

Magyarok Amerikában

forró nyomon az Ősanyag nyomában

Csörgő Tamás

Department of Physics, Harvard University, Cambridge, MA
MTA KFKI RMKI, Budapest

Út Amerikába – és haza
Tudományos eredmények

Új jelenség

Új anyag

Folyadék halmazállapot

Tökéletes kvarkfolyadék

A legforróbb anyag – kvark-gluon plazma

„Archimédész törvénye”

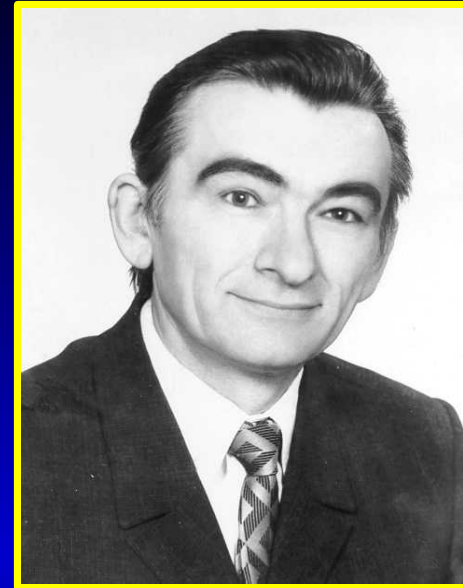
Elemi részecskék – játékosan:

Török Csaba, Csörgő Judit

Út Amerikába – és haza

Általános Iskola, Visznek

100 fős, kis osztályok, kis falu
Néptánc, színjátszás, szakkörök!
Tehetséggondozás
Országos versenyek, 1. hely



Berze Gimnázium, Gyöngyös

Kiss Lajos: kiváló fizikatanár
A Természet Egysége
Önképzőkör, Országos 1. hely ...



ELTE TTK, Budapest

Országos versenyek, 1. hely ...
Fizikus diploma, Németh Judit

MTA KFKI RMKI, Budapest

Zimányi József akadémikus, témavezető
Kandidátusi, MTA Doktora

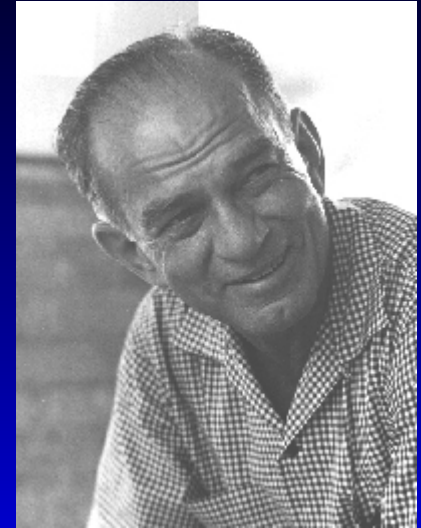
Út Amerikába – ösztöndíjak

Fulbright Alapítvány

Columbia Egyetem, New York
témavezető: Gyulassy Miklós

elméleti fizika

„Advanced Research Award” (1996)



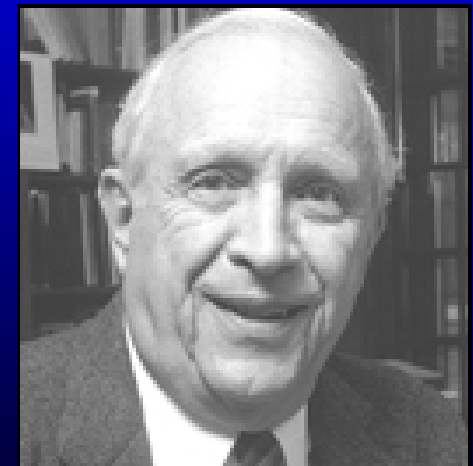
A PHENIX Magyar csoport

Fulbright Alumni Initiatives Award (2001)

- egyedüli tudósként Magyarországról
- évtizedes kutatási program
- a szakterület álmát eléri (2010)

