October 2012

India-based Neutrino Observatory (INO)

ഭാരതീയ ന്യൂട്രിനോ നിരീക്ഷണാലയം

പതിവു ചോദ്യങ്ങൾ

- ശാസ്ത്രത്തിൽ പല പല മൗലികമായ ചോദ്യങ്ങളുണ്ട്. അവയ്ക്കുത്തരങ്ങൾ തേടാനുള്ള ഒരു ശ്രമമാണു ഭാരതത്തിൽ നിർമ്മിക്കാനുദ്ദേശിക്കുന്ന INO. ഇത് ഭൂമിക്കടിയിൽ ഉള്ള ഒരു ലോകോത്തര നിരീക്ഷണ ശാലയാകും. ഭാരതസർക്കാറിന്റെ പന്ത്രണ്ടാം പഞ്ചവത്സര പദ്ധതിയിൽ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുള്ള ഈ പദ്ധതിയുടെ ചെലവ് 1350 കോടി രൂപയാണ്. ഈ പദ്ധതിക്ക് പൂർണ്ണ ധനസഹായം നൽകുന്നത് ഡിപ്പാർട്ട്മെന്റ് ഓഫ് ആറ്റമിക് എനർജി ഇന്ത്യയും (DAE, India), ഡിപ്പർട്ട്മെന്റ് ഓഫ് സയൻസ് ആന്റ്ഡ് ടെക്നോളജി ഇന്ത്യയും (DST, India), ചേർന്നാണ്.
- INO പദ്ധതി പ്രകാശനം തന്നെ ധാരാളം, ദേശീയ, അന്തർദേശീയ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ ശ്രദ്ധയാകർഷിച്ചിരിക്കുന്നു. പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ ഭാരതത്തിലെ ഏറ്റവും വലിയ അടിസ്ഥാന ശാസ്ത്ര പദ്ധതിയാകും ഇത്.
- ഇപ്പോൾ ഭാരതത്തിലെ ഏകദേശം 26 വിദ്യഭ്യസസ്ഥാപനങ്ങളിലായ് നൂറോളം ശാസ്ത്രജ്ഞർ ഈ പദ്ധതിയുമായ് ബന്ധപ്പെട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നു. മുംബൈയിലെ പ്രശസ്തമായ Tata Institute of Fundamental Research (TIFR) ആണ് ഈ പദ്ധതിയുടെ ആതിഥേയ സ്ഥാപനം. ഇത്തരമൊരു കൂട്ടായ്മ രാജ്യത്തിതാദ്യമായാണ്. ഈ കൂട്ടായ്മ ഇനിയും വളരുമെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു.
- ഈ നിരീക്ഷണാലയം, തമിഴ് നാട്ടിലാണ് നിർമിക്കുന്നത്. കാരണം, പശ്ചിമഘട്ടത്തിന്റെ കുത്തനെയുള്ള ചായ്‌വും, ഇവിടുത്തെ സ്ഥിരതയാർന്ന പാറകളും, ഇത്തരമൊരു ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയത്തിന്റെ സുരക്ഷിത നിർമ്മാണത്തിനും, ദീർഘകാല സുരക്ഷിത പ്രവർത്തനത്തിനും ഏറ്റവും അനുയോജ്യമാണ്.
- ഈ നിരീക്ഷണാലയത്തിന്റെ പ്രഥമ ഉദ്ദേശം, പ്രകൃതിദത്തമോ, പരീക്ഷണശാലകളിൽ നിന്നും വരുന്നതോ ആയ, ന്യൂട്രിനോകളെ ഒരു ഇരുമ്പ് കലോറിമീറ്റർ ഡിറ്റക്ടർ (Iron CAlorimeter Detector (ICAL)) ഉപയോഗിച്ചു പഠിക്കുക എന്നുള്ളതാണ്. ഭാവിയിൽ ഈ ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയം ഭൗതികശാസ്ത്രത്തെ മാത്രമല്ല, ഭൂഗർഭ ഭൂമിശാസ്ത്ര, ജീവശാസ്ത്ര പഠനങ്ങളേയും സഹായിച്ചേക്കാം എന്നു കരുതുന്നു.
- ICAL ഡിറ്റക്ടർ ലോകത്തിലെ തന്നെ ഏറ്റവും വലിയ ഡിറ്റക്ടർ ആയിരിക്കും. ഇത്തരമൊരു സംരംഭം ഭാരതീയ ശാസ്ത്രമേഖലയും, ഭാരതീയ വ്യവസായ മേഖലയും വലിയ തോതിൽ ഒന്നിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനിടയാക്കും. ഇതിൽ മെക്കാനിക്കൽ സ്ട്റക്ചറുകൾ, ഇലക്ട്രോണിക്സ്, ഡിറ്റക്ടറുമായ് ബന്ധപ്പെട്ട സാങ്കേതികവിദ്യ, ഇവയൊക്കെ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഈ ഡിറ്റക്ടർ, വിദേശ സാമ്പത്തിക സഹായമില്ലതെ പൂർണ്ണമായും ഭാരതത്തിലാണ് വികസിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നത്.

  ഈ നിരീക്ഷണാലയം ന്യൂട്രിനോ ഭൗതികത്തിൽ മാത്രമല്ല, ഡിറ്റക്ടർ സാങ്കേതികതയുടെ വികസനത്തിനും, അതിന്റെ വൻകിട ഉപയോഗത്തിനും (ആരോഗ്യ പരിപാലന രംഗത്തുപയോഗിക്കുന്ന മെഡിക്കൽ ഇമേജിങ്ങിനും) സഹായിക്കും.
- ഭാരതത്തിലെ, പ്രത്യേകിച്ചും, തമിഴ് നാട്ടിലെയും, കേരളമുൾപ്പടെയുള്ള അയൽ സംസ്ഥാനങ്ങളിലെയും, ശാസ്ത്ര-സാങ്കേതിക വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് സ്വന്തം രാജ്യത്ത് ഏറ്റവും പുതിയ ശാസ്ത്ര സാങ്കേതിക വിഷയങ്ങൾ പഠിക്കാനും, അവയിൽ ഗവേഷണം നടത്താനും വഴിയൊരുക്കും ഈ നിരീക്ഷണാലയം.
- INO -യ്ക്ക് യാതൊരു തരത്തിലുള്ള യുദ്ധ-ആയുധ വികസന ഉദ്ദേശ്യങ്ങളും ഇല്ല. ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനം മൂലം, യാതൊരു തരത്തിലുള്ള റേഡിയോ ആക്ടീവ് വികിരണങ്ങളൊ വിഷങ്ങളോ പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നില്ല.

1 പൊതു വിവരങ്ങൾ

കഴിഞ്ഞ കുറേ വർഷങ്ങളായ്, വരാനിരിക്കുന്ന, ഈ ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയത്തെക്കുറിച്ച് പല പല ചോദ്യങ്ങളും ഉയർന്നു വന്നിട്ടുണ്ട്. അവയും, അവയ്ക്കുള്ള ഞങ്ങളുടെ മറുപടികളും താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

1. **ന്യൂട്രിനോകൾ എന്നാലെന്ത്?**

   വളരെ സാമാന്യമായിപ്പറഞ്ഞാൾ, പ്രകാശകണങ്ങൾ (ഫോട്ടോണുകൾ) (photons) കഴിഞ്ഞാൽ പ്രപഞ്ചത്തിൽ (ഭൂമിയുൾപ്പടെയുള്ള ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൽ), ധാരാളം കാണപ്പെടുന്ന കണങ്ങളാണ് ന്യൂട്രിനോകൾ. പിണ്ഡമുള്ള (മാസ്സ് ഉള്ള) കണങ്ങളിൽ ഏറ്റവും സുലഭമായത് ന്യുട്രിനോകലാണാ് (പ്രകാശകണങ്ങൾക്കു പിണ്ഡമില്ല). പ്രപഞ്ചോത്പത്തി മുതൽത്തന്നെയുള്ള കണങ്ങളാണ് ന്യൂട്രിനോകൾ. സത്യത്തിൽ ഓരോ ക്യുബിക് മീറ്ററിലും ഏകദേശം 300 ദശലക്ഷം (മില്യൺ) ന്യൂട്രിനോകൾ പ്രപഞ്ചോത്പത്തിക്കു കാരണമായ ബിഗ് ബാങ് മുതൽക്കേ ഉണ്ടെന്നു കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു.

   പക്ഷെ ഫോട്ടോണുകളെ അപേക്ഷിച്ച് ന്യൂട്രിനോകളെപ്പറ്റിയുള്ള അറിവ് വളരെ പരിമിതമാണ്. ഇതിനു പ്രധാന കാരണം ദ്രവ്യവുമായ് (മാറ്ററുമായ്) അതിനുള്ള തീരേ തീരേ ചെറിയ (feeble) പ്രതിപ്രവർത്തനമാണ് (interaction). ഉദാഹരണത്തിന് സൂര്യനിൽ നിന്നും വരുന്ന 1,00,000,000,000,000 (ഒന്നിനു ശേഷം 14 പൂജ്യം) ന്യൂട്രിനോകൾ നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽക്കൂടി ഓരോ നിമിഷവും കടന്നു പോകുന്നുണ്ട്!!! പക്ഷെ നമ്മുടെ ശരീരം ന്യൂട്രിനോകൾക്കു സുതാര്യം ആണ് (സ്ഫടികം , ഫോട്ടോണുകൾക്ക് (പ്രകാശത്തിന്) സുതാര്യമായതു പൊലേ). അതിനാൽ അവ നമുക്ക് തീരേ ഹാനികരമല്ല. നമ്മുടെ ശരീരം മത്രമല്ല അവയ്ക്ക് സുതാര്യം; ഭൂമിയുൾപ്പടെയുള്ള ദ്രവ്യത്തിൽക്കൂടെയും (മാറ്റർ) ന്യൂട്രിനോകൾ അനായാസം കടന്നു പോകും (ആൾക്കൂട്ടത്തിനിടയിലെ പ്രാണിയെപ്പോലെ). ഇതിനു കാരണം, ന്യൂട്രിനോകളുടെ വളരെ വിരളമായ പ്രതിപ്രവർത്തനമാണ്.

   സൂര്യനും മറ്റ് ആകാശസ്രോതസ്സുകളും മാത്രമല്ല ന്യൂട്രിനോകളുടെ സ്രോതസ്സുകൾ. നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നടക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായ് കോടിക്കണക്കിനു ന്യൂട്രിനോകൾ ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നിട്ടും നമ്മളാരും ഇതിനേപ്പറ്റി അറിയാത്തതിനു കാരണം അതിന്റെ തീരേച്ചെറിയ പ്രതിപ്രവർത്തനമാണ്.

   ഇതേ കാരണത്തൽത്തന്നെ ന്യൂട്രിനോകളെപ്പറ്റി പഠിക്കുന്നതും വളരെ വളരെ വിഷമകരമാണ്. (ഒന്നു തടഞ്ഞു നിർത്തിയാലല്ലേ ചോദ്യം ചോദിക്കൻ പറ്റൂ? തടയാനേ പറ്റിയില്ലെങ്കിലോ? ഇനി അഥവാ തടഞ്ഞൽത്തന്നെ വല്ലപ്പൊഴും മാത്രം!!!)

   ന്യൂട്രിനോ പ്രകൃതിയിൽ നിന്നായാലും , ലാബിൽ നിന്നായാലും, എല്ലാം ഒരേ പോലെത്തന്നെ. ദ്രവ്യം അതിന് അതാര്യമായിരിക്കുന്നതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ സമയം സുതര്യം തന്നെ!

   ന്യൂട്രിനോ എന്ന പേരർത്ഥമാക്കുന്നത് അത് ചാർജില്ലാത്ത കണികയാണെന്നാണ്. ന്യൂട്രിനോയെ ഒരിക്കലും ന്യൂട്രോണുമായ് തെറ്റിദ്ധരിക്കരുത്. ന്യൂട്രോൻ ന്യൂക്ളിയസ്സിനകത്തുള്ള ഒരു അചാർജിത വസ്തുവാണ്. മാത്രമല്ല ന്യൂട്രോൻ ഒരു മൗലിക കണം (fundamental particle) അല്ല. സത്യത്തിൽ, ന്യൂട്രിനോകളെ ആറ്റത്തിനുള്ളിലോ, ന്യൂക്ളിയസ്സിനുള്ളിലോ ഒരിക്കലും കാണാൻ കഴിയില്ല!!!

2. INO എന്നാലെന്ത്?

   INO - India based Neutrino Observatory അഥവാ ഭാരതീയ ന്യൂട്രിനോ നിരീക്ഷണാലയം, ഒരു, ശുദ്ധ-ശാസ്ത്ര, ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയമാണ്. ഈ പദ്ധതിയുടെ പ്രഥമലക്ഷ്യം, അശക്ത ബലം വഴി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്ന (weakly interacting ; weak interaction : അശക്ത ബലം) പ്രകൃതിദത്തമായ ന്യൂട്രിനോകളുടെ, സ്വഭാവങ്ങളും, പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും പഠിക്കുക എന്നതാണ്. [ഈ FAQ -ന്റെ അവസാനം ഈ പഠനത്തിന്റെ ലക്ഷ്യങ്ങളെപ്പറ്റി സാധാരണക്കാരുടെ ഭാഷയിൽ വിവരിച്ചിത്തുണ്ട്.] ന്യൂട്രിനോ ഭൗതികം ലോകം മുഴുവൻ ഉറ്റു നോക്കുന്ന ഒരു ഭൗതികശാസ്ത്രശാഖയാണ്. കാരണം ഇതിന് കണികാ ഭൗതികം (particle physics), പ്രപഞ്ചഘടനാശാസ്ത്രം (cosmology), പ്രപഞ്ചോത്പത്തി (origin of universe), സൂര്യനിലേയും മറ്റ് നക്ഷത്രങ്ങളിലേയും ഊർജ്ജോത്പാതന പ്രക്രിയകൾ (energy production mechanisms) എന്നിങ്ങനെ മറ്റനേകം ശാസ്ത്രശാഖകളുമായ് അടുത്ത ബന്ധമുണ്ട് എന്നതു തന്നെ.

ജപ്പാൻ, ഇറ്റലി, കാനഡ, മുതലായ രാജ്യങ്ങളിൽ അനേക വർഷങ്ങളായി ഭൂഗർഭ ന്യൂട്രിനോ നിരീക്ഷണാലയങ്ങൾ പ്രവർത്തിച്ചു പോരുന്നു.[സത്യത്തിൽ ന്യൂട്രിനോ നിരീക്ഷണാലയങ്ങളെല്ലാം ഭൂഗർഭ ആലയങ്ങളാണ്. അതിന്റെ കാരണം, വരും ചോദ്യങ്ങളിൽ വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.] INO-യിൽ ചെയ്യാനുദ്ദേശിക്കുന്ന നിരീക്ഷണങ്ങൾ ഈ നിരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് പൂരകമായിരിക്കും.

