

György Vesztegombi: Pauli and the Modern Particle Physics

International Symposium in Memoriam Wolfgang Ernst *Pauli*

Budapest
27 March 2009

Motto:

There is no **ABSOLUT** TRUTH.

Nincs ABSZOLÚT IGAZSÁG.

This is an ABSOLUT **TRUTH**.

Ez egy ABSZOLÚT IGAZSÁG.

Egyszerre kell látni az **EGÉSZET** (**Univerzum** a galaxisokkal és feketelyukakkal)
a legparányibb **RÉSZLETEKKEKEL** (**Microcosmos** elektronokkal kvarkokkal)

Pauli idején hasonlóan ellentmondásos volt a helyzet:
A relativitás és kvantummechanika ellentmond minden józan észnek.

The NO is the solution: A NINCS a megoldás:

SEMMI-ről fogunk beszélni.

A panel discussion-ra maradnak az izgalmas témák:

ANTIANYAG-BOMBA a CERN-LEP-ből

Falánk FEKETE LYUKAK a CERN-LHC-ből

VACUUM-ENERGY örökmozgó készítéséhez

Mini Big-Bang a világ keletkezésének megismétlésével

.... Stb.

Mi az a VALAMI, ami valaminek látszik ?

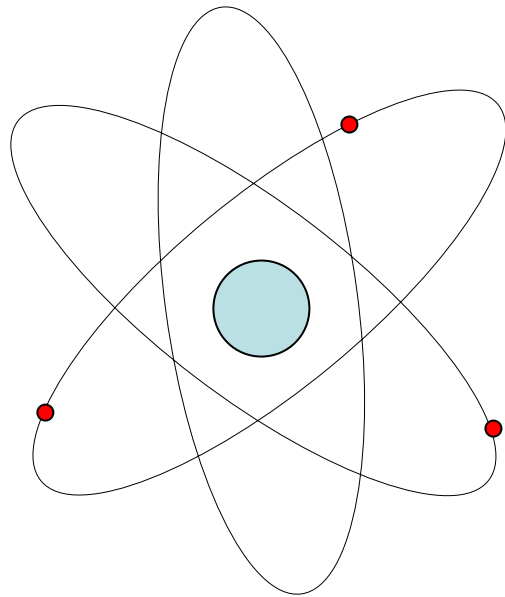
LEGO-Univerzum - Világ ATOMOKból

Pauli építési alapelemei:

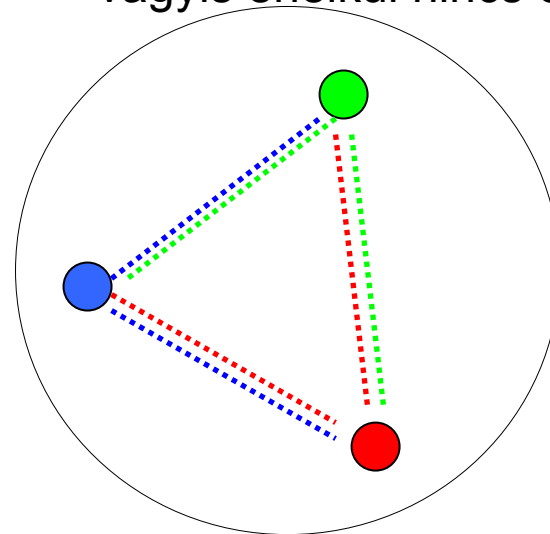
Tégla = feles spin (fermionok) Habarcs = egész spin (bozonok)

KIZÁRÁSI-elv csak fermionokra!!!! Pedig hullámok !!!

Egy adott helyen csak egy téglá lehet,
de a habarcs lehet erős vagy gyenge.



A periódusos rendszer léte
a kizárási elven alapul,
vagyis enélkül nincs élet.



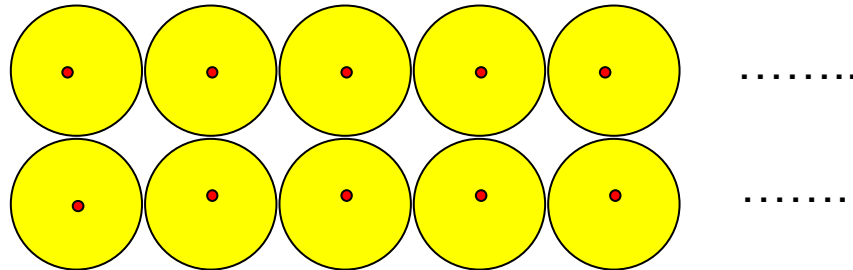
Laser = fotonok milliói vannak AZONOS állapotban

Mennyi a VALAMI?

Pauli „New Testamentum”-a: Die allgemeinen Prinzipien der Wellenmechanik (1933)

A hullámfüggvény koppenhágai valószínűségi értelmezésének összefoglalása.

Az üres atom



Az elektron pontszerű részecske: az elektróhéj az üres(!!)

Az atommagban pontszerű kvarkok vannak, de pontosan mérhető a sugara.

Az atom és mag sugarának aránya: 100 000.

A valami aránya a semmihez: 0.000 000 000 000 001.

Proton \leftarrow 100 000 \rightarrow elektron

Nap \leftarrow 150 \rightarrow Föld \leftarrow 700 \rightarrow Pluton túl

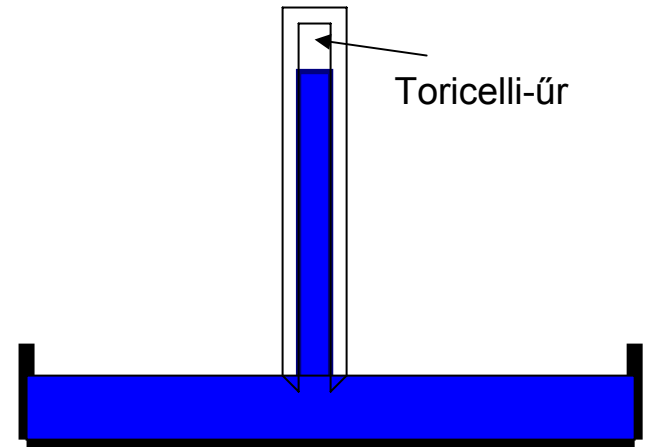
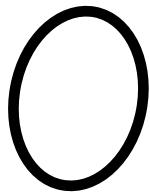
Különbség van „semmi” és „A semmi” között (nihil versus NOTHINGNESS)

A realitások talaján tudományosan így fogalmazható meg:

a matematikai ZÉRÓ-ból

Hogyan lesz

fizikai SEMMI



History : Aristoteles: Horror vacui ----- Einstein' s aether

$$0$$

$$0 = 0 + 0$$

$$0 = 0 + 0 + 0 + \dots + 0 + 0 + 0$$

$$0 = 0 + 0 + 0 + \dots + 0 + 0 + 0 + \dots$$

$$0 = (-a + a)$$

$$0 = ((-1) + (+1))$$

$$0 = ((-1) + (+1)) + ((-1) + (+1)) + ((-1) + (+1)) + \dots$$

$$-1 = (-1) + ((+1) + (-1)) + ((+1) + (-1)) + ((+1) + (-1)) + \dots$$

$$0 = ((+1) + (-1))$$

$$0 = ((+1) + (-1)) + ((+1) + (-1)) + ((+1) + (-1)) + \dots$$

$$+1 = (+1) + ((-1) + (+1)) + ((-1) + (+1)) + ((-1) + (+1)) + \dots$$

$$0 = (-a + a)$$

„a” akármilyen lehet -> tehát VÉGTELEN SOK nulla összege AKÁRMilyen lehet !!!

Az elvégzett matematikai helyettesítések VÉGES számú nulla esetén teljesen szabályosak voltak, és az összeg mindig nulla lett volna, de a „végtelen” FELSZABADITJA a gátlásokat:

$$N + a \neq N \quad \text{de} \quad \text{végtelen} + a = \text{végtelen}$$

Ez éppen a végtelen fogalmának egyik lehetséges DEFINÍCIÓja.

Az hit kérdése, hogy valaki milyen létformát tulajdonít a végtelennek.

A matematikusok akkor is tudnak vele számolni, ha nem létezik.

A fizikusok tudományában abban áll, hogy kísérletezni csak a végesben tudnak, de a számítás közben végteleneket adnak össze és vonnak ki.

A matematika abban különbözik a fizikától, hogy a fizikában lehet csalni.

A fizika rokonságban van a költészettel:

Költő hazudj, csak rajta ne kapjanak

A fizikában a nulla = vákuum
De honnan jön a (-1) és a (+1)

DIRAC megjósolta 1926, ANDERSON felfedezte 1930, hogy van
elektron és anti-elektron = pozitron

A megfigyelt tárgyak (Nap, autó, kutya) csak anyagból áll,
de a vákuum szimmetrikus egyforma mennyiségű anyag és anti-

Létezésünk alapja, hogy a PAULI-féle kizárási elv miatt az elektronok
kitöltik a vákuumban az összes negatív energiájú állapotot, de mivel

EGY ÁLLAPOTBAN csak EGY RÉSZECSCKE lehet, ezért az elektronok
nem eshetnek mind a legnegatívabb energiájú állapotba. Ha kipiszkálunk
egy elektront a negatív állapotból, akkor lesz egy pozitív energiájú elektron
és egy pozitív energiájú lyuk, azaz pozitron.

