ശാസ്ത്രഗവേഷണം – പല മുഖങ്ങൾ

എ. ഹരീന്ദ്രനാഥ്

ശ്രീകൃഷ്ണ കോളേജ്, ഗുരുവായൂർ

ഡിസംബർ 18, 2017

SKC Physics - Golden Jubilee Celebration

ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിന്റെ ഒരു നൂറു വർഷങ്ങൾ

Michelson-Morley പരീക്ഷണത്തിന്റെ ശതവാർഷികം 1987ൽ ആഘോഷിക്കുകയുണ്ടായി. ഇതിന്റെ ഭാഗമായി Modern Physics in America എന്ന ഒരു ദ്വിദിന ചർച്ചായോഗം Cleveland, Ohioവിൽ നടന്നു.

ഈ പരീക്ഷണം അമേരിക്കയിൽ ആധുനിക ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഉദയം കുറിച്ചു. പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗതയെ ഭൂമിയുടെ ചലനം ബാധിക്കുന്നില്ല എന്നാണു് ഈ പരീക്ഷണം കണ്ടെത്തിയത്. ഈ NULL RESULT, Einsteinന്റെ വിശേഷ ആപേക്ഷിക സിദ്ധാന്തത്തിനു് (Special Theory of Relativity) വഴിയൊരുക്കി.

ഒരു ശാസ്ത്ര ഗവേഷണത്തിൽ നിന്നു് പ്രതീക്ഷിച്ച ഫലം കിട്ടാതിരിക്കുന്നത് ബൃഹത്തായ പരിവർത്തനങ്ങൾക്ക് വഴി തെളിയിക്കും എന്നതിനു് ഉത്തമോദാഹരണമാണു് ഈ സംഭവം.

1987ലെ ചർച്ചായോഗത്തിലേക്ക് തിരിച്ചു വരാം. ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ പ്രശസ്തരായ ഒട്ടേറെപ്പേർ പ്രഭാഷണങ്ങൾ നടത്തിയ ഈ യോഗം, ഒരു Super Symposium ആയിരുന്നു. ഇവിടെ ചർച്ച ചെയ്യപ്പെട്ട ചില വിഷയങ്ങൾ:

- Supernova 1987A
- High T_c Superconductivity
- Superconducting Super Collider
- Superstrings

കൂട്ടത്തിൽ Grand Challenges to Computational Science എന്ന വിഷയത്തെ അധികരിച്ച് (uses of Super Computer), Kenneth G Wilsonന്റെ പ്രഭാഷണവുമുണ്ടായിരുന്നു.

1987ൽ നടന്ന സംഭവത്തിലേക്ക് മുപ്പത് വർഷങ്ങൾക്കു ശേഷം തിരിഞ്ഞു നോക്കുമ്പോൾ ...

Supernova 1987A

ഒരു നക്ഷത്രത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ ചില പ്രത്യേക മാറ്റങ്ങൾ സംഭവിയ്ക്കുമ്പോൾ, നക്ഷത്രത്തിനുണ്ടാകുന്ന സ്ഫോടനത്തെയാണു് Supernova എന്നു പറയുന്നത്. നമുക്ക് നിരീക്ഷിക്കാവുന്ന സൂപ്പർനോവകൾ വളരെ വളരെ വിരളമാണു്. 1987ലെ Supernovaയ്ക്കു മുമ്പ്, 1604ൽ ആണു് ഒരു Supernova ശ്രദ്ധിയ്ക്കപ്പെട്ടത് (Kepler).

"Supernova story has the big science of the best equipped observatories and particle detectors and the small science of amateurs and old small telescopes" (Robert Kirshner)

Scientific observations on the 1987A Supernova moved the subject from indirect arguments and plausible inferences to experimental evidence. Each central idea has been tested: (1) Is it a massive star? Yes. (2) Was there core collapse with neutrino (an elementary particle) emission? Yes. (3) Is nucleosynthesis theory true? Yes. Was there a formation of a neutron star? Yes.

Superconducting Super Collider, Higgs Boson

1960കളിലാണു് theoretically, Higgs boson പ്രവചിക്കപ്പെടുന്നത്. മുഖ്യമായും ഇത് കണ്ടുപിടിക്കാനായി അമേരിക്കയിൽ Superconducting Super Collider എന്ന ഒരു accelerator facility നിർമ്മിക്കുവാനുള്ള സംരംഭത്തിനു് 1983ൽ US Government അനുമതി കൊടുക്കുകയും നിർമ്മാണം ആരംഭിക്കുകയും ചെയ്തു. സാമ്പത്തിക കാരണങ്ങളാൽ 1993ൽ ഈ പ്രോജക്റ്റ് നിർത്തിവെക്കുകയും ചെയ്തു.

തുടർന്ന് യൂറോപ്പിൽ Large Hadron Collider നിർമ്മിക്കുകയും 2012ൽ ഹിഗ്ഗ്സ് ബോസോൺ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്തു.

LHC is the most powerful accelerator ever built. It sits in a tunnel 100 metres underground at CERN, the European Organization for Nuclear Research on the border of France and Switzerland, near Geneva. It consists of a ring with a circumference of 27 kms. Protons are accelerated to almost the speed of light.

The Higgs particle discovery papers have thousands of authors and involve hundreds of institutions from all over the world.

