

A MAGYAR  
TUDOMÁNY  
ÜNNEPE



Magyar Tudományos  
Akadémia

2017 EMBERKÖZPONTÚ TUDOMÁNY

Liceul „ADY Endre”, Oradea



Conferințe pe teme de fizică și chimie

# Partea până acum necunoscută a Universului, materia întunecată

- Krasznahorkay Attila
- MTA Atomki, Debrețin





# ATOMKI, Debrețin

Vederea Atomki în centrul  
Debreținului

4 secții:

- **Fizica nucleului atomic**
- Fizica atomică
- Fizica aplicată
- Centrul acceleratori

100 cercetători și ingineri, și alți 100  
angajați

[www.atomki.mta.hu](http://www.atomki.mta.hu)





# Lumea noastră vizibilă și invizibilă

Lumea noastră vizibilă este minunată. Cu ajutorul vederii putem să cunoaștem lumea înconjurătoare, să descoperim legile naturii și să le folosim pentru ușurarea vieții noastre.



Însă observațiile noastre făcute cu ochiul liber au și limite...

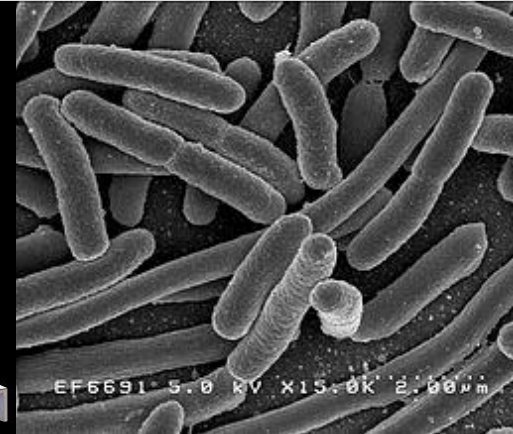


# Lumea noastră invizibilă ?

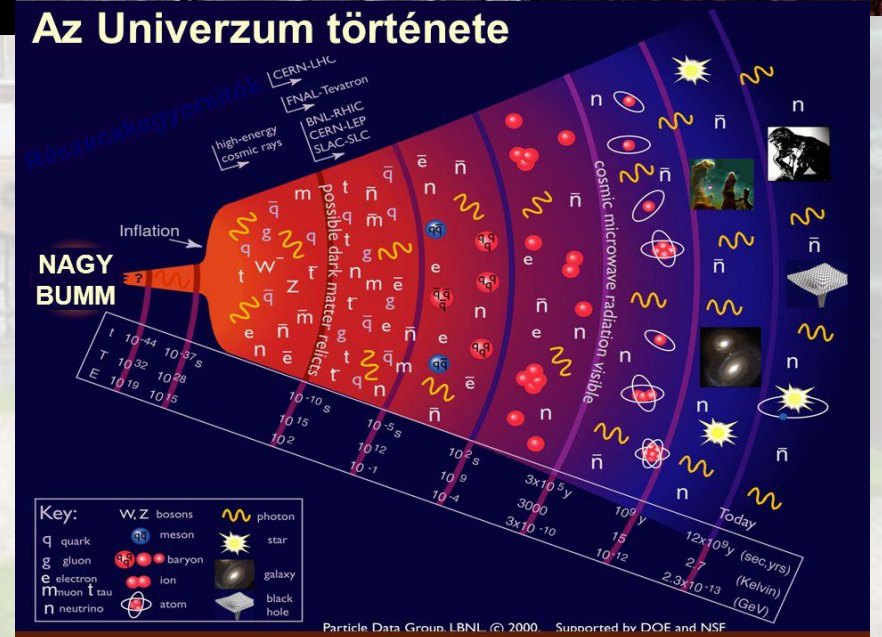
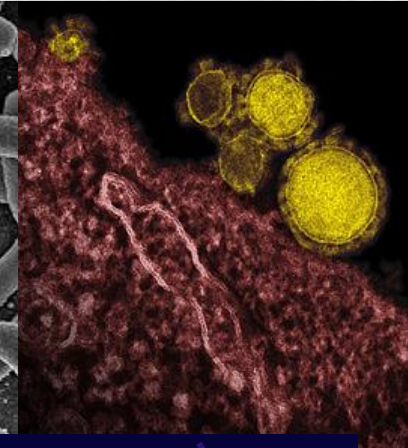
- Obiecte prea mici → Microscopul
- Obiecte prea îndepărtate → luneta, telescoape
- Atracția gravitațională, Atracția magnetică
- Radiațiile radioactive



Bacteriile (1674, 1865)



Virusii (1892)



# Descoperirea unei micro-lumi noi, nevăzute?

Filip Lenard, studiul razelor catodice 1886, ecran fosforescent, folie subțire 1893 → premiul Nobel 1905

J.J. Thompson, 1897 descoperirea electronului → premiul Nobel 1905

W.C. Röntgen: descoperirea razelor X, razele Röntgen de mai târziu. Wilhelm Conrad Röntgen în 1901 primul laureat al premiului Nobel pentru fizică

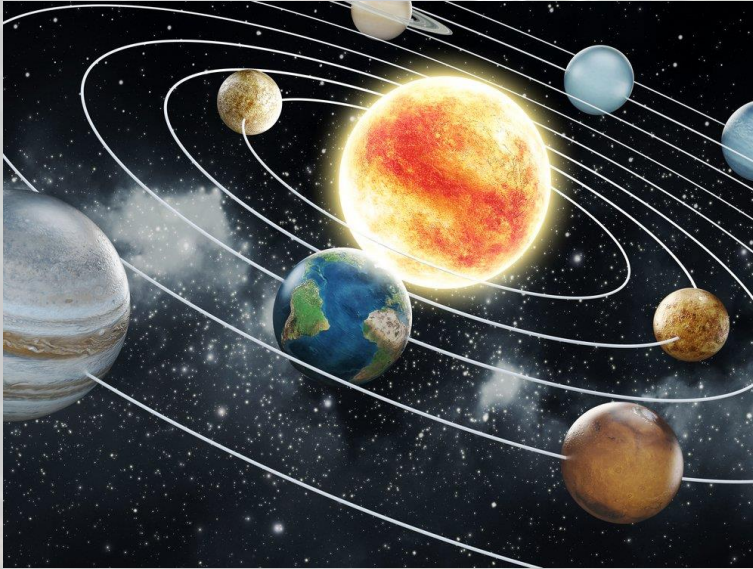
Un nou instrument pentru evidențierea radiațiilor invizibile, emulsia fotografică, Becquerel, 1899 radiațiile  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  → premiul Nobel 1903

Rutherford, structura atomului, nucleul atomic, → premiul Nobel 1908

Detectoare electronice, acceleratoare de particule → particule noi



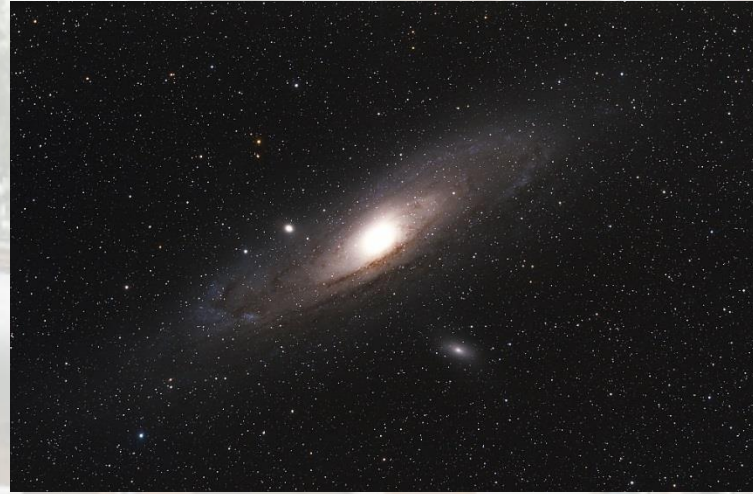
# Prima motivație a studierii materiei întunecate.



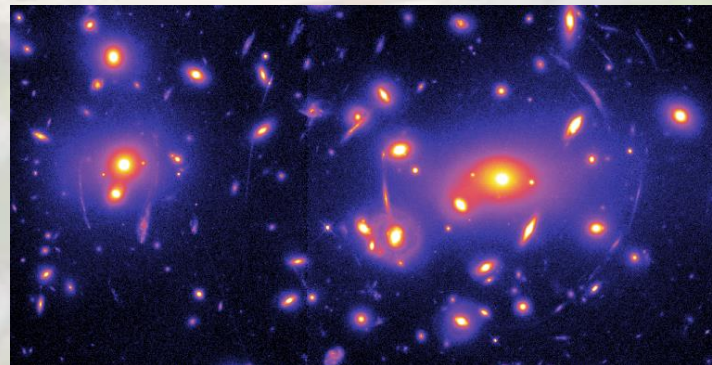
În gimnaziu am învățat că mișcarea de rotație a planetelor în jurul Soarelui poate fi explicată cu exactitate de legile lui Newton.