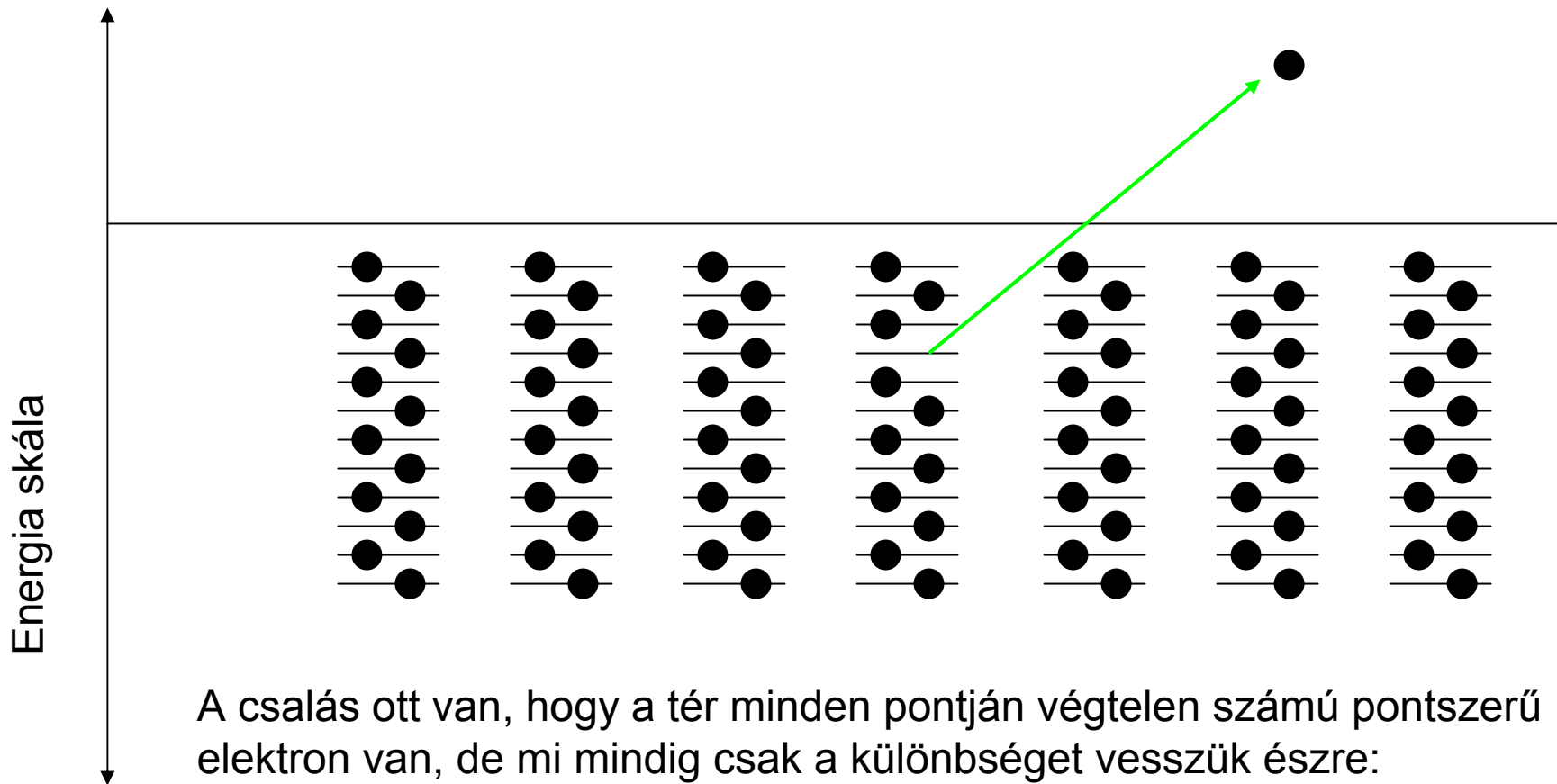
A csalás ott van, hogy a tér minden pontján végtelen számú pontszerű
elektron van, de mi mindig csak a különbséget vesszük észre:

az összes lehetséges állapotok számából kivonjuk a betöltött állapotok számát.

LAMB megmérte 1947 , hogy hogyan fortyog ennek a FIZIKAI vákuum.

QED VACUUM- KvantumElektroDinamikai SEMMI

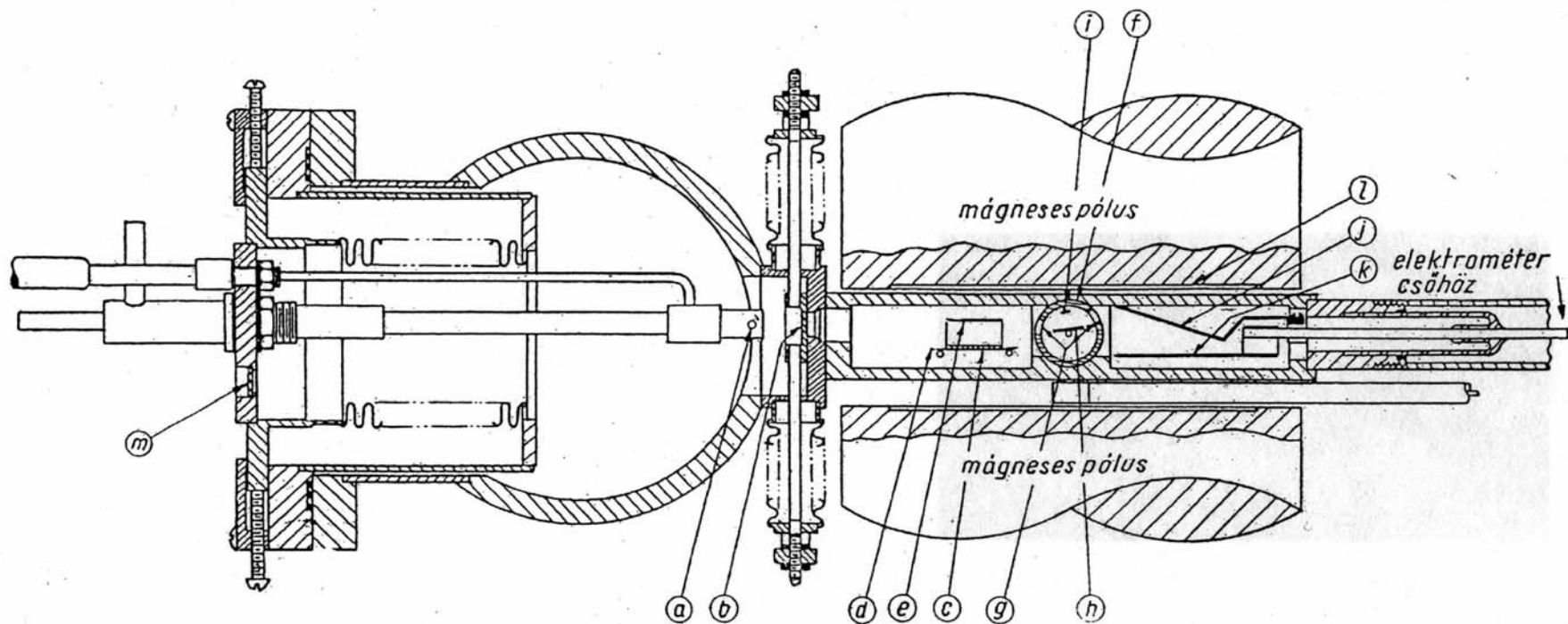
Pauli-Dirac sea



A csalás ott van, hogy a tér minden pontján végtelen számú pontszerű elektron van, de mi mindig csak a különbséget vesszük észre:

az összes lehetséges állapotok számából kivonjuk a betöltött állapotok számát.

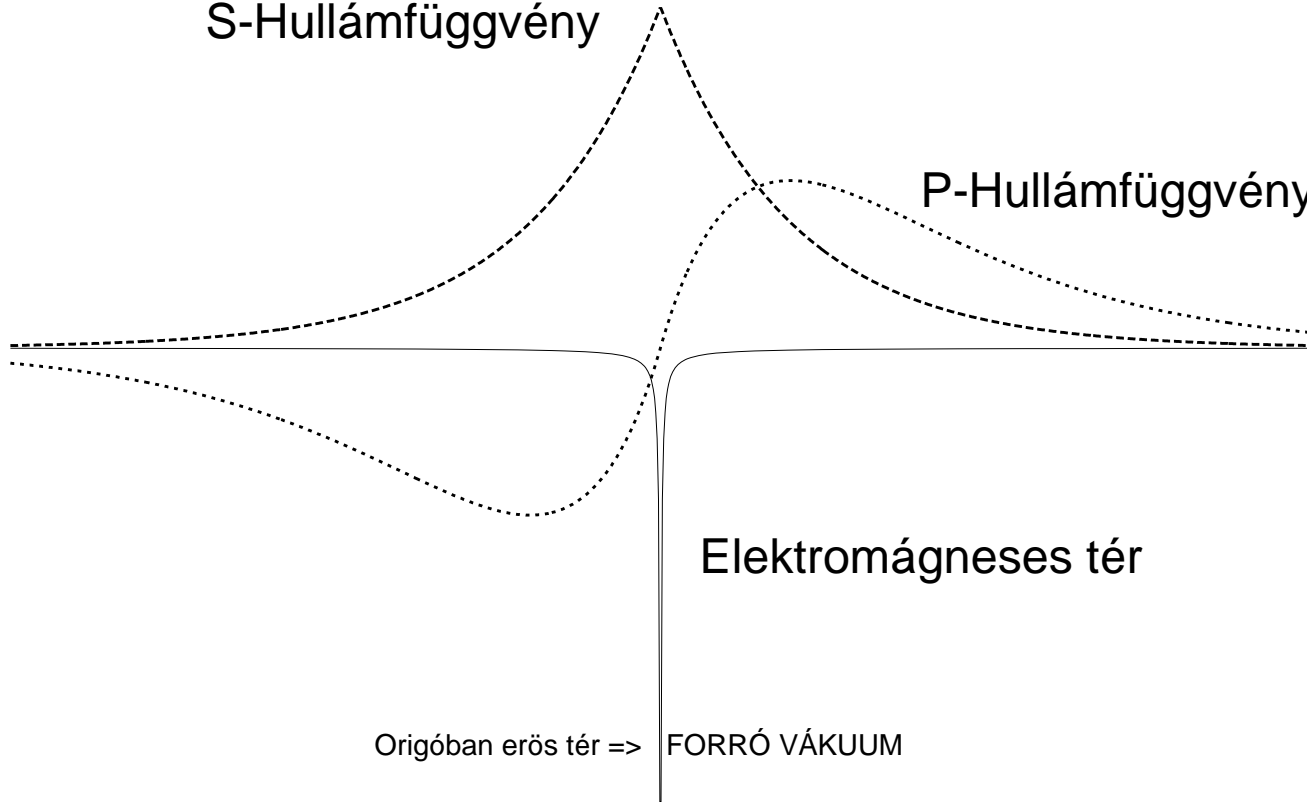
LAMB megmérte 1947 , hogy hogyan fortyog ez a FIZIKAI vákuum.



A készülék keresztmetszete: *a*) Wolfram kályha a hidrogén disszociálásához; *b*) mozgatható nyílás; *c*) az elektronágyú katódja; *d*) rács; *e*) anód; *f*) hullámvezető; *g*) nyílások, melyeken keresztül a középponti vezetékéhez van erősítve; *h*) egy lapocska, mely a hullámvezető a felfogóból kijövő elektronok számára; *i*) elektródák; *j*) felfogó a metastabil atomok felfogására; *k*) kollektor a felfogóból kijövő elektronok számára; *l*) a mágneses pólus felülete; *m*) a wolframkályha hőmérsékletének megfigyelésére szolgáló ablak

S-Hullámfüggvény

P-Hullámfüggvény



Elektromágneses tér

Origóban erős tér => FORRÓ VÁKUUM

Mit csinál a szél, ha nem fúj?