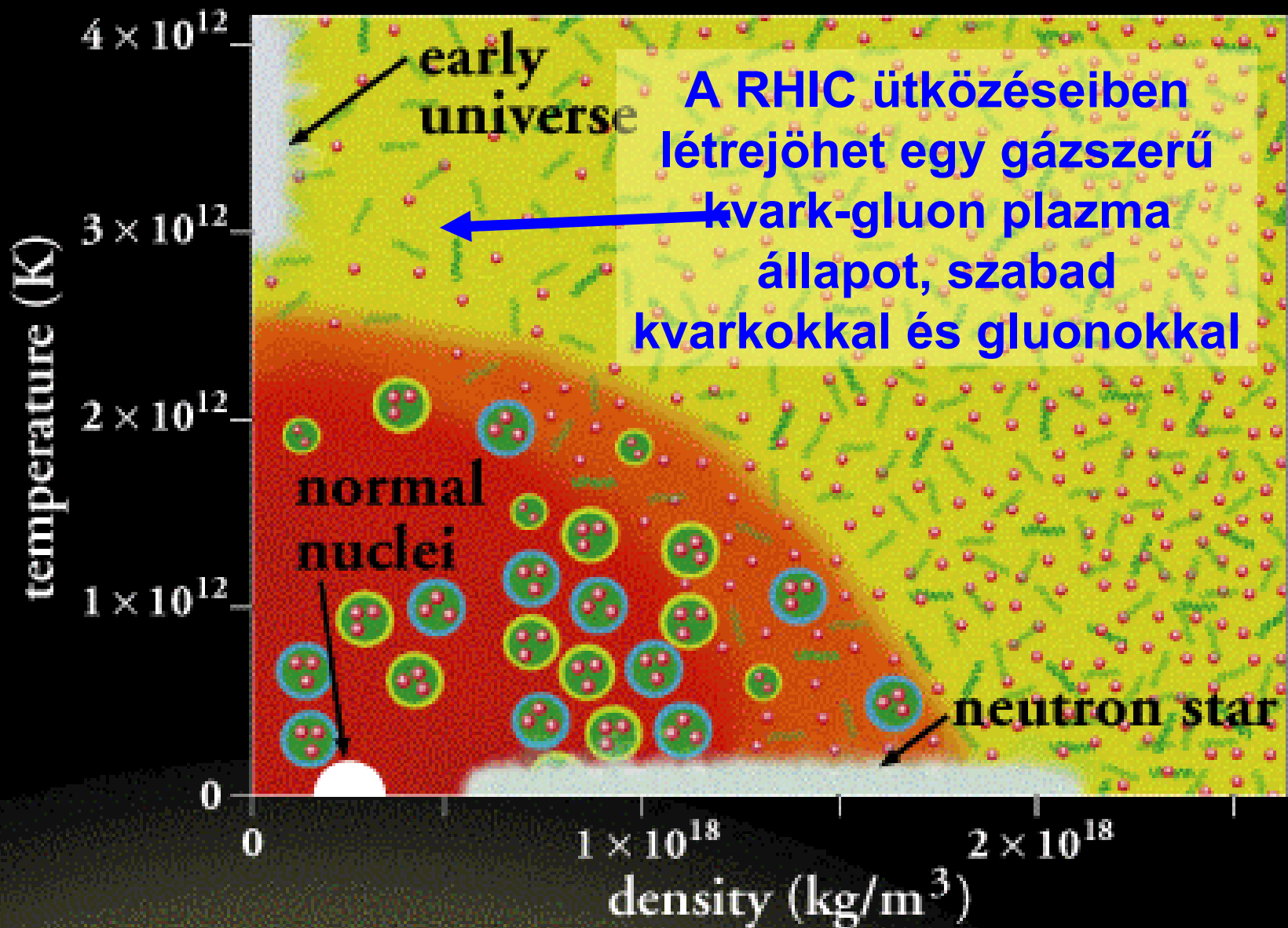
Innováció, kutatómenedzsment

Hungarian- American Enterprize Scholarship Fund
Case Western Reserve és Harvard Egyetemek
R. Glauber, Harvard: Nobel-díjas vezető (2008-)

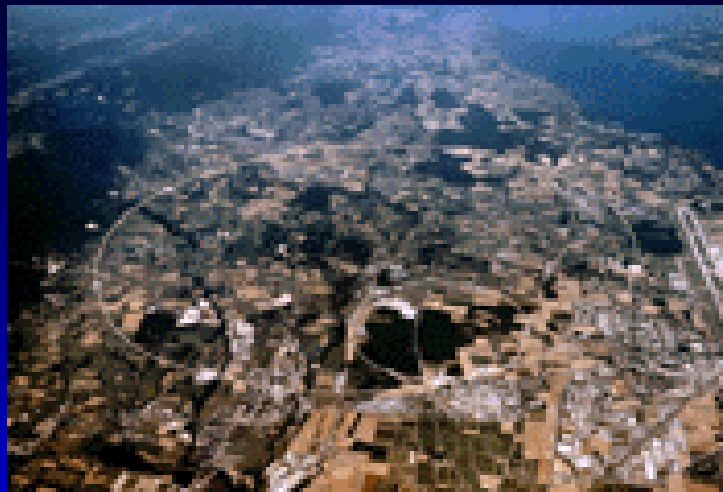


Önálló áttörések (2010)

