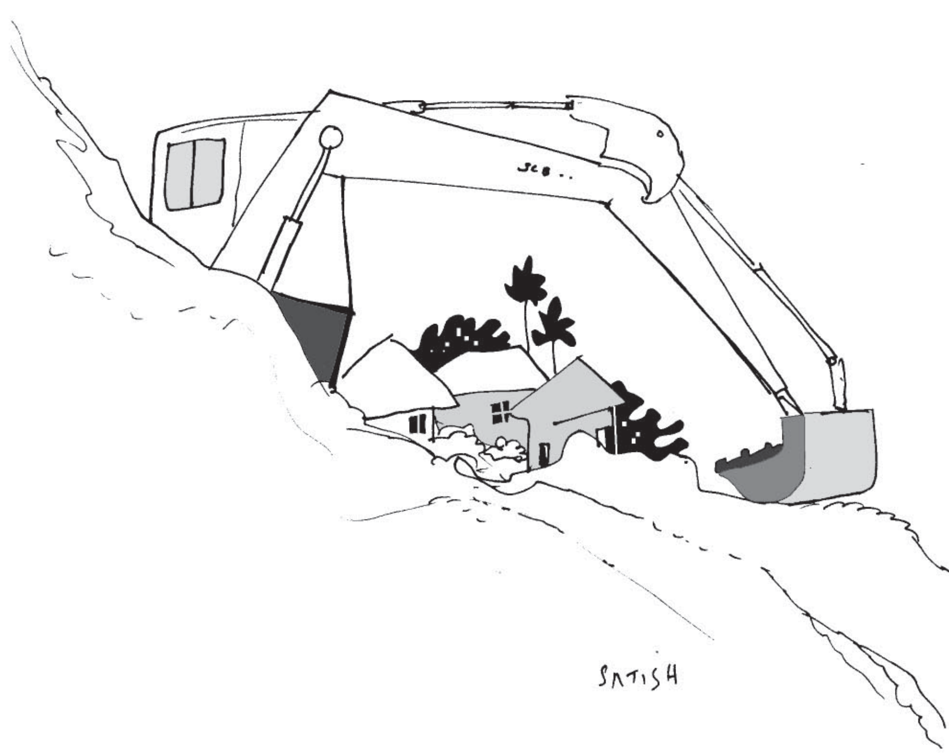
ജനങ്ങൾ വസിക്കുന്നിടത്തുനിന്ന് 50 മീറ്റർ വിട്ട് പാറ ഖനനമാവാം എന്ന സർക്കാരിന്റെ തീരുമാനം ക്രൂരവും മനുഷ്യത്വരഹിതവുമാണ്. ഒരു നിമിഷം ആലോചിച്ചുനോക്കൂ. ഇത് വായിക്കുന്ന നിങ്ങളും കുടുംബവും താമസിക്കുന്നതിന് ഒരു അമ്പത് മീറ്റർ അകലെ പാറ പൊട്ടിക്കലും അടിച്ചുതകർക്കലും ചല്ലിയാക്കലും പൊടിക്കലും ലോറികളിൽ കയറ്റിക്കൊണ്ടുപോകലുമൊക്കെ ആരംഭിച്ചാൽ എന്തായിരിക്കും അവസ്ഥ? ഒരു കുടുംബമെന്നാൽ മിക്കവാറും കുഞ്ഞുങ്ങളും ഉണ്ടാകുമല്ലോ. രോഗികൾ കാണും, വൃദ്ധജനങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും. ഈ ബഹളമൊക്കെ അവരെ ഏത് വിധത്തിൽ ബാധിക്കും? പാറപ്പൊടി നിറഞ്ഞ വായുമണ്ഡലം ശ്വാസകോശങ്ങളെ, പ്രത്യേകിച്ച് ശിശുക്കളുടെ, രോഗാതുരമാക്കുമെന്നും കഠിനശബ്ദങ്ങൾ അവരുടെ കർണ്ണപടലങ്ങൾക്ക് കേടുണ്ടാക്കുമെന്നും നിരന്തരമായ ലോറി വരവുപോക്കുകൾ സ്വൈരജീവിതത്തിന് തന്നെ ഹാനികരമാകുമെന്നും തെറിച്ചുവീഴുന്ന പാറക്കഷണങ്ങൾ ജീവന് തന്നെ അപകടമുണ്ടാക്കാമെന്നുമൊന്നും ഭരണാധികാരികൾക്ക് അറിയാത്തതല്ലല്ലോ. നഗരത്തെക്കാൾ ഗ്രാമവാസികൾ, പ്രത്യേകിച്ച് പാവപ്പെട്ടവരും സാധാരണക്കാരും, താമസിക്കുന്നയിടങ്ങളിലാവും ഈ പരിപാടികളെല്ലാം. ഒരു എം.എൽ.എയോ പ്രമാണിയോ ധനികനോ താമസിക്കുന്നതിന് അമ്പത് മീറ്റർ അകലത്ത് ഒരു പാറയും പൊട്ടിക്കുകയില്ലതന്നെ. ഒരു സമ്പന്ന കമ്പോളത്തിനടുത്തെങ്ങും ഒരു പാറമടയും ഉയരുകയില്ലതന്നെ.

അമ്പത് മീറ്ററെന്ന ദൂരപരിധി അവിടെ നിൽക്കട്ടെ, പാറകളുടെയും മലകളുടെയും കുന്നുകളുടെയും നിമ്നോന്നതമായ പ്രകൃതി സ്വഭാവത്തിന്റെയുമൊന്നും പ്രാധാന്യം തീരെ ശ്രദ്ധിക്കപ്പെടുന്നില്ല. എങ്കിലും ഓർമിക്കുക. മൂക്കുന്നിമലയുടെ പ്രേതം ഇവിടെ തലസ്ഥാനത്തുണ്ട്. പത്തനംതിട്ടയിലെ തകർന്നടിഞ്ഞ വിശാലമായ ചാവുഭൂമികൾ നമ്മുടെ മുന്നിലുണ്ട്.

പാറകൾ അനാവശ്യമായ പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങളല്ല. കാലാവസ്ഥയുമായി അവയ്ക്കുള്ള ബന്ധത്തെപ്പറ്റി പഠനങ്ങൾ ഇപ്പോഴും നടക്കുന്നു. അവ മേൽമണ്ണിനെ ഉറപ്പിച്ചുനിർത്തുന്നു. പാറക്കൂട്ടങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള പ്രത്യേകതരം സസ്യ-ജന്തു വിഭാഗങ്ങളെപ്പറ്റി ശാസ്ത്രകാരന്മാർ ധാരാളം എഴുതിയിട്ടുണ്ട്. കൂടാതെ അമൂല്യമായ ജലസംഭരണികളുമാണ് പാറക്കൂട്ടങ്ങൾ. അവയിൽ നിന്ന് ഉറവകൾ പുറപ്പെടുന്നു. പല വലിയ പാറകളുടെ ഉപരി

ക്രൂരമായ തീരുമാനം

k pKX I pamcn



തലത്തിലും അത്ഭുതംപോലെ, ഒരിക്കലും വറ്റാത്ത ചെറുകുളങ്ങൾ കാണാം. ചെങ്കൽക്കുന്നുകളെല്ലാം തന്നെ നീർക്കുന്നുകളാണ്. അവ ശേഖരിക്കുന്നതും നൂറ്റാണ്ടുകളായി ശേഖരിച്ചുവച്ചതുമായ മഴവെള്ളം 'സുരംഗ'ങ്ങളിലൂടെ താഴേയ്ക്ക് ഒലിച്ചുവന്ന് ആ പ്രദേശങ്ങളെ ആർദ്രവും ശ്യാമാഭവുമാക്കുന്നു. അവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട തലക്കുളങ്ങളും തോടുകളും വയലേലകളുമെല്ലാം സമൃദ്ധമായി ഉണ്ടായിരുന്നു, ഈ നാട്ടിൽ. എല്ലാം നശിപ്പിക്കുകയാണ് നമ്മളെന്നും, നശിപ്പിക്കുന്നതൊന്നിനെയും തിരിച്ചുപിടിക്കാനാവില്ലെന്നും അറിയുക.

പശ്ചിമഘട്ടത്തിലോ? നിയമാനുസൃതവും അല്ലാത്തവയുമായ ആയിരക്കണക്കിന് പാറമടകൾ! അവയ്ക്ക് വേണ്ടി നൂറുകണക്കിന് റോഡുകൾ നിർമിക്കപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞു. മരങ്ങൾ വെട്ടിത്തുലയ്ക്കുന്നു. വെടിമരുന്നിട്ട് പൊട്ടിക്കുന്ന മഹാശിഖരങ്ങൾ തകർന്നുവീഴുന്നു. വന്യജീവികൾ പ്രാണഭയത്തോടെ ഓടിയകലുന്നു. സഹ്യപർവ്വതം തകർക്കപ്പെടുകയാണ്. നിഷ്ക്കരുണം.

എന്തിന് വേണ്ടി? ഈ ചോദ്യത്തിന് ഞങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം വേണം. 'വികസനം' എന്നാണല്ലോ ഉത്തരം. എന്ത് വികസനമാണ് പാറപൊട്ടിക്കലിലൂടെ പ്രധാനമായി ഇവിടെ നടക്കുന്നത്? പാവങ്ങൾക്ക് വീട്, റോഡ്, സ്കൂൾ, ആശുപത്രി എന്നൊക്കെ പറയാം. എന്നാൽ അതിൽ നൂറിരട്ടി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത് ഫ്ളാറ്റ് സമുച്ചയങ്ങൾ, റിസോട്ടുകൾ, ഷോപ്പിംഗ് മാളുകൾ, മണിമന്ദിരങ്ങൾ മുതലായവയ്ക്കാണ് എന്ന് നമുക്കറിയാം. രണ്ട് മഴ പെയ്താലുടൻ കുണ്ടും കുഴിയുമാകുന്ന നമ്മുടെ റോഡുകളെക്കുറിച്ചും നമുക്കറിയാം. അയൽ സംസ്ഥാനങ്ങളിലേയ്ക്ക് ലോറിക്കണക്കിന് കടത്തുന്ന ചല്ലി, പാറപ്പൊടി, മണ്ണ് എന്നിവയെ നാം കാണാറ് പോലുമില്ല.

ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത് ചില വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് നടത്തിയ ഒരു പഠനത്തിൽ കേരളത്തിൽ 13 ലക്ഷത്തിലധികം വസതികൾ ഒഴിഞ്ഞുകിടക്കുന്നതായി കണ്ടെത്തിയിരുന്നു. ഇന്ന് അവ അതിലും എത്രയോ അധികരിച്ചിരിക്കും. പ്രവാസികളും സ്വദേശികളുമായ സമ്പന്നർക്ക് ധനനിക്ഷേപത്തിനുള്ള ഒരു പതിവ് സുരക്ഷിത പദ്ധതിയാണിത്. വീണ്ടും വീണ്ടും ഫ്ളാറ്റുകൾ, മഹാമന്ദിരങ്ങൾ, നിർമിച്ച് പൂട്ടിയിട്ടിട്ട് പോവുക. അതേ സമയം തലയ്ക്ക് മേൽ ഒരു കൂരയില്ലാത്ത ജനലക്ഷങ്ങളുണ്ടിവിടെ എന്നോർക്കുക. എന്തുകൊണ്ട് ഇതിനെല്ലാം ഒരു നിയന്ത്രണം കൊണ്ടുവരാൻ ഭരണകൂടങ്ങൾക്ക്, പ്ലാനിംഗ് വിദഗ്ധന്മാർക്ക് സാധിക്കുന്നില്ല!

ഇടത് സർക്കാരിനോട് ഞങ്ങൾ ശക്തമായി ആവശ്യപ്പെടുന്നു. പാറമടകളെ സംബന്ധിച്ച ഈ തീരുമാനങ്ങൾ തികച്ചും ഭയാനകവും പ്രകൃതിവിരുദ്ധവും ജനദ്രോഹപരവുമാണ്. അവ പുനഃപരിശോധിക്കണം, തിരുത്തണം. അവയിൽ ആദ്യം തിരുത്തേണ്ടത് 50 മീറ്റർ എന്ന ദൂരപരിധിയാണ്. പാറകളെയും മലകളെയും സമ്പൂർണ്ണമായി സംരക്ഷിച്ചുകൊണ്ടുള്ളതും, അത്യാവശ്യങ്ങൾക്ക് മാത്രം ക്വാറികൾ അനുവദിച്ചുകൊണ്ടുമുള്ളതുമായ ഒരു നിലപാടാണ് കൈക്കൊള്ളേണ്ടത്. ഇവ പൊതു സ്വത്താണ്, സർക്കാരാണ് പാറ ഉടമകൾ. പണവും സ്വാധീനവും പേശീബലവുമുള്ള മുതലാളിമാർക്കും അവരുടെ ദല്ലാളന്മാർക്കും വെട്ടി മുടിക്കാനുള്ളവയല്ല നമ്മുടെ ഈ അനർഘമായ സ്വത്ത്.

ഒരോ പാറക്കെട്ടും സർക്കാരിന്റെ വിലപ്പെട്ട നിക്ഷേപമാണ്, ഭാവിതലമുറകൾക്കുള്ള കരുതൽ ധനമാണവ. അല്ലാതെ ആർക്കും തോന്നുംപടി വിറ്റ് കാശാക്കാനുള്ളവയല്ല എന്നോർമ്മിക്കുന്നത് നാടിന് നന്ന്. ◻

വാർത്തകൾ
വിശേഷങ്ങൾ

■ tUm. tjm_n thtfcn]n.F¨n.Un.
shobiv@gmail.com

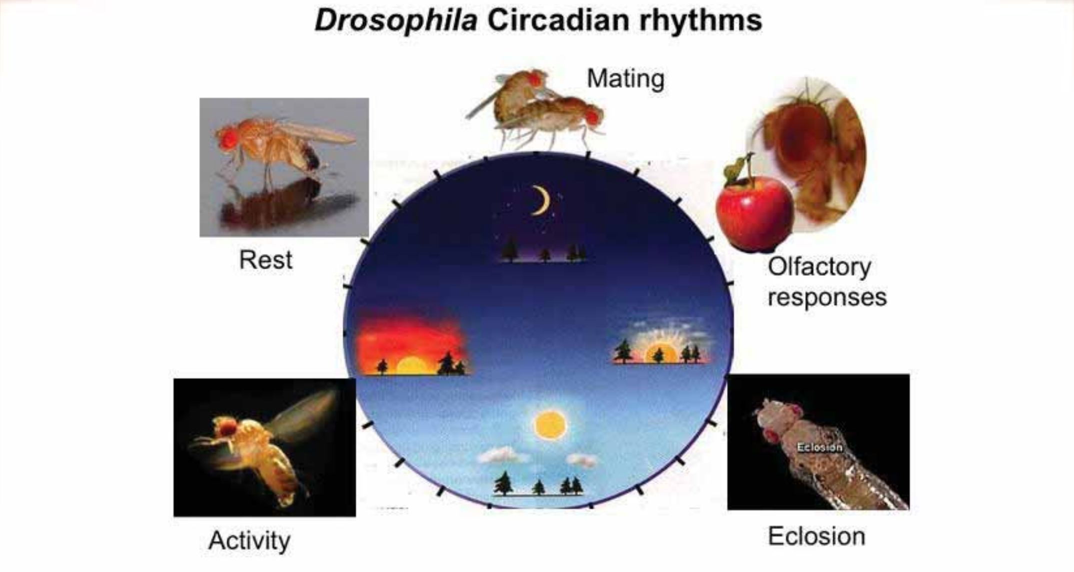
നൊബേൽ 2017 : ജീവശാസ്ത്രം
ജൈവഘടികാരത്തിന്റെ ജനിതക രഹസ്യച്ചെപ്പ് തുറന്നപ്പോൾ

ഋതുഭേദങ്ങളോടും ദിനരാത്രങ്ങളോടും സ്വാഭാവികമായി പ്രതികരിക്കാനും പ്രതിപ്രവർത്തിക്കാനുമുള്ള ജീവജാലങ്ങളുടെ കഴിവിന് ആധാരമായി വർത്തിക്കുന്ന ജൈവഘടികാരത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ജീനുകളും പ്രോട്ടീനുകളും അവയുടെ പ്രവർത്തനരീതിയും ഇഴപിരിച്ച് വ്യക്തമാക്കിയ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കാണ് ജീവശാസ്ത്രത്തിനുള്ള ഈ വർഷത്തെ നൊബേൽ പുരസ്കാരം. പുരസ്കാരജേതാക്കളിലൊരാളായ ഡോ.ജെഫ്രി സി. ഹാളിനോടൊത്ത്, പുരസ്കാരത്തിനാസ്പദമായ ഗവേഷണവിഷയവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് പ്രവർത്തിക്കാൻ അവസരം ലഭിച്ചയാളാണ് ലേഖകനായ ഡോ. ഷോബി വേളേരി. പഴ ഈച്ചയുടെ മസ്തിഷ്കത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ജൈവഘടികാരത്തെപ്പറ്റി ഷോബി ഒന്നാം ലേഖകനായി 2003 ഒക്ടോബറിലെ കറന്റ് ബയോളജിയിൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച പ്രബന്ധത്തിന്റെ സഹ(സീനിയർ) രചയിതാവായിരുന്നു ഡോ.ഹാൾ. ജർമനിയിലെ റീഗൻബർഗ്(Regensburg) സർവകലാശാലയിൽ ഗവേഷണ ബിരുദവിദ്യാർത്ഥിയായിരിക്കെയാണ് ഷോബി, ഡോ.ഹാളുമായി സഹപ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഊർജതന്ത്രത്തിനുള്ള നോബൽ പുരസ്കാരത്തിനെന്നപോലെ ജീവശാസ്ത്രത്തിനുള്ള നോബൽ പുരസ്കാരത്തിനും ഒരു മലയാളി പങ്കാളിത്തം അങ്ങനെ കൈവന്നിരിക്കുകയാണ്.

കോഴിക്കോട് ജില്ലയിലെ ഒളവണ്ണ സ്വദേശിയാണ് ഡോ.ഷോബി. കോഴിക്കോട് സർവകലാശാലയിൽ നിന്ന് ഒന്നാം റാങ്കോടെ എം.എസ്സി പാസായശേഷം ഡൽഹിയിലെ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ന്യൂക്ലിയർ മെഡിസിനിൽ ഡി.ആർ.ഡി.ഒ.യുടെ ഫെലോഷിപ്പോടെ ഗവേഷണപഠനത്തിന് ചേർന്നു. പിന്നീട്(2000ത്തിൽ) ജർമൻ ഗവണ്മെന്റിന്റെ DFG ഫെലോഷിപ്പോടെ റീഗൻബർഗ് സർവകലാശാലയിൽ പ്രവേശനം ലഭിച്ചു. 2005ൽ ഇന്ത്യയിലെത്തി ഡൽഹിയിലെ ഡിഫൻസ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ഫിസിയോളജി ആൻഡ് അലീഡ് സയൻസസിലും പിന്നീട് വാഷിംഗ്ടണിലെ നാഷണൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് മെന്റൽ ഹെൽത്തിലും പ്രവർത്തിച്ചു. തിരുവനന്തപുരം നാഷനൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഫോർ ഇന്റർ ഡിസിപ്ലിനറി ആൻഡ് ടെക്നോളജിയിലെ (എൻ.ഐ.ഐ.എസ്.ടി) സയന്റിസ്റ്റാണ് ഇപ്പോൾ അദ്ദേഹം. നൊബേൽ സമ്മാനത്തിലേക്ക് നയിച്ച ഗവേഷണത്തപ്പറ്റിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിന്റെ ലേഖനം വായിക്കുക

അതിരാവിലെ കൺപോളകൾ തിരുമ്മിത്തുറന്ന് ഉണർന്നപ്പോൾ ഒട്ടുമോർത്തില്ല, ആദിത്യകിരണങ്ങളാണ് ഉണർത്തിയത്, എന്ന്. ഉണരണോ വേണ്ടയോ എന്നതിനെച്ചൊല്ലി തലച്ചോറിൽ ഒരു ലോലയുദ്ധം തന്നെ എന്നും രാവിലെ നടക്കാറുണ്ട്. പുതപ്പിന്റെ ചൂടേറ്റ് ചുരുണ്ടുകിടക്കാൻ ഒരു ആലസ്യവും തോന്നും. എങ്കിലും എതോ ഒരു ആന്തരികശക്തിക്ക് കിഴടങ്ങി എന്നും എഴുനേറ്റുപോരും. ഇത് പലർക്കും ഒരു പതിവനുഭവമാണ്; പ്രത്യേകിച്ചും രാവിലെ സ്കൂളിൽ പോകാൻ ധൃതി പിടിക്കുന്ന കൊച്ചുകൂട്ടുകാർക്ക്. എന്താണ് നമ്മെ ഉറക്കത്തിൽ നിന്നും എന്നും രാവിലെ ഏകദേശം ഒരേ സമയത്ത് ഉണർത്തുന്ന ആന്തരികശക്തിയെന്ന് നാമാരെങ്കിലും എപ്പോഴെങ്കിലും ആശ്ചര്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടോ, ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? പറയാം, നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ ഒരു നാഴികമണി ടിക്ക് ടിക്ക് എന്ന് ചലിക്കുന്നുണ്ട്; അതാണ് നമ്മെ എന്നും ഏതാണ്ടൊരേ സമയത്ത് വിളിച്ചെഴുന്നേൽപിക്കുന്നത്. ഇത് ഒട്ടും അതിശയോക്തിയല്ല; നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ(സുപ്രാ കയാസ്മാറ്റിക് ന്യൂക്ലിയസ്സ്–ന്റെ–suprachiasmatic nucleus:SCN-) ഉള്ളിൽ യഥാർത്ഥത്തിൽ ഒരു കണിശതയുള്ള ഘടികാരം ഉണ്ട്! നമ്മെ ഉണരാനും ഉറങ്ങാനുമുള്ള സമയമറിയിക്കുന്നത് ഈ ഘടികാരമാണ്.

ജനിതക ശാസ്ത്രവും ജിനോമിക്സും ബഹുദൂരം പിന്നിട്ട ഈ കാലത്ത് ജൈവ ഘടികാര ശാസ്ത്രവും



കടപ്പാട് : genev.unige.ch/research/laboratory/Emi-Nagoshi

‘ക്രോണോബയോളജി’യും ഒരുപാട് രഹസ്യങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ട്. മൈക്കൽ ഡബ്ല്യു.യങ്ങ്, ജെഫ്രി സി. ഹാൾ, മൈക്കൽ റോഷ്ബാഷ് എന്നി ശാസ്ത്രജ്ഞരാണ് ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ നടത്തിയത്. ഇതിനുള്ള അംഗീകാരമായി 2017ലെ ഫിസിയോളജി/മെഡിസിൻ നൊബേൽ സമ്മാനത്തിന് അവർ അർഹരുമായി. അതിലേക്ക് നയിച്ച വഴികളെ കുറിച്ചും, ഈ കാതലായ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളെ കുറിച്ചും സംക്ഷിപ്തമായി ഇവിടെ വിവരിക്കാം.

ജീവന്റെ അംശം കണ്ടെത്തിയ ഏക ഗ്രഹം ഭൂമിയാണ്. ജീവന്റെ നിലനിൽപിന് സൂര്യപ്രകാശം അനിവാര്യമാണ്. ഭൂമി സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിൽ സ്വയം കറങ്ങിത്തിരിയാൻ 24 മണിക്കൂർ എടുക്കും. ഇത് ഭൂമിയിൽ പ്രകാശത്തിന്റെ അളവിൽ വ്യതിയാനം വരുത്തുകയും, ജീവികൾക്ക് അത് ദിനരാത്രങ്ങളായി അനുഭവപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. പ്രകാശം തിരിച്ചറിയാൻ ശേഷിയുള്ളതിനാൽ ജീവികൾ ദിനരാത്രങ്ങൾ അറിയാതെ പോകില്ല. അതുകൊണ്ട് ജീവജാലങ്ങളുടെ ജീവിതക്രമം 24 മണിക്കൂറിൽ ആവർത്തിക്കുന്ന താളത്തിൽ ക്രമീ കരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ താളക്രമത്തെ ‘സെർകാഡിയൻ റിഥം’ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഒരു ആന്തരിക ഘടികാരത്തിന്റെ(circadian clock, or circadian oscillator) പ്രവർത്തന പ്രതീതി ജനിപ്പിക്കുന്ന ഈ താളക്രമം മനുഷ്യരിലും മറ്റ് ജീവികളിലും 24 മണിക്കൂറാണ്. സെർകാഡിയൻ റിഥത്തിന്റെ രഹസ്യങ്ങൾ ആദ്യം കണ്ടെത്തിയത് ഡ്രോസോഫിലാ(Drosophila) എന്ന ഒരിനം പഴ ഈച്ചയിലാണ്. ഇവയുടെ ഉറക്കവും ഉണർന്നുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളും ദിനരാത്ര സംക്രമണ സമയത്ത്(പ്രഭാതത്തിലും സന്ധ്യയിലും) ദിനംപ്രതി പുനഃക്രമീകരിക്കപ്പെടും. അത് കാണാം. ഈ ജീവൽതാളം ജീവവൃക്ഷത്തിലെ എല്ലാ ജീവികളും-സമുദ്രത്തിലെ ബ്ലൂ-ഗ്രീൻ ആൽഗെ മുതൽ സസ്തനികളായ മനുഷ്യർ വരെ- പ്രകടിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. പരിണാമപ്രയാണത്തിൽ നഷ്ടപ്പെടാതെ സംരക്ഷിച്ച് വച്ച ആന്തരികഘടികാരത്തിന് ജീവികൾക്കായി എന്തെങ്കിലും പ്രത്യേക പ്രയോജനം തീർച്ചയായും ചെയ്യാനുണ്ടാവണം.

ഈ ഘടികാരാന്വേഷണത്തിന്റെ ചരിത്രം ഒന്ന് ചികയാം. സമയത്തെക്കുറിച്ചുള്ള സങ്കൽപം എന്നും മനുഷ്യനെ ത്രസിപ്പിക്കുകയും കുഴപ്പിക്കുകയും ആശ്ചര്യപ്പെടുത്തുകയും ചെയതിട്ടുണ്ട്. 1729ൽ ഫ്രഞ്ച് നക്ഷത്രനിരീക്ഷകനായ ജീൻ ജാക്വിസ് ഡിഓർടോസ് ഡീ മിറാനാണ്(DeMairan, J) ജൈവ ഘടികാരത്തിനെ കുറിച്ചുള്ള ആദ്യത്തെ അന്വേഷണം നടത്തിയത്. ചെടികൾക്കുണ്ടാക്കുന്ന മാറ്റങ്ങൾ രാപകൽ നിരീക്ഷിച്ചിരുന്ന ആളായിരുന്നു അദ്ദേഹം[1]. ചെടികളിൽ ജൈവ ഘടികാരം പ്രവർത്തിക്കുന്നത് ജനിതകപരമായ ഘടകം കൊണ്ടാവാമെന്ന് ബുന്നിംഗ്(Buenning E) 1935ൽ തന്നെ ഊഹിച്ചിരുന്നു[2]. ജർമൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പിറ്റേൻഡ്രിഗ് (Pittendrigh CS), പ്രാണികളിലും ഇതേ ആശയം പ്രസക്തമാണെന്ന് പിന്നീട് 1967ൽ സമർഥിച്ചു[3]. റൊണാൾഡ് കൊണോപ്കായും(Konopka RJ) സെമർ ബെൻസ

ജെഫ്രി സി. ഹാൾ　　മൈക്കൽ റോഷ്ബാഷ്　　മൈക്കൽ ഡബ്ല്യു. യങ്ങ്

റും(Benzer S) ചേർന്ന് കാൽടെകിലെ ലാബിൽ 1971ൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളാണ് ഘടികാര ജീൻ കണ്ടുപിടുത്തതിന് ഹേതുവായത്. അവർ ജനിതക ഭ്രംശം വരുത്തിയ ഒരു ഡ്രോസോഫില പഴയീച്ചയുടെ താളക്രമം 24 മണിക്കൂറിൽ കുറവായിരുന്നു. ഈ ജീനിന് 'പീരീഡ്' എന്ന് അവർ പേര് നൽകി[4]. അങ്ങിനെ മോളിക്യുലർ ക്രോണോ ബയോളജി അഥവാ കണികാസമയ ജൈവ ശാസ്ത്രത്തിന് തുടക്കമായി. 1994 ആയപ്പോൾ മാത്രമാണ് പീരീഡ് ജീനിനെ കുറിച്ച് ആഴത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാൻ പറ്റിയത്[5]. ജൈവ ഘടികാരങ്ങളെപ്പറ്റി ഈ കാലഘട്ടത്തിലെ പല ശാസ്ത്രജ്ഞരും നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ ധാരാളം വിവരങ്ങൾ വെളിപ്പെടുത്തി. ഈ കാലഘട്ടത്തെ 'ക്ളോക്ക് വർക്ക് വിസ്ഫോടനം' എന്നാണ് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. ഇപ്പോൾ ഒരുപാട് ഘടികാരനിയന്ത്രിത ജീനുകളെ കുറിച്ച് നമ്മൾക്ക് അറിയാം. എല്ലാം പഴയീച്ചയിൽ തന്നെ കണ്ടെത്തിയതിനാൽ അതിന്റെ ജനിതക രൂപരേഖയാണ് ആദ്യം ഉരുത്തിരിഞ്ഞത്.

ജൈവ ഘടികാരത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന ഘടകങ്ങൾ

മൗലികമായി 3 ഘടകങ്ങളാണ് ജൈവ ഘടികാരത്തിനുള്ളത്. ഒന്ന്, ഒരു സമയസംവേദന മാർഗം/വിവര നിക്ഷേപവാഹിനി(ഉദാ. കണ്ണ്). രണ്ട്, ഒരു കേന്ദ്ര സ്പന്ദന(central oscillator) സ്രോതസ്സ്(നാഡീവ്യൂഹം:neural network). മൂന്ന്, അത്(സ്രോതസ്സ്) സമയക്രമം ചിട്ടപ്പെടുത്തി ബഹിർഗമിക്കുന്ന ഉൽപന്നങ്ങൾ(output)(ഉദാ. ശരീരത്തിന്റെ ആന്തരിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ, പെരുമാറ്റം).

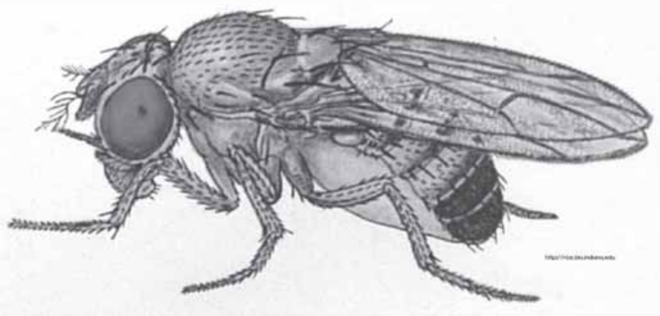
പ്രകാശമാണ് ഏറ്റവും ശക്തിയുള്ള സമയസംവേദന സൂചിക. ചൂടിനും സമയസംവേദന സൂചികയായി പ്രവർത്തിക്കാൻ പറ്റും. സമയസംവേദന മാർഗം ജീവികളുടെ കേന്ദ്ര സ്പന്ദന സ്രോതസ്സിന് ചുറ്റുപാടുകളെ കുറിച്ചുള്ള അറിവ് നൽകുന്നു. സ്രോതസ്സ്, ആ അറിവിനനുസൃതമായി പ്രവർത്തനങ്ങളെയും പെരുമാറ്റങ്ങളെയും ക്രോഡീകരിക്കുന്നു. നിരന്തരം മാറുന്ന പരിസ്ഥിതിക്കനുസരിച്ച് പ്രവർത്തനങ്ങൾ നന്നായി ക്രോഡീകരിക്കുന്ന ജീവികളാണ് പരിണാമചക്രത്തിൽ ഏറ്റവും മിടുക്കരാവുന്നത്. പ്രകൃതിയുടെ താളത്തിനൊത്ത് തുള്ളുന്ന കെട്ടുറപ്പുള്ള ശരീരഘടനയുള്ളവർ രക്ഷപ്പെടുമെന്ന് ഡാർവിന്റെ പരിണാമ സിദ്ധാന്തം. കണ്ണിലെ സംവേദന കോശങ്ങളായ(photoreceptors) റോഡുകളും കോണുകളും(rods and cones) ആണ് പ്രകാശത്തിനെ കേന്ദ്ര സ്പന്ദന സ്രോതസ്സിൽ എത്തിക്കുന്നത്. അവയിലെ റോഡോപ്സിൻ(Rhodopsin), കിപ്റ്റോക്രോം (Cryptochrome) എന്നീ ജീനുകളിലെ കുഴപ്പങ്ങൾ ജൈവ ഘടികാരത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നുണ്ട്.

കേന്ദ്ര സ്പന്ദന സ്രോതസ്സ്, തലച്ചോറിലാണ്. ഒരുപാട് ജീനുകളുടെ ഉൽപന്നങ്ങൾ കൊണ്ടാണ് സ്പന്ദന സ്രോതസ്സുകൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഘടികാരജീനുകൾ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്ന നാഡികളെ 'ഘടികാര നാഡികൾ' എന്ന് വിളിക്കുന്നു. കേന്ദ്ര സ്പന്ദന സ്രോതസ്സിന്റെ. കീഴിൽ പാർശ്വ സ്പന്ദനസ്രോതസ്സുകൾ(peripheral oscillators) ശരീരത്തിന്റെ പല ഭാഗങ്ങളിലും കാണാം. ഡ്രോസോഫില ഈച്ചയിൽ കേന്ദ്ര സ്രോതസ്സ് കൂടാതെ, രണ്ട് പാർശ്വ സ്പന്ദന സ്രോതസ്സുകളും-തലച്ചോറിൽത്തന്നെ- ഉണ്ട്. കേന്ദ്ര സ്രോതസ്സ് കൂടാതെ തന്നെ ഒരാഴ്ച്ചയോളം പ്രവർത്തിക്കാൻ ഇവയ്ക്ക് പറ്റും. മനുഷ്യരുടെ ഉറക്കം നിയന്ത്രിക്കുന്നത് കേന്ദ്ര സ്രോതസ്സാണ്. ആമാശയത്തിലുള്ള പാർശ്വഘടികാരത്തിനെ ഭക്ഷണക്രമം കൊണ്ട് നിയന്ത്രിക്കാൻ പറ്റും.

ഘടികാര ജീനുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന പ്രോട്ടീനുകൾ സാധാരണ അർദ്ധരാത്രിയോടെ കേന്ദ്ര ഘടികാര നാഡികളിൽ കുമിഞ്ഞുകൂടും, നട്ടുച്ചയ്ക്ക് അവ തീരെ താഴ്ന്ന അളവിലാകും. ഈ പ്രോട്ടീൻ വ്യതിയാനങ്ങൾ തലച്ചോറിൽ കാണാം. സ്രോതസ്സിൽ നിന്നും ബഹിർഗമിക്കുന്ന അറിവിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഒരു ജീവിയുടെ ആന്തരിക പ്രവർത്തനങ്ങളും പെരുമാറ്റരീതികളും സമയക്രമത്തിൽ ചിട്ടപ്പെടുത്തപ്പെടുന്നു. ഇത് ഡ്രോസോഫിലയുടെ ദിനചര്യകളെയും, ഉറക്കത്തെയും 24.3 മണിക്കൂർ എന്ന താളത്തിൽ കൊണ്ടുപോകും. ഘടികാര ജീൻ ഭ്രംശം ഈ താളം തെറ്റിക്കുന്നത് കാണാം. യഥാർത്ഥത്തിൽ ഇങ്ങിനെയാണ് ഘടികാര ജീനുകൾ കണ്ടെത്തിയതും അതിന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കിയതും!

ജൈവ ഘടികാരത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന കണികാ പ്രവർത്തനങ്ങൾ

ഇനി ജൈവ ഘടികാരത്തിന്റെ സങ്കീർണമായ പ്രവർത്തനം ചുരുക്കിപ്പറയാം. ഘടികാരത്തിന്റെ കേന്ദ്രമായി നാല് ജീനുകളും അവ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന പ്രോട്ടീനുകളും പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു[6]. പീരീഡ്, ടൈംലെസ്സ്, ക്ളോക്ക്, സൈക്കിൾ എന്നിങ്ങനെ പോകുന്നു അവയുടെ പേരുകൾ. 3 ജീനുകളും, ക്രിപ്റ്റോക്രോമും ഇതിന് പുറമെ ഇടം പിടിക്കുന്നുണ്ട്. പകൽ, ക്ളോക്കും സൈക്കിളും(പ്രോട്ടീനുകൾ) ചേർന്ന് ന്യൂക്ലിയസ്സിലുള്ള പീരീഡ്, ടൈംലെസ്സ് ജീനുകളുടെ ഉൽപാദനം മുന്നോട്ട് കൊണ്ടുപോകും. അങ്ങിനെ പീരീഡ്, ടൈംലെസ്സ് പ്രോട്ടീനുകൾ കോശ ശരീരത്തിൽ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കും. പക്ഷെ പകൽ സമയത്ത് ക്രിപ്റ്റോക്രോം എത്തിക്കുന്ന വെളിച്ചം ടൈംലെസ്സ് പ്രോട്ടീനെ നിർവീര്യമാക്കുന്നു. ടൈംലെസ്സില്ലാതെ പീരീഡ് പ്രോട്ടീന് നിലനിൽപില്ല. അങ്ങിനെ കോശ ശരീരത്തിൽ അവയുടെ വർദ്ധന അനുഭവപ്പെടുന്നില്ല. പക്ഷെ പീരീഡും ടൈംലെസ്സും രാത്രിയിൽ നിർവീര്യമാകാത്തതിനാൽ അവ നിരന്തരമായി കൂടിക്കൊണ്ടുമിരിക്കും. അർദ്ധരാത്രി, അവ തിരിച്ച് ന്യൂക്ലിയസ്സിൽ എത്തി ക്ലോക്ക്, സൈക്കിൾ പ്രോട്ടീനുകളുമായി ഒട്ടിച്ചേർന്ന് സ്വന്തം(പീരീഡ്, ടൈംലെസ്സ് പ്രോട്ടീനുകളുടെ) ഉൽപാദനത്തെ തന്നെ തടസപ്പെടുത്തും. വീണ്ടും, രാവിലെ സൂര്യപ്രകാശം മേൽ വിവരിച്ച രീതിയിൽ ടൈംലെസ്സിനെ നിർവീര്യമാക്കി, അവയുടെ ഉൽപാദനം പുനരാരംഭിക്കുന്നു. ഈ ചാക്രികപ്രക്രിയ ദിനരാത്രങ്ങൾ തുടരും. ഇതുപോലെ, മറ്റൊരു ശൃംഖലയുടെ ചാക്രികപ്രക്രിയ ഘടികാരത്തിനെയും സൈക്കിളിനെയും ദിനരാത്ര വ്യതിയാനത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ ജീവികളുടെ പ്രവർത്തികളെ സമയാനുസാരിയായി ചിട്ടപ്പെടുത്തുന്നു.



ഡ്രോസോഫില- കടപ്പാട് : rice.bio.indiana.edu

ജൈവ ഘടികാരത്തിന് ആരോഗ്യത്തിലുള്ള പങ്ക്

ഉറക്കത്തിന്റെ അനിവാര്യതയെക്കുറിച്ച് പ്രത്യേകം പറയണ്ടല്ലോ. ഉറക്കം ഉന്മേഷത്തിനും മാനസിക സന്തുലനത്തിനും അനിവാര്യം തന്നെ. ഉറക്കത്തെ ചിട്ടപ്പെടുത്തുന്നതിൽ ജൈവ ഘടികാരത്തിന് കാതലായ പങ്കുണ്ട്. ഉത്തമ ഉദാഹരണമാണ് ജെറ്റ്ലാഗ് കൊണ്ടുള്ള ഉന്മേഷക്കുറവ്! ഉറക്കത്തെ ഉദ്ദീപിപ്പിക്കുന്നത് മെലാടോണിൻ (melatonin) എന്ന ഹോർമോണാണ്. ഇതിന്റെ സ്രവം സമയക്രമത്തിലാക്കുന്നത് കേന്ദ്ര ജൈവ ഘടികാരവും (7). പുതിയ ജിവിതരീതികൾ, ഷിഫ്റ്റ്ജോലി എന്നിവ ഈ താളത്തെ തകിടം മറിക്കുന്നതിനാൽ പല രോഗങ്ങളും തലപൊക്കിത്തുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. രാത്രിയിൽ മൊബൈൽ ഫോണിന്റെയോ കംപ്യൂട്ടർ സ്ക്രീനിന്റെയോ വെളിച്ചത്തിൽ ഒരുപാട് നേരം നോക്കിയിരുന്നാൽ ജൈവഘടികാര പ്രവർത്തനം അവതാളത്തിലാവാം.

ജീവികളുടെ വംശം നിലനിർത്തുന്നതിന് പ്രജനനം അത്യാവശ്യമാണ്. ജൈവ ഘടികാരവും പ്രജനനവും തമ്മിലുള്ള അഭേദ്യമായ ബന്ധം ഡ്രോസോഫില ഈച്ചയിൽ തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. മനുഷ്യരിൽ ഇത് വ്യക്തമായിട്ടില്ല. തണുപ്പ് രാജങ്ങളിലെ മനുഷ്യരിൽ കൂടുതലായി കണ്ടുവരുന്ന ഒരു രോഗമാണ് 'സീസണൽ അഫെറ്റിവ് ഡിസോഡർ'(Seasonal affective disorder: SAD). ജൈവ ഘടികാരത്തിന്റെ തകരാറ് കൊണ്ടാണോ ഇതുണ്ടാകുന്നതെന്ന് സംശയമുണർന്നിട്ടുണ്ട്. ഉറക്കവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ജപ്പാൻകാരിൽ കണ്ടുവരുന്ന ജനിതക രോഗങ്ങളാണ് 'ഫമിലിയൽ അഡ്വാൻസ്ഡ് സ്ളീപ്-ഫേസ് സിൻഡ്രോം'(Familial advanced sleep-phase syndrome: FASPS). ഇതുള്ളവർ സുര്യൻ അസ്തമിച്ചാലുടനെ ഉറങ്ങും, അതിരാവിലെ ഉണരും. ഇവരിൽ പീരീഡ് ജീൻ ഭ്രംശം കണ്ടുവരുന്നു. 'ഡിലെയ്ഡ് സ്ലീപ്-ഫേസ് സിൻഡ്രോം'(Delayed Sleep Phase Syndrome: DSPS) ഉള്ള മറ്റ് ചിലർ, നേരെ തിരിച്ചാണ്; വൈകി ഉറങ്ങുകയും വളരെ വൈകി ഉണരുകയും ചെയ്യും. ലോകത്ത് രാത്രി ഷിഫ്റ്റ് ജോലിയിലെ മാനസികപിരിമുറക്കത്തിലാണ് പല ദുരന്തങ്ങളും ഉണ്ടായത്. ഭോപാൽ ഗ്യാസ് ദുരന്തം, ചെർനൊബിൽ ആണവ ദുരന്തം എന്നിവയെല്ലാം ഇതിന് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഇതെല്ലാം സംഭവിച്ചത് രാത്രിയുടെ യാമങ്ങളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന, ഉറക്കച്ചടവുള്ള ജോലിക്കാരുടെ പിഴവുകൾ കാരണവുമാണ്[8].

ഉപസംഹാരം

പീരീഡ് ജിനിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തതിന് ശേഷം ജൈവ ഘടികാരത്തെ കുറിച്ചുള്ള അറിവിൽ ഒരു കുതിച്ചുചാട്ടം തന്നെ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. രോഗനിവാരണത്തിനുള്ള മരുന്നുകൾ രോഗിയുടെ ശരീരത്തിന്റെ സമയക്രമത്തിന് യോജിച്ച രീതിയിൽ നൽകുന്നതിനും മറ്റും ഈ അറിവുകൾ ഉപകരിക്കും. കൂടാതെ വെളിച്ചമുപയോഗിച്ച് ഉറക്കത്തെ ക്രമീകരിക്കാനും ഇച്ഛയ്ക്കനുസരിച്ച് ആരോഗ്യകരമായി ഉണരാനുമൊക്കെയും ഭാവിയിൽ ഇത് വഴിവയ്ക്കും. ഒരിക്കൽ ചിന്തിക്കാൻപോലുമാവാത്തവിധം നിഗൂഢവും ദുർഗ്രാഹ്യവുമായിരുന്ന ജൈവ ഘടികാര രഹസ്യങ്ങൾ നാൽപതോളം വർഷത്തെ കഠിനമായ പരിശ്രമം കൊണ്ടും ഗവേഷണ പരീക്ഷണങ്ങൾ കൊണ്ടും ശാസ്ത്രജ്ഞർ നമുക്ക് വെളിപ്പെടുത്തി തന്നിരിക്കുന്നു. ഇവരിൽ അഗ്രഗണ്യർക്കാണ് ഈ വർഷത്തെ നൊബേൽ സമ്മാനം. ഒരു പറ്റം ഘടികാരജീനുകൾ ഇന്ന് നമുക്ക് പരിചിതമാണ്. പ്രകൃതിയുടെ ചെപ്പിൽ ഒരുപാട് രഹസ്യങ്ങൾ ഇനിയും മറഞ്ഞിരിക്കുന്നുണ്ട്. ഈ രഹസ്യങ്ങളുടെ ചുരുളുകളും ക്രമേണ നിവരുമെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കാം.

അവലംബം:

1. DeMairan, J. 1729. Observation botanique. Historie de L'Academie Royale des Sciences. 35-36.
2. Buenning E. 1935. Zur Kenntnis der erblichen Tages periodizitaet bei den Primaerblaettern von Phaseolus multiflorus. Jb. wiss Bot 81:411-418.
3. Pittendrigh CS. 1967. Circadian systems. 1. The driving oscillation and its assay in Drosophila pseudoob scura.Proc. Natl.Acad. Sci. USA 58:1762 - 1767.
4. Konopka RJ, Benzer S. 1971. Clock mutants of Droso phila melanogaster.Proc. Natl. Acad. Sci. USA 68:2112 - 2116.
5. Konopka RJ, Hamblen-Coyle MJ, Jamison CF, Hall JC. Drosophila melanogaster that reveals some new features of the fly's circadian system. J. Biol. Rhythms.9:189-216.
6. Ralf Stanewsky: Genetic analysis of the circadian system in Drosophila melanogaster and mammals. J. Neurobiology. 54:111-147,2003. (important review)
7. Nakahara D, Nakamura M, Iigo M, Okamura H. 2003. Bimodal circadian secretion of melatonin from the pineal gland in a living CBA mouse. Proc. Natl.Acad. Sci. USA 100:9584-9589.
8. Dawson D, Campbell SS. 1991. Sleep 14: 511-16.

■ tUm. F³. jmPn
nshaji101@gmail.com

നൊബേൽ 2017 : ഊർജതന്ത്രം

ഗുരുത്വതരംഗങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തൽ– പ്രപഞ്ചപഠനത്തിലെ കുതിച്ചുചാട്ടം

ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങളുടെ(gravitational waves) കണ്ടെത്തൽ സംബന്ധിച്ച വാർത്തകൾ കഴിഞ്ഞ ഏതാനും മാസങ്ങളായി ജ്യോതിശാസ്ത്രരംഗത്ത് അലകൾ സൃഷ്ടിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. പരക്കെ പ്രതീക്ഷിച്ചപോലെ ഊർജതന്ത്രവിഭാഗത്തിനുള്ള 2017 -ലെ നൊബേൽ പുരസ്കാരവും പ്രസ്തുത കണ്ടെത്തലുകൾക്ക് നേതൃത്വം കൊടുത്ത ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് തന്നെ. ജർമനിയിൽ ജനിച്ചുവളർന്ന് പിന്നീട് അമേരിക്കയിലെ മസാച്ചുസെറ്റ്സ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജി എമരിറ്റസ് പ്രൊഫസറായ റെയ്നർ വീസ്സ്(Reiner Weiss), അമേരിക്കയിലെതന്നെ കാലിഫോർണിയ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജി(കാൽടെക്)യിൽ എമരിറ്റസ് പ്രൊഫസർമാരായ കിപ് എസ്. തോൺ(Kip S. Thorne), ബാരി സി. ബാരിഷ്(Barry C Barish) എന്നിവരാണ് പുരസ്കാരജേതാക്കളായ പ്രസ്തുത ശാസ്ത്രജ്ഞർ. സമ്മാനത്തുകയുടെ പകുതി റെയ്നർ വീസ്സിനാണ് നൽകുക. നാലിലൊന്ന് വീതം മറ്റിരുവർക്കും.

പ്രപഞ്ചത്തെ അറിയാനുള്ള മനുഷ്യാന്വേഷണങ്ങളിലെ ഒരു കുതിച്ചുചാട്ടം എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഈ കണ്ടുപിടിത്തം നൊബേൽ പുരസ്കാരത്തിന് കഴിഞ്ഞ വർഷം തന്നെ അർഹമാകുമെന്ന് ഏവരും പൊതുവിൽ പ്രതീക്ഷിച്ചിരുന്നു; പലരും പ്രവചിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ അവയെ അസ്ഥാനത്താക്കിക്കൊണ്ട് ദ്രവ്യത്തിന്റെ പുതിയ അവസ്ഥകളെയും അവസ്ഥാന്തരങ്ങളെയും പറ്റിയുള്ള സൈദ്ധാന്തിക കണ്ടെത്തലുകളാണ് 2016ലെ പുരസ്കാരത്തിന് തെരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ടത്.

ശാസ്ത്രജ്ഞർ വിശദമായി പഠിച്ച ആദ്യ അടിസ്ഥാന ബലമാണ് ഗുരുത്വാകർഷണം. നമ്മളെയൊക്കെ ഭൂമിയിൽ പിടിച്ചുനിർത്തുന്നതും ആകാശഗോളങ്ങളുടെ ഗതി നിയന്ത്രിക്കുന്നതും ഈ ബലമാണ്. ഇതിനെ സംബന്ധിച്ച് 17–ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ സർ ഐസക്ക് ന്യൂട്ടൻ നടത്തിയ കണ്ടെത്തലുകളിൽ നിന്ന് എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനങ്ങളിലാണ് തുടക്കം. കൂടുതൽ കൃത്യതയാർന്ന സിദ്ധാന്തം പിന്നീട് ആൽബെർട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻ അവതരിപ്പിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ഗുരുത്വാകർഷണവും സ്ഥലകാലജ്യാമിതിയും(space-time geometry) പരസ്പരബന്ധിതമാണ്. ദ്രവ്യമാനം(mass) സ്ഥലകാല ജ്യാമിതിയെ മാറ്റുന്നു, ആ മാറ്റം ഗുരുത്വബലമായി നമുക്കനുഭവപ്പെടുന്നു എന്നതാണ് അതിന്റെ സാരം.

ദ്രുത ചലനത്തിലുള്ള വസ്തുക്കൾ ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നെന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ തന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങളുപയോഗിച്ച് 1916–ൽ കണ്ടെത്തുകയുണ്ടായി. ഉദാഹരണമായി പരസ്പരം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന രണ്ട് വസ്തുക്കൾ ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നുണ്ടാകണം. ഈ തരംഗങ്ങൾ കടന്നുപോകുന്ന ഇടങ്ങളിലുള്ള രണ്ട് വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള

റെയ്നർ വീസ്സ് ബാരി സി. ബാരിഷ് കിപ് എസ്. തോൺ

എന്താണ് ഗുരുത്വ തരംഗങ്ങൾ?

ഗാലക്സികൾ കൂട്ടിയിടിക്കുക, തമോഗർത്തങ്ങൾ കൂട്ടിയിടിച്ച് ഒന്നാവുക തുടങ്ങിയ അത്യന്ത്യം പ്രക്ഷുബ്ധമായ പ്രാപഞ്ചികസംഭവങ്ങൾ നടക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന പ്രകമ്പനങ്ങൾ സ്ഥലകാല ജ്യാമിതിയിൽ ഓളങ്ങളായി സഞ്ചരിക്കുമെന്നാണ് ഐൻസ്റ്റൈന്റെ സിദ്ധാന്തം പറയുന്നത്. അതിനെയാണ് ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. ഏതാണ്ട് 130 കോടി വർഷംമുമ്പ് രണ്ട് വിദൂര തമോഗർത്തങ്ങൾ അത്യന്തം സംഘർഷഭരിതമായി കൂടിച്ചേർന്നപ്പോൾ, സ്ഥലകാലജ്യാമിതിയിലുണ്ടാക്കിയ പ്രകമ്പനം ഭൂമിയെ കടന്നുപോയത് അടുത്തയിടെയാണ്. ആ കടന്നുപോകൽ രേഖപ്പെടുത്താനും, അവ ഗുരുത്വതരംഗങ്ങളാണെന്ന് തിരിച്ചറിയാനും ലിഗോ പരീക്ഷണത്തിൽ സാധിച്ചു. പ്രപഞ്ചസമസ്യയെ കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണത്തിൽ വലിയ മുന്നേറ്റമായാണ് ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തെ വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്.

(ഡോ. ജിജോ പി ഉലഹന്നാൻ,**luca.co.in**)

അകലം ക്രമമായി കൂടുകയും കുറയുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ടാകണം. പക്ഷേ ആ മാറ്റം അത്യന്തം ചെറുതായിരിക്കുമെന്നതിനാൽ കണ്ടെത്താൻ യാതൊരു പ്രായോഗിക സാദ്ധ്യതയും ഇല്ല എന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ കരുതി. എന്നാൽ ഏതാണ്ട് ഒരു നൂറ്റാണ്ടിന് ശേഷം അത് സാധ്യമായി. അതിന് സഹായിച്ചത് ലൈഗോ(LIGO) എന്ന പദ്ധതിയാണ്.