Efectul de lentilă gravitațională

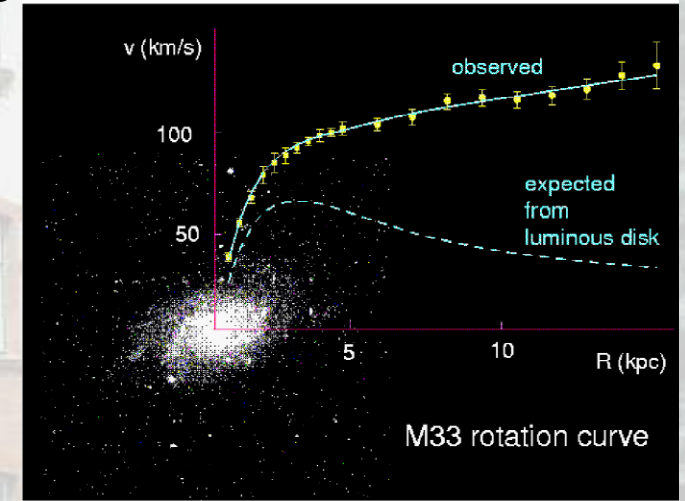
Galaxii întunecate



Galaxia Andromeda  
Masa: 370 miliarde  $M_{\odot}$   
Distanța: 2,5 milioane a.l.



- Studierea curbelor de rotație
- Aura materiei întunecate în jurul galaxiilor



## Recensământ în Univers

- Stele și galaxii numai: 0.5 %
- Materia cunoscută: 5 %
- Materia întunecată:  $\approx 30$  %
- Energia întunecată:  $\approx 65$  %

# Ce știm și ce nu știm despre materia întunecată?

- Sesizăm efectul gravitațional exercitat asupra stelelor vizibile.
- Există în cantitate foarte mare (95%)
- Îi cercetăm cu asiduitate componentele cu detectoare din ce în ce mai sensibile.

## **Dar nu știm**

- Ce fel de particulă sau particule o alcătuiesc?
- Ce fel de interacțiuni (noi) se exercită între aceste particule?



# Căutare intensivă din beci până în pod, deja de 30 de ani, din toate unghiurile, cu forțe uriașe...

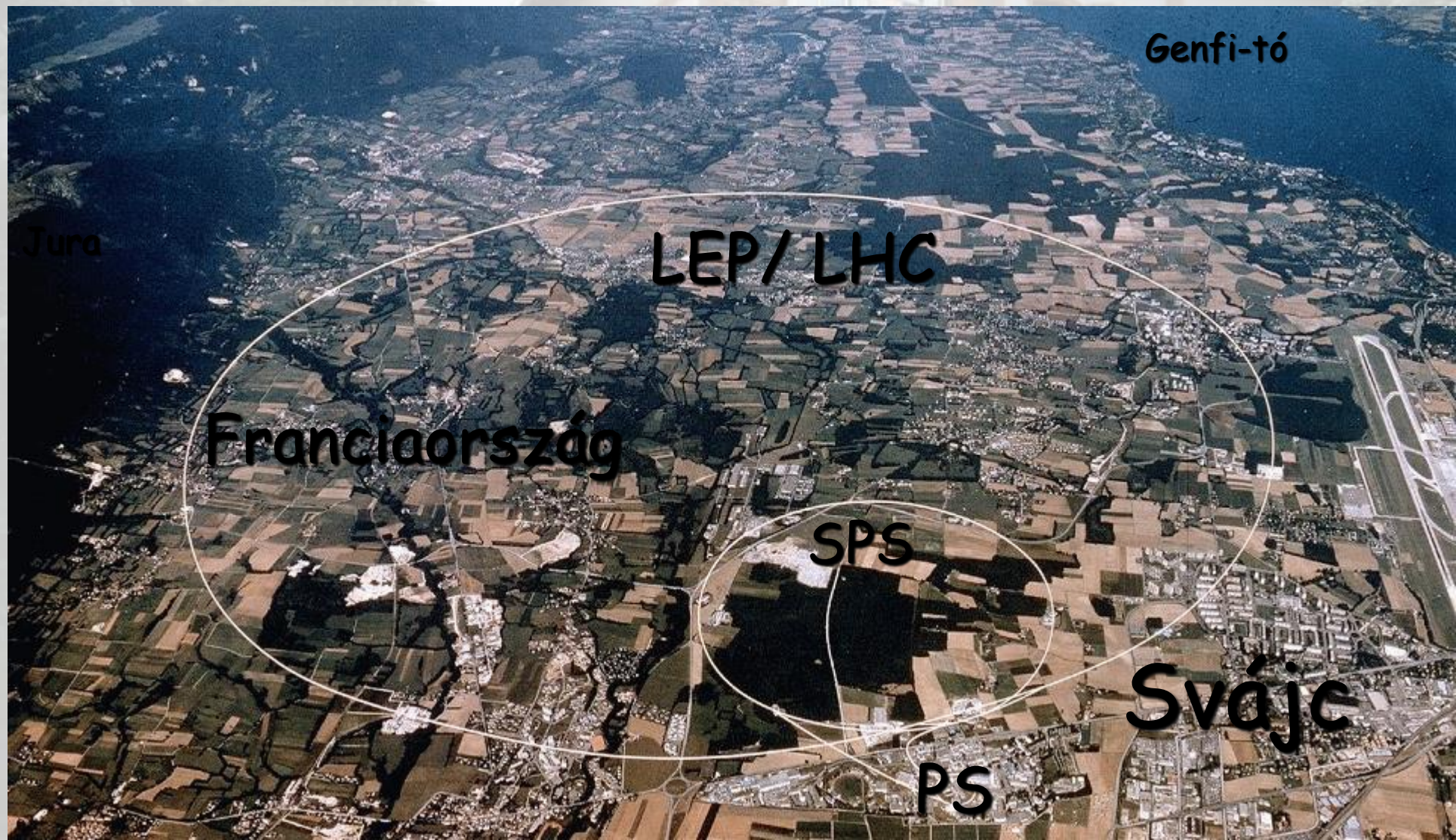
- Cu detectoare subterane construite după ultima tehnologie,



cu spectrometre de mare sensibilitate construite în spațiul cosmic



În această căutare de câțiva ani s-au alăturat și fizicienii laboratorului Large Hadron Collider (LHC) al celui mai mare accelerator din lume, de la CERN.





# Nucleul atomic ca mașinărie de descoperiri.

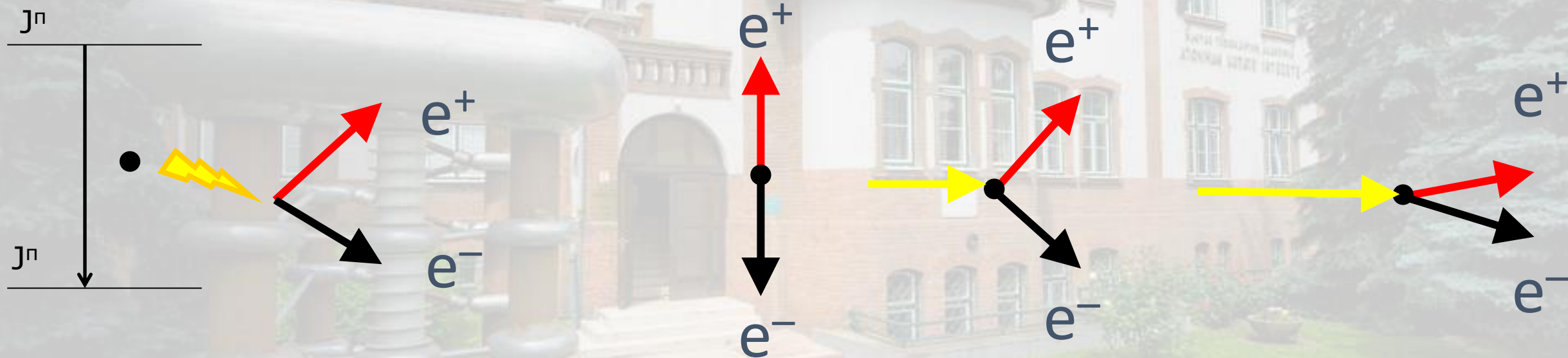
- LHC-ul a fost construit ca o mașinărie pentru descoperiri, în care se examinează ciocnirile protonilor de energie mare. Dar acești protoni se găsesc și în nucleul atomic.
- Noi la Institutul de Cercetare al Nucleului Atomic al Academiei Maghiare de Științe (MTA) cercetăm proprietățile nucleului atomic și transformările lui. Însă în realitate nucleul atomic este și el o mașinărie de descoperiri, ca și LHC-ul, dar la energii mai mici. În care posibil să regăsim toate interacțiunile din natură.
- Din cele patru interacțiuni din natură cunoscute până în prezent, două au fost descoperite în nucleul atomic. Acestea sunt interacțiunea tare și cea slabă. La ce sunt bune acestea? Interacțiunea tare dă naștere energiei foarte mari de legătură a nucleului atomic care eliberată o generează reactoarele atomice. Iar fără interacțiunea slabă Soarele nu ar lumina.
- Noi am început să căutăm materia întunecată în nucleul atomic.