Várakozás 2000 körül



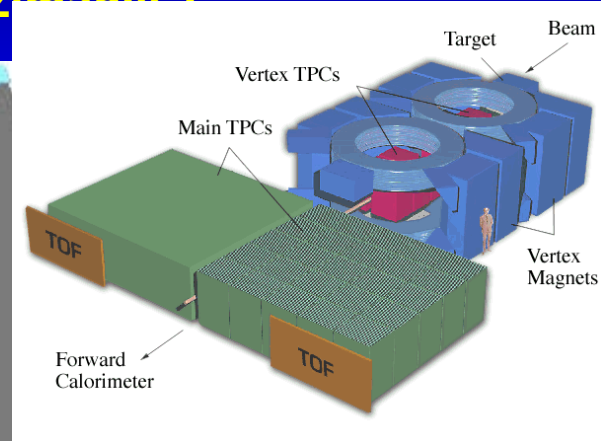
A CERN SPS kora



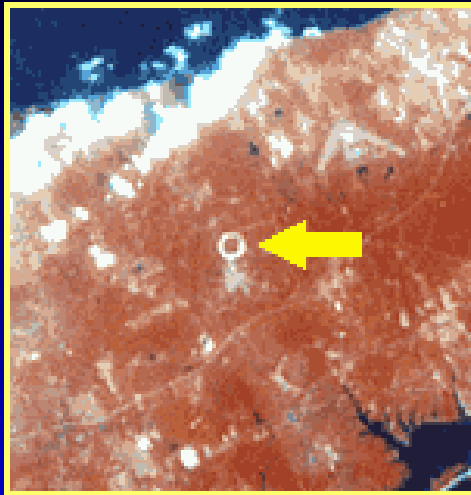
- **Pb+Pb @ $E_{lab} = 158 \text{ AGeV}$ @ CERN SPS**
- **h+p, p+p, p+A, A+B ütközések**
- **7 kísérleti együttműködés: NA44, NA45, NA49, NA50, NA52, NA57, WA98**
- **KFKI-ELTEs részvétel az NA49 kísérletben: Vesztergombi Gy, Barna D, Csató P, Fodor Z, Gál J, Hegyi S, Jancsó G, Lévai P, Molnár J, Palla G, Siklér F, Szentpétery I, Szilkai J, Veres G, Varga D, Zimányi J**



**Hasonlat:
viking
Kor**



BNL, RHIC kora



Au+Au @ $E_{\text{cms}} = 100+100$ AGeV @ run2

pol. p + pol. p, p+A ütközések

4 kísérleti együttműködés: BRAHMS, PHENIX, PHOBOS, STAR

Magyar részvétel a PHENIX kísérletben:

**KFKI: Csörgő T, Nagy M, Hidas P,
Ster A, Vértesi R, Zimányi J**

ELTE: Kiss Á, Csanád M, Deák F, Vargyas M.

Debrecen: Dávid G, Tarján P, Veszprémi V.



**Hasonlat:
Columbus kora**



RHIC: Tervek 2000 (és 2010) környékén

Kihasztnálni a RHIC példátlan képességeit

Nagy \sqrt{s}

Megbízható pQCD szondák rendelkezésre állása

A ütközési barionok tiszta szétválaszása a „glue”-tól

Döntő kísérleti evidencia találása a QGP létezése mellett/ellen

Polarizált p+p ütközések

Két kisebb és két nagyméretű detektor

Ezek egymást kiegészítő, de átfedésekkel is rendelkező képességek

Kis detektorok 3-5 év élettartammal: BRAHMS, PHOBOS

Nagy detektorok ~ Nagyberendezések: PHENIX, STAR

Komoly összegű beruházásokkal

Hosszú élettartamok (20+ év, 3. generációs PHENIX tervezés alatt)

Lehetőség az elért felfedezések alapján kezdeményezett

fejlesztésekre (2010: Luminozitásnövelés alacsony energián,

QCD kritikus pont keresése, direkt fotonok, elektron-ion collider ...)

Azóta...