പല നിരീക്ഷണങ്ങളും, സൗര ന്യൂട്രിനോകളെപ്പറ്റിയും, നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ന്യൂട്രിനോകളെപ്പറ്റിയും വിശദമായ് പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ INO -യിൽ, അന്തരീക്ഷത്തിലുദ്ഭവിക്കുന്ന ന്യൂട്രിനോകളെപ്പറ്റിയാവും പഠിക്കുക. ഈ അന്തരിക്ഷ ന്യൂട്രിനോകൾ, നമ്മുടെ ഭൂമിയുടെ സ്വന്തം അന്തരീക്ഷത്തിൽ കോസ്മിക് റേ പ്രതിപ്രവർത്തനം മൂലമണുണ്ടാകുന്നത്. [ഇതേ കോസ്മിക് റേ പ്രതിപ്രവർത്തനമാണു ധ്രുവദേപ്തിക്കു കാരണം.]

INO കൂട്ടായ്മയിൽ ഭാരതത്തിലെ അങ്ങോളമിങ്ങോളമുള്ള സർവകലാശാലകളിലെയും, ഐഐറ്റികളിലെയും, മറ്റ് പ്രധാനപ്പെട്ട ഭാരതീയ ഗവേഷണശാലകളിലെയും വിദ്യാർത്ഥികളും, അദ്ധ്യാപകരും മാത്രമല്ല, സാങ്കേതിക വിദഗ്ധരും ഈ പദ്ധതിയുടെ ഗവേഷണവികസനത്തിൽ പങ്കാളികളാണ്. ഇത് ഒരു തുറന്ന കൂട്ടയ്മയാണ്. ഗവേഷണത്തിൽ താത്പര്യമുള്ളവർക്ക് സ്വാഗതം!

INO-യുടെ കാതലായ ഉദ്ദേശ്യം, ഏറ്റവും അനുയോജ്യമായ ഒരു സ്ഥലത്ത്, ഒരു, സ്ഥിര ഭൂഗർഭ ഡിറ്റ്ക്ടർ ഉപയോഗിച്ച് ന്യൂട്രിനോകളെ നിരീക്ഷിക്കുക എന്നതാണ്. ഈ FAQ-ന്റെ അവസാനം INO-യുടെ ഭൗതികശാസ്ത്ര ലക്ഷ്യങ്ങളെക്കുറിച്ചും വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

3. INO-യെപ്പറ്റിയുള്ള വിശദവിവരങ്ങൾ എവിടെ ലഭിക്കും?

   പൊതുജനങ്ങൾക്കുൾപ്പടെയുള്ള, INO -യെപ്പറ്റിയുള്ള വിവിധ തരം ലേഖനങ്ങൾ, പ്രഭാഷണങ്ങൾ, റിപ്പീഓർട്ടുകൾ എന്നിവ : `http://www.ino.tifr.res.in` എന്ന വെബ്ബ് സൈറ്റിൽ ലഭ്യമാണ്. ഈ വെബ്ബ്സൈറ്റ് INO -യുടെ ഇപ്പോഴത്തെ സ്ഥിതിയേക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ തരുന്നു. ഇത് സ്ഥിരമായ് പുതുക്കുന്നുമുണ്ട്. ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ അഭിപ്രായങ്ങൾ ഞങ്ങൾ വിലമതിക്കുന്നു. ഈ സൈറ്റിൽ വിദ്യർത്ഥികൾക്കായുള്ള വിവരങ്ങളും, പൊതുജനങ്ങൾക്കായുള്ള പൊതു വിവരങ്ങളും ഉണ്ട്.

4. എടുത്തു പറയേണ്ട കാര്യങ്ങൾ ഏവ?

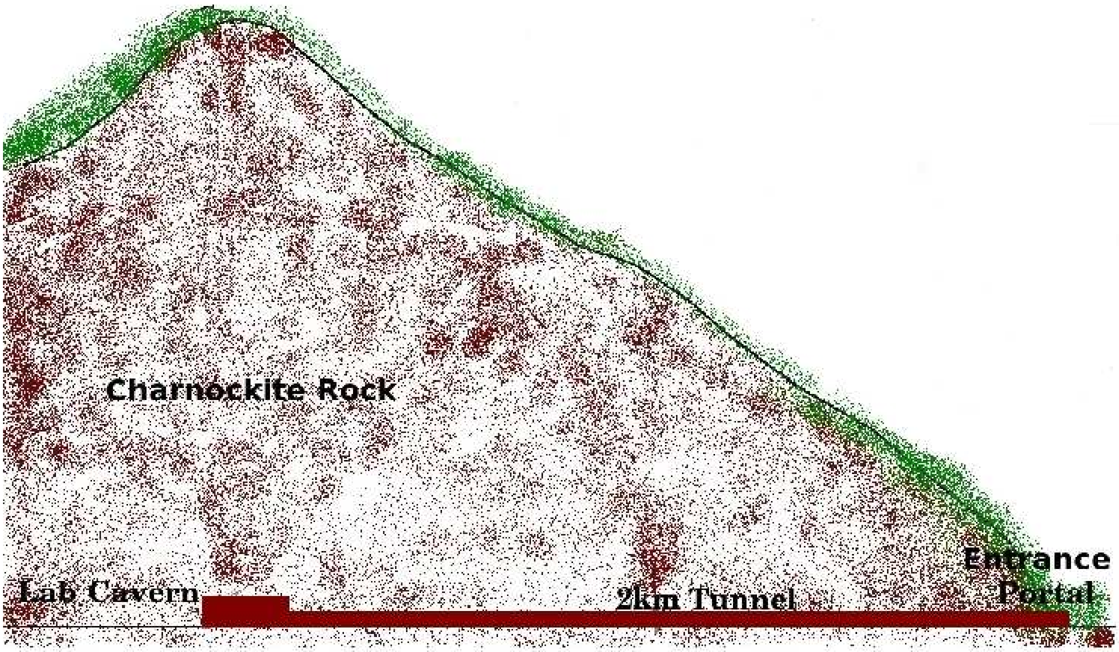
   INO ലാബിന്റെ രേഖാചിത്രം ചിത്രം 1 -ഇൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

   INO പദ്ധതിയുടെ ഉദ്ദേശം, എല്ലാ ദിശയിലും 1000 മീറ്റർ ഘനത്തിൽ പാറയുടെ ചട്ട കിട്ടത്തക്കവിധത്തിൽ ഒരു ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയം നിർമ്മിക്കലാണ്. ഈ നിരീക്ഷണാലയത്തിൽ ഡിറ്റ്ക്ടറുകളും അവയുടെ നിയന്ത്രണ യൂണിറ്റുകളും ഉണ്ടായിരിക്കും.

   ലാബിന്റെ സുരക്ഷയ്ക്കായ് ഗുഹകളുടെ ചുറ്റും ചെറിയ തിരശ്ചീന തുരങ്കങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. പ്രധാന തുരങ്കത്തിന്റെയും, ചെറു തുരങ്കങ്ങളുടെയും കൂടി മൊത്തം നീളം ഏകദേശം 2.5 കിലോ മീറ്റർ ആണ്. നിരീക്ഷണശാല മൊത്തമായും തമിഴ് നാട്ടിലായിരിക്കും.

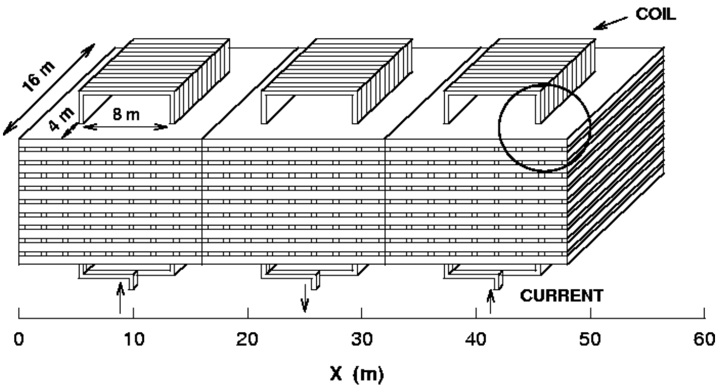
   നിരീക്ഷണശാലയിലെത്താൻ, തിരശ്ചീനമായി പാറ തുരന്ന്, 1.91 കിലോ മീറ്റർ നീളമുള്ള ഒരു തുരങ്കം തുരക്കും.ഗുഹാമുഖത്തുള്ള പ്രതല സംവിധാനങ്ങളിൽ ഒരു പരീക്ഷണശാല, ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കും മറ്റ് ജീവനക്കാർക്കും, താമസിക്കാനുള്ള സ്ഥലം എന്നിവയ്യുണ്ടാകും. മറ്റ് തുരങ്കങ്ങളൊന്നുമില്ലാത്തതിനാൽ, പർവതത്തിന്റെ മുകളിലോ, അതിനു ചുറ്റുമുള്ള മറ്റൊരു സ്ഥലത്തോ, യാതൊരുവിധ ശല്യവുമുണ്ടാവുകയില്ല. ഗുഹയിലേക്കുള്ള ഏക മാർഗ്ഗം പർവതത്തിന്റെ ചുവട്ടിലായിരിക്കും.

5. INO-യിൽ എന്തു തരം ഡിറ്റക്ടറാണുണ്ടാവുക?



ചിത്രം 1: ഐ.എൻ.ഒ. ലാബിന്റെ രേഖാ ചിത്രം. പീക്കിനടിയിലുള്ള നിരീക്ഷണശാലാ ഗുഹയും അവിടെയ്ക്കെത്താനുള്ള തുരങ്കവും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

INO-യിൽ വയ്ക്കാൻ പോകുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട ഡിറ്റക്ടർ, പൂർണ്ണമായും ദേശീയംആയി വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്ന ഒരു കാന്തവത്ക്കരിച്ച (മാഗ്നറ്റൈസ്ഡ്) ഇരുമ്പ് കലോറിമീറ്റർ ആണ്. ഇത് ചലിക്കുന്ന ഭാഗങ്ങളൊന്നുമില്ലാത്ത ഒരു നിശ്ചല ഡിറ്റക്ടർ ആയിരിക്കും. ഒരു ദൂരദർശിനി പ്രകാശത്തിൽ ആകാശത്തിനെക്കാണുന്നതുപോലെ, ഈ ഡിറ്റക്ടർ ന്യൂട്രിനോ ഉപയോഗിച്ച് ആകാശത്തെ വീക്ഷിക്കും.



[അതായത്, ഒരു ദൂരദർശിനി ദൂരെയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നും, മറ്റനേകം സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നും വരുന്ന പ്രകാശത്തെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യുമ്പോൾ, ഒരു ന്യൂട്രിനോ ദർശിനി, സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നും വരുന്ന ന്യൂട്രിനോകളെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യുന്നു.]

ICAL ഡിറ്റക്ടറിൽ ഏകദേശം 150 തട്ടുകളുണ്ടാകും. രണ്ട് ഇരുമ്പ് പാളികൾക്കിടയിൽ ഒരു ആർ.പി.സി (റെസിസ്റ്റീവ് പ്ളാറ്റ് ചേംബർ) (RPC : Resistive Plate Chamber) ഡിറ്റക്ടർ വച്ചിട്ടുണ്ടാകും. [സ്ഫടികം (ഗ്ളാസ്സ്) ഉപയോഗിച്ചാണ് ആർ.പി.സി ഡിറ്റക്ടറുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നത്.]

ഇരുമ്പ് പാളി, ആർ.പി.സി, ഇരുമ്പ് പാളി, ആർ.പി.സി ... എന്ന ക്രമത്തിലായിരിക്കും തട്ടുകൾ അടുക്കി വച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇവിടെയുപയോഗിക്കുന്ന ഇരുമ്പിന്റെ ഭാരം 50 കിലോ ടൺ ആകും. മാഗ്നറ്റൈസ് ചെയ്തു കഴിയുമ്പോൾ 1.3 ടെസ്ല (Tesla) ശക്തിയുള്ള ഒരു കാന്തമായി ഇത് പ്രവർത്തിക്കും.

ഇരുമ്പുപയോഗിക്കുന്നതിന് രണ്ട് ഗുണങ്ങളുണ്ട്. ഒന്ന് ന്യൂട്രിനോ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നതിനുള്ള പാസ്സിവ് മീഡിയമായി ഇരുമ്പ് പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ന്യൂട്രിനോകളുടെ, ഇരുമ്പുമായുള്ള വിരള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ (rare interactions) ഫലമായ് പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച ന്യൂട്രിനോയുടെ രു

ചിയും (flavour),പ്രതിപ്രവർത്തന ശൈലിയും (type of interaction),അനുസരിച്ച്, മ്യുവോൺ, ഇലക്ട്രോൺ, മുതലായ ചാർജിത കണങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. ഈ ചാർജിത കണങ്ങളെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യാനാണ് ആർ.പി.സി ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

കാന്തിക വലയത്തിന് (magnetic field) ഛാർജിത കണങ്ങളെ പോസിറ്റീവ് ഛാർജുള്ളത്, നെഗറ്റീവ് ഛാർജുള്ളത് എന്നു വേർതിരിക്കാൻ കഴിയും. ഈ തരം തിരിക്കൽ, അവയുടെ സഞ്ചാര ദിശ ഒരു മാഗ്നെറ്റിക് ഫീൽഡിൽ എങ്ങോട്ടു വളയുന്നു എന്നതിനെ ആസ്പദമാക്കിയാണ്. ഈ ഡിറ്റക്ടറിൽ ഇരുമ്പുപയോഗിക്കുന്നതു മൂലം അതിനെ അനായാസമായ് ഒരു കാന്തമായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ കഴിയും. ആതിനാൽ ഇരുമ്പ് ഒരേ സമയം ഒരു പ്രതിപ്രവർത്തന മീഡിയമായും, ഛാർജിത കണങ്ങളെത്തിരിച്ചറിയാനുള്ള ഉപകരണമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

[വെള്ളം, ഐസ് എന്നിവ പ്രതിപ്രവർത്തന മീഡിയമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന,ലോകത്തുള്ള മറ്റ് ന്യൂട്രിനോ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ, ചാർജിത കണങ്ങളുടെ ചാർജ് (പോസിറ്റീവൊ, നെഗറ്റീവൊ എന്നുള്ളത്) മനസ്സിലാക്കൻ കഴിയില്ല; കാരണം അവയെ മാഗ്നറ്റൈസ് ചെയ്യാൻ കഴിയില്ല എന്നതു തന്നെ!!]

പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച ന്യൂട്രിനോയുടെ തരം, സ്വഭാവം, എല്ലാം, ആർ.പി.സിയിൽ നിന്നും കിട്ടുന്ന സിഗ്നലുകൾ ഉപയോഗിച്ച് കാണുന്ന ട്രാക്കുകൾ പഠിക്കുക വഴി മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്.

ഐകാൽ കൂടാതെ മറ്റ് ചെറിയ പരീക്ഷണങ്ങളും ഐഎനോ ഗുഹയിൽ വയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

6. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ഉണ്ടാകുമൊ?