# Forța întunecată și fotonul întunecat.

- În lumea noastră vizibilă fotonii, cuantele luminii, transmit interacțiunea electromagnetică. În lumea întunecată corespondenta luminii este radiația întunecată, ale cărei cuante sunt fotonii întunecați (2008).
- În toată lumea au loc mari experimente pentru punerea în evidență a fotonului întunecat.
- În înțelesul teoriei de mai sus ar putea exista atomi întunecați, și am putea să începem să ne gândim și despre chimie întunecată....
- Caracteristicile fotonului întunecat:
  - Timp de viață bine definit (scurt)
  - Descompunere în pereche Electron- pozitron

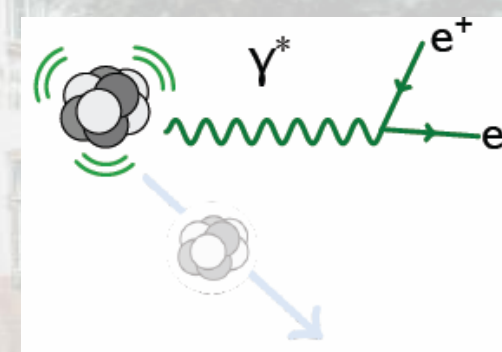
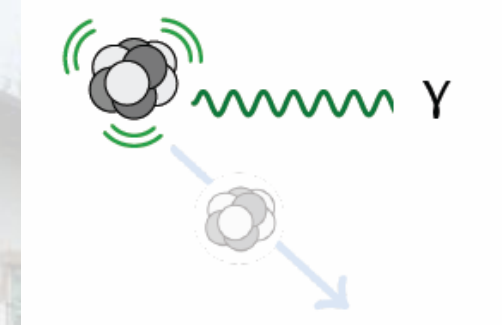
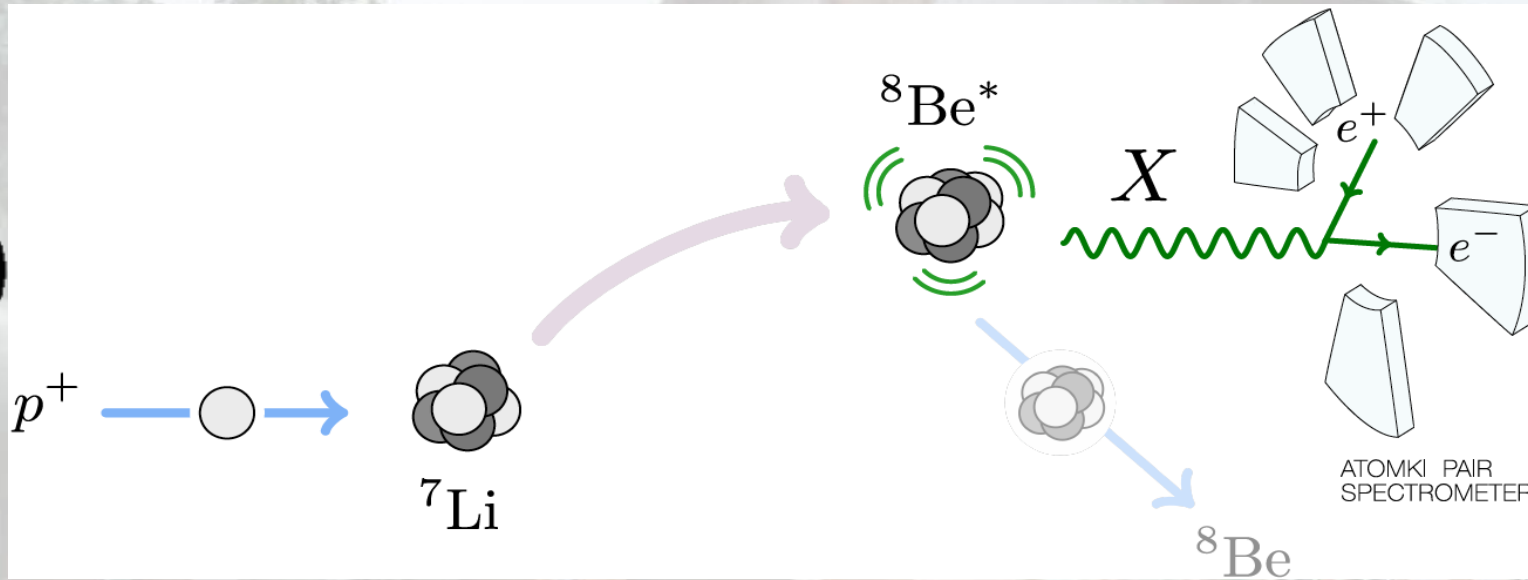


# Căutarea descompunerii $e^+e^-$ a fotonului întunecat în transformările nucleului atomic

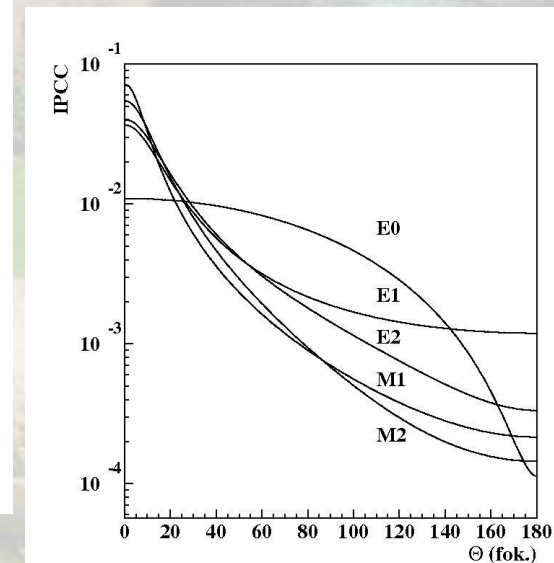


Deci, dacă măsurăm unghiurile dintre  $e^-$  și  $e^+$  rezultate în urma a foarte multe, evenimente consecutive și reprezentăm frecvența unghiurilor rezultate, așa numita coreleție unghiulară atunci ne așteptăm la un vârf (maxim) semnificativ.