A VÁKUUM ANYAGA

A természetes rádióaktivitás felfedezése óta nem fedeztünk fel semmiféle új anyagfajtát

α - sugárzás: He atommag kvarkokból

β - sugárzás: Elektron nyaláb

γ - sugárzás: Foton nyaláb

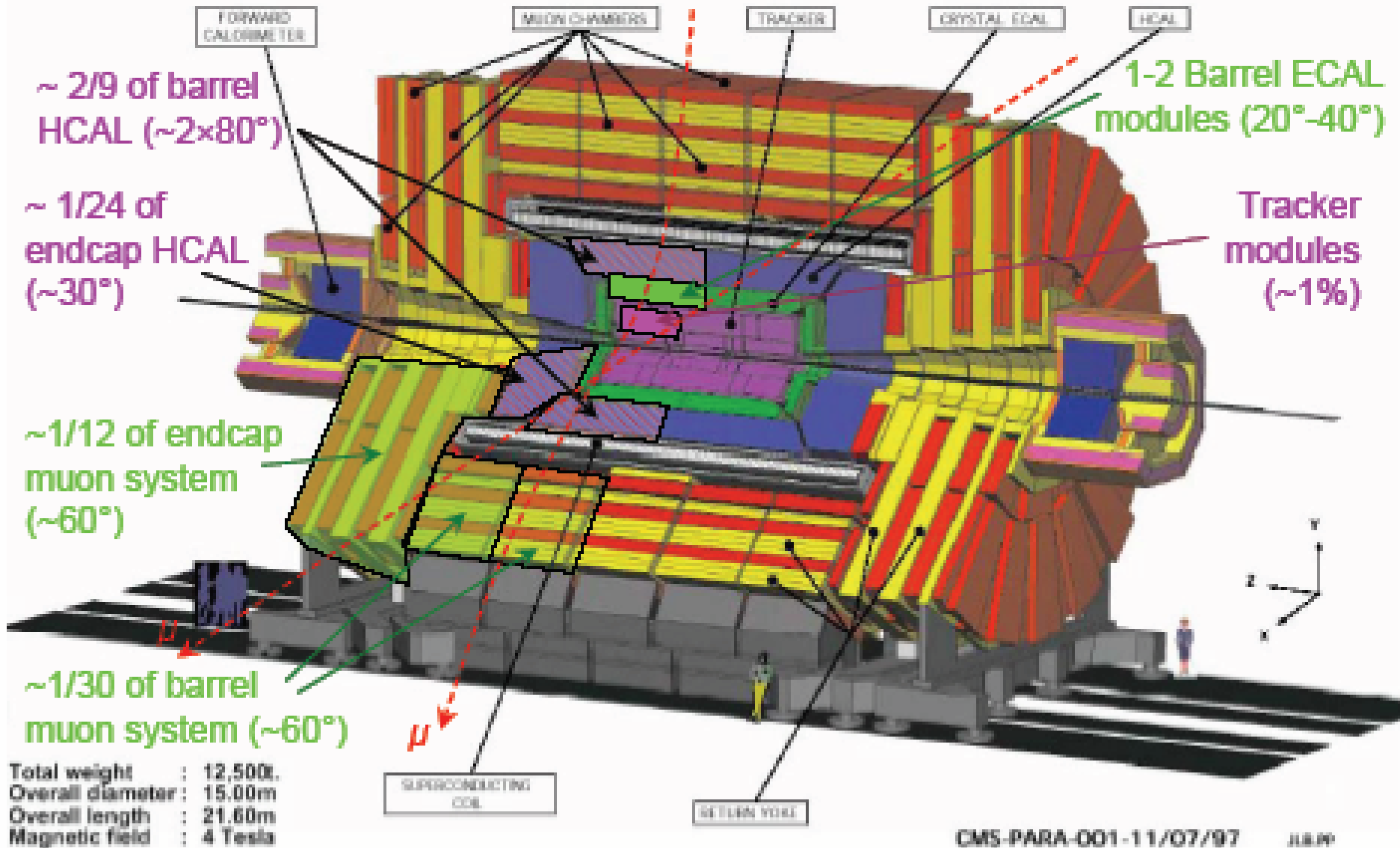
HIGGS-BOZON tölti ki az egész teret

Ha nem lenne Higgs, akkor nem lenne tömeg

A RÉGI FIZIKA BETETŐZÉSE ---- AZ ÚJ FIZIKA KEZDETE



The Cosmic Challenge Detector



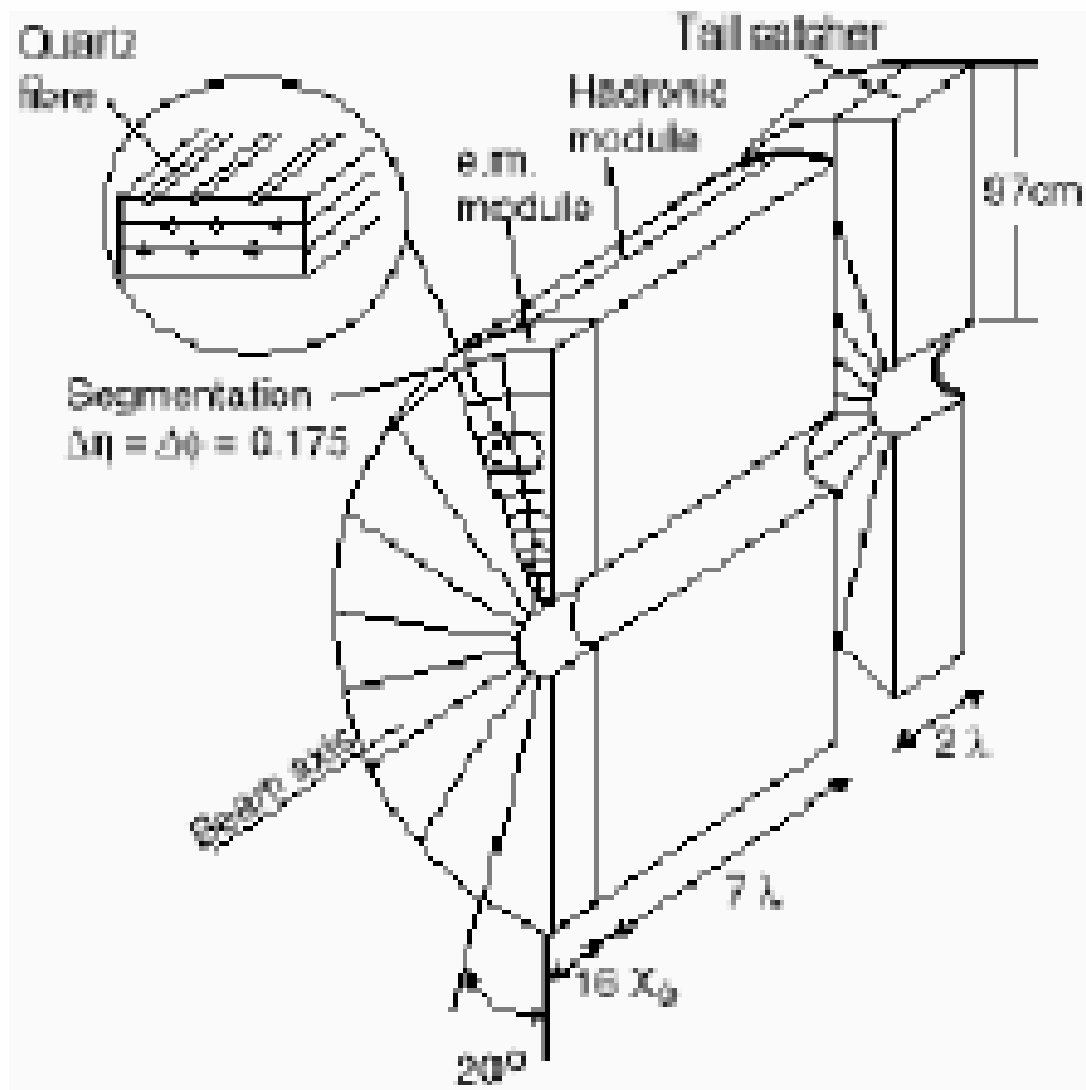
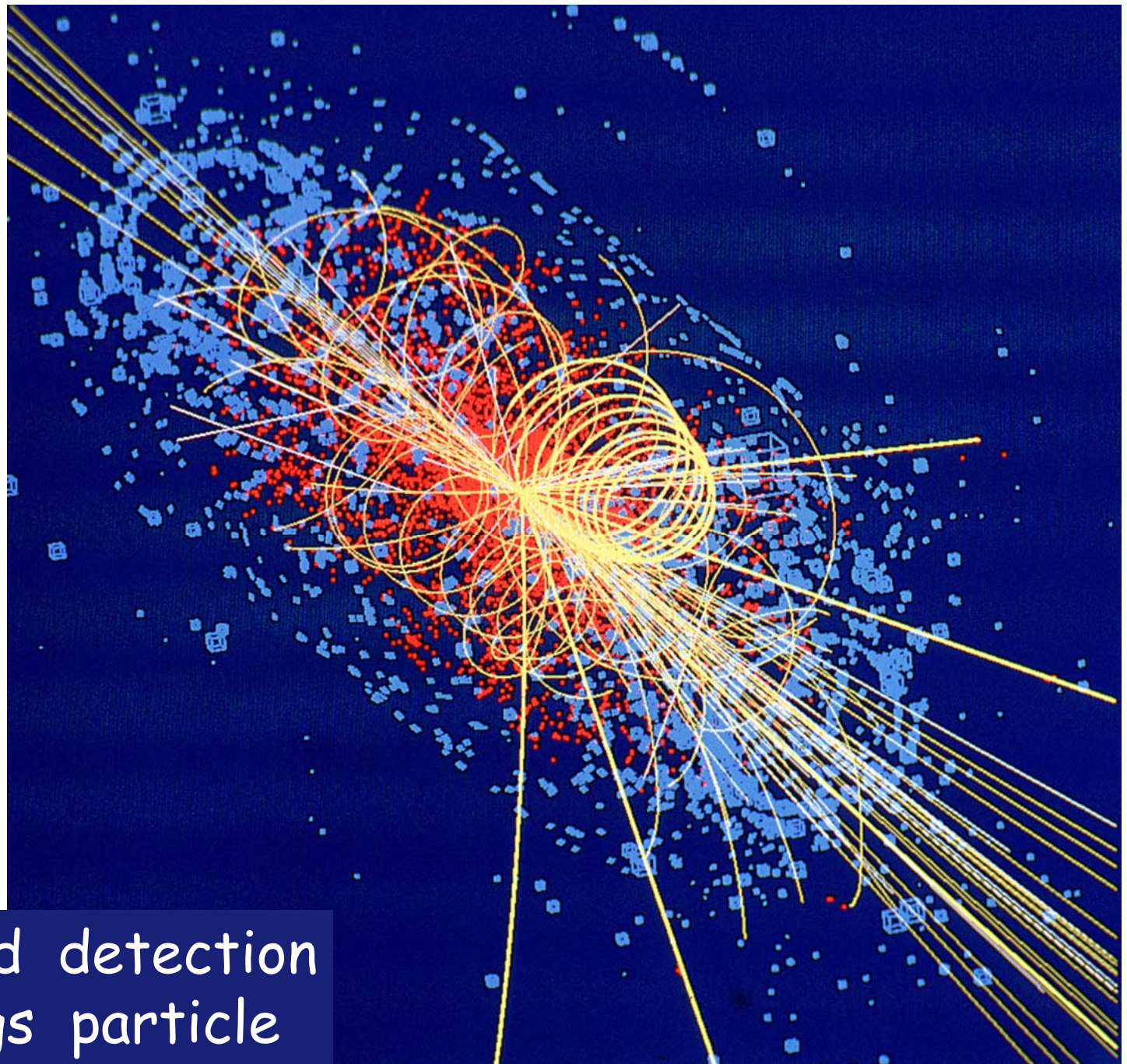


Figure 8: schematic view of one half of the CMS Very Forward calorimeter.





