ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങൾ വീണ്ടും . .

ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങളെ കണ്ടെത്തിയതിന്റെ അലയൊലികൾ അടങ്ങും മുമ്പേ ലൈഗോ ഡിറ്റ്ക്ടറുകളിൽ മറ്റൊരു ഇരട്ട തമോഗർത്ത കൂട്ടിയിടിയുടെ വിവരങ്ങൾ കൂടി ലഭ്യമായി. 1.4 ബില്ല്യൻ വര്ഷങ്ങള്ക്ക് മുമ്പ് സൂര്യനെക്കാൾ പതിനാലും എട്ടും മടങ്ങ് ഭാരമുള്ള രണ്ടു തമോഗർത്തങ്ങൾ പരസ്പരം ചുറ്റിത്തിരിഞ്ഞു കൂട്ടിയിടിച്ചതിന്റെ (ഇരട്ടതമോഗര്ത്ത ലയനം) ഫലമായി ഉണ്ടായ തരംഗങ്ങൾ 2015 ഡിസംബർ 26നു ഇന്ത്യൻ സമയം രാവിലെ 09:09 നു അമേരിക്കയിലെ ലിവിങ്ങ്സ്റ്റണിലും ഹാന്ഫോർഡിലുമായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന രണ്ടു ലൈഗോ ഡിറ്റ്ക്ടറുകളിൽ ദൃശ്യമാവുകയായിരുന്നു. കൂട്ടിയിടിയുടെ തൊട്ടു മുമ്പുള്ള ഒരു സെക്കന്റ് ദൈർഘ്യമാണ് തരംഗങ്ങൾ ലൈഗോയുടെ നിരീക്ഷണപരിധിക്കുള്ളിൽ വന്നത്. ഏതാണ്ട് സൂര്യന്റെ ഭാരത്തിനു സമാനമായ ഊർജ്ജം ഈ ചുരുങ്ങിയ സമയത്തിനുള്ളിൽ വികിരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു.

ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങളുടെ ഏറ്റവും ആദ്യത്തെ പ്രത്യക്ഷ തെളിവായി മാറിയ ആദ്യ തമോഗര്ത ലയനത്തിൽ രൂപം കൊണ്ട ഒറ്റ തമോഗര്തത്തിനു സൂര്യന്റെ 65 ഇരട്ടി ഭാരമുണ്ടായിരുന്നെങ്കിൽ അതിൽ നിന്നും ഏറെ വിഭിന്നമായി പുതിയതിന് 21 മടങ്ങ് ഭാരം മാത്രമേ ഉള്ളു. പ്രപഞ്ചത്തിൽ കൂടുതലായും ഉണ്ടാവുമെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നത് ശക്തി കുറഞ്ഞ ഇത്തരം തമോഗർത്തലയനങ്ങളാണെങ്കിലും ഇവയെ കണ്ടെത്തുക വിഷമകരമാണ്. സമയദൈർഘ്യം താരതമ്യേന കൂടിയ ഇത്തരം തരംഗങ്ങൾ ഡിറ്റക്ടറുകളിൽ നേരിയ പ്രകമ്പനം മാത്രം സൃഷ്ടിച്ചു കടന്നു പോവുന്നു. ഭൗമപ്രതിഭാസങ്ങളുടെ ആകെത്തുകയായി ഉണ്ടാവുന്ന പശ്ചാത്തല പ്രകമ്പനങ്ങൾ(Noise) ഏതാണ്ട് ഇതേ അളവിൽ ഡിറ്റ്ക്ടറുകളിൽ സദാ സമയവും ഉണ്ടാവുമെന്നിരിക്കെ അവയിൽ നിന്നും ഈ തരംഗങ്ങളെ പ്രത്യക്ഷത്തിൽ വേർതിരിക്കാനാവില്ല. മാച്ച് ഫിൽറ്റർ (matched filter) എന്നറിയപ്പെടുന്ന സങ്കീർണ്ണമായ ഡേറ്റാ വിശകലന രീതികളുടെ സഹായത്തോടെ മാത്രമേ ഇവയെ വേർതിരിക്കാനാവൂ. പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന തരംഗത്തിന്റെ കൃത്യമായ മാതൃക അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയുള്ള ഈ രീതി 1949-ൽ വെയ്നർ ആണ് ആവിഷ്കരിച്ചത്.