   ഇല്ല! ഈ പരീക്ഷണം ഭൂമിക്കടിയിൽ നടത്തേണ്ടത് ഭൂപ്രതലത്തിലുള്ള പ്രകൃതിദത്തമായ പശ്ചാത്തല (background) റേഡിയേഷനിൽ നിന്ന് വരെ രക്ഷപെടാനാണ്. ഭൂപ്രതലത്തിലെ പശ്ചാത്തല റേഡിയേഷന് കാരണം, കോസ്മിക് റേകളും, നമുക്ക് ചുറ്റുമുള്ള പലതരം വസ്തുക്കളിൽ നിന്നുമുള്ള പ്രകൃതിദത്ത റേഡിയേഷനുമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് കാർബൺ-14 (Carbon-14 (C-14)). നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ C-14 ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. [ഈ C-14 -നിൻറ്റെ ഫോസ്സിലുകളിലെ അളവ് ആണ് അവയുടെ പ്രായം കണക്കാക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.] പല തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള ഗാമ്മാ റേഡിയേഷൻ നമുക്ക് ചുറ്റും എപ്പൊഴും ഉണ്ട്.[നമ്മുടെ വീടിന്റെ ഭിത്തിയിലും, നമ്മുടെ ശരീരത്തിലും ഉള്ള പൊട്ടാസ്സിയം-40 ഒരു ഗാമ്മാ റേ സ്രോതസ്സാണ്.] ഇങ്ങനെ അനേകം പ്രാകൃതിക വികിരണങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ നമുക്ക് ചുറ്റും ഉണ്ട്. അവിടെ ഒരു ഡിറ്റക്ടർ വച്ചാൽ, വിരള ന്യൂട്രിനോ പ്രതിപ്രവർത്തനം മൂലമാണോ അതൊ ഈ പശ്ചാത്തല റേഡിയേഷൻ കാരാണമാണോ സിഗ്നൽ കിട്ടിയതെന്ന് പറയാൻ കഴിയില്ല.അതിനാൽ പരീക്ഷണത്തിന്റെ കാതൽ തന്നെ അനാവശ്യ സിഗ്നലുകൾ ഒഴിവാക്കാൻ ഒരു അരിപ്പയായി ഭൂമിയുടെ സഹായം തേടുക എന്നതാണ്. മാത്രമല്ല, ഡിറ്റക്ടറിൽ ന്യൂട്രിനോയുടെ ഇരുമ്പുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനവും,റേഡിയോആക്ടിവിറ്റിക്കു കാരണമായ പ്രതിപ്രവർത്തനവും രണ്ടും രണ്ടാണ്. അതിനാൽ, ഇരുമ്പിൽ വന്നു മുട്ടുന്ന കുഞ്ഞു ന്യൂട്രിനോ മൂലം ഒരിക്കലും റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ഉണ്ടാവുകയില്ല. പ്രകൃതിദത്ത റേഡിയേഷനിൽ നിന്നു വരെ രക്ഷപെടാൻ ശ്രമിക്കുന്നവർ ഒരിക്കലും റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ഉണ്ടാക്കുകയില്ല.

7. ഹാനികരമായ രാസവസ്തുക്കളോ വാതകങ്ങളോ ഉണ്ടാകുമോ?

   RPC ഡിറ്റക്ടറുകൾ നിർമിക്കുന്നത്, രണ്ട് ഗ്ലാസ്സ് കഷ്ണങ്ങൾ ഒരു പ്രത്യേക അകലത്തിൽ കൃത്യമായ് വച്ച് ഇറുക്കി സീൽ ചെയ്താണ്. ഇത്, RPC-യിൽ നിറയ്ക്കുന്ന വാതക മിശ്രിതത്തിന്റെ ശുദ്ധി ഏതാണ്ട് അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തിൽ നില നിർത്താനാണ്. പരീക്ഷണത്തിലുപയോഗിക്കുന്ന വാതക മിശ്രിതത്തിൽ, ആർഗൺ (argon), ഫ്രിയോൺ (R134A; ഈ വെറൈറ്റി, പ്രകൃതിക്കിണങ്ങിയതും, എല്ലാ പുതിയ ഫ്രിഡ്ജുകളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നതുമാണ്), ചെറിയ തോതിൽ ഐസോബ്യുടേൻ (isobutane),നേരിയ തോതിൽ (trace amounts) സൾഫർ ഹെക്സാഫ്ളൂറൈഡ് എന്നിവ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

   ഇവയെല്ലാം തന്നെ സാധാരണ എല്ലാ പരീക്ഷണശാലാ അന്തരീക്ഷങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നവയാണ്. INO-യിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഈ മിശ്രിതം, ദേശീയ, അന്തർദേശീയ സുരക്ഷാ നിലവാരങ്ങൾക്കനുസൃതമായിരിക്കും. ചെറിയ ചെറിയ അളവുകളിൽ പുറത്തേയ്ക്കു വിടുന്നതിനു മുമ്പ്

ഈ വാതകമിശ്രിതം പല തവണ റീസൈക്കിൾ ചെയ്ത് പുനരുപയോഗിക്കുന്നതാണ്. വെന്റിലേഷൻ സിസ്റ്റം, പുറന്തള്ളപ്പെടുന്ന വാതകങ്ങൾ വായുവുമായി മിശ്രിതപ്പെടുത്തും.ഇത് പരീക്ഷനശാലയ്ക്കുള്ളിലുള്ള ആളുകളുടെ സുരക്ഷയ്ക്കു വെണ്ടിയാകും.

8. ഈ പദ്ധതിയുദെ ഇപ്പോഴത്തെ സ്ഥിതി എന്താണ്?

   ഭാരതസർക്കാരിന്റെ പന്ത്രണ്ടാം പഞ്ചവത്സരപദ്ധതിപ്രകാരം ധനസഹായം ലഭിക്കുന്ന ഒരു ബൃഹത് പദ്ധതിയായ് INO അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. പദ്ധതിക്കു മുന്നോടിയായുള്ള ഒരുക്കങ്ങൾ നടന്നു കൊണ്ടിരിക്കുകയാണിപ്പൊൾ.

9. ഈ പദ്ധതി എവിടെയാണ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്?

   INO നിരീക്ഷണശാല, പൂർണ്ണമായും തമിഴ് നാട്ടിലെ, തേനി ജില്ലയിലുള്ള, പൊട്ടിപ്പുറം ഗ്രാമത്തിനടുത്തുള്ള, ബോഡി വെസ്റ്റ് ഹിൽസ് (Bodi west hills) പ്രദേശത്തായിരിക്കും. ഈ നിരീക്ഷണശാലയുടെ കവാടം, പരീക്ഷണശാല കോംപ്ലക്സ്, പ്രതല സൗകര്യങ്ങൾ എല്ലാം തേനി ജില്ലയിൽത്തന്നെയായിരിക്കും.

10. പദ്ധതി പ്രദേശം നിർണ്ണയിക്കാനുള്ള ഘടകങ്ങൾ ഏവ?

    നേരത്തെ പറഞ്ഞതു പോലെ ഈ നിരീക്ഷണശാലയ്ക്ക് ചുറ്റും 1000 മീറ്ററിൽക്കൂടുതൽ പാറയുടെ ചട്ട വേണം (ഇത്, കോസ്മിക് റേകൾ, മറ്റ് പ്രാകൃതിക പശ്ചാത്തല റേഡിയേഷൻ എന്നിവ ആഗിരണം ചെയ്യാനാണ്). അതിനാൽത്തന്നെ പാറയുടെ നിലവാരം ഒരു പ്രധാന ഘടകമാണ്. നല്ല നിലവാരമുള്ള പാറയുടെ കീഴിൽ മാത്രമെ ഒരു ദീർഘകാല നിരീക്ഷണശാല നിർമ്മിക്കുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ.

    ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായി, ദക്ഷിണേന്ത്യയിലെ പർവതങ്ങളിൽ കൂടുതൽ ഉറപ്പുള്ളതും, ഒതുക്കമുള്ളതും (compact), സാന്ദ്രത കൂടിയതുമായ (dense), പാറകളാണുള്ളത് (കൂടുതലും നൈസ്സോ (gneiss ; അഥവാ അട്ടിയട്ടിയായിക്കിടക്കുന്ന പാറക്കെട്ട്) , ഗ്രാനൈറ്റോ). ഹിമാലയത്തിലെ, നൈസ്സ് ശിലാ സഞ്ചികളടങ്ങിയ, കായന്തരിത അവസാദശിലകളേക്കാളും (metamorphic sedimentary rocks with pockets of gneiss) കട്ടിയേറിയ പാറകളാണ് ദക്ഷിണേന്ത്യയിലെ ശിലകൾ.

    ഇന്ത്യൻ ഷീൽഡ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന, പെനിൻസുലാർ ഭാരതത്തിന്റെ മിക്കവാറും പ്രദേശങ്ങളിൽ, ഭാരതത്തിലെ ഏറ്റവും പഴക്കമേറിയ, ആർക്കിയൻ നൈസ്സ് ശിലകളും (Archean gneiss) ഷിസ്റ്റുകളും (schists) കണ്ടു വരുന്നു. കർണ്ണാടക ഭാഗത്ത് ഷിസ്റ്റിക് ശിലകൾ അധികമായി കണ്ടു വരുമ്പോൾ , ബോഡി വെസ്റ്റ് ഹിൽസിൽ ഉള്ള ചാർണ്ണൊകൈറ്റ് (charnockite) ശിലകൾ അറിയപ്പെടുന്നതിൽ വച്ചേറ്റവും കട്ടിയേറിയതാണ്. അതിനാൽത്തന്നെ, തമിഴ് നാട്ടിലെ, സ്ഥിരതയും, സാന്ദ്രതയുമുള്ള ശിലകളുള്ള പർവതങ്ങൾ, ഇത്തരമൊരു ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയത്തിന്റെ സുരക്ഷിത നിർമ്മാണത്തിനും, പ്രവർത്തനത്തിനും ഏറ്റവും നന്നായുതകുന്നതാണ്.

    ഇത് കൂടാതെ പാരിസ്ഥിതിക ഘടകങ്ങളും പ്രധാനമാണ്. പദ്ധതി പ്രദേശം നിർണ്ണയിച്ചത് അതിന്റെ ഭൗതികശാസ്ത്ര, സാങ്കേതിക ആവശ്യങ്ങൾ മാത്രം കണക്കിലെടുത്തല്ല. അതിന്റെ പാരിസ്ഥിതിക, ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ ഘടകങ്ങൾക്കൂടി കണക്കിലെടുത്താണ്.

11. ഈ പദ്ധതിയുടെ കാലയളവ് എത്ര?

    ഇപ്പോഴുള്ള കാലരേഖയനുസരിച്ച്, നിർമ്മണമാരംഭിച്ച് 5 വർഷം കഴിയുമ്പോൾ ഡിറ്റക്ടറിന്റെ മൂന്നിലൊന്നു ഭാഗമായ ആദ്യ മൊഡ്യൂൾ പ്രവർത്തനമാരംഭിക്കും. തുടർന്നു തന്നെ അടുത്ത രണ്ടു മൊഡ്യൂളുകളുടെയും നിർമ്മാണമാരംഭിക്കും. [ICAL ഡിറ്റക്ടറിന് മൂന്ന് മൊഡ്യൂളുകൾ ഉണ്ട്. അതായത് മൂന്ന് പെട്ടികൾ അടുക്കി വച്ചതുപോലെ.] പദ്ധതിയുടെ ആദ്യവർഷം, പര്യവേക്ഷണം (exploration), രൂപരേഖകളുടെ അന്തിമനിർണയം, കോൺട്രാക്ടർമാരെ കണ്ടു പിടിക്കൽ എന്നിവയാണ്. അടുത്ത രണ്ടു വർഷം, തുരങ്കമുണ്ടാക്കൽ, നിരീക്ഷണാലയത്തിന്റെ ഗുഹ നിർമ്മാണം എന്നിവയ്ക്കാണ് നീക്കി വച്ചിരിക്കുന്നത്. അവസാനത്തെ രണ്ടു വർഷങ്ങളിൽ, പരീക്ഷണശാലയിൽ വേണ്ട സജ്ജീകരണ സാമഗ്രികളുടെയും, ഡിറ്റക്ടറിന്റെയും നിർമ്മാണം നടക്കും.

12. പദ്ധതി പ്രദേശത്ത് എത്രയാളുകൾ ഉണ്ടാകും?

നിർമ്മാണഘട്ടത്തിൽ ഏതാണ്ട് നൂറോളം ആളുകളടങ്ങിയ ഒരു സംഘമാവും ഉണ്ടാവുക. ആയാസകരമായ നിർമ്മാണഘട്ടത്തിൽ സിവിൽ എൻജിനീയർമാർ, കോൺക്രീറ്റ് പണിക്കാർ എന്നിവർ ഇവിടെയുണ്ടാകും. മാത്രമല്ല, രൂപകത്പകരും, വാസ്തുവിദ്യകരും (design and architectural crew), എൻജിനീയറിങ്ങ് ജോലിക്കാരും, ഭൂമിശാസ്ത്രജ്ഞരും ഉണ്ടാകും. അവസാനഘട്ട നിർമ്മാണത്തിൽ, ഇലക്ട്രീഷ്യന്മാർ, വെന്റിലേഷൻ എൻജിനീയർമാർ, പരിസ്ഥിതി എൻജിനീയർമാർ എന്നിവരും ഉണ്ടാകും. പദ്ധതിയിൽ നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടതുപോലെ, ഇവിടെ നിയമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള നിരവധി സ്ഥിര ജീവനക്കാരും, പല പല ലാബുകളിൽ നിന്നും വരുന്ന സന്ദർശക ശാസ്ത്രജ്ഞരും ഉണ്ടാവും. ഇവരിൽ വളരെച്ചെറിയ ഒരു വിഭാഗമേ ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയത്തിനുള്ളിൽ വളരെയധികം സമയം ചെലവഴിക്കുകയുള്ളൂ. പദ്ധതി പ്രദേശത്ത്, നിരീക്ഷണാലയം പ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ ഏകദേശം 20-30 ശാസ്ത്രജ്ഞരും, എൻജിനീയർമാരുമടങ്ങുന്ന ഒരു സംഘം സ്ഥിരമായുണ്ടാകും. ഇത് ഇടയ്ക്കിടെ വന്നും പോയുമിരിക്കുന്ന വിദ്യാർത്ഥികളേയും, ശാസ്ത്രജ്ഞരേയും കൂടാതെയാണ്.

13. INO-യുടെ പാരിസ്ഥിതിക ഇംപാക്ട് എന്ത്?

    INO-യുടെ പാരിസ്ഥിതിക ഇംപാക്ട് പ്രധാനമായും നിർമ്മാണഘട്ടത്തിൽ മാത്രമേ ഉള്ളൂ. നിർമ്മാണം പൂർത്തിയായിക്കഴിഞ്ഞാൽ, വളരെച്ചില വർഷങ്ങൾക്കകം തന്നെ,ശാസ്ത്രജ്ഞരും, വിദ്യാർത്ഥികളുമടങ്ങുന്ന ഒരു ചെറു സംഘം, ഈ നിരീക്ഷണാലയത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം കൈകാര്യം ചെയ്യാനാരംഭിക്കുന്നതായിരിക്കും.പ്രവർത്തനസമയത്ത് നിസ്സാര ഇംപാക്ട് മാത്രമേ ഉള്ളൂ. നിർമ്മാണഘട്ടത്തിലുള്ള ആഘാതം കുറയ്ക്കാൻ പരമാവധി ശ്രമങ്ങൾ നടത്തുന്നതാണ്. ഈ ശ്രമം പദ്ധതി പ്രദേശത്തിന്റെ തിരഞ്ഞെടുപ്പു മുതൽത്തന്നെ തുടങ്ങിയതാണ്. ഇത്, നിർമ്മാണ, പ്രവർത്തനഘട്ടങ്ങളിലും പാലിക്കും.