Simulated detection
of Higgs particle

SUZY a TeV-ek országában

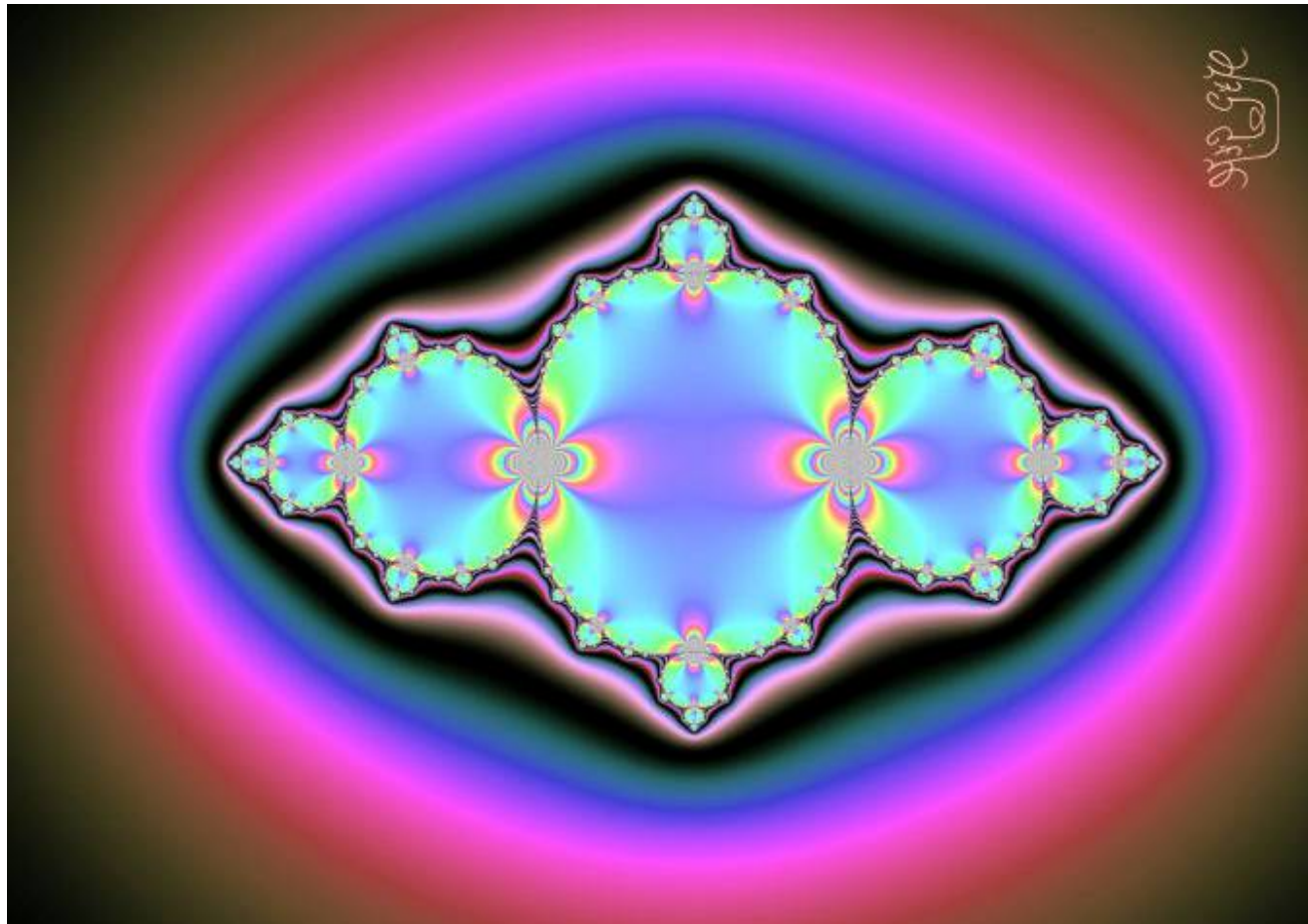


SUZY a TEVÉK országában

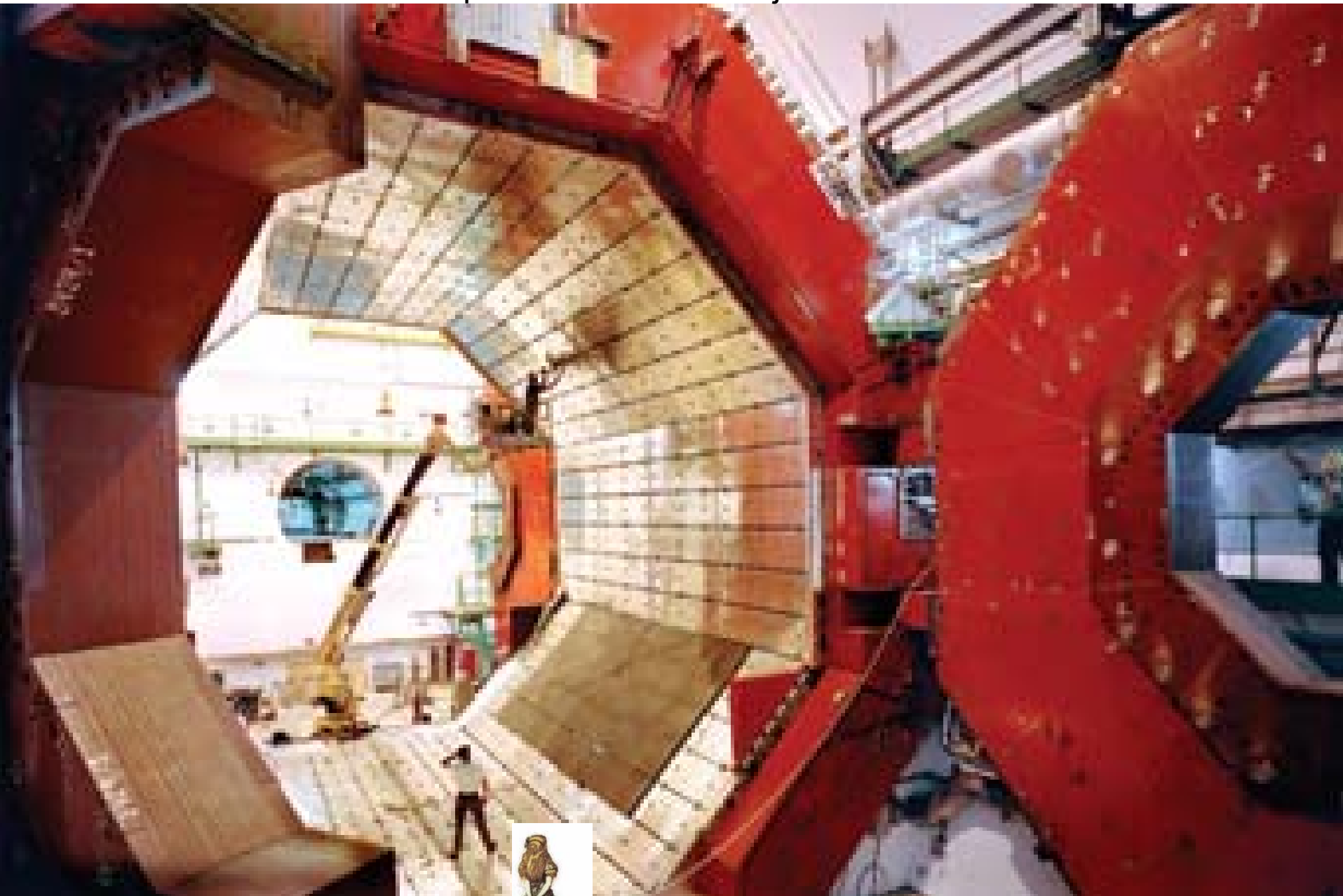
Ha van HIGGS-bozon, akkor egyéb galádságokra is fel kell készülni.

Normális kvantummechanika részecske és anti-részecske párok vannak.

Egy új világ tárul ki a lelki szemeink előtt:



Belépés a Csodák Palotájába



Sezám tárulj!!



SUZY in WONDERLAND

Pauli nyomán, aki levelében megjósolta a neutrínó létezését a felfedezése előtt 25 évvel

Original - Photocopy of Dec. 1933

Abschrift/15.12.33 PW

Offener Brief an die Gruppe der Radioaktiven bei der
Gauvereins-Tagung zu Tübingen.

Abschrift

Physikalisches Institut
der Eidg. Technischen Hochschule
Zürich

Zürich, 4. Dez. 1930
Uraniastrasse

Liebe Radioaktive Damen und Herren,

Wie der Ueberbringer dieser Zeilen, den ich kuldvollst
ansprechen bitte, Ihnen das näheren auseinandersetzen wird, bin ich
angesichts der "falschen" Statistik der N- und Li-6 Kerne, sowie
des kontinuierlichen beta-Spektrums auf einen verzweifelten Ausweg
verfallen um den "Wechselatz" (1) der Statistik und den Energiesatz
zu retten. Nämlich die Möglichkeit, es könnten elektrisch neutrale
Teilchen, die ich Neutronen nennen will, in den Kernen existieren,
welche den Spin 1/2 haben und das Anschlussprinzip befolgen und
sich von Lichtquanten ausserdem noch dadurch unterscheiden, dass sie
nicht mit Lichtgeschwindigkeit laufen. Die Masse der Neutronen
muss von derselben Grössenordnung wie die Elektronenmasse sein und
jedenfalls nicht grösser als 0,01 Protonenmasse.- Das kontinuierliche
beta-Spektrum wäre dann verständlich unter der Annahme, dass beim
beta-Zerfall mit dem Elektron jeweils noch ein Neutron emittiert
wird, derart, dass die Summe der Energien von Neutron und Elektron
konstant ist.