25 വര്ഷങ്ങള്ക്ക് മുമ്പ് പുനെയിലെ അയൂക്കയിൽ പ്രൊഫ്. സഞ്ജീവ് ധുരന്ധറിന്റെ നേതൃത്വത്തിലുള്ള സംഘമാണ് ഗുരുത്വകർഷണ തരംഗ ഗവേഷണങ്ങള്ക്കായി മാച്ച് ഫിൽറ്റർ രീതി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതിന്റെ സാധ്യതകളെക്കുറിച്ച് പഠനം നടത്തിയത്. പിന്നീടുള്ള വർഷങ്ങളിൽ IUCAA, IISER തിരുവനന്തപുരം, IIT ഗാന്ധിനഗർ തുടങ്ങി ലോകത്തിന്റെ പല ഭാഗങ്ങളിലുള്ള ഗവേഷകരുടെ ശ്രമഫലമായി മാച്ച് ഫിൽറ്റർ കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമമായ ഒരു അൽഗൊരിതമായി വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടു . ഐൻസ്റ്റൈന്റെ പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയുള്ള കൃത്യതയാര്ന്ന പഠനങ്ങളിലൂടെയാണ് മാച്ച് ഫിൽറ്ററിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന തരംഗമാതൃകകളെ രൂപകൽപന ചെയ്യുന്നത്. പ്രൊഫ്. ബാല അയ്യരുടെ നേതൃത്വത്തിലുള്ള സംഘം ഫ്രാൻസിലെ ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞരുമായി സഹകരിച്ചു കഴിഞ്ഞ മൂന്നു ദശകങ്ങൾക്കിടെ നടത്തിയ

ഗവേഷണങ്ങൾ ഇതിൽ പ്രധാന പങ്ക് വഹിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ രംഗത്ത് വൈദഗ്ധ്യം നേടിയ ICTS, CMI, TIFR എന്നിവിടങ്ങളിലെ ഗവേഷകർ പിന്നീട് ഇവയുടെ കൃത്യത പടിപടിയായി വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിനും തമോഗർത്തഭ്രമണം പോലുള്ള കൂടുതൽ സങ്കീർണ്ണമായ ഭൗതിക പ്രതിഭാസങ്ങളുടെ സ്വാധീനം തരംഗമാതൃകകളിൽ ഉൾക്കൊള്ളിക്കുന്നതിനും ഏറെ സഹായിച്ചു. ദൃശ്യമായ തരംഗങ്ങൾ ഐൻസ്റ്റൈന്റെ പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പ്രവചനങ്ങളെ ശെരി വെക്കുന്നതാണെന്ന് സ്ഥിരീകരിക്കുന്നതിൽ അന്താരാഷ്ട്ര സംഘത്തോടൊപ്പം CMI, ICTS, IISER കൊൽക്കത്ത, IISER തിരുവനന്തപുരം, TIFR എന്നിവിടങ്ങളിലെ ഗവേഷകരും പങ്കു ചേർന്നു. തമോഗർത്തലയനത്തിൽ രൂപം കൊള്ളുന്ന ഒറ്റത്തമോഗർത്തത്തിന്റെ ഭാരവും ഭ്രമണവും തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നതിലും ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗമായി വികിരണം ചെയ്യപ്പെട്ട ഊർജ്ജത്തിന്റെ അളവ് കണക്കാക്കുന്നതിലും ICTS, IUCAA എന്നിവിടങ്ങളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ കാര്യമായ സംഭാവനകളുണ്ട്.

ISRO ഈയിടെ വിക്ഷേപിച്ച ജ്യോതിശാസ്ത്ര ഉപഗ്രഹമായ ആസ്ട്രോസാറ്റിൽ ഘടിപ്പിച്ച CZT ഇമേജർ ഉപകരണം അതിന്റെ പ്രഥമ ഗുരുത്വാകർശണ തരംഗ തുടര് നിരീക്ഷണം നടത്തിയത് ഈ ഇരട്ട തമോഗർത്ത ലയനത്തിന്മേലാണ്. ലൈഗോ ഇന്ത്യ എന്നാ പേരിൽ മൂന്നാമത്തെ ലൈഗോ ഡിറ്റക്ടർ ഇന്ത്യയിൽ സ്ഥാപിക്കുന്നതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രവർത്തനങ്ങളിലാണ് IPR, IUCAA, RRCAT എന്നിവിടങ്ങളിലെ ഒട്ടേറെ ശാസ്ത്രജ്ഞർ. പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ കൂടുതൽ ആഴങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗ പ്രതിഭാസങ്ങളെ കണ്ടെത്താനും അവകളുടെ സ്ഥാനവും ഘടനയും കൂടുതൽ കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കാനും ലൈഗോ ഇന്ത്യ കൂടി ഉൾപ്പെടുന്ന ഡിറ്റക്ടർ ശ്രുംഖലകൾക്കു സാധിക്കും.