# Producerea și descompunerea ${}^8\text{Be}^*$

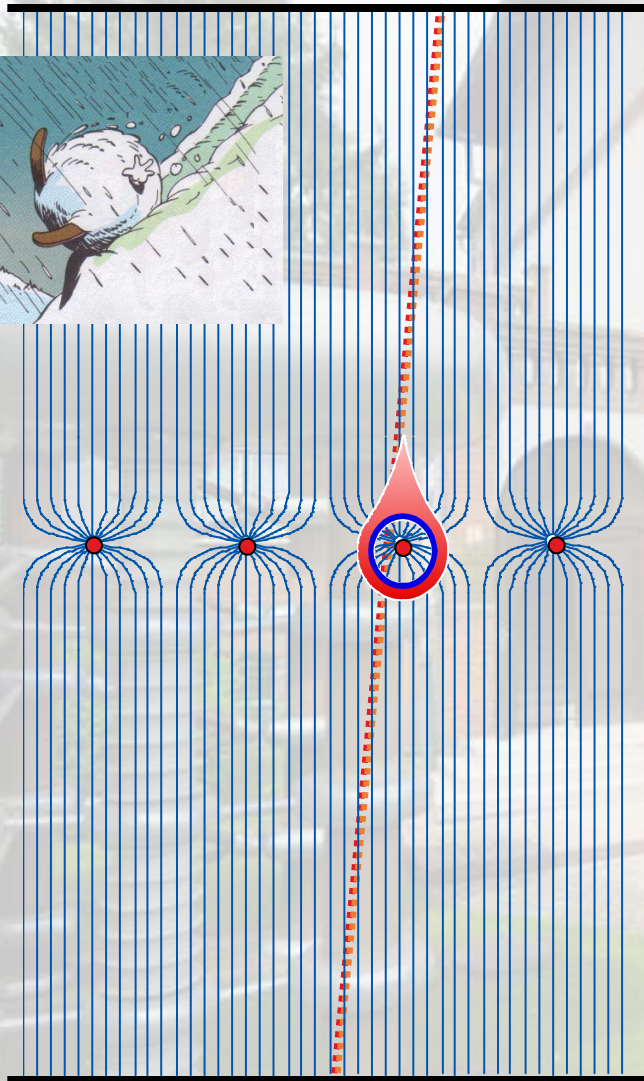
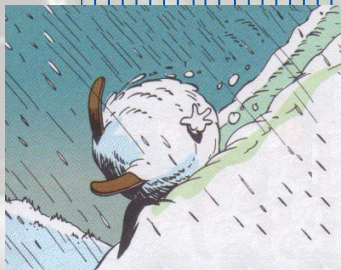


- Cu expulzarea unui proton:  $B(p + {}^7\text{Li}) \approx 100\%$
  - Emisia radiației  $\gamma$ :  $B({}^8\text{Be} + \gamma) \approx 1.5 \times 10^{-5}$
  - Generarea internă a perechii:  $B({}^8\text{Be} + e^+ e^-) \approx 5.5 \times 10^{-8}$
- Curbe line, cu descreștere monotonă,
- Prin apariția fotonului întunecat:  $B({}^8\text{Be} + X) \approx 5.5 \times 10^{-10}$
- Căutarea vârfului curbei

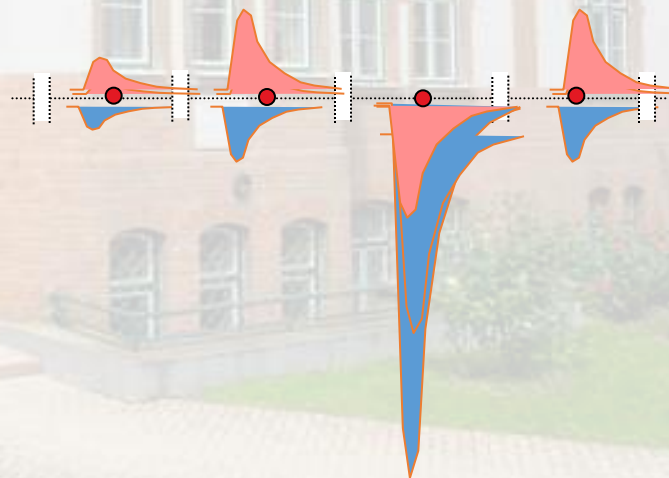




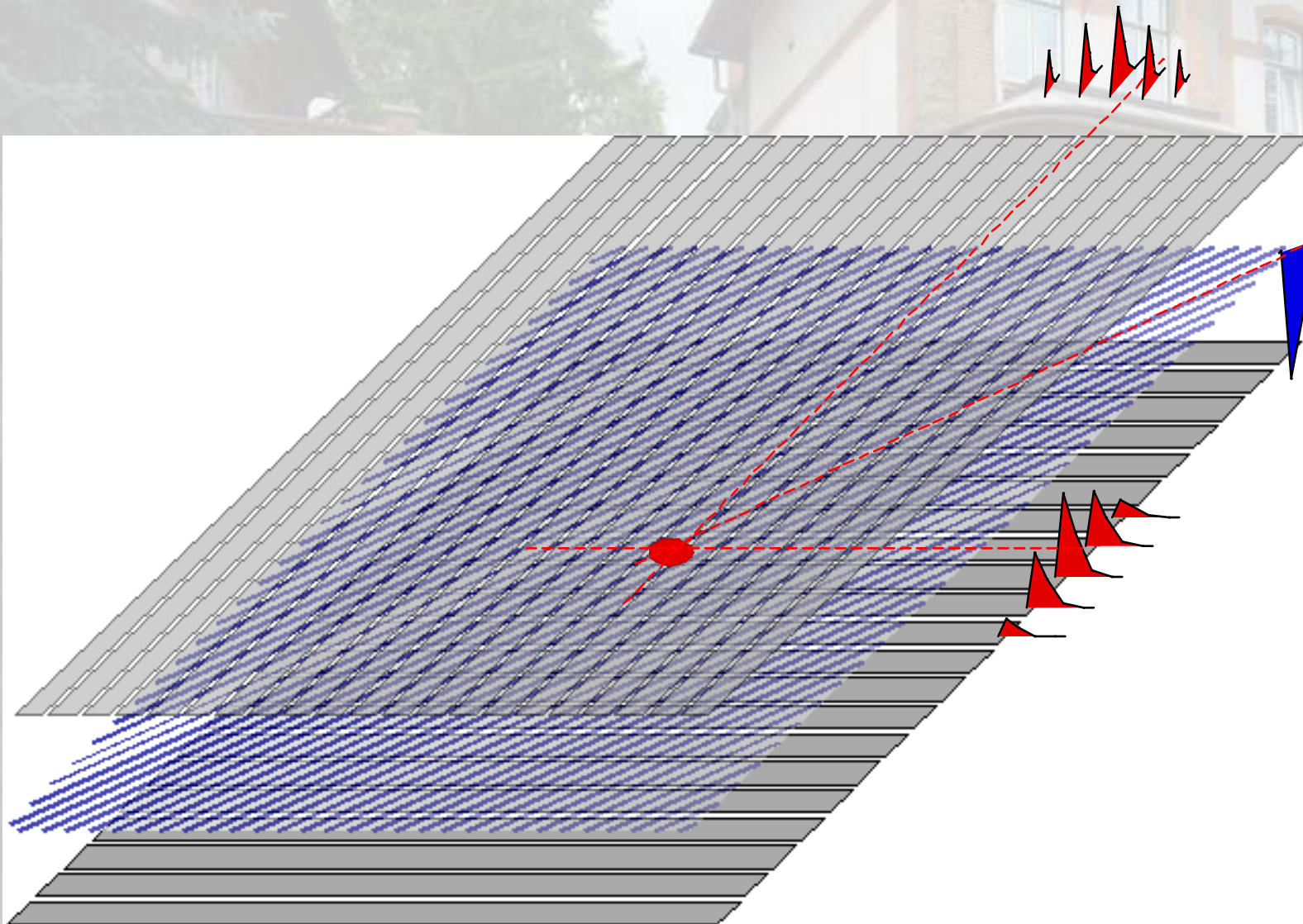
# Văzând invizibilul (detectoare)



*CAMERĂ DE DETECȚIE PROPORȚIONALĂ CU FIRE MULTIPLE (MWPC):*



# Văzând invizibilul (detectoare)

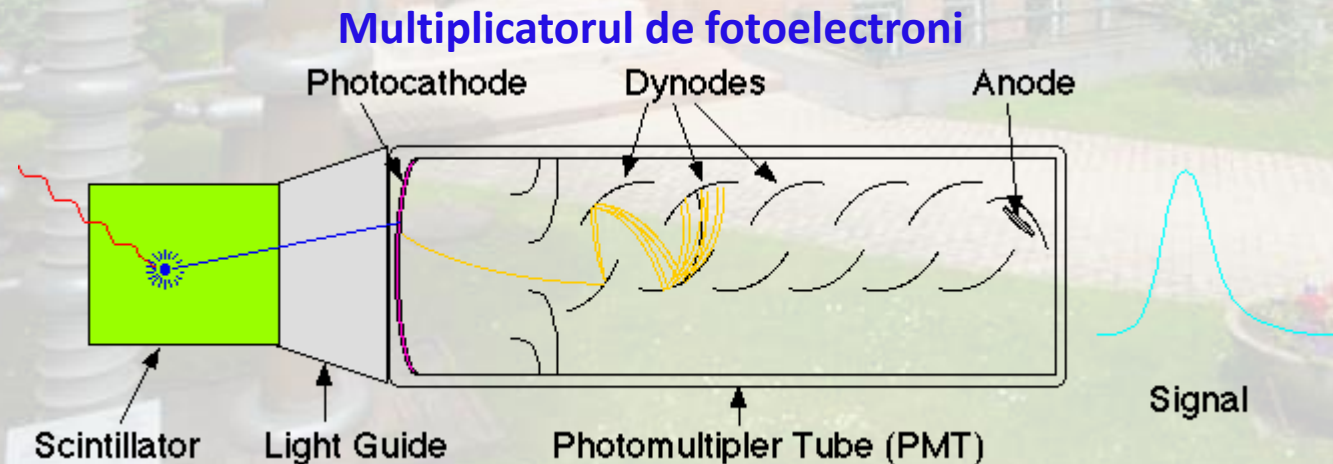


*Citirea  
bidimensională MVPC  
cu ajutorul  
incărcăturilor induse  
pe catoduri  
Charpak și Sauli,  
Premiul Nobel: 1973*