Modern joslat, hogy MINDEN részecskének van SUPERSYMMETRIC párja:

minden fermionhoz tartozik egy super-bozon és fordítva,
ezek olyan nehezek, hogy eddig nem lehetett oket produkani.

A tetezésük bizonyíteka ENERGIA eltunése!!!! Lásd neutrínó!!!

Ghost of PAULI in CERN 19 September 2008

Special mention must be made of a phenomenon that was greatly feared among Pauli's colleagues, particularly the experimental physicists: the "Pauli Effect". The latter manifested itself in that technical installations would unexpectedly fail in the presence of Pauli: experiments were unsuccessful, machines gave up the ghost, apparatus was broken. Otto Stern is said to have forbidden Wolfgang Pauli to enter his institute for fear of such malfunctions. Pauli himself was conscious of this peculiar talent and was delighted with such comic events.

the STANDARD MODEL

It describes all fundamental particles of our Universe

As far as we know them at present ...

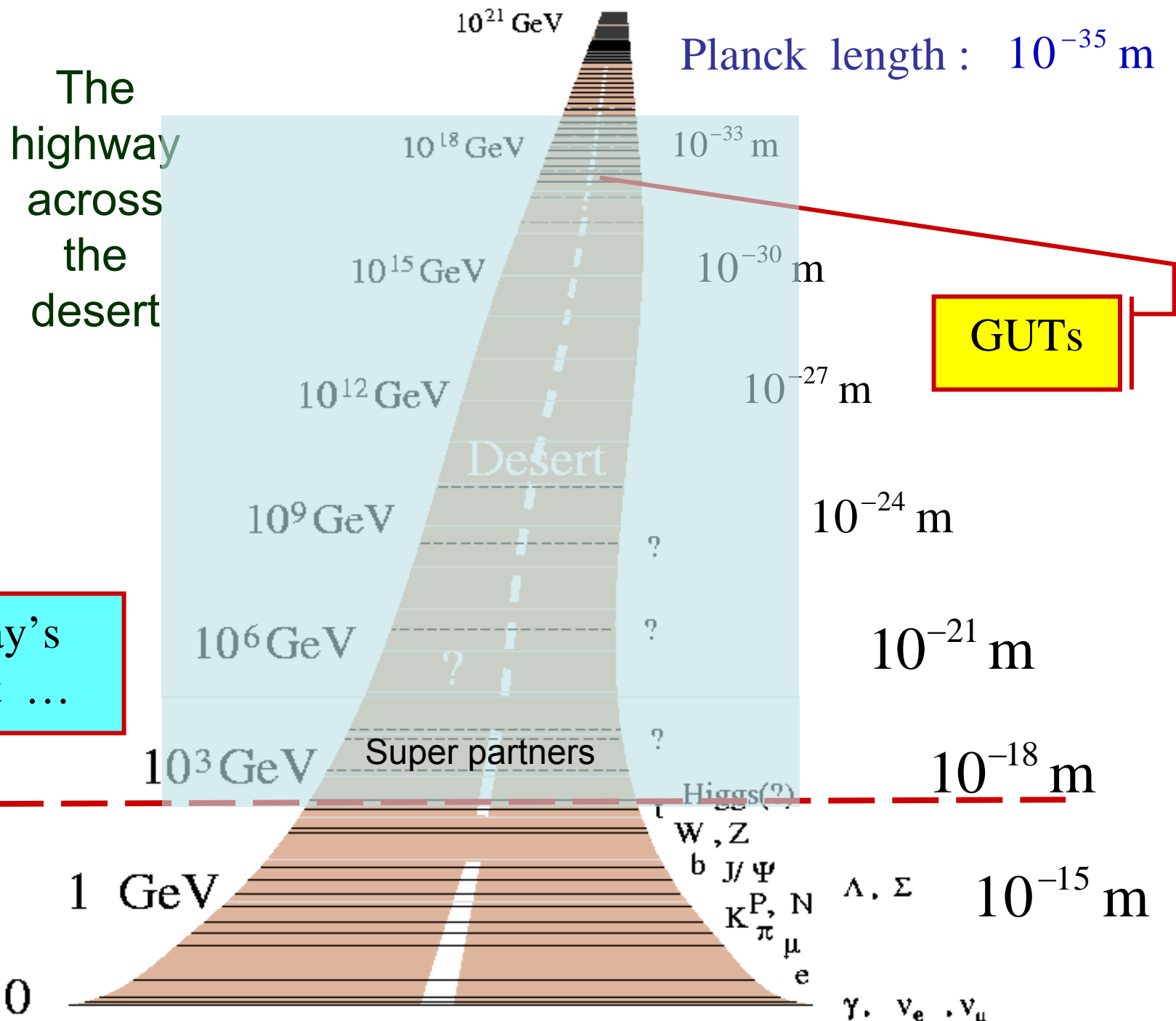
They are controlled by UNIVERSAL laws of physics ...

There are (at least) 26 constants of Nature

12 masses, 3 coupling strengths, 11 mixing parameters

Some of these are left – right asymmetric !

And we know that this theory is incomplete ...



SPG Gite

SUPER SYMMETRY



Kérdés: Tevék országában vagyunk-e?

Tudományos sivatag

Financiális sivatag

Társadalmi közöny, érdektelenség sivataga







1492

A kutatás FRONTVONALA:

Az Atlanti Óceán partja

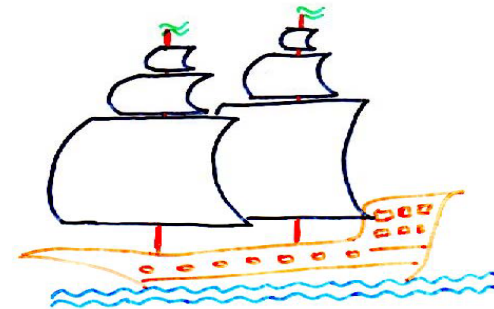


C.Rubbia initiative

A kutatás ESZKÖZE:

MTA interest

Kolumbusz hajói



J. Zimányi enthusiasm

A kutatás CÉLJA:

INDIA

J. Antall and E.Pungor
political engagement

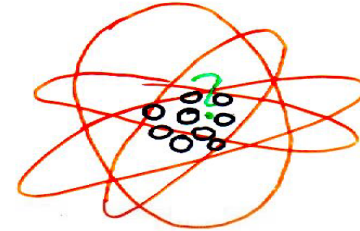
A kutatás EREDMÉNYE:

AMERIKA

1992...

A kutatás FRONTVONALA:

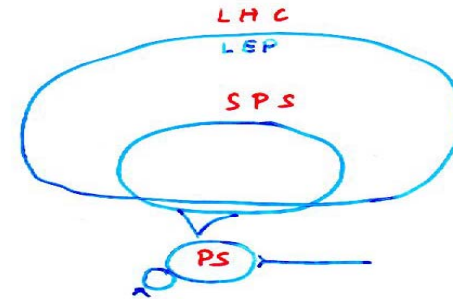
Az atommag belseje



Fizikusok 12 évvel hamarabb léphettek be fizikus EU-ba!!!

A kutatás ESZKÖZE:

Részecske gyorsítók



A kutatás CÉLJA:

HIGGS-BOZON (LEP)
Quark-Gluon-Plasma (SPS) } LHC

Still TRUE now

A kutatás EREDMÉNYE:

?

Mozaic trigger system for high transverse momentum physics

Els0
Dddd
Ddd

Ffffffffffffff
Ddddddddddd
Ddddddddddd
Ddddddd

Hogyan lesz semmiből valami? $0 = a - a$

Mit csinál a szél, amikor nem fúj?

Higgs = egy korty semmi

Egyetlen hópehely sem érzi magát felelősnek a lavináért.

(Szavazás eredményében egy szavazat nem igazán számít.)

Tégla-habarcs

Energia megmaradás AXIÓMA

Neutrínó -SUSY

1-dim több dim

Pauli szelleme az LHC-nál

Madártávlatból egyszerű. A Föld a Holdról csak egy kékes gömb.

Üres világ Naprendszer Bohr -modell

Einstein aether

A FIZIKAI vákuum minden pontjában nemcsak végtelen sok elektron, hanem végtelen sok pontszerű kvark is rejtőzik. A Nagy BUMM idején ezek a részecskék mind nulla tömegűek voltak és fénysebességgel haladtak.

10 picosec

1 PetaKelvin

Amikor az UNIVERZUM 10^{-11} sec idős volt 10^{15} Kelvin fokon megfagyott. Benne az úgy nevezett HIGGS-tér, amit a VÁKUUM ANYAGÁNAK nevezünk, és most ebben a közegben kell a részecskéknek haladniuk, amely bizonyos nehézségekkel jár. Ettől lett tömegük.

Amíg nem volt kondenzált HIGGS-tér nem létezhettek ÁLLÓ részecskék, molekulák, folyadékok, szilárd testek.

A HIGGS-részecske létezése legalább olyan fontos az élethez, mint a VÍZ.