A RHIC gyorsító komplexum

Rutinszerű működés a tervezett luminozitás 2-4-szeresével (Au+Au)

A működési módok rendkívüli változatosságával

Ütközési nyalábkombinációk: Au+Au, d+Au, Cu+Cu, pp+pp

Energiák: 22 GeV (Au+Au, Cu+Cu, pp+pp), 7,7, 32, 56 GeV (Au+Au),

62 GeV (Au+Au, Cu+Cu, pp+pp), 130 GeV (Au+Au),

200 GeV (Au+Au, Cu+Cu, d+Au, pp+pp), 410 GeV (p+p), 500 GeV (pp+pp)

Kísérletek:

Sikeresek ! PHOBOS és BRAHMS adatfelvétele 2005-ben lezárult

Tudományos eredmények:

350+ referált közlemény, ebből 120+ PRL

Jelentős felfedezések

A jövő alapjai:

Bizonyított képesség a PHENIX és STAR detektorok fejlesztésére

Kulcsfontosságú tudományos kérdések meghatározása

**A gyorsítókomplexum és a kísérletek detektorrendszereinek bővítés
a 2. fázisba léptünk az újabb tud. célok elérésére**

a QCD kritikus pontja: előkészület alatt a 3. fázis (5-10 év)

Nyelvezet

A közösen használt alapvető nukleáris tulajdonságok

$A, Z \dots$

A nehézionfizika specifikus mennyiségei

V_2 Azimutális anizotrópia - Fourier együttható- “elliptikus folyás”

R_{AA} Nukleáris modifikációs faktor, értéke 1 ha nincs magfizikai hatás

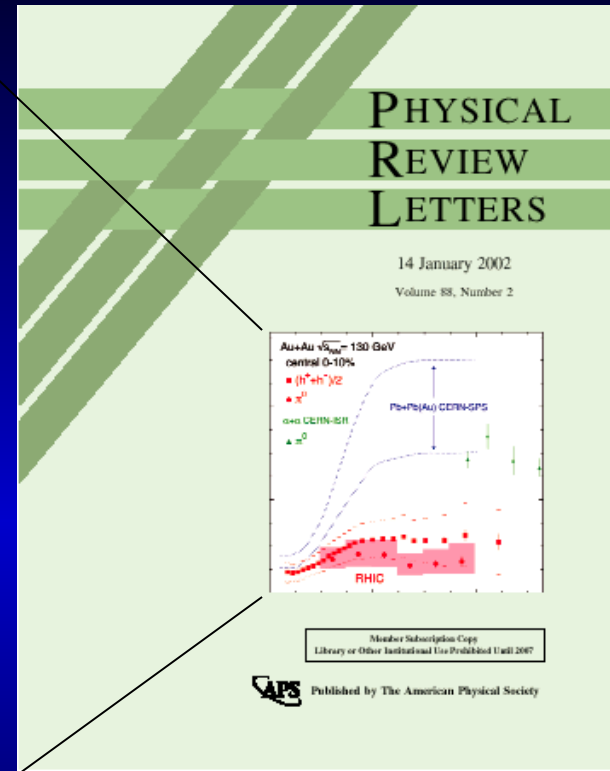
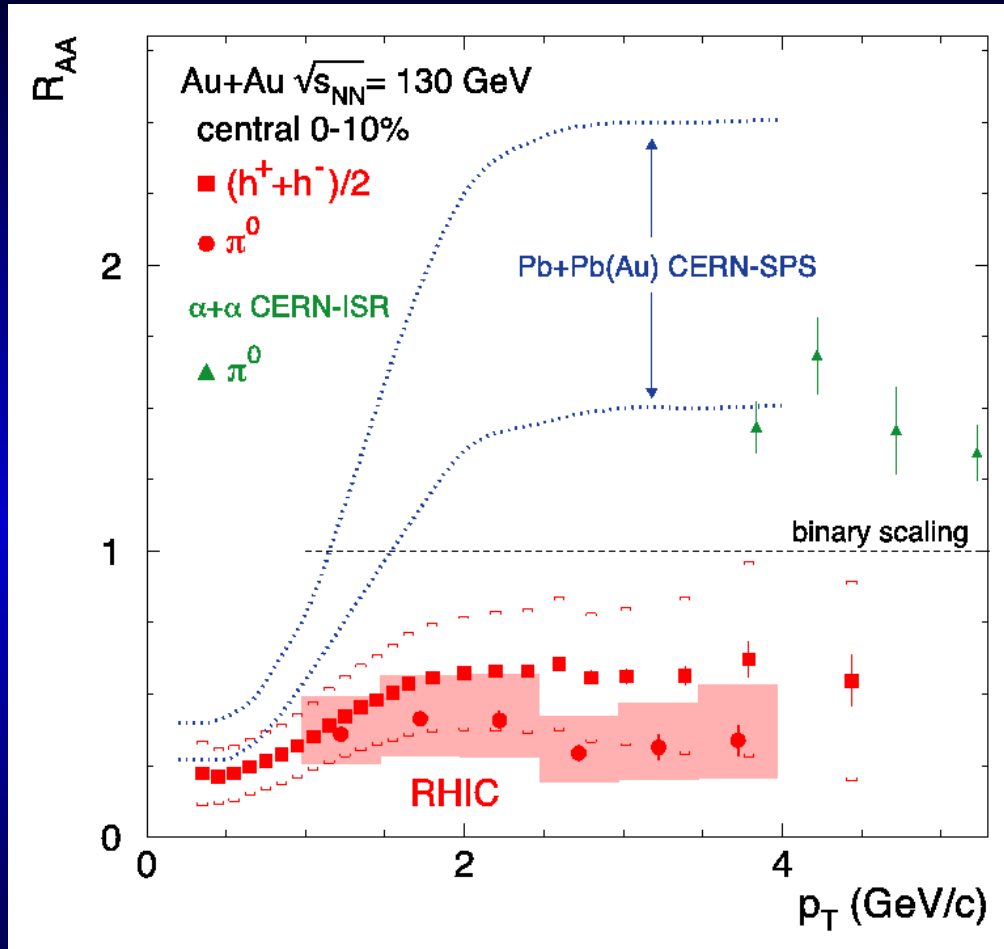
T Hőmérséklet (MeV)