ഡിറ്റ്ക്ടറുകളുടെ നിർദ്ദിഷ്ട നവീകരണം പൂർത്തിയാകുന്നതിനു ഏറെ മുമ്പ് തന്നെ നടന്ന രണ്ടു കണ്ടെത്തലുകൾ പ്രാപഞ്ചിക പഠനത്തിന് ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങൾ തുറക്കുന്ന അനന്ത സാധ്യതകളിലേക്ക് വിരൽ ചൂണ്ടുന്നു. ഈ വർഷം നിരീക്ഷണം ആരംഭിക്കുന്ന ഇറ്റലിയിലെ വിർഗോ, ജപ്പാനിൽ നിർമ്മാണത്തിലിരിക്കുന്ന കാഗ്ര എന്നിവ ഉൾപ്പെടുന്ന ഡിറ്റ്ക്ടർ ശൃംഖലയിലെ പുതിയ കണ്ണിയായി അടുത്ത ദശകത്തിന്റെ ആദ്യ വേളകളിൽ ലൈഗോ ഇന്ത്യയും പ്രവർത്തനക്ഷമമാവുമെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. ലിസ പാത്ത്ഫൈണ്ടറിന്റെ മികച്ച വിജയം ഭാവിയിൽ ഒരു ബഹിരാകാശ കേന്ദ്രീകൃത ഡിറ്റക്ടർ ഉണ്ടാവാനുള്ള ശക്തമായ സൂചനകളാണ്. ഇവയ്ക്കു പുറമേ പൾസാർ ടൈമിംഗ് അറെയ് ഗവേഷണ രംഗം പക്വതയാർജിക്കുക കൂടി ചെയ്യുന്നതോടെ വിവിധ ആവൃത്തി പരിധികളിലുള്ള തരംഗങ്ങൾ നമുക്ക് ദൃശ്യമായി തുടങ്ങും. വിവിധ ആവൃത്തി പരിധികൾ വിവിധങ്ങളായ ഭൗതിക പ്രതിഭാസങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നവയാണ്.

കഴിഞ്ഞ ഫെബ്രുവരിയിൽ ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങൾ കണ്ടെത്തിയതിനെ കുറിച്ചുള്ള ആദ്യ വിവരങ്ങൾ ലൈഗോ പുറത്തുവിട്ടത് വലിയ ജനശ്രദ്ധ പിടിച്ച് പറ്റിയിരുന്നു. സ്പെഷ്യൽ ബ്രേക്ക്ത്രൂ പ്രൈസ് ഇൻ ഫണ്ടമെന്റൽ ഫിസിക്സ് , ഗ്രുബെർ പ്രൈസ്, കവ്‌ലി പ്രൈസ്, ഷാവ് പ്രൈസ് തുടങ്ങിയ നിരവധി പുരസ്കാരങ്ങൾ ഭൌതിക ശാസത്രത്തിലെ നാഴികക്കല്ലായി മാറിയ ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തിനു ലഭിക്കുകയുണ്ടായി.

ലൈഗോ സയന്റിഫിക് കൊളാബൊറേഷൻ:

അമേരിക്കൻ നാഷണൽ സയൻസ് ഫൌണ്ടേഷന്റെ (NSF) സാമ്പത്തീക സഹായത്തോടെ കാലിഫോർണിയ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയും (CIT) മസചുസെറ്റ്സ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയും (MIT) ചേര്ന്നാണ് ലൈഗോ ഡിറ്റക്ടറുകൾ സ്ഥാപിച്ചത്. ആര് മാസത്തോളം നീണ്ട ആദ്യ ഘട്ട നിരീക്ഷണങ്ങൾക്കു ശേഷം കഴിഞ്ഞ ജനുവരിയിൽ നവീഗരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കായി ഡിറ്റക്ടറുകൾ അടച്ചിരുന്നു. വരുന്ന സെപ്തംബറിൽ കൂടുതൽ കൃത്യതയോടെ നിരീക്ഷണം പുനരാരംഭിക്കുന്നതോട് കൂടി പ്രപഞ്ചത്തെ കുറിച്ചുള്ള കൂടുതൽ രഹസ്യങ്ങൾ ചുരുളഴിയുമെന്നാണ് കരുതപ്പെടുന്നത് .