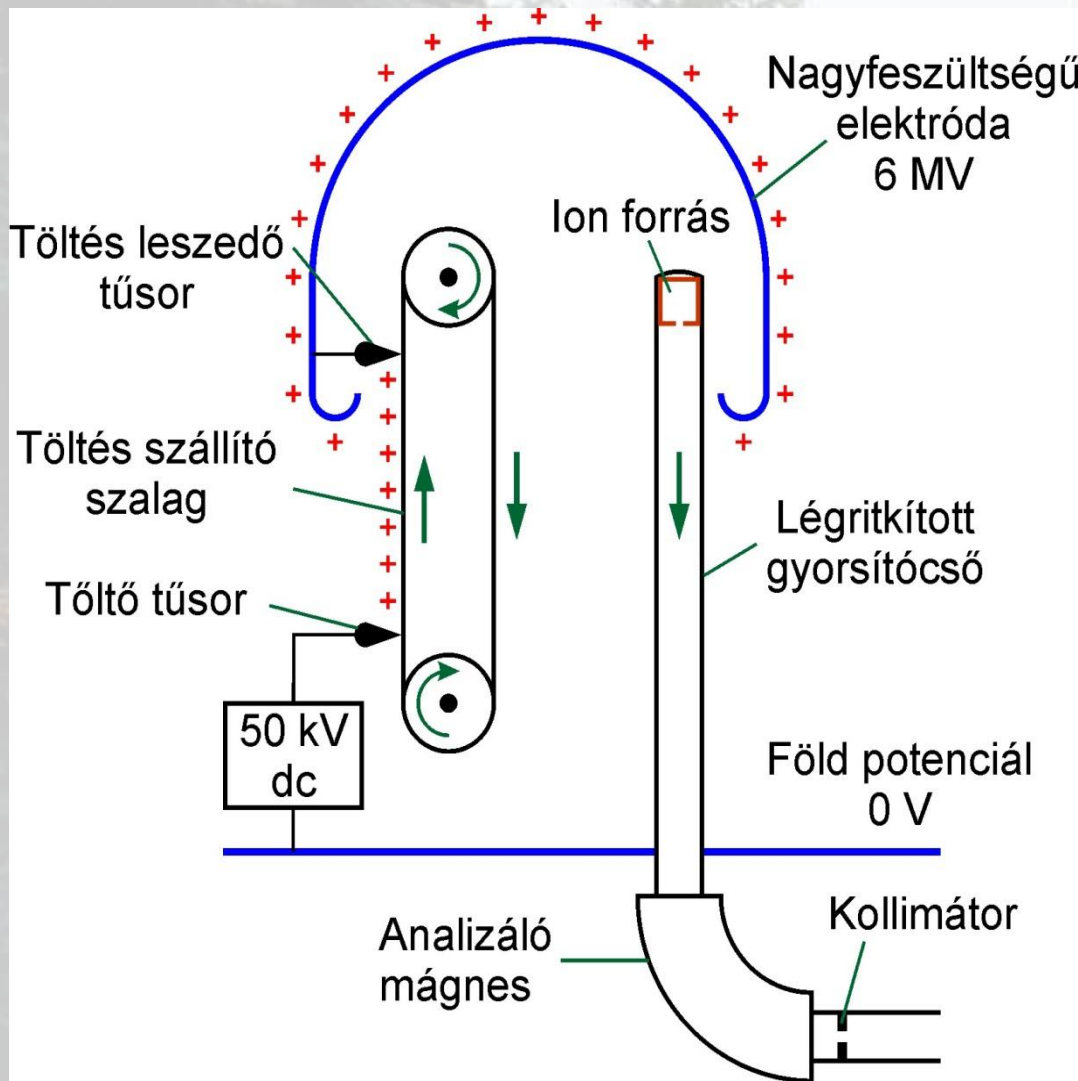


# Detectoare cu scintilație

- **Materiale scintilante:**
  - Dezexcitarea atomilor excitați adică captarea electronilor liberi este însoțită de emisie de lumină scintilație.
  - Cristale anorganice (ZnS(Ag), NaI(Tl), CsI(Tl)...)
  - Materiale organice (plastice, lichide...)
  - Gaze
- Lumina emisă este dirijată cu ghiduri de lumină (plexiglas, fibră de sticlă...) în multiplicatorul de fotoelectroni.



# Generatorul electrostatic Van de Graaff

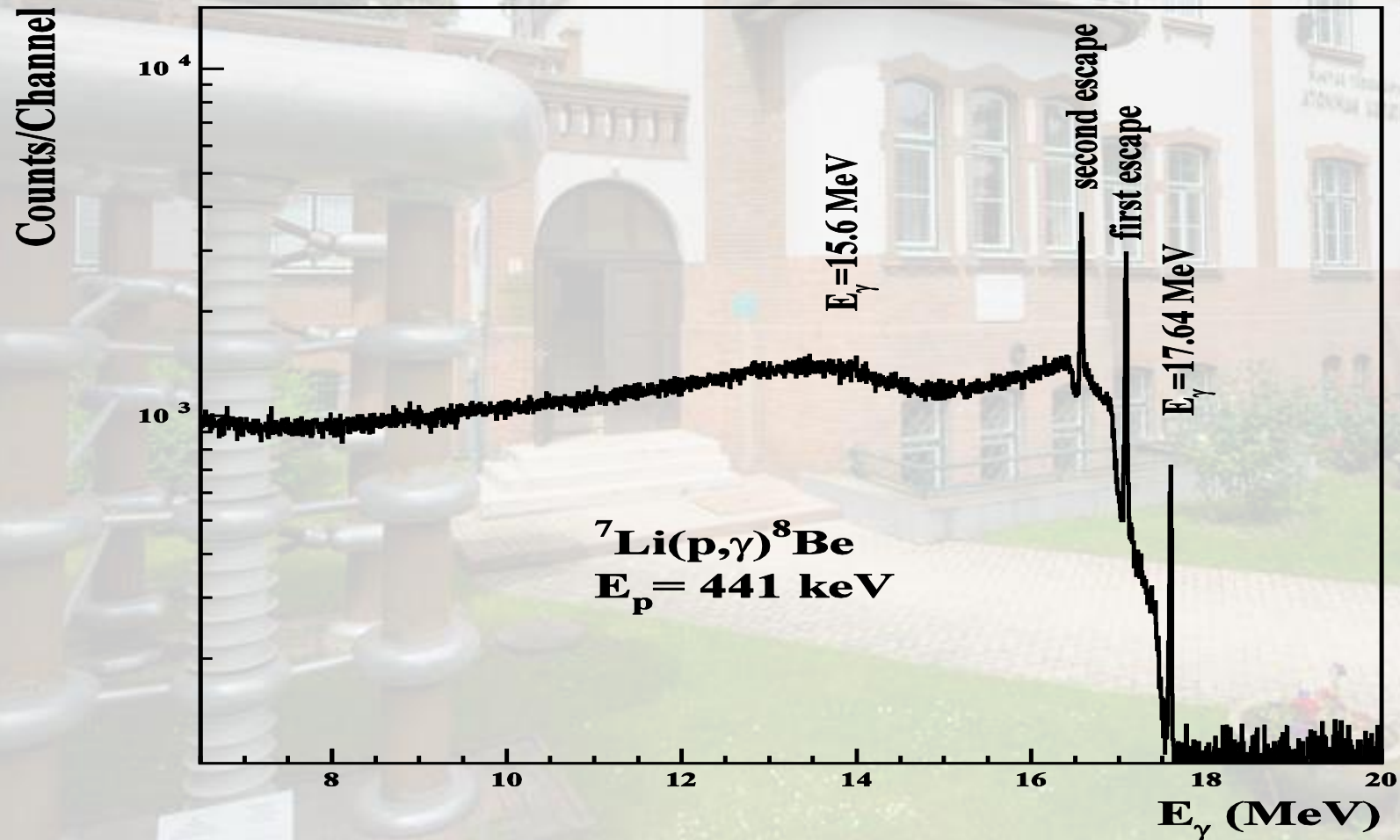


- Banda transportoare este încărcată electric cu ajutorul unor perii ascuțite. Banda încărcată transportă sarcinile electrice pe o emisferă, care astfel se va încărca și va dobândi un potențial ridicat.
- Spațiul de accelerare ia naștere cu ajutorul unor electrozi cu potențiale din ce în ce mai ridicate.
- Între ele rezistențe