μ_B Barion kémiai potenciál (MeV) \sim *nettó* barion sűrűség

η Viskozitás (MeV^3)

S Entrópiasűrűség (MeV^3) \sim “részecske” sűrűség

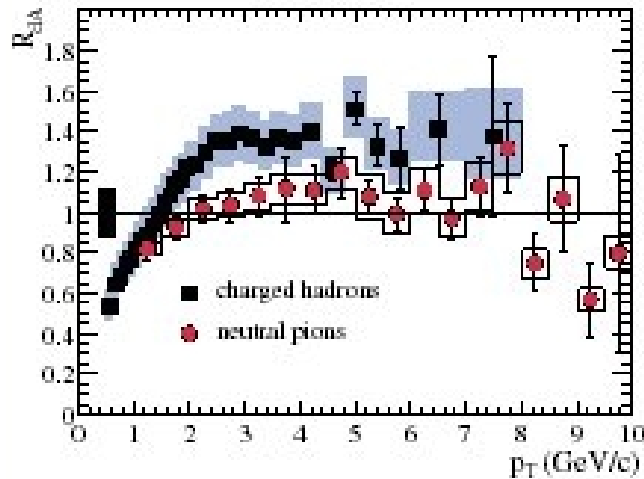
Első mérőöldkő: új jelenség



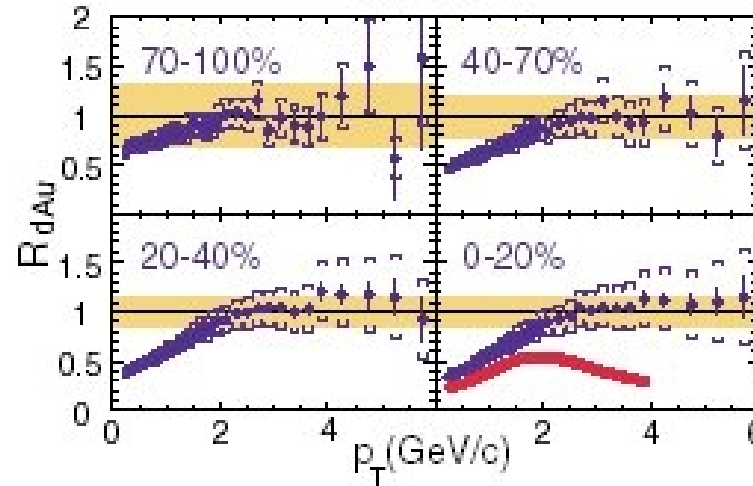
A RHIC-nél a nagy transzverzális momentumú részecskékeltés jelentős elnyomása az Au+Au ütközésben a PHENIX felfedezése