14. INO-യ്ക്ക് എന്തെങ്കിലും പാരിസ്ഥിതിക നയങ്ങളുണ്ടോ?

    ഉണ്ട്! INO-യ്ക്ക് മുന്നിലുള്ള വെല്ലുവിളി ഒരു ലോകോത്തര നിരീക്ഷണാലയം നിർമ്മിക്കുക എന്നതും, അതിന്റെ നിർമ്മാണ-പ്രവർത്തന ഘട്ടങ്ങളിൽ പരിസ്ഥിതി ദോഷമുണ്ടാകാതെ കാക്കുക എന്നതും, ഈ പ്രദേശത്തിന്റെ സംരക്ഷണത്തിനായുള്ള ശ്രമങ്ങളിൽ ഊർജ്ജസ്വല പങ്കാളികളാവുക എന്നതുമാണ്.

    പ്രവർത്തനഘട്ടത്തിൽ നിരീക്ഷണാലയം പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുകയില്ല. നിർമ്മാണഘട്ടത്തിൽ, എല്ലാ വിധ ശല്യങ്ങളും പരമാവധി കുറയ്ക്കാൻ ശ്രമിക്കും. INO-യുടെ എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങളും പാരിസ്ഥിതിക നിയമങ്ങൾക്കനുസൃതമാണെന്നുറപ്പു വരുത്തും.

    ഈ കൂട്ടായ്മയിലെ എല്ലാ അംഗങ്ങൾക്കും, ഇതുമായ് ബന്ധപ്പെട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്ന മറ്റ് സ്ഥാപനങ്ങൾക്കും, ജീവനക്കാർക്കും, പാരിസ്ഥിതിക മാർഗ്ഗനിർദ്ദേശങ്ങളനുസരിച്ച് പ്രവർത്തിക്കാൻ പരിശീലനം നൽകും.

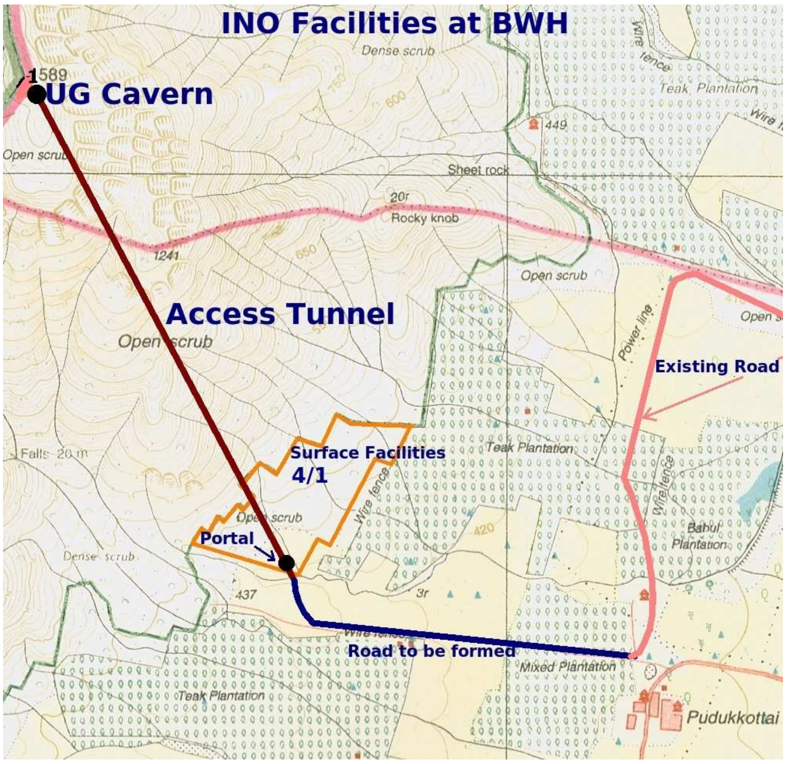
    പ്രകൃതിയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനങ്ങൾ അതേ പ്രകൃതിക്ക് വിരുദ്ധമാകാതിരിക്കണം എന്ന കാര്യം പ്രത്യേക ശ്രദ്ധയർഹിക്കുന്നു. അതിനാൽത്തന്നെ, പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷണത്തെ പ്രതി സംവേദനശീലമുള്ള ശാസ്ത്ര-സാങ്കേതിക വികസന മാതൃകകൾ പ്രധാന്യമർഹിക്കുന്നു. INO അത്തരമൊരു മാതൃക സത്യമാക്കുന്നതിനുള്ള ധാരാളം അവസരങ്ങളും വെല്ലുവിളിയും പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു.

2 സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന സ്ഥലത്തെ സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ

1. ഈ പദ്ധതി എവിടെയാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്?

   INO സൈറ്റ്, തമിഴ് നാട്ടിലെ, തേനി ജില്ലയിലെ, പൊട്ടിപ്പുറം പഞ്ചായത്തിലെ പുതുക്കോട്ടൈ ഗ്രാമത്തിൽ നിന്നും 2കി.മീ. അകലെയുള്ള ബോഡി വെസ്റ്റ് ഹിൽസ് പ്രദേശത്താണ്. അടുത്തുള്ള പ്രധാന നഗരം 110കി.മീ. അകലെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന മധുരൈ ആണ്. ഇതാണ് എറ്റവും അടുത്തുള്ള വിമാനത്താവളവും, റയില്ല്വേയ് സ്റ്റേഷനും. INO കവാടം പുറമ്പോക്ക് (റവന്യൂ) ഭൂമിയിൽ, റിസേർവ് ഫോറസ്റ്റ് അതിർത്തിക്കു വെളിയിലായിരിക്കും. ഉപരിതല സൗകര്യങ്ങളും ഈ

പുറമ്പോക്ക് ഭൂമിയിലായിരിക്കും. 26.85 Ha വിസ്തീർണ്ണമുള്ള, ഈ പുറമ്പോക്ക് ഭൂമി INO-യ്ക്ക് കൈമാറിയിരിക്കുന്നു. INO ഗുഹ, 1589 ശിഖരത്തിന് താഴെ ഏകദേശം 1300മീ. താഴ്ചയിലാകും സ്ഥിതി ചെയ്യുക (ചിത്രം 2).



ചിത്രം 2: പുദുക്കോട്ടൈ ഗ്രാമത്തിനടുത്തുള്ള ഐ.എൻ.ഒ. സൈറ്റ്. ഗതാഗതത്തിനും, ആക്സെസ്സിനുമായി, വീതികൂട്ടാനും, നിർമ്മിക്കാനും പോകുന്ന റോഡ്പാതയും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

നിരീക്ഷണാലയവും, ഉപരിതല സൗകര്യങ്ങളും പൊതുജനങ്ങൾക്ക് മുൻകൂർ അനുമതി പ്രകാരം തുറന്നു കൊടുക്കപ്പെടും. സുരക്ഷയും, പ്രവർത്തനനിലയും പരിഗണിച്ചാകും പ്രവേശനം നിയന്ത്രിക്കുക.

2. പദ്ധതിക്കുള്ള ജലമെവിടുന്നാണ് വരുന്നത്?

   ജലം പുറത്തു നിന്നും പൈപ്പു വഴിയാകും വരുക.തമിഴ്നാട് വാട്ടർ ആൻഡ് ഡ്രയ്നേജ് ബോർഡിനാണ് (TWAD) സമീപ ഗ്രാമങ്ങളിലെ ഇപ്പൊഴുള്ള ജല ഉപയോഗം തടസ്സപ്പെടാത്ത വിധത്തിൽ INO-യ്ക്കനുയോജ്യമായ ഒരു സ്രോതസ്സിൽ നിന്നും ജലവിതരണം നടത്തുന്നതിന്റെ ചുമതല.

3. രൂക്ഷമായ പവ്വർ കട്ട് സമയങ്ങളിൽ വൈദ്യുതി എങ്ങനെ കൈകാര്യം ചെയ്യും?

   നിരീക്ഷണാലയം പൂർണ്ണമായ് പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഉള്ള ഊർജ്ജവ്യയം 3 മെഗാ വാട്ട് ആണ്. ഇത് രാസിങ്കപുരത്തുള്ള സബ് സ്റ്റേഷനിൽ നിന്നും നേരിട്ടെത്തിക്കും. പവ്വർ കട്ട് സമയത്ത് വേണ്ടത്ര വൈദ്യുതി ഉത്പാദിപ്പിക്കാൻ ഡീസൽ ജനറേറ്ററുകളും ഉപയോഗിക്കും. ഈ പ്രദേശത്ത് കാറ്റിൽ നിന്നും വൈദ്യുതി ഉത്പാദിപ്പിക്കാനുള്ള ഒരുപാടു സാധ്യതകളുണ്ട്. അതിനാൽ കാറ്റാടിയന്ത്രങ്ങളുപയോഗിച്ച് വൈദ്യുതോത്പാദനം നടത്തുന്നതിനേക്കുറിച്ചും ചിന്തിച്ചു വരുന്നു.

4. ഭൂമികുലുക്കമോ, ഉരുൾപൊട്ടലോ ഉണ്ടായാലെന്തു ചെയ്യും?

   ഭൂമികുലുക്ക സമയത്ത് ഭൂഗർഭം വളരെ സുരക്ഷിതമായ ഒരിടമാണ്. ഭൂമിക്കടിയിലുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ ഒരു അഭയസ്ഥാനമുണ്ടാകും. ഇത് ആളുകളെ സുരക്ഷിതമായ് മാറ്റിനിർത്തുന്നതിനും, സഹായമെത്തുന്നതു വരെ കാത്തിരിക്കുന്നതിനുമുള്ള ഒരു മുറിയാണ്. മേന്മയേറിയ പാറകളുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ, തുരങ്കം അടഞ്ഞു പോകുമെന്ന ആശങ്ക പ്രതീക്ഷിക്കുന്നില്ല. നിർമ്മാണഘട്ടത്തിൽ

ബലക്കുറവുള്ള ഘടനകൾ കണ്ടുപിടിക്കുകയും റോക് ബോൾട്ട്, ഷോട്ട്ക്രെട്ടിങ്ങ്, മുതലായ, കിട്ടാവുന്ന എല്ലാ സാങ്കേതികവിദ്യകളുമുപയോഗിച്ച് ബലപ്പെടുത്തുന്നതുമാണ്.പ്രവേശനകവാടം പുറത്തു നിന്നുള്ള പാറ വീഴ്ച താങ്ങാൻ പറ്റുന്ന വിധത്തിലാവും നിർമിക്കുക.

5. പാറ പൊട്ടിക്കുമ്പോഴുള്ള ശബ്ദം ചുറ്റുമുള്ള പരിസ്ഥിതിക്കോ, ആളുകൾകോ ശല്യമാകില്ല എന്നെങ്ങനെ ഉറപ്പു വരുത്തും?

    ആദ്യഘട്ടത്തിൽ നിയന്ത്രിത പറപൊട്ടിക്കലാവും നടത്തുക. ഇത് ശബ്ദങ്ങളും കമ്പനങ്ങളും കുറയ്ക്കുവാനാണ്.പൊട്ടിക്കൽ ശബ്ദം ഒരു സെക്കൻറ്റിന്റെ നേരിയ ഒരു ഭാഗമേ നീണ്ടു നിൽക്കുന്നുള്ളൂ. മാത്രമല്ല, ഇത് ഒരു നിരന്തര ശല്യമല്ല. ഈ പൊട്ടിക്കൽ ശബ്ദം തുരങ്കത്തിന്റെ ആദ്യ നൂറു മീറ്ററുകൾ പണിയുന്ന ഏതാനും മാസങ്ങൾ മാത്രമേ നീണ്ടു നിൽക്കുകയുമുള്ളൂ. അതിനു ശേഷം, ഭൂമിക്കടിയിലേക്കു പോകും തോറും നേരിയ ശബ്ദമോ, കമ്പനമോ മാത്രമേ കേൾക്കുകയോ, അനുഭവപ്പെടുകയോ ചെയ്യുകയുള്ളൂ.

    INO ഗുഹയ്ക്കും മറ്റ് അനുബന്ധ ഭൂഗർഭ അറകൾക്കും വെണ്ടിയുള്ള ബ്ളാസ്റ്റിങ്ങ് ചെറിയ കമ്പനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയേക്കാം. പക്ഷെ മുകളിലുള്ള കട്ടിയേറിയ പാറയും, മണ്ണും കാരണം ഇത്, തുരങ്കത്തിന്റെ തുടക്കത്തിലൊഴിച്ച് മറ്റെല്ലായിടത്തും, വളരെയധികം ചെറുതായിരിക്കും.

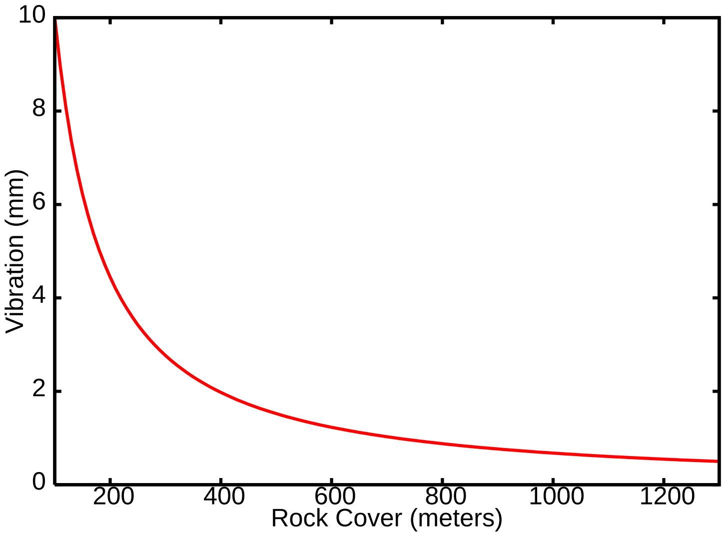
    മാത്രമല്ല INO പദ്ധതി നടപ്പിലാക്കുമ്പോൾ, റോക് മെക്കാനിക്സും, മറ്റ് ഇൻസ്ട്രമെൻറ്റേഷൻ പഠനങ്ങളും നടത്തുന്ന കൂട്ടത്തിൽ, നിലകമ്പന തുടർനിരീക്ഷണപഠനങ്ങളും കൂടി നടത്തുന്നതായിരിക്കും. INO-യുടെ എല്ലാ പ്രധാന ഘടകങ്ങൾക്കുവേണ്ടിയുള്ള പാറകൾ പൊട്ടിക്കുന്ന സമയത്ത്, നിലകമ്പനം നിരന്തരമായി അളന്നു കൊണ്ടേയിരിക്കും.ബ്ലാസ്റ്റിങ്ങ് കാരണമുള്ള കമ്പനം കുറയ്ക്കാൻ, സ്ഥലത്തിന്റെ ഭൂമിശാസ്ത്രമനുസരിച്ച് പുതിയ പാറപൊട്ടിക്കൽ വിദ്യകളും, അനുസൃതമായ പാറപൊട്ടിക്കൽ രീതിയും അവലംബിക്കുന്നതായിരിക്കും. തുരങ്കനിർമാണത്തിനുള്ള സാങ്കേതികവിദ്യ വളരെ നന്നായ് പഠിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതും, രാജ്യത്തുടനീളം, റോഡ് തുരങ്കങ്ങളും, മെട്രോ റെയിൽ പ്ധതികളും (മെട്രോ റെയിൽ തുരങ്കനിർമ്മാണത്തിൽ, നഗരങ്ങളിൽ കെട്ടിടങ്ങൾക്കു താഴെ വരെ തുരങ്കം തുരക്കൽ നടന്നു കൊണ്ടേയിരിക്കും!), നിർമ്മിക്കാൻ സ്ഥിരമായ് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതുമാണ്.