ലൈഗോ

അമേരിക്കയിലെ എം.ഐ.ടി, കാൽടെക് സർവകലാശാലകളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ മുൻകൈയിലാണ് ലൈഗോ ഈ ഗവേഷണ പ്രൊജക്ട് ആരംഭിച്ചത്. ആയിരത്തിലധികം ശാസ്ത്രജ്ഞരും സാങ്കേതിക വിദഗ്ധരും ഇതിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. പ്രത്യേകതരം കണ്ണാടികൾക്കിടയിൽ ലേസർ പ്രകാശം പായിച്ച് കണ്ണാടികൾ തമ്മിലുള്ള അകലത്തിൽ വരുന്ന നന്നേ ചെറിയ ദൂരവ്യത്യാസം അളന്നാണ് ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങളെ കണ്ടെത്തുന്നത്. ലൈഗോയുടെ ഭാഗമായി രണ്ട് നിരീക്ഷണ നിലയങ്ങൾ നിലവിലുണ്ട്. യു.എസ്.എയുടെ വടക്ക്-പടിഞ്ഞാറ് ഭാഗത്ത് ഹാൻഫോർഡിലും തെക്ക്-കിഴക്ക് ഭാഗത്ത് ലിവിങ്സ്റ്റണിലുമായി 3000 കിലോമീറ്റർ അകലത്തിൽ ഇവ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. ലൈഗോയുടെ മൂന്നാമത്തെ നിരീക്ഷണ നിലയം ഇന്ത്യയിൽ മഹാരാഷ്ട്രയിലെ ഹിംഗോളി ജില്ലയിൽ സ്ഥാപിക്കാൻ ശ്രമം തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഓരോ ലൈഗോ നിലയത്തിലും ഒരു കേന്ദ്രഭാഗത്ത് നിന്ന് ലംബദിശകളിൽ 4 കിലോമീറ്റർ നീളത്തിൽ രണ്ട് കുഴലുകളുണ്ടാകും. അവയുടെ അറ്റത്ത് പ്രത്യേക ദർപ്പണങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുകയും വായുവിന്റെ 99.99999999 ശതമാനവും പുറത്തുകളഞ്ഞ് ശുദ്ധശൂന്യത ഉറപ്പുവരുത്തുകയും ചെയ്യും. ദർപ്പണങ്ങളുടെ അതിസൂക്ഷ്മ ചലനങ്ങൾപോലും പിടിച്ചെടുക്കേണ്ടതിനാൽ അനാവശ്യ ചലനങ്ങൾ ഉണ്ടാകാതിരിക്കാനും, അങ്ങനെ

ഗുരുത്വതരംഗ ഗവേഷകസംഘത്തിലെ മലയാളിക്ക് കനേഡിയൻ അംഗീകാരം

മലയാളിയായ യുവ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഡോ. അജിത് പരമേശ്വരന് കനേഡിയൻ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഫോർ അഡ്വാൻസ്ഡ് റിസർച്ച് (Canadian Institute for Advanced Research: CIFAR) നൽകുന്ന അസ്രിയേലി ഗ്ലോബൽ സ്കോളേഴ്സ്(Azrieli Global Scholars) പ്രോഗ്രാമിൽ പ്രവേശനം. ലോകത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നായി പ്രവേശനം ലഭിച്ച 15 പേരിൽ ഉൾപ്പെട്ട ഒരേയൊരു ഇന്ത്യക്കാരനാണ് ഡോ.അജിത്. ഊർജതന്ത്രത്തിനുള്ള ഇക്കൊല്ലത്തെ നൊബേൽ പുരസ്കാരത്തിന് അർഹമായ ഗുരുത്വതരംഗ ഗവേഷണത്തിലും കണ്ടെത്തലിലും ഭാഗഭാക്കായ ആഗോള ശാസ്ത്രജ്ഞക്കൂട്ടായ്മയിൽ അംഗമായിരുന്നയാളുമാണ് അദ്ദേഹം. ഗുരുത്വ-തരംഗ ജ്യോതിശാസ്ത്ര(gravitational-wave astronomy) മേഖലയിൽ ആധികാരിക വൈദഗ്ധ്യമുള്ള ആളായും അദ്ദേഹം അറിയപ്പെടുന്നു.

AGZ പദ്ധതി പ്രകാരം ഓരോ സ്കോളറും ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെ 12 ഗവേഷണ പരിപാടികളിൽ ഒന്നിന്റെ ഭാഗമാകും. ഗുരുത്വാകർഷണവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഒരു ഗവേഷണത്തിൽ(Gravity and Extreme Universe program) തന്നെയാണ് ഡോ.അജിത് പങ്കെടുക്കുക. സ്കോളേഴ്സ് പ്രോഗ്രാമിന്റെ കാലാവധി രണ്ട് വർഷമാണ്. ഈ കാലയളവിൽ ഓരോ സ്കോളർക്കും ഒരു ലക്ഷം ഡോളർ വീതം ഗവേഷണസഹായം ലഭിക്കും. ഗുരുത്വാകർഷണവും ജ്യോതിർഭൗതികവും പോലുള്ള വിജ്ഞാനമേഖലകളിലെ സർവോന്നതരായ ഗവേഷകരുമായി ഒത്ത് പ്രവർത്തിക്കാനുള്ള അവസരവും ഇവിടെ അവർക്ക് ലഭിക്കും.

17 രാജ്യങ്ങളിലെ 130 സ്ഥാപനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള നാനൂറിലേറെ ഫെലോമാരും സ്കോളർമാരും മറ്റുമടങ്ങുന്ന ഒരു ആഗോള ഗവേഷണ സംഘടനയാണ് CIFAR . പ്രസിഡന്റ് അലൻ ബേൺസ്റ്റീന്റെ വാക്കുകളിൽ, ഉദിച്ചുവരുന്ന പുതുതലമുറ ഗവേഷക നേതൃത്വത്തിന്റെ തൊഴിൽപരമായ പരിപോഷണമാണ് സംഘടന മുൻഗണന നൽകുന്ന ലക്ഷ്യങ്ങളിൽ ഒന്ന്.

മലപ്പുറം ജില്ലയിലെ പെരിന്തൽമണ്ണ സ്വദേശിയാണ് ഡോ.അജിത്. നാട്ടിലെ വിവിധ മലയാളം വിദ്യാലയങ്ങളിലായിരുന്നു സ്കൂൾ വിദ്യാഭ്യാസം. തുടർപഠനം ഇരിങ്ങാലക്കുട ക്രൈസ്റ്റ്(പ്രീ-ഡിഗ്രി), മണ്ണാർക്കാട് എം.ഇ.എസ്(ബി.എസ്.സി-ഫിസിക്സ്) എന്നീ കോളേജുകളിലും എം.ജി.സർവകലാശാലയിലും (എം.എസ്.സി-ഫിസിക്സ്). 2004ൽ ജർമനിയിലെ മാക്സ് പ്ലാങ്ക് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിൽ(Max Planck Institute for Gravitational Physics(Albert Einstein Institute)) ഗവേഷണപഠനം ആരംഭിക്കുകയും 2007ൽ വിജയകരമായി പൂർത്തിയാക്കുകയും ചെയ്തു. 2007–08 കാലയളവിൽ അവിടെത്തന്നെയും 2012–13 കാലയളവിൽ കാലിഫോർണിയ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലും(California Institute of Technology) പോസ്റ്റ് ഡോക്ടറൽ സ്കോളർ ആയിരുന്നു. 2013ൽ ബംഗളൂരുവിലെ ഇന്റർനാഷണൽ സെന്റർ ഫോർ തിയററ്റിക്കൽ റിസർച്ചിൽ (Inter national Centre for Theoretical Sciences -TIFR, Bangalore) അധ്യാപകനായി ചേർന്ന അദ്ദേഹം ഇപ്പോഴും അവിടെ പ്രവർത്തിച്ചുവരുന്നു.

(അവലംബം: www.icts.res.in/news/parameswaran-ajith-named-2017-cifar-azrieli-global-scholar)

ഉണ്ടായാൽതന്നെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനുമായി സങ്കീർണമായ സാങ്കേതികത്തികവുള്ള സംവിധാനവും ഒരുക്കിയിട്ടുണ്ട്.

ദർപ്പണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അകലത്തിൽ ഒരു കോടി കോടി കോടി(1,000,000,000,000,000,000,000)യിലൊരംശത്തിന്റെ വ്യത്യാസമുണ്ടായാൽപോലും അത് കണ്ടെത്താൻ കഴിയും. പക്ഷേ അതിന് തക്ക ഗുരുത്വാകർഷണതരംഗങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കാൻ തന്നെ പ്രപഞ്ചത്തിലെവിടെയെങ്കിലും 'ഭയങ്കര സംഭവങ്ങൾ' ഉണ്ടാകണം. അങ്ങനെയൊന്ന് ആദ്യമായി കണ്ടെത്തിയത് 2015 ആഗസ്റ്റ് 14-നാണ്. അന്ന് രണ്ട് ലൈഗോ നിരീക്ഷണനിലയങ്ങളിലും ഇന്ത്യൻ സമയം ഉച്ചകഴിഞ്ഞ് 3 മണി 20 മിനിട്ട് 15 സെക്കൻഡിൽ, മില്ലി സെക്കൻഡുകളുടെ ഇടവേളയിൽ, ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗത്തിന്റെ വ്യക്തമായ സിഗ്നൽ ലഭിച്ചു. അഞ്ചിലൊന്ന് സെക്കൻഡ് മാത്രം നീണ്ടുനിന്ന ആ സംഭവം അപഗ്രഥിച്ചെടുക്കാൻ ആയിരത്തോളം ശാസ്ത്രജ്ഞർ ഏതാനും ആഴ്ചകൾ പണിപ്പെട്ടു. ഒടുവിൽ മനസ്സിലായത് ഇതാണ്: ഏതാണ്ട് 130 കോടി വർഷം മുമ്പ് അത്രതന്നെ പ്രകാശവർഷം അകലെ രണ്ട് ഭീമൻ തമോഗർത്തങ്ങൾ(black holes) പരസ്പര ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലം അടുത്ത് വന്ന് പരസ്പരം ലയിച്ച് ഒന്നായി തീർന്നപ്പോൾ ബാക്കിവന്ന ദ്രവ്യം, ഊർജമായി ഗുരുത്വാകർഷണതരംഗരൂപത്തിൽ പുറത്തുവരികയായിരുന്നു. സൂര്യന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ മൂന്നിരട്ടിയുള്ള ദ്രവ്യമാണ് ഒരു സെക്കൻഡിന്റെ അഞ്ചിലൊന്ന് സമയംകൊണ്ട് ഊർജമായി മാറിയത്. ആ സമയത്ത് ദൃശ്യപ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടി പുറത്തുവിടുന്ന ഊർജത്തിന്റെ പല മടങ്ങായിരുന്നു അത്. പിന്നീട് 2015 ഡിസംബർ 26-നും 2017 ജനവരി 4-നും ആഗസ്റ്റ് 14-നും ഇത്തരം തമോഗർത്തങ്ങളുടെ കൂട്ടിയിടി കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇതെല്ലാം ചേർന്നപ്പോൾ നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരത്തിന് അർഹമായി.

ആയിരത്തിലധികം ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ അശ്രാന്തപരിശ്രമം ഇതിന് പിന്നിലുണ്ട്. ഒരു നൊബേൽ പുരസ്കാരം മൂന്നിലധികം പേർക്ക് വീതിച്ച് നൽകാറില്ല എന്ന് മാത്രം. ഇന്ത്യയിലെ 11 സ്ഥാപനങ്ങളിൽ നിന്നായി 37 ശാസ്ത്രജ്ഞർ ഈ സംഘത്തിലുണ്ടെന്നതും അതിൽ മലയാളികളും ഉൾപ്പെടുന്നുവെന്നതും നമുക്ക് അഭിമാനം നൽകുന്നു. സംഘത്തിന് നേതൃത്വമേകുകയും പ്രവർത്തനങ്ങളെ ഏകോപിപ്പിക്കുകയും ചെയ്ത മൂന്ന് പേർക്കേ പുരസ്കാരമുള്ളുവെങ്കിലും, ഈ ദൗത്യത്തിന് വേണ്ടി ലോകത്തിൽ ഇതഃപര്യന്തമുണ്ടായിട്ടില്ലാത്ത വിധം രൂപപ്പെട്ട രാജ്യാന്തര ഗവേഷകക്കൂട്ടായ്മ തന്നെയാണ് യഥാർത്ഥത്തിൽ സമ്മാനിതമായിരിക്കുന്നത്.

വാർത്തകൾ വിശേഷങ്ങൾ

■ tUm]n A\´]ß\m`³

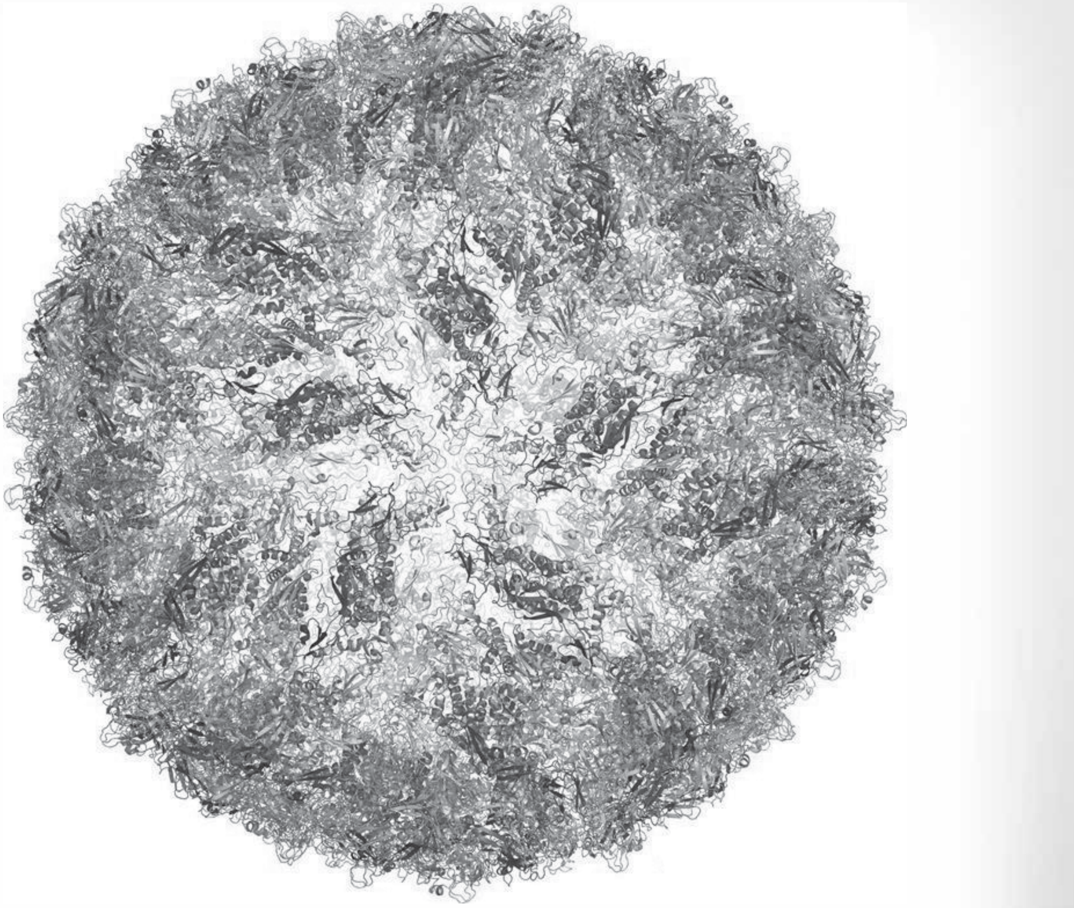
നൊബേൽ 2017: രസതന്ത്രം

ജൈവരസതന്ത്രത്തിലെ മുന്നേറ്റം; അതിശീത ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനി

ജീവൻ നിലനിർത്താൻ സഹായിക്കുന്ന അതിസങ്കീർണങ്ങളായ ജൈവതന്മാത്രകളെ, അവ നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ കണികകളുടെ തലത്തിൽ ഘടകങ്ങളായി വിഭജിച്ച് കാണാൻ സഹായിക്കുന്ന അതിശീത ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനി(Cryo-Electron Microscope) കണ്ടുപിടിച്ച ജാക് ഡുബോഷേ (Jacques Dubochet), ജോകിം ഫ്രാങ്ക്(Joachim Frank), റിച്ചാർഡ് ഹെൻഡേഴ്സൻ(Richard Henderson) എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കാണ് രസതന്ത്ര വിഭാഗത്തിനുള്ള ഇക്കൊല്ലത്തെ നൊബേൽ സമ്മാനം. ഇവർ യഥാക്രമം സ്വിറ്റ്സർലന്റിലെ ലോസേൻ സർവ്വകലാശാല(University of Lausanne), അമേരിക്കയിലെ കൊളംബിയ സർവ്വകലാശാല, ബ്രിട്ടനിലെ കേംബ്രിഡ്ജിലുള്ള എം.ആർ.സി.

ഹെൻഡേഴ്സൻ ഡുബോഷേ ജോകിം ഫ്രാങ്ക്

മോളിക്യുലാർ ബയോളജി ലബോറട്ടറി(MRC Laboratory of Molecular Biology) എന്നിവിടങ്ങളിൽ ഗവേഷണം നടത്തുന്നവരാണ്. ഇവർ രൂപകല്പന ചെയ്ത, വളരെ താഴ്



സിക്കാ വൈറസിന്റെ ഘടന-അതിശീത ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ

ന്ന താപനിലയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രത്യേക തരം ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പുകൾ, ജൈവതന്മാത്രകളുടെ ചിത്രങ്ങൾ വളരെ എളുപ്പത്തിൽ എടുക്കാൻ സഹായിക്കും. ജൈവരസതന്ത്ര മേഖലയിൽ മുന്നേറ്റമുണ്ടാക്കാൻ പര്യാപ്തമാണ് ഈ കണ്ടുപിടിത്തം.

അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ വസ്തുക്കളെ ദൃശ്യപ്രകാശമുപയോഗിച്ച് കാണാൻ കഴിയില്ല. അതിന് ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പുകൾ ആവശ്യമായി വരുന്നു. എന്നാൽ ഉയർന്ന ഊർജമുള്ള ഇലക്ട്രോൺ ധാര ജൈവകോശങ്ങളെ നശിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ ജീവനുള്ള കോശങ്ങളെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാൻ അവയും സഹായകമല്ല.

മാത്രമല്ല, ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനികളിൽ വായുരഹിതാവസ്ഥ നിലനിർത്തേണ്ടതിനാൽ ജലതന്മാത്രകൾ ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെട്ട് ജൈവതന്മാത്രകളുടെ സ്വാഭാവികഘടന നശിക്കുകയും ചെയ്യും. എന്നാൽ ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനി ഉപയോഗിച്ച് പ്രോട്ടീൻതന്മാത്രയുടെ ത്രിമാന പ്രതിബിംബമെടുക്കാൻ റിച്ചാർഡ് ഹെൻഡേഴ്സന് 1990ൽ കഴിഞ്ഞു. ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനിയുടെ സഹായത്താൽ സങ്കീർണമായ ദ്വിമാന പ്രതിബിംബങ്ങളെ ലളിതമായ ത്രിമാന പ്രതിബിംബങ്ങളാക്കാൻ ജോകിം ഫ്രാങ്ക് 1975–1986 കാലഘട്ടത്തിൽ നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലമായും സാധിച്ചു. ജാക്വിസ് ഡുബോഷേയുടെ ഗവേഷണങ്ങൾ ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനിയിൽ ജലത്തിന്റെ ഉപയോഗം സാധ്യമാക്കി. ജൈവ തന്മാത്രകൾക്ക് ചുറ്റുമുള്ള വെള്ളത്തെ പെട്ടെന്ന് തണുപ്പിച്ച് കണ്ണാടി രൂപത്തിലാക്കി സുരക്ഷിതമാക്കി, അവയുടെ എല്ലാ സ്വഭാവങ്ങളും നിലനിർത്തിക്കൊണ്ടുതന്നെ വിശദമായി പഠിക്കാനുള്ള സംവിധാനമുണ്ടാക്കാനും അദ്ദേഹത്തിന് കഴിഞ്ഞു. 1980ലായിരുന്നു ഇത്.

2013 ആയപ്പോഴേക്കും, ഈ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ ഗവേഷണഫലമായിത്തന്നെ, ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനി ഉപയോഗിച്ച് ജൈവ തന്മാത്രകളെ അതിസൂക്ഷ്മ തലത്തിലുള്ള പഠനത്തിന് വിധേയമാക്കാൻ സാധിച്ചു. കോശസ്തരത്തിൽ അടക്കം ചെയ്യപ്പെട്ട ബാക്ടീരിയൽ റോഡോപ്സിൻ എന്ന പ്രോട്ടീൻ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നതിന് പകരം ഊർജം കുറഞ്ഞ ഇലക്ട്രോൺ ധാര ഉപയോഗിച്ച് ഗ്ലൂക്കോസ് ലായനി കൊണ്ട് ഉപരിതലം പൊതിഞ്ഞ് ഈ പ്രോട്ടീനുകളുടെ ചിത്രമെടുക്കാനും വിവിധ ദിശകളിൽ നിന്നുള്ള ചിത്രങ്ങളെ സംയോജിപ്പിച്ച് കൃത്യമായ രൂപം സൃഷ്ടിക്കാനും ഹെൻഡേഴ്സൺന്റെ ഗവേഷണം വഴി തെളിച്ചു. ജോകിം ഫ്രാങ്ക് വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത ഇമേജ് പ്രോസസിംഗ് രീതികളുടെ സഹായത്തോടെ പ്രോട്ടീനുകളുടെ ചിത്രങ്ങളെ കമ്പ്യൂട്ടർ സഹായത്തോടെ തരംതിരിച്ച് ഒരേ പോലുള്ളവയെ വർഗീകരിക്കുകയും അതിന്റെ ദ്വിമാന ചിത്രങ്ങളെ കൂട്ടിച്ചേർത്ത് ത്രിമാനഘടന രൂപപ്പെ

ടുത്തുകയും ചെയ്തു. ഈ ത്രിമാനഘടന ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കുന്നതിനുള്ള കമ്പ്യൂട്ടർ അൽഗോരിതം അദ്ദേഹം രൂപപ്പെടുത്തിയതായിരുന്നു.

ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനികളിൽ താഴ്ന്ന മർദ്ദത്തിൽ ജലകണികകൾ ബാഷ്പീകരിച്ചുപോകുന്നതിനാൽ ജൈവതന്മാത്രകൾ നശിച്ചുപോകുന്നതായി 1980 കളുടെ ആദ്യ കാലങ്ങളിൽ ജാക് ഡുബോഷേ കണ്ടെത്തി. അതിനാൽ ജല കണികകളെ വളരെ പെട്ടെന്ന് തന്നെ തണുപ്പിച്ച് ഗ്ലാസ് രൂപത്തിലേക്ക് മാറ്റാൻ അദ്ദേഹം ശ്രമിച്ചു. ദ്രാവക നൈട്രജൻ ഉപയോഗിച്ച് ഈഥൈനെ തണുപ്പിച്ചെടുത്ത്, പ്രോട്ടീൻ സാമ്പിളുകൾ അതിൽ മുക്കിയെടുത്ത് ജലകണികകളെ ഗ്ലാസ് രൂപത്തിലാക്കി, അവയെ നശിപ്പിക്കാതെ തന്നെ പഠിക്കുന്നതിൽ അദ്ദേഹം വിജയിക്കുകയും ചെയ്തു.

ഈ മൂന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെയും തുടർച്ചയായ ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി 2013ഓടെ അതിശീത ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനി വികസിപ്പിച്ചെടുക്കപ്പെട്ടു. ജൈവതന്മാത്രകളുടെ ഗതി നിർണയിക്കാനും, അവയെ മാർഗമധ്യേ തണുപ്പിച്ച് സൂക്ഷ്മതലത്തിൽ വിശകലനം ചെയ്യാനും ഇവ സഹായകമായി. തുടർന്ന് രാസവസ്തുക്കളുപയോഗിച്ചുള്ള രോഗചികിത്സകളെയും ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളെയും പ്രതിരോധിക്കുന്ന പ്രോട്ടീനുകളെക്കുറിച്ചും പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന് സഹായിക്കുന്ന തന്മാത്രകളെയും ശ്രവണത്തിന് സഹായിക്കുന്ന തന്മാത്രകളെയും കുറിച്ച് പഠിക്കാൻ സാധിച്ചു. കൊതുകിന്റെ കടിയിലൂടെ മനുഷ്യശരീരത്തിൽ പ്രവേശിച്ച് പനി, സന്ധിവേദന, നവജാത ശിശുക്കളുടെ മസ്തിഷ്ക നാശനം തുടങ്ങിയവയ്ക്ക് കാരണമാകുന്ന സിക്ക വൈറസുകളെ കുറിച്ച് പഠിക്കാനും റോഡോസ്പിൻ അടക്കം നിരവധി പ്രോട്ടീനുകളെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാനും അവയിൽ പരിസ്ഥിതിക്കനുസരിച്ച് സംഭവിക്കുന്ന വ്യതിയാനങ്ങളെ അറിയാനുമെല്ലാം സഹായിച്ചതും ഇതാണ്. വൈദ്യശാസ്ത്രരംഗത്തും ജൈവശാസ്ത്ര ഗവേഷണ മേഖലയിലും ഈ കണ്ടുപിടിത്തം വലിയ മുന്നേറ്റത്തിന് സഹായകമായിരിക്കുന്നു. □

(എറണാകുളം മഹാരാജാസ് കോളേജിലെ രസതന്ത്ര വിഭാഗം അസോസിയേറ്റ് പ്രൊഫസറാണ് ലേഖകൻ. 9388405957)

■ tUm.F ³. jmPn
nshaji101@gmail.com

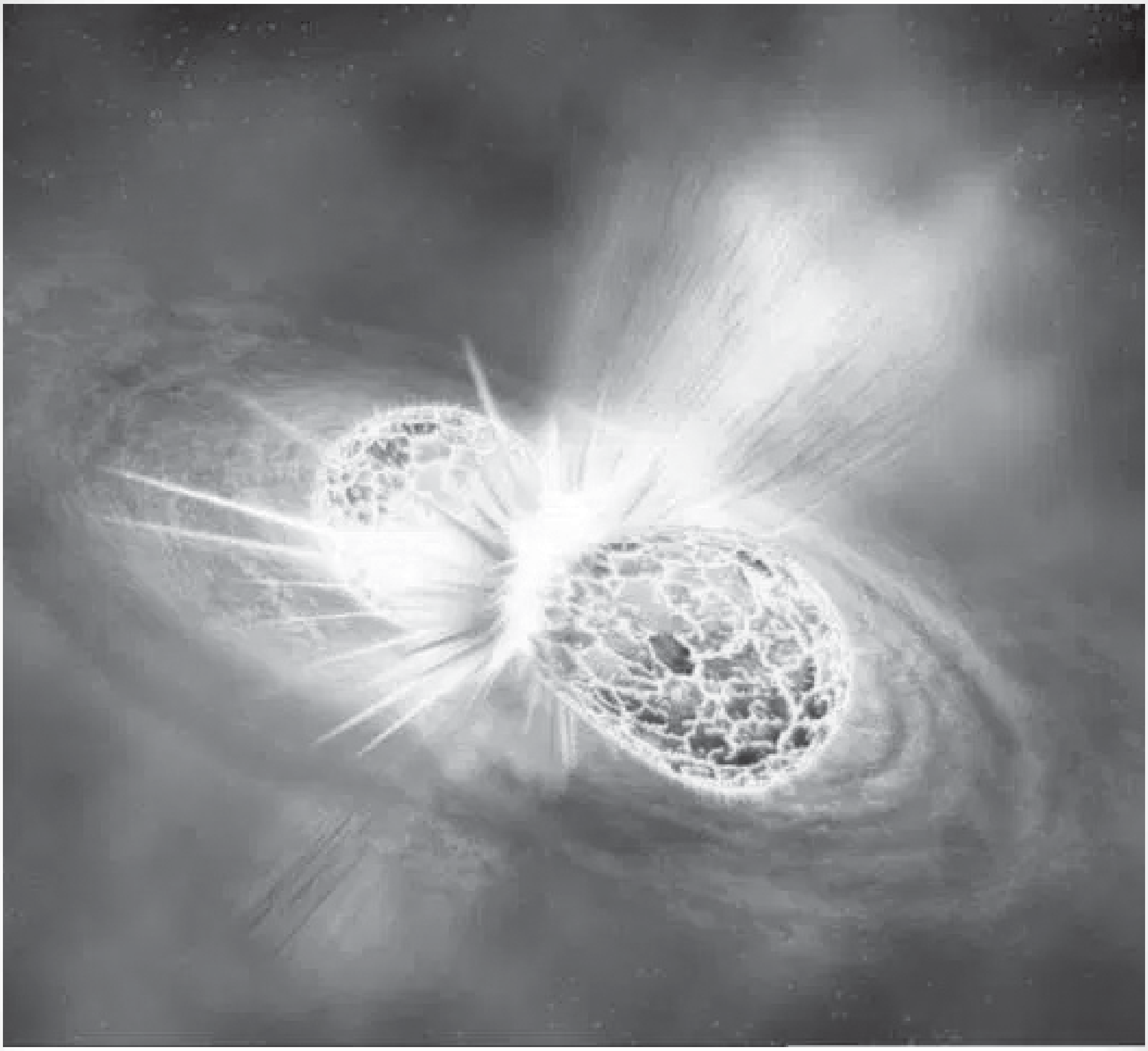
കിനാവു പോലെ ഒരു കിലോനോവ

കിലോനോവ എന്നത് ഒരു പുതിയ വാക്കാണ്. ബ്രിയാൻ ഡേവിഡ് മെറ്റ്സ്ഗെർ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് പുത്തൻ പദത്തിന്റെ സ്രഷ്ടാവ്. 2010ലാണ് അദ്ദേഹം ഈ വാക്ക് ആദ്യമായി പ്രയോഗിക്കുന്നത്. കിലോ എന്നാൽ ആയിരം എന്നർത്ഥം. കിലോ ഗ്രാം, കിലോ മീറ്റർ എന്ന വാക്കുകളിൽ കിലോ ഈ അർത്ഥത്തിലാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. നോവ എന്നാൽ പുതിയത് എന്നർത്ഥം. പുതിയ നക്ഷത്രങ്ങ ളെ ഓർക്കാപ്പുറത്ത് കണ്ടെത്തിയപ്പോൾ പഴയകാല ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞർ പലപ്പോഴും അവയെ നോവ എന്ന് വിളിച്ചിരുന്നു. പക്ഷേ, അവ ശരിക്കും പുതിയവയല്ല. തിളക്കക്കുറവ് മൂലം കാഴ്ചയിൽ പെടാതിരുന്ന ചില നക്ഷത്രങ്ങളിൽ പെട്ടെന്ന് പൊട്ടിത്തെറികളും ആളിക്കത്തലുകളുമുണ്ടാകുമ്പോൾ അവ പ്രത്യക്ഷമാകുന്നതാണ് നോവയായി കാണുന്നത്. ഒരു ആയിരം നോവയുടെ ഊർജമടങ്ങിയവ എന്ന അർത്ഥത്തിലാണ് കിലോനോവ എന്ന പ്രയോഗം വന്നത്. ഇതിനേക്കാൾ കൂടിയ ഗണത്തിൽ പെടുന്നവയാണ് സൂപ്പർ നോവകൾ.

ഒരു ന്യൂട്രോൺ താരത്തിനോട് മറ്റൊരു ന്യൂട്രോൺ താരമോ തമോഗർത്തമോ(ബ്ലാക്ക് ഹോൾ) കൂടിച്ചേരുന്ന തകർപ്പൻ സംഭവമാണ് കിലോനോവ. സൂര്യന്റെ പലമടങ്ങ് ദ്രവ്യമാനമുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പരിണാമത്തിലെ അവസാന ദശയിലെ ഒരു പ്രധാന സാധ്യതയാണ് ന്യൂട്രോൺ താരം. തമോഗർത്തമാണ് മറ്റൊരു സാധ്യത. ന്യൂക്ലിയർ അടുക്കളയിലെ ഇന്ധനം തീരുമ്പോൾ ഗുരുത്വബലത്തിനെതിരെ പിടിച്ചുനിൽക്കാൻ കഴിയാതെ, അവയുടെ കാമ്പ് ചുരുങ്ങി വളരെ സാന്ദ്രതയുള്ള ഒരു ഗോളമായി മാറും. ദ്രവ്യമാനത്തിൽ സൂര്യന്റെ പലമടങ്ങ് ആകാമെങ്കിലും വ്യാസാർധം പത്തോ പതിനഞ്ചോ കിലോ മീറ്ററേ കാണൂ. അതിന്റെ പദാർത്ഥത്തിന്റെ വലിയൊരു ഭാഗവും ന്യൂട്രോണുകളായിരിക്കും. ആ ദ്രവ്യം ഒരു സ്പൂണെടുത്താൽ അതിന്റെ മാസ്സ് എവറസ്റ്റ് കൊടുമുടിയുടെ അത്ര വരും എന്ന് പറഞ്ഞാൽ അത് അതിശയോക്തിയല്ല.

13 കോടി വർഷം മുമ്പ് ഒരു നാൾ:

പണ്ട് പണ്ട്, ഏതാണ്ട് 13 കോടി വർഷം മുമ്പ്, ഭൂമിയിൽ ദിനോസറുകൾ വിഹരിച്ചിരുന്ന കാലത്ത്, അങ്ങകലെ എൻ ജി സി 4993 എന്ന ഗാലക്സിയിൽ ഒരു ദിവസം ഒരുയങ്കര സംഭവമുണ്ടായി. പരസ്പരം ഭ്രമണം ചെ



കിലോനോവ ചരിത്രകാരന്റെ ഭാവനയിൽ

യ്തിരുന്ന രണ്ട് ന്യൂട്രോൺ താരങ്ങൾ അടുത്തടുത്ത് വന്ന് ഒടുവിൽ സെക്കൻഡിൽ ഒരു ലക്ഷം കിലോ മീറ്റർ വേഗതയിൽ കൂട്ടിയിടിച്ചു. അതിന്റെ അനുരണനങ്ങൾ ഗുരുത്വ തരംഗമായും വിദ്യുത് കാന്തിക തരംഗങ്ങളായും നാനാദിക്കിലേക്കും പ്രവഹിച്ചു. ഒടുവിൽ 2017 ഓഗസ്റ്റ് 17ന് ഇന്ത്യൻ സമയം വൈകുന്നേരം 6 മണി 11 മിനിട്ട് സമയത്ത് വടക്കേ അമേരിക്കയിലെ രണ്ട് ഗുരുത്വ തരംഗ നിരീക്ഷണ നിലയങ്ങളായ ലൈഗോ (LIGO- Laser Interferometer Gravitational wave Observatory)കളിൽ വ്യക്തമായ സിഗ്നൽ ലഭിച്ചു. ഇറ്റലിയിലെ വിർഗോ നിലയത്തിലാകട്ടെ വ്യക്തത കുറഞ്ഞ സിഗ്നലും ലഭിച്ചു. 1.7 സെക്കൻഡ് സമയത്തിനകം നാസയുടെ ഫെർമി ഗാമാ റേ സ്പേസ് ടെലിസ്കോപ്പിലും ഇതിന്റെ സിഗ്നൽ ലഭിച്ചു. നിമിഷങ്ങൾക്കകം ഏഴ് ഭൂഖണ്ഡങ്ങളിലെയും നിരവധി ഗവേഷകരുടെ മൊബൈൽ ഫോണുകൾ റിംഗ് ചെയ്തു. വിവിധ രാജ്യങ്ങളിലും ബഹിരാകാശത്തും വിന്യസിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള വിവിധ തരം ടെലിസ്കോപ്പ് ക്യാമറകൾ അങ്ങോട്ട് തിരിഞ്ഞു. കിട്ടുന്ന വിവരങ്ങൾ പരിശോധിക്കാനും അപഗ്രഥിക്കാനുമായി നാലായിരത്തിലധികം ഒന്നാംകിട ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞർ രാത്രി പകലാക്കി. തിരുവനന്തപുരത്തെ ഐസറും ഐ ഐ എസ് ടിയും ഉൾപ്പെടെ 11 സ്ഥാപനങ്ങളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞരും നമ്മുടെ ബഹിരാകാശ നിരീക്ഷണ നിലയമായ അസ്ട്രോസാറ്റും പൂനെയിലെ കൂറ്റൻ റേഡിയോ ടെലിസ്കോപ്പും ഭൂമിയിലെ ഏറ്റവും ഉയരത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന നമ്മുടെ ഹിമാലയൻ ചന്ദ്ര ടെലിസ്കോപ്പും ഈ പഠനത്തിൽ ചെറുതല്ലാത്ത പങ്ക് വഹിച്ചു.

സുവർണ നേട്ടങ്ങൾ

ഇതാദ്യമായാണ് ഒരു ജ്യോതിശാസ്ത്ര സംഭവം ഇത്രയധികം ഇനങ്ങളിൽപെട്ട നിരീക്ഷണ നിലയങ്ങൾ ഒരുമിച്ച് നിരീക്ഷിക്കുന്നത്. ഒത്തിരി കാര്യങ്ങൾ കണ്ടെത്താൻ കഴിഞ്ഞു.

1. ഇത് ഒരു കിലോനോവയാണ്. രണ്ട് ന്യൂട്രോൺ താ

രങ്ങൾ പരസ്പരം കൂട്ടിയിടിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന തരം തരംഗരൂപമാണ് നമുക്ക് ലഭിച്ചത്. വിവിധ തരം ന്യൂട്രോൺ താരങ്ങൾക്ക് ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ഗുരുത്വ തരംഗങ്ങളുടെ രേഖാചിത്രം ശാസ്ത്രജ്ഞർ മുമ്പേ തന്നെ തയ്യാറാക്കിവച്ചിരുന്നു. ഒന്ന് ഒത്തുനോക്കേണ്ട കാര്യമേ ഉണ്ടായിരുന്നുള്ളൂ. പാലക്കാട്ടെ പറളിയിൽ ജനിച്ച ബാലഅയ്യരും പെരിന്തൽമണ്ണക്കാരൻ അജിത് പരമേശ്വരനുമൊക്കെ ഈ രംഗത്തെ പുലികളാണ്.

2. ഗുരുത്വ തരംഗത്തോടൊപ്പം തന്നെ ഗാമാ രശ്മികളും നിരീക്ഷിച്ചത് ഒരു വലിയ ചോദ്യത്തിന് വ്യക്തമായ ഉത്തരമായി. ബഹിരാകാശത്ത് സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ള വിവിധ ഗാമാ ദൂരദർശിനികൾ ഇത്തരം സിഗ്നലുകൾ ഇതിന് മുമ്പും പിടിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. ഇത് ന്യൂട്രോൺ താരങ്ങൾ പരസ്പരം കൂട്ടിയിടിക്കുന്ന കിലോനോവകളുടെ ഭാഗമാണെന്ന് സൈദ്ധാന്തികർ ഊഹിച്ചിരുന്നുവെങ്കിലും പ്രത്യക്ഷമായ തെളിവ് ലഭിക്കുന്നത് ഇപ്പോഴാണ്. ചെന്നൈ മാത്തമാറ്റിക്കൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റിയൂട്ടിലെ കെ.ജി അരുണും(അരുൺ കോടനാട്) സഹപ്രവർത്തകരും കുറച്ച് വർഷങ്ങളായി ഈ രംഗത്തെ സജീവ സാന്നിധ്യമാണ്.
3. ഇതാദ്യമായാണ് ഗുരുത്വതരംഗത്തിന്റെ സ്രോതസ്സ് കൃത്യമായി തിരിച്ചറിയുന്നത്. മൂന്ന് നിരീക്ഷണ നിലയങ്ങൾ ഈ സിഗ്നൽ രേഖപ്പെടുത്തിയതിനാൽ സ്രോതസ്സിന്റെ ഏകദേശ ദിശ മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. മറ്റ് ദൂരദർശിനികൾ ഉപയോഗിച്ച് ഗാലക്സിയിലെ ഈ സംഭവത്തിന്റെ വ്യക്തമായ ചിത്രമെടുക്കാനും കഴിഞ്ഞു. ഇത് ചരിത്രനേട്ടമാണ്.
4. ഗാമാറേ, എക്സ്റേ തുടങ്ങി ദൃശ്യപ്രകാശം, ഇൻഫ്രാറെഡ്, റേഡിയോവേവ് എന്നിങ്ങനെ വിവിധ തരംഗദൈർഘ്യങ്ങളിൽ ഈ സംഭവത്തെ തുടർ നിരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് വിധേയമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ഇത് സമാനതകൾ അധികമില്ലാത്ത സംഭവമാണ്. നൂറ് കണക്കിന് ഗവേഷണ പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾക്ക് ഇത് ഊർജമേകും.
5. പ്രപഞ്ച വിജ്ഞാനീയത്തിനും ഇത് ഒരു കൈ സഹായം നൽകിയിട്ടുണ്ട്. ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങളുടെ തീവ്രതയുടെ അളവിൽ നിന്ന് ഇതിന്റെ സ്രോതസ്സിലേക്കുള്ള ദൂരം കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ഇതിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ ചുവപ്പുനീക്ക(റെഡ് ഷിഫ്റ്റ്)ത്തിൽ നിന്നും ദൂരം അളക്കാൻ കഴിയും. ഈ വിവരങ്ങളിൽ നിന്ന് ഹബിൾ സ്ഥിരാങ്കത്തിന്റെ അളവ് 70 km/s/mpc എന്ന് കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇത് വ്യത്യസ്തമായ രീതിയിൽ മുൻപ് നടത്തിയ കണ്ടെത്തലുകളുമായി യോജിച്ചുപോകുന്നുവെന്നത് വലിയ ആത്മവിശ്വാസം തരുന്നു. ഈ സ്ഥിരാങ്കത്തിന്റെ മൂല്യത്തിൽ നിന്നാണ് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ആയുസ്സ് കണക്കാക്കുന്നത്.
6. രാജ്യാതിർത്തികളെല്ലാം ലംഘിച്ചുകൊണ്ടുള്ള സർവ രാജ്യ ശാസ്ത്രജ്ഞ കൂട്ടായ്മയുടെ വലിയൊരു വിജയമാണിത്. ആയിരക്കണക്കിന് ശാസ്ത്രജ്ഞരാണ് ഈ നേട്ടത്തിന് പിന്നിൽ പ്രവർത്തിച്ചത്. ലൈഗോയുടെ മൂന്നാമത്തെ നിരീക്ഷണനിലയം ഇന്ത്യയിലാണ് സ്ഥാപിക്കാൻ പോകുന്നത് എന്നത് ശ്രദ്ധേയമാണ്. മറ്റ് നിരീക്ഷണനിലയങ്ങളിൽ നിന്ന് ഏറെ അകലെയാണെന്നതിനാൽ സ്രോതസ്സുകളുടെ സ്ഥാനം നിർണയിക്കുന്ന കാര്യത്തിൽ കൃത്യത കൂടും. ഇന്ത്യയിലെ നിരീക്ഷണനിലയത്തിന്റെ ആദ്യ പ്രോട്ടോടൈപ്പ് ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് നേതൃത്വം നൽകിയത് നമ്മുടെ നാട്ടുകാരൻ സി.എസ് ഉണ്ണിക്കൃഷ്ണനാണെന്നത് കുറച്ച് അഭിമാനം നൽകുന്നു.
7. കേരളത്തിലെ രണ്ട് പുത്തൻ പഠന ഗവേഷണ സ്ഥാപനങ്ങൾ ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിൽ ഭാഗഭാക്കായി എന്നത് ശ്രദ്ധേയമാണ്. തിരുവനന്തപുരം ഐസറിൽ അർച്ചന പൈ നേതൃത്വം നൽകുന്ന ഒരു സംഘവും തിരുവനന്തപുരത്തെ തന്നെ ഐ ഐ എസ് ടിയിലെ രശ്മി ലക്ഷ്മി നേതൃത്വം നൽകുന്ന മറ്റൊരു സംഘവും നമ്മുടെ നാട്ടിലെ ഗവേഷണ രംഗത്തിന്റെ മാറുന്ന മുഖങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.
8. ഇനി ഈ സംഭവങ്ങളിലെ സുവർണ നേട്ടം എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാവുന്ന മറ്റൊന്നുണ്ട്. ഈ കൂട്ടിയിടി വഴി സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന ഭീമമായ ഊർജം പുതിയ മൂലകങ്ങളുടെ സൃഷ്ടിക്ക് ഇടയാക്കുമെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞർ കരുതിയിരുന്നു. ഇത് ശരിയാണെന്നതിന് വ്യക്തമായ തെളിവ് ഇത്തവണ ലഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. വെള്ളി, സ്വർണം, പ്ലാറ്റിനം എന്നീ മൂലകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം സ്പെക്ട്രത്തിൽ നിന്ന് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഈ ഓരോ മൂലകവും എത്രയുണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്ന് ചോദിച്ചാൽ ഉത്തരം കേട്ട് ബോധം കെടരുത്. സ്വർണവും പ്ലാറ്റിനവും ചേർന്ന് 10 ഭൂമിയുടെയത്ര വരും. നമ്മുടെ മോതിരത്തിലും മാലയിലുമൊക്കെയുള്ള സ്വർണവും ഭൂതകാലത്ത് ഏതോ കിലോനോവയിൽ ഉണ്ടായതായിരിക്കണം എന്നറിയുമ്പോൾ എന്താണ് തോന്നുക?
9. ഈ സംഭവം കാണാതിരുന്നതുവഴി ഒരു കണ്ടുപിടുത്തത്തിന് സഹായിച്ച് ചരിത്രത്തിന്റെ ഭാഗമായി നമ്മുടെ സ്വന്തം അസ്ട്രോസാറ്റ്. ഈ കിലോനോവ സ്ഫോടനത്തിലുണ്ടായ ഗാമാകിരണങ്ങൾ സാധാരണഗതിയിൽ അസ്ട്രോസാറ്റിൽ രേഖപ്പെടുത്തേണ്ടതായിരുന്നു. പക്ഷേ, അതുണ്ടായില്ല. ഒരു വിശദീകരണം മാത്രമാണ് ഇതിനുണ്ടായിരുന്നത്. ഭൂമി അസ്ട്രോസാറ്റിനും ആ സ്രോതസ്സിനും ഇടയിൽ നില കൊണ്ട് ഗാമാ കിരണങ്ങളെ തടഞ്ഞിരിക്കണം. ഈ വിവരത്തിൽ നിന്ന് സ്രോതസ്സിന്റെ ദിശ അറിയാൻ കഴിഞ്ഞു. അങ്ങനെ ഒന്നും കണ്ടെത്താതെ അസ്ട്രോസാറ്റ് ഈ നേട്ടത്തിൽ പങ്കാളിയായി.

കിലോനോവയോടൊപ്പം സംഭവിച്ച കാര്യങ്ങൾ മുഴുവൻ വിശദീകരിക്കണമെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന ബലങ്ങളായ വിദ്യുത്കാന്തിക ബലം, ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം, രണ്ടിനം ന്യൂക്ലിയാർ ബലം എന്നിവയെയെല്ലാം കുറിച്ച് നിലവിലുള്ള സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കണം. ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിവിധ ഉപശാഖകൾ പരസ്പര പൂരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്നതിന് നല്ല ഒരു ഉദാഹരണമാകുകയാണ് ഈ സംഭവം. □

s{]m^. sI. BÀ. P\mÀ±\³
krj231@rediffmail.com

ലേഡി ഓഫ് റേഡിയം

അന്നുവരെ അറിയപ്പെടാതിരുന്ന ചില മൂലകങ്ങൾ, ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ കണ്ണ് വെട്ടിച്ച് ഗവേഷണശാലകളിൽ നിന്ന് ഓർക്കാപ്പുറത്തൊരു ദിവസം പുറത്തുചാടി പ്രസിദ്ധിയോ കുപ്രസിദ്ധിയോ നേടിയിട്ടുണ്ട്. ഉദാഹരണം, രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിന്റെ അന്ത്യപാദത്തിൽ ജപ്പാനിൽ അണുബോംബിട്ടതോടെയാണ് 'പ്ലൂട്ടോണിയം' (plutonium) എന്ന ലോഹത്തിന്റെ ജനനം ലോകമറിഞ്ഞത്. 'സ്ഫോടനാത്മകമായ ജനനം' (Explosive birth) എന്നാണ് അതിനെ ചിലർ വിശേഷിപ്പിച്ചത്. ഇത് ആദ്യമായി സംഭവിച്ചത് റേഡിയത്തിന്റെ കാര്യത്തിലാണ്. അതിശക്തമായ റേഡിയോ ആക്ടിവതയുള്ള, അതിദുർലഭമായ മൂലകങ്ങളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാനാവശ്യമായ സൈദ്ധാന്തികജ്ഞാനമോ, പ്രായോഗിക സാങ്കേതികജ്ഞാനമോ വേണ്ടത്ര ലഭ്യമല്ലെന്ന് കരുതിയിരുന്ന കാലത്താണ് റേഡിയം രംഗപ്രവേശം ചെയ്തത്. റേഡിയോ ആക്ടിവത എന്ന പ്രതിഭാസത്തെപ്പറ്റി കൂടുതൽ പഠിക്കാനും ഉൾക്കൊള്ളാനും റേഡിയത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം സഹായിച്ചു. ആധുനിക ശാസ്ത്രചരിത്രത്തിലെ ഒരു നിർണ്ണായക വഴിത്തിരിവായിരുന്നു റേഡിയത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം. റേഡിയം കഥയിലെ മെഗാസ്റ്റാർ ജീവിച്ചിരിക്കുമ്പോൾ തന്നെ ഇതിഹാസമായി മാറിയ മേരി ക്യൂറി ആയിരുന്നു. മഹത്തും സാഹസികവുമായ ആ സാധനയുടെ അംഗീകാരമായി കെമിസ്ട്രിക്കുള്ള 1911-ലെ നൊബേൽ സമ്മാനം അവർക്ക് നൽകപ്പെട്ടു. മേരി ക്യൂറിക്ക് ലഭിച്ച രണ്ടാമത്തെ നൊബേൽ സമ്മാനമായിരുന്നു അത്. നേരത്തെ 1903-ൽ ഫിസിക്സിനുള്ള നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരം ഭർത്താവായ പിയേർ ക്യൂറി(Pierre Curie) ഹെന്റി ബെക്വെറൽ (Henry Becqurel) എന്നിവരോടൊപ്പം മേരി ക്യൂറി പങ്കിട്ടിരുന്നു.

അൽപം തിരിഞ്ഞുനോക്കാം

റേഡിയോ ആക്ടിവത എന്ന അത്ഭുത പ്രതിഭാസം കണ്ടുപിടിച്ചത് ഫ്രഞ്ച് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഹെന്റി ബെക്വെറൽ ആയിരുന്നു. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ വലിയ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു റേഡിയോ ആക്ടിവത. അണുകേന്ദ്രഘടകങ്ങളുടെ ഉത്സർജനംവഴി ഒരു മൂലകം മറ്റൊരു മൂലകമോ, അതിന്റെതന്നെ ഐസോടോപ്പോ ആയി മാറുന്ന പ്രക്രിയയാണ് റേഡിയോ ആക്ടിവത. ആൽഫ, ബീറ്റ കണങ്ങളാണ് സാധാരണ ഉത്സർജിക്കപ്പെടുന്നത്. ഇവയെത്തുടർന്ന് ഗാമാ കിരണങ്ങളും. റേഡിയോ ആക്ടിവത രണ്ട് വിധത്തിലുണ്ട്. ഒന്ന്, സ്വാഭാവിക റേഡിയോ ആക്ടിവത(Natural radio activity); ബാഹ്യ പ്രേരണകൂടാതെ സ്വയം നടക്കുന്ന വിഘടനം. മറ്റൊന്ന്, കൃത്രിമ റേഡിയോ ആക്ടിവത.

സ്വാഭാവിക റേഡിയോ ആക്ടിവതയുള്ള മൂലകങ്ങളിൽ മുഖ്യമായവ യുറാനിയവും തോറിയവുമാണ്. ഖനിജങ്ങളിൽ അവയുടെ പരിണാമം വേണ്ടത്രയുള്ളതിനാൽ യുറാനിയവും തോറിയവും രാസവിശ്ലേഷണംവഴി വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ പ്രയാസമില്ല. പോളോണിയം, റേഡൺ, റേഡിയം, ആക്ടിനിയം, പ്രൊട്ടാക്റ്റീനിയം എന്നിവയാണ് മറ്റ് സ്വാഭാവിക റേഡിയോ ആക്ടീവ മൂലകങ്ങൾ. ഇവയെല്ലാം പ്രകൃതിയിൽ അതിദുർലഭമായി മാത്രം കാണപ്പെടുന്നവയത്രേ. എന്ന് തന്നെയല്ല, യുറാനിയത്തിന്റെയും തോറിയത്തിന്റെയും റേഡിയോ ആക്ടീവ വിഘടനത്താൽ പ്രകൃതിയിൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്നവയാണെന്ന പ്രത്യേകതയും ഈ മൂലകങ്ങൾക്കുണ്ട്. ആവർത്തനപട്ടികയുടെ അന്ത്യഭാഗത്തുള്ള ഈ മൂലകങ്ങളുടെ ഖനിജങ്ങളിലെ സാന്നിദ്ധ്യം രാസവിശ്ലേഷണം വഴിയോ സ്പെക്ട്രോസ്ക്കോപി വഴിയോ തിരിച്ചറിയുക തീർത്തും

ദുഷ്ക്കരമായിരുന്നു. ഇതൊക്കെയാണെങ്കിലും യുറാനിയത്തിലും തോറിയത്തിലും മറ്റേതെങ്കിലും റേഡിയോ ആക്ടീവ അപദ്രവ്യമുണ്ടാകുമെന്ന് അന്നാരും കരുതിയിരുന്നില്ല.

ഒരു റേഡിയോ ആക്ടീവ മൂലകത്തിന്റെ ലാക്ഷണിക ഗുണധർമമാണ് അതിന്റെ അർദ്ധായുസ്(half life period). ഒരു നിശ്ചിത അളവ് റേഡിയോ ആക്ടീവ പദാർത്ഥം ശോഷണം മൂലം പകുതിയായി കുറയാൻ എടുക്കുന്ന സമയമാണ് അതിന്റെ അർദ്ധായുസ്. ഒരു റേഡിയോ ആക്ടീവ മൂലകത്തിന്റെ സ്ഥിരതയെ ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ചിലതിന്റെ അർദ്ധായുസ് കേവലം പൈക്കോ (pico) സെക്കന്റുകളാണെങ്കിൽ മറ്റ് ചിലതിന്റേത് കോടിക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾവരെ നീളും. ദുർലഭ റേഡിയോ ആക്ടീവ മൂലകങ്ങളുടെ നിഷ്ക്കർഷണം ശാസ്ത്രജ്ഞരെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഒരു വലിയ വെല്ലുവിളിയായിരുന്നു. അതിനാലാണ് ക്യൂറി ദമ്പതികളുടെ ഈ രംഗത്തെ ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ശ്രദ്ധേയമായത്.