Második mérőkö: az anyag új formája

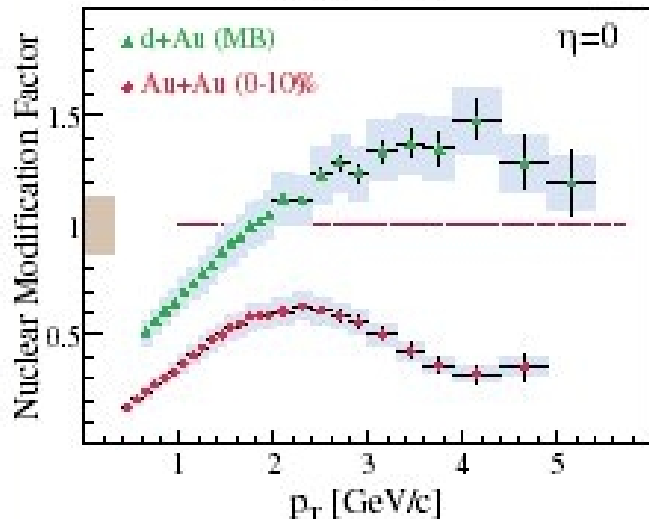
PHENIX



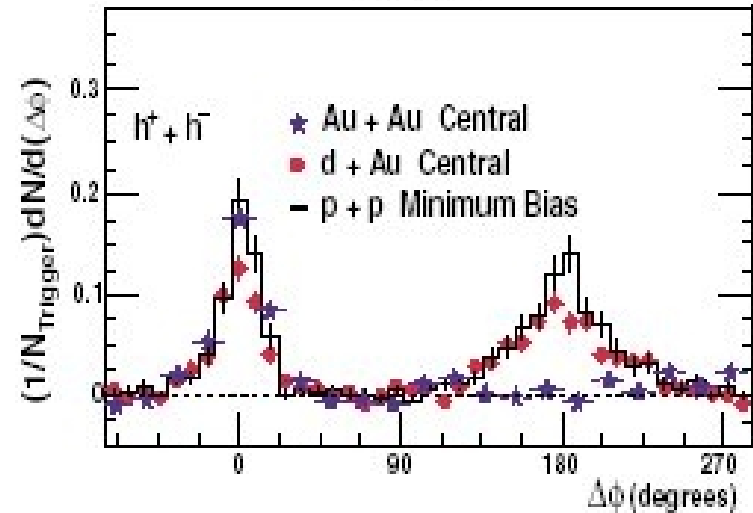
PHOBOS



BRAHMS



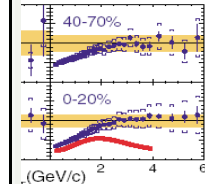
STAR



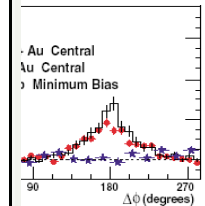
PHYSICAL
REVIEWS
LETTERS

Published week ending
AUGUST 2003
Volume 91, Number 7

PHOBOS




STAR



Preprint Copy
Use Prohibited Until 2008

American Physical Society

3. mérföldkő. Nem gáz: folyadék!

Cím  <http://www.aip.org/pnu/2005/split/757-1.html>

AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS [advanced search](#) [home](#)

Physics News Update

The AIP Bulletin of Physics News

[Subscribe to Physics News Update](#)

[Physics News Graphics](#)

[Physical Review Focus](#)

[Physics News Links](#)

Archives
[2006](#)
[2005](#)
[2004](#)

Number 757 #1, December 7, 2005 by Phil Schewe and Ben Stein

The Top Physics Stories for 2005

At the Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) on Long Island, the four large detector groups agreed, for the first time, on a consensus interpretation of several year's worth of high-energy ion collisions: the fireball made in these collisions -- a sort of stand-in for the primordial universe only a few microseconds after the big bang -- was not a gas of weakly interacting quarks and gluons as earlier expected, but something more like a liquid of strongly interacting quarks and gluons ([PNU 728](#)).