    കമ്പനത്തിന്റെ പ്രവേഗം ചിത്രം 3 -ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് കവാടത്തിൽ നിന്നും 500മീ. അകലെ ഇത് ഏകദേശം 3.4മി.മീ/സെയും (milli meter per second) , ഗുഹയ്ക്കു മുകളിലുള്ള ശൃംഗത്തിൽ (കവാടത്തിൽ നിന്നും 2000മീ അകലെ) ഇത് ഏകദേശം 0.5മി.മീ/സെയും ആണ്. (ഒന്ന് മീറ്ററിലെങ്കിൽ മറ്റേത് മില്ലീമീറ്ററിൽ (മീറ്ററിന്റെ ആയിരത്തിലൊന്ന്) ആണെന്ന കാര്യം പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കുക.) INO നിരീക്ഷണാലയം, പർവതസൃംഗത്തിൽ നിന്നും ഏതാണ്ട് 1300മീ, താഴെ ഭൂഗര്ഭത്തിലായിരിക്കും സ്ഥിതി ചെയ്യുക. തുരങ്കങ്ങളും, ഗുഹകളും, ആദ്യപാദത്തിൽ നിയന്ത്രിത ബ്ലാസ്റ്റിങ്ങ് വഴിയാകും നിർമ്മിക്കുക. ആദ്യഘട്ട ബ്ളാസ്റ്റിങ്ങ് പകൽ നേരത്ത് രണ്ട് തവണ മാത്രമായിരിക്കും. ഭൂമിക്കടിയിൽ, ശബ്ദവും, കമ്പനങ്ങളും വളരെക്കുറവാകുന്ന, സ്ഥലങ്ങളിലെത്തുമ്പോൾ മുതൽ പ്രതിദിനം മൂന്ന് തവണ ബ്ളസ്റ്റിങ്ങ് ഉണ്ടാകും.

    പ്രവർത്തന ഘട്ടത്തിൽ, ഡിറ്റക്ടറിന്റെ പ്രതിദിന സൂക്ഷിപ്പിൽ സഹായിക്കാൻ ഒരു കാര്യശാലയും ഡിറ്റക്ടർ സംയോജന സൗകര്യവും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇവിടെ ശബ്ദമലിനീകരണമുണ്ടാക്കുന്ന ഒരു ഭാരിച്ച യന്ത്രവുമുണ്ടാവില്ല.കവാടത്തിനടുത്ത് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഉപയോഗശാലയിൽ (utility building) കുറഞ്ഞ ശബ്ദത്തിലുള്ള ചില്ലറുകൾ,ഉലകൾ (blowers) എന്നിവയാകും ഉപയോഗിക്കുക. ഈ കെട്ടിടത്തിൽ നിശ്ശബ്ദ DG-കൾ ഉണ്ടാകും. പ്രവർത്തനഘട്ടത്തിലെ ശബ്ദം പിന്നേയും കുറയ്ക്കാൻ ഉപയോഗശാലയ്ക്കു ചുറ്റും നാടൻ മരങ്ങൾ നടുന്നതായിരിക്കും.

6. എത്ര മക്ക് (അവശിഷ്ടം) ഉണ്ടാക്കപ്പെടും? തുരങ്കത്തിന്റെ ആദ്യത്തെ പത്തോളം മീറ്റർ (സ്ഥിരശിലാമുഖത്തെത്തുന്നതു വരെ) മുറിക്കൽ-മൂടൽ (cut and cover) രീതിയാവും ഉപയോഗിക്കുക.ഈ സമയത്ത് നീക്കം ചെയ്യുന്ന മേൽമണ്ണ് വേറെ സൂക്ഷിക്കുകയും, ഡംപ് യാർഡ് നിറയ്ക്കാനും മറ്റുമായ് ഉപയോഗിക്കുന്നതുമാണ്. ഇവിടുന്ന് നീക്കം ചെയ്യുന്ന മക്കിന്റെ ഭൂരിഭാഗവും, റബിളുകളും/വലിയ കല്ലുകളുമാവും. ഇവ റോഡുണ്ടാക്കലിനും മറ്റ് നിർമ്മാണപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും ഉപകാരപ്രദമാവും.

    ഇപ്പോഴത്തെ കണക്കനുസരിച്ച്, ഭൂഗര്ഭ അറകൾ തുരക്കുന്നതിലൂടെ ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്ന അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഉദ്ദേശം 230,000 ക്യുബിക് മീറ്ററോളം വരും. കല്ലുകൾക്കിടയിലെ 18 ശതമാനം ശൂന്യസ്ഥല



ചിത്രം 3: പാറയ്ക്കുള്ളിലേ, മീറ്ററിലുള്ള, ദൂരത്തിനനുസരിച്ചുള്ള, മില്ലീ മീറ്റർ പെർ സെക്കൻഡിലുള്ള,കമ്പനപ്രവേഗം.

ങ്ങൾ ഉൾപ്പടെയാണിത്. തുരങ്കം കട്ടിയും സ്ഥിരതയുമുള്ള പാറയിലായതിനാൽ, ഉണ്ടാക്കപ്പെടുന്ന പൊടിയുടെ അളവ് വളരെക്കുറവായിരിക്കും (മുഴുവൻ മക്കിന്റെ വെറും 10 ശതമാനം മാത്രം). തുരങ്കനിർമ്മാണത്തിൽ ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ശിലാവശിഷ്ടങ്ങൾ പ്രോസെസ്സ് ചെയ്തെടുക്കുകയും, ഭൂഗർഭ, ഉപരിതല സൗകര്യങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിനാവശ്യമായ മണലിന്റെ ഏകദേശം 80 ശതമാനം പകരമായ് ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യും.

മേൽപ്പറഞ്ഞ അവശിഷ്ടങ്ങൾ മൂന്നു വർഷ കാലയളവിലാണുത്പാദിപ്പിക്കുക. തുരങ്കത്തിനായും, ഗുഹയുടെ തറയ്ക്കായും, കോൺക്രീറ്റ് ലൈനിങ്ങിനായും; തുരങ്ക്ങ്ങളുടെയും, ഗുഹകളുടെയും ഷോട്ട്ക്രെട്ടിങ്ങിനായും, ലെവലിങ്ങിനായും, കെട്ടിട നിർമ്മാണത്തിനും ഒക്കെയായി ഇതിന്റെ 10 ശതമാനത്തോളം ഉപയോഗിക്കപ്പെടും.

സൈറ്റിനടുത്ത് സൂക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന അളവു കുറയ്ക്കാനായി, മക്കുണ്ടാക്കപ്പെടുന്നതിനനുസരിച്ച് അത് അവിടെ നിന്നും നീക്കം ചെയ്യാനും ശ്രമിക്കുന്നതായിരിക്കും.

7. ഈ ശിലാവശിഷ്ടങ്ങൾ സൂക്ഷിക്കുന്നതെങ്ങനെ? മാത്രമല്ല വർഷത്തിലാറു മാസം ഒരുപാട് കാറ്റടിക്കും. പൊടിക്കാറ്റിൽ നിന്നും സമീപപ്രദേശങ്ങളെ എങ്ങനെ സംരക്ഷിക്കും?

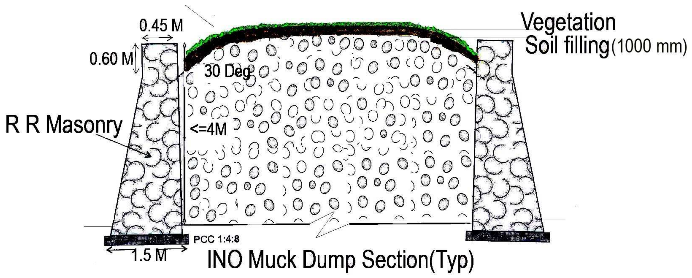
   ശിലാസൂക്ഷിപ്പുശാല ഒരു ഉണങ്ങിയ കല്ലു മതിൽ വഴി സംരക്ഷിക്കപ്പെടും (ചിത്രം 4 കാണുക). അകത്തേയ്ക്കും പുറത്തേയ്ക്കുമുള്ള കവാടങ്ങളൊഴികെയുള്ളിടത്ത്, ഈ മതിൽ സംരക്ഷണശാലയ്ക്കു ചുറ്റും കെട്ടിയടയ്ക്കപ്പെട്ടിരിക്കും. സമീപപ്രദേശത്തെ ജലസ്രോതസ്സുകൾ മലിനമാകാതെ സൂക്ഷിക്കാനാണ് (ഇത് കല്ലുകൾ അടുക്കി വച്ച് നിർമിക്കുന്ന ഒരു മതിലാണ്. സിമന്റുപയോഗിച്ച് വിടവുകൾ നികത്തുകയില്ല. അതിനാൽ വെള്ളം കെട്ടുന്നതും ഭൂമിക്കുള്ളിലേക്കൊലിച്ചിറങ്ങുന്നതും തടയപ്പെടും; വിടവുകളിൽക്കൂടി വെള്ളം ഭൂപ്രതലത്തിൽത്തന്നെ പരക്കുകയും ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യും). മാത്രമല്ല മതിൽ (കെട്ടിയടപ്പ്) കാറ്റിന്റെ പ്രഭാവത്തെച്ചെറുക്കുകയും ചെയ്യും.

   ഈ ശിലാവശിഷ്ട സംഭരണശാലയുടെ മേൽ വശം, തകരഷീറ്റുകളോ (നഗരങ്ങളിലേപ്പോലെ), തുണിയോ ഉപയോഗിച്ച് മൂടിക്കെട്ടും. കാറ്റത്ത്, ധൂളികൾ പരക്കുന്നത് തടയാനാണിത്.

8. റോഡുകളിൽ പൊടിയാകാതെ എങ്ങനെ തടയും?

   ഈതിനുള്ള പ്രധാനമാർഗ്ഗം വെള്ളം തളിക്കലും, ഗതാഗതത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന (മക്ക് ട്രാൻസ്പൊട്ടിനുപയോഗിക്കുന്ന) വാഹനങ്ങൾ മൂടുകയുമാണ്.

9. ജനറേറ്ററുപയോഗിച്ചാൽ അതു മൂലമുള്ള ശബ്ദ-വായു മലിനീകരണങ്ങൾ തടയുന്നതെങ്ങനെ?

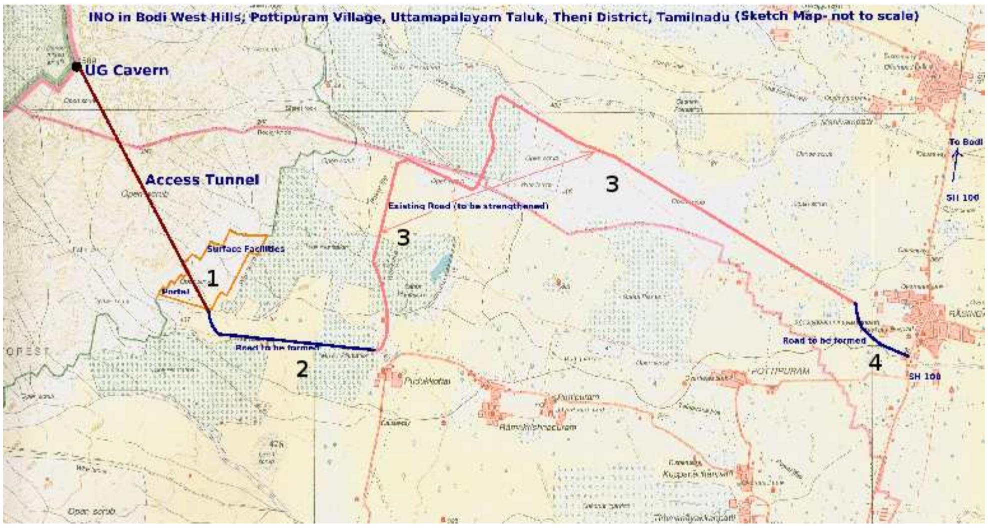


ചിത്രം 4: മക്ക് സൂക്ഷിപ്പുശാലയുടെ മാതൃക .

ഇപ്പോഴത്തെ മാനദണ്ഡങ്ങളനുസരിച്ചുള്ള നിശ്ശബ്ദ ജനറേറ്ററുകളാവും ഉപയോഗിക്കുക. ഉപയോഗശാല കെട്ടിടത്തിനു ചുറ്റും ശബ്ദം കുറയ്ക്കാൻ ആവശ്യത്തിനു മരങ്ങളും നട്ടു പിടിപ്പിക്കും.

10. ഗതാഗതത്തിന് ഇത്രയധികം ലോറികൾ എങ്ങനെ കൈകാര്യം ചെയ്യും? ആക്സസ്സ് റോഡിൽ ഒരുപാട് ട്രക് സഞ്ചാരമുണ്ടാകുമ്മെന്നതിനാൽ റോഡ് അനുസൃതമായാണ് നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നതെന്നും, അത് ശരിയായ് സൂക്ഷിക്കുന്നുണ്ടെന്നും എങ്ങനെ ഉറപ്പു വരുത്തും?

എല്ലാ സാമാനസാധനങ്ങളും, സൈറ്റിൽ നിന്നും, രാസിങ്കപുരത്തെയ്ക്കുള്ള സംസ്ഥാന ഹൈവേയിലേക്ക് നേരിട്ടാണ് കൊണ്ടു പോവുക. ഇത് ഗ്രാമങ്ങളിൽക്കൂടിയുള്ള യാത്ര തീർത്തും ഒഴിവാക്കും. (ചിത്രം 5കാണുക). ഗതാഗതത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന വാഹനങ്ങളുടെ എണ്ണം ഈ റോഡുകളിൽ നിലവിലുള്ള ട്രാഫിക് രീതികൾക്കനുസരിച്ച് നിയന്ത്രിക്കും.



ചിത്രം 5: ഐ.എൻ.ഒ. ഭൂവുപയോഗവും, നിർമ്മാണ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കായുള്ള ഗതാഗതമാർഗ്ഗവും.

ആദ്യമായി, കവാടത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്ന മൺപാത (ചോലയ്ക്കു കുറുകേയുള്ള പാലമുൾപ്പടെ) ഒരു രണ്ടു വരിപ്പാതയായ് വികസിപ്പിച്ചെടുക്കും (ഈ റോഡ് ഏകദേശം 1900മീ. നീളമില്ലതായിരിക്കും).

ഇതുകൂടാതെ, രാസിങ്കപുരത്തിന്റെ അതിർത്തി പ്രദേശം വരെയുള്ള ഇപ്പോഴത്തെ ചരൽപ്പാത അതിന്റെ ഇപ്പോഴുള്ള വീതിയുൾപ്പടെ ഉപയോഗിച്ച് ഇരട്ടിപ്പിക്കും. തമിഴ്നാഡ് സംസ്ഥാന ഹൈവേ ഡിപ്പാർട്മെന്റ്, ആവശ്യം പോലെ ആക്സെസ്സ് റോഡുകൾ പണിയുകയും, നന്നാക്കുകയും ചെയ്യുന്നതായിരിക്കും.