ലൈഗോ ഡിറ്റക്ടറുകളിൽ നിന്നുള്ള ഡാറ്റ ഉപയോഗിച്ച് ലോകത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ കൂട്ടായ്മയായ ലൈഗോ സയന്റിഫിക് കൊളാബറെഷനും (LSC) യൂറോപ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ കൂട്ടായ്മയായ വിർഗൊ (Virgo) കൊളാബറെഷനും ചേര്ന്നാണ് ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങളെ കുറിച്ചുള്ള പധനങ്ങൾ നടത്തുന്നത്. പുതിയ കണ്ടെത്തലിനെ കുറിച്ചുള്ള വിശദ വിവരങ്ങൾ പ്രസിദ്ധ സയൻസ് ജേർണലായ ഫിസിക്കൽ റിവ്യൂ ലെട്ടേർസിൽ വൈകാതെ പ്റസിദ്ധീകരിക്കപ്പെടും.

ലൈഗോയിലെ ഗവേഷണപ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് നേതൃത്വം നല്കുന്ന ലൈഗോ സയന്റ്റിഫിക് കോളാബരേഷന്റെ (LSC) ഭാഗമായി ലോകത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ആയിരത്തോളം ഗവേഷകർ പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ട്. തൊണ്ണൂറിലധികം യൂനിവേഴ്സിറ്റികളും ഗവേഷണ സ്ഥാപനങ്ങളും ലൈഗോക്കു വേണ്ടിയുള്ള സാങ്കേതികവിദ്യ വികസിപ്പിക്കുന്നതിലും ഡാറ്റ വിശകലനം ചെയ്യുന്നതിലും പങ്കാളികളാണ്. ഏകദേശം 250-ഓളം ഗവേഷക വിദ്യാർഥികൾ കോളാബരേഷനിൽ സജീവ മെംബർമാരായുണ്ട് . യൂറോപ്യൻ ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗ നിരീക്ഷണ ശാല ആയ ജിയോ 600 (GEO600) ഉം LSC-യുടെ ഡിറ്റെക്ടർ നെറ്റ്വർക്കിന്റെ ഭാഗമാണ്.

ഇറ്റലിയിലെ പിസയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന മറ്റൊരു യൂറോപ്യൻ ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗ നിരീക്ഷണ ശാല ആയ വിർഗോ(Virgo) യിലെ ഗവേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കായി പത്തൊൻപതോളം യൂറോപ്യൻ ഗ്രവേഷണ സംഘങ്ങളിൽ നിന്നുമായി 250-ഓളം ശാസ്തജ്ഞരെയും എൻജിനീയര്മാരെയും ഉല്പെടുത്തികൊണ്ട് വിര്ഗോ കോളാബരേഷന് രൂപം നല്കിയിട്ടുണ്ട് .

ഇന്ത്യയിലെ ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗ ഗവേഷണ പ്രവര്ത്തനങ്ങൾ ഏകോപിപ്പിക്കുന്നതിനായി ഇന്ത്യൻ ഇനിഷ്യെറ്റീവ് ഫോര് ഗ്രാവിറ്റെഷനൽ വേവ് ഓബ്സെർവേഷൻസ് (IndiGO) എന്ന പേരിൽ ഒരു കൺസോർഷ്യം 2009 മുതൽ പ്രവര്ത്തിക്കുന്നുണ്ട് . 9 ഇന്ത്യൻ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂ ട്ടുകളിൽ നിന്നായി 6 ഗവേഷണ വിദ്യാർത്ഥികളും 8 പോസ്റ്റ് ഡോക്ടറൽ ഫെല്ലോകളും ഉൾപ്പെടെ മൊത്തം 39 ഗവേഷകരാണ് ഇൻഡിഗോ കൺസോർട്ടിയം വഴി ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന്റെ ഭാഗമായത്. IndiGO ആണ് LSC യിൽ ഇന്ത്യൻ ഗവേഷകരെ പ്രധിനിതീകരിക്കുന്നത് . കൗണ്സിൽ ഓഫ് ഇന്ടസ്ട്രിയൽ റിസേർച്ച് (CSIR), ഡിപ്പാട്ട്മെന്റ് ഓഫ് സയന്സ് ആൻഡ് ടെക്നോളജി, സയൻസ് ആൻഡ് എഞ്ചിനീയറിംഗ് റിസർച്ച് ബോർഡ് , മിനിസ്ട്രി ഓഫ് ഹ്യൂമൻ റിസോഴ്സ് ഡെവലപ്പ് മെന്റ് , ഡിപ്പാട്ട്മെന്റ് ഓഫ് അറ്റോമിക് എനർജി , യു. ജി . സി. തുടങ്ങിയ ഗവണമെന്റ് ഏജൻസികളാണ് ഇന്ത്യയിലെ ഗവേഷണങ്ങൾക്ക് സാമ്പത്തീക സഹായം നൽകുന്നത്.