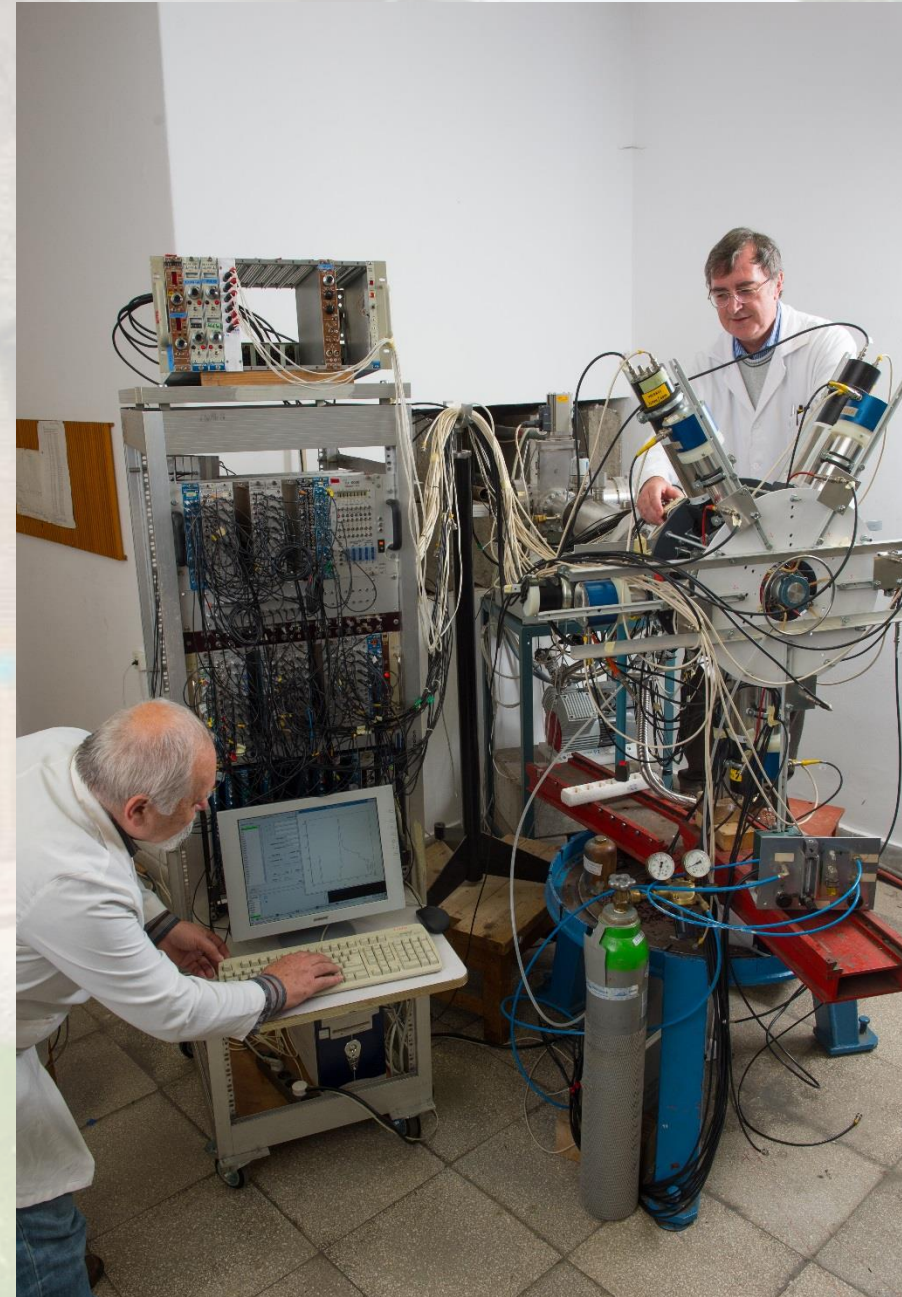
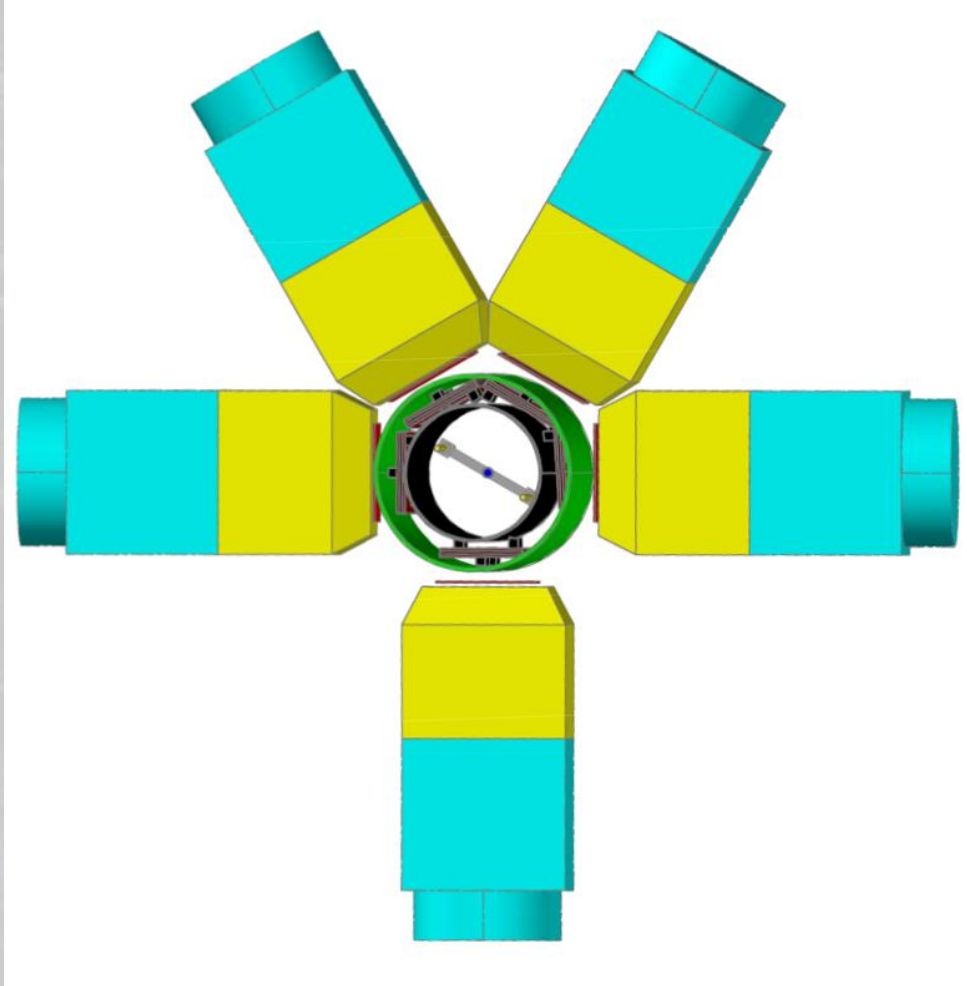