11. ഈ പദ്ധതിക്കു വേണ്ടി എത്രമാത്രം കൃഷി,ജനവാസ പ്രദേശങ്ങൾ കണ്ടെടുക്കും?

പൂജ്യം! ഈ പദ്ധതിക്കായ് ഒരു ജനവാസ പ്രദേശവുമാവശ്യമില്ല. INO-യ്ക്കാവശ്യമായ സൗകര്യങ്ങൾ (മുന്നേ ഏറ്റെടുത്ത) പുറമ്പോക്ക് ഭൂമിയിലായിരിക്കും പണിയുക.അതിനാൽത്തന്നെ

കൃഷിപ്രദേശങ്ങളും ഈ പദ്ധതിക്കാവശ്യമില്ല.

12. ഈ പ്രദേശത്ത് ഒരുപാട് മൃഗങ്ങൾ മേയുന്നുണ്ട്. വൈദ്യുത വേലിയിട്ടാൽ അവയ്ക്കിവിടെ മേയാൻ സാധിക്കില്ല.

    ഇവിടെ ഒരു തരത്തിലുള്ള വൈദ്യുത വേലിയും നിർമ്മിക്കുന്നതല്ല.

3 മാറ്റ് ചോദ്യങ്ങൾ

1. കുളങ്ങൾ നിറയ്ക്കുന്ന രണ്ട് വായ്ക്കാലുകൾ/ചോലകൾ/അരുവികൾ ഇവിടെയുണ്ട്.INO കവാടം ഇവയെത്തടഞ്ഞാൽ വെള്ളം കിട്ടില്ല.

   INO കവാടം ഈ അരുവികളെത്തടയില്ല. നിർമ്മാണപദ്ധതിയിൽ, ജലപ്രവാഹം തടസ്സപ്പെടാതെ കവാടത്തിലെത്താൻ, ഈ ചോലകളിലൊന്നിന്റെ മീതേ കൂടി ഒരു പാലം പണിയുമെന്ന് വിഭാവനം ചെയ്തിട്ടുണ്ട്.

2. പൊടി നിയന്ത്രിക്കാൻ തളിക്കുന്ന വെള്ളമെവിടുന്നു വരും? പുറത്തുനിന്നും കൊണ്ടുവന്നാലും TWAD ബോർഡിന് ഈ വെള്ളമെവിടുന്നു കിട്ടും?

   ഈ വെള്ളത്തിന്റെ ആവശ്യകത താത്കാലികമാണ്. ഇത് നിർമ്മാണത്തിന്റെ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ മാത്രമേ ആവശ്യമുള്ളൂ. ഏറ്റവും കുറച്ച് ജലമുപയോഗിക്കത്തക്കവണ്ണംആണ് സ്പ്രിങ്ക്ളറുകൾ നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത്.മാത്രമല്ല ഇതൊരു പ്രധാനാവശ്യമല്ല.

3. തുരങ്കനിർമ്മാണവും അനുബന്ധപ്രവർത്തനങ്ങളും മനുഷരേയോ, പ്രകൃതിയേയോ ഹാനികരമായി ബാധിക്കില്ല എന്നെങ്ങനെ ഉറപ്പു വരുത്തും?

   തുരങ്കനിർമ്മാണം മൂലം ഒരു വിധ ദോഷങ്ങളുമുണ്ടാവില്ല. തേനി ജില്ലയിൽത്തന്നെ TNEB, പല കിലോമീറ്ററുകൾ നീളത്തിലുള്ള തുരങ്കങ്ങൾ സുരക്ഷിതമായി നിർമ്മിച്ചിട്ടുണ്ട്. കെട്ടിടങ്ങൾക്കോ മറ്റ് ഘടനകൾക്കോ ദോഷമുണ്ടാവുകയില്ല.

4. മരങ്ങൾ മുറിക്കപ്പെടുമോ?

   കവാടത്തിനും ഉപരിതല സൗകര്യങ്ങൾക്കുമായി അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങളിലൊന്നും തന്നെ ഒരു മരം പോലുമില്ല. ഇവിടെ മുൾച്ചെടികൾ മാത്രമേയുള്ളൂ. അവിടെയും, നിർമ്മാണാവശ്യങ്ങൾക്കായ് ഒരു ചെറു പ്രദേശമേ തെളിക്കുകയുള്ളൂ. നിർമ്മാണം കഴിയുമ്പോൾ, വനം വകുപ്പിന്റെ നിർദ്ദേശപ്രകാരം പലതരം വൃക്ഷങ്ങൾ നട്ടുപിടിപ്പിക്കുന്നതിൽ INO ബാധ്യസ്ഥരാണ്.

5. അകമേയുള്ളാ ചൂട് പുറത്തുവന്ന് കൃഷിയെ ദോഷകരമായ് ബാധിക്കും.ഇതിനേയെങ്ങനെ കൈകാര്യം ചെയ്യും?

   തുരങ്കങ്ങളിൽ നിന്നോ, ഗുഹകളിൽ നിന്നോ യാതൊരൂ വിധ ചൂടും ഉത്ഭവിക്കില്ല. അതിനാൽത്തന്നെ, സമീപപ്രദേശങ്ങളിലുള്ള കൃഷിയെ ഇതു ദോഷകരമായ് ബാധിക്കില്ല.

6. ഇതുപോലെയുള്ള മറ്റ് പദ്ധതികൾ കടലിലാണുള്ളത്. കരയിലുണ്ടെങ്കിൽത്തന്നെ എവിടെയാണവ?

   കടലിൽ ഇതേ പോലെയുള്ള രണ്ട് പദ്ധതികളാണുള്ളത്. ഒന്ന് അന്റാർട്ടിക്കയിലും, ഒന്ന് മെഡിറ്ററേനിയൻ കടലിലും. മറ്റുള്ള എല്ലാ പദ്ധതികളും കരയിലാണ്. മാത്രമല്ല, ഇവയെല്ലാം ജനവാസമുള്ള പട്ടണങ്ങളിലുമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന്, ജപ്പാനിലുള്ള കമിയോക്ക, ഇറ്റലിയിലെ, ഗ്രാൻസാസ്സോ, കാനഡയിലെ SNO തുടങ്ങിയവ. ഇവ കൂടാതെ അമേരിക്കയിലും, ചൈന, ദക്ഷിണകൊറിയ എന്നിവിടങ്ങളിലും, ഇതേമാതിരിയുള്ള പദ്ധതികൾ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്/നിർമ്മിക്കപ്പെടാൻ പോകുന്നുമുണ്ട്.

7. ഈ ലാബിൽനിന്നുമുള്ള റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി, ശിശുക്കളിൽ ജനന വൈകല്യങ്ങളുണ്ടാക്കുമെന്നു പറയുന്നതു സത്യമാണോ?

   അല്ല! INO നിരീക്ഷണാലയം കാരണം യാതൊരുവിധ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയോ, വിഷങ്ങളോ ഉണ്ടാവുകയില്ല.

8. ഒരു ലോകോത്തര ലാബ് നിർമ്മിച്ചാൽ ലോകത്തിന്റെ മുഴുവൻ കണ്ണുകളും അതിലായിരിക്കും; അതിനാൽ ഇതിന്റെ മീതെ അണുബോംബിട്ടാൽ എന്തു ചെയ്യും?

   INO-യ്ക്ക് നയതന്ത്രപരമായോ, ആയുധ നിർമ്മാണപരമായോ ഒരു ലക്ഷ്യങ്ങളുമില്ല. ഇത് പൂർണ്ണമായും അടിസ്ഥാനശാസ്ത്ര ഗവേഷണത്തിനുള്ള ഒരു വിദ്യാഭ്യാസസ്ഥാപനമാണ്. ഇത്, അണുബോംബിനെന്നല്ല, മറ്റൊരു ബോംബിനും ഇരയാവാനുള്ള സാധ്യത തീരെയില്ല.

9. ഈ പദ്ധതി നടപ്പിലാക്കുമ്പോൾ സാധാരണ ജനങ്ങളുടെ സുരക്ഷ എങ്ങനെ ഉറപ്പാക്കും?

   ബ്ലാസ്റ്റിങ്ങ് സ്ഥലത്തിന്റെ വേലികെട്ടിത്തിരിക്കൽ, അനുയോജ്യമായ മുന്നറിയിപ്പ് ബോർഡുകൾ സ്ഥാപിക്കൽ, ജോലിക്കാരുടെ സുരക്ഷാപരിശീലനം, നിർമ്മാണപ്രദേശത്തുള്ള എല്ലാവർക്കും വേണ്ട സുരക്ഷാ കവചങ്ങൾ,സുരക്ഷാസംഘത്തിന്റെ മാനദണ്ഡങ്ങളനുസരിച്ചുള്ള നിർമ്മാണപ്രവർത്തനങ്ങൾ, നിർമ്മാണ സ്ഥലത്ത് കുട്ടികളെ അനുവദിക്കാതിരിക്കൽ, എന്നിവയൊക്കെ നടപ്പിലാക്കുന്നത് വഴി സുരക്ഷ ഉറപ്പാക്കുന്നതാണ്.

4 പ്രാദേശികനേട്ടങ്ങൾ

1. ഈ പദ്ധതി കാരണം പ്രാദേശീയരായ ജനങ്ങൾക്കുള്ള നേട്ടങ്ങളേവ?

   ജില്ലാ കളക്ടർ വഴി സംസ്ഥാന സർക്കാർ ഉന്നയിച്ച പ്രാദേശിക വികസന പദ്ധതി നിർദ്ദേശം INO സ്വീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇതു പ്രകാരം ഈ പ്രദേശത്തിന്റെ വികസനത്തിനായ് ഒരു തുക നീക്കിവയ്ക്കുന്നതായിരിക്കും. മൂന്ന് കോടി രൂപ ഇതിനായ് അനുവദിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഈ തുക, സമീപഗ്രാമങ്ങളിലുള്ളവർക്ക്, വഴിവിളക്കുകൾ, ജലവിതരണം, ആദിയായവ നൽകുന്നതിനായ് ഉപയോഗിക്കും. കഴിവിനെ ആസ്പദമാക്കി, പരമാവധി പ്രാദേശികത്തൊഴിലാളികളെ ഉപയോഗിക്കണം എന്ന് നിർമ്മാണക്കരാറിൽ എടുത്തു പറയും. മാത്രമല്ല, നിരീക്ഷണാലയത്തിനും, അവിടുത്തെ ജീവനക്കാർക്കും വേണ്ട നിത്യോപയോഗ സാധനങ്ങൾ കൊടുക്കുവാനും, കെട്ടിടങ്ങളുടെയും മറ്റ് സ്ഥലങ്ങളുടെയും സൂക്ഷിപ്പിനായുമൊക്കെ നിയമിക്കപ്പെടുക വഴി ഒരു വിഭാഗം ആളുകൾക്ക് വരുമാന മാർഗ്ഗങ്ങൾ തുറന്നു കിട്ടും. പദ്ധതി മൂലം ഏറ്റവുമധികം ഗുണം സമീപപ്രദേശങ്ങളിലെ സ്കൂളുകൾക്കും, കോളേജുകൾക്കുമാണ്. കാരണം, ശാസ്ത്രാഭിരുചിയുള്ള വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് ഇവിടെ വന്ന് പ്രോജക്റ്റുകൾ ചെയ്യുകയും, ഇതിന്റെ ജനസമ്പർക്ക പരിപാടിയിൽ പങ്കാളികളവുകയും ചെയ്യുന്നത്, ഒരുപാട് പ്രയോജനം ചെയ്യും. നിയമാനുമതി അനുസരിച്ച്, പരിസരത്തെ, സ്കൂളുകളിലെ അടിസ്ഥാനസൗകര്യങ്ങളും (infrastructure),പഠനനിലവാരവും ഉയർത്താനായ് എല്ലാവിധ പ്രയത്നങ്ങളും നടത്തുന്നതായിരിക്കും. കൂടാതെ പ്രാദേശികരായ യുവജനങ്ങളുടെ ശാസ്ത്രാവബോധം ഉയർത്താൻ, ശാസ്ത്രപ്രദർശനങ്ങളും, ശിൽപ്പശാലകളും മറ്റും നടത്തും.

2. INO-യ്ക്ക് ഒരു ജനസമ്പർക്ക പരിപാടിയുണ്ടോ?

   ഉണ്ട്! ജനസമ്പർക്ക പരിപാടിയുടെ ഭാഗമായ് സമീപപ്രദേശങ്ങളിലെ സ്കൂളുകൾ, കോളേജുകൾ എന്നിവ കൂടാതെ, ഭാരതത്തിലെ മറ്റ്, ഭൗതികശാസ്ത്ര ഗവേഷണ, പഠന/അദ്ധ്യാപന സംഘങ്ങളുമായും,ശാസ്ത്രാവബോധം വളർത്താനുള്ള ശാസ്ത്രീയ ജനസമ്പർക്കപരിപാടികൾ നടത്തുന്നതിൽ തത്പരരാണ് INO കൂട്ടായ്മ. പൊതുജനങ്ങളിൽ ശാസ്ത്രവബോധവും, ശാസ്ത്രീയ മനോഭാവവും, വളർത്തിയെടുക്കുവാനും, ഭാരതത്തിലെ, താത്പര്യമുള്ള ഏത് വിദ്യാഭ്യാസസ്ഥാപനങ്ങളിലെയും വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് ഇവിടെ വന്നു പഠിക്കുവാനുമുതകുന്ന വിവിധ തരം, ചെറിയ, ഹ്രസ്വകാല പ്രോജെക്റ്റുകളും, മറ്റ് പ്രവർത്തനങ്ങളും മുന്നിൽക്കണ്ടിട്ടുണ്ട്.

   ആദ്യഘട്ടങ്ങളിൽ ഈ പദ്ധതിയേക്കുറിച്ചും ഇത് പരിസ്ഥിതി നാശത്തിനു കാരണമാകില്ലായെന്നും പൊതുജനങ്ങളെ ഉദ്ബോധിപ്പിക്കുന്നതിൽ കൂട്ടായ്മ ഉത്സുകരാണ്. അതിനാൽ പ്രാദേശികരുടെ പിന്ത്ണയും അവബോധവും വളരെ പ്രധാനമാണ്.

3. ജനങ്ങളിലും അവരുടെ ജീവസന്ധാന മാർഗ്ഗത്തിലും എന്ത് മാറ്റമാണ് നിങ്ങൾ കൊണ്ടുവരുക?

   സമീപപ്രദേശങ്ങളിലെ വിദ്യാഭ്യാസ, ജീവിത നിലവാരങ്ങൾ ഉയർത്തുന്നതിനുള്ള ചാലകശക്തിയായി INO പ്രവർത്തിക്കും. (പ്രാദേശികാവശ്യങ്ങൾക്കുള്ള സാധനങ്ങളുടെ ശേഖരണം, രാജ്യത്തെ ഏറ്റവും മികച്ച ചില ശാസ്ത്രജ്ഞരുമായുള്ള സമ്പർക്കം എന്നിവ വഴി.)

5 ന്യൂട്രിനോയെപ്പറ്റി ചിലത്

5.1 എന്താണവ?