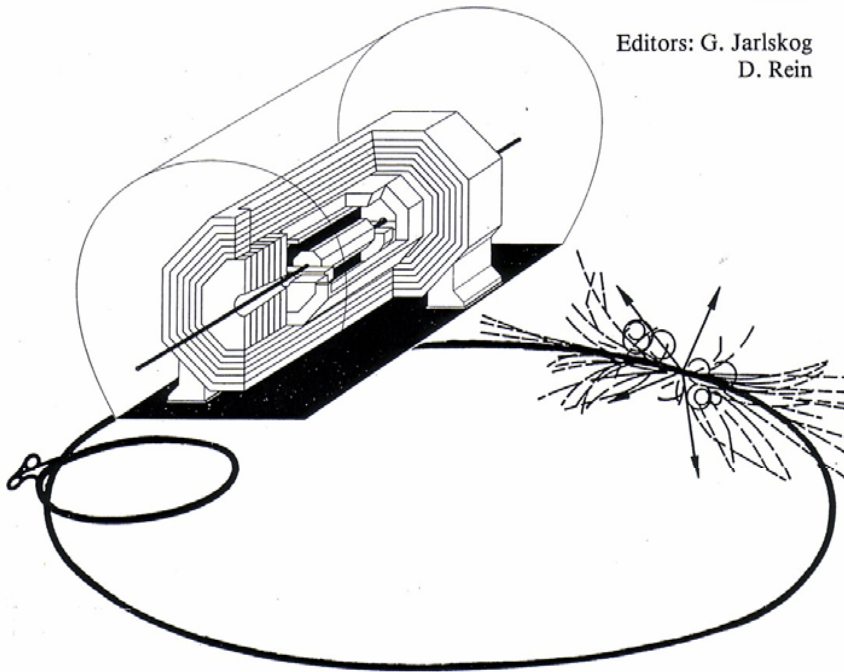
CERN 90-10
 ECFA 90-133
 Volume III
 3 December 1990

EUROPEAN COMMITTEE FOR FUTURE ACCELERATORS

Large Hadron Collider Workshop

PROCEEDINGS
 VOL. III

Editors: G. Jarlskog
 D. Rein



Aachen, 4-9 October 1990



SECOND-LEVEL MUON TRIGGER CONCEPT FOR THE LARGE HADRON COLLIDER

G. Odor^(*) and F. Rohrbach
 CERN, Geneva, Switzerland

G. Vesztegombi^(*)
 Max-Planck-Institute, Munich and CERN

ABSTRACT

A scheme for second-level muon trigger is proposed for high luminosity LHC detector. Massively parallel processor system based on ASP architecture is being built in the framework of MPPC project. The basic ideas for the triggering algorithm are presented here.

1. DETECTOR CONCEPT

At the expected extremely high luminosities ($> 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) at LHC muons offer an advantage over other particles since the trigger can be performed after a thick absorber where the particle flux is low. Therefore single and di-muon triggers will play a crucial role in such experiments as the search for the Higgs-boson through the

$$H \rightarrow \mu \mu \mu \mu \text{ and/or } H \rightarrow \mu \mu e e$$

decays. In order to be more specific in describing the proposed 2-level trigger scheme we adopt the so called "Compact Muon Solenoid" detector concept [1]. It consists of a high field superconducting solenoid surrounded by an iron muon filter, magnetized by the return flux (fig. 1), the first 10λ absorption length is provided by the calorimeter put inside the solenoid.

Ring shaped muon chambers are positioned at radii:

- $r_0 = 3.5 \text{ m}$ (inner solenoid radius)
- $r_1 = 4.0 \text{ m}$ (outer solenoid radius)
- $r_2 = 5.0 \text{ m}$ (middle of the iron-filter)
- $r_3 = 6.0 \text{ m}$ (outer filter radius)
- $r_4 = 6.5 \text{ m}$ (outer edge of the detector)

^(*) On leave of absence from Central Research Institute for Physics, Budapest, Hungary.

ELEMI TÖMEGEK

elektron = 0.005 GeV

m_{uon} = 0.106

tau = 1.777

neutrinók ~ 0

u-quark = 0.050

c-quark = 1.5

t-quark = 170.0

d-quark = 0.050

s-quark = 0.500

b-quark = 4.5

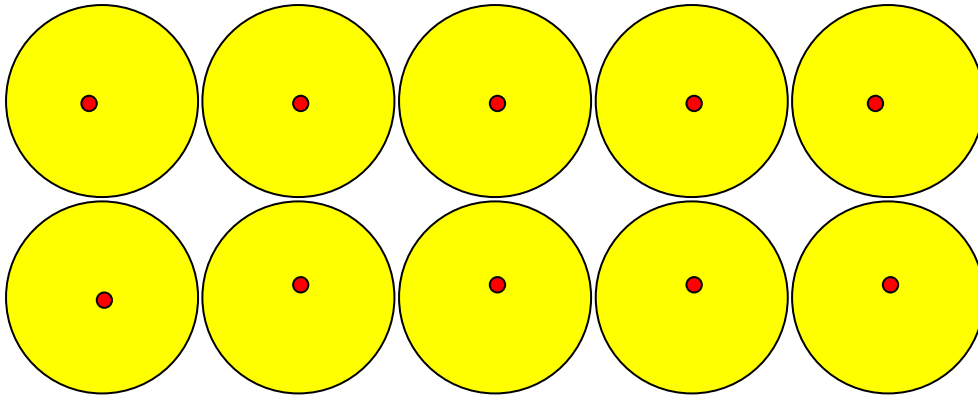
foton=gluon= 0.0

Z = 91

W = 80

Az üres atom

Mennyi a valami?



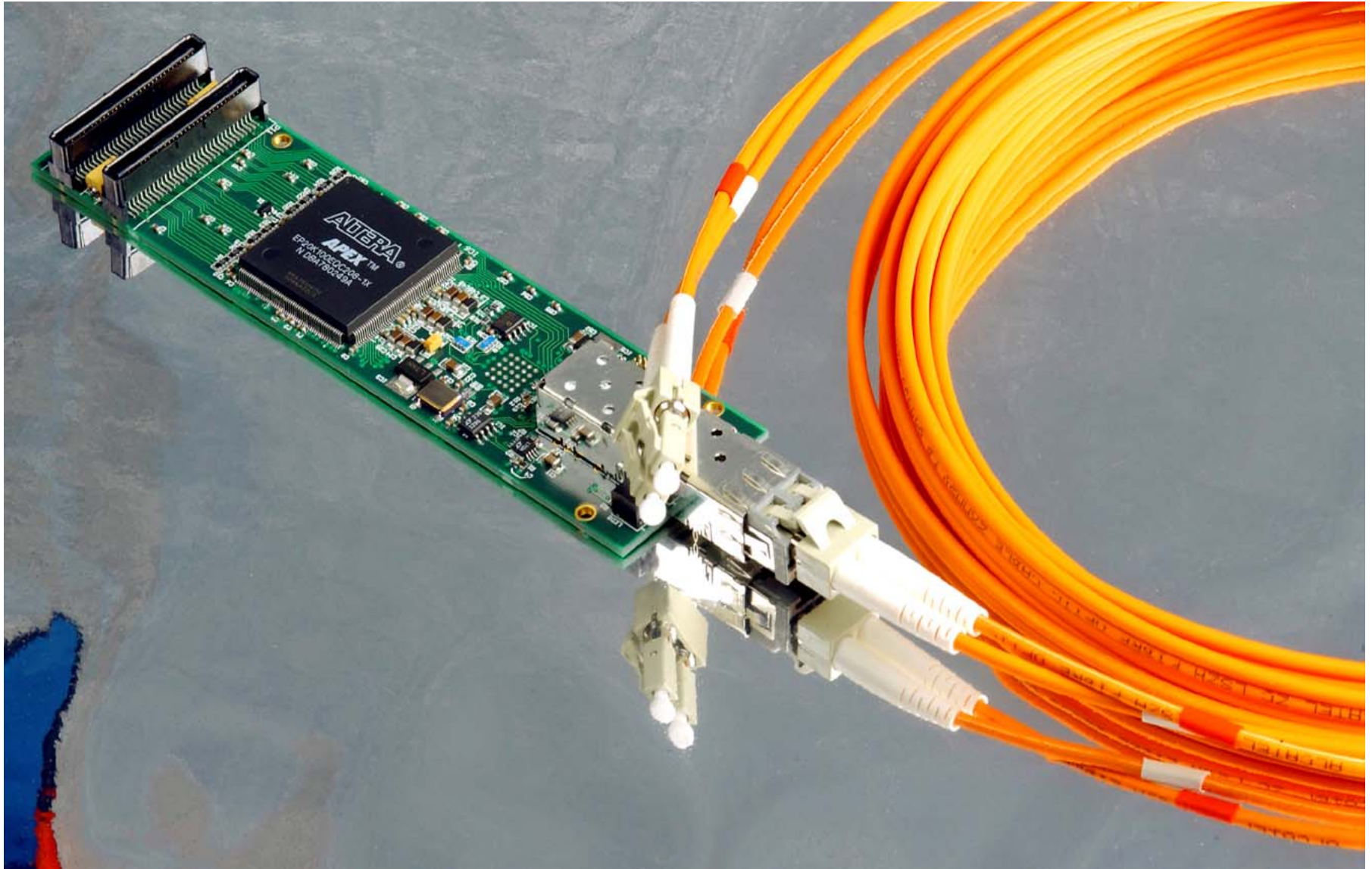
Az elektron pontszerű részecske: az elektróhéj az üres(!!)

Az atommagban pontszerű kvarkok vannak, de pontosan mérhető a sugara.

Az atom és mag sugarának aránya: 100 000.

A valami aránya a semmihez: 0.000 000 000 000 001.

ALICE Detector Data Link

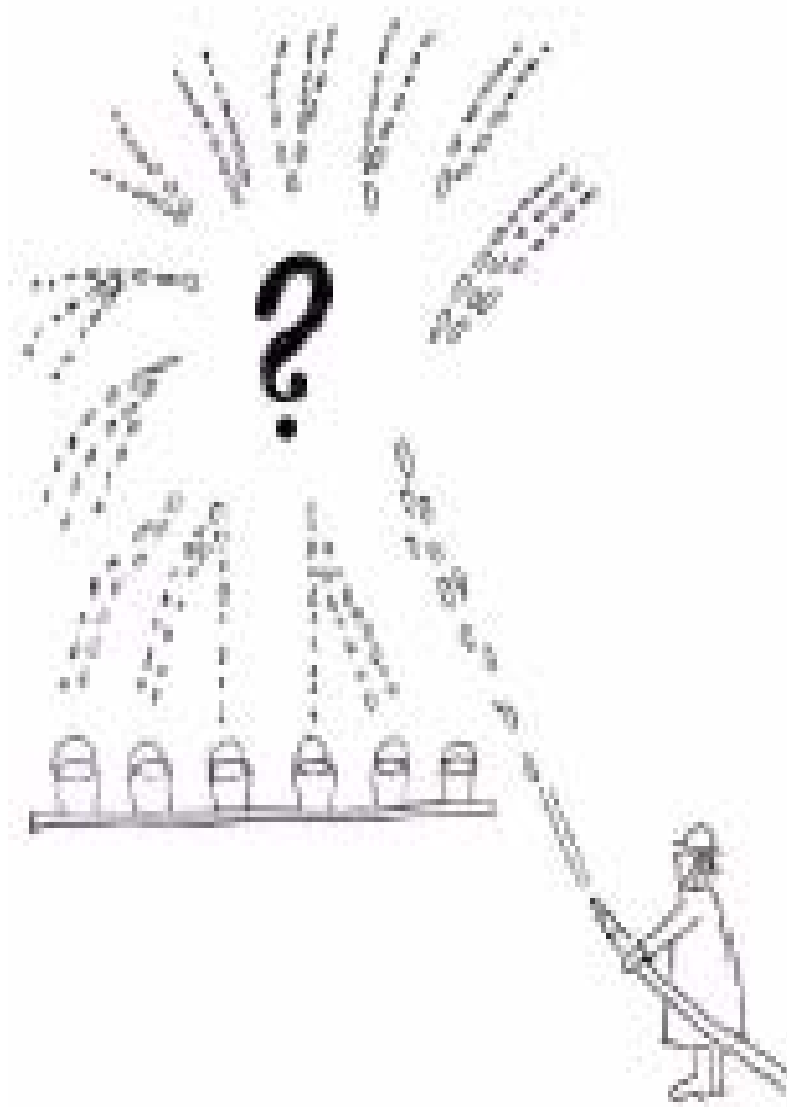


ALL the 3 biggest TPC detectors in the world:

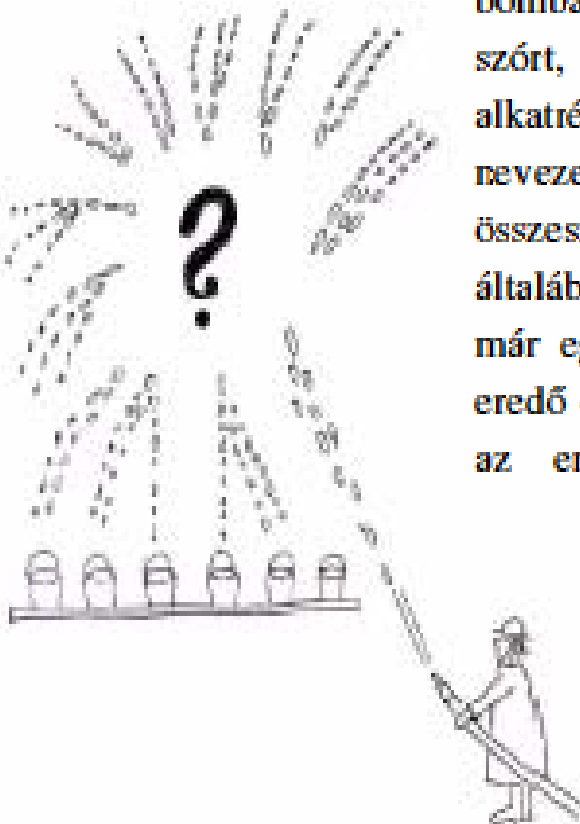
LHC ALICE, RHIC STAR , SPS SHINE

are using or will use DDL produced in Hungary

metaforával lehetne jellemezni, mit és hogyan kutatnak a fizikusok a CERN-ben. Az még csak közismert, hogy valami igen-igen parányi részecskékről van szó, de hogy itt valóban mindenképp felülmúlóan apró micsodáknak a tulajdonságait kell feltárni, azt az alábbi kissé blődnek tűnő hasonlattal lehet érzékeltetni. A rajzon (1. ábra) látható „részeg tűzoltó” a sötétben egy ismeretlen tárgy körvonalait próbálja felderíteni a róla visszapattanó vízcseppek segítségével, azért részeg az illető, mert józan emberről ilyen botorságot nem illik feltételezni, és azért tűzoltó, mert neki van fecskendője. A megoldást, hogy mi lehet a kérdőjel mögött, a cikk végén áruljuk el, így reméljük, hogy az olvasás izgalmát addig fenn tudjuk tartani.



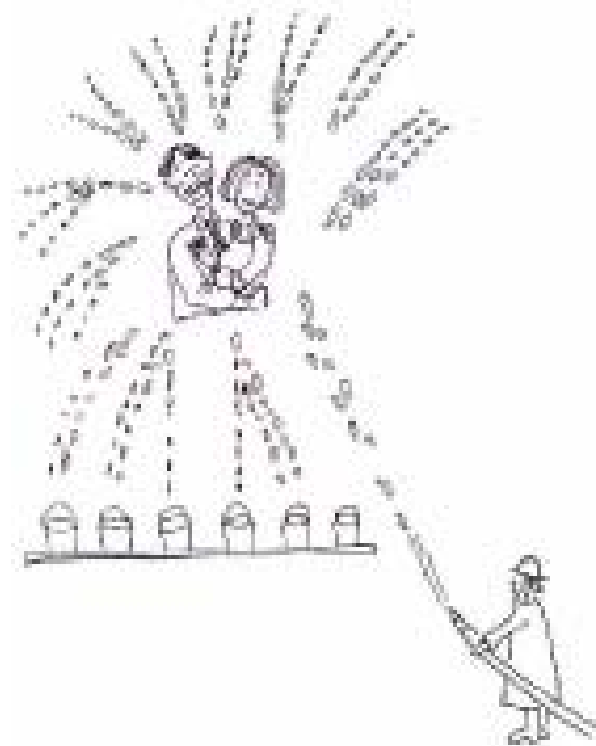
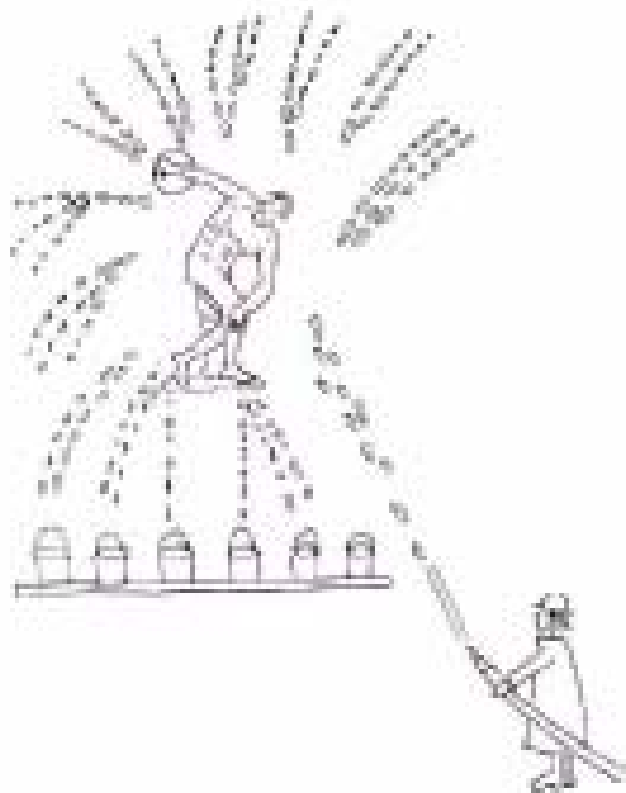
metaforával lehetne jellemezni, mit és hogyan kutatnak a fizikusok a CERN-ben. Az még csak közismert, hogy valami igen-igen parányi részecskékről van szó, de hogy itt valóban mindenképp felülmúlóan apró micsodáknak a tulajdonságait kell feltárni, azt az alábbi kissé blődnek tűnő hasonlattal lehet érzékeltetni. A rajzon (1. ábra) látható „részeg tűzoltó” a sötétben egy ismeretlen tárgy körvonalait próbálja felderíteni a róla visszapattanó vízcseppek segítségével, azért részeg az illető, mert józan emberről ilyen botorságot nem illik feltételezni, és azért tűzoltó, mert neki van fecskendője. A megoldást, hogy mi lehet a kérdőjel mögött, a cikk végén áruljuk el, így reméljük, hogy az olvasás izgalmát addig fenn tudjuk tartani.



A részecskefizikai kísérlet alapelemel

Bár a fenti hasonlatot valóban csak viccnek szántuk, de azért a helyzet a valóságban sem sokkal könnyebb. A jelen kísérletek célja az atommagok belsejének a kutatása oly módon, hogy ismert részecskékkel véletlenszerűen bombázzuk a megfelelő magokat és a szórt, leszakadó vagy visszaverődő alkatrészeket *részecskedetektoroknak* nevezett gyűjtő tartályokban próbáljuk összeszedni. A problémát növeli, hogy általában a begyűjthető részecskék is már egy korábbi részecske bomlásából eredő darabkák, vagyis nem közvetlenül az eredeti kölcsönhatásból erednek.

Végezetül megadjuk a cikk elején feltett rejtvény megoldását. A 9. és 10. ábrán két megoldás látható: az egyik a proton-proton, a másik a proton-deuteron szórást próbálja szimbolizálni.



Avogadro UGRÁS

Öveges prof. találós kérdése:

A nándorfehérvári csatában a végső rohamra JÉZUS felkiáltással indította katonáit, kb. 1 liter levegőt préselve ki tüdejéből.

Azóta ezek a molekulák elkeveredtek a Föld légkörében.

Mi a valószínűsége annak, hogy egy lélegzetvétellel azon molekulák egyikét szippantsuk be?

A levegő sűrűsége: 1.2 g/cm^3 , a Föld sugara: 6500 km, a légkör vastagsága 5000 m

Számolás:

Kilégzett molekulák száma:

$$\text{kb. } 30 \text{ g} = 1 \text{ mol}, \quad 1 \text{ dm}^3 \text{ (liter)} = 1.2 \text{ g} = 1.2/30 = 0.04 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol} = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ molekula}$$

$$1 \text{ dm}^3 = \mathbf{2.4 \cdot 10^{22} \text{ molekula}}$$

Térfogat:

$$4 \pi \cdot 6500^2 \cdot (10^3)^2 \cdot 5000 \text{ m}^3 = 12.56 \cdot 6.5 \cdot 6.5 \cdot 5 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$$

$$V = 12000 \cdot 10^{15} \cdot 1000 \text{ dm}^3 = \mathbf{1.2 \cdot 10^{22} \text{ dm}^3}$$

A SEMMI ÖRVÉNYÉBEN

Newton: absolute space AND absolute time

Mach, Leibnitz: relational to all other objects, üres térben nincs gyorsulás, tömeg

Einstein: spec.rel-ben absolute space-time

ált.rel –ben acceleration is relational to gravitation: spacetime is A something

Before QM and Higgs:

They specified the benchmark for defining accelerations

Higgs Ocean = Asymmetric solution for symmetric theory

Higgs-field condenses at 10^{15} K (10^{-11} sec) NO mass before

NOW we know: WHY objects resist accelerations????

Why is the universe constructed with this range of seemingly **random numbers**?

Why do the elementary particles **have just the right properties** to allow nuclear process to happen, stars to light up, planets to form around stars, and on at least one such planet, **life to exist**?

In string theory, **particle** properties are determined by **string vibrational patterns**.

Original - Photokopie auf 20.12.1933

Abschrift/15.12.33 PW

Offener Brief an die Gruppe der Radioaktiven bei der
Genvereins-Tagung zu Tübingen.