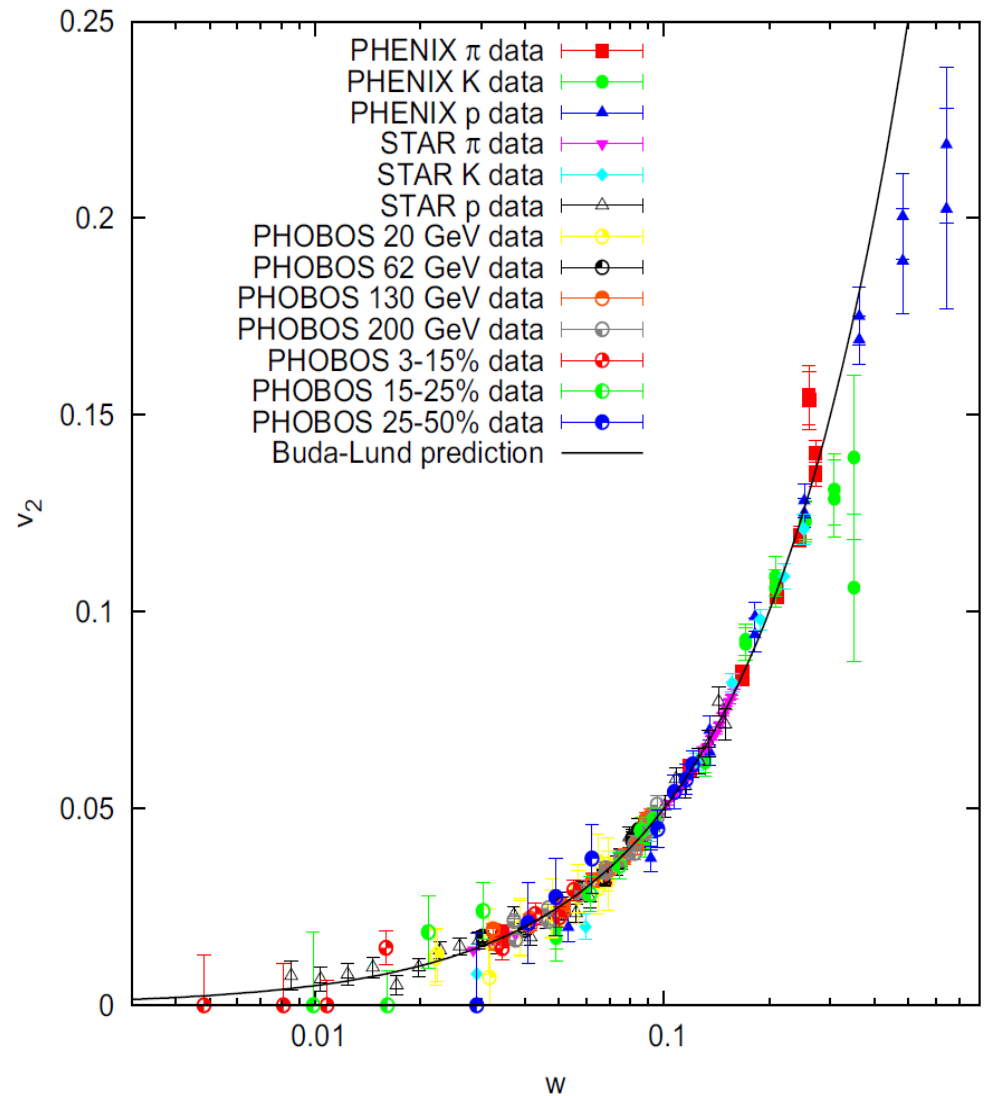
Other top physics stories for 2005 include, in general chronological order of their appearance throughout the year, the following:

- the arrival of the Cassini spacecraft at Saturn and the successful landing of the Huygens probe on the moon Titan ([PNU 716](#));
- the development of lasing in silicon ([Nature 17 February](#));