പൊളോണിയത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം

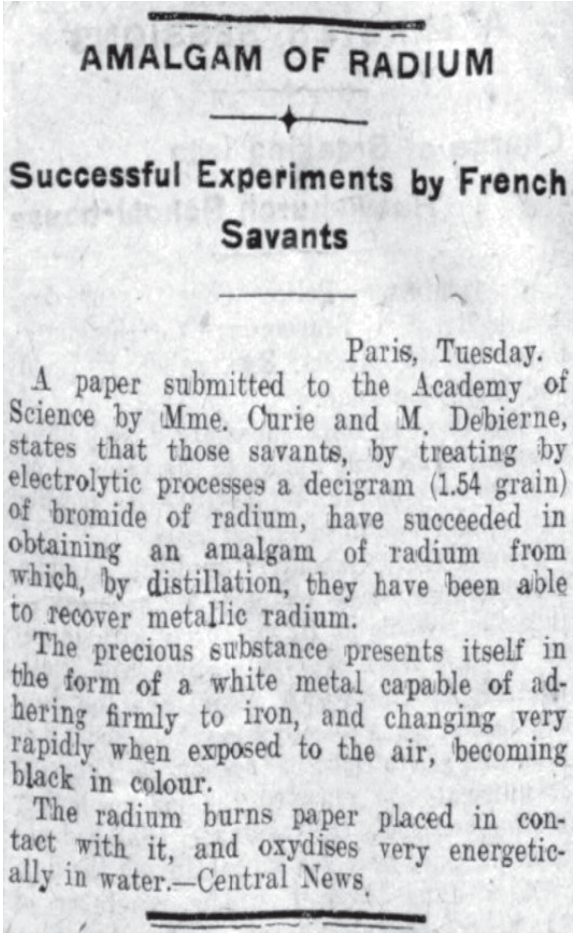
റേഡിയോ മെട്രിക്ക് സങ്കേതംവഴി ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട സ്വാഭാവിക റേഡിയോ ആക്ടീവ മൂലകമാണ് പൊളോണിയം. പൊളോണിയത്തിന്റെ ഗുണധർമങ്ങൾ മെൻഡലെയ്ഫ് 1870-ൽ തന്നെ പ്രവചിച്ചിരുന്നു. ബിസ്മത്തിനേക്കാൾ അണുഭാരം കൂടിയതും ടെല്യൂറിയത്തിനോട് സാമ്യമുള്ളതുമായ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടാത്ത ഒരു മൂലകത്തിനായി ഒരു സ്ഥാനം ആവർത്തനപട്ടികയിൽ ഒഴിച്ചിട്ടിരുന്നു. 'ഡവി ടെല്യൂറിയം' എന്നായിരുന്നു മെൻഡലെയ്ഫ് ആ മൂലകത്തിന് താത്ക്കാലികമായി നൽകിയ നാമം. വർഷങ്ങൾക്ക് ശേഷം പൊളോണിയം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ മെൻഡലെയ്ഫിന്റെ ഡവി. ടെല്യൂറിയം തന്നെയാണ് പൊളോണിയമെന്ന് തെളിഞ്ഞു. പൊളോണിയത്തിന്റെയും തുടർന്ന് റേഡിയത്തിന്റെയും കണ്ടുപിടിത്തം റേഡിയോ ആക്ടിവതയുടെ ചരിത്രത്തിലെ സുവർണരേഖകളായി നിലനില്ക്കുന്നു.

റേഡിയോ ആക്ടിവത എന്ന പ്രതിഭാസത്തിന്റെ സവിശേഷതകളാണ് മേരി ക്യൂറിയേയും ഭർത്താവായ പിയേർ ക്യൂറിയേയും ആ രംഗത്ത് ഗവേഷണം നടത്താൻ പ്രേരിപ്പിച്ചത്. മേരി-പിയേർ ദമ്പതികളുടെ ലബോറട്ടറി ലോഗ് ബുക്കിൽ നിന്നും ലഭിച്ച വിവരമനുസരിച്ച് 1897 ഡിസംബർ 10-ാം തീയതിയാണ് അവർ ബെക്വറൽ രശ്മികളിൽ(അങ്ങനെയാണ് റേഡിയോ ആക്ടീവ വികിരണങ്ങൾ അന്നറിയപ്പെട്ടിരുന്നത്) പഠനം തുടങ്ങിയത്. മേരി തന്നെയാണ് ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ചുക്കാൻ പിടിച്ചത്. അവർ പ്രദർശിപ്പിച്ച ആത്മാർത്ഥതയും, വിഷയത്തിന്റെ കാലികപ്രസക്തിയും പിയേർ ക്യൂറിയെ സ്വാധീനിച്ചു. തന്റേതായ ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഉപേക്ഷിച്ച് മേരിയുടെ ഗവേഷണത്തിനൊപ്പം ചേരാൻ പിയേർ തീരുമാനിച്ചു. കൃത്യമായി അളവുകൾ എടുക്കുക, ഫലങ്ങൾ പ്രോസസ് ചെയ്യുക എന്നിവ പിയേർ ഏറ്റെടുത്തു. റേഡിയോ ആക്ടീവ വികിരണങ്ങളുടെ തീവ്രത അളക്കാൻ മർദവൈദ്യുതപ്രഭാവ(Piezo electric effect)ത്തെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയതിന്റെ ബഹുമതി പിയേറിന് അവകാശപ്പെട്ടതായിരുന്നു. യുറാനിയം ഖനിജങ്ങളുടേയും ലവണങ്ങളുടേയും യുറാനിയം ലോഹത്തിന്റെയും വികിരണ തീവ്രത(radiation Intensity) യാണ് അവർ മുഖ്യമായും അളന്നത്. യഥാർത്ഥത്തിൽ ഇതായിരുന്നു അവരുടെ ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ കാതൽ. യുറാനിയം ലവണങ്ങൾക്കാണ് ഏറ്റവും കുറവ് വികിരണ തീവ്രത കണ്ടത്. യുറാനിയം ലോഹത്തിന് അതിൽ കൂടുതൽ ഉണ്ടായിരുന്നു. ഏറ്റവും കൂടുതൽ തീവ്രത നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടതാകട്ടെ, പിച്ച്ബ്ലെൻഡ് എന്ന യുറാനിയം ഖനിജത്തിലും. പിച്ച്ബ്ലെൻഡിൽ യുറാനിയത്തേക്കാൾ റേഡിയോ ആക്ടിവതയുള്ള ഒരു മൂലകം കലർന്നിരിക്കുന്നുവെന്ന സൂചനയാണ് ഈ ഫലങ്ങളിൽ നിന്ന് ലഭിച്ചത്. മറ്റൊരു പ്രധാനപ്പെട്ട വസ്തുത കൂടി ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്ന് മേരി ക്യൂറി മനസ്സിലാക്കി: റേഡിയോ ആക്ടിവത ഒരു മൂലകത്തിന്റെ നൈസർഗിക പ്രതിഭാസമാണ്; ആയത് മറ്റേതെങ്കിലും ദ്രവ്യവുമായോ ഊർജസ്രോതസ്സുമായോ മൂലകം പ്രതിപ്രവർത്തിച്ചതിന്റെ ഉൽപന്നമല്ല.

തങ്ങളുടെ പരികൽപന ക്യൂറി ദമ്പതികൾ പാരിസ് അക്കാദമി ഓഫ് സയൻസസിന്റെ പ്രൊസീഡിങ്സിൽ 1898 ഏപ്രിൽ 12-ാം തീയതി അവതരിപ്പിച്ചു. പിച്ച്ബ്ലെൻഡിൽ ഒളിച്ചിരിക്കുന്ന മൂലകത്തിനായുള്ള തെരച്ചിൽ ജി. ബെമോണ്ട്(G. Bemont) എന്ന കെമിസ്റ്റിന്റെ സഹായത്തോടെ ഏപ്രിൽ 14-ാം തീയതി തന്നെ ആരംഭിക്കുകയും ചെയ്തു. ജൂലൈ രണ്ടാംവാരം കഴിഞ്ഞതോടെ പിച്ച്ബ്ലെൻഡിന്റെ രാസവിശ്ലേഷണം പൂർത്തിയായി. പടിപടിയായി വേർതിരിച്ചെടുക്കപ്പെട്ട ഓരോ ഘടകത്തിന്റെയും ആക്ടിവത അതീവശ്രദ്ധയോടെ അവർ അളന്ന് തിട്ടപ്പെടുത്തി. അവയിൽ ബിസ്മത്ത് ലവണങ്ങൾ അടങ്ങിയ ഒരു ഘടകത്തിലാണ് ക്യൂറിമാർ ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിച്ചത്. അതിൽ നിന്നും ഉത്സർജിക്കപ്പെട്ട വികിരണങ്ങളുടെ തീവ്രത ശുദ്ധയുറേനിയത്തിൽനിന്ന് വന്നതിനേക്കാൾ 400 മടങ്ങായിരുന്നു. അതിൽ നിന്നും അജ്ഞാത മൂലകം ആ ഘടകത്തിലാണ് ഒളിച്ചിരിക്കുന്നതെന്ന് മേരി ക്യൂറി അനുമാനിച്ചു.

'പിച്ച്ബ്ലൻഡിൽ ഉൾച്ചേർത്തിരിക്കുന്ന നൂതന റേഡിയോ ആക്ടീവ പദാർഥത്തെപ്പറ്റി'(On a new radio active substance contained in pitchblend) എന്ന തലക്കെട്ടോടു കൂടിയ ഒരു റിപ്പോർട്ട് ജൂലൈ 18-ാം തീയതി ചേർന്ന പാരീസ് അക്കാദമി ഓഫ് സയൻസസിന്റെ ഒരു സെഷനിൽ അവരിരുവരും ചേർന്ന് അവതരിപ്പിച്ചു. ഇതുവരെ അറിയപ്പെടാത്തതും അതിശക്തമായ റേഡിയോ ആക്ടീവ സ്വഭാവമുള്ളതും ദുർലഭവുമായ ഒരു ലോഹത്തിന്റെ സൾഫർ യൗഗികം പിച്ച്ബ്ലെൻഡിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുക്കാനായി എന്ന് അതിലവർ അവകാശപ്പെട്ടു.

വിശ്ലേഷണാത്മക ഗുണധർമങ്ങളിൽ നിന്ന് ആ മൂലകം ബിസ്മത്തിന്റെ അയൽവാസി ആയിരിക്കുമെന്നാണ് തങ്ങൾ അനുമാനിക്കുന്നതെന്നും അവർ വെളിപ്പെടുത്തി. തങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടിത്തം ശാസ്ത്രീയമായി തെളിയിക്കപ്പെടുമ്പോൾ പുതിയ മൂലകത്തിന് 'പൊളോണിയം' എന്ന പേര് നൽകണമെന്നും അവർ നിർദ്ദേശിച്ചു. തന്റെ ജന്മനാടായ പോളണ്ടിനോടുള്ള സ്നേഹവും ബഹുമാനവും വെളിവാക്കാൻ വേണ്ടിയാണ് മേരി, പിയേറിന്റെ അനുമതിയോടെ പൊളോണിയം എന്ന പേര് അവതരിപ്പിച്ചത്. റേഡിയോമെട്രിയെന്ന പുതിയ സങ്കേതം ഉപയോഗിച്ചാണ് പൊളോണിയത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിഞ്ഞത്. പിന്നീട് വ്യവസ്ഥാപിതമായിതീർന്ന റേഡിയോ ആക്ടിവത(Radio activity) എന്ന പദം ആദ്യമായ അവതരിപ്പിക്കുന്നതും ക്യൂറി ദമ്പതികളാണ്.



AMALGAM OF RADIUM

Successful Experiments by French Savants

Paris, Tuesday.

A paper submitted to the Academy of Science by Mme. Curie and M. Debierne, states that those savants, by treating by electrolytic processes a decigram (1.54 grain) of bromide of radium, have succeeded in obtaining an amalgam of radium from which, by distillation, they have been able to recover metallic radium.

The precious substance presents itself in the form of a white metal capable of adhering firmly to iron, and changing very rapidly when exposed to the air, becoming black in colour.

The radium burns paper placed in contact with it, and oxydises very energetically in water.—Central News.

സ്പെക്ട്രൽ വിശ്ലേഷണ(Spectral analysis)ത്തിന്റെ ആവിർഭാവത്തോടെ കണ്ടറിയാനോ കൊണ്ടറിയാനോ അളന്നറിയാനോ ദുഷ്കരമായ മൂലകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം, എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാമെന്നായി. ഇപ്പോൾ ചരിത്രം ആവർത്തിക്കപ്പെട്ടു. പക്ഷെ സൂചക(indicator)ത്തിന്റെ ഭാഗം നിർവ്വഹിച്ചത് റേഡിയോ ആക്ടീവ വികരണങ്ങൾ ആയിരുന്നു. അവയുടെ വികിരണതീവ്രത റേഡിയോമെട്രിയിലൂടെ കൃത്യമായി അളക്കാം, താരതമ്യപ്പെടുത്താം. പൊളോണിയത്തിന്റെ തിരിച്ചറിവിന് ക്യൂറി ദമ്പതികൾ ആ ടൂൾ സമർഥമായി ഉപയോഗിച്ചു. എങ്കിലും അവരുടെ അനുമാനങ്ങൾ തീർത്തും കുറ്റമറ്റതായിരുന്നില്ല. ബിസ്മത്തും പൊളോണിയവും തമ്മിൽ രാസപരമായി സാദൃശ്യമുണ്ടാകുമെന്ന അവരുടെ നിർദ്ദേശമാണ് പാളിപ്പോയത്. ആവർത്തനപ്പട്ടിക ഒന്ന് ഓടിച്ച് നോക്കിയാൽപോലും, ബിസ്മത്തിനോട് സാമ്യമുള്ള അതിനേക്കാൾ ഉയർന്ന അണുഭാരമുള്ള ഒരു മൂലകത്തിന്റെ സാധ്യത വിരളമാണെന്ന് ആർക്കും ബോധ്യപ്പെടും. ക്യൂറിമാർക്ക് എന്തുകൊണ്ട് തെറ്റ് പറ്റി? പൊളോണിയം ശുദ്ധ ലോഹീയരൂപത്തിൽ നിഷ്ക്കർഷണം ചെയ്തെടുക്കാൻ അവർക്ക് കഴിഞ്ഞില്ല. അതിനാൽതന്നെ അതിന്റെ അണുഭാരം കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കാനും സാധിച്ചില്ല. കൂടാതെ പൊളോണിയത്തിന്റെയും ബിസ്മത്തിന്റെയും സ്പെക്ട്രൽ ലൈനുകളിലെ അന്തരം മനസ്സിലാക്കാനും പറ്റിയില്ല. അക്കാരണങ്ങളാൽ പൊളോണിയവും ടെല്യൂറിയവും തമ്മിലുള്ള രാസപരമായ സാമ്യം ക്യൂറിദമ്പതികളുടെ ശ്രദ്ധയിൽപ്പെടാതെപോയി. ഈ ചെറിയ പിഴവ് പിൽക്കാലത്ത് അവർക്ക് വിഷമതകൾ സൃഷ്ടിച്ചു.

അങ്ങനെ നോക്കുമ്പോൾ 1898 ജൂലൈ 18 പൊളോണിയത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന്റെ ആദ്യപടിയായി മാത്രമേ അംഗീകരിക്കാനാവൂ. കാലമേറെ കഴിഞ്ഞാണ് ആ കണ്ടുപിടിത്തം സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ടത്. പൊളോണിയത്തിന്റെ ഉയർന്ന വികിരണതീവ്രതയാണ് അതിന്റെ പഠനം ദുഷ്ക്കരമാക്കിയത്. പൊളോണിയത്തിന്റെ വികിരണത്തിൽ ആൽഫ രശ്മികൾ മാത്രമേയുള്ളൂ. ബീറ്റ രശ്മികളോ ഗാമ രശ്മികളോ ഇല്ല. ഇരിക്കുന്തോറും ആക്ടീവത കുറഞ്ഞുവരുന്നതായിരുന്നു, അന്നത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞർ കണ്ട മറ്റൊരു അസാധാരണത്വം. അക്കാലത്ത് അവർക്ക് സുപരിചിതമായിരുന്ന യുറാനിയത്തിനോ തോറിയത്തിനോ ഇത്തരം ഗുലുമാലുകളൊന്നും ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. അതിനാൽ പല ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കും പൊളോണിയത്തിന്റെ അസ്തിത്വത്തെ സംബന്ധിച്ച് സംശയമുണ്ടായിരുന്നു. ഏതോ ചില റേഡിയോ ആക്ടീവ പദാർഥങ്ങൾ ലേശം കലർന്ന സാധാരണ ബിസ്മത്ത് യൗഗികമാണ് ക്യൂറി ദമ്പതികൾക്ക് ലഭിച്ചതെന്ന് കരുതിയവരും അക്കൂട്ടത്തിൽ ഉണ്ടായിരുന്നു.

1902–ൽ ജർമൻ കെമിസ്റ്റായ ഡബ്ല്യു.മാർക്ക്വാൾഡ് (W.Markwald) രണ്ട് ടൺ യുറാനിയം അയിരിൽനിന്ന് ബിസ്മത്ത് ഘടകം വേർതിരിച്ചെടുത്തു. ബിസ്മത്ത് ബ്രോമൈഡ് ലായനിയിൽ ബിസ്മത്ത് ലോഹക്കമ്പി വച്ചപ്പോൾ അതിൽ റേഡിയോ ആക്ടിവതയുള്ള ഒരു പദാർഥം നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടു. അതൊരു പുതിയ മൂലകമാണെന്ന് ധരിച്ച് അദ്ദേഹം റേഡിയോ ടെല്ല്യൂറിയമെന്ന താൽക്കാലിക പേരും നൽകി. ആവർത്തനപട്ടികയിൽ(പഴയത്) 6–ാം ഗ്രൂപ്പിൽ ഒഴിഞ്ഞുകിടക്കുന്ന കള്ളിയിൽ ഇതിനെ വയ്ക്കാമെന്ന് മാക്ക്വാൾഡ് നിർദ്ദേശിച്ചു. അതിന്റെ പ്രതീക്ഷിത അണുഭാരം 210 ആണെന്നും അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു.

ക്യൂറി ദമ്പതികൾ റിപ്പോർട്ട് ചെയ്ത പൊളോണിയവും, മാക്ക്വാൾഡിന്റെ റേഡിയോ ടെല്ല്യൂറിയവും ഒന്നുതന്നെയോ എന്ന ചർച്ചകൾ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കിടയിൽ നടന്നു. ഒടുക്കം, അവ ഒന്നുതന്നെയെന്ന് എല്ലാവർക്കും ബോധ്യപ്പെട്ടു. അപ്പോൾ മറ്റൊരു പ്രശ്നം പൊന്തിവന്നു. പുതിയ മൂലകം കണ്ടുപിടിച്ചതിന്റെ ബഹുമതി ആർക്ക് നൽകും? ഭൂരിപക്ഷം ശാസ്ത്രജ്ഞരും ക്യൂറി ദമ്പതികളെ പിന്താങ്ങി. ക്യൂറി ദമ്പതികൾ പൊളോണിയം എന്ന മൂലകം കണ്ടുപിടിച്ചതായി രേഖപ്പെടുത്തി. 1912ൽ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ടെല്യൂറിയത്തിന്റെ താഴെ, ബിസ്മത്തിന്റെ വലതുഭാഗത്ത് ഒഴിച്ചിട്ടിരുന്ന കള്ളിയിൽ പൊളോണിയത്തിന്റെ Po എന്ന പ്രതീകം സ്ഥാനം പിടിച്ചു. രസതന്ത്ര ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് ഏതാണ്ട് അരനൂറ്റാണ്ട് കാലം പൊളോണിയം യൗഗികങ്ങൾ കൊണ്ട് തൃപ്തിപ്പെടേണ്ടി വന്നിരുന്നു. കാരണം 1946 -ൽ മാത്രമാണ് ശുദ്ധ പൊളോണിയം ലോഹം നിർമിക്കപ്പെട്ടത്. തുടർന്ന് അതിന്റെ രാസഭൗതിക ഗുണധർമങ്ങളും കൃത്യമായി നിർണയിക്കപ്പെട്ടു. മെൻഡ്ലേയ്ഫ് വർഷങ്ങൾക്ക് മുമ്പ് പ്രവചിച്ചതിൽനിന്നും ഗണ്യമായ അന്തരമൊന്നും കാണാൻ കഴിഞ്ഞില്ലെന്നത്, മെൻഡലേയ്ഫിന്റെ പട്ടികയുടെ ശാസ്ത്രീയതക്ക് അംഗീകാരമാകുന്നു.

റേഡിയത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം

ക്യൂറി ദമ്പതികളും ജി.ബെമോണ്ടും പിച്ച്ബ്ലെൻഡി ന്റെ വിശ്ലേഷണത്തിൽ മുഴുകിയപ്പോൾ, ബിസ്മത്ത് ഘട കത്തിനപ്പുറം മറ്റൊരു ഘടകത്തിലും ഉയർന്ന റേഡിയോ ആക്ടിവത കാണുകയുണ്ടായി. പൊളോണിയം നിഷ്ക്കർ ഷണം വിജയം കണ്ടതോടെ അവരുടെ ശ്രദ്ധ രണ്ടാമ ത്തെ ഘടകത്തിലേക്ക് തിരിഞ്ഞു. അതുവരെ വെളിച്ച ത്തുവരാത്ത മറ്റൊരു റേഡിയോ ആക്ടീവമൂലകം അ തിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുക്കാനാവുമെന്ന് അവർ പ്ര തീക്ഷിച്ചു. അതിന്റെ അസ്തിത്വത്തെപ്പറ്റി അവർക്ക് സം ശയം ലേശംപോലുമുണ്ടായിരുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടാണ് പുതിയ മൂലകത്തിന് 'റേഡിയം' എന്ന പേര് നിർദ്ദേശി ക്കാൻ അവർ ധൈര്യം കാണിച്ചത്. രശ്മി എന്ന് അർ ത്ഥം വരുന്ന 'റേഡിയസ്' എന്ന ലാറ്റിൻ വാക്കിൽ നിന്നാ ണ് റേഡിയം എന്ന പേര് ഉരുവായത്. 1898 ഡിസംബർ 26-ാം തീയതിയായിരുന്നു റേഡിയത്തിന്റെ ജനനം. കാ രണം അന്നായിരുന്നു പാരീസ് അക്കാദമി ഓഫ് സയൻ സസ് അംഗങ്ങൾ 'പിച്ച്ബ്ലെൻഡിലെ അതീവ റേഡി യോ ആക്ടിവതയുള്ള ഒരു പുതിയ പദാർഥത്തെപ്പറ്റി'(On a new highly radio active substance contained in pitchbl- end") എന്ന ക്യൂറി ദമ്പതികളുടെ റിപ്പോർട്ട് ശ്രവിച്ചത്. യുറാനിയം അയിരുകളുടെ അവശിഷ്ടത്തിൽനിന്ന് ബേറി യത്തിന്റെ ഗുണധർമങ്ങളോട് സാമ്യമുള്ള ഒരു പുതിയ മൂലകം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു പദാർഥം നിഷ്ക്കർഷണം ചെയ്തെടുക്കാൻ തങ്ങൾക്ക് കഴിഞ്ഞതായി അവർ പ്രസ്താവിച്ചു. ബേറിയം ക്ലോറൈഡിൽ കലർന്നിരുന്ന റേഡിയത്തിന്റെ ഭാരം, അതിന്റെ സ്പെക്ട്രം രേഖപ്പെടു ത്താൻ പര്യാപ്തമായിരുന്നു. അക്കാലത്തെ പ്രശസ്ത ഫ്രഞ്ച് സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പിസ്റ്റായിരുന്ന ഇ.ഡെമാർക്കേ (E. Demarcay)യാണ് വേർതിരിച്ചെടുക്കപ്പെട്ട പദാർഥ ത്തിന്റെ സ്പെക്ട്രത്തിൽ ഒരു പുതിയ മൂലകത്തിന്റെ സാ ന്നിധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്ന ലൈൻ നിരീക്ഷിച്ചത്. അങ്ങനെ ഒരേസമയം രണ്ട് വ്യത്യസ്ത മാർഗങ്ങൾ -റേഡിയോമെ ട്രിയും സ്പെക്ട്രോമെടിയും ഉപയോഗിച്ച് റേഡിയം എന്ന പുതിയ റേഡിയോ ആക്ടീവ മൂലകത്തിന്റെ കണ്ടു പിടിത്തം സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ടു.

സ്വാഭാവിക റേഡിയോ ആക്ടീവ മൂലകങ്ങൾക്കിട യിൽ റേഡിയത്തിന്റെ സ്ഥാനം(യുറേനിയവും തോറി യവും ഒഴിച്ചുനിർത്തിയാൽ) അതിപ്രധാനമാണ്. റേഡി യത്തിന്റെ അർദ്ധായുസ് 1600 വർഷമാണ്. യുറാനിയം അയിരിൽ റേഡിയത്തിന്റെ അളവ് പൊളോണിയത്തി നേക്കാൾ 4300 മടങ്ങ് വരും. റേഡിയത്തിന്റെ മറ്റൊരു സവിശേഷത, അതിൽ നിന്ന് റേഡൺ എന്ന വാതകം ഉത്സർജിക്കപ്പെടുന്നുവെന്നതാണ്. റേഡിയത്തെ സംബ ന്ധിച്ച എല്ലാ വിവരങ്ങളും താരതമ്യേന വേഗത്തിൽ ലഭ്യ മായതിനാൽ ആവർത്തനപട്ടികയിൽ സ്ഥാനം പിടി ക്കാൻ കടമ്പകൾ അധികം കടക്കേണ്ടിവന്നില്ല. സ്പെ ക്ട്രൽ പഠനങ്ങളും രാസവിശ്ലേഷണ പഠനങ്ങളും ആൽ ക്കലൈൻ ഏർത്ത് ഗ്രൂപ്പിൽപ്പെട്ട ഒരു മൂലകമാണ് റേഡി യം എന്ന് വ്യക്തമാക്കി. അതിന്റെ ആൽഫ വികിരണ തീവ്രത സാമാന്യം ഉയർന്നതാകയാൽ രാസപ്രക്രിയക ളിലെ അതിന്റെ നീക്കങ്ങൾ മോണിറ്റർ ചെയ്യാനും എളു പ്പമായിരുന്നു.

റേഡിയത്തിന്റെ അണുഭാരവും കൃത്യമായി നിർണ്ണ യിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. പോലീസുകാർ കുറ്റവാളിയെ പിടി ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന മാർഗങ്ങൾ തന്നെയാണ് പിച്ച് ബ്ലെൻഡിൽ ഒളിച്ചിരുന്ന പൊളോണിയത്തെയും റേഡി യത്തെയും കണ്ടുപിടിക്കാൻ ക്യൂറി ദമ്പതികളും ഉപ യോഗിച്ചത്.

പുതിയ വെല്ലുവിളി

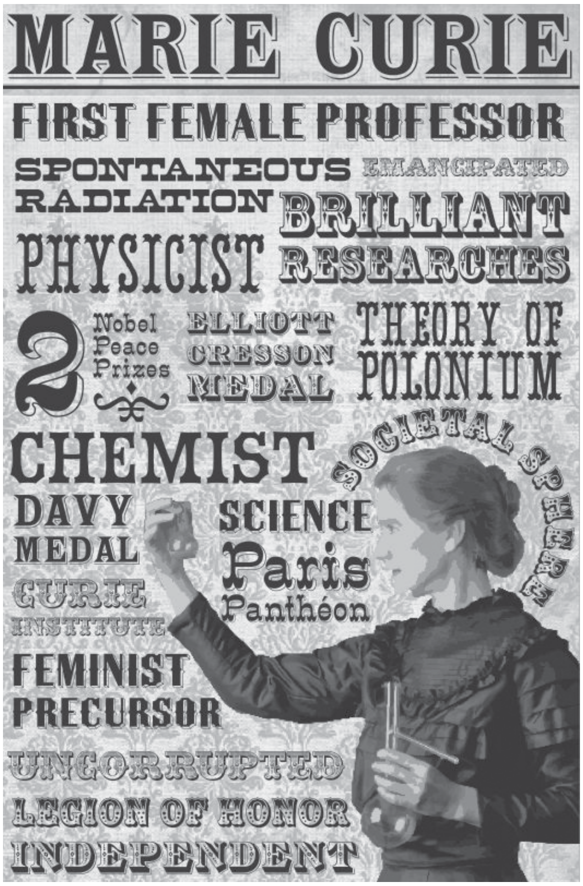
പൊളോണിയവും റേഡിയവും ശുദ്ധരൂപത്തിൽ നിർമിക്കുകയെന്നതാണ് ക്യൂറി ദമ്പതികൾ അഭിമുഖീ കരിച്ച മറ്റൊരു പ്രശ്നം. അതിന് പിച്ച്ബ്ലെൻഡ് വൻതോ തിൽ ആവശ്യമായിരുന്നു. ബൊഹീമിയൻ ഖനികളിൽ നിന്നാണ് അത് ലഭിച്ചിരുന്നത്. പക്ഷെ വൻതോതിൽ അവ വാങ്ങാനുള്ള സാമ്പത്തികശേഷിയോ, വാങ്ങി യാൽ തന്നെ സൂക്ഷിക്കാനുള്ള ഇടമോ അവർക്കുണ്ടാ യിരുന്നില്ല. പ്രാകൃതമെന്ന് പറയാവുന്ന ഒരു ലബോറട്ട റിയും പഴഞ്ചൻ ഉപകരണങ്ങളുമുപയോഗിച്ചാണ് കാര്യ ങ്ങൾ നടത്തിയിരുന്നത്. പണവും സ്ഥലവും തേടി മേരി ക്യൂറി രംഗത്തിറങ്ങി. പാരീസ് യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിൽ നി ന്ന് കാര്യമായ സഹായമൊന്നും ലഭിച്ചില്ല. തീവ്രശ്രമ ങ്ങളുടെ ഫലമായി, മൃഗങ്ങളെ കീറിമുറിക്കാൻ ഉപയോ ഗിച്ചിരുന്ന ഒരു പഴയ ഷെഡ് ലഭിച്ചു. മഴ വന്നാൽ ചോരു ന്ന, വെയിൽ വന്നാൽ പ്രകാശവും ചൂടും ഇഷ്ടംപോലെ കടന്നുവരുന്ന സിമിന്റിട്ട് തേയ്ക്കാത്ത തറയോടുകൂടിയ ആ ഷെഡ് മേരിയെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അത്യന്താ ധുനിക സൗകര്യങ്ങളുള്ള ലബോറട്ടറിതന്നെയായിരുന്നു. അനിതര സാധാരണ ബുദ്ധിശക്തിയും ഇച്ഛാശക്തിയും ആത്മാർത്ഥയും കഠിനാധ്വാനവും ഒത്തുചേർന്നപ്പോൾ പരിമിതികളും വൈഷമ്യങ്ങളും ആരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങളു മെല്ലാം നിഷ്പ്രഭമായി. ഏതോ ഒരു ഫാക്ടറി പരിസ രത്ത് പിച്ച്ബ്ലെൻഡിന്റെ അവശിഷ്ടം കെട്ടിക്കിടപ്പുണ്ടെ ന്ന് അവർ അറിഞ്ഞു. തന്റെ ഫാക്ടറി പരിസരത്ത് കിട ക്കുന്ന 'വെടക്ക്' ഒഴിവാക്കാൻ ഉടമയ്ക്ക് സന്തോഷമേ ഉണ്ടായിരുന്നുള്ളു. അങ്ങനെ റേഡിയം നിർമിക്കാനാവ

ശ്യമായ അസംസ്കൃത പദാർഥം കടത്തുകൂലി മാത്രം ചെലവാക്കി തങ്ങളുടെ പണിപ്പുരയിലെത്തിക്കാൻ അവർക്ക് കഴിഞ്ഞു.

45 മാസക്കാലം വിശ്രമരഹിതമായി പണിയെടുത്താണ് യുറാനിയം അയിരിന്റെ സംസ്കരണം പൂർത്തിയാക്കിയത്. ഏതാണ്ട് 10,000 തവണ ആംശിക ക്രിസ്റ്റലീകരണം നടത്തിയപ്പോഴാണ് 0.1 ഗ്രാം റേഡിയം ക്ലോറൈഡ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ ലഭിച്ചത്. ശാസ്ത്രചരിത്രത്തിലെ ഏറ്റവും ആവേശകരമായ ഗവേഷണപ്രവർത്തനമായിരുന്നു അത്. റേഡിയത്തെപ്പറ്റിയുള്ള കൂടുതൽ പഠനങ്ങൾക്ക് ഇത്രയും റേഡിയം ക്ലോറൈഡ് മതിയായിരുന്നു. റേഡിയത്തിന്റെ ആപേക്ഷിക അണു ദ്രവ്യമാനം(relative atomic mass) 225.9 യൂണിറ്റുകളാണെന്നും മേരി കണ്ടെത്തി, (226.02 എന്നാണ് ആധുനിക സങ്കേതങ്ങളുപയോഗിച്ച് ഇന്ന് നിർണ്ണയിച്ചിരിക്കുന്നത്).

റേഡിയമാണ് താരം

1903 ജൂൺ 25-ാം തീയതി സോർബോൺ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ ചെറിയ സ്റ്റുഡന്റ്സ് ഹാളിൽ മേരി ക്യൂറി 'റേഡിയോ ആക്ടീവ പദാർഥങ്ങളിലെ ഗവേഷണം' (Research on radio active substances) എന്ന പ്രബന്ധം അവതരിപ്പിച്ചു. ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കും സഹപ്രവർത്തകർക്കും പുറമേ പിയേർ ക്യൂറി, മേരിയുടെ സഹോദരി ബ്രോണിയ, മറ്റ് കുടുബാംഗങ്ങൾ തുടങ്ങിയവരും സന്നിഹിതരായ ഒരു പ്രൗഢ സദസ്സിന് മുമ്പിലാണ് പ്രബന്ധം അവതരിപ്പിക്കപ്പെട്ടത്. പരീക്ഷകരുടെ ചോദ്യങ്ങൾക്ക് സമുചിതമായ മറുപടികൾ നൽകാൻ മേരിക്ക് കഴിഞ്ഞു.



20-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ മഹത്തായ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിലൊന്നാണ് താൻ വെളിപ്പെടുത്തുന്നത് എന്ന ഭാവമൊന്നും മേരി പ്രകടിപ്പിച്ചില്ല. ചരിത്രത്തിൽ സ്ഥാനം പിടിച്ച ആ അവതരണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മേരി ക്യൂറിക്ക് ഡോക്ടറൽ ബിരുദം നൽകി സോർബോൺ യൂണിവേഴ്സിറ്റി ശാസ്ത്ര ലോകത്തിന്റെ ആദരവ് പിടിച്ചുപറ്റി.

നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരം

1903-ൽ മേരി ക്യൂറിയും പിയേർക്യൂറിയും ഫിസിക്സിനുള്ള നൊബേൽ സമ്മാനം ഹെന്റി ബെക്വറെലുമായി പങ്കിട്ടു. റേഡിയോ വികിരണം സംബന്ധിച്ച പഠനങ്ങൾക്കാണ് പുരസ്ക്കാരം നൽകപ്പെട്ടത്. എന്നാൽ നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരം തത്സമയം നേരിട്ടുപോയി വാങ്ങാൻ അനാരോഗ്യവും മറ്റും മൂലം അവർക്കായില്ല. സാമ്പത്തിക ബാധ്യതയാൽ കഷ്ടപ്പെട്ടിരുന്ന ക്യൂറി ദമ്പതികൾക്ക് നൊബേൽ മെഡലിനോടൊപ്പം ലഭിച്ച പണം ലേശം ആശ്വാസമേകി. 1904-ൽ പിയേർ ക്യൂറിയെ സോർബോൺ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിൽ പ്രൊഫസറായി നിയമിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ സഹായിയായി മേരിയും നിയമിക്കപ്പെട്ടു. ആ വർഷംതന്നെ അവരുടെ ആറ് വയസ്സുള്ള മൂത്തമകൾ ഐറിന് കൂട്ടായി ഒരു കുഞ്ഞനിയത്തി ഈവ് പിറന്നു.

റേഡിയം വ്യവസായം

പരീക്ഷണശാലയിൽ മാത്രമറിയപ്പെട്ടിരുന്ന റേഡിയം പെട്ടെന്ന് വാണിജ്യരംഗത്തും വ്യവസായമേഖലയിലും ചർച്ചാവിഷയമായി. 1904-ൽ ഫ്രാൻസിലെ ഒരു വ്യവസായി റേഡിയം ഉൽപാദനത്തിനായി ഒരു പണിപ്പുര സ്ഥാപിച്ചു. അവിടെ വന്ന് ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ തുടങ്ങാൻ ക്യൂറി ദമ്പതികളെ ക്ഷണിക്കുകയും ചെയ്തു. അവരുമായി കൂട്ടുകൂടാൻ തയ്യാറായി മറ്റ് ചില സംരംഭകരും മുന്നോട്ടുവന്നു. എന്നാൽ ക്യൂറിമാർ താൽപര്യം പ്രകടിപ്പിച്ചില്ല. റേഡിയം വികിരണങ്ങൾക്ക് കാൻസർ സെല്ലുകളെ നശിപ്പിക്കാനുള്ള ശക്തിയുണ്ടെന്ന് ഇതിനിടയിൽ കണ്ടെത്തി. ഈ വിവരം പുറത്തുവന്നതോടെ റേഡിയം ഉൽപാദനത്തിലും വിപണനത്തിലും വൻതുകകൾ നിക്ഷേപിക്കാൻ വ്യവസായ വാണിജ്യമേഖലകൾ മുന്നോട്ടുവന്നു. റേഡിയം ധാതുക്കളുടെ സാന്നിധ്യമുണ്ടെന്ന് സംശയിക്കപ്പെട്ട മലമ്പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് സന്ദർശകപ്രവാഹം തന്നെയുണ്ടായി. അടഞ്ഞുകിടന്ന പല ഖനികളും തുറന്നു. ക്യൂറിമാർക്ക് പിച്ച് ബ്ലെൻഡ് നൽകിയ ഖനികൾ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ജോച്ചിംസ്ഥാൽ(Joachimsthal) എന്നയിടത്ത് ടൂറിസ്റ്റുകൾക്കായി റേഡിയം പാലസ് എന്നൊരു ഹോട്ടൽ 1912-ൽ തുറന്നു. റേഡിയം ലവണങ്ങൾ കലർന്ന ജലത്തിൽ കുളിക്കുന്നത് ആരോഗ്യപ്രദമാണെന്ന മിഥ്യാപ്രചാരണത്തിൽ വീണ്, അതിനായി തയ്യാറാക്കിയ സ്നാനശാലകളിലേക്ക് ആളുകൾ ഇരച്ചുകയറി; റേഡിയം ലവണങ്ങൾ പൂശിയ, രാത്രിയിൽ ജ്വലിക്കുന്ന വസ്ത്രങ്ങൾ മോഡലുകളും നിശാനർത്തകികളും ധരിക്കാൻ തുടങ്ങി. എല്ലാത്തരം ഉപഭോഗവ സ്തുക്കളിലും പ്രത്യേകിച്ച് ആരോഗ്യവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടവയിൽ റേഡിയം ചേർത്തിട്ടുണ്ടെന്ന പരസ്യം അവയുടെ വിൽപന വർധിപ്പിച്ചു. ഒരു ഡോ. ആൽഫ്രെഡ് ക്യൂറി ഇത്തരം പരസ്യങ്ങളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടതാണ് വഴിത്തിരിവായത്. അങ്ങനെ ഒരു ഡോ. ക്യൂറി തങ്ങളുടെ കുടുംബത്തിൽ ഇല്ലെന്നും റേഡിയം

ലവണങ്ങളുടെ വകതിരിവില്ലാത്ത ഉപയോഗം അപകടകരമാണെന്നും സ്വന്തം അനുഭവങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മേരി പൊതുജനങ്ങളെ അറിയിച്ചു. ഉൽപന്നങ്ങൾക്ക്, ഹോട്ടലുകൾക്ക്, വ്യാപാരസ്ഥാപനങ്ങൾക്കെല്ലാം ക്യൂറി എന്ന പേർ ചേർക്കുന്നതും യൂറോപ്പിലും അമേരിക്കയിലും ഒരു ഫാഷനായി മാറി.

റേഡിയം ഉളവാക്കുന്ന കടുത്ത ആരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങൾ ശരിക്കും പുറത്തുവന്നത് 1930കളിലാണ്. റേഡിയം പൂശിയ സൂചികളോടുകൂടിയ വാച്ചുകൾ നിർമിക്കുന്ന ഫാക്ടറികളിലെ യുവതികളായ തൊഴിലാളികൾ('റേഡിയം ഗേൾസ്' എന്നാണ് അവർ അറിയപ്പെട്ടിരുന്നത്.) റേഡിയം വികിരണത്താൽ രോഗബാധിതരാവുകയും കുറഞ്ഞത് 15 യുവതികളെങ്കിലും മരണപ്പെടുകയും ചെയ്തു. ഇതിനുശേഷമാണ് റേഡിയം ഉപയോഗത്തിൽ നിയന്ത്രണം ഏർപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടുള്ള നിയമങ്ങൾ പ്രാബല്യത്തിൽ വന്നത്. എന്നാൽ ഈ സംഭവ വികാസങ്ങളിൽ ക്യൂറി ദമ്പതികൾക്ക് യാതൊരു പങ്കും ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. റേഡിയം ലോഹത്തിന്റെ വമ്പിച്ച വ്യവസായ സാധ്യതകൾ മനസ്സിലാക്കിയ സഹപ്രവർത്തകർ ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന്റെ പേറ്റന്റ് എടുക്കാൻ അവരെ പ്രേരിപ്പിച്ചു. എന്നാൽ പണത്തിന് ഏറെ ആവശ്യമുണ്ടായിരുന്നിട്ടും അതിനവർ വിസമ്മതിക്കുകയാണ് ചെയ്തത്. പൊതുസ്വത്തായ ശാസ്ത്രത്തെ സ്വന്തം കീശയിലാക്കാൻ അവർ തയ്യാറായിരുന്നില്ല.

വൈധവ്യം

1906 ഏപ്രിൽ 19ന് പീയേർ ക്യൂറി ഒരു വാഹന(കുതിരവണ്ടി) അപകടത്തിൽ പെട്ട് തൽക്ഷണം മരിച്ചു. ഇതിന്റെ ആഘാതം, മേരിയെ കുറച്ചുകാലത്തേക്ക് ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽനിന്ന് പിന്തിരിപ്പിച്ചു. അവരെ കർമരംഗത്തേക്ക് തിരിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്നതിൽ പ്രധാന പങ്ക് വഹിച്ചത് പിയേറിന്റെ ശിഷ്യനായിരുന്ന പോൾ ലാങ്ങ്വിൻ(Paul Langevin) എന്ന യുവശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു. അതിന്റെ പേരിൽ ഒട്ടേറെ ചീത്തപ്പേരും അവർ കേട്ടു.

രണ്ടാം നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരം

ക്രമേണ തന്റെ ശാസ്ത്രസപര്യയിലേക്ക് മടങ്ങിവന്ന മേരി, റേഡിയം ശുദ്ധരൂപത്തിൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നതിനുള്ള ശ്രമത്തിൽ മുഴുകി. മേരിയുടെയും പിയേറിന്റെയും ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ സഹായിക്കുകയും ആക്ടിനിയം എന്ന മൂലകം കണ്ടുപിടിക്കുകയും ചെയ്ത യുവ ഫ്രഞ്ച് രസതന്ത്രജ്ഞൻ ആന്ദ്രേ ഡെബിയേൺ(André Debierne) മേരിക്ക് പിന്തുണ നൽകി. 1910 സെപ്റ്റംബർ 7ന് ആ ശ്രമം വിജയം കണ്ടു. ഇരുവരും ചേർന്ന് 0.106 ഗ്രാം റേഡിയം ക്ലോറൈഡ് അടങ്ങിയ ലായനി വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കി. മെർക്കുറി കാഥോഡിൽ റേഡിയം നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടു. അങ്ങനെ ലഭ്യമായ റേഡിയം അമാൽഗം ഹൈഡ്രജൻ വാതക പ്രവാഹത്തിൽ തപിപ്പിച്ചപ്പോൾ വെള്ളിപോലെ വെട്ടിത്തിളങ്ങുന്ന ലോഹത്തരികൾ പാത്രത്തിനടിയിൽ ലഭ്യമായി. ആദ്യമായി ശുദ്ധരൂപത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെട്ട റേഡിയോ ആക്ടീവ മൂലകം എന്ന ബഹുമതിക്ക് റേഡിയം അർഹമായി. ശാസ്ത്രത്തിന്റെയും ശാസ്ത്രീയ മാർഗത്തിന്റെയും വിജയത്തിന്റെ ഉത്തമ മാതൃകയായി റേഡിയത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം ഇന്നും വാഴ്ത്തപ്പെടുന്നു.

റേഡിയം ലോഹം ശുദ്ധമായ രൂപത്തിൽ വേർതിരിച്ചെടുത്തതിനും അതിന്റെ രസതന്ത്രം പഠിച്ചതിനും നൽകിയ സംഭാവനകളെ മാനിച്ച് 1911-ൽ രസതന്ത്രത്തിനുള്ള നൊബേൽ സമ്മാനം മേരി ക്യൂറിക്ക് നൽകപ്പെട്ടു. നൊബേൽ പുരസ്കാരം നേടുന്ന ആദ്യ വനിത എന്ന ബഹുമതി നേരത്തേതന്നെ കരസ്ഥമാക്കിയ മേരി ക്യൂറിക്ക്, രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ശാസ്ത്രവിഷയങ്ങളിൽ നൊബേൽ സമ്മാനം നേടിയ ഒരേയൊരു വ്യക്തിയെന്ന ബഹുമതിയും ലഭ്യമായി. ആ റെക്കാർഡ് ഇന്നും ഭേദിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. റേഡിയോ ആക്ടീവ വികിരണം പ്രസരിക്കുന്നതുപോലെ മേരിയുടെ പ്രശസ്തി ലോകമെമ്പാടും വ്യാപിച്ചു. യൂണിവേഴ്സിറ്റികൾ, അക്കാദമികൾ, ഗവേഷണസ്ഥാപനങ്ങൾ എന്തിന് ചില ഭരണകൂടങ്ങൾവരെ ബിരുദങ്ങളും മെഡലുകളും സ്ഥാനമാനങ്ങളും അവർക്ക് വാഗ്ദാനം ചെയ്തു. എന്നാൽ അവ സ്വീകരിക്കാനുള്ള സമയമോ മനസ്സോ അവർക്കുണ്ടായിരുന്നില്ല. ഇതൊക്കയാണെങ്കി ലും ഫ്രഞ്ച് അക്കാദമി ഓഫ് സയൻസിൽ അവർക്ക് അംഗത്വം ലഭിച്ചില്ല. സ്ത്രീ ആയതുകൊണ്ട് എന്നല്ലാതെ മറ്റൊരു കാരണവും അതിന് കണ്ടെത്താനാവില്ല. സ്ത്രീ ആയതിനാൽത്തന്നെ അന്നത്തെ സമൂഹത്തിൽ നിന്നും മാധ്യമങ്ങളിൽ നിന്നും കടുത്ത എതിർപ്പുകളും അവർക്ക് നേരിടേണ്ടി വന്നിട്ടുണ്ട്.

പിച്ച്ബ്ലെൻഡ്

ശാസ്ത്ര വിദ്യാർഥികളായ ഒട്ടേറെ യുവതികളെ ഗവേഷണരംഗത്തേക്ക് കൊണ്ടുവരുവാൻ അവർക്ക് കഴിഞ്ഞു. വിദ്യാർഥികളും സഹപ്രവർത്തകരും 'ഔവർ ലേഡി ഓഫ് റേഡിയം'(Our Lady of Radium) എന്നാണ് അവരെ ഔപചാരികമായി അഭിസംബോധന ചെയ്തിരുന്നത്.

ചരമം

റേഡിയോ ആക്ടീവ വസ്തുക്കളുമായി നിരന്തരം ഇടപഴകിയതുമൂലം അവയുടെ ശോഷണം പോലെ മേരി ക്യൂറിയുടെ ആരോഗ്യവും ശോഷണത്തിന് വിധേയായി. പല മാരകരോഗങ്ങളും അവരെ പിടികൂടി. ആരോഗ്യം ക്രമേണ തകർന്ന് 1934-ൽ അവർ ചരമമടഞ്ഞു. "ആത്മബലം, ചിന്താശുദ്ധി, ത്യാഗമനഃസ്ഥിതി, വസ്തുനിഷ്ഠത, ഒരിക്കലും തെറ്റാത്ത വിവേചനബുദ്ധി ഇതെല്ലാം ഒരു വ്യക്തിയിൽ സമ്മേളിച്ചുകാണുക എന്നത് അപൂർവ്വം." മേരി ക്യൂറിയെപ്പറ്റി ഈ വാക്കുകൾ പറഞ്ഞത് മറ്റാരുമല്ല, മഹാനായ ആൽബർട് ഐൻസ്റ്റൈൻ തന്നെ.

km_p tPmk
sabu9656@gmail.com

റേഡിയോ ആക്ടീവ് മേരി

നവംബർ 7 മേരി ക്യൂറിയുടെ നൂറ്റി അൻപതാം ജന്മദിനമാണ്. ഊർജതന്ത്രത്തിലും രസതന്ത്രത്തിലും നൊബേൽ പുരസ്കാരം കരസ്ഥമാക്കിയ ഈ പ്രതിഭാശാലി 1867 നവംബർ 7ന് പോളണ്ടിലാണ് ജനിച്ചത്. ജീവിതം മുഴുവൻ പരീക്ഷണശാലയിൽ ചെലവഴിക്കാനാഗ്രഹിച്ച മേരി തന്റെ വിവാഹവേളയിൽ ധരിക്കാൻ പോലും ഇരുണ്ട (നീല)നിറത്തിലുള്ള വസ്ത്രമാണ് തെരഞ്ഞെടുത്തത്. കാരണം, ആ വസ്ത്രം പരീക്ഷണശാലയിലും ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുമല്ലോ. പരീക്ഷണശാലയിൽ രാസവസ്തുക്കൾ പുരണ്ടുണ്ടാകുന്ന കറയും പാടുകളും കടുംനിറത്തിലുള്ള വസ്ത്രത്തിൽ അധികം ദൃശ്യമാകില്ലല്ലോ. ലളിത ജീവിതം നയിച്ചിരുന്ന മേരിക്ക് വിരലിൽ എണ്ണാൻ കഴിയുന്നത്ര വസ്ത്രങ്ങളേ ഉണ്ടായിരുന്നുള്ളൂ. അവയാകട്ടെ ഒരേ നിറത്തിലുള്ളവയും.

ഇരട്ട നൊബേൽ പുരസ്കാരം കരസ്ഥമാക്കിയ ആദ്യ വ്യക്തിയും ഏക വനിതയും മേരി സ്ക്ലൊഡോവ്സ്ക ക്യൂറിയാണ്. രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ശാസ്ത്രശാഖകളിൽ നൊബേൽ പുരസ്കാരം നേടിയ ഏക വ്യക്തിയും. ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിനുള്ള നൊബേൽ പുരസ്കാരം 1903ൽ ഭർത്താവ് പിയേർ ക്യൂറിക്കും, ഹെൻ റി ബെക്കറലിനുമൊപ്പവും രസതന്ത്രത്തിനുള്ള നൊബേൽ പുരസ്കാരം 1911ൽ ഒറ്റയ്ക്കും അവർ നേടി. നൊബേൽ പുരസ്കാരം ക്യൂറിയുടെ കുടുംബ സ്വത്താണെന്ന് വേണമെങ്കിൽ പറയാം. ഭർത്താവ് പിയേറിന് പുറമേ മകൾ ഐറിനും മകളുടെ ഭർത്താവ് ഫ്രെഡെറിക് ഷോളിയോയും നൊബേൽ പുരസ്കാര ജേതാക്കളാണ്.

മേരിയുടെ ജനനസമയത്ത് റഷ്യൻ ഭരണത്തിന് കീഴിലായിരുന്നു പോളണ്ട്. വാഴ്സയിലാണ് മേരിയുടെ കുട്ടിക്കാലവും വിദ്യാഭ്യാസവും. 24-ാമത്തെ വയസ്സിൽ പാരീസിലെത്തി പഠനം തുടർന്നു. പാരീസിലാണ് മേരിയുടെ ഉപരിപഠനങ്ങളൊക്കെയും നടന്നത്. ഗവേഷണാവശ്യങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടാണ് മേരി ഫ്രാൻസ്കാരനായ പിയേറിനെ പരിചയപ്പെടുന്നത്. പിയേറിന്റെ ചെറിയ ലബോറട്ടറിയിൽ മേരിക്കും ഗവേഷണത്തിനായി ഒരിടം ലഭിച്ചു. മേരിയുടെ ബുദ്ധിശാലിത്വത്തിലും വ്യക്തിത്വത്തിലും ആകൃഷ്ടനായ പിയേർ വിവാഹാഭ്യർഥന നടത്തിയെങ്കിലും എത്രയും വേഗം ഉപരിപഠനം പൂർത്തിയാക്കി ഡോക്ടറേറ്റ് കരസ്ഥമാക്കാൻ പിയേറിനെ ഉപദേശിക്കുകയാണ് മേരി ചെയ്തത്. പാരീസിൽ നിന്ന് ഊർജതന്ത്രത്തിലും രസതന്ത്രത്തിലും ബിരുദാനന്തര ബിരുദം

നേടിയ മേരി 1894ൽ പോളണ്ടിലേക്ക് തിരിച്ചുപോയി. എന്നാൽ പോളണ്ടിലെ യൂണിവേഴ്സിറ്റികളുടെ സ്ത്രീവിരുദ്ധത കാരണം മേരിക്ക് അവിടെയൊരിടത്തും ജോലി ലഭിച്ചില്ല. തുടർന്ന് മേരി ഫ്രാൻസിലേക്ക് തിരിച്ചുവന്നു. തൊട്ടടുത്ത വർഷം തന്നെ–1895ൽ–മേരിയും പിയേറും തമ്മിലുള്ള വിവാഹ വും നടന്നു. ലളിതവും മത രഹിതവുമായിരുന്നു വിവാ ഹം.

ഹെന്റി ബെക്കറൽ(Henri Becquerel) കണ്ടുപിടിച്ച റേഡിയോ ആക്ടീവതയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടായിരുന്നു മേരിയുടെ ഗവേഷണം. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്ന പേര് തന്നെയും മേരിയുടെ സംഭാവനയായിരുന്നു. വിവാഹ ശേഷം പിയേറും മേരിയുടെ ഗവേഷണത്തിൽ പങ്കാളിയായി. ഗവേഷണത്തിലുള്ള മേരിയുടെ താത്പര്യവും പ്രസ്തുത വിഷയത്തിന്റെ സാധ്യതകളും മനസ്സിലാക്കിയ പിയേർ അതുവരെ നടത്തിയിരുന്ന ക്രിസ്റ്റലോഗ്രഫി ഗവേഷണം വിട്ട് മേരിക്ക് പിന്തുണ നൽകുകയായിരുന്നു. എന്നാൽ ഗവേഷണത്തിന്റെ ആശയം മേരിയുടെ സ്വന്തമായിരുന്നു. എന്നിരുന്നാലും പിയേറുമായി ഇത് പങ്ക് വയ്ക്കുന്നതിൽ മേരിക്ക് യാതൊരു ബുദ്ധിമുട്ടുമുണ്ടായില്ല. അതുവരെയും അറിയപ്പെടാതിരുന്ന രണ്ട് റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകങ്ങൾ -പൊളോണിയവും റേഡിയവും- കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് മേരിയുടെ ഗവേഷണത്തിന് കഴിഞ്ഞു. എന്നാൽ 1903ലെ ഭൗതികശാസ്ത്ര നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരത്തിന് ബെക്കറലിന്റെയും പിയേറിന്റെയും പേരുകൾ മാത്രമാണ് ആദ്യം നിർദേശിക്കപ്പെട്ടത്. സ്ത്രീ ആയതുകൊണ്ട് മേരിയെ പരിഗണിച്ചില്ലെന്നതാണ് വാസ്തവം. ഇത്തരമൊരു വിഷയത്തിൽ സ്വതന്ത്ര ഗവേഷണം നടത്താൻ ഒരു സ്ത്രീക്ക് കഴിയില്ലെന്നായിരുന്നു അക്കാലത്തെ ശാസ്ത്ര സമൂഹം കരുതിയിരുന്നത്. സ്ത്രീകൾക്കും ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിൽ ക്രിയാത്മകമായ പങ്ക് വഹിക്കാനാവുമെന്ന് സമ്മതിച്ചുകൊടുക്കാൻ അക്കാലത്ത് ഒരാളിനുമാവുമായിരുന്നില്ല. ഒടുക്കം, പിയേറിന്റെ ശക്തമായ വിയോജിപ്പിന് മുന്നിൽ മറ്റ് മാർഗങ്ങളില്ലാതെ 1903ലെ ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിനുള്ള നൊബേൽ പുരസ്ക്കാര പട്ടികയിൽ ബെക്കറലിനും പിയേറിനുമൊപ്പം മേരിയുടെ പേരും ഉൾപ്പെടുത്തുകയായിരുന്നു. സമ്മാനത്തുകയിൽ പാതി ബെക്കറലിനും ബാക്കി പാതി ക്യൂറി ദമ്പതികൾക്കും. എന്നാൽ പുരസ്ക്കാരം സ്വീകരിക്കാൻ സ്റ്റോക്ക്ഹോമിലേക്ക് പോകാൻ മേരിയും പിയേറും തയ്യാറായില്ല. പങ്കെടുക്കാനും പ്രഭാഷണങ്ങളും മറ്റുമായി ഏറെനാൾ അവിടെ തങ്ങാനും, തങ്ങളുടെ അധ്യാപന ഉത്തരവാദിത്തങ്ങളും മേരിയുടെ ശാരീരികമായ അവശതകളും മൂലം പ്രയാസമുണ്ടെന്ന് വിശദീകരിച്ച് നോബൽ സമിതിക്ക് 1903 നവംബർ 19ന് പിയേർ കത്തെഴുതി. 1905ലാണ് അവർ ഇരുവരും സ്വീഡനിലെത്തി നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരം സ്വീകരിച്ചത്.