Abschrift

Physikalisches Institut
der Eidg. Technischen Hochschule
Zürich

Zürich, 4. Dez. 1930
Uraniastrasse

Liebe Radioaktive Damen und Herren,

Wie der Überbringer dieser Zeilen, den ich kuldvollst
ansuhören bitte, Ihnen das näherem auseinandersetzen wird, bin ich
angesichts der "falschen" Statistik der N- und Li-6 Kerne, sowie
des kontinuierlichen beta-Spektrums auf einen verzweifelten Ausweg
verfallen: um den "Wechselatz" (1) der Statistik und den Energiesatz
zu retten. Nämlich die Möglichkeit, es könnten elektrisch neutrale
Teilchen, die ich Neutronen nennen will, in den Kernen existieren,
welche den Spin 1/2 haben und das Anschlussprinzip befolgen und
sich von Lichtquanten ausserdem noch dadurch unterscheiden, dass sie
nicht mit Lichtgeschwindigkeit laufen. Die Masse der Neutronen
müsste von derselben Grössenordnung wie die Elektronenmasse sein und
jedenfalls nicht grösser als 0,01 Protonenmasse.- Das kontinuierliche
beta-Spektrum wäre dann verständlich unter der Annahme, dass beim
beta-Zerfall mit dem Elektron jeweils noch ein Neutron emittiert
wird, derart, dass die Summe der Energien von Neutron und Elektron
konstant ist.

Becquerel beta bomlás 1895

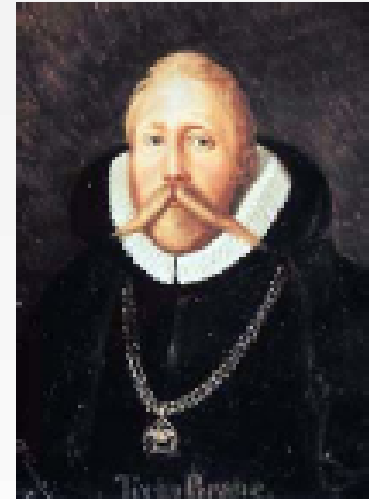
Chadwick neutron 1932

Tycho Brahe and the Orbit of Mars



I've studied all available charts of the planets and stars and none of them match the others. There are just as many measurements and methods as there are astronomers and all of them disagree. What's needed is a long term project with the aim of mapping the heavens conducted from a single location over a period of several years.

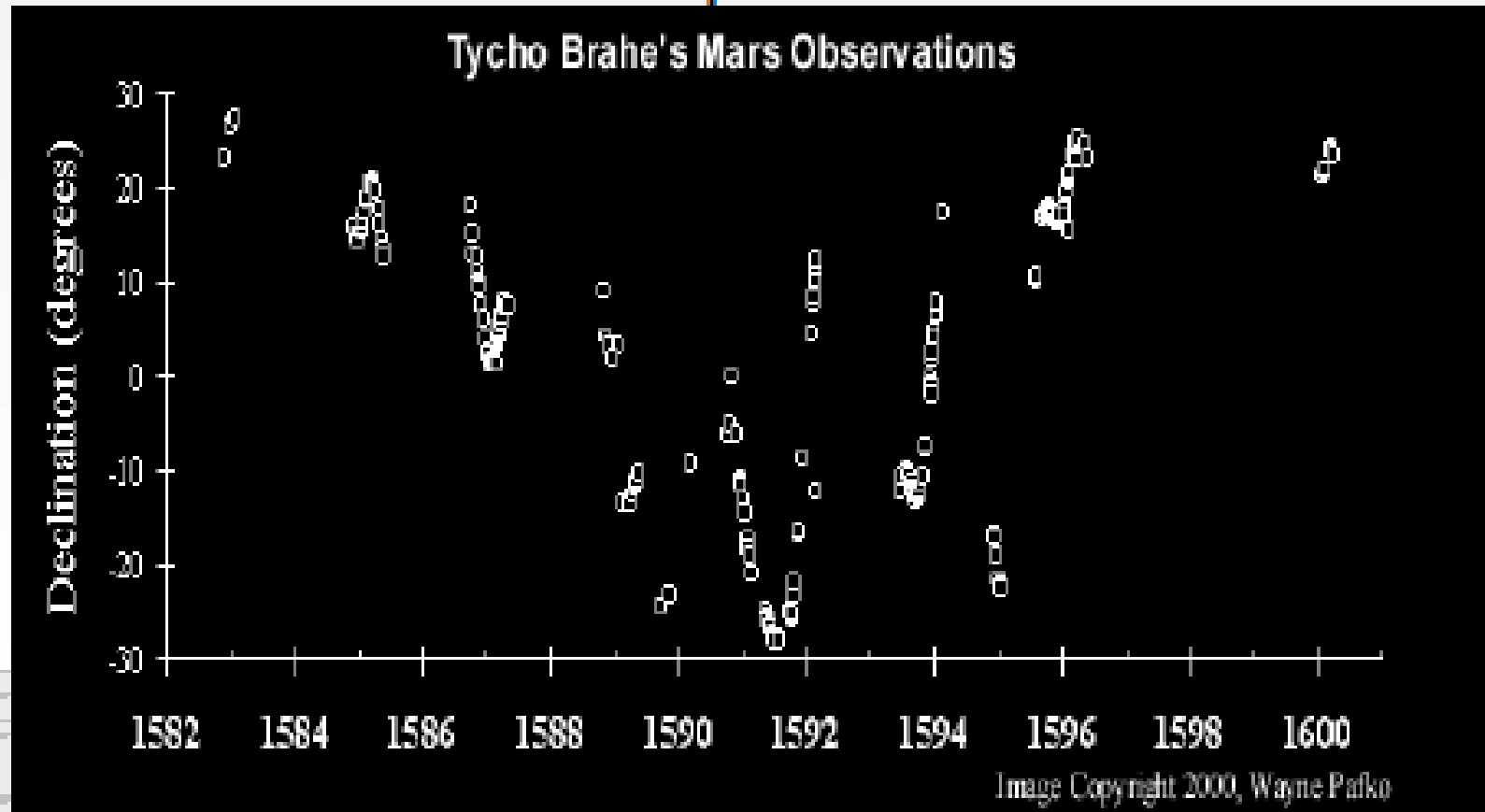
Tycho Brahe, 1563 (age 17).



- First measurement campaign
- Systematic data acquisition
 - Controlled conditions (same time of the day and month)
 - Careful observation of boundary conditions (weather, light conditions etc...) - important for data quality / systematic uncertainties

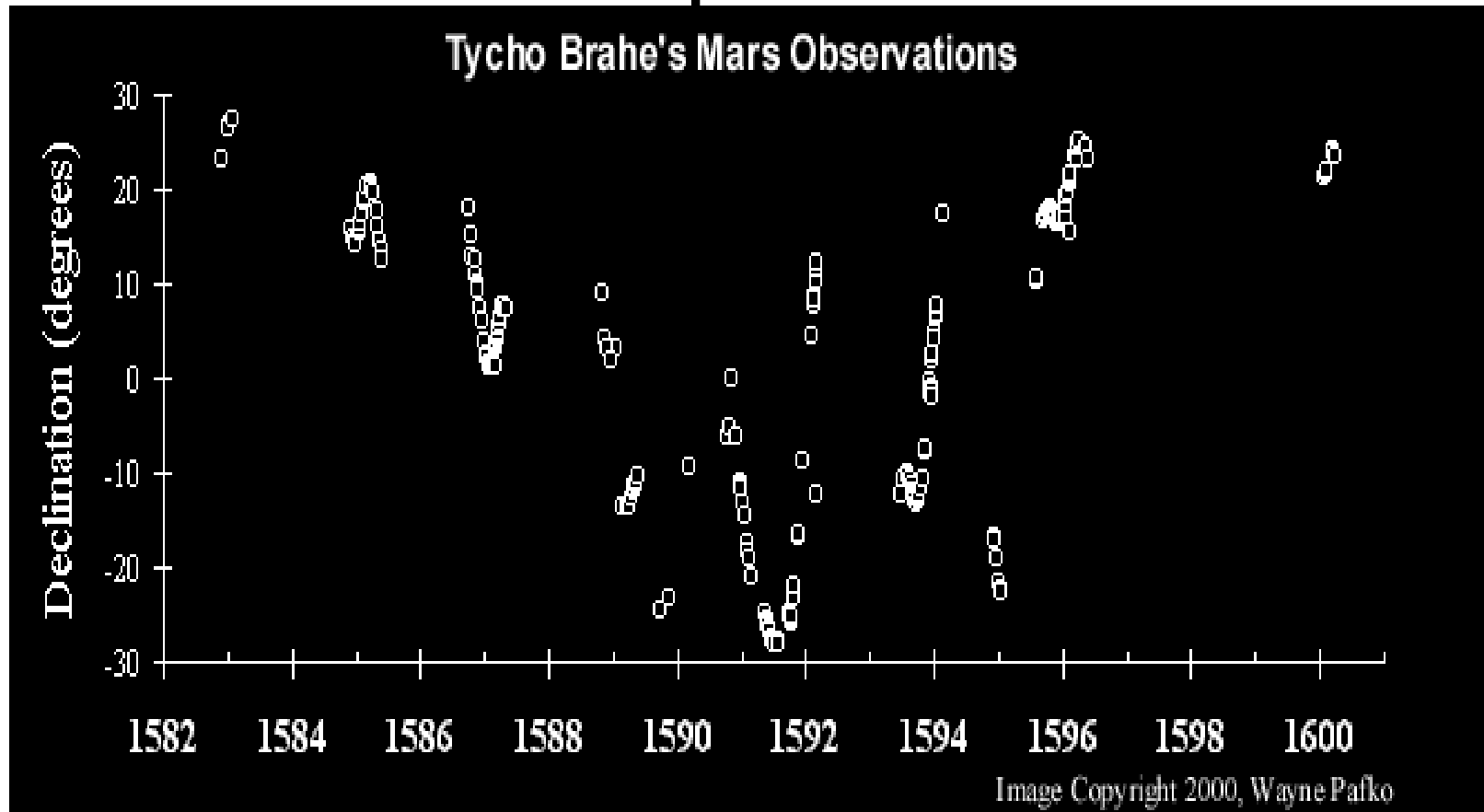


The First Systematic Data Acquisition



- Data acquired over 18 years, normally every month
- Each measurement lasted at least 1 hr with the naked eye
- Red line (only in the animated version) shows comparison with modern theory

The First Systematic Data Acquisition



- Data acquired over 18 years, normally e every month
- Each measurement lasted at least 1 hr with the naked eye
- Red line (only in the animated version) shows comparison with modern theory



Some More Thoughts on Tycho

- Tycho did not do the correct analysis of the Mars data, this was done by Johannes Kepler (1571-1630), eventually paving the way for Newton's laws
- **Morale:** the size & speed of a DAQ system are not correlated with the importance of the discovery!