ന്യൂട്രിനോകൾ ദ്രവ്യവുമായി അശക്ത ബലം (weak interaction) വഴി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്ന, ചാർജില്ലാത്ത, തീരേച്ചെറിയ മൗലിക കണങ്ങളാണ്. ഈ ബലത്തിന്റെ ശക്തിയില്ലായ്മ (അശക്തബലം, പേരു സൂചിപ്പിക്കുന്നതു പോലെത്തന്നെ തീരെ ശക്തി കുറഞ്ഞ ബലമാണ്) കാരണം ദ്രവ്യം ന്യൂട്രിനോകൾക്കേതാണ്ട് സുതാര്യമാണ്. സൂര്യന്റെയും മറ്റ് നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും കാമ്പിൽ (core) ന്യൂക്ളിയാർ ഫ്യൂഷനും, മറ്റ് ഡീക്കേ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെയും ഫലമായി അനേകകോടി ന്യൂട്രിനോകൾ ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. വളരെ വിരളമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നതു മൂലം, ന്യൂട്രിനോകൾ സൂര്യൻ, ഭൂമി ഇവയിലൊക്കെക്കൂടിയും യാതൊരു തടസ്സവുമില്ലാതെ കടന്നു പോകുന്നതാണ് പ്രകൃതിദത്തമായ മറ്റനേകം ന്യൂട്രിനോ സ്രോതസ്സുകൾ ഉണ്ട്. സൂപ്പർനോവകൾ (പൊട്ടിത്തെറിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ), റെലിക് ന്യൂട്രിനോകൾ (പ്രപഞ്ചോത്പത്തിയിൽ നിന്നുള്ളവ), പ്രകൃതിദത്ത റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി, ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നടക്കുന്ന കോസ്മിക് റേ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവ. ഉദാഹരണത്തിന് നമ്മുടെ സൂര്യൻ ഒരു സെക്കന്റിൽ ഏതാണ്ട് ഇരുന്നൂറ് ലക്ഷം കോടി ലക്ഷം കോടി ലക്ഷം കോടി (ഇത് ടൈപ്പിങ്ങ് തെറ്റല്ല, ശരിക്കുമുള്ള സംഘ്യയാണ്) ന്യൂട്രിനോകൾ ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ഒരു സൂപ്പർനോവ വിസ്ഫോടനം, സൂര്യൻ തന്റെ 10 ബില്ല്യൻ വർഷത്തെ ജീവിതകാലത്തുത്പാദിപ്പിക്കുന്ന ന്യൂട്രിനോകളുടെ 1000 മടങ്ങ് ഉത്പാദിപ്പിക്കും. നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽക്കൂടി ഓരോ സെക്കൻഡിലും ബില്ല്യൺ കണക്കിന് ന്യൂട്രിനോകൾ കടന്നു പോകുന്നുണ്ട്. എന്നിട്ടും അവയിൽ ഉയർന്ന ഊർജ്ജമുള്ള വെറും ഒന്നോ രണ്ടോ എണ്ണം മാത്രമേ നമ്മുടെ ആകെയുള്ള ജീവിതകാലത്ത് ശരീരവുമായ് പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുകയുള്ളൂ.

ന്യൂട്രിനോകൾ എന്ന ആശയം ആദ്യമായ് മുന്നോട്ടുവച്ചത് വോൾഫ്ഗാങ്ങ് പൗളി (Wolfgang Pauli) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. 1930-ൽ ആയിരുന്നു ഇത്. പക്ഷെ ന്യൂട്രിനോകളെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യാൻ 26 വർഷങ്ങളെടുത്തു. 1956-ഇൽ റൈൻസ് എന്നും കോവൻ (Reines and Cowan) എന്നും പേരുള്ള രണ്ട് ശാസ്ത്രജ്ഞർ, ന്യൂട്രിനോ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ തെളിവുകൾ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇത് ഒരു ന്യൂക്ളിയാർ റിയാക്ടറിനടുത്ത് ഒരു സിന്റിലേറ്റർ ദ്രാവകമടങ്ങിയ കാഡ്മിയും ക്ലോറൈഡിന്റെ അളവ് പരിശോധിച്ചു കൊണ്ടായിരുന്നു നടത്തിയത്. ഈ വിപ്ലവകരമായ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന് റൈൻസ്, 1995-ലെ ഭൗതികനോബേൽ പങ്കിട്ടു. ഒന്നല്ല, കുറഞ്ഞത് മൂന്ന് തരത്തിലുള്ള ന്യൂട്രിനോകളും അവയുടെ ആന്റി പാർട്ടിക്കിളുകളും പ്രകൃതിയിൽ നിലനിൽക്കണം എന്നു നമുക്കറിയാം. ന്യൂട്രിനോകളുടെ പിണ്ഡം

(mass) തീരെച്ചെറുതാണ്. അതിന്റെ മൂല്യമെന്താണന്ന് ഇതുവരെ ആർക്കും നിശ്ചയമില്ല. മാത്രമല്ല വളരെദൂരം (നൂറുകണക്കിനു കിലോമീറ്ററൊ അതിലധികമോ) സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ഒരു തരത്തിലുള്ള ന്യൂട്രിനോ മറ്റൊരു തരത്തിലുള്ള ന്യൂട്രിനോ ആയി രൂപം മാറുന്നു. ഇത് ന്യൂട്രിനോ ഓസ്സിലേഷൻ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു ക്വാണ്ടം മെക്കാനിക്കൽ പ്രതിഭാസമാണ്. ഈ പ്രതിഭാസം നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടത് കണികാഭൗതികത്തിൽ ഒരു വൻ വഴിത്തിരിവാണ്.

5.2 എന്തിന് അവയെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യണം?

സമീപകാലത്തെ പരീക്ഷണ-നിരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്ന് നേരത്തെ കരുതിയിരുന്നതു പോലെ ന്യൂട്രിനോ മാസ്സ് പൂജ്യമല്ല എന്ന് തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ന്യൂട്രിനോയെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യാനുള്ള ബുദ്ധിമുട്ട് കാരണം ഓരോ വ്യക്തിഗത ന്യൂട്രിനോയുടെയും മാസ്സ് എത്രയാണെന്നാർക്കും നിശ്ചയമില്ല. പൂജ്യം മാസ്സുള്ള പ്രകാശകണങ്ങൾ (ഫോട്ടോണുകൾ) കഴിഞ്ഞാൽ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഏറ്റവും സുലഭമായ കണങ്ങൾ ന്യൂട്രിനോകളാണ്. അതിനാൽത്തന്നെ, അവയ്ക്ക്, തീരെച്ചെറിയ മാസ്സുണ്ടാകുന്നതു പോലും തങ്ങളുടെ

ഗുരുത്വാകർഷണ പ്രഭാവം വഴി (മാസ്സുള്ളതിനാൽ ഗുരുത്വാകർഷണം അത് തീരെച്ചെറുതാണെങ്കിൽക്കൂടി ഉണ്ടാകും; അങ്ങനെ, അനേക കോടി കണങ്ങളുടെ ഗുരുത്വാകർഷണ പ്രഭാവം ഒന്നു ചേർന്ന് വലിയ ഒരു പ്രഭാവമായ് മാറാം) പ്രപഞ്ചപരിണാമത്തിൽ സാരമായ പങ്ക് വഹിക്കാൻ ഇവയെ സഹായിക്കും.

അടുത്തകാലത്ത് പ്രപഞ്ച പരിണാമത്തെപ്പറ്റി തെളിവുകൾ തരുന്ന പല ജ്യോതിശാസ്ത്ര നിരീക്ഷണങ്ങളും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽത്തന്നെ ന്യൂട്രിനോയുടെ മാസ്സും അവയുടെ മറ്റ് സ്വഭാവങ്ങളും നേരിട്ടു പഠിക്കുക വഴി ഈ ജ്യോതിശാസ്ത്ര നിരീക്ഷണങ്ങളെ ശരി വയ്ക്കുന്ന പല വിവരങ്ങളും നമുക്ക് ശേഖരിക്കാനാകും. ഒരു തരത്തിൽപ്പറഞ്ഞാൽ പ്രപഞ്ചോത്പത്തിയെക്കുറിച്ചുള്ള പല പ്രധാനപ്പെട്ടതും, മൗലികവുമായ ചോദ്യങ്ങൾക്കുള്ള ഉത്തരങ്ങൾ ന്യൂട്രിനോകളുടെ പക്കൽ ഉണ്ട്. ഇതു കൂടാതെ നക്ഷത്രങ്ങളിലെ ഊർജ്ജോത്പാദനത്തെപ്പറ്റിയും ന്യൂട്രിനോകൾക്കുത്തരം തരാനാകും.ഇപ്പോൾ നമ്മുടെ പക്കൽ കുറച്ചുത്തരങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും, മുഴുവൻ ഉത്തരങ്ങളും ഭാവി പരീക്ഷണ-നിരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നു മാത്രമെ ലഭിക്കുകയുള്ളൂ.

ന്യൂട്രിനോകളുപയോഗിച്ച്, നമുക്ക് ഭൂമിയുടെ, കാമ്പ് മുതലിങ്ങോട്ടുള്ള അന്തർഭാഗത്തേക്കുറിച്ച് പഠിക്കാൻ പറ്റും. ഇതിന് ന്യൂട്രിനോ ടോമോഗ്രഫി എന്നാണ് പറയുന്നത്. ഇത്, ന്യൂട്രിനോകൾ ഭൂമിക്കുള്ളിലൂടെ കടന്നു പോകാൻ പ്രാപ്തിയുള്ള ഏക കണങ്ങളായതിനാലാണ് സാധ്യമാകുന്നത്.

5.3 ന്യൂട്രിനോ നിരീക്ഷണാലയങ്ങൾ എന്തു കൊണ്ട് ഭൂമിക്കടിയിലായിരിക്കണം?

നേരത്തെ പ്രതിപാദിച്ചതു പോലെ ദ്രവ്യവുമായ് അശക്ത ബലം വഴി മാത്രം പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ, ഒരു പരീക്ഷണശാലയിൽ, ന്യൂട്രിനോകളെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യുക വളരെ പ്രയാസമേറിയ ഒരു കാര്യമാണ്.ഭൗമോപരിതലത്തിൽ ഒരു ഡിറ്റക്ടർ വച്ചാലും ന്യൂട്രിനോകൾ അതിലൂടെ കടന്നു പോകും. എന്നാൽ, ഉപരിതലത്തിൽ ന്യൂട്രിനോകളെക്കൂടാതെ കോസ്മിക് റേകൾ, പ്രകൃതിദത്ത റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്നിവയുണ്ട്. ഇവയെല്ലാം ഡിറ്റക്ടറിൽക്കൂടീക്കടന്നു പോവുകയും സിഗ്നലുകൾ തരുകയും ചെയ്യും. അതിനാൽ ഡിറ്റക്ടറിൽക്കാണപ്പെട്ടത് ന്യൂട്രിനോയാണോ അതോ മറ്റെന്തെങ്കിലുമാണോ എന്ന് നിർണയിക്കാൻ സാധിക്കില്ല. ഡിറ്റക്ടറിൽ നമുക്കുപയോഗമില്ലാത്ത ഈ അനാവശ്യ കണികകളിൽ നിന്നുള്ള അനാവശ്യ പശ്ചാത്തല സിഗ്നലുകൾ (background) ഒഴിവാക്കുന്നതിനാണ് ന്യൂട്രിനോ നിരീക്ഷണശാലകൾ ഭൂമിക്കടിയിൽ സ്ഥാപിക്കുന്നത്.ഡിറ്റക്ടറിനു മേലെയുള്ള ഭൂമി ഒരു അരിപ്പ പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇത് ന്യൂട്രിനോകൾക്ക് സുതാര്യവും, മറ്റ് കണങ്ങൾക്കതാര്യവുമാണ്. അങ്ങനെ ഭൂമിക്കടിയിൽ എത്ര ആഴത്തിൽ ഡിറ്റക്ടർ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു എന്നതിനനുസരിച്ച് പശ്ചാത്തല കണങ്ങൾ തടയപ്പെടുന്നു.

ന്യൂട്രിനോകളെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യാനായി ഭൂമിക്കടിയിൽ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ട, ലോകത്തിലെ ആദ്യ ലാബുകളിലൊന്നാണ്, ഭൂമിക്കടിയിൽ ഏകദേശം 2000 മീറ്ററിലധികം ആഴത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന, ഇന്ത്യയിലുള്ള, കോളാർ സ്വർണ്ണഖനി.

(Kolar Gold Field (KGF)) അന്തരീക്ഷ ന്യൂട്രിനോകളെ ആദ്യമായ് ഡിറ്റക്ട് ചെയ്തതിവിടെയാണ്. 1965-ഇൽ. ഖനി അടയ്ക്കപ്പെട്ടതോടെ ഈ ലാബിന്റെ പ്രവർത്തനവും നിർത്തി. ലോകത്തുള്ള എല്ലാ ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയങ്ങളും ഒരു കിലോമീറ്ററോ അതിലധികമോ ആഴത്തിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. രണ്ട് തരം ഭൂഗർഭ ലാബുകളാണുള്ളത് : ഒന്ന് ഒരു ഖനിക്കുള്ളിൽ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ളവ, രണ്ട് ഒരു റോഡ് തുരങ്കത്തിനുള്ളിൽ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ളവ. ലോകത്തിപ്പോൾ നാല് പ്രധാന ന്യൂട്രിനോ നിരീക്ഷണാലയങ്ങളുണ്ട് : കാനഡയിലെ സഡ്ബറിയിൽ, ജപ്പാനിലെ കമിയോക്കയിൽ, ഇറ്റലിയിലെ ഗ്രാൻസാസ്സോ പർവതത്തിൽ, യുഎസ്സിലെ സൗഡാൻ ഖനിയിൽ എന്നീയിടങ്ങളിലാണിവ. കോളാർ ഖനികളിലെ ന്യൂട്രിനോ പഠനങ്ങളെപ്പോലെ നല്ല നല്ല ന്യൂട്രിനോ പഠനങ്ങൾക്കായ് INO ഉൾപ്പടെ മറ്റനേകം ന്യൂട്രിനോ പരീക്ഷണങ്ങളും നടത്താൻ ലോകമെമ്പാടുമുള്ള ശാസ്ത്രലോകം തയ്യാറെടുത്തു വരുന്നു.

5.4 ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണാലയുടെ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനുള്ള മാനദണ്ഡങ്ങൾ.

1. എല്ലാ ദിശകളിലും[1] 1000 മീറ്ററിലധികം ഭൂമി മുകളിലുണ്ടാവണം. അനാവശ്യമായ പശ്ചാത്തല

[1] [ഗുഹ ഒരു പീഠഭൂമിക്കു താഴെയല്ലെങ്കിൽ നേരെ ലംബമായ് 1200 മീറ്ററിലധികം ഭൂമി മുകളിലുണ്ടാകണം എന്നാണിതു കൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നത്.]

കോസ്മിക് റേകളെ തടയാനാണിത്. ഏതൊരു സൈറ്റും ഈ ഭൗതികശാസ്ത്ര മാനദണ്ഡമനുസരിക്കേണ്ടതാണ്.