ഫ്രഞ്ച് പൗരത്വം സ്വീകരിച്ചെങ്കിലും പോളണ്ട് ദേശീയതയോടുള്ള ആദരവ് മേരി എന്നും നിലനിർത്തിയിരുന്നു. തന്റെ മക്കളെ പോളിഷ് ഭാഷ പഠിപ്പിക്കുന്നതിലും അവരെ പോളണ്ട് സന്ദർശനത്തിന് അയയ്ക്കുന്നതിലും മേരി ശ്രദ്ധിച്ചിരുന്നു. 1898ൽ മേരി ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിച്ച റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകത്തിന് പൊളോണിയം എന്ന പേര് നൽകിയതും ഇക്കാരണത്താലാണ്.

റേഡിയോ ആക്ടിവതയുള്ള രാസവസ്തുക്കൾ അവയുടെ അപകട സാധ്യതകളെപ്പറ്റി ധാരണകളേതുമില്ലാതെ തുടർച്ചയായി കൈകാര്യം ചെയ്തതിനാൽ ഇരുവരുടെയും ആരോഗ്യം ക്ഷയിക്കാൻ തുടങ്ങിയിരുന്നു. തങ്ങളുടെ ശരീരത്തിലുള്ള വ്രണങ്ങളുടെ സ്വഭാവത്തിൽ നിന്ന് റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി കോശങ്ങളുടെ ചികിത്സയ്ക്കായി ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് അവർ മനസ്സിലാക്കിയെങ്കിലും അതിനുമപ്പുറം അതിന് ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാകാനും കഴിയുമെന്ന് അവരോ ലോകമോ അന്ന് മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നില്ല. 1906ൽ ഒരു കുതിരവണ്ടി അപകടത്തിൽ പിയേർ ആകസ്മികമായി കൊല്ലപ്പെട്ടു. വഴിയിൽ തെന്നിവീണ അദ്ദേഹത്തിന് മേൽ കുതിരവണ്ടി കയറുകയായിരുന്നു. റേഡിയേഷൻ മൂലം ദുർബലമായിത്തീർന്ന ശാരീരിക സ്ഥിതിയായിരുന്നു വീഴ്ചയ്ക്ക് കാരണം. മേരിയെ പാടേ തകർത്തുകളഞ്ഞ ഒരു സംഭവമായിരുന്നു അത്.

പാരീസ് യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിൽ പിയേറിനായി തുടങ്ങിയ 'ചെയർ ഓഫ് ഫിസിക്സ്' എന്ന സ്ഥാനം, പിയേറിന്റെ വിയോഗത്തെത്തുടർന്ന് അധികൃതർ മേരിക്ക് വാഗ്ദാനം ചെയ്തു. അങ്ങനെ പാരീസ് യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ ആദ്യ വനിതാ പ്രൊഫസറായി മേരി ചുമതലയേറ്റു. സോൾവേ കോൺഫറൻസിൽ പങ്കെടുത്ത ആദ്യ വനിതയും മേരിയാണ്.

മേരിയുടെ നേതൃത്വത്തിലാണ് ലോകത്താദ്യമായി റേഡിയേഷൻ തെറാപ്പി ഒരു ചികിത്സാ സമ്പ്രദായമായി ആരംഭിക്കുന്നത്. ഒന്നാം ലോകമഹയുദ്ധ കാലത്ത് വിവിധ ആശുപത്രികളിലായി ഇരുന്നൂറിൽപരം റേഡിയോളജി യൂണിറ്റുകളും 20 മൊബൈൽ യൂണിറ്റുകളും മേരി സ്ഥാപിച്ചു. അക്കാലത്ത് മേരിയുടെ സേവനം യുദ്ധ മുഖങ്ങളിൽവരെ എത്തിയിരുന്നു. മേരിയോടൊപ്പം മൂത്ത മകൾ ഐറിനും സേവനനിരതയായി യുദ്ധമുഖത്ത് തന്നെയുണ്ടായിരുന്നു.

പിയേറിനോടുള്ള സ്നേഹത്തിന്റെ സ്മാരകമായി ഒരു റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ലബോറട്ടറി സ്ഥാപിക്കാൻ മേരി ആഗ്രഹിച്ചു. പാരീസിലും വാഴ്സയിലും മേരി സ്ഥാപിച്ച ക്യൂറി ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഇന്ന് ലോകത്തിലെ തന്നെ മികച്ച ഗവേഷണ സ്ഥാപനങ്ങളാണ്. ഒരു സ്ത്രീ ആയതിനാലും ഈശ്വരവിശ്വാസിയല്ലാത്തതുകൊണ്ടും മേരിയുടെ കഴിവുകൾ അംഗീകരിക്കാൻ യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങൾ പൊതുവേ വിമുഖത കാണിച്ചിരുന്നു. ഫ്രഞ്ച് ഗവണ്മെന്റ് ഏറെ വൈകി 'ലീജിയൺ ഓഫ് ഓണർ' പുരസ്കാരം നൽകാൻ തയ്യാറായെങ്കിലും മേരി അത് നിരസിക്കുകയാണുണ്ടായത്. അമേരിക്കയാണ് മേരിയുടെ പ്രതിഭയെ സർവാത്മനാ ആദരിച്ച ഒരു രാജ്യം. തുടർ ഗവേഷണങ്ങൾക്ക് ഒരു തരി റേഡിയം പോലും കൈവശമില്ലായിരുന്ന അവർക്ക് അമേരിക്കൻ പ്രസിഡണ്ട് 1921ൽ ഒരു ഗ്രാം റേഡിയം സമ്മാനിച്ചു. ഒരു ഗ്രാം റേഡിയത്തിന് അന്ന് ഒരു ലക്ഷം ഡോളർ മൂല്യമുണ്ടായിരുന്നു എന്നോർക്കണം. തന്റെ പക്കലുള്ള റേഡിയവും നൊബേൽ പുരസ്ക്കാര തുകയും മെഡലുകളുമെന്നല്ല തന്റെ സമ്പാദ്യം മുഴുവനും ക്യൂറി ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂ ട്ടിന് വേണ്ടിയും യുദ്ധമുഖത്തെ സേവനങ്ങൾക്ക് വേ ണ്ടിയും വിനിയോഗിക്കുകയാണ് മേരി ചെയ്തത്.

റേഡിയോ ആക്ടിവതയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിരന്തരം മുഴുകിയതിനാൽ മേരിയുടെ അന്ത്യം അമിത റേഡിയേഷൻ കാരണമുണ്ടായ ക്യാൻസർ (Plastic Anemia) മൂലമായിരുന്നു. 1934 ജൂലൈ 4ന്

സോൾവേ കോൺഫറൻസിൽ പങ്കെടുത്ത ശാസ്ത്രജ്ഞ സംഘം: ഏക വനിതയായി മേരി ക്യൂറിയും

66-ാമത്തെ വയസിൽ മേരി ക്യൂറി അന്തരിച്ചു. റേഡിയേഷൻ തെറാപ്പിയിലൂടെ കോടിക്കണക്കിനാളുകളുടെ വേദന ഭേദമാക്കിയ മേരിയുടെ ജീവിതം തന്നെയായിരുന്നു അവർ ലോകത്തിന് നൽകിയ ഏറ്റവും വലിയ സംഭാവനയും സന്ദേശവും.

മേരിയുടെ അസോസിയേറ്റായി പ്രവർത്തിച്ചിരുന്ന ഫ്രെഡറിക് ഷോളിയോയാണ് മേരിയുടെ മൂത്ത മകൾ ഐറിനെ വിവാഹം ചെയ്തത്. കൃത്രിമ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്നതായിരുന്നു ഇരുവരുടെയും ഇഷ്ട ഗവേഷണ വിഷയം. ആർട്ടിഫിഷ്യൽ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി വികസിപ്പിച്ചതിന് ഇരുവർക്കും 1935ലെ ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിനുള്ള നൊബേൽ പുരസ്കാരം ലഭിച്ചു. രക്താർബുദം ബാധിച്ചായിരുന്നു ഐറിന്റെ മരണം.

മേരിയുടെ ഇളയ മകൾ ഈവ് പത്രപ്രവർത്തകയും സംഗീതജ്ഞയുമായിരുന്നു. ഈവിന്റെ ഭർത്താവ് ഹെന്റി ലബോയ്സും(Henry Richardson Labouisse, Jr) നൊബേൽ പുരസ്കാരജേതാവാണെന്ന് പറയാം. യൂനിസെഫിന് സമാധാനത്തിനുള്ള 1965ലെ നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരം ലഭിച്ചപ്പോൾ അദ്ദേഹമായിരുന്നു അതിന്റെ ഡയറക്ടർ.

പുതിയ മൂലകങ്ങൾ

വിൽഹെം റോൺജൻ(Wilhelm Roentgen) 1895ൽ എക്സ്-റേ കണ്ടെത്തി. എന്നാൽ എക്സ്-കിരണങ്ങൾ എങ്ങനെയാണ് സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നതെന്ന് അദ്ദേഹത്തിന് മനസ്സിലായിരുന്നില്ല. യുറാനിയം ലവണങ്ങളിൽ നിന്നും റേഡിയേഷൻ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടെന്നും എന്നാൽ ഈ വികിരണങ്ങൾ സ്ഫുരദീപ്തി(ഫോസ്ഫോറസെൻസ്) പോലെ ഒരു ബാഹ്യ ഊർജ ഉറവിടത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം കൊണ്ടല്ലെന്നും പിന്നീട്(1896) അദ്ദേഹത്തിന് മനസ്സിലായി. ഈ രണ്ട് കണ്ടുപിടത്തങ്ങളും മേരിയെ സ്വാധീനിച്ചു. ബെക്കറലിന്റെ യുറാനിയം കിരണങ്ങൾ തന്റെ ഗവേഷണത്തിനുള്ള വിഷയമായി മേരി തെരഞ്ഞെടുത്തു. പിയേറും സഹോദരനും ചേർന്ന് 15 വർഷം മുമ്പ് കണ്ടുപിടിച്ച ഇലക്ട്രോമീറ്റർ എന്ന ഉപകരണമുപയോഗിച്ചാണ് യുറാനിയം കിരണങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം മേരി നടത്തിയത്. ഒരു ബാഹ്യസ്രോതസ്സിന്റെ സഹായമില്ലാതെയാണ് ഈ വികിരണങ്ങൾ പുറപ്പെടുന്നതെന്നും യുറാനിയത്തിന്റെ ആറ്റത്തിനുള്ളിൽ നിന്നും വികിരണങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടെന്നും കണ്ടുപിടിച്ചത്, വിഭജിക്കാൻ കഴിയാത്ത ദ്രവ്യരൂപമാണ് ആറ്റമെന്ന ധാരണ തിരുത്തിക്കുറിക്കുന്നതിന് കാരണമായി, അഥവാ, ആറ്റത്തെ വിഭജിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന പരികൽപനയ്ക്ക് ഊർജം പകരുന്നതായി.

യുറാനിയം ധാതുക്കളായ പിച്ച്ബ്ലെൻഡ്(pitchblende), ചാൽകോലൈറ്റ്(chalcolite) എന്നിവയാണ് പഠനത്തിനായി മേരി ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയത്. ഇലക്ട്രോമീറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്ന് പിച്ച് ബ്ലെൻഡ് യുറാനിയത്തേക്കാൾ നാല് മടങ്ങും ചാൽക്കോലൈറ്റ് രണ്ട് മടങ്ങും പ്രതിപ്രവർത്തന ശേഷിയുള്ളതാണെന്ന് മേരി കണ്ടെത്തി. അതായത് പ്രസ്തുത ധാതുകളിൽ യുറാനിയത്തിന് പുറമെ യുറാനിയത്തേക്കാൾ ആക്ടിവ് ആയ മറ്റേതെങ്കിലും മൂലകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യമുണ്ടാകാം. വികിരണങ്ങൾ ഉത്സർജിക്കുന്ന ഈ പദാർഥത്തെ കുറിച്ചായി തുടർന്ന് മേരിയുടെ പഠനം. ഈ ധാതുക്കളിൽ തോറിയത്തിന്റെ സാന്നിധ്യമുണ്ടെന്ന് മേരി 1898ൽ കണ്ടുപിടിച്ചു.

ഫ്രഞ്ച് അക്കാഡമി ഓഫ് സയൻസസിൽ 1898 ജൂലൈ 18ന് അവതരിപ്പിച്ച പ്രബന്ധത്തിലൂടെ(*On a new substance, radioactive,contained in pitchblende*) ഒരു പുതിയ മൂലകത്തിന്റെ കണ്ടെത്തൽ മേരിയും പിയേറും ലോക സമക്ഷം പ്രഖ്യാപിച്ചു. പൊളോണിയം ആയിരുന്നു ആ മൂലകം. അതേ വർഷം ഡിസംബർ 26ന് മറ്റൊരു മൂലക ത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തവും ഈ ദമ്പതികൾ പ്രഖ്യാപിച്ചു. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുമായി ചേർന്ന് നിൽക്കുന്ന റേഡിയം എന്ന പേരാണ് പുതിയ മൂലകത്തിന് ഇവർ നൽകിയത്. തങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടിത്തം ശാസ്ത്രലോകത്തിന് മുൻപിൽ തെളിയിക്കണമെങ്കിൽ ശുദ്ധമായ പൊളോണിയവും റേഡിയവും അവയുടെ അയിരിൽ നിന്ന് വേർതിരിക്കേണ്ടിയിരുന്നു. പിച്ച്ബ്ലെൻഡ്-ൽ നിന്ന് ഈ മൂലകങ്ങളെ വേർതിരിക്കാനായിരുന്നു ശ്രമം. പിച്ച്ബ്ലെൻഡ് സങ്കീർണമായ രാസഘടനയുള്ള ഒരു ധാതുവാണ്. പോളോണിയം വേർതിരിച്ചെടുക്കുക താരതമ്യേന ലളിതമായ പ്രക്രിയയാണ്. പൊളോണിയത്തിന് ബിസ്മത്ത് എന്ന മൂലകവുമായി ഏറെ സമാനതകളുണ്ട്. മാത്രവുമല്ല ബിസ്മത്തിന് സമാനമായി അയിരിലുള്ള

ഏക ഘടക മൂലകവും പൊളോണിയം മാത്രമാണ്. എന്നാൽ റേഡിയം ഇങ്ങനെയല്ല. ഏറെക്കുറെ സമാനതകളുള്ളത് പിച്ച്ബ്ലെൻഡിലുള്ള ബേരിയം എന്ന മൂലകവുമായാണ്. റേഡിയത്തിന്റെ സാംപിളുകൾ വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ ക്യൂറി ദമ്പതികൾക്ക് 1898ൽ കഴിഞ്ഞെങ്കിലും അത് നാമമാത്രമായിരുന്നു. ഡിഫറൻഷ്യൽ ക്രിസ്റ്റലൈസേഷൻ എന്ന പ്രക്രിയയിലൂടെ ഒരു ടൺ പിച്ച് ബ്ലെൻഡ് ശുദ്ധീകരിച്ചപ്പോൾ 100 മില്ലിഗ്രാം മാത്രം വരുന്ന റേഡിയം ക്ലോറൈഡ് എന്ന റേഡിയത്തിന്റെ ലവണം മാത്രമാണ് അവർക്ക് വേർതിരിക്കാൻ സാധിച്ചത്. 1902ലായിരുന്നു അത്. 1898 മുതൽ 1902 വരെയുള്ള കാലഘട്ടത്തിൽ മേരിയും പിയേറും ചേർന്നും, സ്വതന്ത്രമായും 32 ഗവേഷണ പ്രബന്ധങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. ശരീരത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ട്യൂമറുകൾക്ക് റേഡിയം പ്രതിവിധിയാകുമെന്ന് ഇവയിലൊരു പ്രബന്ധത്തിൽ സൂചിപ്പിച്ചിരുന്നു. റേഡിയത്തിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന വികിരണങ്ങൾക്ക് ആരോഗ്യമുള്ള കോശങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് രോഗബാധിതമായ കലകളെ നശിപ്പിച്ചുകളയാനുള്ള പ്രവണത കൂടുതലാണ്.

1906ൽ പിയേറിന്റെ ആകസ്മിക മരണം സംഭവിച്ചല്ലോ? ആ സംഭവം മേരിയെ ജീവിതത്തിലും ഗവേഷണത്തിലും തളർത്തി. രണ്ടിടത്തും മേരി ഏറെക്കുറെ തനിച്ചായി. ആദ്യം ജീവിതത്തിലേക്കും ക്രമേണ ഗവേഷണത്തിലേക്കും മേരി മടങ്ങിവന്നു. ശുദ്ധമായ റേഡിയം ലോഹം വേർതിരിക്കാൻ 1910ൽ സാധിച്ചു. എന്നാൽ പൊളോണിയത്തിന്റെ ശുദ്ധ ലോഹാവസ്ഥ വേർതിരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. കാരണം ഈ റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകത്തിന്റെ അർദ്ധായുസ് കേവലം 138 ദിവസങ്ങളാണ്.

1911ലാണ് മേരിക്ക് രസതന്ത്രത്തിലുള്ള നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരം ലഭിക്കുന്നത്. പൊളോണിയത്തിന്റെയും റേഡിയത്തിന്റെയും കണ്ടുപിടിത്തമാണ് മേരിയെ പുരസ്കാരാർഹയാക്കിയത്. പിയേറിന്റെ മരണശേഷം മേരിയുടെ സ്വകാര്യ ജീവിതത്തിൽ നിരവധി പ്രശ്നങ്ങളുണ്ടായ കാലമായിരുന്നു അത്. ചില വലതുപക്ഷ മാധ്യമങ്ങൾ മേരിയെ ഒരു ജൂത വംശജയും അനധികൃത കുടിയേറ്റക്കാരിയുമായി ചിത്രീകരിച്ചു. മേരിയുടെ മക്കളും ഇതിന്റെ ദൂരന്തഫലം അനുഭവിച്ചു. പിയേർ ക്യൂറിയുടെ ഒരു വിദ്യാർത്ഥിയായ പോൾ ലാംഗ്വിനുമായി മേരിക്കുണ്ടായിരുന്ന അടുത്ത സൗഹൃദത്തെ അവിഹിത ബന്ധമാക്കി ചിത്രീകരിക്കാനും മാധ്യമങ്ങൾ മടിച്ചില്ല. മേരിക്ക് നൊബേൽ പുരസ്ക്കാരം കൊടുക്കരുതെന്ന് വാദിക്കുന്നവരുടെ കൈകളിലെ ആയുധങ്ങളായിരുന്നു ഈ ആരോപണങ്ങളെല്ലാം.

രണ്ടാമതും നൊബേൽ പുരസ്കാരം ലഭിച്ചതോടെ ഫ്രഞ്ച് സർക്കാരിന് മേരിയെ അംഗീകരിക്കാതെ നിവൃത്തിയില്ലാതായി. മേരി സ്ഥാപിച്ച റേഡിയം ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന് അവർ പിന്തുണ പ്രഖ്യാപിച്ചു. ഊർജതന്ത്രത്തിലും രസതന്ത്രത്തിലും വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലുമുള്ള ഗവേഷണങ്ങളാണ് റേഡിയം ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിൽ നടന്നിരുന്നത്. 1914ൽ ഒന്നാം ലോകമഹായുദ്ധം പൊട്ടിപ്പുറപ്പെട്ടു. യുദ്ധത്തിൽ പരിക്കേൽക്കുന്ന സൈനികരെ കഴിയുന്നത്ര നേരത്തെ ഓപ്പറേഷൻ വിധേയരാക്കുന്നതാണ് നല്ലതെന്ന് മേരിക്ക് അറിയുമായിരുന്നു. ഇതിനായി സർജന്മാരുടെ ഒരു സംഘവും റേഡിയോളജി യൂണിറ്റുകളും യുദ്ധമുന്നണിയിൽ തന്നെ ഉണ്ടാകണമെന്ന് ഫ്രഞ്ച് സർക്കാരിനോട് മേരി അഭ്യർഥിച്ചു. എക്സ്-റേ ഉപകരണ യൂണിറ്റുകളും റേഡിയോളജി, അനാട്ടമി യൂണിറ്റുകളുമടങ്ങുന്ന ഒരു വാഹന വ്യൂഹം മേരിയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ യുദ്ധമുന്നണിയിലേക്ക് പുറപ്പെട്ടു. 20 മൊബൈൽ യൂണിറ്റുകളും 200 റേഡിയോളജി വാഹനങ്ങളും ഈ വ്യൂഹത്തിലുണ്ടായിരുന്നു. പതിനേഴുകാരിയായ മകൾ ഐറിനും യുദ്ധമുഖത്തേക്ക് മേരിയെ അനുഗമിച്ചു. പരിക്കേറ്റ സൈനികരെ ശുശ്രൂഷിക്കുന്നതിന് സ്ത്രീകൾക്ക് മേരി പരിശീലനം നൽകി. 'കൊച്ചു ക്യൂറികൾ' എന്നാണ് ഈ റേഡിയോളജി വാഹന വ്യൂഹം അറിയപ്പെട്ടത്. അണുബാധയേറ്റ ശരീര കലകളെ ചികിത്സിക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന റേഡൺ വാതകം നിറച്ച സൂചികളുടെ ഉൽപാദനത്തിലേക്ക് മേരി 1915ൽ കടന്നു. മേരിയുടെ സ്വന്തം പരീക്ഷണശാലയിൽ തന്നെയാണ് റേഡൺ വാതകം ഉൽപാദിപ്പിച്ചിരുന്നത്. റേഡിയത്തിൽ നിന്നാണ് നിറമില്ലാത്തതും റേഡിയോ ആക്ടീവുമായ റേഡൺ വാതകം ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. ഒരു ദശലക്ഷത്തിൽ പരം സൈനികർ റേഡൺ സൂചികൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ചികിത്സ നേടി. യുദ്ധമുന്നണിയിലുള്ള മനുഷ്യത്വപരമായ ഇടപെടൽ കാരണം നീണ്ട നാല് വർഷക്കാലം തന്റെ തനത് ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് മേരി വിട്ടുനിന്നു. ഒന്നാം ലോക മഹായുദ്ധത്തിലെ തന്റെ അനുഭവങ്ങൾ വിവരിച്ചുകൊണ്ട് മേരി ഒരു പുസ്തകം രചിച്ചിട്ടുണ്ട്. 'പെഡഗോജി ഇൻ വാർ' എന്നാണ് 1919ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ പേര്.

1920ൽ റേഡിയത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന്റെ 25-ാം വാർഷികം പ്രമാണിച്ച് ഫ്രഞ്ച് ഗവൺമെന്റ് മേരിക്ക് ഒരു സ്റ്റൈപന്റ് അനുവദിച്ചു. അതിന് മുൻപ് ലൂയി പാസ്റ്ററിന്(1822-1895) മാത്രമായിരുന്നു ഇത്തരമൊരു സ്റ്റൈപന്റ് ലഭിച്ചിരുന്നത്. അമേരിക്കൻ പ്രസിഡണ്ടായിരുന്ന വാറൻ ജി.ഹാർഡിംഗ് മേരിയെ വൈറ്റ് ഹൗസിലേക്ക് വിളിച്ച് ആദരിച്ചതും ഇക്കാലയളവിലാണ്. തുടർന്നുള്ള കാലഘട്ടത്തിൽ മേരിയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ യൂറോപ്പിൽ നിരവധി പരീക്ഷണശാലകൾ ആരംഭിച്ചു. നിരവധി പുരസ്ക്കാരങ്ങളും മേരിയെ തേടിയെത്തി. അവരുടെ മുറിയിലെ മേശവലിപ്പിലും കോട്ടിന്റെ പോക്കറ്റിലും റേഡിയോ ആക്ടീവ് ഐസോടോപ്പുകൾ നിറച്ച ടെസ്റ്റ് ട്യൂബുകൾ എപ്പോഴും ഉണ്ടാകുമായിരുന്നു. യുദ്ധമുന്നണിയിൽ സൈനികർക്ക് റേഡിയേഷൻ നൽകുമ്പോൾ മേരി സംരക്ഷണ കവചങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നുമില്ല. ഈ ശീലങ്ങൾ കൊണ്ട് മേരിയുടെ ശരീരം റേഡിയേഷൻ താങ്ങാനാവാതെ അർബുദത്തിന് കീഴടങ്ങി. ജീവിതത്തിന്റെ അവസാന കാലത്ത് മേരി പോളണ്ടിലാണ് ചെലവഴിച്ചത്. ഒടുവിൽ 1934 ജൂലൈ 4ന് ആ ശാസ്ത്രപ്രതിഭ വേദനകളിൽ നിന്ന് യാത്രയായി. ഭർത്താവിന്റെ ശവകുടീരത്തിന് സമീപം സ്യൂക്സിലാണ് മേരിയെയും സംസ്ക്കരിച്ചത്. മേരിയോടുള്ള ബഹുമാനാർത്ഥം, 60 വർഷങ്ങൾക്ക് ശേഷം 1995ൽ അവരുടെ ഭൗതികാവശിഷ്ടങ്ങൾ കുഴിച്ചെടുത്ത് പാന്തിയോണിൽ വീണ്ടും സംസ്ക്കരിച്ചു. പാന്തിയോണിൽ സംസ്ക്കരിക്കപ്പെടുന്ന ആദ്യ വനിതയാണ് മാഡം മേരി ക്യൂറി.

'പ്രശസ്തിക്ക് വഴിതെറ്റിക്കാൻ കഴിയാതിരുന്ന ഏക വ്യക്തി'(Marie Curie was probably the only person who could not be corrupted by fame) എന്ന് മഹാ ശാസ്ത്രപ്രതിഭയായ ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻ മേരി ക്യൂറിയെ വിശേഷിപ്പിച്ചത് എത്ര അന്വർത്ഥം!

◻

■ tUm. kwKoX tN\w]pÃn
sangeethachenampulli@gmail.com

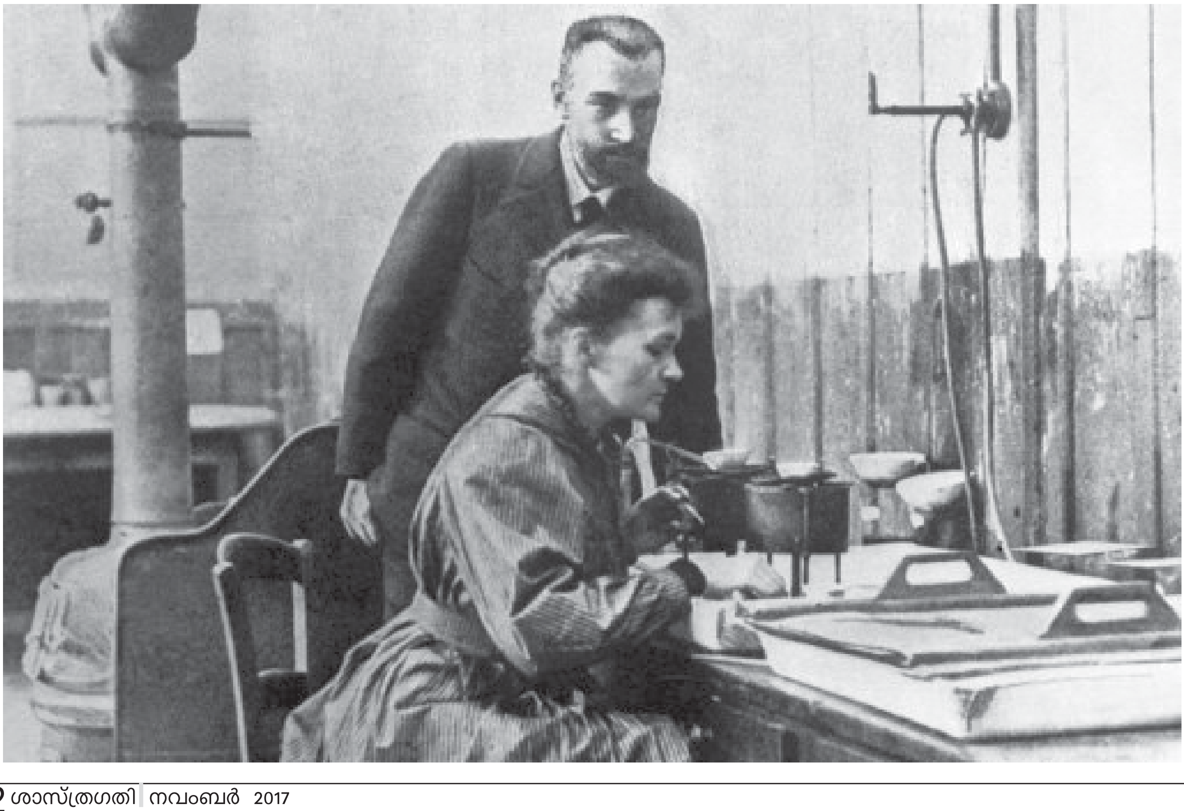
റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി: ചരിത്രവും പ്രയോഗവും

എല്ലാ യാത്രകളും ആരംഭിക്കുന്നത് ഒറ്റ കാൽവെയ്പ്പിലാണ് എന്ന മനോഹരവാചകം ചൈനീസ് ചിന്തകനായ ലാവോത് സുവിന്റെതാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. ശാസ്ത്രലോകത്തെ സംബന്ധിച്ചായിരിക്കും ഈ വാചകം ഏറ്റവും സാർത്ഥകമാവുക. ഒരു ആശയത്തിൽ നിന്നോ പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നോ തുടങ്ങി പല കാലങ്ങളിൽ അനേകം ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ സംഭാവനകൾ കലർന്ന്, ചെറുനീർച്ചാലുകൾ കൂടിച്ചേർന്ന് ഒരു പുഴയായി മാറും പോലെ,യാണ് ഓരോ ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തവും ശാസ്ത്രശാഖയും രൂപപ്പെടുന്നത്. മറ്റൊന്നിനായുള്ള അന്വേഷണങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ പുതിയ വേറൊരു ആശയത്തിലേക്ക് നയിച്ചെന്നും വരാം. ഓരോ വർഷവും അനേകം പേരുടെ ജീവൻ രക്ഷിക്കുന്ന കാൻസർ രോഗ ചികിത്സ മുതൽ ഹിരോഷിമയിലും നാഗസാക്കിയിലും അനേകായിരങ്ങളെ കൊന്നൊടുക്കിയ ആറ്റംബോംബ് വരെ പല മേഖലകളിൽ പ്രയോഗസാധ്യതയുള്ള റേഡിയോ ആക്റ്റിവിറ്റിയുടെ കണ്ടെത്തലും അത്തരമൊരു യാദൃശ്ചികതയിൽ നിന്നായിരുന്നു.

ബെക്കറലിന്റെ ആദ്യ കാൽവെയ്പ്പ്

1895ലാണ് റോണ്ട്ജൻ(Wilhelm Röntgen) എക്സ്-റേ കണ്ടുപിടിച്ചത്. തുടർന്ന് ശാസ്ത്രലോകമാകെ ഈ അജ്ഞാതകിരണങ്ങളുടെ പിന്നാലെയായിരുന്നു. ധാതുക്കളിൽ നിന്നുള്ള ഫോസ്ഫറസൻസ്(phospho rescence)-നെ കുറിച്ച് പഠനം നടത്തുകയായിരുന്നു ആ രംഗത്തെ വിദഗ്ദ്ധനായ ഹെന്റി ബെക്കറൽ. ചില വസ്തുക്കൾ പ്രകാശം ആഗിരണം ചെയ്ത് പിന്നീട് പുറത്തുവിടുന്ന പ്രതിഭാസമാണ് ഫോസ്ഫറസൻസ് അഥവാ സ്ഫുരദീപ്തി. ഇരുട്ടിലും തിളങ്ങുന്ന സ്റ്റിക്കറുകൾ, വാച്ച് ഡയലുകൾ എന്നിവയിലും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നത് ഇത്തരം വസ്തുക്കളാണ്. ഫോസ്ഫറസൻസ് കാണിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ സൂര്യപ്രകാശമേൽക്കുമ്പോൾ എക്സ് -റേ പുറപ്പെടുവിക്കാൻ സാധ്യതയുണ്ടെന്നായിരുന്നു ബെക്കറലിന്റെ നിഗമനം.

ഫോസ്ഫറസൻസ് കാണിക്കുന്ന പല ധാതുക്കളെ, കറുത്ത പേപ്പറിൽ പൊതിഞ്ഞ ഫോട്ടോഗ്രാഫിക് പ്ലേറ്റിന് മുകളിൽ വച്ച് വെയിൽ കൊള്ളിച്ചായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ പരീക്ഷണം. യുറാനിയമടങ്ങിയ പൊട്ടാസ്യം യുറാനിയം സൾഫേറ്റ് എന്ന ധാതുവുപയോഗിച്ച് പരീക്ഷണം നടത്തിയപ്പോൾ ഫോട്ടോഗ്രാഫിക് പ്ലേറ്റിൽ ധാതുവിന്റെ ആകൃതിയിൽ പ്രതിബിംബം ലഭിക്കുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഇത് തന്റെ നിഗമനത്തെ ശരി വയ്ക്കുന്നു എന്നദ്ദേഹം കരുതി. എന്നാൽ അപ്പോഴായിരുന്നു യാദൃശ്ചികതയുടെ ഇടപെടൽ. കുറേ ദിവസങ്ങൾ തു

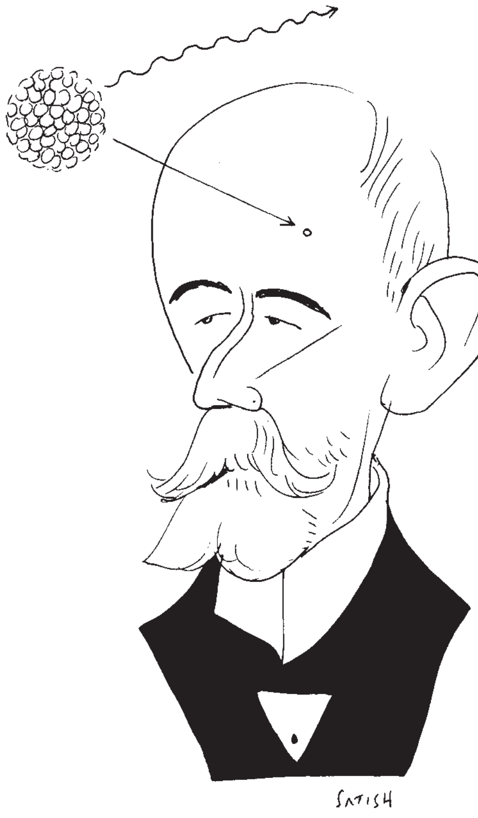


ടർച്ചയായി പാരീസിൽ സൂര്യപ്രകാശം ഇല്ലാത്തതിനാൽ പരീക്ഷണം തുടരാനാവാതെ യുറാനിയം ധാതുവും കറുത്ത പേപ്പറിൽ പൊതിഞ്ഞ ഫോട്ടോഗ്രാഫിക് പ്ലേറ്റും കൂടി അദ്ദേഹം മേശവലിപ്പിൽ നിക്ഷേപിച്ചു. പിന്നീട് ഫോട്ടോഗ്രാഫിക് പ്ലേറ്റ് പുറത്തെടുത്തപ്പോൾ പ്രതീക്ഷിച്ചതിന് വിപരീതമായി അതിൽ വളരെ തെളിഞ്ഞ പ്രതിബിംബം അദ്ദേഹത്തിന് കാണാൻ കഴിഞ്ഞു. ഫോസ്ഫറസൻസ് കാണിക്കുന്ന മറ്റ് ധാതുക്കളൊന്നും ഈ സ്വഭാവം കാണിക്കാത്തതുകൊണ്ട്, സൂര്യപ്രകാശമല്ല യുറാനിയത്തിന്റെ ഏതോ തനത് സവിശേഷതയാണ് ഇതിന് കാരണമെന്ന് ബെക്കറൽ മനസ്സിലാക്കി.

റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്ന ഫാമിലി ആക്ടിവിറ്റി

ഇതേപ്പറ്റി കൂടുതലായി പഠിക്കാൻ മേരി ക്യൂറിയും പിന്നീട് ഭർത്താവ് പിയേർ ക്യൂറിയും തീരുമാനിച്ചതായിരുന്നു അടുത്ത വഴിത്തിരിവ്. സോർബോൺ സർവകലാശാലയിലെ ഉപയോഗിക്കപ്പെടാതെ കിടന്ന ഒരു മുറിയിൽ കാര്യമായ ഉപകരണങ്ങളോ സജ്ജീകരണങ്ങളോ ഇല്ലാതെ അവർ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഒരു പുതിയ ശാസ്ത്രശാഖയ്ക്ക് തന്നെ ജന്മം നൽകി. യുറാനിയത്തെപ്പോലെ തോറിയവും റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി കാണിക്കുന്നു എന്ന് കണ്ടെത്തിയതായിരുന്നു മേരി ക്യൂറിയുടെ ആദ്യ വിജയം. യുറാനിയത്തിന്റെ അയിരായ പിച്ച്ബ്ലെൻഡിന് വൻ വിലയായതിനാൽ ഓസ്ട്രിയയിലെ ഖനികളിൽ നിന്ന് യുറാനിയം വേർതിരിച്ച ശേഷമുള്ള ടൺ കണക്കിന് മാലിന്യം ശേഖരിച്ചാണ് അവർ പഠനം തുടർന്നത്. യുറാനിയത്തിൽ നിന്നുള്ള വികിരണങ്ങൾ അതിന്റെ അളവിനെയല്ലാതെ താപം, പ്രകാശം തുടങ്ങിയ ബാഹ്യഘടകങ്ങളെയൊന്നും ആശ്രയിക്കുന്നില്ല എന്ന് മേരി ക്യൂറി കണ്ടെത്തി. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്ന പേര് ഈ പ്രതിഭാസത്തിന് നൽകിയതും മേരി തന്നെയാണ്. യുറാനിയം വേർതിരിച്ച ശേഷവും ബാക്കിയുള്ള അയിര് യുറാനിയത്തെക്കാൾ പലയിരട്ടി റേഡിയോ ആക്ടിവത കാണിക്കുന്നതായും അവർ മനസ്സിലാക്കി. വികിരണങ്ങൾക്ക് കാരണമായ ഈ അജ്ഞാതത്തെ തേടിയുള്ള അന്വേഷണങ്ങൾ ഒരു പുതിയ മൂലകത്തിന്റെ കണ്ടെത്തലിലേക്കാണ് നയിച്ചത്. അതിന്, സ്വന്തം ജന്മനാടിന്റെ ഓർമയ്ക്ക്, പൊളോണിയം എന്ന് പേര് നൽകി. പൊളോണിയം വേർതിരിച്ച ശേഷവും പിച്ച്ബ്ലെൻഡിന്റെ റേഡിയോ അക്ടിവതയിൽ കുറവൊന്നുമുണ്ടായില്ല. കഠിനമായ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ ഒടുവിൽ അതിതീവ്രമായ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി കാണിക്കുന്ന റേഡിയം ആദ്യം ക്ളോറൈഡ് ആയും പിന്നീട് ശുദ്ധരൂപത്തിലും വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ മേരിക്കും പിയേറിനും കഴിഞ്ഞു. യുറാനിയത്തിന്റെ പത്ത് ലക്ഷത്തിലേറെ മടങ്ങാണ് റേഡിയത്തിന്റെ റേഡിയോ ആക്ടിവത.

ഇതോടെ മേരി, ആറ്റത്തിന്റെ ഉള്ളിൽ നടക്കുന്ന എന്തോ പ്രവർത്തനം മൂലമാണ് റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ഉണ്ടാകുന്നത് എന്ന നിഗമനത്തിലെത്തി. ആറ്റത്തെ വീണ്ടും വിഭജിക്കാനാവില്ല എന്നായിരുന്നു ആ കാലത്തെ വിശ്വാസം. അതുകൊണ്ട് തന്നെ ആദ്യമൊന്നും ഇവരുടെ ഗവേഷണങ്ങൾ വേണ്ടത്ര അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടില്ല. മേരി സ്ത്രീയാണ് എന്നതും അവഗണനയ്ക്കും എതിർപ്പിനും ആക്കം കൂട്ടി. സ്വാഭാവിക റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ കണ്ടെത്തൽ രസതന്ത്രത്തിലും ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിലും വിപ്ലവകരമായ മാറ്റങ്ങളാണ് കൊണ്ടുവന്നത്. ഈ പഠനങ്ങളുടെ തുടർച്ചയായാണ് ആറ്റത്തിന്റെ ഘടന തന്നെ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടത്. ഈ കണ്ടെത്തലുകളുടെ വിപ്ലവകരമായ പ്രാധാന്യം കണക്കിലെടുത്ത് 1903ൽ ബെക്കറലിനും, പിയേർ-മേരി ക്യൂറിമാർക്കും ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ നൊബേൽ പുരസ്കാരം ലഭിച്ചു. പൊളോണിയം, റേഡിയം എന്നീ മൂലകങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തലിന് രസതന്ത്രത്തിനുള്ള 1911ലെ നൊബേൽ പുരസ്കാരവും മേരി ക്യൂറിക്ക് ലഭിച്ചു.



റഥർഫോഡും ന്യൂക്ലിയസും

മേരിയുടേയും പിയേറിന്റെയും കണ്ടെത്തലുകൾ ആദ്യമൊന്നും ശാസ്ത്രലോകം ഗൗരവമായി പരിഗണിച്ചില്ല. എന്നാൽ, ഇവരുടെ ഗവേഷണങ്ങളെ വിശ്വാസത്തിലെടുത്ത റഥർഫോഡ്(Ernest Rutherford) ഈ മേഖലയിൽ പഠനം തുടർന്ന് ആൽഫ, ബീറ്റ, ഗാമ എന്നിങ്ങനെ മൂന്നിനം വികിരണങ്ങളുണ്ടെന്ന് കണ്ടെത്തി. ആൽഫ കണങ്ങൾക്ക് പോസിറ്റീവ് ചാർജാണെന്നും ബീറ്റ കണങ്ങൾക്ക് നെഗറ്റീവ് ചാർജാണെന്നും കണ്ടെത്തിയതും ഗാമ കിരണങ്ങൾക്ക് ആ പേര് നൽകിയതും റഥർഫോഡ് ആയിരുന്നു. ഇംഗ്ലണ്ടുകാരനായ ഭൗതികജ്ഞൻ റോയ്ഡ്സിനൊപ്പം(Thomas Royds, 1884–1955) ചേർന്ന് ആൽഫ കണങ്ങൾ ഒരു ഹീലിയം ന്യൂക്ലിയസിന് സമാനമാണെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. ആൽഫ കണങ്ങൾക്ക് തടസ്സങ്ങൾ തുളച്ചുകടന്ന് സഞ്ചരിക്കാനുള്ള കഴിവ് കുറവാണ്. എന്നാൽ ബീറ്റ കണങ്ങൾ ആൽഫ കണങ്ങളെക്കാൾ ആഴത്തിലേക്ക് തുളച്ചുകയറുന്നു. ഊർജവും വേഗതയും ഏറ്റവും കൂടിയ ഗാമാകിരണങ്ങൾ സെന്റി മീറ്ററു

കൾ കനമുള്ള ലോഹപാളികളെ പോലും തുളച്ച് കടന്നു പോകാൻ കഴിവുള്ളതാണ്. മേരിയും പിയേറും വേർതിരിച്ചെടുത്ത റേഡിയം തന്നെയാണ് ഇവർ പരീക്ഷണത്തിനായി ഉപയോഗിച്ചത്. ആറ്റത്തിന്റെ ഏതാണ്ട് മുഴുവൻ ഭാരവും കേന്ദ്രീകരിച്ച പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ന്യൂക്ലിയസ് ഉണ്ടെന്ന് സ്വർണ്ണത്തകിട് പരീക്ഷണത്തിലൂടെ കണ്ടെത്തുക മാത്രമല്ല ന്യൂക്ലിയസിന്റെ ഏകദേശ വ്യാസവും റഥർഫോഡ് കണക്കാക്കി. ന്യൂക്ലിയസിന് ചുറ്റും ന്യൂക്ലിയസിന്റെ പോസിറ്റീവ് ചാർജിന് തുല്യം നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണുകൾ ചുറ്റിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ന്യൂക്ലിയസിന്റെ വലിപ്പം ഒരു ബലൂണിന്റെ വലിപ്പത്തിന് തുല്യമാണെന്ന് കണക്കാക്കിയാൽ ആ ആറ്റത്തിന്റെ അതിർത്തി ഏതാണ്ട് മൂന്ന് കിലോ മീറ്ററുകൾക്ക് അപ്പുറത്തായിരിക്കും. റഥർഫോഡിന്റെ ആറ്റം മാതൃകയെ പിന്നീട് ബോർ(Niels Bohr) പരിഷ്കരിച്ചു. അങ്ങനെ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ കണ്ടെത്തലാണ് ആറ്റത്തിന്റെ ഘടന കൃത്യമായി മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് കാരണമായത്.

ആറ്റവും കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കാം

സ്വാഭാവിക റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി കാണിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളെല്ലാം പ്രപഞ്ചം രൂപപ്പെട്ട സമയത്ത് തന്നെ ഉണ്ടായതാണ്. ഇവയിൽ അർദ്ധായുസ്സ്(റേഡിയോ ആക്ടീവ് ആറ്റങ്ങൾ വിഘടിച്ച് ആദ്യമുള്ള എണ്ണത്തിന്റെ പകുതിയായി മാറാനെടുക്കുന്ന സമയമാണ് അർദ്ധായുസ്സ്) കൂടിയ മൂലകങ്ങൾ പ്രകൃതിയിൽ ഇന്നും നിലനിൽക്കുന്നു. അർദ്ധായുസ്സ് കുറഞ്ഞവ ഇടയ്ക്കെപ്പോഴോ വിഘടിച്ചുപോയിട്ടുണ്ടാവണം. ആൽഫ കണങ്ങൾ കൊണ്ട് ആറ്റങ്ങളെ ഇടിപ്പിച്ച് മറ്റ് ആറ്റങ്ങളാക്കി മാറ്റാനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ റഥർഫോഡിന്റെ ഗവേഷണ സംഘം തന്നെ നടത്തുന്നുണ്ടായിരുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ നൈട്രജനെ ഓക്സിജൻ ആക്കി മാറ്റാനും അവർക്ക് കഴിഞ്ഞിരുന്നു. മേരി-പിയേർ ക്യൂറിമാരുടെ മകളായ ഐറീനും ഭർത്താവ് ഫ്രെഡ്രിക് ഷോളിയോയും ഈ രംഗത്താണ് ഗവേഷണം തുടർന്നത്. പൊളോണിയത്തിൽ നിന്നുള്ള ആൽഫാ കണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ബോറോൺ, അലുമിനിയം തുടങ്ങിയ ആറ്റങ്ങളെ ഇടിപ്പിച്ചപ്പോൾ ആൽഫ സ്രോതസ് മാറ്റിയ ശേഷവും വികിരണം തുടരുന്നതായി മനസ്സിലായി. ഇലക്ട്രോണിന് സമാനമായ എന്നാൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള കണങ്ങളാണ് പുറത്തുവരുന്നതെന്നും കണ്ടെത്തി. സ്വാഭാവിക സ്ഥിരതയുള്ള ആറ്റങ്ങളെയും റേഡിയോ ആക്ടീവ് ആക്കി മാറ്റാൻ കഴിയുമെന്ന് ഇങ്ങനെ ഐറീനും ഫ്രെഡ്രിക് ഷോളിയോയും കണ്ടുപിടിച്ചു. ഒരു മൂലകത്തെ മറ്റൊന്നാക്കി മാറ്റുക എന്ന ആൽക്കെമിസ്റ്റുകളുടെ സ്വപ്നം അവരുദ്ദേശിച്ച വിധത്തിലല്ലെങ്കിലും സഫലമായി. അതുവരെ റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകങ്ങളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുക വളരെ പ്രയാസമുള്ളതും ഭീമമായ ചെലവുള്ളതുമായിരുന്നു. കൃത്രിമ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ കണ്ടെത്തലാണ്, ചികിത്സയ്ക്കും പഠന-ഗവേഷണാവശ്യങ്ങൾക്കും റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കാൻ പിൽക്കാലത്ത് കാരണമായത്. കൃത്രിമ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ കണ്ടെത്തലിന് 1935ലെ രസതന്ത്ര നൊബേൽ പുരസ്കാരം ഐറീൻ-ഫ്രെഡ്രിക് ദമ്പതിമാർക്ക് സമ്മാനിക്കപ്പെട്ടു.

കൊലപാതകി രക്ഷകനായി മാറുന്നു

ബെക്കറൽ, പരീക്ഷണത്തിന്റെ ഭാഗമായി കോട്ടിന്റെ പോക്കറ്റിൽ കൊണ്ട് നടന്ന റേഡിയമടങ്ങിയ ധാതു ശരീരത്തിൽ വീക്കവും വേദനയും ഉണ്ടാക്കിയതാണ്, റേഡിയോ ആക്ടീവ് കിരണങ്ങൾക്ക് ശരീരകലകളിലുള്ള സ്വാധീനത്തിലേക്ക് ശ്രദ്ധ തിരിച്ചത്. തുടർന്ന് ബെക്കറലും പിയേർ ക്യൂറിയും കൂടി ഈ ദിശയിലുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. ലണ്ടനിലെ റോയൽ സൊസൈറ്റിയിൽ 1903ൽ നടത്തിയ പ്രഭാഷണത്തിൽ, വികിരണങ്ങളുടെ, ശരീരകലകളെ ബാധിക്കുന്ന സ്വഭാവം കാൻസർ രോഗ ചികിത്സയ്ക്ക് ഉപയോഗിക്കാമെന്ന ആശയം പിയേർ ക്യൂറി അവതരിപ്പിച്ചു. ഒരു ഷീറ്റിൽ പൊതിഞ്ഞ റേഡിയം സ്വന്തം കൈയിൽ പിടിച്ചാണ് അത് കോശങ്ങളെ ബാധിക്കുന്നു എന്ന് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചത്. ത്വക്കിനെ ബാധിക്കുന്ന കാൻസറിന്റെ ചികിത്സയ്ക്കാണ് ആദ്യഘട്ടത്തിൽ റേഡിയം ഉപയോഗിച്ചത്. തുടർന്ന് തൊണ്ടയിലും ഗർഭപാത്രത്തിലും പ്രോസ്ട്രേറ്റ് ഗ്രന്ഥിയിലുമുള്ള കാൻസറിന്റെ ചികിത്സയ്ക്കും ഉപയോഗിച്ചു. റേഡിയം നിറച്ച സൂചികൾ കാൻസർ ബാധിച്ച ഭാഗത്ത് കുത്തിയിറക്കിയായിരുന്നു ആദ്യകാലത്ത് ചികിത്സ. പിന്നീട് റേഡിയം വിഘടിച്ചുണ്ടാകുന്ന റേഡൺ വാതകമടങ്ങിയ കുഴലുകൾ ശരീരത്തിനകത്ത് ഘടിപ്പിച്ചും അർബുദ ചികിത്സ നടത്തിയിരുന്നു.

ലാഭക്കൊതിയുടെ കൈകളിൽ

റേഡിയം ചികിത്സയ്ക്ക് ഉപയോഗിക്കാനുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ ഒരു വശത്ത് നടക്കുമ്പോൾ തന്നെ ഇതിന്റെ

വ്യാജ ഉപയോഗങ്ങളും ധാരാളമായി നടക്കുന്നുണ്ടായിരുന്നു. തങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തലുകൾ ശാസ്ത്രലോകത്തിനും മനുഷ്യരാശിക്കും അവകാശപ്പെട്ടതാണെന്ന് കരുതിയിരുന്ന ക്യൂറി കുടുംബം ആ കണ്ടെത്തലുകൾക്കൊന്നിനും പേറ്റന്റ് എടുത്തിരുന്നില്ല. ഈ അവസരം നന്നായി ഉപയോഗിച്ചത് വ്യാജന്മാരാണ്. റേഡിയം അടങ്ങിയ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ അമേരിക്കയിൽ ഒരു തരംഗം തന്നെയായി. ചികിത്സിച്ച് മാറ്റാൻ പ്രയാസമായ പ്രശ്നങ്ങളെ പെട്ടെന്ന് ഇല്ലാതാക്കുന്ന സർവ്വരോഗ സംഹാരിയായി റേഡിയം അവതരിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. റേഡിയത്തിന്റെ അപകടസാധ്യതകൾ അപ്പോഴേക്കും പഠിച്ചിട്ടുപോലും ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. റേഡിയം അടങ്ങിയ ചായ, ബ്രഡ്, ചോക്കളേറ്റ് എന്നിങ്ങനെ ഭക്ഷണത്തിൽ പോലും റേഡിയം ഉപയോഗിച്ചു. റേഡിയമടങ്ങിയ ടൂത്ത്പേസ്റ്റ്, പൗഡറുകൾ, ക്രീമുകൾ എന്നിവ കൂടുതൽ തിളക്കവും ചുളിവുകളിൽ നിന്ന് മോചനവുമൊക്കെ വാഗ്ദാനം ചെയ്തു. റേഡിയമടങ്ങിയ വെള്ളം ആർത്രൈറ്റിസ്, ജരാനരകൾ തുടങ്ങി വന്ധ്യതയ്ക്ക് വരെ പരിഹാരമായി നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടു. ഫോസ്ഫറസൻസ് കാരണം ഇരുട്ടിൽ തിളങ്ങുന്നത് കൊണ്ട് റേഡിയം അടങ്ങിയ വാച്ച് ഡയലുകൾ, കളിപ്പാട്ടങ്ങൾ, നൈറ്റ് ലാമ്പുകൾ എന്നിവയും വ്യാപകമായി ഉപയോഗിച്ചു. ബ്രഷ് നാവിൽ വച്ച് ഉമിനീരിൽ മുക്കി വാച്ച് ഡയലിൽ റേഡിയം പെയിന്റ് ചെയ്ത പെൺകുട്ടികളിൽ പലർക്കും കാൻസർ ബാധിക്കുകയും പലരുടെയും താടിയെല്ല് ദ്രവിച്ചുപോവുകയും ചെയ്തു. മുകൾത്തട്ടിലെ ജീവനക്കാരെല്ലാം ബുദ്ധിപൂർവ്വം ഒഴിഞ്ഞുനിന്നാണ് ഇവരെ റേഡിയമടങ്ങിയ ബ്രഷ് ഇപ്രകാരമുപയോഗിക്കാൻ പഠിപ്പിച്ചത്. റേഡിയം ഗേൾസ് എന്നറിയപ്പെട്ടിരുന്ന ഇവർ നടത്തിയ നിയമ പോരാട്ടം പ്രശസ്തമാണ്. റേഡിയമടങ്ങിയ മരുന്ന് സ്ഥിരമായി ഉപയോഗിച്ചതുകൊണ്ടുണ്ടായ വികിരണബാധയേറ്റ് എബെൻ ബെയെഴ്സ് എന്ന അമേരിക്കൻ വ്യവസായി താടിയെല്ലുകളും തലയോടും ദ്രവിച്ച് മരിച്ചതും റേഡിയത്തിന്റെ ചരിത്രത്തിലെ കറുത്ത ഏടാണ്. ശാസ്ത്രം മുറിവൈദ്യന്മാരുടെയും ലാഭക്കൊതിയന്മാരുടെയും കൈയിൽ എങ്ങനെ ദുരുപയോഗം ചെയ്യപ്പെടുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കാൻ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ ചരിത്രത്തിലെ ഈ സംഭവങ്ങളും ഓർക്കേണ്ടതാണ്.