എവിടെയായിരുന്നു Particle Physicsന്റെ ആരംഭം? നൂറിലേറെ വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പ്. 1897ൽ J.J. Thomson ഇലക്ട്രോൺ കണ്ടുപിടിച്ചത് ഒരു table-top പരീക്ഷണത്തിലൂടെയായിരുന്നു.

THE

LONDON, EDINBURGH, AND DUBLIN

PHILOSOPHICAL MAGAZINE

AND

JOURNAL OF SCIENCE.

[FIFTH SERIES.]

OCTOBER 1897.

XL. *Cathode Rays.* *By* J. J. Thomson, *M.A., F.R.S., Cavendish Professor of Experimental Physics, Cambridge**.

THE experiments † discussed in this paper were undertaken in the hope of gaining some information as to the nature of the Cathode Rays. The most diverse opinions are held as to these rays; according to the almost unanimous

High T_c Superconductivity

പൂജ്യത്തിനടുത്ത താപത്തിൽ, ചില പദാർത്ഥങ്ങളുടെ വൈദ്യുതിനിരുദ്ധത പൂജ്യത്തിനോട് അടുക്കുന്ന പ്രതിഭാസമാണു് Superconductivity.

Discovered by Kamerlingh Onnes in 1911, below 4 K (-269 °C)

In 1986, J.G. Bednorz and K.A. Müller found superconductivity around 35 K (-238 °C). Awarded Nobel prize in 1987.

In 2015, superconductivity discovered around 203 K (-70 °C).

Since 1986, people dream about room temperature supercondutivity.

നിരന്തരമായ കഠിന പരിശ്രമം, കുറച്ച് ഭാഗ്യവും ...

Challenges to Computational Sciences

Some observations that Kenneth Wilson made at the 1987 meeting:

The use of Super Computer as a scientific instrument is for seeing phenomena which are not accessible to “microscopes” and “telescopes”.

With a Super Computer it is possible to

- Model the interior of a star as it goes through its life
- Look at properties of chemicals that are not yet produced in the lab
- Look at alternatives in the design of aircrafts, ...
- Predict Weather
- ...

Weather Prediction

ഒരു നൂറ്റാണ്ടിനപ്പുറം, ഇലക്ട്രോണിക് കംപ്യൂട്ടറുകളുടെ ആവിർഭാവത്തിനും മുമ്പെ ആയിരുന്നു climate modelling, numerical forecasting എന്നീ മണ്ഡലങ്ങളിലെ അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ രൂപം കൊണ്ടത്.

കാലാവസ്ഥ പ്രവചനത്തിൽ ഒരു വഴിത്തിരിവായിരുന്നു L. F. Richardson 1922ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച *Weather Prediction by Numerical Process* എന്ന പുസ്തകം. ഈ പുസ്തകത്തിൽ അദ്ദേഹം എഴുതി:
Perhaps some day in the dim future, it will be possible to advance the computation faster than the weather.

Why a Super Computer is needed for Weather Prediction

A weather forecast involves the calculation of quantities like wind velocity and humidity. To solve the basic equations one has to introduce a grid. One divides the equator into segments and go from north pole to south pole and divide that also into segments. Then one has to go from the ground to the top of the atmosphere and divide that too into segments. How fine the grid can be, of course depends on the power of the computer. In general, finer the grid, it is better.

One starts from an initial data of the weather at a given moment in time. This data comes from weather balloons and weather satellites, and has to be analyzed thoroughly before it can be fed into the computer. Then the program starts on the computer which means the numbers are processed by a numerical method which yields their values after an interval of time Δt. The process can be repeated so as to yield the state of the atmosphere after $2\Delta t$, $3\Delta t$, and so on.

Around 1987 the number of chunks into which the atmosphere is divided was something like 200 X 200 X 19 $\approx 8 \times 10^5$.

Around 2007, the corresponding number had progressed to about 3×10^8.

One has to keep in mind that, due to the chaotic nature of partial differential equations that govern the atmosphere, the accuracy of forecasts are limited.

Research into better modelling, better algorithms, more powerful computers are *always* needed.

At `https://www.top500.org/lists/2017/11/` one can find the current TOP 500 list of the fastest Super Computers in the world.

ഉപസംഹാരം

ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിനു് പല മുഖങ്ങളുമുണ്ട്. ഇവയിൽ, കഴിഞ്ഞ 130 വർഷത്തെ കാലയളവിൽ ദർശിച്ച ചിലത് പരിചയപ്പെടുത്തുവാനാണു് ഞാൻ ഇവിടെ ശ്രമിച്ചത്.

- അവിചാരിതമായി പ്രകൃതി സമ്മാനിക്കുന്ന വിവരങ്ങൾ (സൂപ്പർനോവ)
- അനേകം ഗവേഷകരുടെ ദീർഘകാല ശ്രമത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാവുന്ന (വിലപിടിച്ച) പരീക്ഷണഫലങ്ങൾ (higgs boson)
- നിരന്തരമായ കഠിന പരിശ്രമം, കുറച്ച് ഭാഗ്യവും (High T_c Superconductivity)
- ശാസ്ത്ര ഗവേഷണ രംഗത്ത്, മറ്റു തരത്തിൽ (Theory, Experiment) കണ്ടെത്തുവാൻ സാധ്യമല്ലാത്ത ഫലങ്ങൾ നേടുവാൻ Super Computerന്റെ ഉപയോഗം (for example, weather prediction).