# Spectrul- $\gamma$ măsurat la rezonanța de 441keV

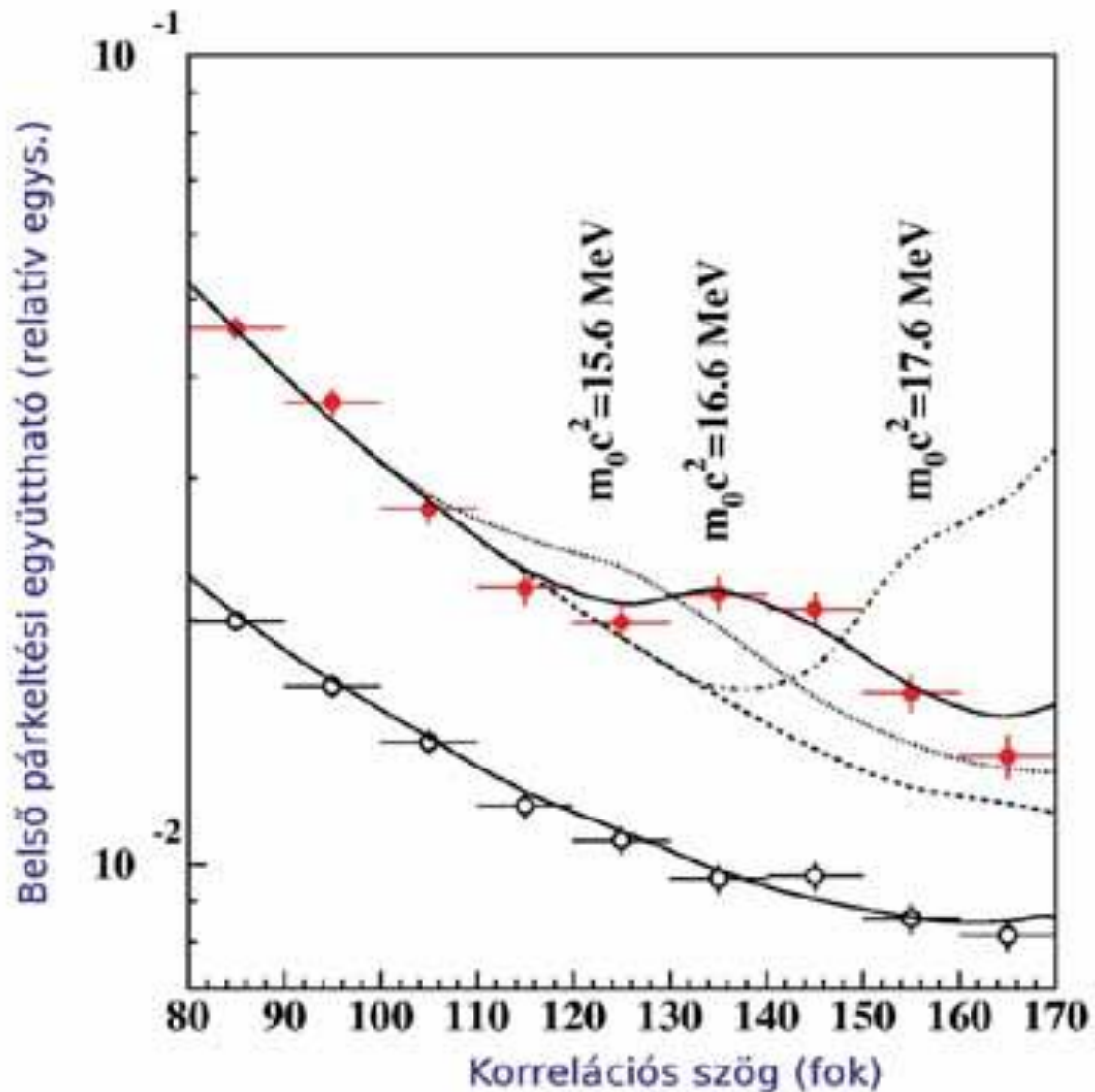


# Spectrometrul electron-pozitron





# Rezultatele noastre experimentale și interpretarea lor



Interpretarea rezultatelor noastre privind corelarea unghiulară electron-pozitron presupunând apariția și dezintegrarea unei particule noi.

- Puncte experimentale: **puncte roșii cu greșeli**
- Curba teoretică: linia întreruptă
- Verificare spectrometrică: cercurile goale cu greșeli
- Curbe calculate cu presupunerea unei particule noi.
- →  **$m_0c^2= 16.6 \text{ MeV}$ , X(16.6)**

## Observation of Anomalous Internal Pair Creation in $^8\text{Be}$ : A Possible Indication of a Light, Neutral Boson

A. J. Krasznahorkay,<sup>\*</sup> M. Csatlós, L. Csige, Z. Gácsi, J. Gulyás, M. Hunyadi, I. Kuti, B. M. Nyakó, L. Stuhl, J. Timár, T. G. Tornyai, and Zs. Vajta

*Institute for Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences (MTA Atomki), P.O. Box 51, H-4001 Debrecen, Hungary*

T. J. Ketel

*Nikhef National Institute for Subatomic Physics, Science Park 105, 1098 XG Amsterdam, Netherlands*

A. Krasznahorkay

*CERN, CH-1211 Geneva 23, Switzerland and Institute for Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences (MTA Atomki), P.O. Box 51, H-4001 Debrecen, Hungary*

(Received 7 April 2015; published 26 January 2016)

Electron-positron angular correlations were measured for the isovector magnetic dipole 17.6 MeV ( $J^\pi = 1^+, T = 1$ ) state  $\rightarrow$  ground state ( $J^\pi = 0^+, T = 0$ ) and the isoscalar magnetic dipole 18.15 MeV ( $J^\pi = 1^+, T = 0$ ) state  $\rightarrow$  ground state transitions in  $^8\text{Be}$ . Significant enhancement relative to the internal pair creation was observed at large angles in the angular correlation for the isoscalar transition with a confidence level of  $> 5\sigma$ . This observation could possibly be due to nuclear reaction interference effects or might indicate that, in an intermediate step, a neutral isoscalar particle with a mass of  $16.70 \pm 0.35(\text{stat}) \pm 0.5(\text{syst}) \text{ MeV}/c^2$  and  $J^\pi = 1^+$  was created.

## Evidence for a Protophobic Fifth Force from $^8\text{Be}$ Nuclear Transitions

Jonathan L. Feng,<sup>1</sup> Bartosz Fornal,<sup>1</sup> Iftah Galon,<sup>1</sup> Susan Gardner,<sup>1,2</sup> Jordan Smolinsky,<sup>1</sup> Tim M. P. Tait,<sup>1</sup> and Philip Tanedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physics and Astronomy, University of California, Irvine, California 92697-4575 USA*

<sup>2</sup>*Department of Physics and Astronomy, University of Kentucky, Lexington, Kentucky 40506-0055 USA*

**Phys. Rev. Lett. 117, 071803**

Puțină statistică:

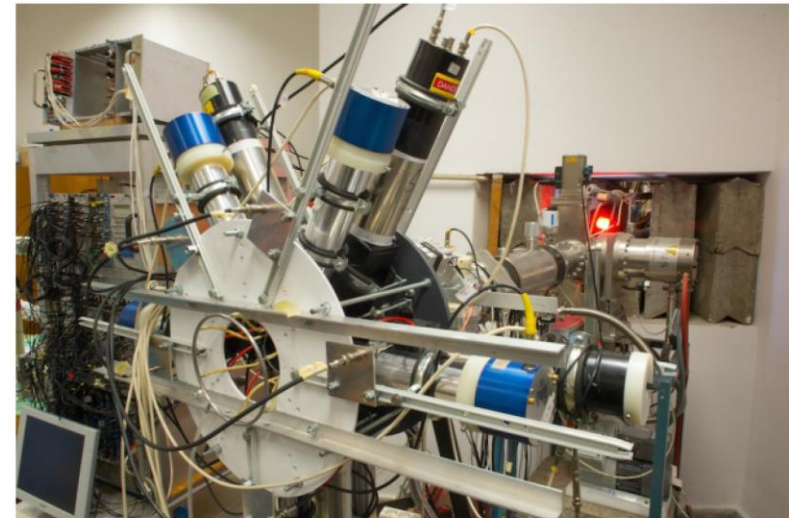
- Ziarele din aproape toate țările au preluat știrea
- Peste 200 de mii de descărcări de pe World Wide Web
- În 2016 am primit invitații la 17 conferințe internaționale

## Has a Hungarian physics lab found a fifth force of nature?

Radioactive decay anomaly could imply a new fundamental force, theorists say.

Edwin Cartlidge

25 May 2016



MTA-Atomki

Physicists at the Institute for Nuclear Research in Debrecen, Hungary, say this apparatus — an electron-positron spectrometer — has found evidence for a new particle.

A laboratory experiment in Hungary has spotted an anomaly in radioactive decay that could be the signature of a previously unknown fifth fundamental force of nature, physicists say — if the finding holds up.

Attila Krasznahorkay at the Hungarian Academy of Sciences's Institute for Nuclear Research in Debrecen, Hungary, and his colleagues reported their surprising result in 2015 on the arXiv preprint server, and this January in the journal *Physical Review Letters*<sup>1</sup>. But the report — which posited the existence of a new, light boson only 34 times heavier than the electron — was largely overlooked.