ക്യൂറിമാരാകട്ടെ, തങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തൽ ലാഭമുണ്ടാക്കാനല്ല, സേവനത്തിനാണ് ഉപയോഗിച്ചത്. ഒന്നാം ലോക മഹായുദ്ധത്തിൽ പരിക്കേറ്റ സൈനികരുടെ ചികിത്സയ്ക്കായി മൊബൈൽ റേഡിയോളജി യൂണിറ്റുകൾ സ്ഥാപിച്ച് മേരിയും ഐറീനും യുദ്ധമുഖങ്ങളിലെത്തി. നൊബേൽ പുരസ്കാരത്തോടൊപ്പം കിട്ടിയ തുക പോലും ഇതിനായി ഉപയോഗിച്ചു. അനേകം പേരെ ഇങ്ങനെ രക്ഷപ്പെടുത്താനായെങ്കിലും തുടർച്ചയായി വികിരണമേറ്റ് അർബുദ ബാധിതരായാണ് രണ്ട് പേരും അന്തരിച്ചത്.

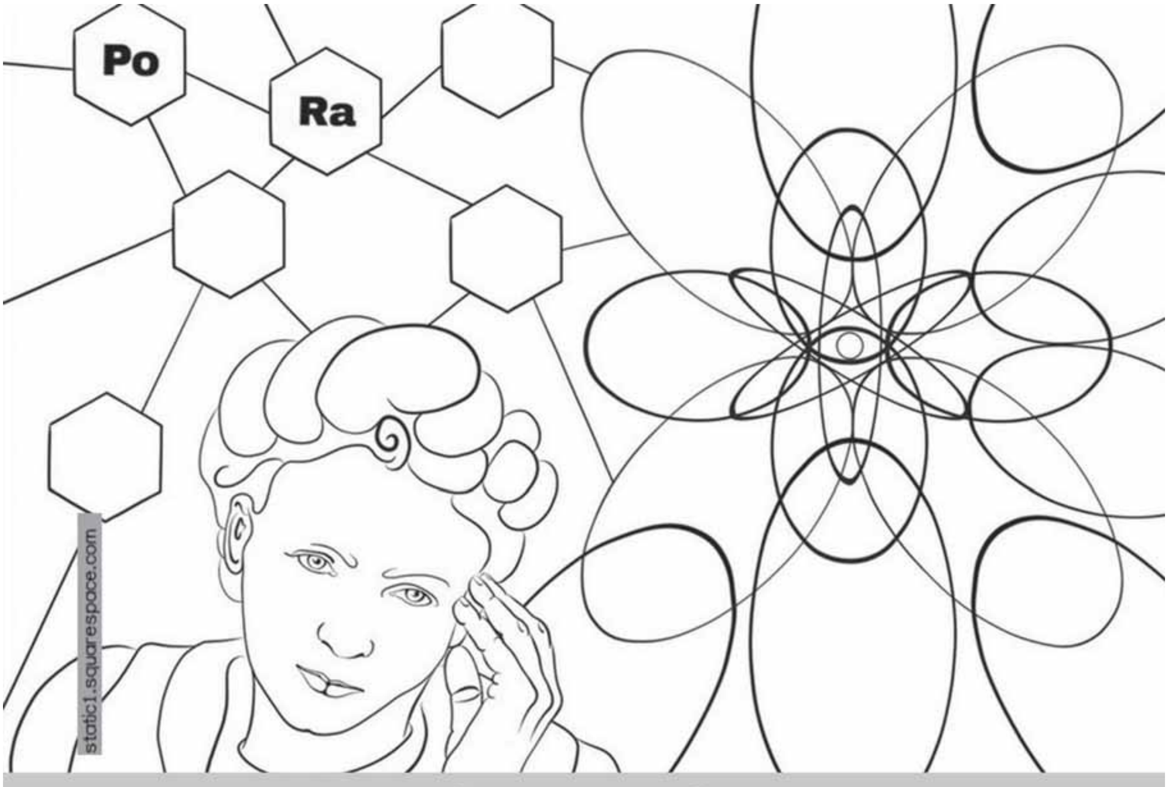
കാൻസർ ചികിത്സയ്ക്ക് വ്യാപകമായും, അപൂർവ്വമായി മറ്റ് ചില രോഗങ്ങളുടെ ചികിത്സയ്ക്കും റേഡിയോതെറാപ്പി ഇന്ന് ഉപയോഗിക്കുന്നു. വിവിധ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ, എക്സ് റേ, ഗാമ റേ, ഇലക്ട്രോൺ ബീം തുടങ്ങിയവയെല്ലാം ചികിത്സയ്ക്കായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. അർബുദബാധിതമായ കോശങ്ങൾ സ്വയം നശിക്കാനുള്ള ശേഷി നഷ്ടപ്പെട്ടവയാണ്. ഇവ അനിയന്ത്രിതമായി വിഭജിച്ച് പെരുകുന്നു. റേഡിയോ വികിരണങ്ങൾ ഈ കോശങ്ങളിലെ ഡിഎൻഎ-യെ നശിപ്പിച്ച് കോശമരണത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. എന്നാൽ ആരോഗ്യമുള്ള ചില കോശങ്ങളെയും വികിരണങ്ങൾ നശിപ്പിക്കുന്നതിനാലാണ് റേഡിയോതെറാപ്പിക്ക് ശേഷം ശരീരികാസ്വസ്ഥതകൾ, അന്ന നാളത്തിലെ വ്രണങ്ങൾ, മുടികൊഴിച്ചിൽ എന്നിവയെല്ലാം അനുഭവപ്പെടുന്നത്. ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങൾ ഒഴിവാക്കി അർബുദബാധിത കോശങ്ങളെ മാത്രം നശിപ്പിക്കാനുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ ലോകമെങ്ങും വ്യാപകമായി നടക്കുന്നു. കൊബാൾട്ട് 60, അയഡിൻ131, ഇറിഡിയം192 എന്നിവയൊക്കെ സാധാരണയായി റേഡിയോ തെറാപ്പിക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

മറ്റുപയോഗങ്ങൾ

വസ്തുക്കളിലെ റേഡിയോ ആക്ടീവ് കാർബൺ ഐസോടോപ്പായ കാർബൺ 14ന്റെ അളവിൽ നിന്ന് പൗരാണിക വസ്തുക്കളുടേയും മറ്റും പ്രായം/പഴക്കം കണക്കാക്കുന്ന രീതിയാണ് കാർബൺ ഡേറ്റിംഗ്. രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ വിശദമായി പഠിക്കുന്നതിനും, ജൈവ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും, ട്യൂമറുകൾ ഉൾപ്പടെയുള്ള ശരീര ഭാഗങ്ങളുടെ ചിത്രമെടുക്കാനുമൊക്കെ സഹായിക്കുന്ന ട്രേസറുകളായി റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. സസ്യങ്ങളിൽ ജനിതകമാറ്റം വരുത്തി കൂടുതൽ മെച്ചപ്പെട്ട വിളകൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന രീതിയാണ് മ്യൂട്ടേഷൻ ബ്രീഡിംഗ്. ഗാമാ കിരണങ്ങൾ ഇതിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഭക്ഷണപദാർഥങ്ങൾ കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കാനും ശസ്ത്രക്രിയ ഉപകരണങ്ങളും മറ്റും അണുവിമുക്തമാക്കാനും ഗാമാ കിരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. പല പോളിമറുകളും നിർമിക്കാനും, പോളിമർ ചങ്ങലകളെ തമ്മിൽ ഇടക്കണ്ണികൾ (cross-links) വഴി ബന്ധിപ്പിക്കാനും വികിരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ വിവിധ മേഖലകളിലായി പരന്നുകിടക്കുന്നതാണ് റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ സമകാലിക ഉപയോഗങ്ങൾ.

■ s{]m^sl. {io[c³

ks_pulari@yahoo.co.in



മേരിയും റേഡിയവും: അന്വേഷണത്തിന്റെ അനുഭവങ്ങൾ

1911 ഡിസംബർ 11-ാം തിയ്യതി നൊബേൽ സമ്മാനം സ്വീകരിച്ചുകൊണ്ട് മാഡം ക്യൂറി സ്വീഡിഷ് അക്കാഡമി ഓഫ് സയൻസിൽ നടത്തിയ പ്രഭാഷണത്തിൽ നിന്നുള്ള ചില ഭാഗങ്ങളാണ് ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കുന്നത്. ടൺ കണക്കിന് പിച്ച്ബ്ലൻഡ് എന്ന മിനറലിലുള്ള ഒരു മില്ലി ഗ്രാമിനോളം മാത്രം വരുന്ന റേഡിയത്തെ വർഷങ്ങളോളം നടത്തിയ കഠിനപ്രയത്നത്തിലൂടെ വേർതിരിച്ചെടുത്തു. അതിസാഹസികവും അതിസൂക്ഷ്മവുമായ ആ വ്യവച്ഛേദം, ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അതുവരെയുള്ള പ്രയോഗങ്ങളിലെ ഏറ്റവും മഹത്തായ ഒന്നായാണ് പരിഗണിക്കപ്പെട്ടുപോരുന്നത്. പരീക്ഷണശാലയിൽ അന്ന് നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ രീതിശാസ്ത്രം ഇന്ന് വ്യവസായശാലകളിൽ പ്രയോഗിച്ച് റേഡിയം എളുപ്പം വേർതിരിക്കാം. റേഡിയത്തിന്റേയും സമാനമായ മറ്റ് റേഡിയോ ആക്ടീവ് വസ്തുക്കളുടേയും ഉപയോഗം ഇന്ന് അതിവിപുലമാണ്; ആരോഗ്യപരിപാലനരംഗത്താണ് അത് ഏറ്റവും കൂടുതലുള്ളത്. അവിടെ പ്രചാരത്തിൽ വന്നിട്ടുള്ള റേഡിയേഷൻ ഓങ്കോളജി(കാൻസർ ചികിത്സ), റേഡിയോ ആക്ടീവ് അയോഡിൻ ചികിത്സ, ന്യൂക്ലിയാർ മെഡിസിൻ, മാമോഗ്രാഫി, റേഡിയോളജി തുടങ്ങിയ വിവിധ ചികിത്സാരീതികൾ ആധുനിക വൈദ്യശാസ്ത്രത്തെ ബഹുദൂരം മുന്നോട്ടുകൊണ്ടുപോയിട്ടുണ്ട്. അതുപോലെതന്നെ വ്യാവസായികരംഗത്ത് ടെസ്റ്റിങ്ങ്, സ്റ്റെറലൈസേഷൻ, സൂക്ഷ്മമാപനം തുടങ്ങിയ മേഖലകളിൽ പുതിയ വിപ്ലവം തന്നെ സൃഷ്ടിക്കാൻ റേഡിയോ ആക്ടീവ് റേഡിയേഷന് കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഹെൻറി ബെക്കുറൽ(Henri Becquerel), മാഡം ക്യൂറി, പിയറി ക്യൂറി, ഫ്രെഡറിക് സോഡി(Frederick Soddy) എന്നിവരുടെ പരീക്ഷണങ്ങളും കണ്ടെത്തലുകളുമാണ് ഈ മേഖലകളിലുള്ള എല്ലാ ആദ്യകാല വിജയങ്ങളുടെയും ആധാരം. റേഡിയം അന്വേഷണത്തിന്റെ അനുഭവങ്ങളിലേക്ക് വെളിച്ചം വീശുന്നതായിരുന്നു മാഡം ക്യൂറിയുടെ നൊബേൽ പ്രഭാഷണം.

പ്രഭാഷണത്തിൽ നിന്ന്

"യുറാനിയം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന റേഡിയേഷൻ 15 വർഷം* മുമ്പാണ് ബെക്കുറൽ കണ്ടുപിടിച്ചത്. തുടർന്ന് രണ്ട് വർഷത്തിനുള്ളിൽ തന്നെ ഇത്തരം റേഡിയേഷനെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം പിയേർ ക്യൂറിയും ഞാനും മറ്റ് വസ്തുക്കളിലേക്കും വ്യാപിപ്പിച്ചു. ഏറെ തീവ്രതയുള്ള റേഡിയേഷനുള്ള 30-ഓളം മൂലകങ്ങൾ ഞങ്ങൾ കണ്ടെത്തി. അവയെ റേഡിയോ ആക്ടീവ് വസ്തുക്കളെന്നും ആ പ്രതിഭാസത്തെ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്നും

* 1911 ലെ പ്രഭാഷണം

ഞാൻ നാമകരണം ചെയ്തു. ഇത്തരം മൂലകങ്ങളിലെ അണുക്കൾ സ്വയമേവ പരിവർത്തനത്തിന് വിധേയമായി (atomic transformation) പുതിയ മൂലകങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നതായി മനസ്സിലാക്കാനും കഴിഞ്ഞു. ഈ മേഖലയിൽ റേഡിയം എന്ന പുതിയ മൂലകത്തിന്റെ കണ്ടെത്തൽ ഏറ്റവും നിർണായകമായ ഒന്നുതന്നെ ആയിരുന്നു.

റേഡിയം എന്ന മൂലകത്തെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത് റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്ന ശാസ്ത്രശാഖയുടെ രൂപീകരണത്തിലെ മൂലക്കല്ലാണെന്ന് ഞങ്ങൾക്ക് ബോധ്യപ്പെട്ടു. ഈ കഠിനശ്രമത്തിൽ വിജയിച്ചതുകൊണ്ടാണ് സ്വീഡിഷ് അക്കാദമി നൊബേൽ സമ്മാനം എന്ന ഈ മഹാബഹുമതിക്ക് എന്നെ തെരഞ്ഞെടുത്തതെന്നാണ് ഞാൻ വിശ്വസിക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ട് തന്നെ റേഡിയത്തെ സംബന്ധിച്ച ആ വിസ്മയകരമായ കഥാ ശ്രേണി നിങ്ങളുടെ മുമ്പിൽ അവതരിപ്പിക്കട്ടെ

“വിഷയത്തിലേക്ക് കടക്കുന്നതിന് മുമ്പ്, റേഡിയത്തിന്റെയും പോളോണിയത്തിന്റെയും കണ്ടുപിടുത്തം പിയേർ ക്യൂറിയും ഞാനും ചേർന്നാണ് നടത്തിയതെന്ന് അനുസ്മരിക്കട്ടെ. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി സംബന്ധിച്ച അടിസ്ഥാന ഗവേഷണത്തിന് നാം പിയേർ ക്യൂറിയോട് കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

“ചുറ്റുമുള്ള വായുവിനെ അയണീകരിക്കും എന്നതാണ് റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകങ്ങളുടെ ഒരു പ്രധാന സവിശേഷത. വോൾട്ടതാവ്യത്യാസമുള്ള രണ്ട് ഫലകങ്ങൾക്കിടയിൽ ഇത്തരം മൂലകം വച്ചാൽ അവയ്ക്കിടയിലൂടെ വൈദ്യുത കറന്റ് പ്രവഹിക്കും. കറന്റ് അളന്നാൽ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ തീവ്രത അറിയാൻ പറ്റും. ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ പല മൂലകങ്ങളുമുപയോഗിച്ച് ഞങ്ങൾ ആവർത്തിച്ചുകൊണ്ടേയിരുന്നു. യുറാനിയത്തിന് സമാനമായ റേഡിയേഷനുകൾ തോറിയം സംയുക്തത്തിൽ നിന്നും വരുന്നതായും മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു.

“പരീക്ഷണങ്ങൾ തുടർന്നപ്പോൾ വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു കാര്യം എനിക്ക് ബോധ്യപ്പെട്ടു. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്നത് ഒരു ‘ആണവ പ്രതിഭാസ’മാണ്. യുറാനിയത്തിന്റേയും തോറിയത്തിന്റേയും അണുക്കൾ സ്വയം പരിവർത്തനവിധേയമാകുകയാണെന്ന് ഞങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലായി. ഇവ കലർന്ന രാസസംയുക്തങ്ങളും മിശ്രിതങ്ങളും ഈ പ്രതിഭാസം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. പ്രതിഭാസത്തിന്റെ തീവ്രത അതിലടങ്ങിയ യുറാനിയത്തിന്റേയും തോറിയത്തിന്റേയും അളവിന് ആനുപാതികമാണ്. മാത്രവുമല്ല രാസമാറ്റം കൊണ്ടോ ഭൗതിക മാറ്റം കൊണ്ടോ ഒന്നും പ്രതിഭാസത്തെ നശിപ്പിക്കാൻ കഴിയുകയുമില്ല.

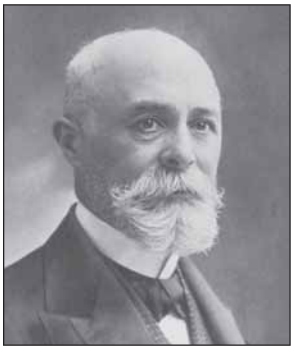
“പരീക്ഷണങ്ങൾ അവിരാമം തുടർന്നുകൊണ്ടേയിരുന്നു. അപ്പോഴാണ് അപ്രതീക്ഷിതമായ മറ്റൊരു കണ്ടെത്തൽ ഉണ്ടായത്. പിച്ച്ബ്ലൻഡ്, ചാൽക്കോലൈറ്റ്, ഓട്ടോനൈറ്റ് തുടങ്ങിയ ലവണങ്ങൾ, അവയിൽ എത്ര യുറാനിയമോ തോറിയമോ ഉണ്ടോ, അതിന് ആനുപാതികമായതിലും കൂടുതൽ ആക്ടിവത പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ചിലപ്പോൾ ചില സാമ്പിളുകളിൽ പ്രതീക്ഷിച്ചതിലും വളരെ കൂടുതൽ ആക്ടിവിറ്റി ഉണ്ടാകുന്നു. 75% മാത്രം യുറാനിയം ഓക്സൈഡുള്ള പിച്ച്ബ്ലണ്ടിൽ 400% വരെ ആക്ടിവിറ്റി കാണുകയുണ്ടായി. ചാൽക്കോലൈറ്റിൽ പ്രതീക്ഷിച്ചതിലും രണ്ടിരട്ടിയായിരുന്നു കണ്ടത്.

“യുറേനിയം, തോറിയം എന്നിവയിൽനിന്ന് വ്യത്യസ്തമായ മറ്റേതെങ്കിലും മൂലകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യമായിരിക്കാം ഈ അധിക ആക്ടിവതയ്ക്ക് കാരണം എന്ന് ഞാൻ വിചാരിച്ചു. അങ്ങനെയെങ്കിൽ രാസപ്രവർത്തനം വഴി ആ മൂലകത്തെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാനാകുമെന്നും ഞാൻ കരുതി. ആ മൂലകത്തിന്റെ അളവ് ആകെയുള്ളതിന്റെ ഏതാനും ശതമാനമായിരിക്കുമെന്ന പ്രതീക്ഷയിൽ ഞാനും പിയേറും നിരവധി രാസപരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഏർപ്പെട്ടു. എന്നാൽ സാന്നിധ്യം പ്രതീക്ഷിച്ചതിലും വളരെ കുറവ് മാത്രമാകയാൽ പല വർഷങ്ങളായി നിരന്തരം നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെയാണ് ഭാവനയിൽ മാത്രമുണ്ടായിരുന്ന അത്തരമൊരു മൂലകത്തിന്റെ രാസപരമായ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയാനായത്. രാസപ്രക്രിയയിലൂടെ സാന്നിധ്യം കണ്ടെത്തൽ ദുഷ്കരമായതിനാൽ മറ്റ് വഴികളാരായാൻ തീരുമാനിച്ചു. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ഒരു ആണവ പ്രതിഭാസമാകയാൽ ഓരോ വ്യവഛേദത്തിനും ശേഷം റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി അളന്നിരുന്നു. വിവിധതരം റേഡിയേഷനുകളും അവയുടെ വ്യത്യസ്തമായ തീവ്രതയും മൂലം ഓരോ മൂലകത്തിന്റേയും യഥാർത്ഥ റേഡിയോ ആക്ടീവ് സ്വഭാവം നിർണയിക്കുക എന്നത് അതീവ ദുഷ്കരവും സങ്കീർണവുമായിരുന്നു. ഒടുവിൽ പുതിയ റേഡിയേഷൻ സ്വഭാവങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന രണ്ട് തരം മൂലകങ്ങൾ കണ്ടെത്താൻ കഴിഞ്ഞു. ബിസ്മത്തിനോട് അനുബന്ധമായതിന് പൊളോണിയമെന്നും ബേറിയത്തിന്റെ ഒപ്പമുണ്ടായതിനെ റേഡിയം എന്നും നാമകരണം ചെയ്തു.

“ആക്ടീനിയം, റേഡിയോതോറിയം, മിസോതോറിയം, അയോണിയം എന്നീ റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകങ്ങളെയും അതോടൊപ്പം വേർതിരിച്ച് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. പല റാഡിഫെറസ്(radiferous) ധാതുക്കളെ പഠന വിധേയമാക്കിയപ്പോൾ, ഏറ്റവും കൂടുതൽ റേഡിയം സാന്നിധ്യമുള്ളത് ഓസ്ട്രിയയിലെ സെന്റ്ജോചിംസ്താൾ(St. Joachimsthal) എന്ന പ്രദേശത്ത് നിന്ന് ലഭിച്ച പിച്ച്ബ്ലൻഡിലാണ് എന്ന് കണ്ടു. പിച്ച്ബ്ലൻഡിൽ നിന്ന് യുറാനിയം ലവണം നീക്കം ചെയ്തപ്പോഴുള്ള അവസാദം പരിശോധിച്ചപ്പോൾ അതിൽ പോളോണിയവും റേഡിയവും ഉള്ളതായും മനസ്സിലായി. ഈ അവസാദമായിരുന്നു പിന്നീട് ഞങ്ങളുടെ മുഖ്യ അസംസ്കൃത വസ്തു.

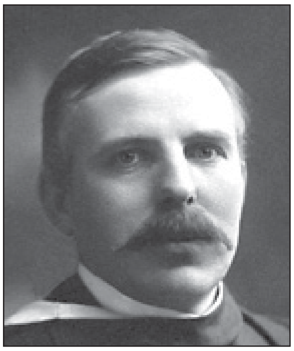
“പൊളോണിയം അടങ്ങിയ ബേറിയവും ബിസ്മത്തും വേർതിരിച്ചെടുക്കുകയാണ് ആദ്യം ചെയ്തത്. ടൺ കണക്കിന് അസംസ്കൃത വസ്തുക്കൾ ഇതിനായി ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവന്നു. ഒരു ടൺ വസ്തുവിൽ ഏതാനും ഡെസി ഗ്രാം(ഒരു ഗ്രാമിന്റെ പത്തിലൊന്ന്) റേഡിയമേ കാണൂ എന്ന് ക്രമേണ ഞങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലായി. ഒരു ടൺ അവസാദത്തിൽനിന്ന് പത്തോ ഇരുപതോ കിലോഗ്രാം ബേറിയം സൾഫേറ്റ് ആദ്യം വേർതിരിച്ചു. ഇത് ശുദ്ധീകരിച്ച് ക്ലോറൈഡുകളാക്കി മാറ്റി. ബേറിയം-റേഡിയം ക്ലോറൈഡുകളുടെ ഈ മിശ്രിതത്തിൽ റേഡിയം ഒരു ലക്ഷത്തിൽ 3 ഭാഗം എന്ന തോതിലേ ഉള്ളൂ എന്ന് മനസ്സിലായി, ഫ്രാക്ഷണൽ ഡിസ്റ്റിലേഷൻ വഴി ഈ ബേറിയം-റേഡിയം മിശ്രിതത്തിൽനിന്ന് റേ ഡിയം വേർതിരിക്കാൻ എനിക്ക് കഴിഞ്ഞു. നിരവധി ഘട്ടങ്ങളിലായി ചെയ്യേണ്ട ഒരു സുദീർഘപ്രക്രിയയായിരുന്നു ഇത്. ഇതിന് ശേഷം സ്പെക്ട്രൽ രേഖകൾ പരിശോധിച്ചാണ് റേഡിയം തന്നെയെന്ന് ഉറപ്പ് വരുത്തിയത്. മിശ്രിതത്തിൽ റേഡിയത്തിന്റെ അനുപാതം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് റേഡിയത്തിന്റെ സ്പെക്ട്രൽ രേഖയുടെ തീവ്രത കൂടുകയും

പിയേർക്യൂറി



ഹെൻറി ബെക്കുറൽ

സോഡി



റഥർഫോഡ്

ബേറിയത്തിന്റേത് മങ്ങുകയും ചെയ്തുപോന്നു. സ്പെക്ട്രൽ പഠനത്തോടൊപ്പം തന്നെ മിശ്രിതത്തിന്റെ ശരാശരി അറ്റോമികഭാരവും നിർണയിച്ചുപോന്നിരുന്നു. റേഡിയത്തിന്റെ സമൃദ്ധി കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ശരാശരി അറ്റോമികഭാരവും വർധിച്ചുകൊണ്ടേയിരുന്നു. 1907ൽ സുദീർഘമായ നിരവധി പരീക്ഷണങ്ങൾക്കൊടുവിൽ ലഭിച്ച അറ്റോമികഭാരം 138, 146, 174, 225, 226.45 എന്നിങ്ങനെയായിരുന്നു."

ഇവിടെ അവസാനം സൂചിപ്പിച്ച 226.45 എന്നത് ശുദ്ധമായ 0.4 ഗ്രാം റേഡിയത്തിന്റെ അറ്റോമിക ഭാരമാണ്. ഇത് ശരിയാണെന്ന് ഈ അടുത്തകാലത്ത് നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ തെളിയുകയും ചെയ്തു.

മേരി തുടരുന്നു. "ശുദ്ധമായ റേഡിയം വേർതിരിക്കാനായതും അതിന്റെ അറ്റോമികഭാരം നിർണയിക്കാനായതും, റേഡിയം സ്വന്തമായ വ്യക്തിത്വമുള്ള ഒരു പുതിയ മൂലകമാണെന്നും അതിന് ആൽക്കലി മെറ്റൽ ഗ്രൂപ്പിൽ പിരിയോഡിക് ടേബിളിൽ കൃത്യമായ സ്ഥാനമുണ്ടെന്നും വ്യക്തമാക്കി. യുറാനിയത്തിന്റേയും തോറിയത്തിന്റേയും അതേ നിരയിൽ തന്നെയാണ് അതിന്റെ സ്ഥാനം. ഖരലവണരൂപത്തിലുള്ള റേഡിയത്തിന്റെ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി സമാനഭാരമുള്ള യുറാനിയത്തിന്റെ 50 ലക്ഷം ഇരട്ടിയാണെന്ന് ഓർക്കുക. അതിനാൽതന്നെ ആ ലോഹം സ്വയമേവ അതിതീവ്രതയോടെ തിളങ്ങുന്നതാണ്. ഇത് വലിയ ഒരു ഊർജസ്രോതസ്സാണ്. ഓരോ ഗ്രാം റേഡിയവും ഓരോ മണിക്കൂറിലും 118 കലോറി താപമാണ് പ്രസരിപ്പിക്കുന്നത്. അങ്ങനെ റേഡിയോ ആക്ടീവ് സയൻസ് എന്ന പുതിയ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ആരംഭവുമായി...."

പ്രഭാഷണത്തിന്റെ അടുത്തഭാഗത്ത് അവർ പറയുന്നത് റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്ന പ്രതിഭാസത്തിന്റെ വിവിധ വശങ്ങളെക്കുറിച്ചാണ്. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി മൂലം ഒരേ മൂലകത്തിൽനിന്ന് പുതിയ മൂലകങ്ങളുണ്ടാവുകയും റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി മൂലം അവയിൽനിന്നും വീണ്ടും പുതിയ മൂലകങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നത് സംബന്ധിച്ചാണ്. ഓരോ റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകത്തിൽ നിന്നുമാരംഭിച്ച് ഓരോ ശ്രേണിയായി മറ്റ് മൂലകങ്ങൾ ഉണ്ടാവുകയാണ്. അങ്ങനെ മൂന്ന് ശ്രേണികളായാണ് സ്വാഭാവിക റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി നടക്കുന്നത്.

യുറാനിയത്തിൽ നിന്ന് ആരംഭിച്ച് ഒരു ശ്രേണിയും, തോറിയത്തിൽ നിന്ന് ആരംഭിച്ച് മറ്റൊരു ശ്രേണിയും ആക്ടീനിയത്തിൽ നിന്ന് ആരംഭിച്ച മൂന്നാമതൊരു ശ്രേണിയും ഉണ്ട്. യുറാനിയം സിരീസിന്റെ ഒരു ഉപശ്രേണി എന്ന നിലയിലാണ് റേഡിയം ശ്രേണി. എല്ലാ ശ്രേണികളും വിവിധ റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകങ്ങളിലൂടെ കടന്നുപോയി ഒടുവിൽ സ്ഥായിമൂലകമായ ലെഡ്ഡിൽ വന്ന് അവസാനിക്കുന്നു. ഇടയിലുള്ള ഓരോന്നും ഒന്നുകിൽ ആൽഫാ റേ, അല്ലെങ്കിൽ ബീറ്റാ റേ, അല്ലെങ്കിൽ ഗാമ റെ ബഹിർഗമിച്ച് പുതിയ അറ്റോമിക കണികയായി സ്വയം മാറുന്നു. ആൽഫാ റേ എന്നത് ഹീലിയം അണുവിന്റെ ന്യൂക്ലിയസ്സാണ്. ഹീലിയത്തിന് അറ്റോമികഭാരം 4-ഉം അറ്റോമിക നമ്പർ 2-ഉം ആണല്ലോ. തന്മൂലം ഒരു ആൽഫാ റെ പുറപ്പെടുവിച്ചാൽ ആ അണുവിന്റെ അറ്റോമിക ഭാരം 4-ഉം അറ്റോമിക നമ്പർ 2-ഉം കുറയുന്നു. റേഡിയം ആൽഫാ റെയാണ് ബഹിർഗമിപ്പിക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ടാണ് റേഡിയത്തിന് ചുറ്റും എപ്പോഴും ഹീലിയത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം കാണുന്നത്. ബീറ്റാ റെ എന്നത് വെറും ഇലക്ട്രോൺ ആണ്. അണുകേന്ദ്രത്തിലെ ന്യൂട്രോൺ പ്രോട്ടോണായി സ്വയം മാറുന്നത് മൂലം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നതാണ് ഇലക്ട്രോൺ. ഇത് ബഹിർഗമിക്കപ്പെടുന്നതോടെ അറ്റോമിക നമ്പർ ഒന്ന് കൂടുതലുള്ള പുതിയ ഒരു മൂലകം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടും. ഗാമാ റെ കേവലം ഊർജവികിരണം മാത്രമാണ്.

മേൽ പറഞ്ഞ കാര്യങ്ങൾ സംബന്ധിച്ച ആഴത്തിലുള്ള പഠനങ്ങൾക്കാണ് മേരിയുടെ തുടർന്നുള്ള ജീവിതകാലം മുഴുവൻ ഉപയോഗിച്ചത്. മേരിയുടേയും ആ കാലഘട്ടത്തിൽ പ്രസ്തുത മേഖലയിൽ ഗവേഷണങ്ങളിലേർപ്പെട്ട ബെക്കുറൽ, പിയേർ ക്യൂറി, റഥർഫോർഡ്, സോഡി തുടങ്ങിയ മഹാരഥന്മാരുടെയുമൊക്കെ അശ്രാന്ത പരിശ്രമഫലമായാണ് ന്യൂക്ലിയർ സയൻസ് രൂപപ്പെട്ടതും വളർന്ന് വികസിച്ച് മഹാ ശാസ്ത്രശാഖയായി തീർന്നതും.

ഒരു കാര്യം കൂടി പറഞ്ഞവസാനിപ്പിക്കാം. റേഡിയം വളരെ നേർത്ത അളവിൽ രോഗ ചികിത്സയ്ക്കും രോഗനിർണയത്തിനും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും അതിൽനിന്ന് വരുന്ന വികിരണം അതിതീവ്രമാണ്. അതീവ മാരകവുമാണ്. ഈ മൂലകമാണ് മേരി ക്യൂറി അതിലാഘവത്തോടെ കൈകാര്യം ചെയ്തതും പഠനങ്ങൾക്ക ഉപയോഗിച്ചതും, ഒടുവിൽ അതിന്റെ സാന്ദ്രരൂപം വേർതിരിച്ചെടുത്തതും. ഒരു സുരക്ഷാസംവിധാനവും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നില്ല. അങ്ങനെ വേണമെന്ന് അന്ന് അറിഞ്ഞിരുന്നുമില്ല. വർഷങ്ങൾ ദീർഘിച്ച ആ പരീക്ഷണ- പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കൊടുവിൽ അവർ രോഗഗ്രസ്തയാവുകയും മരണത്തിന് അടിപ്പെടുകയും ചെയ്തു. ശാസ്ത്രാന്വേഷണപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കായി ജീവിതം ഉഴിഞ്ഞുവച്ച, ശാസ്ത്രപ്രവർത്തനത്തെയും ജീവിതത്തെയും വേറിട്ട് കാണാതിരുന്ന, ശാസ്ത്രത്തിന്റെ മറ്റൊരു മഹാരക്തസാക്ഷി. ◻

പുസ്തക പരിചയം

k²mÀ ° ³]Sª md¯
sidhupm2012@gmail.com

നാല് മേരി ക്യൂറി ജീവചരിത്രങ്ങൾ

മേരി ക്യൂറിയുടെ ജീവിതകഥ കുട്ടികൾക്കും മുതിർന്നവർക്കും ഒരുപോലെ ആവേശകരമാണെന്നതിന് തെളിവാണ് അവരെക്കുറിച്ച് വിവിധഭാഷകളിൽ എഴുതപ്പെട്ടിട്ടുള്ള പുസ്തകങ്ങളുടെ സംഖ്യ. ഐൻസ്റ്റൈനെകുറിച്ചും(96 എണ്ണം) ഡാർവിനെ കുറിച്ചും(71) എഴുതപ്പെട്ടതിനെക്കാളേറെ പുസ്തകങ്ങൾ മേരി ക്യൂറിയെപ്പറ്റി ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. കുട്ടികൾക്ക് വേണ്ടി ഇംഗ്ലീഷ് ഭാഷയിൽ എഴുതപ്പെട്ടവ മാത്രം 121 എണ്ണം വരും. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യപകുതിയിൽത്തന്നെ കാലയവനികയ്ക്കുള്ളിൽ മറഞ്ഞുപോയ മേരി ക്യൂറിയെപ്പറ്റി ഈ നൂറ്റാണ്ടിലും പഠനപരവും ജീവചരിത്രപരവുമായ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന കാഴ്ച അതിശയകരമാണ്. ഒരു ചലച്ചിത്രതാരമെന്ന നിലയിലോ രാഷ്ട്രീയ നേതാവെന്ന നിലയിലോ അല്ലെങ്കിൽ അതുപോലെ ജനസാമാന്യം കൊണ്ടാടുന്ന ഏതെങ്കിലും മേഖലയിൽ പ്രവർത്തിച്ച ആളെന്ന നിലയിലോ ഒന്നുമല്ല, ഒരു ഊർജതന്ത്ര- രസതന്ത്ര ശാസ്ത്രജ്ഞ എന്ന നിലയിലാണ് മേരി ക്യൂറിയുടെ ഈ പ്രശസ്തി എന്നത് ശ്രദ്ധേയമാണ്. മേരി ക്യൂറിയെപ്പറ്റി ആദ്യം പുറത്തിറങ്ങിയതും ഏറ്റവും ആധികാരികമെന്ന് അംഗീകരിക്കപ്പെടുന്നതും അവരുടെ ഇളയ പുത്രി ഈവ് ക്യൂറി എഴുതി 1937ൽ പുറത്തിറങ്ങിയ മേരി ക്യൂറി എന്ന ജീവചരിത്രമാണ്. പിൽക്കാലത്ത് വന്ന പുസ്തകങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ശ്രദ്ധേയം, സൂസൻ ക്വിൻ രചിച്ച മേരി ക്യൂറി-ജീവിതം(Susan Quinn:Marie Curie: A Life), നയോമി പസാക്കോഫ് എഴുതിയ മേരി ക്യൂറിയും റേഡിയോ ആക്ടിവതയുടെ ശാസ്ത്രവും(Naomi Pasachoff:Marie Curie and the Science of Radioactivity) എന്നിവയാണ്. 1966 ആണ് ഇരു പുസ്തകങ്ങളുടെയും പ്രസിദ്ധീകരണ വർഷം. അടുത്തിടെ ഇറങ്ങിയ Marie Curie and Her Daughters: The Private Lives of Science's First Family(മേരി ക്യൂറിയും പുത്രിമാരും: ശാസ്ത്രത്തിലെ പ്രഥമ കുടുംബത്തിന്റെ സ്വകാര്യജീവിതം: രചന, ഷെല്ലി എംലിംഗ്(Shelley Emling), വർഷം 2012) എടുത്തുപറയേണ്ട മറ്റൊരു മേരി ക്യൂറി ജീവചരിത്രമത്രേ. അന്താരാഷ്ട്ര രസതന്ത്ര വർഷമായി ആചരിക്കപ്പെട്ടതിനെത്തുടർന്ന് 2011ലും മേരി ക്യൂറിയുടെ ജീവിതത്തെയും ശാസ്ത്രപ്രവർത്തനത്തെയും സംബന്ധിച്ച നിരവധി പ്രബന്ധങ്ങളും പഠനങ്ങളും പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. ഈവ് ക്യൂറി എഴുതിയ ജീവചരിത്രത്തെയും മറ്റ് ലഘു ജീവചരിത്രങ്ങൾ, ലേഖനങ്ങൾ, ക്യൂറി കുടുംബത്തിലെ അംഗങ്ങളുടെ കത്തുകൾ എന്നിവയെയും ആധാരമാക്കിയാണ് ഇവരെല്ലാം രചനകൾ നടത്തിയത്.

ഈവ് ക്യൂറിയുടെ പുസ്തകം പരിചയപ്പെടുത്തുകയാണ് ഈ ലേഖനംകൊണ്ട് പ്രധാനമായും ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. അതോടൊപ്പം, സൂസൻ ക്വിൻ, നയോമി പസാക്കോഫ്, ഷെല്ലി എംലിംഗ് തുടങ്ങിയവരുടെ പുസ്തകങ്ങളെ സ്പർശിച്ചുപോവുകയും ചെയ്യും.

1904ൽ ജനിച്ച ഈവ് ക്യൂറി മുപ്പത് വർഷം തന്റെ അമ്മയുടെ -മേരി ക്യൂറിയുടെ- കൂടെയാണ് ജീവിച്ചത്. 1934ൽ മേരി ചികിത്സ തേടിയ സാനിട്ടോറിയത്തിലും തുടർന്ന് മേരിയുടെ മരണം സംഭവിക്കുമ്പോഴും ഈവ് ഒപ്പമുണ്ടായിരുന്നു. അമ്മയുടെ മരണശേഷം ഏറെ വൈകാതെ ഈവ് അവരെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കാൻ ആരംഭിച്ചു. അമ്മയുടെ രണ്ട് സഹോദരിമാരും ജ്യേഷ്ഠനും ജീവിച്ചിരുപ്പുണ്ടായിരുന്നതിനാൽ അത് എളുപ്പമായി. മേരി ക്യൂറിയുടെ മറ്റൊരു ജീവചരിത്ര രചയിതാവിനും ഇത് സാധ്യമാകുമായിരുന്നില്ല. മേരി ക്യൂറി തന്റെ ചെറുപ്പകാലത്തെക്കുറിച്ച് ഈവിനോട് വിശദമായി സംസാരിച്ചിരുന്നു എന്ന വസ്തുത ഈ ജീവചരിത്രത്തിൽനിന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

മേരി, വിവാഹത്തിന് മുൻപും, അതിന് ശേഷവും തന്റെ കസിൻ ഹെൻറീറ്റ, സ്കൂൾ സുഹൃത്ത് കസിയ തുടങ്ങിയവരുമായി കത്തുകളിലൂടെ ബന്ധം നിലനിർത്തിയിരുന്നു. ചെറുപ്പത്തിൽ ഗൃഹാദ്ധ്യാപികയായി ജോലി ചെയ്യുമ്പോഴുള്ള മേരിയുടെ അനുഭവങ്ങളും മറ്റും മറ്റുള്ളവർക്കറിയാൻ കഴിഞ്ഞത് ഈ കത്തുകൾ വഴിയാണ്. ഈവ് എഴുതിയ ജീവചരിത്രത്തിൽ മേരി ക്യൂറിയുടെ കത്തുകൾ വിപുലമായി ഉദ്ധരിച്ചിട്ടുണ്ട്. തന്റെ രണ്ട് വല്യമ്മമാരുടെയും അമ്മാവന്റെയും വല്യച്ഛന്റെയും ചേച്ചിയുടെയും അവരുടെ ഭർത്താവിന്റെയും പക്കലുള്ള എല്ലാ വിവരങ്ങളും ഈവിന് കിട്ടിയിരുന്നു. അതൊക്കെ അവരെഴുതിയ ജീവചരിത്രത്തിൽ തെളിയുന്നുണ്ട്.

പുസ്തകത്തിലെ, മൂന്ന് ഭാഗങ്ങളായി ക്രോഡീകരിച്ചിരിക്കുന്ന ഇരുപത്തി ഏഴ് അദ്ധ്യായങ്ങളിലൂടെയും ഈവ് നമുക്ക് തരുന്നത് മേരി ക്യൂറിയെക്കുറിച്ചുള്ള ആധികാരിക അറിവുകളാണ്. മേരി ക്യൂറിയുടെ സമകാലികരായ പ്രൊഫസർമാർ, ശാസ്ത്രജ്ഞർ തുടങ്ങിയവരെയെല്ലാം ഈവിന് നേരിട്ട് അറിയുമായിരുന്നു. മേരി ക്യൂറിയുടെ ജീവിതത്തിലെ പ്രധാന സംഭവങ്ങൾ -വിവാഹം, ഗവേഷണം, വ്യക്തി ജീവിതത്തിലെ പ്രശ്നങ്ങൾ, ഫ്രഞ്ച് അക്കാദമിയിൽ നിന്ന് നേരിട്ട വിവേചനം, ലാംഗ്വിൻ സംഭവവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രശ്നങ്ങൾ എന്നിവ നേരിൽ അറിയുന്നവരും, അവയ്ക്ക് സാക്ഷ്യം വഹിച്ചവരും അവയിൽ ഭാഗഭാക്കായവരുമായ ഒരു ഡസനിലധികം കുടുംബങ്ങളെയും ഈവിന് കുട്ടിക്കാലം മുതൽക്കേ പരിചയമുണ്ടായിരുന്നു. മേരി ക്യൂറിയുടെ മരണത്തിന് ശേഷം പത്ത് വർഷത്തിലധികം കാലം അവരൊക്കെയും ഉണ്ടായിരുന്നു. തന്റെ മാതാവിനെ പറ്റിയുള്ള മുഴുവൻ വസ്തുതകളും അതാതിന്റെ പശ്ചാത്തലവും സന്ദർഭവും മനസ്സിലാക്കാനും തന്റെ രചനയെ സമഗ്രവും ആധികാരികവുമാക്കാനും ഇവരെല്ലാം ഈവിനെ തുണച്ചു. ഇംഗ്ലീഷ്-ഫ്രഞ്ച് ഭാഷകളിൽ ഒരുപോലെ പ്രാവീണ്യമുണ്ടായിരുന്ന ഈവിന്റെ രചനാശൈലി ലളിതവും വായനക്കാരെ ആകർഷിക്കുന്നതും പുസ്തകം വളരെ ആസ്വാദ്യകരമായി വായിച്ചുപോകാനാവുന്നതുമാണ്. അമ്മയെപ്പറ്റി മകളെഴുതിയതെന്ന നിലയിൽ സവിശേഷമായ വായനാനുഭവും ഇത് തരുന്നു. മേരിയെയെന്ന പോലെ പിയേറിനെ അടുത്തറിയാനും മനസ്സിലാക്കാനും ഈ പുസ്തകം വായനക്കാർക്ക് തുണയാകുന്നുണ്ട്. ഉന്നതശീർഷരായ രണ്ട് ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ ചിത്രങ്ങൾ മാത്രമല്ല സ്ഥിതപ്രജ്ഞരായ രണ്ട് വ്യക്തിത്വങ്ങളുടെ ചിത്രങ്ങൾ കൂടിയാണ് ഇതിൽ നിന്ന് ഉയിർക്കൊള്ളുന്നത്. ശാസ്ത്രത്താൽ പരസ്പരബന്ധിതരായി ശാസ്ത്രപ്രവർത്തനത്തിലൂടെ തന്നെ ജീവിതം മുന്നോട്ട് കൊണ്ടുപോയ ദമ്പതിമാർ ചരിത്രത്തിലെ ഒരു അപൂർവതയായിരിക്കും.

ഒട്ടേറെ ഗവേഷണം നടത്തി, വസ്തുതകൾ ശേഖരിച്ച് എഴുതപ്പെട്ടതാണ് നയോമി പാസാക്കോഫിന്റെയും മേരി ക്യൂറി പുസ്തകം. 1996-ൽ നയോമി പാസാക്കോഫും സൂസൻ ക്വിന്നും മേരി ക്യൂറിയുടെ ജീവചരിത്രം എഴുതുമ്പോഴേയ്ക്കും വാഴ്സയിൽ ക്യൂറി മ്യൂസിയം നിലവിൽ വന്നുകഴിഞ്ഞിരുന്നു. അവരുടെ നിർലോഭമായ സഹായം ഇരുവരുടെയും എഴുത്ത് എളുപ്പമാക്കി എന്ന കാര്യത്തിൽ സംശയമില്ല. ജീവചരിത്രരചനയിൽ ധാരാളം ഡോക്യുമെന്റുകളും ഫോട്ടോകളും അവർക്ക് ലഭ്യമായിരുന്നു. നയോമി പാസാക്കോഫ് എഴുതിയ മേരി ക്യൂറി ജീവചരിത്രം മറ്റ് ജീവചരിത്രങ്ങളിൽ നിന്ന് കുറച്ച് വ്യത്യസ്തമാകുന്നത് ഈ ഡോക്യുമെന്റുകളുടെ ഉപയോഗം കൊണ്ടാണ്. റേഡിയത്തെക്കുറിച്ചും റേഡിയോ ആക്ടിവതയെക്കുറിച്ചും കുറച്ച് വിശദമായി പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ട് എന്നത് ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ അധികമേന്മയായി വിലയിരുത്താം.ചില അപൂർവ്വ ഫോട്ടോഗ്രാഫുകളും ചിത്രങ്ങളും ഈ പുസ്തകത്തിനെ വ്യത്യസ്തമാക്കുന്നു.

സൂസൻ ക്വിൻ എഴുതിയ പുസ്തകവും മേരി ക്യൂറിയുടെ മറ്റ് ജീവചരിത്രങ്ങളിൽ നിന്നും വേറിട്ട് നില്ക്കുന്നു. അവരും നന്നായി ഗവേഷണം നടത്തിയിട്ടുണ്ടെന്ന് പുസ്തകം വായിക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് മനസ്സിലാകും. റേഡിയോ ആക്ടിവത എന്ന പ്രതിഭാസം നന്നായി പഠിക്കുകയും റേഡിയവും പൊളോണിയവും കണ്ടുപിടിക്കുകയും ചെയ്ത ക്യൂറിമാർ പിന്നീട് വഴിമുട്ടി നിന്നതെന്തുകൊണ്ട്? റേഡിയോ ആക്ടിവത വിശദീകരിക്കുന്നതിൽ അവർ എന്തുകൊണ്ട് പരാജയപ്പെട്ടു? റഥർഫോർഡിന് അത് എങ്ങിനെ കഴിഞ്ഞു? ക്യൂറി ദമ്പതിമാരുടെ ശാസ്ത്രജീവിതം പഠിക്കുന്നവരുടെ മനസ്സിലുയരുന്ന ഇത്തരം വലിയ ചോദ്യങ്ങൾ ക്വിൻ ഇതിൽ ഉന്നയിക്കുന്നുണ്ട്; അതിന് വിശദീകരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നുമുണ്ട്. വളരെ നന്നായി എഴുതിയ ഒരു ജീവചരിത്രം എന്ന് ഈ പുസ്തകത്തെച്ചുരുക്കി വിശേഷിപ്പിക്കാം.

മേൽപറഞ്ഞവയിൽ നിന്നെല്ലാം വ്യത്യസ്തമാണ് ഷെല്ലി എംലിംഗ് എഴുതിയ ജീവചരിത്രം. അമേരിക്കക്കാരിയായ എംലിംഗ്, പുസ്കത്തിൽ മേരി ക്യൂറിയുടെ അമേരിക്കൻ യാത്രയ്ക്ക് മുൻതൂക്കം കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്. മേരി ക്യൂറി രണ്ട് പ്രാവശ്യം അമേരിക്ക സന്ദർശിച്ചിരുന്നു. അതിനെക്കുറിച്ച് പ്രതിപാദിക്കുന്നതിന് പുസ്തകത്തിലെ നാല് അദ്ധ്യായങ്ങൾ മാറ്റിവച്ചിരിക്കുന്നു. മൂന്നിലധികം അദ്ധ്യായങ്ങളിൽ ഐറിനും ഈവുമാണ്ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടുന്നത്.

1910-1912 മേരി ക്യൂറിയുടെ ജീവിതത്തിലെ പ്രയാസകരമായ ഒരു കാലഘട്ടമായിരുന്നു. അക്കാലത്തെ രണ്ട് പ്രധാന സംഭവങ്ങളാണ് ഫ്രഞ്ച് ശാസ്ത്ര അക്കാദമിയിലേക്കുള്ള മേരി ക്യൂറിയുടെ മത്സരവും, പോൾ ലാംഗ്വിനുമായുണ്ടായ അടുപ്പവും. പാരീസിനപ്പുറം യൂറോപ്പിലാകെ അപവാദ പ്രചരണത്തിന് ഇടയാക്കിയ ഒന്നായിരുന്നു പോൾ ലാങ്ങ്വിൻ ബന്ധം. ഈവ് ക്യൂറി എഴുതിയ ജീവചരിത്രം ഇതിലേക്ക് കടക്കുന്നില്ല. സ്വന്തം അമ്മയെക്കുറിച്ചുള്ള പുസ്തകത്തിൽ മകൾ അതെഴുതുമെന്ന് നമ്മൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നുമില്ല.

എന്നാൽ ഈ സംഭവത്തെ പെരുപ്പിച്ച് കാണിക്കുന്നു എന്നതാണ് മറ്റ് പല ജീവചരിത്രങ്ങളുടെയും ന്യൂനത. അത് മേരി ക്യൂറിയുടെ വ്യക്തിപരമായ കാര്യമാണ് എന്ന തരത്തിൽ വിശദീകരിക്കാൻ ഗ്രന്ഥകർത്താക്കളിൽ മിക്കവരും തയ്യാറായിട്ടില്ല. പോൾ ലാങ്ങ്വിൻ സോഷ്യലിസ്റ്റും ഉൽപതിഷ്ണുവുമായിരുന്നുവെന്നത്, ഈ പെരുപ്പിക്കലിന് കാരണമായിരിക്കാം.

മേരി ക്യൂറിയുടെ ഗ്രന്ഥകർത്താക്കളിൽ മിക്കവരും സ്ത്രീകളാണെന്നത്, അവരെ ശരിയായ രീതിയിൽ അവതരിപ്പിക്കുന്നതിന് നല്ലൊരു പരിധി വരെ സഹായകമായിട്ടുണ്ട്. മേരി ക്യൂറി കടന്നുപോയ വഴികൾ, ദാരിദ്ര്യം, പ്രിയപ്പെട്ടവരുടെ അവിചാരിതമായ വേർപാട്, കഠിനാദ്ധ്വാനം, ശാസ്ത്രത്തിനായി ഉഴിഞ്ഞുവച്ച ജീവിതം ഇതൊക്കെ നാല് ജീവചരിത്രത്തിലും തെളിഞ്ഞുകാണാം. മരണമടഞ്ഞ് മുക്കാൽ നൂറ്റാണ്ടിന് ശേഷവും മേരി ക്യൂറിയെക്കുറിച്ച് പഠനങ്ങൾ നടക്കുന്നു, ജീവചരിത്രം എഴുതപ്പെടുന്നു എന്നത് അവരുടെ മഹത്വത്തിന്റെ തെളിവ് തന്നെ.

പൊതുവേ നന്നായി എഴുതിയ നാല് ജീവചരിത്രങ്ങളെ കുറിച്ചാണ് ഈ ലേഖനത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചത്. അവയിൽ എടുത്ത് പറയേണ്ടവ ഈവ് ക്യൂറിയും, സൂസൻ ക്വിന്നും എഴുതിയ ജീവചരിത്രങ്ങളാണ്.