2. അപകട സാധ്യ്താ ഘടകങ്ങൾ (risk factors):സുരക്ഷാ മാനദണ്ഡമനുസരിച്ച് പാറയുടെ സ്ഥിരത പ്രധാനപ്പെട്ടൊരു ഘടകമാണ്. ഈ ലാബ്, ഇത്രയുമാഴത്തിൽ നിർമ്മിക്കാൻ പോകുന്ന, ഭാരതത്തിലെ ഏറ്റവും വലിയ ഭൂഗർഭ ലാബായിരിക്കും. അതിനാൽത്തന്നെ, ഭൂമിശാസ്ത്രസാങ്കേതികമായ അറിവുകൾ (geotechnical information) മുന്നേയുണ്ടാകുന്നാത് അപകടസാധ്യത അളക്കുന്നതിൽ പ്രധാനമാണ്. ഡിറ്റക്ടർ ലോഡ് ഫാക്ടർ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിന്, പാറയുടെ സ്ഥിരത, സാന്ദ്രത, ഒതുക്കം (stability,density,compactness) എന്നിവ പ്രധാനപ്പെട്ടവയാണ്.

3. ഭൂകമ്പ സ്ഥിരത (seismic stability) ഇത്തരമൊരു നിരീക്ഷണാലയത്തിന്റെയും, അനുബന്ധ ഉപരിതല സൗകര്യങ്ങളുടെയും നിർമ്മാണത്തിനും, സ്ഥിരതയ്ക്കും, പ്രവർത്തന കാലയളവിനും (50 മുതൽ 100 വർഷം വരെ) പ്രധാനമാണ്.

4. ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ അറിവുകൾ : പശ്ചാത്തലം (background) കണക്കാക്കുന്നതിനായ്, പ്രദേശത്തിന്റെ പൂർണ്ണ ത്രിമാന ടോപോ ഭൂപടം (3D topo map) ലഭ്യമായിരിക്കണം. പ്രതിവർഷം 75 മുതൽ 100 സെന്റീമീറ്റർ മാത്രം മഴ ലഭിക്കുന്ന ദുർല്ലഭ വൃഷ്ടി പ്രദേശങ്ങളാണ് ഡിറ്റക്ടറിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനഭികാമ്യം. ഇത് ഡിറ്റക്ടർ ഹ്യുമിഡിറ്റി സെൻസിറ്റീവ് (humidity sensitive) ആയതുകൊണ്ടാണ്. ലാബിന്റെ താപനിയന്ത്രണത്തിനു വേണ്ടുന്ന വെള്ളം കൂടാതെ, 1 ടെസ്ലയിലധികം മാഗ്നറ്റിക് ഫീൽഡ് നൽകാനുപയോഗിക്കുന്ന കാന്തങ്ങളെത്തണുപ്പിക്കുന്നതിനും ആവശ്യമായ വെള്ളം എല്ലായ്പ്പോഴും ലഭ്യമായിരിക്കണം.

5. പാരിസ്ഥിതിക പ്രത്യാഘാതം : അടിസ്ഥാന ആവശ്യങ്ങൾ കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ, പദ്ധതി പ്രദേശം ഒരു ലോലമായ ജൈവ-പാരിസ്ഥിതിക പ്രദേശത്തോ അതിനരികിലോ ആവും സ്ഥിതി ചെയ്യുക എന്നു കാണാം. പ്രത്യാഘാതം നിർമ്മാണഘട്ടത്തിലേ പ്രധാനമായും ഉണ്ടവുകയുള്ളൂ. എന്നാൽ, ഈ പ്രത്യാഘാതത്തിന്റെ അളവു കുറയ്ക്കാനും, അതിനെ നിയന്ത്രിച്ചു നിർത്താനും സാധിക്കും. പ്രവർത്തന സമയത്ത് പ്രത്യാഘാതങ്ങളുണ്ടാവാനുള്ള സധ്യത വളരെക്കുറവാണ്.

6. എത്തിച്ചേരൽ : നല്ല വ്യാവസായിക അടിസ്ഥാനസൗകര്യങ്ങളുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട നഗരങ്ങളിലേയ്ക്ക് വളരെപ്പെട്ടന്ന് പോകാനും വരാനും കഴിയണം.

7. ന്യൂട്രിനോ ബീം : ഭാവിയിൽ വന്നേക്കവുന്ന വിവിധ ന്യൂട്രിനോ ഫാക്ടറികളിലേക്കുള്ള ദൂരവും, ഭൗതികശാസ്ത്രപരമായി, ഉണ്ടായേക്കാവുന്ന ഏതെങ്കിലും പ്രത്യേക ആനുകൂല്യം.

8. സ്ഥലത്തിന്റെ ദീർഘകാല ലഭ്യത.

6 ഐ.എൻ.ഓയ്ക്കുള്ള വീക്ഷണവും വെല്ലുവിളിയും

ഇന്ത്യയിലെ മറ്റൊരു മൗലികശാസ്ത്ര പദ്ധതിയും ശ്രമിക്കാത്തത്ര വലിയ തരത്തിലാണ് INO വിഭാവനം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. ന്യൂട്രിനോ കൊളാബറേഷൻ ഗ്രൂപ്പ്, എന്ന കൂട്ടായ്മയ്ക്കു ജന്മം നൽകിയ, ഭാരതത്തിലെ, 7 സ്ഥാപനങ്ങൾ ഒപ്പു വച്ച ആദ്യ ധാരണാക്കരാർ (MoU) അതുപോലത്തെ ആദ്യത്തെക്കരാറാണ്. ഇത് ഭാരത ശാസ്ത്ര സമൂഹത്തിന്റെ ഉത്സാഹത്തിന്റെയും സഹകരണമനോഭാവന്റെയും തെളിവാണ്.

പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ, 50000 ടൺ ഭാരമുള്ള ഒരു മാഗ്നറ്റൈസ്ഡ് (കാന്തവത്കരിച്ച) ഇരുമ്പ് കളോരിമീറ്റർ ഡിറ്റക്ടർ, ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ, കോസ്മിക് റേ പ്രവർത്തനം വഴിയുത്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന അന്തരീക്ഷ ന്യൂട്രിനോകളെപ്പറ്റി പഠിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കും. ഇത് ന്യൂട്രിനോ ഒസ്സിലേഷൊന്റെ പരാമീറ്ററുകൾ കൃത്യമായ് അളക്കുന്നതിനാണ്. ഇനിയൊരു ലക്ഷ്യം ന്യൂട്രിനോ മാസ്സുകൾ ഏത് ക്രമത്തിലാണടുക്കി വച്ചിരിക്കുന്നത് (ordering) എന്നതിനെപ്പറ്റി പഠിക്കുക എന്നതാണ്. ഇപ്പോഴത്തെ അറിവുപയോഗിച്ച് ന്യൂട്രിനോ മാസ്സുകൾ ഏത് ക്രമത്തിലാണടുക്കി വച്ചിരിക്കുന്നത് എന്നറിയില്ല. ഇത് ന്യൂട്രിനോ ഭൗതികത്തിലെ വളരെ മൗലികമായ ഒരു തുറന്ന സമസ്യയാണ്. INO-യ്ക്കും ഒരു പക്ഷെ NOνA-യ്ക്കുമല്ലാതെ (നോവ), ലോകത്ത് ഇപ്പോഴുള്ളതോ, ഇനി വരാനിരിക്കുന്നതോ

ആയ മറ്റൊരു ഡിറ്റക്ടറിനും , അടുത്ത 10 വർഷങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ഈ ചോദ്യത്തിനുത്തരം നൽകാനാവില്ല. പോസിറ്റീവും നെഗറ്റീവും മ്യുവോണുകളെ വേർതിരിച്ചറിയാനുള്ള കഴിവുള്ളതു കൊണ്ട് INO-യ്ക്ക് ഈ ചോദ്യത്തിനുത്തരമേകാനാവും.

ഈ ഡിറ്റക്ടർ, ജപ്പാനിലെയോ, യൂറോപ്പിലെയോ, യൂഎസ്സിലെയോ, ഒരു ന്യൂട്രിനോ ഫാക്ടറിയിൽ ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ന്യൂട്രിനോ ബീമിനെ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യാനുള്ളാ വിദൂര ഡിറ്റക്ടറായ് ഒരു ദീർഘദൂര (6000 കി.മീ മുതൽ 11500 കി.മീ വരെ) പരീക്ഷണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാനാകും. ഈ ന്യൂട്രിനോകൾ വിദൂരഭാവിയിൽ (10-15 വർഷങ്ങൾക്കു ശേഷം), മേൽപ്പറഞ്ഞ ഏതെങ്കിലും സ്ഥലത്തുള്ള ഒരു ആക്സിലറേറ്റർ സൗകര്യത്തിൽ ഉത്പാദിപ്പിക്കപെടുന്നവയാകും. ഈ ന്യൂട്രിനോകളെ, ഭൂമിയുടെ പല ഭാഗങ്ങളിലായ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന അനുയോജ്യ ഡിറ്റക്ടറുകളിലേക്കയയ്ക്കുകയും, അവയെപ്പറ്റി പഠിക്കുകയും ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

[ആക്സിലറേറ്റർ സൗകര്യത്തിൽ മനുഷ്യനിർമ്മിതമാണെങ്കിലും, ഭൂമിക്കുള്ളിലൂടെ ബീമായ്ക്കടന്നു പോയി വിദൂര ഡിറ്റക്ടറിൽ ഡിറ്റക്ട് ചെയ്യപ്പെടുമെങ്കിലും, അവ ന്യൂട്രിനോകളാണെന്നും, അവ അപ്പോഴും അശക്ത ബലം വഴി മാത്രമേ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുകയുള്ളൂ എന്നും, അതിനാൽത്തന്നെ അവ മനുഷ്യനോ, മറ്റ് ജീവജാലങ്ങൾക്കോ, എന്തിന് ഭൂമിക്കു പോലും ഹാനികരമല്ല എന്നത് വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതും എപ്പോഴും ഓർത്തിരിക്കേണ്ടതുമായ ഒരു വസ്തുതയാണ്. ഒരു മനുഷ്യനെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെയധികം സാന്ദ്രതയുള്ള ഭൂമിയിൽക്കൂടി ന്യൂട്രിനോകൾ കടന്നു പോകുന്നുവെന്നും, എന്നിട്ടും ഭൂമിക്ക് ഒരു ദോഷവും സംഭവിക്കുന്നില്ല എന്നുമുള്ള വസ്തുത തന്നെ, ന്യൂട്രിനോകളുടെ ശ്രോതസ്സേതായാലും അവയ്ക്ക് ദോഷമായി ഒരിക്കലും പ്രതിപ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കില്ല എന്നതിനു തെളിവാണ്. (ന്യൂട്രിനോകൾ ഒരുപാട് കിലോമീറ്ററുകളും പ്രകാശവർഷങ്ങളും താണ്ടാൻ കെൽപ്പുള്ളവരാണെന്നതു തന്നെ അവയെ വളരെ കൗതുകകരമായ കണങ്ങളാക്കുന്നു.) അതിനാൽത്തന്നെ ഒരു ന്യൂട്രിനോ പരീക്ഷണവും ആയുധ വികസനത്തിനു വേണ്ടിയുള്ളതല്ല, മറിച്ച്, പ്രകൃതിയുടെ കൗതുകങ്ങളിലെക്ക് തുറക്കുന്ന ജാലകങ്ങൾ മാത്രമാണ്.] INO പ്രവർത്തനത്തിന്റെ രണ്ടാം ഘട്ടമായാണ് ബീം പരീക്ഷണങ്ങളെക്കണക്കാക്കുന്നത്. പക്ഷെ ന്യൂട്രിനോ ഫാക്ടറികൾ ഇതു വരെ ഒരിടത്തും നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്തതിനാൽ ഇത് ഒരു വിദൂര ലക്ഷ്യമാണ്. എങ്കിലും, ഇത് പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന സമൃദ്ധമായ ശാസ്ത്രജ്ഞാനം കൂടാതെ, ഈ ഘട്ടത്തിലെ പ്രവർത്തനത്തിന് ഏറ്റവും പ്രധാനമായ ചാർജ് തിരിച്ചറിയൽ INO-യ്ക്ക് നന്നായ് ചെയ്യാൻ പറ്റുമെന്നതും, ഇതിനുള്ള പ്രചോദനമാണ്. രാജ്യത്തെ വളർന്നു വരുന്ന കണികാ/ഉന്നതോർജ ഭൗതികത്തിൽ ഒരുപാട് സ്വാധീനം ചെലുത്താൻ സാധിക്കും. INO-യിൽ പരിശീലിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ആളുകൾ, ഇവിടെ മാത്രമല്ല, ലോകത്തുള്ള മറ്റ് കണികാഭൗതിക പദ്ധതികളിലും തങ്ങളുടെ വൈദഗ്ധ്യം സംഭാവന ചെയ്യാൻ പ്രാപ്തിയുള്ളവരായിരിക്കും. ദീർഘ കാലയളവിൽ INO, ഭൗതികശാസ്ത്രം, ഭൂമിശാസ്ത്രം, ജീവശാസ്ത്രം, മറ്റ് അനുബന്ധ എൻജിനീറിങ്ങ് മേഖലകൾ എന്നിവ പഠിക്കാനുള്ള ഒരു ലോകോത്തര ഭൂഗർഭ നിരീക്ഷണശാലയായ് വളരുമെന്ന് കരുതുന്നു. INO ഒരു ലോലമായ ജൈവ-പാരിസ്ഥിതിക മേഖലയിലായിരിക്കും സ്ഥിതി ചെയ്യുക എന്നതിനേപ്പറ്റി, ഇതിലേ ഒരോ അംഗവും ശരിക്കും ബോധവാൻ/ബോധവതി ആണ്. പ്രവർത്തന ഘട്ടത്തിൽ, ഈ ലാബ് പരിസ്ഥിതിക്ക്, ഏതെങ്കിലും വിധത്തിലുള്ള ദോഷം, ശല്യം ഉണ്ടാക്കുമെന്നു കരുതുന്നില്ല. നിർമ്മാണ ഘട്ടത്തിലുണ്ടാകുന്ന ശല്യം കുറയ്ക്കാൻ എല്ലാ വിധ ശ്രമങ്ങളും നടത്തും.

ലോകോത്തര ഗവേഷണത്തിനായ് ഒരു പുതിയ ഗവേഷണശാല നിർമ്മിക്കുന്നതിലേക്ക്, INO, ശാസ്ത്രജ്ഞരേയും, എൻജിനീയർമാരേയും ക്ഷണിക്കുന്നു. ഈ നിരീക്ഷണശാല സ്ഥാപിക്കുന്നതിനുള്ള വെല്ലുവിളികൾ നേരിടാൻ ഞങ്ങളുടെ കൂടെച്ചേരുവാനും, വ്യത്യസ്തമായെന്തെങ്കിലും ചെയ്യുവാനുമുള്ള നല്ല അവസരമാണിത്!

ബന്ധപ്പെടാനുള്ള വിവരങ്ങൾ : കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾക്കായ് www.ino.tifr.res.in എന്ന വെബ്സൈറ്റ് സന്ദർശിക്കുക, അല്ലെങ്കിൽ താഴെക്കാണിച്ചിരിക്കുന്ന മേൽ വിലാസത്തിൽ ബന്ധപ്പെടുക :

പ്രൊഫസ്സർ എൻ.കെ.മൊണ്ടൽ (വക്താവ്),
റ്റാറാ ഇൻസ്റ്റിട്യൂട്ട് ഓഫ് ഫണ്ടമെന്റൽ റിസേർച് (TIFR),
ഹോമി ഭാഭാ റോഡ്,
മുംബൈ-400 005
URL: www.ino.tifr.res.in