Then, on 25 April, a group of US theoretical physicists brought the finding to wider attention by publishing its own analysis of the result on arXiv<sup>2</sup>. The theorists showed that the data didn't conflict with any previous experiments — and concluded that it could be evidence for a fifth fundamental force. "We brought it out from relative obscurity," says Jonathan Feng, at the University of California, Irvine, the lead author of the arXiv report.

Four days later, two of Feng's colleagues discussed the finding at a workshop at the SLAC National Accelerator Laboratory in Menlo Park, California. Researchers there were sceptical but excited about the idea, says Bogdan Wojtsekhowski, a physicist at the Thomas Jefferson National Accelerator Facility in Newport News, Virginia. "Many participants in the workshop are thinking about different ways to check it," he says. Groups in Europe and the United States say that they should be able to confirm or rebut the Hungarian experimental results within about a year.



Dark matter may feel a "dark force" that the rest of the Universe does not

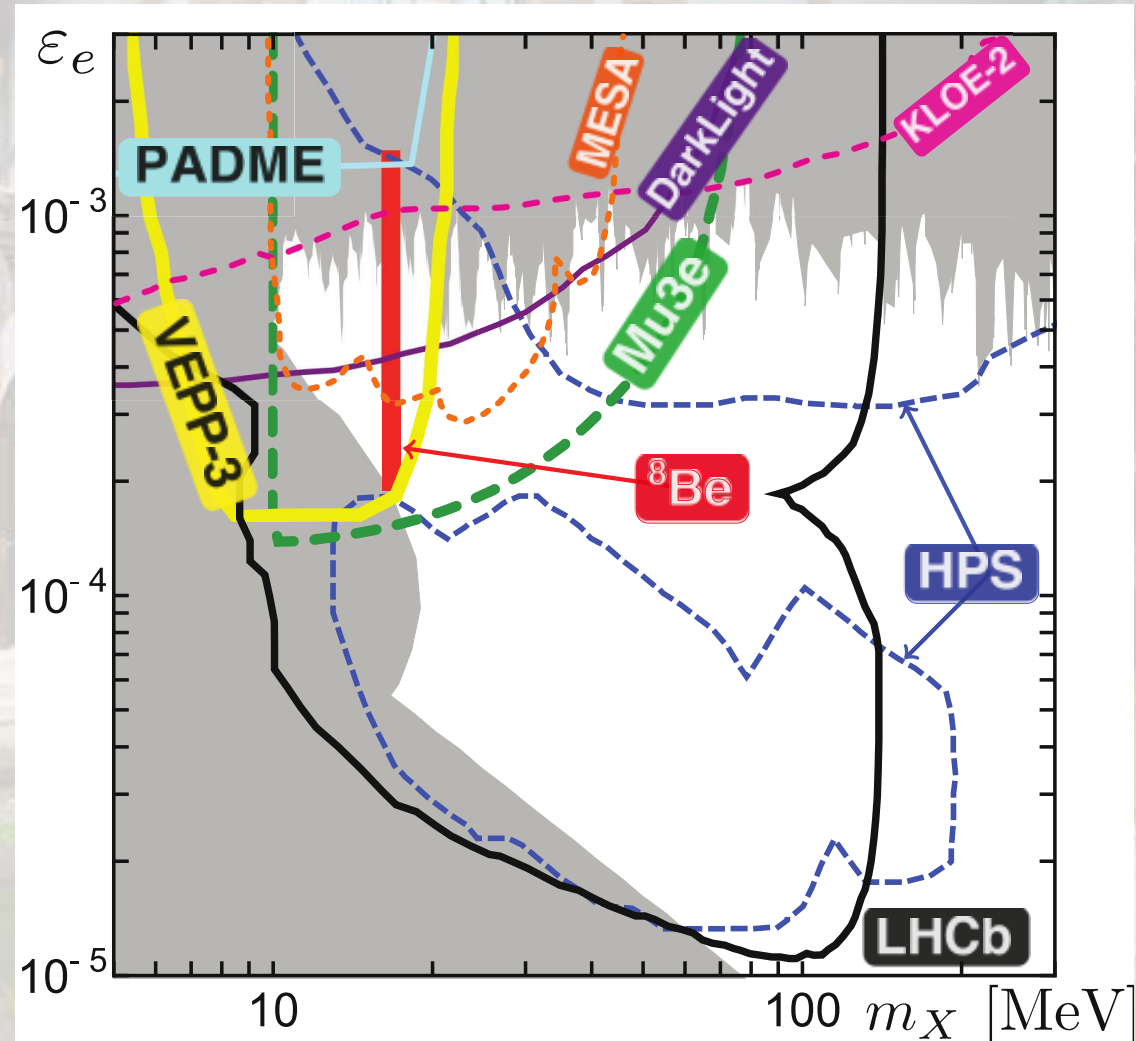


# Rezultatele noastre pe lista internațională

Rezultatele noastre vor fi verificate în marile laboratoare ale lumii.

→ Rezultate peste câțiva ani.

→ Experiment la CERN în septembrie



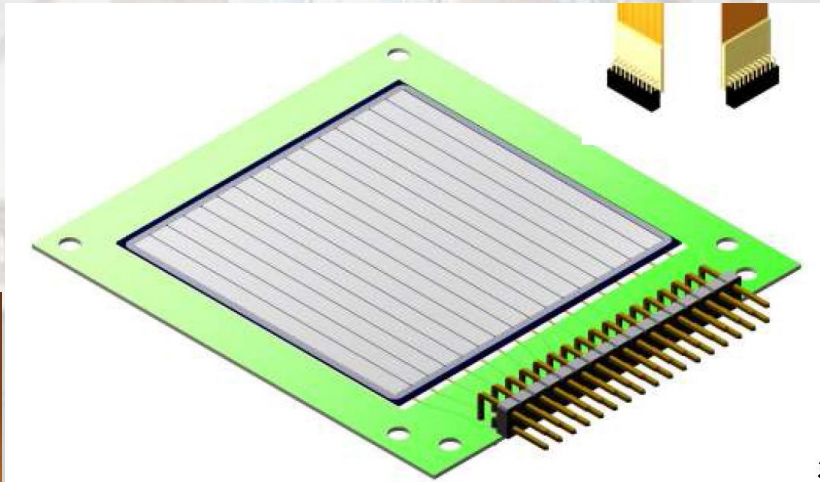
# Continuarea urmează...

- Mai multe telescoape efecte mai puternice
- Detectoare de pozitie Si pentru stabilirea vectorilor impulsurilor electronilor și pozitronilor.
- Stabilirea cu precizie a masei invariante.
- Vedem ceva în trecerea la 17,6 MeV? (Prezicerile modelului cu fobie la protoni)
- Stabilirea duratei de viață a particulei.
- În trecerea E1 ( $^{11}\text{B}(p,\gamma)^{12}\text{C}$ ) vedem ceva? (se conservă paritatea în interacțiune?)
- Analiza dezintegrării cu doua radiații  $\gamma$  particulei.

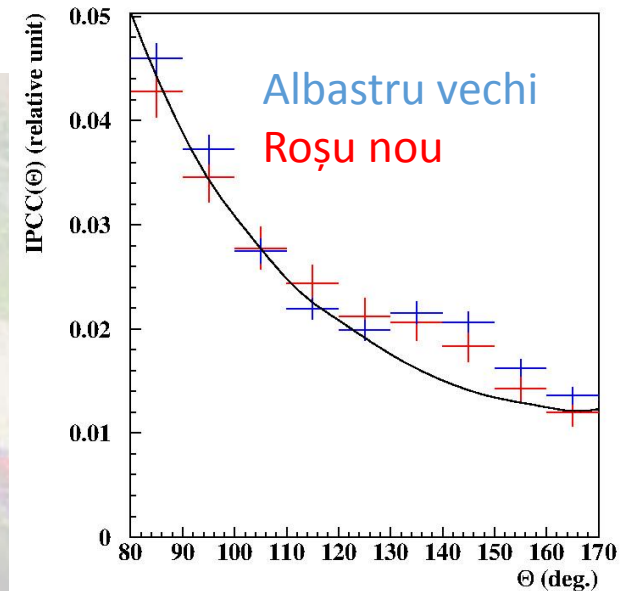


# Primele rezultate cu noul Tandetron (februarie 2017)

1. Accelerator nou
2. Detectoare noi
3. Sistem nou de colectare a datelor



**S-a reușit reproducerea  
anomaliai publicate mai  
devreme!!!**



**Trăim vremuri fantastice.**

**Imaginea Fizicii în anii ce vor urma probabil  
se va transforma fundamental.**

**Luăți și dumneavoastră parte în acest proces!**