◻

ആൾദൈവങ്ങളുടെ പണിപ്പുര

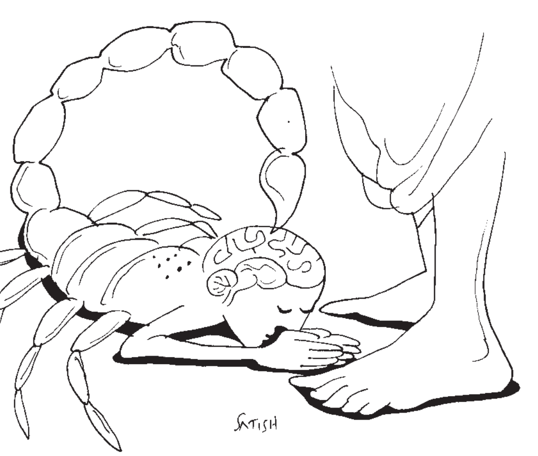
■ KtWi ³ sI F k

ganesan041971@gmail.com

ആൾദൈവങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ചർച്ചകൾ സമൂഹത്തിൽ ഉണ്ടാകാറുണ്ട്. റാം റഹിംഗുർമീത് എന്ന ആൾദൈവം ബലാൽസംഗ കേസിൽ ശിക്ഷിക്കപ്പെട്ടത് അത്തരമൊരു ചർച്ചയ്ക്ക് ഈയിടെ കാരണമായി. സ്തുതിപാഠകർ അവരുടെ സാമൂഹിക സേവനത്തിന്റെയും ജീവകാരുണ്യ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെയും ഗാഥകൾ പാടി നിർവൃതി കൊള്ളുകയാണ് എന്നും സ്വാഭാവികമായും പതിവ്. ഇത്തരം ചർച്ചകളിൽ ധാർമിക രോഷം കൊള്ളുന്ന 'പ്രമുഖർ' ബോധപൂർവ്വം പരാമർശിക്കാതെ പോകുന്ന ചില വസ്തുതകളുണ്ട്. ഇക്കൂട്ടരുടെ ഗർഭഗൃഹം സംബന്ധിച്ച യഥാർത്ഥ്യങ്ങളാണ് അത്.

അറിയപ്പെടുന്നതും അറിയപ്പെടാത്തതുമായ ആൾദൈവങ്ങളുടെ പൂരപ്പറമ്പാണ് ഇന്ത്യ. അന്ധമായ ആത്മീയത, കപട ആത്മീയത, ആത്മീയക്കച്ചവടം തുടങ്ങിയ പദങ്ങളിൽ ആൾദൈവങ്ങളുടെ കാരണം തേടുന്നവർ അറിയാതെ വെളിപ്പെടുത്തുന്നത് മനുഷ്യദൈവങ്ങളുടെ വേരുകളാണ്. ആൾദൈവങ്ങളുടെ ഉറവിടം തേടിയാൽ എത്തുക ആത്മീയ പരിസരങ്ങളിലാണ്. ഒരു ജീവി വർഗ്ഗമെന്ന നിലയിൽ മനുഷ്യനെ അതിജീവനത്തിന് സഹായിച്ച ചില മസ്തിഷ്ക്ക സവിശേഷതകളാണ് ആത്മീയതയേയും നിലനിർത്തുന്നത്. അത് മസ്തിഷ്ക്കത്തിന്റെ സഹജ സാങ്കേതികതയായി നിലനിൽക്കുന്നതിനാൽ സമൂഹത്തിന്റെ പൊതുബോധം മതാത്മകമായി തുടരുന്നു. ആർത്തി, ആസക്തി, കാര്യത്തിന് പിന്നിൽ ഒരു കാരണഭൂതനെ സങ്കല്പിച്ചുണ്ടാക്കൽ, ഘടന തേടൽ, തുടങ്ങിയ മസ്തിഷക്ക സവിശേഷതകളുടെ പാർശ്വ ഫലമാണ് മതാത്മകത എന്ന ഡാർവീനിയൻ വിശദീകരണം വസ്തുതാപരമാണ്. മത വിശ്വാസം നിലനിർത്തുന്ന ഘടകങ്ങൾ തന്നെയാണ് ആൾദൈവ വിശ്വാസവും നിലനിർത്തുന്നത്.

സമൂഹത്തിന്റെ വിശ്വാസശീലം മാത്രമല്ല ആൾദൈവങ്ങളെ തുണയ്ക്കുന്ന ഘടകം. സാമൂഹ്യ സാഹചര്യങ്ങളും അതിൽപ്പെടും. പൗരജനങ്ങളുടെ സർവ്വതോമുഖമായ ക്ഷേമം ഉറപ്പ് വരുത്താൻ ബാധ്യസ്ഥമായ ഭരണകൂടങ്ങളുടെ പരാജയം ദരിദ്രനായ വിശ്വാസിയെ



ആൾദൈവ ജീവകാരുണ്യത്തിന് ഇരയാക്കുന്നു. മതാത്മകത എന്ന മലിനജലത്തിലെ കൃമികീടങ്ങളാണ് ആൾദൈവങ്ങൾ. അങ്ങേയറ്റം മതാത്മകമായ സമൂഹത്തിൽ ആൾദൈവങ്ങൾ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടേയിരിക്കും. മതം നേർപ്പിക്കപ്പെട്ട സമൂഹങ്ങളിൽ ആൾദൈവങ്ങളുടെ പൊടി പോലുമുണ്ടാവില്ല. ചെരിപ്പ് അഴിച്ചുവയ്ക്കുന്നതുപോലെ മസ്തിഷ്ക്കവും വെളിയിൽ ഊരി വച്ചാണ് വിശ്വാസികൾ ആൾദൈവങ്ങളെ സമീപിക്കുന്നതെന്ന വിമർശനം കപടമാണ്. മതദൈവങ്ങളോടുള്ള സമീപനവും ഇങ്ങനെ തന്നെ എന്നതാണ് കാരണം. മസ്തിഷ്ക്കം പണയപ്പെടുത്താതെ മതവിശ്വാസിയായി തുടരുക അസാദ്ധ്യം. ആൾദൈവങ്ങളുടെ ഉറവിടങ്ങൾ മതാത്മകതയിലാണെന്നിരിക്കേ മത വിമർശനം കൂടാതെയുള്ള ആൾദൈവ വിമർശനം നിരത്ഥകമാണെന്ന് അടിവരയിട്ട് തന്നെ പറയാം.

ആൾദൈവമല്ലാതൊരു ദൈവമില്ലെന്നതിനാൽ ആ പ്രയോഗത്തിൽ തന്നെ പിശകുണ്ട്. എല്ലാ ദൈവങ്ങളും ആൾദൈവങ്ങളാണ്. സെമറ്റിക്ക് ദൈവങ്ങൾ മുതൽ ബ്രഹ്മാ-വിഷ്ണു-മഹേശ്വരാദികളും ചാത്തൻ-മറുത തുടങ്ങിയ പ്രാദേശിക ദൈവങ്ങളും ആൾദൈവം തന്നെ. മതമേതായാലും ദൈവങ്ങളെല്ലാം ഒന്നാണ്, ഒരേ മൂശയിൽ വാർത്തെടുക്കുമ്പോൾ വ്യത്യാസം ഉണ്ടാകുക അസാദ്ധ്യം. സ്രഷ്ടാവായ മനുഷ്യന്റെ കെട്ടും മട്ടും തന്നെ എല്ലാവർക്കും. സ്തുതിച്ചാൽ, കാണിക്കയിട്ടാൽ അനുഗ്രഹിക്കുന്ന, നിഷേധിച്ചാൽ ശിക്ഷിക്കുന്ന ദൈവത്തിൽ കാണുന്നത് മനുഷ്യ സ്വഭാവങ്ങളുടെ പ്രതിരൂപമാണ്. ഇങ്ങനെയുള്ളദൈവം ആൾദൈവമല്ലാതെ മറ്റെന്താണ്?. മതാതീതവും പരബ്രഹ്മവും സൂപ്പർ പവറുമെല്ലാം അതേ ഗണത്തിൽപെടുന്നു.

മതദൈവത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ആൾദൈവങ്ങളെ കണ്ടറിയാം, കൊണ്ടുമറിയാം, ഫലമുറപ്പാണ്. ഈ മെച്ചങ്ങളെല്ലാം അവയ്ക്ക് താരതമ്യേന കൂടുതൽ സ്വീകാര്യത ഉണ്ടാക്കുന്നു. മുഖദാവിൽ ചെന്നാൽ ഒരു തലോടലോ, പരിരംഭണമോ എങ്കിലും ഉറപ്പ്. സ്തുതി പാടിയാൽ അദ്ധ്വാനിക്കാതെ കൈവന്ന പണത്തിൽ നിന്നും ചെറിയ പങ്ക് കിട്ടിയെന്നും വരാം.

എല്ലാ ആൾദൈവങ്ങൾക്കും പൊതുവായ ചില സവിശേഷതകളുണ്ട്. എതെങ്കിലും ഒരു മതത്തിൽ മാത്രം വ്യഹരിക്കുന്നവരല്ല അവർ. എല്ലാ മതങ്ങളുടേയും 'നന്മ' മാത്രമെടുത്ത് ഒറ്റ പാക്കറ്റിൽ വിതരണം ചെയ്യുന്നവരാണ് തങ്ങളെന്ന് വന്നാൽ വിശ്വാസിക്കൂട്ടം മതഭേദമന്യേ ഒഴുകിയെത്തുമെന്നും സാധ്യതകൾ വാനോളമുയരുമെന്നുമറിഞ്ഞ് അവർ തന്ത്രങ്ങൾ മെനയുന്നു. ദിവ്യാത്ഭുതങ്ങളിൽ തുടങ്ങി ജീവകാരുണ്യ പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ പതഞ്ഞൊഴുകുമ്പോൾ സാമൂഹികാംഗീകാരവുമായി. ആൾദൈവങ്ങളുടെ ജീവകാരുണ്യ പ്രവർത്തനങ്ങളെ വാഴ്ത്തുന്നവരോട് ഒന്നേ ചോദിക്കാനുള്ളു: അവർ ചെയ്യുന്നത് ജീവകാരുണ്യ പ്രവർത്തനം തന്നെയോ എന്ന ചോദ്യം മാത്രം. സ്വയം അദ്ധ്വാനിച്ച് നേടുന്ന പണം കൊണ്ടാണോ അതോ അദ്ധ്വാനിക്കാതെ കൈയ്യിൽ വരുന്ന വരുമാനത്തിന്റെ പങ്ക് കൊണ്ടാണോ അവർ ജീവകാരുണ്യ പ്രവർത്തനം നടത്തുന്നത്? അദ്ധ്വാനിച്ച് നേടുന്ന പണത്തിന്റെ ഭാഗമെടുത്ത് സഹജീവികളെ സഹായിക്കുമ്പോഴല്ലേ അത് നിസ്വാർത്ഥമായ ജീവകാരുണ്യപ്രവർത്തനമാകൂ? മറ്റുള്ളവർ സംഭാവനയായും കാണിക്കയായും നൽകുന്ന തുക കൊണ്ട് സ്വരുക്കൂട്ടിയ വൻ സമ്പത്തിൽ നിന്ന് ഒരു ചെറു വിഹിതം, കേവലം പൊതുസമൂഹത്തിന്റെ സമ്മതിയും ആദരവും പിടിച്ചുപറ്റുന്നതിന് വേണ്ടി വിനിയോഗിക്കുന്നത് ഏതർത്ഥത്തിലാണ് ജീവകാരുണ്യ പ്രവർത്തനമാകുക? ആൾദൈവങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ജീവകാരുണ്യ പ്രവർത്തനമെന്നാൽ സ്വയം രക്ഷിക്കൽ പ്രവർത്തനമാണ്. ജീവകാരുണ്യമെന്ന പരിചയിൽ തട്ടി വിമർശനശരങ്ങളുടെ മുനയൊടിയുന്നു. സ്കൂളുകൾ, കോളേജുകൾ, ആശുപത്രികൾ തുടങ്ങിയ സ്ഥാപന ശൃഖലകളുടെ വ്യാപ്തിയിൽ പ്രാദേശികദൈവത്തിന് കോർപ്പറേറ്റ് ആരോഹണം.

ആൾദൈവങ്ങളിൽ പലരും മനോരോഗികളായിരിക്കും. പ്രകൃത്യതീതമായ ശക്തി തങ്ങളിൽ അന്തർലീനമായിരിക്കുന്നുവെന്നോ, ഏതെങ്കിലും മതദൈവത്തിന്റെ അവതാരമാണെന്നോ സ്വയം കരുതുന്നത് അങ്ങനെയല്ലയെന്ന യാഥാർത്ഥ്യബോധത്തോടെയല്ല, മറിച്ച് മനോവൈകല്യത്താലുള്ള മിഥ്യാ ധാരണകളിൽ നിന്നാണ്. വെള്ളിത്തിരയിൽ കണ്ട അമൂർത്താനന്ദയെ പോലെയുള്ള ചന്ദ്രസ്വാമി, സന്തോഷ് മാധവൻ തുടങ്ങിയ ക്രിമിനലുകൾ വേറേയും. മനോരോഗി ആയാലും ക്രിമിനൽ ആയാലും വിശ്വാസിക്കൂട്ടങ്ങൾ ഒഴുകിക്കൊണ്ടേയിരിക്കും, ആൾദൈവങ്ങളുടെ അരികിലേയ്ക്ക്.

ആൾദൈവങ്ങളെല്ലാം തന്നെ മനോരോഗികളോ ക്രിമിനലുകളോ ആയിരിക്കേ അവരിലെ വ്യാജന്മാരെ തിരയുന്നത് പിടിക്കപ്പെടാത്ത ആൾദൈവങ്ങളുടെ സംരക്ഷണയജ്ഞമല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല. ഇവിടെ നല്ലതും ചീത്തയുമില്ല; ഏതെങ്കിലും രീതിയിൽ ദ്വന്ദവൽക്കരണം സാധ്യമെങ്കിൽ അത് പിടിക്കപ്പെട്ടവരും പിടിക്കപ്പെടാത്തവരും എന്ന് മാത്രമാണ്.

ആൾദൈവങ്ങളുടെ വേരുകൾ പടർന്നിരിക്കുന്നത് മതാത്മകതയിലാണെന്ന് തിരിച്ചറിയാൻ ചിന്താപരമായി ഉൽപരിവർത്തനം സംഭവിച്ച സമൂഹത്തിനേ കഴിയൂ. നിർഭാഗ്യവശാൽ നമ്മുടെ സമൂഹം അത്തരത്തിലുള്ള ഒന്നല്ലാത്തതിനാൽ ആൾദൈവങ്ങൾ ജനിച്ചുകൊണ്ടേയിരിക്കും. ◻

■ s{]m^.(tUm) kn.Fw. \mcmbW³

cmn_recd@yahoo.co.in www.profcmn.com

ബയോഡീസൽ: ഈ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ഹരിത ഇന്ധനം

ദഹനം അഥവാ ജ്വലനം നടന്നാലും പരിസരമലിനീകരണം ഉളവാക്കാത്ത ചില ഇന്ധനങ്ങളുണ്ട്. അവ കത്തി ജ്വലിക്കും, ധാരാളമായി താപം പ്രസരിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യും. പക്ഷെ ഹരിതഗൃഹവാതകമായ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് കൊണ്ടുള്ള ആഗോളതാപനത്തിന് ഒരിക്കലും വഴിവയ്ക്കുകയില്ല. പുതുക്കാവുന്നവയും ക്ഷാമം ബാധിക്കാൻ സാധ്യതയില്ലാത്തവയുമായതിനാൽ ഈ ഇന്ധനങ്ങൾക്ക് ഒരിക്കലും വംശനാശം സംഭവിക്കുകയില്ല. ഇത്തരം ഇന്ധനങ്ങളെയാണ് ഹരിത ഇന്ധനങ്ങളെന്ന് വിളിക്കുന്നത്.

ഇത് സാധ്യമാണോ എന്ന് സംശയം തോന്നാം. സാധ്യമാണ്; സാധ്യമായിരിക്കുന്നു. അതിനുള്ള ഉത്തമ ഉദാഹരണമാണ് ബയോഡീസലുകൾ. എന്നാൽ ഒട്ടേറെ തെറ്റിദ്ധാരണകൾ ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള ഒരു പ്രയോഗവുമാണ് ഇത്. സസ്യ എണ്ണകളാണെന്ന ധാരണയുണ്ട്; സസ്യ എണ്ണകളുടെയും പെട്രോളിയത്തിൽ നിന്നും ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന ഡീസൽ എണ്ണകളുടെയും മിശ്രിതമാണെന്ന ധാരണയുമുണ്ട്. രണ്ടുമല്ല, സസ്യ എണ്ണകളിൽ നിന്നും ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന ഇന്ധനങ്ങളാണ് ബയോഡീസലുകൾ.

പേരിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകുന്നതുപോലെ ബയോഡീസലുകൾ എല്ലാത്തരം ഡീസൽ എഞ്ചിനുകളിലും പെട്രോളിയം ഡീസലിന് പകരമായി ഉപയോഗിക്കാം. കാറുകൾ, ബസ്സുകൾ, തീവണ്ടികൾ, ട്രാക്ടറുകൾ, ജലസേചന പമ്പുകൾ മുതലായവയെല്ലാം സുഗമമായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കാം. വാഹനത്തിന്റെയോ അതിന്റെ എഞ്ചിന്റെയോ കെട്ടിലും മട്ടിലും നിർമിതിയിലും യാതൊരു മാറ്റങ്ങളും വരുത്തേണ്ടുന്ന ആവശ്യമില്ല. ഇവിടെ ഒരു ചോദ്യം ഉയരുന്നു. സസ്യ എണ്ണകളെ ബയോഡീസലായി രാസപ്രക്രിയയിലൂടെ പരിണമിപ്പിക്കുന്നതിന് പകരം സസ്യ എണ്ണകളെത്തന്നെ നേരിട്ട് ഇന്ധനങ്ങളായി ഉപയോഗിച്ചുകൂടെ? ആവാം എന്നാണ് അതിനുള്ള ഉത്തരം. പിന്നെ എന്തുകൊണ്ട് ലോകനിലവാരത്തിൽ സസ്യ എണ്ണകൾ അങ്ങിനെ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നില്ല?

ഇതിന്നുള്ള ഉത്തരം കണ്ടെത്തുന്നതിന് മുമ്പ് ഓർക്കേണ്ട ഒരു കാര്യമുണ്ട്. ഡീസൽ എഞ്ചിൻ കണ്ടുപിടിച്ച

പട്ടിക 1 സസ്യ എണ്ണയുടെയും ബയോഡീസലിന്റെയും പെട്രോളിയം ഡീസലിന്റെയും ഭൗതികഗുണങ്ങളും ഇന്ധനഗുണങ്ങളും			
	സസ്യ എണ്ണ (വേപ്പെണ്ണ)	ബയോഡീസൽ (വേപ്പെണ്ണ മീതൈൽ എസ്റ്റർ)	പെട്രോളിയം ഡീസൽ
സാന്ദ്രത kg/m^3	920.0	850.0	830.0
ശ്യാനത(സെന്റി സ്റ്റോക്സ്)*	36.0	5.2	4.7
ക്ഷണജ്വലനാങ്കം(Flash Point)	135 C	110 C	60 C
സീറ്റേൻ സംഖ്യ	41.0	50.0	45.0
താപോർജമൂല്യം (Calorific Value, MJ / kg)	43.0	41.3	42.0

*ഇത് 40 C ഊഷ്മാവിലെ മൂല്യമാണ്.

അഡോൾഫ് ഡീസൽ താൻ രൂപം നൽകിയ എഞ്ചിൻ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചുകാണിച്ചത് പനയെണ്ണ ഉപയോഗിച്ചാണ്. പെട്രോളിയം എണ്ണകൾ വാങ്ങാനുള്ള ധനശേഷി അദ്ദേഹത്തിന് ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. അതുകൊണ്ട് പാചകത്തിന് ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന പനയെണ്ണ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുകയായിരുന്നു. മറ്റൊരു ഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ ലോകത്തിലെ ആദ്യ ഡീസൽ എഞ്ചിൻ ഒരു സസ്യ എണ്ണ ഉപയോഗിച്ചാണ് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചത്. ഒരു നല്ല വാഹന ഇന്ധനത്തിന് ആവശ്യമായ എല്ലാ ശ്രേഷ്ഠഗുണങ്ങളും സസ്യ എണ്ണകൾക്കുണ്ട്. കൂടാതെ ഇവ ഹരിത ഇന്ധനങ്ങളും. പ്രകാശവിശ്ലേഷണത്തെ ആസ്പദമാക്കി പുതുക്കാവുന്നവയും ക്ഷാമം ബാധിക്കാത്തവയുമാണ്.(ഇതേക്കുറിച്ച് അന്യത്ര വിസ്തരിക്കുന്നുണ്ട്). ചുരുക്കത്തിൽ, സസ്യ എണ്ണകൾ അംഗീകൃത വാഹന ഇന്ധനങ്ങളാണെന്ന കാര്യത്തിൽ സംശയിക്കേണ്ടതില്ല(പട്ടിക 1 കാണുക). ഇത്രയൊക്കെയായിട്ടും ലോക നിലവാരത്തിലുള്ള വാഹന ഇന്ധനങ്ങളായി അവ ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ തടസ്സമായി നിൽക്കുന്നത് അവയുടെ ഒരു പ്രധാന പരിമിതി ആയ ഉയർന്ന ശ്യാനത(Viscosity) അഥവാ കൊഴുപ്പ് ആണ്(പട്ടിക 1). ഉയർന്ന ശ്യാനത കാരണം ഇവയുടെ ദ്രവ ശീകരണം(atomization) അഥവാ ജലകണികകളാക്കുന്ന പ്രക്രിയ വളരെ ചെലവേറിയതാണ്; തന്മൂലം സാമ്പത്തികമായി അസ്വീകാര്യവും.

എന്താണ് ദ്രവ ശീകരണത്തിന്റെ ആവശ്യം? സസ്യ എണ്ണകൾക്ക് മാത്രമല്ല എല്ലാ ദ്രാവകരൂപത്തിലുള്ള ഇന്ധനങ്ങളുടെ കാര്യത്തിലും ദ്രവ ശീകരണം ഒരു അവിഭാജ്യഘടകമാണ്. ദ്രാവക ഇന്ധനങ്ങളുടെ ദഹനം നടത്താൻ, അഥവാ അവയെ കത്തിക്കാൻ(ഏതെങ്കിലും വാഹനത്തിന്റെ എഞ്ചിനിലായാലും ഏതെങ്കിലും ചൂളയിൽ അഥവാ Furnace-ൽ ആയാലും), ആദ്യമതിനെ വളരെ ചെറിയ കണികകളായി(തുള്ളികളായി) പരിണമിപ്പിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതിനായി ദ്രാവക ഇന്ധനത്തെ ഉയർന്ന മർദ്ദമുപയോഗിച്ച് അതീവ സൂക്ഷ്മ സുഷിരങ്ങളിലൂടെ കടത്തിവിടുന്നു(പമ്പ് ചെയ്യുന്നു). ഇതിനാണ് ദ്രവ ശീകരണം എന്ന് പറയുന്നത്(സ്പ്രേ ചെയ്യുന്നതിന്റെ സാങ്കേതികപദമായി ഇതിനെ കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്). ഈ സൂക്ഷ്മസുഷിരങ്ങളിൽ നിന്നും ദ്രാവക ഇന്ധനം വളരെ ചെറിയ കണികകളായാണ് പുറത്തുവരുന്നത്. ഇവ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവുള്ള വായുവുമായി ഇടകലർന്ന് നിമിഷനേരം കൊണ്ട് ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെടുകയും തുടർന്നുണ്ടാകുന്ന ബാഷ്പവും(ആവിയും) വായുവും കൂടിച്ചേർന്ന് ഒരു ഇന്ധ നമിശ്രിതം രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യും. ഈ മിശ്രിതം ക്ഷണനേരംകൊണ്ട് ജ്വലിക്കാൻ (കത്തിക്കാളാൻ) ആരംഭിക്കും. ഇങ്ങനെയാണ് ദ്രാവക ഇന്ധനങ്ങളുടെ ദഹനം(combustion) നടക്കുന്നത്.

ദ്രാവക ഇന്ധനങ്ങളുടെ ശ്യാനത(കൊഴുപ്പ്) വർദ്ധിക്കുന്നതോടെ ദ്രവ ശീകരണത്തിന് ചെലുത്തേണ്ടുന്ന മർദ്ദത്തിന്റെ വ്യാപ്തിയും വർദ്ധിക്കുന്നു. ചെലുത്തേണ്ട മർദ്ദം വളരെ വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ ഈ പ്രക്രിയയുടെ ചെലവും വർദ്ധിക്കും. അതുകൊണ്ട് മറ്റെല്ലാ ശ്രേഷ്ഠഗുണങ്ങളുമുണ്ടെങ്കിലും സസ്യ എണ്ണകളുടെ ഉപയോഗം വാഹനങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനച്ചെലവ് വാനോളം ഉയർത്തും; വലിയ സാമ്പത്തികനഷ്ടത്തിന് ഇടയാക്കുകയും ചെയ്യും. ഇവിടെയാണ് ബയോഡീസലുകളുടെ പ്രസക്തി.

സസ്യ എണ്ണകൾ ബയോഡീസലായി രൂപാന്തരപ്പെടുമ്പോൾ അവയുടെ ശ്യാനതയിൽ ഗണ്യമായ കുറവ് ഉണ്ടാകുന്നു അതേസമയം അവയുടെ ഇന്ധനപരമായ ഗുണങ്ങളിൽ യാതൊരു കുറവും സംഭവിക്കുന്നുമില്ല (പട്ടിക 1 കാണുക).

ഈ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ദഹനത്തോടൊപ്പം(ജ്വലനത്തോടൊപ്പം) കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെ വിസർജനം ഉണ്ടാകുന്നില്ലേ? തീർച്ചയായും ഉണ്ട്. അപ്പോൾ അവ ആഗോളതാപനത്തിന് ഇടവരുത്തില്ല എന്ന് പറയുന്നത് ശരിയോ? ഉത്തരം ലളിതമാണ്. സസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് സസ്യ എണ്ണകൾ ലഭിക്കുന്നു; സസ്യ എണ്ണകളിൽ നിന്ന് ബയോഡീസലുകൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ബയോഡീസലുകൾ കത്തിക്കുമ്പോൾ വിസർജിക്കപ്പെടുന്ന കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് വാതകം, ഏത് സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നാണോ സസ്യ എണ്ണകൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടത് അവ തന്നെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. സസ്യങ്ങൾക്ക് പ്രകാശവിശ്ലേഷണത്തിന് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് വാതകം അത്യന്താപേക്ഷിതമാണല്ലോ. ഇങ്ങിനെ പ്രകൃതിയിൽ ഒരു കാർബൺ സൈക്കിൾ രൂപപ്പെടുന്നു ഈ സൈക്കിൾ രൂപപ്പെടുന്നതു കൊണ്ട് അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് വാതകത്തിന്റെ അളവിൽ യാതൊരു വർദ്ധനവും ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

ബയോഡീസലുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതുമൂലം വേറെയും നേട്ടങ്ങളുണ്ട്:

ഒന്ന്: ബയോഡീസലുകൾ ഓക്സിജൻ അടങ്ങിയ

ഇന്ധനങ്ങളാണ്. രസതന്ത്രഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ 'എസ്റ്ററുകൾ.'(ഒരു കാർബോക്സിലിക് അമ്ലവും ഒരു ആൽക്കഹോളും ചേർന്ന് പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴാണ് എസ്റ്ററുകൾ ഉണ്ടാകുന്നത്). തന്മൂലം ഇവയുടെ ദഹനം സമ്പൂർണമായിരിക്കും. ഇവ പരിപൂർണമായി കത്തിജ്വലിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് വിസർജിക്കപ്പെടുന്ന വാതകങ്ങളിൽ കാർബൺ തരികളോ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് വാതകമോ കത്തിത്തീരാത്ത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളോ ഉണ്ടാകുകയില്ല. പെട്രോളിയം എണ്ണകളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നത് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ മാത്രമാണ്. അവയിൽ ഓക്സിജൻ സംയുക്തങ്ങൾ ഇല്ല. അതുകൊണ്ട് പലപ്പോഴും സമ്പൂർണ്ണദഹനം ലഭ്യമാകുന്നില്ല.

രണ്ട്: ബയോഡീസലുകളിൽ ഗന്ധകത്തിന്റെ(സൾഫറിന്റെ) അംശം തീരെയില്ല എന്ന് തന്നെ പറയാം. അതുകൊണ്ട് വിസർജിതവാതകങ്ങളിൽ സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് തുടങ്ങിയ വിഷവസ്തുക്കൾ ഉണ്ടാകുകയില്ല. പരിഃസ്ഥിതിയുടേയും അന്തരീക്ഷത്തിന്റെയും സംരക്ഷണത്തിന് ഇത് വളരെ സഹായകമാണെന്ന് പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ.

മൂന്ന്: മുമ്പ് പറഞ്ഞതുപോലെ ബയോഡീസലുകൾ പുതുക്കാവുന്ന ഇന്ധനങ്ങൾ ആണ്. എന്ന് പറഞ്ഞാൽ ഈ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ലഭ്യതയ്ക്ക് ഒരിക്കലും ക്ഷാമം ഉണ്ടാകില്ല. കൽക്കരി ഖനികളും പെട്രോളിയം ഖനികളും ഇന്നല്ലെങ്കിൽ നാളെ വറ്റിവരണ്ടുപോകാം. പക്ഷെ ഭൂമിയിൽ സസ്യങ്ങൾ(ബയോഡീസൽ തോട്ടങ്ങൾ) നട്ടുവളർത്തുന്നിടത്തോളം കാലം സസ്യ എണ്ണകൾക്ക് ക്ഷാമമുണ്ടാകില്ല; ബയോഡീസലുകൾക്കും ക്ഷാമമുണ്ടാകില്ല. ആംഗ്ലേയ ഭാഷയിൽ ഇതിന് photosynthetically renewable എന്ന് പറയുന്നു.

നാല്: പട്ടിക1ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പോലെ ബയോഡീസലുകളുടെ സീറ്റേൻ സംഖ്യ പെട്രോളിയം ഡീസലുകളുടേതിന് സമാനമാണ്. അഥവാ ബയോഡീസൽ വാഹന ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ എഞ്ചിന്റെ പ്രവർത്തനക്ഷമതയ്ക്കോ പ്രവർത്തനശേഷിക്കോ യാതൊരു കോട്ടവും സംഭവിക്കുന്നില്ല. നേരെ മറിച്ച് വാഹനത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം കൂടുതൽ സുഗമവും ശബ്ദരഹിതവുമായി പരിണമിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ബയോഡീസൽ ഉൽപാദനം

ബയോഡീസലിന്റെ ഉൽപാദനം ഒരു രാസപരിണാമത്തിലൂടെ, അതായത് ഒരു സസ്യ എണ്ണയും കുറഞ്ഞ തന്മാത്രാഭാരമുള്ള ഒരു ആൽക്കഹോളും(മീതൈൽ ഈതൈൽ അഥവാ പ്രൊപ്പൈൽ ആൽക്കഹോൾ) തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലൂടെയാണ് സാധ്യമാകുന്നത്. എല്ലാ സസ്യ എണ്ണകളും എസ്റ്ററുകളാണ്; ഉയർന്ന തന്മാത്രാഭാരമുള്ള ഒരു കാർബോക്സിലിക് അമ്ലവും ഗ്ലിസറോളും ചേർന്നുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായ എസ്റ്ററുകൾ. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഇവയെ ഗ്ലിസറൈഡുകൾ എന്നും വിളിക്കുന്നു. ബയോഡീസലുകളും എസ്റ്ററുകൾ തന്നെയാണ്; മേൽപ്പറഞ്ഞ ഉയർന്ന തന്മാത്രാഭാരമുള്ള കാർബോക്സിലിക് അമ്ലത്തിന്റെയും കുറഞ്ഞ തന്മാത്രാഭാരമുള്ള ഒരു ആൽക്കഹോളിന്റെയും(മീതൈൽ ഈതൈൽ അഥവാ പ്രൊപ്പൈൽ ആൽക്കഹോൾ) എസ്റ്ററുകൾ. ഒരു എസ്റ്ററിനെ(സസ്യ എണ്ണയെ) മറ്റൊരു എസ്റ്ററായി(ബയോഡീസലായി) മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയായതുകൊണ്ട് ഇതിനെ ട്രാൻസ് എസ്റ്ററിഫിക്കേഷൻ(transesterification) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഗ്ലിസറോൾ ആണ് ഈ പ്രക്രിയയുടെ സഹ ഉൽപന്നം. ഈ രാസപരിണാമത്തെ താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധം പ്രതിനിധീകരിക്കാവുന്നതാണ്:

ആഗോള താപനവും കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് വാതകവും

എന്താണ് ആഗോള താപനം എന്ന പ്രതിഭാസം? എങ്ങനെയാണ് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് വാതകം അതിന് ഉത്തരവാദിയാകുന്നത്? ഇത് മനസ്സിലാകാൻ ഈ വാതകത്തിന്റെ ഒരു പ്രത്യേകതയായ 'ഹരിതഗൃഹ പ്രഭാവ'ത്തെപ്പറ്റി മനസ്സിലാക്കണം. വാതകങ്ങളിൽ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും ഖരപദാർത്ഥങ്ങളിൽ സ്ഫടികം അഥവാ ഗ്ലാസ്സും മാത്രമാണ് ഈ സവിശേഷത പ്രകടിപ്പിക്കുന്നത്. സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള താപ കിരണങ്ങളാണല്ലോ ഭൂപ്രതലത്തിന് ഊഷ്മാവ് നൽകുന്നത്?. അങ്ങനെ ചൂടുപിടിച്ച ഭൂപ്രതലത്തിൽ നിന്ന് താപ കിരണങ്ങൾ(ഇവ ലഘു തരംഗങ്ങൾ അഥവാ തരംഗദൈർഘ്യം കുറഞ്ഞ കിരണങ്ങളാണ്) അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് പ്രസരിക്കും. എന്നാൽ ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് വാതകം ഈ കിരണങ്ങളെ ഭൂപ്രതലത്തിലേക്ക് തന്നെ പ്രതിപതിപ്പിക്കും. ഈ സവിശേഷതയാണ് പരിതഗൃഹപ്രഭാവം. ഈ പ്രക്രിയയുടെ പരിണിതഫലമായി ഭൂപ്രതലത്തിന്റെ താപനില(ഊഷ്മാവ്) വർദ്ധിക്കാനാരംഭിക്കും. ഇതിനെയാണ് ആഗോള താപനം എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. ഭൂപ്രതലത്തിന്റെ താപനില ക്രമാതീതമായി വർദ്ധിച്ചാൽ മഞ്ഞുമലകളിലും സമുദ്രങ്ങളിലുമുള്ള മഞ്ഞുകട്ടികൾ മുഴുവൻ ഉരുകി വെള്ളമാകാനും ഭൂമിയാകമാനം അതിലാഴ്ന്നുപോകാനും സാധ്യതയുണ്ട്. അങ്ങിനെ ഭൂമിയിലെ എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളുടേയും നിലനിൽപ്പിനെത്തന്നെ ചോദ്യം ചെയ്യുന്ന അതിഭയാനകമായ ഒരു ഭീഷണിയാണ് ഈ പ്രതിഭാസം ഉയർത്തുന്നത്. ഭൂഗർഭത്തിലുള്ള കൽക്കരിയും പെട്രോളിയം എണ്ണയും ഖനനം ചെയ്ത് ഫാക്ടറികളിലും വാഹനങ്ങളിലും കത്തിച്ച് ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അനേകായിരം ഗാലൻ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് വാതകമാണ് അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് വിസർജിക്കപ്പെടുന്നത്. ഈ അപകടം ഒഴിവാക്കുകയാണ് ബയോഡീസലുകളുടെ ഉപയോഗം കൊണ്ട് സാധിക്കുന്നത്.

$$\begin{array}{l} CH_2OCOR \\ | \\ CHOCOR \\ | \\ CH_2OCOR \end{array} + 3CH_3OH \longrightarrow 3RCOOCH_3 + \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

ആൽക്കഹോൾ ബയോഡീസൽ

സസ്യ എണ്ണ ഗ്ലിസറോൾ

ബയോഡീസലിന്റെയും ഗ്ലിസറോളിന്റെയും മിശ്രിതത്തിൽ നിന്ന് ബയോഡീസലിനെ വേർതിരിക്കാൻ എളുപ്പം സാധ്യമാണ്. ബയോഡീസലും ജലവും തമ്മിൽ ലയിക്കുകയില്ല. അവ അലേയങ്ങളാണ്. എന്നാൽ ഗ്ലിസറോളും ജലവും പരസ്പരം ലയിക്കുന്നവയാണ്. അതുകൊണ്ട് ഉൽപന്ന മിശ്രിതത്തെ ജലവുമായി കൂട്ടിച്ചേർത്ത് നല്ലപോലെ ഇളക്കിയാൽ അത് രണ്ട് ലെയറുകളായി(പടലങ്ങളായി) വേർതിരിയും. മുകളിലെ ലെയർ ബയോഡീസലിന്റെയും താഴത്തേത് ഗ്ലിസറോളും ജലവും അടങ്ങിയ മിശ്രിതത്തിന്റെയും ആയിരിക്കും.

ഉയർന്ന തോതിൽ വ്യവസായികമായി ബയോഡീസൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കുമ്പോൾ സസ്യ എണ്ണകളിൽ പാചകത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന എണ്ണകളെ(വെളിച്ചെണ്ണ, കടുകെണ്ണ, സൂര്യകാന്തിയെണ്ണ, കടലയെണ്ണ, എള്ളെണ്ണ പനയെണ്ണ തുടങ്ങിയവ) ഒഴിവാക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. കാരണം ഇവയുടെ കമ്പോളവില വളരെ കൂടുതലാണ്.

ഇന്ന് ബയോഡീസൽ ഉൽപാദനത്തിന്നായി ഉപയോഗിക്കുന്ന(അഥവാ നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള) എണ്ണകൾ ഇനി പറയുന്നവയാണ്:

(1) **ജട്രോഫ എണ്ണ:** ഉയരമുള്ള വൃക്ഷമായി വളരുന്ന ഒരു സസ്യമാണ് ജട്രോഫാ. ഇതിന്റെ വിത്തുകളിൽ നിന്നാണ് എണ്ണ ലഭിക്കുന്നത്.

(2) **വേപ്പെണ്ണ:** വേപ്പെണ്ണ ഇന്ന് ഔഷധാവശ്യത്തിന്ന് മാത്രമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. എന്നാൽ ഇതിനെ ബയോഡീസൽ ഉൽപാദനത്തിനുള്ള പ്രാരംഭ പദാർത്ഥമായി സ്വീകരിക്കാവുന്നതാണ്. വേപ്പിൻതോട്ടങ്ങൾ വൻതോതിൽ നട്ട് പിടിപ്പിച്ച് ബയോഡീസൽ തോട്ടങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കാം. തദവസരത്തിൽ ഗവണ്മെന്റിന്റെ സബ്സിഡി ലഭിക്കുമെന്നതിനാൽ വേപ്പെണ്ണയുടെ കമ്പോളവില വളരെ കുറയുകയും ചെയ്യും.

(3) **ആൽഗാ എണ്ണ:**ആൽഗകൾ ജീവശാസ്ത്രപരമായി വളരെ താഴ്ന്ന ശ്രേണിയിലുള്ള സസ്യങ്ങളാണ്. പൊട്ടക്കുളങ്ങളിലും ഉപയോഗശൂന്യമായ ചതുപ്പുനിലങ്ങളിലും സമൃദ്ധിയായി വളരുന്ന ഒരു സസ്യമാണിത്. അതുകൊണ്ട് ഇത് കൃഷി ചെയ്യാൻ പ്രത്യേകിച്ചൊരു പണച്ചെലവും ഉണ്ടാകുകയില്ല. മാത്രമല്ല, ആൽഗകളിൽ നിന്നും ഉൽപാദിപ്പിക്കാവുന്ന എണ്ണയുടെ അളവ് മറ്റ് സസ്യങ്ങളെ(വിത്തുകളെ) അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കൂടുതലാണ് (പട്ടിക 2 കാണുക). ഇരുനൂറ് ചതുരശ്ര മീറ്റർ വിസ്താരമുള്ള ഒരു ജട്രോഫാ തോട്ടത്തിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന അത്രതന്നെ എണ്ണ വെറും ഇരുപത് ചതുരശ്ര മീറ്റർ സ്ഥലം ഉപയോഗിച്ച് ആൽഗകളിൽ നിന്നും ഉൽപാദിപ്പിക്കാം. നിർഭാഗ്യവശാൽ ഭാരതത്തിൽ ഈ എണ്ണ ഇപ്പോഴും ബയോഡീസലിന്റെ വ്യവസായിക ഉൽപാദനത്തിന് ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടുതുടങ്ങിയിട്ടില്ല. എന്നാൽ ചൈനയിൽ രാജ്യമാകമാനം ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന ബയോഡീസലിന്റെ എൺപത്തഞ്ച് ശതമാനത്തോളവും അൽഗാ എണ്ണയിൽ നിന്നാണ്.

പട്ടിക 2

ഒരു ഏക്കർ ഭൂമിയിൽനിന്നും വിവിധ സസ്യ എണ്ണകളുടെ ലഭ്യത

	ഉൽപാദനലഭ്യത ഗ്യാലൻ / ഏക്കർ
സോയാ എണ്ണ	48.0
സൂര്യകാന്തി എണ്ണ	102. 0
കടുകെണ്ണ	127.0
പന എണ്ണ	635.0
ജട്രോഫാ എണ്ണ	304.0
ആൽഗാ എണ്ണ	2000-5000

(ശരാശരി മൂല്യങ്ങളാണ് എല്ലാം)

രണ്ടാമത്തെ രാസവസ്തുവായ ആൽക്കഹോൾ തിരഞ്ഞെടുക്കുമ്പോൾ അത് താരതമ്യേന തന്മാത്രാഭാരം കുറഞ്ഞ ഒരു ആൽക്കഹോൾ ആണെന്ന് ഉറപ്പ് വരുത്തണം. മീതൈൽ ഈതൈൽ അഥവാ പ്രൊപ്പൈൽ ആൽക്കഹോൾ ആണ് ഇവിടെ ഉപയോഗ്യം. ഇതിലും ഉയർന്ന തന്മാത്രാഭാരമുള്ള ആൽക്കഹോളുകൾ ഉപയോഗിച്ചാൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ബയോഡീസലിന്റെ തന്മാത്രാഭാരവും വർദ്ധിക്കും; തന്മൂലം അതിന്റെ ശ്യാനതയിലും(കൊഴുപ്പിലും) വർദ്ധനവുണ്ടാകും. ട്രാൻസ് എസ്റ്ററിഫിക്കേഷൻ എന്ന പ്രക്രിയയുടെ അടിസ്ഥാനപരമായ ആവശ്യം തന്നെ കുറഞ്ഞ ശാന്യതയുള്ള ബയോഡീസൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കുക എന്നതാണ്.

ആൽക്കഹോളിന് പകരം ആൽകെയ്ൻ അസിറ്റേറ്റു

കളും(മീതൈൽ ഈതൈൽ അഥവാ പ്രൊപ്പൈൽ അസിറ്റേറ്റ്) ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. ഉൽപ്രേരകം (catalyst) ആയി ലൈപേസ് എൻസൈം(ദീപനരസം) ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ ഇത് പ്രത്യേകിച്ചും അഭിലഷണീയമാണ്. സഹ ഉൽപന്നമായി ലഭിക്കുന്ന ഗ്ലിസറോൾ ലൈപേസ് എൻസൈമിന്റെ പ്രവർത്തനശേഷിയെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കാൻ സാധ്യതയുണ്ടെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ അസിറ്റേറ്റുകൾ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ സഹഉൽപന്നമായി ലഭിക്കുന്നത് ഗ്ലിസറോൾ അസിറ്റേറ്റ് ആണ്:

$$\begin{array}{l} CH_2OCOR \\ | \\ CHOCOR \\ | \\ CH_2OCOR \end{array} + 3CH_3COOCH_3 \longrightarrow 3RCOOCH_3 + \begin{array}{l} CH_2OCOCH_3 \\ | \\ CHOCOCH_3 \\ | \\ CH_2OCOCH_3 \end{array}$$

മീതൈൽ അസിറ്റേറ്റ് ... ഗ്ലിസറോൾ അസിറ്റേറ്റ്

ഗ്ലിസറോൾ അസിറ്റേറ്റ് താരതമ്യേന നിരുപദ്രവകാരിയാണ്; ലൈപേസ് എൻസൈമിന്റെ(ദീപനരസത്തിന്റെ) പ്രവർത്തനശേഷിയിൽ കോട്ടം വരുത്താനുള്ള യാതൊരു പ്രഭാവവും ഇതിന് ഇല്ല.

മേൽപ്പറഞ്ഞ രാസപരിണാമത്തിന്റെ(ട്രാൻസ് എസ്റ്ററിഫിക്കേഷന്റെ) വേഗത വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിനായി ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ(catalysts) ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നുണ്ട്. ഇതിനായി വ്യവസായികമായി അംഗീകരിക്കപ്പെട്ട ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ പ്രധാനമായും മൂന്ന് തരത്തിലുള്ളവയാണ്:

ഒന്ന്: ക്ഷാര ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ: ഇവ ഏകജാതീയ ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ(homogeneous catalysts) ആണ്. സോഡിയം ആൽക്കോക്സൈഡുകളെയാണ് ക്ഷാര ഉൽപ്രേരകങ്ങളായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നത്. സസ്യ എണ്ണയുടെയും ആൽക്കഹോളിന്റെയും മിശ്രിതത്തിലേക്ക് ഒരു പ്രത്യേക അളവിൽ സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് അഥവാ കാസ്റ്റിക് സോഡ(നല്ലപോലെ പൊടിച്ചത്) നിക്ഷേപിക്കുന്നു. എന്താണീ പ്രത്യേക അളവ്? നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, മിശ്രിതത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ആൽക്കഹോളിന്റെ ഏതാണ്ട് മുപ്പത്തഞ്ച് ശതമാനവുമായി പരിപൂർണമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ചിരിക്കണം. ഇതിന്റെ ഫലമായി മിശ്രിതത്തിൽ സോഡിയം ആൽകോക്സൈഡ് എന്ന ഉൽപ്രേരകം രൂപം കൊള്ളുന്നു:

$$CH_3OH + NaOH \longrightarrow CH_3ONa + H_2O$$

സോഡിയം
മീതോക്സൈഡ്

നല്ല പ്രവർത്തനശേഷിയുള്ള ഒരു ഉൽപ്രേരകമാണെങ്കിലും ഇതിന് ഒരു സാരമായ ന്യൂനതയുണ്ട്. സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും സസ്യ എണ്ണയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള കാർബോക്സിലിക് അമ്ലവും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം മൂലം സോപ്പിന്റെ ഉൽപാദനം നടക്കാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. ഈ രാസപ്രക്രിയ താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധത്തിലാണ് സംഭവിക്കുന്നത്:

$$RCOOH + NaOH \longrightarrow RCOONa + H_2O$$

(സോപ്പ്)

സോപ്പിന്റെ ചെറുകണികകൾ മതി ദ്രവ ശീകരണത്തിന്ന് ഉപയോഗിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മ സുഷിരങ്ങളിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ച് അവയെ പ്രവർത്തനരഹിതമാക്കാൻ. വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാത്രം ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ, ഈ സോപ്പിൻ കണങ്ങളെ ബയോഡീസലിൽ നിന്ന് വേർതിരിക്കാനും അങ്ങിനെയതിനെ ശുദ്ധീകരിക്കാനും വളരെ ബുദ്ധിമുട്ടുണ്ട്. ഇതാണ് ക്ഷാര ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ പ്രധാന ന്യൂനത.

രണ്ട്: അമ്ല ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ: ട്രാൻസ് എസ്റ്ററിഫിക്കേഷനിൽ ഉൽപ്രേരകമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന പ്രധാന പദാർത്ഥം നേർപ്പിച്ച(സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ) സൾഫ്യൂരിക് അമ്ലമാണ്. ഇതും ഒരു ഏകജാതീയ ഉൽപ്രേരകമാണ്. പ്രവർത്തനശേഷി ഇതിനും ഒട്ടും കുറവല്ല. പക്ഷെ ഈ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ ഉപയോഗത്തിലൂടെ കടുപ്പമേറിയ(സാന്ദ്രത കൂടിയ) അമ്ലമാലിന്യങ്ങൾ(acid sludges) രൂപപ്പെടാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. ഈ അമ്ലമാലിന്യങ്ങളുടെ നിർമാർജനം വളരെ ശ്രമകരമാണ്. ഗന്ധകം(സൾഫർ) അട

ങ്ങിയിട്ടുള്ളതിനാൽ ഇവ ജലാശയങ്ങളിലോ മണ്ണിലോ ചെന്ന് പെടുന്നത് സസ്യങ്ങളേയും ജീവജാലങ്ങളേയും വളരെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കും. ഇവയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഗന്ധകസംയുക്തങ്ങളെ സൾഫർ ഡയോക്സൈഡായോ അമോണിയം സൾഫേറ്റായോ വീണ്ടെടുത്തതിന് ശേഷം മാത്രമേ ഇവയുടെ സുരക്ഷിത നിർമാർജനം സാധ്യമാകുകയുള്ളു. ഈ വീണ്ടെടുക്കൽ പ്രക്രിയയ്ക്കുള്ള അധികച്ചെലവ് വ്യവസായസ്ഥാപനങ്ങൾ വഹിക്കേണ്ടിവരും.

മൂന്ന്: എൻസൈം(ദീപന രസം) ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ: ദീപന രസങ്ങളിൽ ലൈപേസ് എൻസൈം മാത്രമാണ് ബയോഡീസൽ ഉൽപാദനത്തിനുള്ള ഉൽപ്രേരകമായി തെരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. എൻസൈമുകൾ രാസമിശ്രിതത്തിൽ നേരിട്ട് ചേർക്കാറില്ല. അവയെ സിലിക്ക കൊണ്ടോ പ്ലാസ്റ്റിക് കൊണ്ടോ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള കണികകളിൽ അടക്കംചെയ്ത ശേഷമാണ് ഉപയോഗിക്കുക. ഈ പ്രക്രിയയെ ഇമ്മൊബിലൈസേഷൻ (Immobilisation) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. അടക്കം ചെയ്യപ്പെട്ട അവസ്ഥയിൽ എൻസൈമുകളുടെ പ്രവർത്തനശേഷി താരതമ്യേന കൂടുതലാണ്. മാത്രമല്ല എൻസൈം കണികകളിൽത്തന്നെ ഇരിക്കും; ഉൽപന്ന മിശ്രിതത്തിൽ ലയിച്ച് റിയാക്ടറിൽ നിന്ന് പുറത്തേക്ക് വരില്ല. അങ്ങിനെ സംഭവിച്ചാൽ ഉൽപന്ന മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നും എൻസൈമിനെ വേർതിരിച്ച് വീണ്ടും ഉപയോഗയോഗ്യമാക്കേണ്ടിവരും. ഇത് വളരെ ചെലവേറിയ ഒരു പ്രക്രിയ ആണ്.

എൻസൈമുകൾ ഖരപദാർത്ഥകണികകളിൽ അടക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുള്ള അവസ്ഥയിലായതുകൊണ്ട് ഇവ ഭിന്നജാതീയ ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ(heterogeneous catalysts) ആയാണ് പ്രവർത്തിക്കുക. റിയാക്ടറിന്റെ ഘടനയും നിർമിതിയും പ്രവർത്തനരീതിയും ഈ വസ്തുതയെ ആസ്പദമാക്കിയായിരിക്കണം. ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ബയോഡീസൽ പ്രായേണ ശുദ്ധമായിരിക്കുമെന്നതാണ് എൻസൈം ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ പ്രധാന സവിശേഷത. അതിൽ സോപ്പ് കണങ്ങളോ അമ്ലമാലിന്യങ്ങളോ ഉണ്ടായിരിക്കുകയില്ല. പക്ഷെ രാസപരിണാമത്തിന്റെ വേഗത താരതമ്യേന കുറവായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് കൂടുതൽ വ്യാപ്തമുള്ള റിയാക്റ്ററുകൾ ഉപയോഗിക്കേ ണ്ടിവരും.

ലോഹങ്ങളുടെ ഓക്സൈഡുകൾ, കൃത്രിമ സിയോലൈറ്റുകൾ(synthetic zeolites) എന്നിവ ഭിന്നജാതീയ ഉൽപ്രേരകങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കാമെന്ന് ഗവേഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്. പക്ഷെ ഇവയുടെ ഉപയോഗരീതിയെ സംബന്ധിച്ച പഠനങ്ങൾ ഇപ്പോഴും പൂർത്തിയായിട്ടില്ല.

സസ്യ എണ്ണയുടെയും ആൽക്കഹോളിന്റെയും മോളാർ അനുപാതം ഒരു പ്രധാന ഘടകമാണ്. സാധാരണ, 1:3(എണ്ണ:ആൽക്കഹോൾ) എന്ന മോളാർ അനുപാതത്തിൽ ഇവയെ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ മതി. ആൽക്കഹോൾ അൽപം കൂടുതൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് രാസപരിണാമം പൂർണ്ണമായി നടക്കുന്നതിന്ന് സഹായകമാകും. പക്ഷെ എൻസൈം ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ വർദ്ധിച്ച അളവിലുള്ള ആൽക്കഹോൾ, എൻസൈമിന്റെ പ്രവർത്തനശേഷിയെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുമെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇവിടെ 1:3 എന്ന അനുപാതമാണ് ഉത്തമം. ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ ആവശ്യമായ അളവ് (ഭാരം) 5 % മുതൽ 10 % വരെ ആണ്. ◻

(അടുത്തലക്കത്തിൽ തുടരും)

കത്തുകൾ തുടർച്ച......

മതി തിരിച്ചു പിടിക്കണമെങ്കിൽ മറ്റൊരു പ്രതിപ്രപഞ്ചം തന്നെ വേണ്ടിവരും. ഒരിക്കൽ പ്രതിദ്രവ്യങ്ങൾ സുഭിക്ഷമായി ഉണ്ടായിരുന്നു എന്നും, പിന്നീട് ഇല്ലാതായതാണ് എന്നെല്ലാം കത്തിലെ ഖണ്ഡിക (2)ൽ പറയുന്നത് ഗണിതസൈദ്ധാന്തികഭാഷയിൽ അവതരിപ്പിച്ച ഊഹാപോഹങ്ങളോ യക്ഷിക്കഥകളോ മാത്രമാണ്, ആധികാരിക ശാസ്ത്രമല്ല. ഇന്നത്തെ സാമാന്യ റിലേറ്റിവിറ്റിയിൽ ദ്രവ്യസങ്കല്പമുണ്ട്. അതില്ലാതാക്കാമെന്ന് കരുതുന്നത്(ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിലും!) തൽക്കാലം വ്യാമോഹം മാത്രമാണ്.

സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാതത്വത്തിന്റെ ആധികാരികതയുടെ തണലിൽ മറ്റ് പലരുടെയും വ്യത്യസ്ത പരികല്പനകളും ഊഹാപോഹങ്ങളും ഗണിത സൈദ്ധാന്തിക ഭാഷയിൽ നിരത്തി പ്രദർശനത്തിന് വച്ചാൽ ഉണ്ടാവുന്നത് ആശയക്കുഴച്ചിൽ(കത്തിലെ ഖണ്ഡിക 3) തന്നെയാണ്. സംസ്കൃതത്തിനോ സുറിയാനിക്കോ അറബിക്കിനോ ഉള്ളതിൽ കവിഞ്ഞ ആധികാരികത ഗണിതഭാഷയ്ക്കുമില്ല.

ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ ഭൗതികലാളിത്യം കാത്തുസൂക്ഷിച്ചില്ലെങ്കിൽ നടക്കാവുന്ന വ്യർഥാഭ്യാസങ്ങളല്ലേ നാം ഇപ്പോൾ കണ്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നത്?

-ടി.എം. ജയരാമൻ, പാലക്കാട്-678 001

ഒക്ടോബർ ലക്കം

ശാസ്ത്രഗതിയുടെ മികച്ച ലക്കങ്ങളിലൊന്നായിരുന്നു ഒക്ടോബറിലേത്. ജനിതകസാങ്കേതിക വിദ്യയെപ്പറ്റിയുള്ള ലേഖനങ്ങളും വംശനാശം സംഭവിക്കുന്ന സസ്യങ്ങളെപ്പറ്റിയുള്ള ലേഖനവും ഓസോൺ-കസീനി ലേഖനങ്ങളും ചേർന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗം വൈജ്ഞാനികമായി ഉന്നത നിലവാരം പുലർത്തിയപ്പോൾ കെ.എസ്.ആർ.ടി.സിയെപറ്റിയുള്ള ലേഖനം ആശയവ്യത്യസ്തതയാൽ ശ്രദ്ധേയമായിരുന്നു. ശ്രീ. സാബു ജോസിനെപ്പോലുള്ളവരുടെ ലേഖനങ്ങളിൽ സാമാന്യവായനക്കാർക്ക് (മറ്റ് ശാസ്ത്രവിഷയങ്ങൾ പഠിച്ചവർക്കും) പൂർണമായി മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയാത്ത നിരവധി ശാസ്ത്രവസ്തുതകൾ ഉണ്ടാകാറുണ്ട്. കൂടുതലറിയാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നവർക്ക് വേണ്ടി അവർ തങ്ങളുടെ ലേഖനങ്ങളുടെ അവലംബങ്ങൾ കൂടി പറഞ്ഞുതരുന്നത് ഉചിതമായിരിക്കും. ശാസ്ത്രലേഖനങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ആ രീതി സാർവലൗകികമാണല്ലോ.

ശാസ്ത്രഗതിയിലെ എഴുത്തുകാർ പൊതുവിൽ ആത്മനിയന്ത്രണമില്ലാതെ വാരിക്കോരി എഴുതുന്നവരാണ്. ചുരുക്കിയെഴുതാൻ അവർ ശ്രമിക്കുകയും ശീലിക്കുകയും വേണമെന്ന തോന്നലും ഇവിടെ രേഖപ്പെടുത്തട്ടെ.

-ഡോ.ബിനു സാമുവൽ,തിരുവനന്തപുരം

■ tUm. _n. tkma\mY³ \mbÀ profbsnair@gmail.com
tUm.]n. F k. N{µtam l ³ pscnair@gmail.com

മൊബൈൽ ഫോണും ടവറുകളും അപകടകാരികളോ?

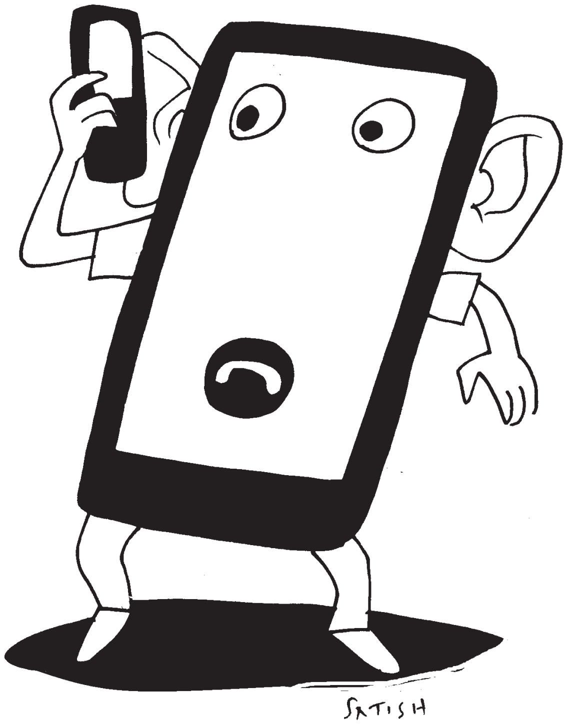
മൊബൈൽ ഫോണുകൾ ഇന്ന് സർവ്വവ്യാപിയാണ്. കഴിഞ്ഞ ഒരു ദശകത്തിനിടയിലാണ് വാർത്താവിനിമയ രംഗത്തെ ഈ വൻ കുതിപ്പിന് നാം സാക്ഷികളായത്. സെൽഫോൺ സാങ്കേതികവിദ്യയും ഉപഗ്രഹ വാർത്താവിനിമയവും സംയോജിപ്പിക്കാൻ കഴിഞ്ഞതിനാലാണ് ഈ വിപ്ലവം സാധിതമായത്. ഇന്നത്തെ മൊബൈൽ ഫോണുകളാവട്ടെ കേവലം സംസാരിക്കാൻ മാത്രമുള്ള പെട്ടികളല്ല; കമ്പ്യൂട്ടറും ക്യാമറയും വഴികാട്ടിയും ടെലിവിഷനും റേഡിയോയും ഡയറിയും പ്ലാനറും ഒക്കെ ചേർന്ന സന്തത സഹചാരികളാണ്. കുട്ടികളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഏറ്റവും പ്രിയപ്പെട്ട സു ഹൃത്ത്! അതിന് അടിമകളാണ് ഏറെക്കുറെ ആബാലവൃദ്ധം ജനങ്ങളും.

മൊബൈൽ ഫോണുകൾ സകലരുടെയും പോക്കറ്റിൽ സ്ഥാനം പിടിച്ചതോടെ മൊബൈൽ സേവന ദാതാക്കളുടെയും എണ്ണം പെരുകി. ഈ രംഗത്തെ മത്സരം വർധിച്ചു. ഒപ്പം നാട്ടിൽ പലയിടങ്ങളിലും മൊബൈൽ ടവറുകളും നിരന്നു. എന്തിനും ഏതിനും വിവാദമുയരുന്ന നാട്ടിൽ ഇതാ, മൊബൈൽ ടവറിനെ ചൊല്ലിയും വിവാദം. ഇത് റേഡിയേഷനുണ്ടാക്കുന്നു; അപകടകാരിയാണ് എന്ന് ഒരു കൂട്ടർ വാദിക്കുമ്പോൾ അങ്ങനെയാതൊരു പ്രശ്നവുമില്ലെന്ന് മറ്റൊരു കൂട്ടർ. ഇതിന്റെ ശാസ്ത്രീയ വശങ്ങളെ വിശകലനം ചെയ്യാനുള്ള ഒരു ശ്രമമാണ് ഈ ലേഖനം.

സൂര്യനും നമ്മളും

സൂര്യപ്രകാശത്തെ നമ്മളാരും ഭയപ്പെടുന്നില്ല. മനുഷ്യനുൾപ്പെടെ സകല ജീവജാലങ്ങളുടെയും ജീവിതത്തിന് ആധാരംതന്നെ സൗരവെളിച്ചമാണല്ലോ. അതേസമയം 'പൊരി വെയിലത്ത്' നാം മനഃപൂർവ്വം ഇറങ്ങി നില്ക്കാറുമില്ല. സൗരതാപത്തിന്റെയും വെളിച്ചത്തിന്റെയും 'തീവ്രത' തന്നെയാണ് ഇവിടെ പ്രശ്നം.

ഭൂതലത്തിലെത്തുന്ന സൗര വികിരണത്തിന്റെ(Solar radiation) ശക്തി സ്ക്വയർ സെന്റി മീറ്ററിന് 100 മില്ലി വാട്ട്(100 mW/sq.cm) ആണ്. ഇതിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം (wave length) 4 മൈക്രോൺ മുതൽ 0.1 മൈക്രോൺ വരെയും. ഒരു മീറ്റർ നീളത്തിന്റെ ദശലക്ഷത്തിലൊന്നിനെയാണ് ഒരു മൈക്രോ മീറ്റർ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു മൈക്രോൺ എന്ന് പറയുക(10^{-6} metre). ഭൂമിയിലെത്തുന്ന സൗരവികിരണത്തിന്റെ 50 ശതമാനത്തോളം 4 മൈ



ക്രോൺ മുതൽ 0.7 മൈക്രോൺ വരെ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള ഇൻഫ്രാറെഡ് രശ്മികളാണ്. ഇതാണ് ഭൂമിക്കാവശ്യമായ ചൂട് പകരുന്നത്. ഈ ചൂടിന്റെ ചെറിയൊരംശം മതി നമ്മുടെ ജീവൻ നിലനിർത്താൻ. ഈ ചൂട് ക്രമാതീതമായാൽ ജീവന്റെ നിലനില്പും അപകടത്തിലാവും.

സൗരവികരണത്തിൽ 0.7 മൈക്രോൺ(ചുവപ്പ്) മുതൽ 0.4 മൈക്രോൺ(വയലറ്റ്) വരെയുള്ള ഘടകങ്ങളാണ് നമുക്ക് വെളിച്ചം നൽകുന്നത്. 0.4 മൈക്രോണിനും താഴെ 0.1 മൈക്രോൺ വരെയുള്ള സ്പെക്ട്രമാണ് അപകടകാരിയായ അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികൾ. ഭൂമിയുടെ കുടയായ ഓസോൺ പാളികൾ ഇവയുടെ ഏറിയപങ്കും തടഞ്ഞുനിർത്തുന്നു. അതിനാൽ നിസ്സാരമായ അളവിൽ മാത്രമേ അവ ഭൂമിയിലെത്തുന്നുള്ളൂ. പക്ഷെ, പരിസ്ഥിതിക്ക് ദോഷം വരുത്തുന്നവിധമുള്ള മനുഷ്യ പ്രവർത്തനങ്ങൾ കാരണം ഓസോൺ കുടയിൽ ദ്വാരങ്ങൾ വീണിട്ടുണ്ട്. നമ്മുടെ ആവാസ വ്യവസ്ഥ(eco system)യെ നശിപ്പിക്കുന്ന ആത്മഹത്യാപരവും പരിസ്ഥിതി വിധ്വംസകവുമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾ വെട്ടിക്കുറച്ച് ഓസോൺ കുടയിൽ ഇനിയും ദ്വാരങ്ങൾ വീഴാതെ സൂക്ഷിച്ചാലേ ഭൂമിയിൽ ജീവന് ഇനി നിലനിൽപുള്ളൂ.

വൈദ്യുത വെളിച്ചം

ബൾബിൽ നിന്നാകട്ടെ, ട്യൂബ് ലൈറ്റിൽ നിന്നാകട്ടെ, എൽ.ഇ.ഡിയിൽ നിന്നാകട്ടെ, വൈദ്യുത വെളിച്ചത്തെയും ഇന്നാരും ഭയപ്പെടുന്നില്ല. എന്നാൽ വൈദ്യുത ബൾബുകൾ ഇറങ്ങിയ കാലത്ത് 'This room is lighted with electric lamp' എന്ന മുന്നറിയിപ്പ് ബോർഡ് അമേരിക്കയിൽ സർവ്വസാധാരണമായിരുന്നു. അത്തരമൊരു ബോർഡ് അമേരിക്കയിലെ ഐഡഹൊ(Idaho) സർവ്വകലാശാലയിലെ ഒരു ക്ലാസ്സുമുറിയിൽ ഇന്നും ഇരിപ്പുണ്ട്! മൊബൈൽ ടവറുകളെ ചൊല്ലിയുള്ള ഭയപ്പാടും ഇതുപോലെയാണെന്നേ പറയേണ്ടതുള്ളൂ.

ഒരു 40 വാട്ട് ബൾബിന്റെ കാര്യമെടുക്കാം. 40 വാട്ട് വൈദ്യുതിയാണ് അത് ലൈനിൽ നിന്നും എടുക്കുന്നത്. ഇത് മുഴുവൻ ചൂടായും വെളിച്ചമായും പുറത്തേയ്ക്ക് വരുന്നുവെന്നും ബൾബിന് ചുറ്റും ഒരേപോലെ ഗോളാകൃതിയിൽ പ്രസരിക്കുന്നുവെന്നും കരുതുക. ബൾബിൽ നിന്നും r സെന്റി മീറ്റർ ദൂരത്തിൽ വരുന്ന പ്രസരണം ചതുരശ്ര സെന്റി മീറ്ററിന് 40/4 Pr^2 വാട്ട്സ് ആണ്. ഇങ്ങനെ കണക്കാക്കിയാൽ ഒരു മീറ്റർ അകലെ ഒരു ചതുരശ്ര സെന്റി മീറ്ററിൽ ലഭിക്കുന്ന പ്രസരണം ഏകദേശം 320 മൈക്രോ വാട്ട് ആണ്. ഒരു വാട്ട് ശക്തിയുടെ 10 ലക്ഷത്തിലൊന്നാണ് ഒരു മൈക്രോവാട്ട്(10^{-6} watt). ഇതുപോലെ കണക്കാക്കുമ്പോൾ 10 മീറ്റർ അകലെയുള്ള തീവ്രത 3.2 മൈക്രോ വാട്ട്/ചതുരശ്ര സെന്റി മീറ്റർ ആണ്. അമേരിക്കയിലെ പൊതുമേഖലാ വ്യവസായികളുടെ കൂട്ടായ്മ -American Conference of Governmental Industrial Hygienists - നിർദ്ദേശിക്കുന്നത് ചതു. സെന്റി മീറ്ററിന് ഒരു മില്ലി വാട്ട്(വാട്ടിന്റെ ആയിരത്തിലൊന്ന്)-ന് മുകളിലുള്ള അൾട്രാ വയലറ്റ് റേഡിയേഷനുകൾ അപകടകാരികളാവാമെന്നാണ്. അത്തരത്തിൽ നോക്കുമ്പോൾ 320 മൈക്രോ വാട്ടും 3.2 മൈക്രോ വാട്ടും ഒക്കെ നിസ്സാരമായ അളവുകളാണ്, അപകടകാരികളുമല്ല.

ശബ്ദശല്യമോ?

ചൂടും വെളിച്ചവും വികിരണങ്ങളും ഭയപ്പാടോടെ വീക്ഷിക്കുന്ന നാം പക്ഷെ, ശബ്ദശല്യങ്ങളെ തീരെ ഗൗനിക്കാറില്ല. ഉത്സവങ്ങളും പൊതുയോഗങ്ങളും നടക്കുന്ന വേളകളിൽ കിലോമീറ്ററുകളോളം ദൂരത്തിൽ നിരനിരയായി വച്ച ഉച്ചഭാഷിണികളിൽ നിന്ന് ഉച്ചൈസ്തരം ഉയരുന്ന ശബ്ദവീചികളെ നാം അവഗണിക്കുന്നു. ഇക്കാലത്ത് പല സംഗീത ബാൻഡുകളുടെയും പരിപാടികൾ നടക്കുന്നത് 10000 വാട്ട് മുതൽ 50000 വാട്ട് വരെ ശേഷിയുള്ള ശബ്ദ സംവിധാനങ്ങൾ സ്ഥാപിച്ചാണ്. ഒരു വാട്ടിൽ താഴെ ശബ്ദത്തിലാണ് നാം വീടുകളിൽ റേഡിയോയും ടിവിയുമൊക്കെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതെന്ന വസ്തുത നോക്കുമ്പോൾ ഇതിന്റെ കാഠിന്യം ഊഹിക്കാനാവും.

മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ച കണക്കുകൾ പ്രകാരം ഒരു പതിനായിരം വാട്ട്(10 കിലോ വാട്ട്) ശബ്ദസംവിധാനത്തിന്റെ ഒരു മീറ്റർ അകലത്തിൽ ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ 80 മില്ലി വാട്ട്/ചതു.സെന്റി മീറ്റർ ഉണ്ടാവും. ശബ്ദം എല്ലാ ദിശയിലും ഒരുപോലെ വ്യാപിക്കുന്നെങ്കിലുള്ള അളവാണ് ഇത്. പക്ഷെ, മിക്കപ്പോഴും ഒരു ദിശയിലേയ്ക്ക് കേന്ദ്രീകരിക്കുന്ന(focussed) ലൗഡ് സ്പീക്കറുകളാവും വച്ചിട്ടുണ്ടാവുക. അങ്ങനെയെങ്കിൽ ഇതിന്റെ പതിന്മടങ്ങ് ശക്തിയിലാവും ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ മനുഷ്യരിൽ ഏല്ക്കുന്നത്. ഇത് ശരീരത്തിന് താങ്ങാവുന്നതിലധികമാണ്. ശരീരത്തെ പ്രകമ്പനം കൊള്ളിക്കാൻ കഴിവുള്ള ഈ ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ നമ്മുടെ ചെവിക്കും തലച്ചോറിനും അപകടമാണ്. ഹൃദ്രോഗികൾക്ക് ഇത് മാരകവുമാവാം.

ഇതുവരെ പറഞ്ഞതിന്റെ രത്നച്ചുരുക്കം ഇതാണ്. ശക്തികൂടിയ തരംഗങ്ങൾ കേന്ദ്രീകൃതമായി ദേഹത്ത് പതിച്ചാൽ അത് ആപത്താണ്. എന്നാൽ എല്ലാ ദിശകളിലേയ്ക്കും വികിരണം നടക്കുന്ന ശക്തി കുറഞ്ഞ തരംഗങ്ങൾ ഹാനികരമാവുന്നുമില്ല.

തിരമാലകളും മണൽതരികളും

തരംഗശക്തിയെക്കുറിച്ചാണ് ഇതുവരെ പറഞ്ഞത്. ഇനി, തരംഗ ദൈർഘ്യവുമായുള്ള ബന്ധം നോക്കാം. കടൽതീരത്ത് സദാ ആഞ്ഞടിക്കുന്ന തിരമാലകളെ നോക്കൂ. അവയ്ക്ക് നല്ല ശക്തിയുണ്ട്. തീരത്ത് പാറക്കെട്ടുകളുണ്ടെങ്കിൽ തിരമാലകൾ അതിൽവന്ന് ആഞ്ഞടിച്ച് പൊട്ടിച്ചിതറും. പക്ഷെ, തീരത്തെ മണൽ തരികൾക്ക് ഒന്നും സംഭവിക്കുന്നില്ല. ഇവിടെ നാം മനസ്സിലാക്കേണ്ട ഒരു പൊതു തത്വമുണ്ട്. സഞ്ചരിക്കുന്ന തിരമാലകളുടെ തരംഗദൈർഘ്യ(wavelength)വുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്താവുന്നത്ര വലിപ്പമുള്ള വസ്തുക്കളെ മാത്രമേ തരംഗശക്തി ബാധിക്കുന്നുള്ളു. പുൽത്തകിടിയിലൂടെ നടന്നാലും പുൽച്ചെടികൾക്ക് കാര്യമായൊന്നും പറ്റുന്നില്ലല്ലോ.

ശക്തികുറഞ്ഞ മൈക്രോവേവും മനുഷ്യശരീരവും

മുകളിൽ വിവരിച്ച ലളിതമായ ഉദാഹരണം പോലെ, മൊബൈൽ ടവറുകളിൽ നിന്നുള്ള ശക്തികുറഞ്ഞ മൈക്രോവേവ് തരംഗങ്ങളും മനുഷ്യശരീരത്തിന് ഹാനികരമല്ല എന്ന് നമുക്ക് തെളിയിക്കാം.

ആയിരം ദശലക്ഷം ആവർത്തി(10^9 Hertz –ഇതിനെ ഒരു ഗിഗാ ഹെർട്ട്സ്(GHz) എന്നാണ് പറയുക) മുതൽ ആയിരം ഗിഗാ ഹെർട്ട്സ്(10^{12} Hertz) വരെയുള്ള വൈദ്യുതകാന്ത തരംഗങ്ങളെ(electromagnetic waves) മൈക്രോവേവ് എന്ന് പറയുന്നു. ഇതിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം 300 മൈക്രോൺ അഥവാ മൈക്രോ മീറ്റർ(330×10^{-6} metre) മുതൽ 30 സെന്റി മീറ്റർ വരെയാണ്. ഇതിലെ താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസികളായ 0.9 GHz, 1.8 GHz എന്നിവയാണ് മൊബൈൽ കമ്മ്യൂണിക്കേഷന് വേണ്ടി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അതിന്റെ തരംഗ ദൈർഘ്യമെന്നത് ഏകദേശം 34 സെന്റി മീറ്ററും 17 സെന്റി മീറ്ററുമാണ്. മനുഷ്യ ശരീരത്തിലെ കോശങ്ങളുടെ വലിപ്പമാകട്ടെ 5 മൈക്രോൺ മുതൽ 100 മൈക്രോൺ വരെയും. ഇത് മൈക്രോ വേവ് തരംഗ ദൈർഘ്യത്തേക്കാൾ നന്നേ കുറവായതിനാൽ കോശങ്ങളെ മൈക്രോവേവ് ദോഷകരമായി ബാധിക്കില്ല.

ഇനി മൊബൈൽ തരംഗങ്ങളുടെ ശക്തി പരിശോധിക്കാം. ഏതാനും വാട്ട് ശേഷി മാത്രമാണ് ഇവയ്ക്കുള്ളത്. 20 വാട്ട്സ് ശേഷിയിൽ മൈക്രോവേവ് പുറപ്പെടുന്ന ഒരു ടവറിന്റെ കാര്യമെടുക്കുക. സാധാരണയായി BSNL ടവറുകളിൽ നിന്നുള്ള തരംഗങ്ങളുടെ ശക്തി ഇത്രത്തോളമാണ്. റിഫ്ളക്ടറുകളില്ലാതെ എല്ലാ ദിശയിലേയ്ക്കും ഈ തരംഗങ്ങൾ വ്യാപിക്കുന്നുവെന്ന് കരുതുക. ടവറിൽ നിന്നും ഒരു മീറ്റർ അകലെയുള്ള തരംഗ തീവ്രത $20/4\pi\ r^2$ പ്രകാരം 160 മൈക്രോ വാട്ട്/ചതു. സെന്റി മീറ്ററാണ്. പത്ത് മീറ്റർ അകലത്തിൽ ഇത് 1.6 മൈക്രോ വാട്ട് മാത്രമാണ്. അതേ സമയം മൊബൈൽ ഉപഭോക്താക്കൾ ടവറിൽ നിന്നും ചുരുങ്ങിയത് 100 മീറ്ററെങ്കിലും അകലെയായിരിക്കും. അവിടെയാകട്ടെ ഈ തരംഗ തീവ്രത 16 നാനോ വാട്ട്(10^{-9} വാട്ട് ആണ് ഒരു നാനോ വാട്ട്) എന്ന നിസ്സാര അളവിലായിരിക്കും. അവയ്ക്കാവട്ടെ മനുഷ്യശരീരത്തിൽ ഒരുതരത്തിലുമുള്ള ദോഷമുണ്ടാക്കാൻ കഴിയില്ല.

മുകളിൽ പറഞ്ഞ ന്യായീകരണങ്ങൾ വച്ച് നോക്കുമ്പോൾ ഏതാനും സെന്റി മീറ്റർ മുതൽ മീറ്ററുകളോളം നീളമുണ്ടായിരിക്കാനിടയുള്ള DNA ചെയിനുകളെ ഈ തരംഗങ്ങൾ ദോഷകരമായി ബാധിക്കാനിടയില്ലേ എന്ന സംശയം വരാം. പക്ഷെ, മൊബൈൽ ടവറുകളിൽ നിന്നും പുറപ്പെടുന്ന തരംഗങ്ങളുടെ ശക്തി നന്നേ കുറവായതിനാൽ അത്തരം ആശങ്കയ്ക്ക് പ്രസക്തിയില്ല.

ശക്തികുറഞ്ഞ, 0.7 മൈക്രോൺ മുതൽ 0.4 മൈക്രോൺ വരെ തരംഗ ദൈർഘ്യമുള്ള, നമുക്ക് കാണാവുന്ന വെളിച്ചം(സൂര്യപ്രകാശമുൾപ്പടെ) മനുഷ്യശരീരത്തിന് ദോഷകരമല്ലെന്ന് തന്നെയല്ല നമ്മുടെ ജീവിതത്തിന് ആധാരവുമാണ്. അതേ സമയം 0.03 മൈക്രോൺ മുതൽ 0.01 മൈക്രോൺ വരെ തരംഗ ദൈർഘ്യമുള്ള അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികൾ നമുക്ക് ഹാനികരമാണ്. (സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ ഇതുണ്ടെങ്കിലും ഭൂമിക്ക് ചുറ്റുമുള്ള ഓസോൺ കവചം നമ്മെ കാത്തുരക്ഷിക്കുന്നുവെന്ന കാര്യം മറക്കരുത്.) ഇവയുടെ തരംഗദൈർഘ്യം മനുഷ്യകോശങ്ങളുടേതിനേക്കാൾ ചെറുതാണെന്ന കാര്യവും ശ്രദ്ധിക്കുക. മനുഷ്യർക്കും ഇതര ജന്തുജാലങ്ങൾക്കും ഹാനികരം തന്നെയാണ് UV രശ്മികൾ. തരംഗ ദൈർഘ്യം ഇതിലും കുറയുമ്പോൾ രശ്മികൾ കൂടുതൽ ആപൽക്കരമായി മാറുന്നു. എക്സ്–റേ, ഗാമാ റേ തുടങ്ങിയവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

ഇങ്ങനെ നോക്കുമ്പോൾ ഒരു കാര്യം നമുക്ക് തീർച്ചപ്പെടുത്താം. അൾട്രാ വയലറ്റും അതിന് മുകളിലും ഫ്രീക്വൻസിയുള്ള വൈദ്യുതകാന്ത തരംഗങ്ങളെ മാത്രമേ വികിരണങ്ങൾ(radiations) എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കേണ്ട കാര്യമുള്ളൂ. എന്തെന്നാൽ, ആവർത്തി കൂടുന്തോറും തരംഗ ദൈർഘ്യം കുറഞ്ഞുകുറഞ്ഞുവരികയും, അവയ്ക്ക് തരംഗ സ്വഭാവം വിട്ട്, നേർരേഖയോടടുത്ത് സഞ്ചരിക്കുന്ന രശ്മികളുടെ അഥവാ കണങ്ങളുടെ(particles സ്വഭാവത്തോട് സാമ്യമുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. അതായത് സൂക്ഷ്മതലത്തിൽ നോക്കുമ്പോൾ, ഋജുവാണെങ്കിലും അവയ്ക്ക് തരംഗസ്വഭാവമുണ്ട്; എന്നാൽ ബൃഹദ് തലത്തിൽ(macro) നേർരേഖയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതിന്റെ പ്രഭാവവും.

ഒരു ടവറിൽ തന്നെ ധാരാളം ആന്റിനകൾ പിടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് പലയിടത്തും കാണാം. ഇതുകൊണ്ട് പ്രശ്നമൊന്നുമില്ല. ഒരു പെട്ടിക്കുള്ളിൽ ധാരാളം ലൗഡ് സ്പീക്കറുകൾ പിടിപ്പിക്കാറുണ്ടല്ലോ? അതുപോലെയേ ഉള്ളു, ഇതും. എന്നാൽ ലൗഡ് സ്പീക്കറുകളുടെ കാര്യത്തിൽ, മുൻപ് സൂചിപ്പിച്ചപോലെ, ഉച്ചൈസ്തരം ഉയരുന്ന ശബ്ദഘോഷത്തെ നാം ഭയപ്പെടുകതന്നെ വേണം.

ഇപ്പറഞ്ഞതിൽ നിന്ന്, മൊബൈൽ ടവറുകൾ നമുക്ക് ഹാനികരമല്ലെന്ന് നിസ്സംശയം ഉറപ്പിക്കാം. മറിച്ചുള്ള പ്രചരണങ്ങൾക്ക് ശാസ്ത്രീയമായ അടിത്തറയില്ല. മറ്റ് പല താല്പര്യങ്ങളുമാവാം അവയ്ക്ക് പിന്നിൽ. ശാസ്ത്രീയമായി കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാതെ, ഇത്തരം പ്രചരണങ്ങൾ കേട്ട് ഭയപ്പെടുന്നവർക്ക് മാനസിക സമ്മർദ്ദം മൂലം പ്രശ്നമുണ്ടാവാമെന്ന് മാത്രം.

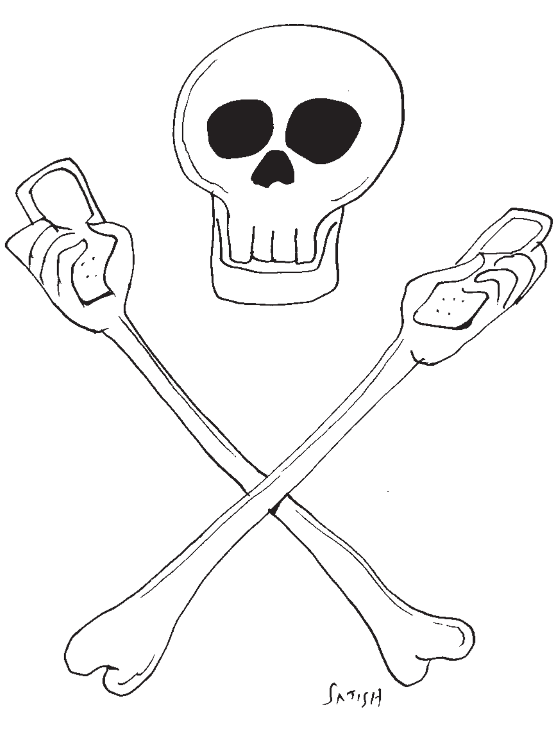
തരംഗങ്ങൾ ദോഷകരമാവുന്നതെപ്പോൾ?

മൈക്രോവേവ്, വെളിച്ചം, ശബ്ദാതീത തരംഗങ്ങൾ(ultrasonic waves) എന്നിവ മനുഷ്യശരീരത്തിന് എപ്പോഴൊക്കെ ദോഷകരമാവാം എന്ന് പരിശോധിക്കാം.

ഏത് തരം ഊർജവും കേന്ദ്രീകൃതമായി ദേഹത്തേറ്റാൽ ജൈവ കോശങ്ങൾക്ക്(biological cells) കേട് തന്നെയാണ്. ഉദാഹരണമായി ലേസർ രശ്മികളെ ഫോക്കസ് ചെയ്ത് ദേഹത്ത് പതിപ്പിച്ചാൽ ചുട്ടുപൊള്ളും. എത്ര മാത്രം ആഴത്തിലുള്ള കോശങ്ങൾ നശിക്കുമെന്നത്, കേന്ദ്രീകരിച്ച ലേസർ രശ്മികളുടെ ശക്തിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. അതേ സമയം ലേസർ ഷോ കണ്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നവർക്ക് യാതൊരാപത്തുമില്ല താനും. ചിതറിയ, ശക്തി കുറഞ്ഞ ലേസർ രശ്മികളാണ് അവ.

സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ നാം എന്തെല്ലാം പണിയെടുക്കുന്നു! വസ്തുക്കളിൽ തട്ടി പ്രതിഫലിക്കുന്ന സൂര്യരശ്മികൾ അന്നേരം നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിക്കും. അങ്ങനെ നാം ആ വസ്തുക്കളെ കാണും. എന്നാൽ ജ്വലിച്ചുനില്ക്കുന്ന സൂര്യനെ നഗ്നനേത്രം കൊണ്ട് ദീർഘനേരം നോക്കിയാലോ? കണ്ണിൽ വീഴുന്ന സൂര്യപ്രകാശത്തെ റെറ്റിനയുടെ ചെറിയൊരു ഭാഗത്തേയ്ക്ക് കണ്ണിലെ കൃഷ്ണമണി കേന്ദ്രീകരിപ്പിക്കും. ആ പ്രകാശത്തിന് തീവ്രത കൂടുതലാണെങ്കിൽ ആ നോട്ടം റെറ്റിനയെ നശിപ്പിക്കാം.

നമ്മുടെ കേൾവിശക്തിക്കപ്പുറം ഉയർന്ന ആവർത്തിയിലുള്ള ശബ്ദ തരംഗങ്ങൾ(ultrasonic sound waves) ഹാനികരമല്ല എന്നൊരു വിശ്വാസം പലർക്കുമുണ്ട്. അൾട്രാസോണിക് സ്കാനിംഗും മറ്റും ഇക്കാലത്ത് സർവ്വസാധാരണമായതുകൊണ്ടാവാം ഇത്. പക്ഷെ, ഇത് പൂർണ്ണമായും ശരിയല്ല. ആയിരം കിലോ ഹേർട്ട്സ് അഥവാ, ഒരു മെഗാ ഹേർട്ട്സ്(1MHz) മുതൽ 20 മെഗാ ഹേർട്ട്സ് വരെയുള്ള അൾട്രാ ശബ്ദതരംഗങ്ങളാണ് മനുഷ്യശരീരം സ്കാൻ ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ശബ്ദ തരംഗങ്ങൾ സെക്കന്റിൽ 340 മീറ്റർ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്ന കണക്കനുസരിച്ച് ഇവയുടെ തരംഗ ദൈർഘ്യം 340 മൈക്രോൺ മുതൽ 17 മൈക്രോൺ വരെയാണ്. ഈ തരംഗ ദൈർഘ്യം, കാണാവുന്ന വെളിച്ചത്തിന്റെ തരംഗ ദൈർഘ്യത്തെ(0.4 മൈക്രോൺ മുതൽ 0.7 മൈക്രോൺ വരെ) അപേക്ഷിച്ച് ഏറെ കൂടുതലായതിനാൽ, പൊതുവെ അപകടകാരിയല്ല. പക്ഷെ, ഒരു നിബന്ധനയുണ്ട്. ഈ തരംഗങ്ങളുടെ ശക്തി(power) 720 മില്ലി വാട്ട്/ചതു. സെന്റി മീറ്ററിലും അധികമാവാൻ പാടില്ല. അമേരിക്കൻ Food and Drug Adminstrationന്റെ 1993ലെ റെഗുലേഷൻ പ്രകാരമാണ് ഇത്. തരംഗശക്തി ഇതിലേറെയായാൽ ദേഹത്തിന് ഹാനികരമാവാം.



ഒരു ഗിഗാ ഹെർട്ട്സ്(10^9 Hz)ലും ഉയർന്ന ശബ്ദ തരംഗങ്ങളായാൽ തരംഗ ദൈർഘ്യം 0.34 മൈക്രോണിലും താഴെയാകാനും –അതായത് അൾട്രാ വയലറ്റ് രശ്മികളുടേതിനേക്കാൾ താഴെ– ജൈവ കോശങ്ങൾക്ക് അപായകരമാകാനും ഇടയുണ്ട്. അതിനാൽ ഇത്രയുമുയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിൽ സ്കാനിംഗ് നടത്തുകയാണെങ്കിൽ അതിന്റെ ശക്തി 720 മില്ലി വാട്ട്/ചതു.സെന്റി മീറ്റർ എന്നതിനേക്കാൾ നന്നേ താഴ്ന്നിരിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ചുരുക്കത്തിൽ, ഏത് ഫ്രീക്വൻസിയിലുമുള്ള അൾട്രാ സൗണ്ട് തരംഗങ്ങളും ദോഷകരമാവാം, അവയുടെ ശക്തി കൂടുതലായിരിക്കുകയും അവയെ കേന്ദ്രീകരിപ്പിക്കുകയുമാണെങ്കിൽ.

റേഡിയോ സ്റ്റേഷൻ പ്രക്ഷേപണികൾ അപകടകാരികളോ?

ഏതാനും കിലോവാട്ട് മുതൽ നൂറുകണക്കിന് കിലോവാട്ട് വരെ ശേഷിയുള്ള റേഡിയോ പ്രക്ഷേപണികൾ നിലവിലുണ്ട്. ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് മോഡുലേഷൻ(AM), ഫ്രീക്വൻസി മോഡിലേഷൻ(FM) എന്നിങ്ങനെ റേഡിയോ സ്റ്റേഷനുകൾ രണ്ട് തരമാണ്. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ മിക്കവയും AM ആയിരുന്നു. ഇവ തന്നെ മീഡിയം വേവ് (MW), ഷോർട്ട് വേവ്(SW) എന്നിങ്ങനെയും രണ്ട് വിഭാഗമുണ്ട്. 550 കിലോ ഹേർട്ട്സ്(khz) മുതൽ 1600 khz വരെ മീഡിയം വേവ് ആണ്. മൂന്ന് മെഗാ ഹേർട്ട്സ്(MHz) മുതൽ 30MHz വരെ ഷോർട്ട് വേവും. ശബ്ദവാഹികളായ (carrier) റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുടെ ഫ്രീക്വൻസിയാണ് ഇത്.

$H\phi = \frac{A}{r} + \frac{B}{r^2}$ എന്നതാണ് ഒരു ട്രാൻസ്മിറ്റിംഗ് ആന്റിനയിൽ നിന്നുള്ള കാന്തിക പ്രഭാവം സൂചിപ്പിക്കുന്ന സമവാക്യം. ഇതിൽ $H\phi$ എന്നത് കാന്തിക പ്രഭാവ(magnetic field)മാണ്. രണ്ട് തരത്തിലുള്ള കാന്തിക പ്രഭാവമാണ് പുറപ്പെടുക. r, ആന്റിനയിൽ നിന്നുമുള്ള ദൂരമാണ്. A, B എന്നിവ ആന്റിനയുടെ രൂപകല്പനയനുസരിച്ചുള്ള സ്ഥിരാങ്കമാണ്(constant). റേഡിയേഷൻ ഫീൽഡും(radiation field) ഇൻഡക്ഷൻ ഫീൽഡും(induction field) ആണ്. ഇതിൽ രണ്ടാമത്തേതാണ് ശക്തിയുള്ളതും അപകടകാരിയും.

റേഡിയോ ട്രാൻസ്മിറ്റർ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുമ്പോൾ ആന്റിനയുടെ അരികിൽ പോകാൻ ആരേയുമനുവദിക്കാറില്ല. അന്നേരമുണ്ടാവുന്ന ശക്തിയേറിയ ഇൻഡക്ഷൻ മാഗ്നറ്റിക് ഫീൽഡ്, അതിനടുത്തുകൂടിപ്പോവുന്ന വസ്തുക്കളെ അപാരമായ ശക്തിയോടെ ആന്റിനയിലേയ്ക്ക് വലിച്ചടുപ്പിക്കും എന്നതാണ് കാരണം. ഈ അപകടകരമായ ദൂരപരിധിയിൽ വേലി കെട്ടിയിട്ടുണ്ടാവും. ഈ ദൂരം ഏകദേശം $\lambda/2\pi$ ആണ്. λ എന്നത് തരംഗ ദൈർഘ്യം. അതായത് ഉദ്ദേശം $\lambda/6$ ആണ് ദൂരം. ഉദാഹരണമായി 1200 മീറ്റർ തരംഗ ദൈർഘ്യത്തിൽ പ്രക്ഷേപണം നടക്കുന്നു

വെങ്കിൽ, 200 മീറ്റർ ദൂരത്തിൽ വൃത്താകൃതിയിൽ വേലി കെട്ടിയിരിക്കും. അതേ സമയം, 12 സെന്റി മീറ്റർ തരംഗ ദൈർഘ്യമുള്ള മൈക്രോവേവ് ട്രാൻസ്മിറ്ററിനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഈ അപകട മേഖല നന്നെ ചെറുതാണ്. 12/6 = 2 cm. മാത്രമല്ല, അതിന്റെ വികിരിണ ശക്തിയും കുറവാണ്. ഏതാനും വാട്ട് മാത്രം. അതിനാൽ അടുത്തുപോകാൻ ഒട്ടും പേടിക്കേണ്ട കാര്യമില്ല.

FM റേഡിയോ നിലയങ്ങൾ

ഇന്ന് ഏറെ ജനപ്രീതിയുള്ള FM റേഡിയോ നിലയങ്ങൾ റേഡിയോയെ നമ്മുടെ വീടുകളിലും വാഹനങ്ങളിലും വീണ്ടും ഉണർത്തിയിട്ടുണ്ട്. 88 മെഗാ ഹേർട്ട്സ് (88 MHz) വരെ എന്ന് ആഗോളമായി നിജപ്പെടുത്തിയതാണ് ഇവയുടെ പ്രക്ഷേപണ ഫ്രീക്വൻസി. അതായത് തരംഗ ദൈർഘ്യം 3.4 മീറ്റർ മുതൽ 2.8 മീറ്റർ വരെ.

സാധാരണയായി FM നിലയങ്ങളുടെ പരമാവധി ശേഷി 10 കിലോ വാട്ട് ആണ്. ഇതിന്റെ അതി സൂക്ഷ്മമായ ഒരു അളവ് മാത്രമേ റേഡിയോയിൽ വന്നെത്തുന്നുള്ളൂ. അതിനാൽ ജീവജാലങ്ങൾക്ക് ഒട്ടുംതന്നെ ദോഷകരമല്ല. മുൻ വിവരണങ്ങളിൽനിന്നൊക്കെ വ്യക്തമായ ഒരു സംഗതിയുണ്ടല്ലോ, തരംഗദൈർഘ്യം? ഇക്കാര്യത്തിൽ അതും അപകടകാരിയല്ല.

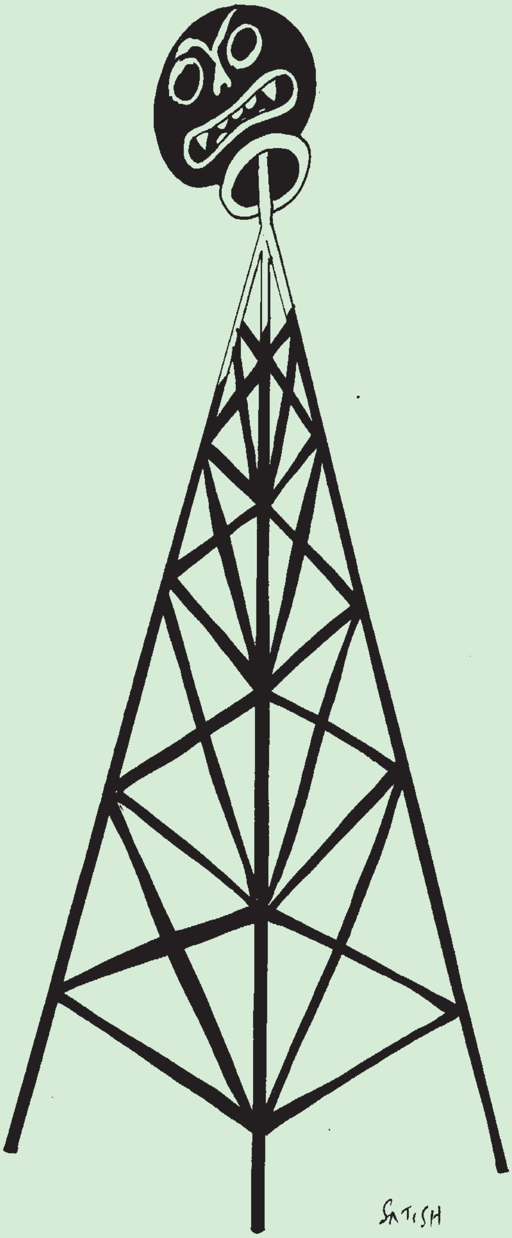
മൊബൈൽ ഫോണുകളോ?

മൊബൈൽ ടവറുകളുടെ കാര്യം നാം വിശദമായി പരിശോധിച്ചു. എന്നാൽ കയ്യിലിരിക്കുന്ന മൊബൈൽ ഫോണുകളോ? അവ അപകടകാരികളാണോ? 'അല്ല' എന്ന് നിസ്സംശയം പറയാം. Lithiom-ion ബാറ്ററികളാണ് മൊബൈൽ ഫോണുകളിൽ സാധാരണയായി ഉള്ളത്. ഇതിന്റെ വോൾട്ടേജ് 3.7 വോൾട്ടാണ്. സംഭരണശേഷി ഏകദേശം 1000 മുതൽ 4000 വരെ മില്ലി ആംപിയർ മണിക്കൂറുകളും(mAh). ഇത് 3700 mAh ആണെന്നും ബാറ്ററി ഒരിക്കൽ ചാർജ് ചെയ്താൽ ഏകദേശം ഒന്നര ദിവസത്തേയ്ക്ക് മതിയാവുമെന്നുമിരിക്കട്ടെ. അങ്ങനെയായാൽ ഫോണിന്റെ ശരാശരി ഉപഭോഗം ½ വാട്ടിൽ താഴെയാണ്. ഫോൺ വിളിക്കുമ്പോൾ ഈ ഉപഭോഗം ഒരു വാട്ടിന് അടുത്താണ്. അതിൽ കുറേ ഭാഗം അതിന്റെ സ്ക്രീൻ പ്രകാശിപ്പിക്കാനും ഉള്ളിലെ ഇലക്ട്രോണിക് സർക്യൂട്ടുകൾ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാനും മറ്റുമാണ്. ട്രാൻസ്മിറ്റ് ചെയ്യുന്ന റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുടെ ശക്തി അര വാട്ടിനടുത്താണ്. ഇത് നമ്മുടെ തലച്ചോറിനെയൊന്നും യാതൊരുതരത്തിലും ബാധിക്കില്ല.

എന്നിരുന്നാലും ഫോൺ താഴെ വയ്ക്കാതെ ദീർഘനേരം സംസാരിച്ചാൽ അത് ചൂടാവാറുണ്ടല്ലോ. ഇത് പ്രധാനമായും, ഫോണിലെ ഇലക്ട്രോണിക് സർക്യൂട്ടുകൾ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ ബാറ്ററിയിൽ നിന്നും കറന്റ് ഒഴുകുമ്പോൾ ബാറ്ററി ചൂടാവുന്നതുകൊണ്ടാണ്. ചെവിയിൽ പിടിച്ച് സംസാരിക്കുമ്പോൾ ഈ ചൂട് തലയിലും അനുഭവപ്പെടാമെന്നത് കേവലം സ്വാഭാവികം മാത്രം. അല്ലാതെ, ഇത് മൈക്രോവേവ് റേഡിയേഷൻ മൂലമുള്ള ചൂടല്ല. ഹെഡ്സെറ്റ് അഥവാ ഇയർ ഫോണുകൾ ഉപയോഗിച്ച് സംസാരിക്കുക എന്നതാണ് സംസാര പ്രിയർക്ക് അഭികാമ്യം.

ശാസ്ത്രം മുന്നോട്ട്

വൈദ്യുതിയും വാർത്താവിനിമയവും കമ്പ്യൂട്ടറുകളുമില്ലാതെ ആധുനിക ജനജീവിതം സാധ്യമല്ല. കിംവദന്തികൾ കേട്ട് സംഭീതരാകാതെ ശാസ്ത്രീയ വസ്തുതകൾ മനസ്സിലാക്കി മുന്നോട്ടുപോകേണ്ടത് ശാസ്ത്രസാങ്കേതികവിദ്യകൾ വാഴുന്ന ഈ കാലത്ത് അത്യാവശ്യമാണ്. സാങ്കേതികവിദ്യകളെ സ്വീകരിക്കുകയും ശാസ്ത്രത്തെ നിരാകരിക്കുകയും ചെയ്യുക എന്നത് ശരിയായ കാര്യമല്ലെങ്കിലും ഇന്ന് വ്യാപകമാണ്. മനുഷ്യരാശി മുന്നേറുകതന്നെയാണ്. ആ മുന്നേറ്റത്തിന് ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വളർച്ച കൂടിയേ കഴിയൂ.



(ഗവൺമെന്റ് എഞ്ചിനിയറിംഗ് കോളേജ് മുൻ പ്രിൻസിപ്പൽമാരാണ് ലേഖകർ)

■ XpdhqÀ BÀtkXp\mY
sethunathr@gmail.com

കേരളത്തിലെ പൊതുവിദ്യാഭ്യാസത്തെ താഴ്ത്തിക്കെട്ടിക്കൊണ്ട് ആഗസ്റ്റ് 14ലെ മാതൃഭൂമി ദിനപത്രത്തിൽ ശ്രീ. രാജൻ ചെറുക്കാട് എഴുതിയ 'വിദ്യാഭ്യാസം: മാറേണ്ടത് ഉള്ളടക്കം' എന്ന ലേഖനത്തിന് ഒരു പ്രതികരണം

'മാതൃഭൂമി' ദിനപത്രത്തിൽ(ആഗസ്റ്റ് 14) ശ്രീ.രാജൻ ചെറുക്കാട് എഴുതിയ 'വിദ്യാഭ്യാസം: മാറേണ്ടത് ഉള്ളടക്കം' എന്ന ലേഖനം വായിച്ചപ്പോൾ ആദ്യന്തം മനസ്സിൽ തോന്നിയത് നിലവാരത്തകർച്ച കേരളത്തിലെ സ്കൂൾ വിദ്യാഭ്യാസത്തിനോ അതോ ലേഖനത്തിലെ വാദങ്ങൾക്കോ എന്ന സംശയമാണ്. കേരളത്തിലെ സ്കൂൾ വിദ്യാഭ്യാസത്തിന് -പ്രത്യേകിച്ചും പൊതുവിദ്യാഭ്യാസത്തിന്- നിലവാരത്തകർച്ച സംഭവിച്ചെന്നും അതിന് കാരണം ലോകബാങ്ക് സഹായത്തോടെ, 1990 കളിൽ നടപ്പിലാക്കിയ പരിഷ്ക്കാരങ്ങളാണെന്നുമുള്ള അദ്ദേഹത്തിന്റെ നിലപാട് തികച്ചും പ്രത്യയശാസ്ത്രപരമായ ഒന്നാണ്. ഒരു വ്യക്തി എന്ന നിലയിൽ അത്തരമൊരു നിലപാട് സ്വീകരിക്കുന്നതിനും അതിനെ സാധൂകരിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നതിനും അദ്ദേഹത്തിന് എല്ലാവിധ അവകാശങ്ങളും ഉണ്ടെന്നത് അവിതർക്കിതമത്രേ. എന്നാൽ തന്റെ നിലപാടുകളെ സാധൂകരിക്കുന്നതിനായി, വിവിധ പഠനറിപ്പോർട്ടുകളുടെ ഭാഗങ്ങൾ യാതൊരു ഔചിത്യവുമില്ലാതെ അടർത്തിയെടുത്ത് (ദുഃർ)വ്യാഖ്യാനം ചെയ്ത് 'ആടിനെ പട്ടിയാക്കുന്ന' ശൈലിയാണ് അദ്ദേഹം പതിവായി അനുവർത്തിച്ചുവരുന്നത്. അത്തരമൊരു ശൈലി അദ്ദേഹത്തെപ്പോലൊരു മുതിർന്ന പത്രപ്രവർത്തകനും 'മാതൃഭൂമി' ദിനപത്രത്തിനും ഒട്ടും ഭൂഷണമല്ല എന്ന് തുടക്കത്തിൽ തന്നെ സൂചിപ്പിക്കട്ടെ.

പഴയകാലം സുവർണ്ണകാലം

1997 മുതൽ വിദ്യാഭ്യാസ മേഖലയിൽ നടപ്പിലാക്കിയ

മാറേണ്ടത് ഉള്ളടക്കമോ ബോധന മാധ്യമമോ?

പരിഷ്ക്കാരങ്ങളുടെ ഫലമായി, കേരളത്തിലെ സ്കൂൾ വിദ്യാഭ്യാസരംഗത്ത് നിലവാരത്തകർച്ച ഉണ്ടായി എന്നതാണ് ലേഖനത്തിലെ പ്രധാനവാദം. ഈ വാദത്തിന്റെ സാധുത പരിശോധിക്കാനുള്ള ഏറ്റവും ആധികാരികമായ മാർഗ്ഗം, 1997ന് മുൻപും പിൻപുമുള്ള കാലഘട്ടത്തിലെ വിദ്യാഭ്യാസ ഗുണനിലവാര സൂചകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുക എന്നതാണ്. ദൗർഭാഗ്യവശാൽ, 1997ന് മുൻപുള്ള കാലഘട്ടത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം, ഇന്നത്തെ രീതിയിൽ ഗുണനിലവാര സൂചകങ്ങൾ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ആധികാരിക പഠനങ്ങളൊന്നും ലഭ്യമല്ല. അതിനാൽ, മാതൃഭൂമി ലേഖകൻ ഉൾപ്പെടെ പലരും മുഴക്കുന്നത് 'പഴയകാലം സുവർണ്ണകാലം' എന്ന മുദ്രാവാക്യമാണ്. ഒരു തെളിവും നിരത്താതെ, തികച്ചും വ്യക്തിനിഷ്ഠമായി കാര്യങ്ങൾ അവതരിപ്പിച്ച് ആളുകളെ വിഡ്ഢികളാക്കുന്ന ഒരു തരം 'കൺകെട്ട്' വിദ്യ. നമ്മുടെ പുരാണേതിഹാസങ്ങൾ ശാസ്ത്ര-സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെ കലവറയാണെന്ന പ്രചാരണങ്ങൾ നടത്തി വിദ്യാഭ്യാസത്തിന്റെയും ശാസ്ത്രത്തിന്റെയും കാര്യത്തിൽ ഇന്നത്തെ കേന്ദ്ര സർക്കാർ പയറ്റുന്നതും ഇതേ 'അടവുനയം' തന്നെ. എട്ട് വയസ്സ് പൂർത്തിയായ ഒരാളും എഴുത്തും വായനയും അറിയാത്തതായി തിരുവിതാംകൂറിലുണ്ടാകരുതെന്ന 1830 കളിലെ സ്വാതിതിരുനാളിന്റെ പ്രഖ്യാ

പനം ഉയർത്തിക്കാണിക്കുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ അതേ തിരുവിതാംകൂറിലാണ് 1907ൽ 'പഞ്ചമി' എന്ന ദളിത് പെൺകുട്ടിക്ക് അയ്യങ്കാളിയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ ഊരൂട്ടമ്പലം സ്കൂളിൽ പ്രവേശനം നൽകിയതിന്റെ പേരിൽ ഉയർന്ന ജാതിക്കാർ സ്കൂൾ തന്നെ കത്തിച്ചത് എന്ന കാര്യം ലേഖകൻ വിസ്മരിക്കുന്നു. പ്രഖ്യാപനത്തിന് 75 വർഷങ്ങൾക്ക് ശേഷ വും സമൂഹത്തിലെ പാർശ്വത്കൃത വിഭാഗങ്ങൾക്ക് വിദ്യാഭ്യാസം അപ്രാപ്യമായിരുന്നെന്നും പഴയകാലം അത്ര സുവർണ്ണകാലം ആയിരുന്നില്ലെന്നും അർത്ഥം.

ഗുണനിലവാരമുള്ള വിദ്യാഭ്യാസത്തിന്റെ കേന്ദ്രമായിരുന്നോ വാസ്തവത്തിൽ കേരളം? ആണെങ്കിൽ എന്തായിരുന്നു ഗുണനിലവാര സൂചകങ്ങൾ? ആരെല്ലാമായിരുന്നു അതിന്റെ ഗുണഭോക്താക്കൾ? ഒരു സംശയവുമില്ലാതെ പറയാം, ആദ്യകാലങ്ങളിൽ സാമൂഹ്യവും സാമ്പത്തികവും സാംസ്കാരികവുമായി മുന്നാക്കം നിന്ന വരേണ്യ വർഗ്ഗങ്ങളും സമുദായങ്ങളും പിന്നീട് അവരുടെ പിൻപറ്റി, മധ്യവർഗ്ഗവും. നമ്മുടെയൊക്കെ സ്കൂൾ ജീവിതകാലത്ത്, എത്ര സഹപാഠികൾ പഠനം പൂർത്തിയാക്കാറുണ്ടായിരുന്നു? പൂർത്തിയാക്കിയവരിൽ എത്ര പേർക്ക് ലേഖനത്തിൽ പറയുന്നതുപോലെ, പാഠഭാഗങ്ങൾ കൃത്യമായി വായിക്കാനും ഹരണക്രിയകൾ ചെയ്യാനും സാധിച്ചിരുന്നു? ഇന്നത്തേക്കാൾ മെച്ചമായിരുന്നു സ്ഥിതി എന്ന് പറയാനാവുമോ? ഇന്നത്തെപ്പോലെ, വായിക്കാനും കണക്കുകൂട്ടാനുമറിയാത്ത നിരവധിപ്പേർ അന്നും ഉണ്ടായിരുന്നു; കൂടുതലാണെങ്കിലേയുള്ളൂ. കുറേപ്പേർ ഇടയ്ക്ക് വച്ച് പഠനം നിർത്തിയിരുന്നു, അല്ലെങ്കിൽ 'മോഡറേഷൻ' പോലുള്ള ദയാവായ്പുകളിൽ പത്താം ക്ലാസ് കടന്നുകൂടിയിരുന്നു എന്നതല്ലേ യാഥാർത്ഥ്യം? 1990-ൽ കേരളത്തിലെ എസ്.എസ്.എൽ.സി വിജയശതമാനം 53.85 ആയിരുന്നു. അതുമായി, ഇപ്പോഴത്തെ വിജയശതമാനത്തെ താരതമ്യം ചെയ്യാനൊന്നും മുതിരുന്നില്ല. ഇന്നത്തേക്കാൾ ഗുണനിലവാരം അന്നുണ്ടായിരുന്നെങ്കിൽ ഏതാണ്ട് പകുതിയോളം കുട്ടികൾ എന്തുകൊണ്ട് തോറ്റുപോയി എന്ന ചോദ്യം മാത്രം ഉയർത്തുന്നു. വിദ്യാഭ്യാസം എന്ന പ്രക്രിയയെ കേവലം സ്കൂൾ എന്ന 'ഠാവട്ട'ത്തിൽ മാത്രം ഒതുക്കിക്കാണുന്നവർ അതിനുള്ള ഉത്തരം അറിയില്ലെന്ന് നടിക്കുകയാണ്.

വിദ്യാഭ്യാസവും ബാഹ്യഘടകങ്ങളും

വിദ്യാഭ്യാസരംഗത്ത് ഓരോ വ്യക്തിയും കൈവരിക്കുന്ന നേട്ടം, സാമൂഹ്യവും സാംസ്കാരികവും സാമ്പത്തികവുമായ ഒട്ടേറെ ഘടകങ്ങളുടെ ആകെത്തുകയാണ്. അവരുടെ സമൂഹം, കുടുംബം, രക്ഷിതാക്കളുടെ വിദ്യാഭ്യാസ നിലവാരം, വീട്ടിലെ അന്തരീക്ഷം, പ്രാഥമിക സൗകര്യങ്ങൾ, കൂട്ടുകാർ ഇങ്ങനെ അതിനെ സ്വാധീനിക്കുന്ന എണ്ണിയാലൊടുങ്ങാത്ത ഘടകങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നിരിക്കെ, അതിനെയെല്ലാം തമസ്ക്കരിച്ച്, കേവലം സ്കൂൾ എന്ന ഘടകത്തെ മാത്രം പർവ്വതീകരിച്ച് ഗുണനിലവാരം തകർന്നു എന്ന് ആരോപിക്കുന്നത് സാമാന്യ ബുദ്ധിക്ക് നിരക്കുന്നതല്ല. വിദ്യാലയബാഹ്യമായ ഘടകങ്ങൾ തുല്യമായാൽ സർക്കാർ-സ്വകാര്യ വിദ്യാലയങ്ങളിലെ വിദ്യാർത്ഥികളുടെ ഗുണനിലവാരം തമ്മിലുള്ള അന്തരം ഗണ്യമായി കുറയുമെന്നാണ് 'അസർ'(ആന്വൽ സ്റ്റാറ്റസ് ഓഫ് എഡ്യൂക്കേഷൻ റിപ്പോർട്ട്) തന്നെ പറയുന്നത്(പേജ് 18). സർക്കാർ-സ്വകാര്യ വിദ്യാലയങ്ങളി

ലെ കുട്ടികളുടെ നിലവാര വ്യത്യാസത്തിന് ഏതാണ്ട് 75% വരെ കാരണം വിദ്യാലയബാഹ്യ ഘടകങ്ങളാണെന്നും ഇത് വർഷം തോറും വർദ്ധിച്ച് വരികയാണെന്നും ലേഖികയായ വിൽമ വാധ പറയുന്നു. ഒരു വിദ്യാലയത്തിലെ കുട്ടികളുടെ പഠന നിലവാരം മോശം അല്ലെങ്കിൽ നല്ലത് ആകുന്നത് അത് സർക്കാർ സ്കൂളോ സ്വകാര്യ സ്കൂളോ എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചല്ല, മറിച്ച്-വലിയൊരളവോളം- അവിടെ പഠിക്കുന്ന കുട്ടികളുടെ സാമൂഹ്യ-സാമ്പത്തിക-സാംസ്ക്കാരികാവസ്ഥകളെ ആശ്രയിച്ചാണ്. ഒരേ സാമൂഹ്യ-സാമ്പത്തിക -സാംസ്കാരിക സാഹചര്യത്തിലുള്ള രണ്ട് കുട്ടികളിൽ ഒരാൾ പഠിക്കുന്നത് സർക്കാർ വിദ്യാലയത്തിലും മറ്റെയാൾ പഠിക്കുന്നത് സ്വകാര്യ വിദ്യാലയത്തിലുമാണെങ്കിലും, അവരുടെ പഠന നിലവാരത്തിൽ കാര്യമായ അന്തരം ഉണ്ടാകില്ല എന്ന് ചുരുക്കം. ഇതെല്ലാം വ്യക്തമായി വിവരിക്കുന്ന പ്രസ്തുത റിപ്പോർട്ട് ഒന്ന് മനസ്സിരുത്തി വായിക്കാൻ മാതൃഭൂമി ലേഖകൻ തയ്യാറായിരുന്നെങ്കിൽ എന്ന് ആശിച്ചുപോകുകയാണ്.

'അസറും' വസ്തുതകളും

ദേശീയതലത്തിൽ 2006 മുതൽ എല്ലാ വർഷവും (2015ൽ ഒഴികെ) നടത്തിവരുന്ന സാമാന്യം ബൃഹത്തായ ഒരു പഠനം എന്ന നിലയിൽ അസറിലെ കണ്ടെത്തലുകൾ തികച്ചും പ്രസക്തമാണ്. എന്നാൽ അതിന്റെ പരിമിതികളും കാണാതെ പോകരുത്. ഒന്നാമതായി, കേവ

ലം ഗ്രാമങ്ങളിൽ(സെൻസസ് നിർവ്വചനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ) നിന്ന് മാത്രമാണ് വിവരശേഖരം നടത്തുന്നത് എന്നതിനാൽ, അതൊരു ഗ്രാമതല വിദ്യാഭ്യാസ നിലവാര പഠനമാണ്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ, വിദ്യാഭ്യാസത്തിൽ എന്നും മുൻപന്തിയിൽ നിൽക്കുന്ന നഗര മേഖലകളിലെ ഗുണനിലവാരത്തെപ്പറ്റി 'അസർ' മൗനം പാലിക്കുന്നു. രണ്ടാമതായി, വിദ്യാലയങ്ങളെ ഒന്നുകിൽ സർക്കാർ വക, അല്ലെങ്കിൽ സ്വകാര്യം എന്നേ അത് കണക്കാക്കുന്നുള്ളു. സ്വകാര്യമേഖലയിൽത്തന്നെ എയിഡഡ്, അൺ എയിഡഡ് വിദ്യാലയങ്ങൾ തുല്യ പ്രാധാന്യത്തോടെ പ്രവർത്തിക്കുന്ന കേരളം പോലുള്ള സംസ്ഥാനങ്ങളിൽ ഇത്തരമൊരു നിർവ്വചനം കാര്യങ്ങൾ കൃത്യമായി വിശദീകരിക്കുന്നതിന് തടസ്സമാകുന്നു എന്ന് പ്രത്യേകം പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ. എല്ലാ ജില്ലകളെയും പഠനത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്താറില്ല എന്നതാണ് മറ്റൊരു പോരായ്മ.

കണക്കുകളുടെ അട്ടിമറി

കേരളത്തിന്റെ കാര്യമെടുത്താൽ, കഴിഞ്ഞ കുറേ വർഷങ്ങളായി 12 ജില്ലകളെ മാത്രമാണ് ഉൾപ്പെടുത്തുന്നത്. 'അസർ' മുന്നോട്ടുവയ്ക്കുന്ന കണക്കുകൾ മനസ്സിലാക്കാനും വ്യാഖ്യാനിക്കാനും ശ്രമിക്കേണ്ടത് ഈ പശ്ചാത്തലത്തിലായിരിക്കണം. ദൗർഭാഗ്യവശാൽ, 'അസറി'ലെ കണക്കുകൾ കൃത്യമായി അവതരിപ്പിക്കുന്നതിൽ പോലും അവധാനപൂർണ്ണമായ സമീപനം ശ്രീ.ചെറുക്കാടിന്റെ ഭാഗത്ത് നിന്നും ഉണ്ടായിട്ടില്ല. മൂന്ന് കണക്കുകളാണ് അദ്ദേഹം ലേഖനത്തിൽ ചിത്രരൂപത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തിയത്. അവയെ പട്ടികയാക്കിയാൽ ഇപ്രകാരമായിരിക്കും.

പട്ടിക 1

	ക്ലാസ്സ് V		ക്ലാസ്സ് VIII	
റിപ്പോർട്ട് വർഷം:	2010	2016	2010	2016
രണ്ടാം ക്ലാസ്സിലെ പാഠം വായിക്കാൻ അറിയാത്തവർ:				
സ്വകാര്യ സ്കൂൾ:	22.1 %	25.5 %	-	-
സർക്കാർ സ്കൂൾ:	26 %	36.7 %	9.2 %	12.3%
ഹരണം അറിയുന്നവർ:				
	77.7 %	49.1 %		

ഇവ രണ്ടും വസ്തുതാപരമായി തെറ്റാണെന്ന് റിപ്പോർട്ട് വായിച്ച ഏതൊരാൾക്കും വ്യക്തമാകും. ഹരണം അറിയാവുന്ന 5-ാം ക്ലാസ്സുകാരുടെ 2010ലേയും(77.7%) 2016ലേയും(49.1%) താരതമ്യമായി ലേഖകൻ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത് വാസ്തവത്തിൽ 8-ാം ക്ലാസ്സിലെ കുട്ടികളുടേതാണ്.('അസർ' പേജ് 133). രണ്ടാം ക്ലാസ്സിലെ പാഠം വായിക്കാൻ അറിയാത്ത സർക്കാർ സ്കൂളിലെ 8-ാം ക്ലാസിലെ കുട്ടികളുടെ ശതമാനമായി നൽകിയിരിക്കുന്നതോ, സ്വകാര്യ സ്കൂളുകളിലെ കണക്കും. സർക്കാർ സ്കൂളിനെ സംബന്ധിച്ച് ഈ ശതമാനം 2010ൽ 11.6 %-ഉം 2016ൽ 17 %-ഉം ആണ്(പേജ് 133). എത്ര അശ്രദ്ധയോടെയാണ് ലേഖകൻ ഈ കണക്കുകൾ കൈകാര്യം ചെയ്തതെന്നതിന് ഇതിൽക്കൂടുതൽ തെളിവ് വേണമെന്ന് തോന്നുന്നില്ല.

ഇനി വ്യാഖ്യാനങ്ങളിലേയ്ക്ക് വരാം. ഒരു തുടർപഠനത്തിന്റെ ചില വർഷങ്ങളിലെ ചില സൂചികകൾ മാത്രം താരതമ്യം ചെയ്യുന്നതിലെ അനൗചിത്യം ഇതിന് മുൻപും ഈ ലേഖകൻ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിട്ടുള്ളതാണ്. ഒരു ഉദാഹരണത്തിന്, പട്ടിക 2 നോക്കുക.

മാതൃഭൂമി ലേഖകൻ, എട്ടാം ക്ലാസിൽ പഠിക്കുന്നവരും രണ്ടാം ക്ലാസ് പാഠപുസ്തകം വായിക്കാനറിയുന്നവരുമായ സർക്കാർ സ്കൂൾ കുട്ടികളുടെ 2014ലെ ശതമാനം(89.2) കൂടി താരതമ്യത്തിനെടുത്തിരുന്നെങ്കിൽ അത് 2010ലെ ശതമാനത്തേക്കാൾ(88.4) മേലേ ആണെന്ന് തെളിയുമായിരുന്നു. 2006 മുതൽ നടക്കുന്ന വാർഷിക വിദ്യാഭ്യാസ നിലവാര പഠന റിപ്പോർട്ടുകളിൽ(അസർ) നിന്ന് വ്യക്തമാകുന്നത്, നിലവാര സൂചകങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ ഉയർച്ച-താഴ്ചകൾ സംഭവിക്കുന്നുണ്ടെന്നാണ്. ചില വർഷങ്ങളിൽ കുത്തനെയുള്ള ഇടിവ് കാണിക്കുന്ന സൂചകങ്ങളിൽ തൊട്ടടുത്ത വർഷം കുത്തനെയുള്ള വർധനവ് കാണാം. ഇത്തരമൊരു സാഹചര്യത്തിൽ, ചില വർഷങ്ങളിലെ കണക്കുകൾ മാത്രം അടർത്തിയെടുത്ത് താരതമ്യം ചെയ്യുന്നത് തികച്ചും നിരർത്ഥകമാണ്. ഇനി സ്കൂൾ വിദ്യാഭ്യാസത്തിന് നിലവാരത്തകർച്ച സംഭവിച്ചെന്ന പ്രസ്താവന വാദത്തിന് വേണ്ടി അംഗീകരിച്ചാൽ പോലും ലേഖനത്തിലെ പൊള്ളത്തരങ്ങൾ തുറന്ന് കാട്ടപ്പെടും. പൊതുവിദ്യാഭ്യാസ മേഖലയിൽ 1997 മുതൽ നടപ്പിലാക്കിവരുന്ന 'അശാസ്ത്രീയ' പരിഷ്ക്കാരങ്ങളാണ് നിലവാരത്തകർച്ചയ്ക്ക് കാരണമെന്നാണ് ലേഖകൻ ചൂണ്ടിക്കാട്ടുന്നത്. അങ്ങനെയെങ്കിൽ ഇത്തരം പരിഷ്ക്കാരങ്ങൾ തൊട്ടുതീണ്ടിയിട്ടില്ലാത്ത, പുസ്തകത്തിലെ കാര്യങ്ങൾ 'കാണാപ്പാഠം' പഠിച്ച്, അദ്ദേഹം വാദിക്കുന്നതുപോലെ, ഓർമശക്തിയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നടത്തുന്ന പരീക്ഷയെഴുതി ജയിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം ഏറെക്കുറെ മാറ്റമില്ലാതെ ഇന്നും പിന്തുടരുന്ന കേരളത്തിലെ ബഹുഭൂരിഭാഗം സ്വകാര്യ അൺഎയിഡഡ് സ്കൂളുകളിലെ കുട്ടികളുടെ നിലവാരം ഉയർന്നുനിൽക്കേണ്ടതല്ലേ? 'അസർ' പിന്തുടരുന്ന രീതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ പരി

പട്ടിക 2 : രണ്ടാം ക്ലാസ് പാഠപുസ്തകം വായിക്കാൻ കഴിയുന്ന എട്ടാം ക്ലാസ് വിദ്യാർത്ഥികൾ

വർഷം	സർക്കാർ (%)	സ്വകാര്യം (%)
2010	88.4	89.6
2012	83.9	84.3
2014	89.2	88.5
2016	83.0	85.3

പട്ടിക 3

	ഹരണക്രിയ അറിയാവുന്ന 8-ാം ക്ലാസ്സ് കുട്ടികൾ		വ്യവകലനം അറിയാവുന്ന 3-ാം ക്ലാസ്സ് കുട്ടികൾ	
വർഷം	സർക്കാർ	സ്വകാര്യം	സർക്കാർ	സ്വകാര്യം
2010	77.7	82.6	57.5	72.8
2016	49.1	57.8	35.9	53.2

മിതിമൂലം, ഇതിനുള്ള വ്യക്തമായ ഉത്തരം ലഭിക്കില്ലെങ്കിലും, സൂചനകൾ വ്യക്തമാണ്. 'അസർ' പറയുന്ന സ്വകാര്യമേഖലയുടെ കണക്കിൽ അൺ എയിഡഡ് മേഖലയും പെടും എന്നതിനാൽ, അവിടെയും നിലവാരത്തകർച്ചയ്ക്ക് കുറവില്ല-പട്ടിക 3 ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്നു. 2010ൽ സ്വകാര്യ മേഖലയിലെ 8-ാം ക്ലാസ്സ് കുട്ടികളിൽ 82.6 % പേർ ഹരണക്രിയ അറിയാവുന്നവരായിരുന്നെങ്കിൽ, 2016ൽ അത് കേവലം 57.8 % ആയതായും, 2010ൽ 3-ാം ക്ലാസ്സിലെ 72.8 % കുട്ടികൾക്ക് വ്യവകലനക്രിയ അറിയാമായിരുന്നെങ്കിൽ 2016ൽ അത് 53.2 % ആയതായും കാണാം. ഇതൊക്കെയാണ് യാഥാർഥ്യമെന്നിരിക്കെ, കുറ്റം പൊതുവിദ്യാഭ്യാസ മേഖലയിലെ പരിഷ്ക്കാരങ്ങളിൽ ചാർത്തുന്നത് സമാന്യ ബുദ്ധിക്ക് നിരക്കാത്തതാണ് എന്ന് മാത്രമേ പറയേണ്ടതുള്ളൂ.

'അസർ' കണക്കുകൾ പ്രകാരം സർക്കാർ വിദ്യാലയങ്ങളിലെ ഗുണനിലവാരം കുറവാണെന്ന് തോന്നാൻ രണ്ട് കാരണങ്ങളുണ്ട്. തുടക്കത്തിൽ സൂചിപ്പിച്ചപോലെ വിദ്യാഭ്യാസം ഒട്ടനവധി ഘടകങ്ങൾ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്ന ഒരു പ്രക്രിയയാണ്. ഇന്ന് കേരളത്തിലെ പൊതുവിദ്യാലയങ്ങളെ, പ്രത്യേകിച്ചും സർക്കാർ വിദ്യാലയങ്ങളെ, ആശ്രയിക്കുന്നത് സാമൂഹികവും സാമ്പത്തികവുമായി ഏറ്റവും താഴേക്കിടയിലുള്ള വിഭാഗങ്ങളിൽപെട്ട കുട്ടികളാണ്. ഇതിന് അല്പമെങ്കിലും അപവാദമുള്ളത് വടക്കൻ കേരളത്തിൽ മാത്രമാണ്. സാമൂഹികവും സാമ്പത്തികവുമായി മുന്നാക്കം നിൽക്കുന്ന വിഭാഗങ്ങളിലെ കുട്ടികളുടേതുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ അവരുടെ പഠനനിലവാരം സ്വാഭാവികമായും കുറഞ്ഞിരിക്കുമെന്ന് ഉറപ്പ്. അസറിൽ പറയുന്ന സർക്കാർ സ്കൂൾ വിദ്യാർത്ഥികളിൽ നല്ലൊരു ശതമാനം ഇക്കൂട്ടത്തിൽ പെടുന്നവരായിരിക്കും; സർക്കാർ വിദ്യാലയങ്ങളിലെ ഗുണനിലവാര സൂചകങ്ങളെ അത് സാരമായി ബാധിക്കുകയും ചെയ്യാം. രണ്ടാമത്തേത്, സർക്കാർ സ്കൂളുകളിലെ ഗുണനിലവാരം കുറയുന്നതിൽ സ്വകാര്യ മേഖലയ്ക്കുള്ള പങ്കാണ്. കുട്ടി സർക്കാർ വിദ്യാലയത്തിലാണോ ഇപ്പോൾ പഠിക്കുന്നത് എന്നതാണ് 'അസർ' കണക്കിലെടുക്കുന്നത്. കേരളത്തിൽ നല്ലൊരു ശതമാനം കുട്ടികൾ ആദ്യത്തെ കുറേ വർഷം സ്വകാര്യ അൺ-എയ്ഡഡ് വിദ്യാലയങ്ങളിൽ ചെലവിട്ട്, പലവിധ കാരണങ്ങളാൽ സർക്കാർ വിദ്യാലയങ്ങളിലേക്ക് വരുന്നത് പതിവാണ്. പഠനത്തിൽ പിന്നാക്കം നിൽക്കുന്നു എന്ന പേരിൽ സ്വകാര്യ വിദ്യാലയങ്ങളിൽ നിന്നും നിർബന്ധപൂർവ്വം പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നവരും ഇക്കൂട്ടത്തിൽ ഒട്ടും കുറവല്ല. അസറിന്റെ 'സാമ്പിളി'ൽ അത്തരം കുട്ടികളും പെട്ടുകൂടായ്കയില്ല. സർക്കാർ മേഖലയിൽ ഗുണനിലവാരത്തകർച്ച സംഭവിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അതിന് അങ്ങനെ സ്വകാര്യമേഖലയ്ക്കും പരോക്ഷമായ പങ്കുണ്ട്.

കേരളവും മറ്റ് സംസ്ഥാനങ്ങളും

കേരളത്തിലെ വിദ്യാഭ്യാസ ഗുണനിലവാരം തകർന്നെന്ന് സമർത്ഥിക്കാൻ തമിഴ്നാട്-പുതുച്ചേരി സംസ്ഥാനങ്ങളുടെ കാര്യം ലേഖനത്തിൽ ചൂണ്ടിക്കാട്ടുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ അസറിന് പകരം എൻ.സി.ഇ.ആർ.ടിയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ നടത്തുന്ന നാഷണൽ അച്ചീവ്മെന്റ് സർവെയുടെ ഫലങ്ങളെയാണ് ഈ താരതമ്യത്തിനായി ലേഖകൻ ആശ്രയിക്കുന്നത്. മറ്റ് സംസ്ഥാനങ്ങളുടെ പ്രകടനത്തെപ്പറ്റി അസറിലുള്ള കണക്കുകൾ അദ്ദേഹം ഇവിടെ സൗകര്യപൂർവ്വം ഒഴിവാക്കുകയാണ്. കേരളത്തെ 'അസർ' എന്ന അളവുകോൽ കൊണ്ടും മറ്റ് സംസ്ഥാനങ്ങളെ 'നാഷണൽ അച്ചീവ്മെന്റ് സർവെ' എന്ന അളവുകോൽ കൊണ്ടും അളക്കുന്നതിൽ എന്ത് യുക്തിയാണുള്ളത്? കേരളത്തിലെ സർക്കാർ സ്കൂളുകളിലെ 8-ാം ക്ലാസ്സിൽ 2016ൽ ഉള്ള കുട്ടികളിൽ 49.1 ശതമാനത്തിന് ഹരണക്രിയ അറിയാമെങ്കിൽ, തമിഴ്നാട്ടിൽ അത് കേവലം 42.6, കർണ്ണാടകത്തിൽ 39.9, ആന്ധ്രയിൽ 41.2 ശതമാനം വീതമാണ്. ഇനി, നാഷണൽ അച്ചീവ്മെന്റ് സർവേ ഫലങ്ങൾ എടുത്താൽതന്നെ, അഞ്ചാം ക്ലാസ്സിലെയും പത്താം ക്ലാസ്സിലെയും കുട്ടികളുടെ നിലവാരത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ കേരളം മറ്റ് ദക്ഷിണേന്ത്യൻ സംസ്ഥാനങ്ങളേക്കാൾ ബഹുദൂരം മുന്നിലാണെന്ന് കാണാം.

നിലവാരത്തകർച്ചയും ബോധന മാധ്യമവും

ഇതിൽ നിന്നെല്ലാം വ്യക്തമാകുന്നത്, വിദ്യാഭ്യാസ മേഖലയിൽ ഗുണനിലവാരത്തകർച്ച സംഭവിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അത് പൊതുവിദ്യാലയങ്ങളിലും സ്വകാര്യവിദ്യാലയങ്ങളിലും ഏറെക്കുറെ ഒരുപോലെ പ്രതിഫലിക്കുന്നുണ്ട് എന്നാണ്. അങ്ങനെയെങ്കിൽ അതിന് പ്രധാന കാരണം, വിദ്യാർത്ഥികളിൽ ശരിയായ രീതിയിൽ ആശയഗ്രഹണം നടക്കാത്തതായിക്കൂടേ? അത്തരമൊരു ചോദ്യത്തിന് സമകാലിക കേരള സമൂഹത്തിൽ വളരെയധികം പ്രസക്തിയുണ്ട്. ഇന്ന്, പൊതു-സ്വകാര്യ വിദ്യാലയ ഭേദമില്ലാതെ, വളരെ വലിയൊരു ശതമാനം കുട്ടികളുടെയും ബോധന/പഠന മാധ്യമം മാതൃഭാഷയല്ല, മറിച്ച് ഇംഗ്ലീഷാണ്. ആശയഗ്രഹണം ഏറ്റവും എളുപ്പവും ഫലപ്രദവുമാകുന്നത്, ബോധനം മാതൃഭാഷയിൽ നടക്കുമ്പോഴാണ് എന്നത് ലോകമെമ്പാടും അംഗീകരിക്കപ്പെട്ട വസ്തുതയാണ്. വീട്ടിലെ സംസാരഭാഷ ഇംഗ്ലീഷല്ലാത്ത, ഇംഗ്ലീഷ് പ്രാവീണ്യം അത്രയധികമൊന്നും ഇല്ലാത്ത ഒരു ശരാശരി ഗ്രാമീണ മലയാളിയുടെ മക്കൾക്ക് എത്ര ഫലപ്രദമായി ഇംഗ്ലീഷിൽ ആശയം ഗ്രഹിക്കാൻ സാധിക്കും? വിദ്യാഭ്യാസത്തിന്റെ ഗുണനിലവാരത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ചെറുതല്ലാത്ത ഒരു ഘടകമാണ് ഇത്. ഇംഗ്ലീഷിന് പകരം മലയാളമാണ് കേരളത്തിലെ മുഴുവൻ കുട്ടികളുടെയും ബോധനമാധ്യമമെങ്കിൽ കഥ മറ്റൊന്നായിക്കൂടായ്കയില്ല. ഇതേ സൂചനയാണ്, ലേഖകൻ ഉദ്ധരിച്ചിട്ടുള്ള 'പിസ' എന്ന പരീക്ഷയും നൽകുന്നത്. ഏഷ്യയിലെ മുൻ നിര രാജ്യങ്ങളായ ചൈനയിലും തായ്‌വാനിലും ജപ്പാനിലും ദക്ഷിണകൊറിയയിലുമെല്ലാം അടിസ്ഥാന വിദ്യാഭ്യാസം മാതൃഭാഷയിലാണെന്നത് അടിവരയിട്ട് പ്രസ്താവിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. സിങ്കപ്പൂർ മാത്രമേ ഇതിനൊരു അപവാദമായുള്ളൂ.

പൊതുവിദ്യാഭ്യാസ സംരക്ഷണത്തിനായി സർക്കാർ സ്വീകരിക്കുന്ന നടപടികളോട് പ്രത്യശാസ്ത്രപരമായ വിയോജിപ്പുകൾ പ്രകടിപ്പിക്കേണ്ടിവരുക സ്വാഭാവികമാണ്. അതിനുള്ള മാർഗ്ഗം പക്ഷെ അസത്യപ്രസ്താവനകളും ദുർവ്യാഖ്യാനങ്ങളുമല്ല, വിമർശനാത്മകമായ ഉൾച്ചേരലാണ്.

Pn tKm]n\mY³
gopinathan.gopalan@gmail.com

A kna NmäÀPnbpsS P· i Xm_Zn

മാഡം ക്യൂറിയുടെ നൂറ്റമ്പതാം ജന്മവർഷമായ 2017 ഇന്ത്യയിലെ ആദ്യകാല വനിതാ ശാസ്ത്രജ്ഞരിൽ പ്രമുഖയായ അസിമാ ചാറ്റർജിയുടെ ജന്മശതവർഷവുമായിരുന്നു. സെപ്തംബർ 23 ആയിരുന്നു ജന്മദിനം. ഈ നവംബർ 22 അവരുടെ പതിനൊന്നാം ചരമവാർഷികദിനവും.

1917 സെപ്റ്റംബർ 23ന് കൊൽക്കൊത്തയിലാണ് അസിമ ചാറ്റർജിയുടെ ജനനം. ഡോ.ഇന്ദ്രനാരായണൻ മുഖർജി–കമലാദേവി ദമ്പതികളുടെ രണ്ട് മക്കളിൽ മൂത്തയാളാണ് അസിമ. അനുജൻ, പ്രഗത്ഭനായ ഡോക്ടർ എന്ന നിലയിൽ പിൽക്കാലത്ത് പ്രസിദ്ധനായ സരസി രഞ്ജൻ മുഖർജി. കൊൽക്കൊത്ത സർവകലാശാലയിലെ സ്കോട്ടിഷ് ചർച്ച് കോളേജിൽ നിന്ന് 1936ൽ രസതന്ത്രത്തിൽ ബിരുദവും കൊൽക്കൊത്ത സർവകലാശാലയിൽ നിന്ന് തന്നെ 1938ൽ ബിരുദാനന്തര ബിരുദവും 1944ൽ ഗവേഷണബിരുദവും നേടി. ശാസ്ത്രം പഠിക്കാൻ ഇന്ത്യയിൽ സ്ത്രീകളാരും തയ്യാറാകാതിരുന്ന ഒരു കാലഘട്ടത്തിലാണ് അവർ കാർബണിക രസതന്ത്രം (ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രി) ബിരുദപഠനത്തിന് തെരഞ്ഞെടുത്തത്. പി.എച്.ഡി.(അന്ന് ഡി.എസ്.സി) എടുക്കുമ്പോൾ ഒരു ഇന്ത്യൻ സർവകലാശാലയിൽ നിന്ന് ശാസ്ത്രത്തിൽ ഡോക്ടറേറ്റ് നേടുന്ന ആദ്യ ഇന്ത്യൻ വനിതയുമായി അവർ. ഇ.കെ.ജാനകി അമ്മാളിനെയും കമലാ സാഹ്നിയെയും അന്നാ മാണിയെയും പോലെ ശാസ്ത്രപഠനത്തിലും പ്രവർത്തനത്തിലും ഇന്ത്യൻ വനിതകൾക്ക് വഴികാട്ടി മുമ്പേ നടന്ന വ്യക്തിയായിരുന്നു അസിമാ ചാറ്റർജി. വിഖ്യാത ഫിസിക്കൽ കെമിസ്റ്റ് ഡോ. വരദാനന്ദ ചാറ്റർജിയെയാണ് അവർ വിവാഹം കഴിച്ചത്. 1945ലായിരുന്നു വിവാഹം. ഏക പുത്രി ജൂലി ചാറ്റർജിയും നിരവധി അക്കാദമി അവാർഡുകളാൽ ബഹുമാനിതയായ ശാസ്ത്രജ്ഞയാണ്.

ഗവേഷണങ്ങളും കണ്ടെത്തലുകളും

ഇന്ത്യയിലെ തനത് ഔഷധസസ്യങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഗവേഷണപ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്താൻ ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രി പഠനം അസിമയ്ക്ക് പാതയൊരുക്കി. ഭിഷഗ്വരനെങ്കിലും സസ്യശാസ്ത്രപഠനം ഒരു വിനോദമായി കൊണ്ടുനടന്നിരുന്ന പിതാവും ഈ താൽപര്യം ജനിക്കാൻ പ്രചോദനമായിട്ടുണ്ടാവണം. സസ്യങ്ങളിൽനിന്ന് ആൽക്കലോയിഡുകൾ വേർതിരിച്ചെടുക്കാനും അവയെ രോഗചികിത്സാരംഗത്ത് ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കാനും അതുവഴി സാധിച്ചു. നമ്മുടെ നാട്ടിൽ വ്യാപകമായി കണ്ടുവരുന്ന നിത്യകല്യാണി എന്ന ചെടിയിൽ നിന്ന് വിൻകാ ആൽക്കലോയിഡുകൾ(Vinca alkaloid) വേർതിരിച്ചെടുക്കുകയും, വിഭജിക്കാനുള്ള സെല്ലുകളുടെ കഴിവ് നിയന്ത്രിക്കുന്നതിലൂടെ കാൻസർ രോഗികളുടെ കീമോതെറാപ്പിയിൽ അവ ഫലപ്രദമാണെന്ന് കണ്ടെത്തുകയും ചെയ്തതാണ് അവരുടെ ഏറ്റവും വലിയ സംഭാവന. ഈ ഔഷധം ലോകമെമ്പാടും വ്യാപകമായി ഇപ്പോഴും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. മാർസിലിയ മിനുട്ടാ(*Marsilea minuta*:നാലിലച്ചീര) എന്ന സാധാരണ ജലസസ്യത്തിൽ നിന്ന് അപസ്മാരത്തിനുള്ള മരുന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്തു. അപസ്മാരചികിത്സയ്ക്കുതകുന്ന 'ആയുഷ് 56' അങ്ങിനെയാണ് ജന്മംകൊണ്ടത്. ആൽസ്റ്റോണിയ സ്കൊളാരിസ്(*Alstonia scholaris*:ഏഴിലംപാല), സ്വെർഷ്യ ചിരാട്ട

(*Swertia chirata:*കിരിയാത്ത്) പിക്രോറിസ കുറോവ (*Picrorhiza kurroa:*കാട്ടുകുറിഞ്ഞി), സീസാൽപിനിയ ക്രിസ്റ്റ(*Caesalpinia crista:*കഴഞ്ച്) എന്നിവയിൽ നിന്ന് മലമ്പനിക്കുള്ള ഔഷധവും വേർതിരിച്ചെടുത്തു. ഒട്ടേറെ പ്രതിസന്ധികളെ നേരിട്ടുകൊണ്ടും അതിപരിമിതമായ ലാബറട്ടറി സംവിധാനങ്ങളുപയോഗിച്ചുമാണ് അവർ ഗവേഷണപ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തിയത്. സസ്യഭാഗങ്ങൾ അരച്ചെടുക്കുന്നതിനായി വളരെ ദൂരെയുള്ള ജാദവ്പൂർ സർവകലാശാലയിൽ പലപ്പോഴും കൊണ്ടുപോകേണ്ടിവന്നു. യു.വി.പരിശോധനകൾക്ക് ബോസ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലും പോകണം. രാസവസ്തുക്കളും മറ്റും വിലകൊടുത്തുവാങ്ങേണ്ട അവസ്ഥയാണുണ്ടായിരുന്നത്. തുച്ഛമായ വരുമാനം ഗവേഷണപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ആവശ്യത്തിന് ചെലവഴിക്കേണ്ടി വന്നു.

എന്തൊക്കെ സംഭവിച്ചാലും തളരാത്ത, ലക്ഷ്യം കൈവിടാത്ത വ്യക്തിത്വമായിരുന്നു അവരുടേത്. കഠിനാദ്ധ്വാനിയായ, യാതൊരു ഒത്തുതീർപ്പിനും തയ്യാറല്ലാത്ത വ്യക്തി. ജീവിച്ചിരിക്കുന്ന കാലം മുഴുവൻ ജോലി ചെയ്യാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നുവെന്ന് അവർ പറയുമായിരുന്നു. സ്വന്തം പ്രവർത്തനം കൊണ്ട് വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് പ്രചോദനവും ആത്മധൈര്യവും കൊടുത്ത മാതൃകാദ്ധ്യാപികയുമാണ് അവർ.

റീഡറായി നിയമനം ലഭിച്ച 1954ൽ കൊൽക്കൊത്താ സർവകലാശാലയിലെ പ്യുവർ കെമിസ്ട്രി ഡിപ്പാർട്മെന്റിൽ എത്തിയ അസിമാ ചാറ്റർജിയുടെ സ്ഥിരം മേൽവിലാസം ഏതാണ്ട് ജീവിതാവസാനം വരെ അതുതന്നെയായി. ഖൈരാ(Khaira) പ്രൊഫസർ ഓഫ് കെമിസ്ട്രി എന്ന കൊൽക്കൊത്താ സർവകലാശാലയുടെ ഏറ്റവും ആദരണീയമായ പദവി 1962ൽ അവർക്ക് ലഭിച്ചു. ഇന്ത്യയിലെ ഔഷധസസ്യങ്ങളിൽ ഗവേഷണം നടത്തി ആയുർവേദ ഔഷധങ്ങൾ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു റീജിയണൽ റിസർച്ച് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടും ആ മരുന്നുകളുടെ ഉപയോഗയോഗ്യത ശാസ്ത്രീയമായി പരീക്ഷിക്കാനുതകുന്ന ഒരു ആയുർവേദ ആശുപത്രിയും സ്ഥാപിക്കുക എന്ന അവരുടെ ചിരകാലാഭിലാഷം അശ്രാന്ത പരിശ്രമങ്ങളുടെ ഫലമായി നേടിയെടുത്തു. കേന്ദ്ര-സംസ്ഥാന സംയുക്തസംരംഭമായ ഈ സ്ഥാപനം, 'സെൻട്രൽ കൗൺസിൽ ഫോർ റിസർച്ച് ഇൻ ആയുർവേദ ആൻഡ് സിദ്ധ'എന്ന പേരിൽ കൊൽക്കത്തയിലെ സാൾട്ട്ലേക്ക് സിറ്റിയിലാണ് സ്ഥാപിതമായത്. ജീവിതാവസാനം വരെ ആ സ്ഥാപനത്തെ പരിപോഷിപ്പിക്കുന്നതിൽ അവർ ബദ്ധശ്രദ്ധയായിരുന്നു.

അമേരിക്കയിലെ വിസ്കോൺസിൻ, മാഡിസൻ, കാൽടെക് സർവകലാശാലകളിലടക്കം നടത്തിയ നാൽപത് കൊല്ലം നീണ്ട ഗവേഷണപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി 400-ഓളം പ്രബന്ധങ്ങൾ ദേശീയ അന്തർദ്ദേശീയ ജേർണലുകളിലായി പ്രസിദ്ധീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവയിൽ പലതും പാഠപുസ്തകങ്ങളിൽ ഇടം നേടിയിട്ടുമുണ്ട്.

കൊൽക്കൊത്താ സർവകലാശാല പ്രസിദ്ധീകരിച്ച 'ഭാരതീയ ജനൗഷധി'യുടെ ആറ് വാല്യങ്ങളും എഡിറ്റ് ചെയ്യുകയും പരിഷ്കരിക്കുകയും ചെയ്തത് അസിമാ ചാറ്റർജിയാണ്. കൂടാതെ കൗൺസിൽ ഓഫ് സയന്റിഫിക് ആൻഡ് ഇൻഡസ്ട്രിയൽ റിസർച്ച്(CSIR)ആറ് വാല്യങ്ങളായി പ്രസിദ്ധീകരിച്ച 'ദി ട്രീറ്റീസ് ഓഫ് ഇന്ത്യൻ മെഡിസിനൽ പ്ലാന്റ്സ്' എന്ന തുടർ പ്രസിദ്ധീകരണത്തിന്റെ ചീഫ് എഡിറ്ററായും ശ്രീമതി ചാറ്റർജി സേവനമനുഷ്ഠിച്ചിരുന്നു.

അസിമ ചാറ്റർജിയുടെ അക്കാദമിക പ്രവർത്തനങ്ങളും വിവിധ മേഖലകളിൽ അവർ നൽകിയ സംഭാവനകളും നിരവധി പുരസ്കാരങ്ങളാലും അംഗീകാരങ്ങളാലും ആദരിക്കപ്പെട്ടുപോന്നിട്ടുണ്ട്. 1960ൽ നൽകപ്പെട്ട ഇന്ത്യൻ നാഷനൽ സയൻസ് അക്കാദമി ഫെലോഷിപ്പ്, 1961ലെ ശാന്തിസ്വരൂപ് ഭട്നാഗർ അവാർഡ്, 1962ൽ യൂണിവേഴ്സിറ്റി ഗ്രാന്റ്സ് കമ്മീഷന്റെ സി.വി.രാമൻ അവാർഡ്, 1974ലെ പി.സി.റേ അവാർഡ്, 1975ൽ നൽകിയ പദ്മഭൂഷൺ എന്നിവയും ഇന്ത്യൻ സയൻസ് കോൺഗ്രസിന്റെ ആദ്യ വനിതാപ്രസിഡന്റായി അതേ വർഷം അവരോധിക്കപ്പെട്ടതും രാജ്യസഭാംഗമായി 1982ൽ നാമനിർദ്ദേശം ചെയ്യപ്പെട്ടതും(1982 മുതൽ 90 വരെ രാജ്യസഭാംഗമായി സേവനം അനുഷ്ഠിച്ചു) അവയിൽ ചിലത് മാത്രം.

2006 നവംബർ 22ന് ഡോ. അസിമാ ചാറ്റർജി അന്തരിച്ചു. ഭർത്താവ് ഡോ. വരദാനന്ദ ചാറ്റർജി 1967ൽ ദിവംഗതനായിരുന്നു. ◘

രചനകൾ ക്ഷണിക്കുന്നു

ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക വിഷയങ്ങളിലും സാമൂഹ്യശാസ്ത്ര വിഷയങ്ങളിലും ഉന്നതനിലവാരം പുലർത്തുന്ന ലേഖനങ്ങൾ, വാർത്തകൾ, കുറിപ്പുകൾ, പുസ്തകപരിചയം മുതലായവ സ്വാഗതം ചെയ്യുന്നു.

ലേഖനങ്ങൾ എഴുതിയോ അല്ലെങ്കിൽ ടൈപ്പ് ചെയ്തോ, തപാൽ മാർഗ്ഗമോ ഇ-മെയിൽ വഴിയോ അയയ്ക്കാവുന്നതാണ്. ടൈപ്പ് ചെയ്തതെങ്കിൽ പി.ഡി.എഫ് ഫയൽ മാത്രമായി അയയ്ക്കാതിരിക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കുക. അതിദീർഘങ്ങളായ രചനകൾ ഒഴിവാക്കുക.

രചനയ്ക്ക് ആധാരമാക്കിയ കൃതികൾ, പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ മുതലായവ സംബന്ധിച്ച പൂർണ്ണ വിവരങ്ങൾ രചനകളിൽ നൽകിയിരിക്കണം.

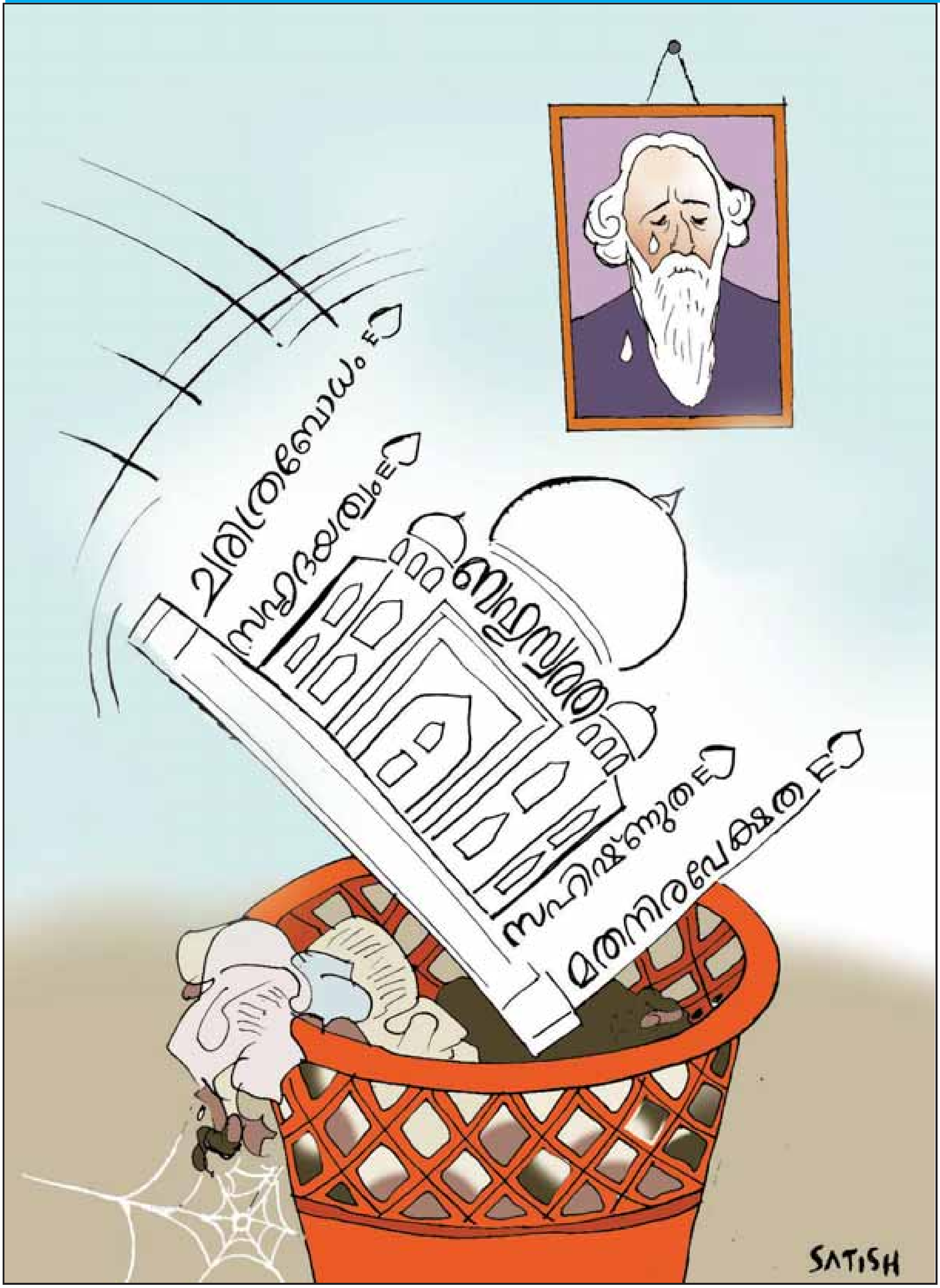
ആവശ്യപ്പെട്ട് എഴുതിച്ച ലേഖനങ്ങൾ പോലും അനുയോജ്യമല്ലെന്ന് കാണുന്നപക്ഷം പ്രസിദ്ധീകരിക്കുന്നതല്ല.

എഡിറ്റർ, ശാസ്ത്രഗതി, പരിഷദ് ഭവൻ, എ.കെ.ജി. റോഡ്, ഇടപ്പള്ളി – 682 024.

ഇ മെയിൽ sasthragathy@gmail.com

ഹരണഫലം

കെ. സതീഷ്
sitakrishnaa@gmail.com



Printed & Published by T.K.Meerabai on behalf of Kerala Sasthrasahithya Parishad & Printed at A-One Offset Printers, Ramanattukara, Calicut-1 and published at Parishad Bhavan, Chalappuram, Calicut - 673 002. Editor-Dr. N.Shaji Approved by CSIR for financial support
Volume 52 No 5, Sasthragathy 2017 November 60 Pages

യുറീക്ക

കുട്ടികളുടെ ശാസ്ത്രദ്വൈവാരിക

ഇന്ത്യൻ ഭാഷകളിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ
കുട്ടികൾ വായിക്കുന്ന ശാസ്ത്രപ്രസിദ്ധീകരണം

- നിരീക്ഷണങ്ങൾ
- ചോദ്യോത്തര പംക്തി
- ഇംഗ്ലീഷ് കോർണർ
- ശാസ്ത്രലേഖനങ്ങൾ
- അടുക്കളപ്പുര
- കഥകൾ
- കവിതകൾ
- ദൂരദർശിനി
- വായനശാല
- ചുവടുകൾ
- പദപ്രശ്നം
- നോവലുകൾ
- പരീക്ഷണശാല
- ചിത്രക്കളരി

അറിവിൻ നീലാകാശത്തിൽ നീന്തിതുടിച്ച് മുന്നേറാൻ
കുഞ്ഞുമനസ്സുകൾക്കൊരു ചങ്ങാതി

ഒറ്റപ്രതി ₹12 | കോപ്പികൾക്ക് പ്രാദേശിക പരിഷദ് പ്രവർത്തകരെ സമീപിക്കുക. അല്ലെങ്കിൽ ഡി.ഡി./എം.ഒ. അയയ്ക്കുക | വാർഷിക വരിസംഖ്യ ₹ 250

നെറ്റ് ബാങ്കിംഗ് വഴി പണമടയ്ക്കാൻ
CANARA BANK A/c No. 1144101026964 - IFSC Code-CNRB 0001144

വിലാസം:
മാനേജിങ് എഡിറ്റർ, യുറീക്ക, ചാലപ്പുറം, കോഴിക്കോട്-673 002,
ഫോൺ: 0495 2701919, 9446381919 email: kssproagazine@gmail.com

ശാസ്ത്രകേരളം

വിജ്ഞാനത്തിന്റെ പുത്തൻ മേഖലകൾ അറിയാൻ

അറിവിന്റെ പുതുചക്രവാളങ്ങൾ തേടുന്ന
കൗമാര മനസ്സുകൾക്ക് ഒരു വഴികാട്ടി

ശാസ്ത്രബോധത്തിന്റെ കെടാവിളക്കുമായി
പ്രസിദ്ധീകരണത്തിന്റെ 42-ാം വർഷത്തിൽ

കുട്ടികളുടെ മാനസിക
വികാസത്തിനുതകുന്ന
വ്യത്യസ്ത വിഷയങ്ങളുടെ
സമഞ്ജസ മേളനം

അറിയാനും
സൂക്ഷിച്ചു വെയ്ക്കാനും
ഒരു ശാസ്ത്രമാസിക

ഒറ്റ പ്രതി ₹15 വാർഷിക വരിസംഖ്യ ₹150

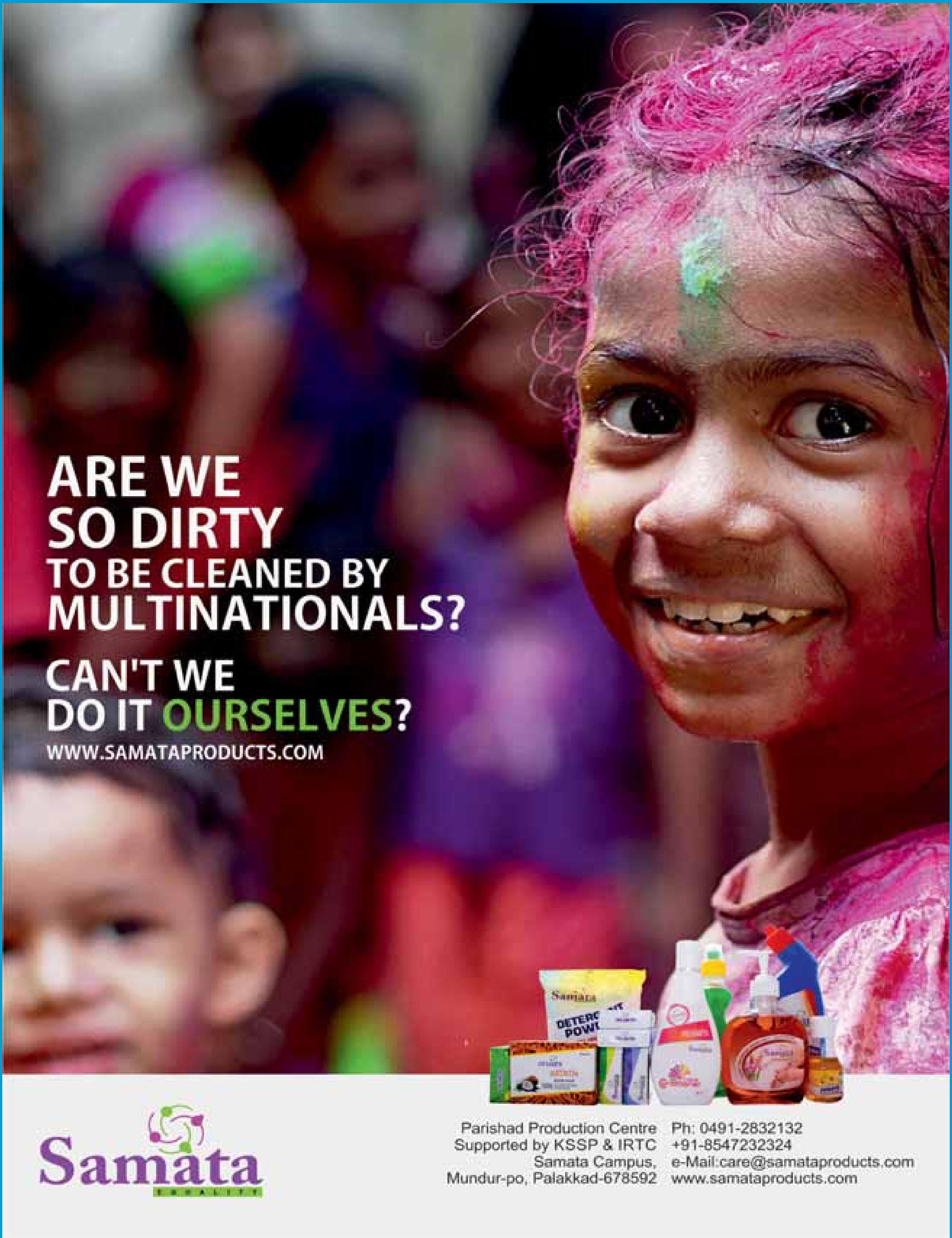
തപാലിൽ ലഭിക്കുവാൻ
ഡിഡി/എം ഒ അയയ്ക്കുക

വിലാസം:
മാനേജിങ് എഡിറ്റർ, ശാസ്ത്രകേരളം, ചാലപ്പുറം, കോഴിക്കോട്-673 002,
ഫോൺ: 0495 2701919 email:ksspmagazine@gmail.com

SASTHRAGATHY
NOVEMBER 2017
Vol.52 No 5

Price Rs. 20.00
Date of Publication : 01.11.2017 Posted at Calicut RMS 01st, 02nd of every month

Regd.No.KL/CT/89/2015-17
Regd with Newspaper Registrar of India
Under Regd.No. 17002/68
Licenced to Post without Pre-Payment
as per No.KL/PMG/NR/WPP/5/KKD/2015-17



A-one offset prints-0495 2441934, 2442934