<http://arxiv.org/abs/nucl-ex/0410003>

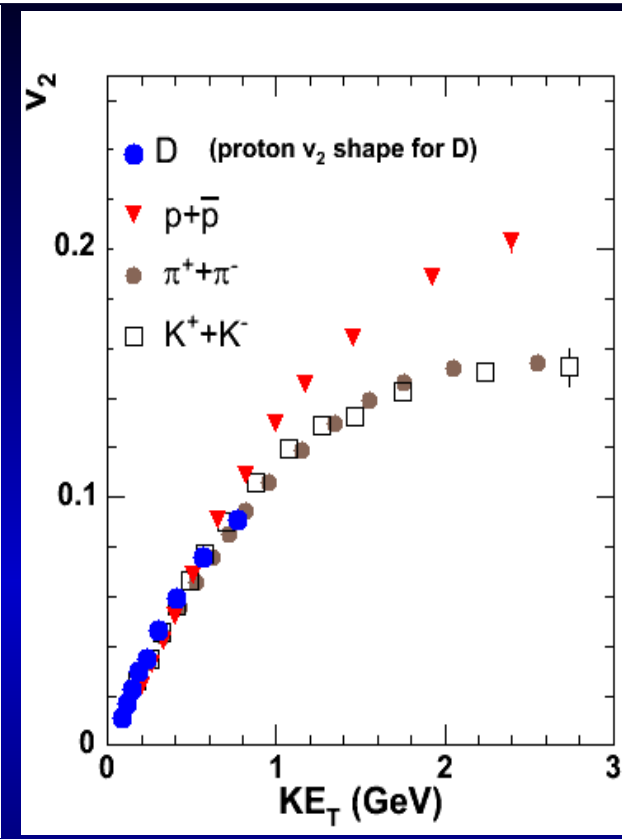
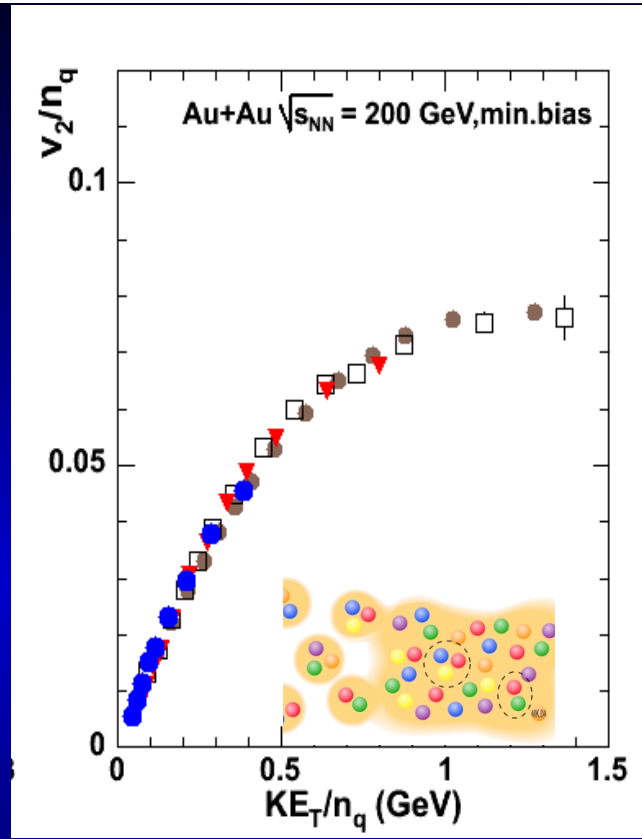
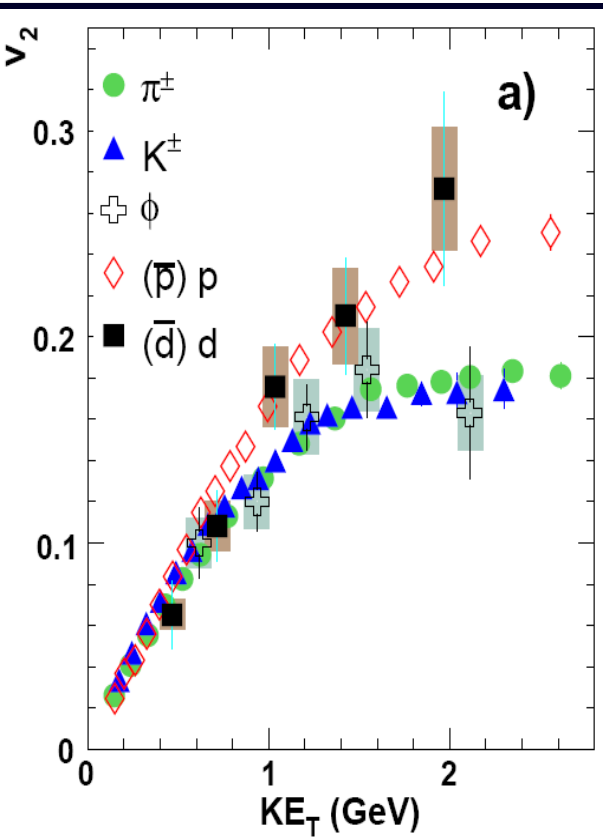
950+ hivatkozás 5 év alatt

A RHIC tökéletes folyadék



M. Csanád, T. Cs. et al, Eur. Phys.J.A38:363-368,2008Phy

Negyedik Mérföldkő: A kvarkfolyadék



A ϕ mezon v_2 értéke követi a többi mezonét

$$v_2^{hadron}(KE_T^{hadron}) \approx n v_2^{quark}(KE_T^{quark})$$

$$KE_T^{hadron} \approx n KE_T^{quark}$$

A D mezon v_2 értéke követi a többi mezonét

A ritka és a bájos kvarkok is részt vesznek a folyásban

Ötödik Mérföldkő: A tökéletesség foka

Minden eddigi "realisztikus" hidrodinamikai számítás a RHIC folyadékra 0 viszkozitást tételezett fel

$\eta = 0 \rightarrow$ "tökéletes folyadék"

Azonban létezik egy (feltételezett)

quantum limit:

"A Viscosity Bound Conjecture", P. Kovtun, D.T. Son, A.O. Starinets, hep-th/0405231

Hogy viszonyulnak a

"rendes"

folyadékok

ehhez a limithez?

$(4\pi) \eta/s > 10 !$

RHIC tökéletes folyadék

$(4\pi) \eta/s \sim 1$

A legforróbb

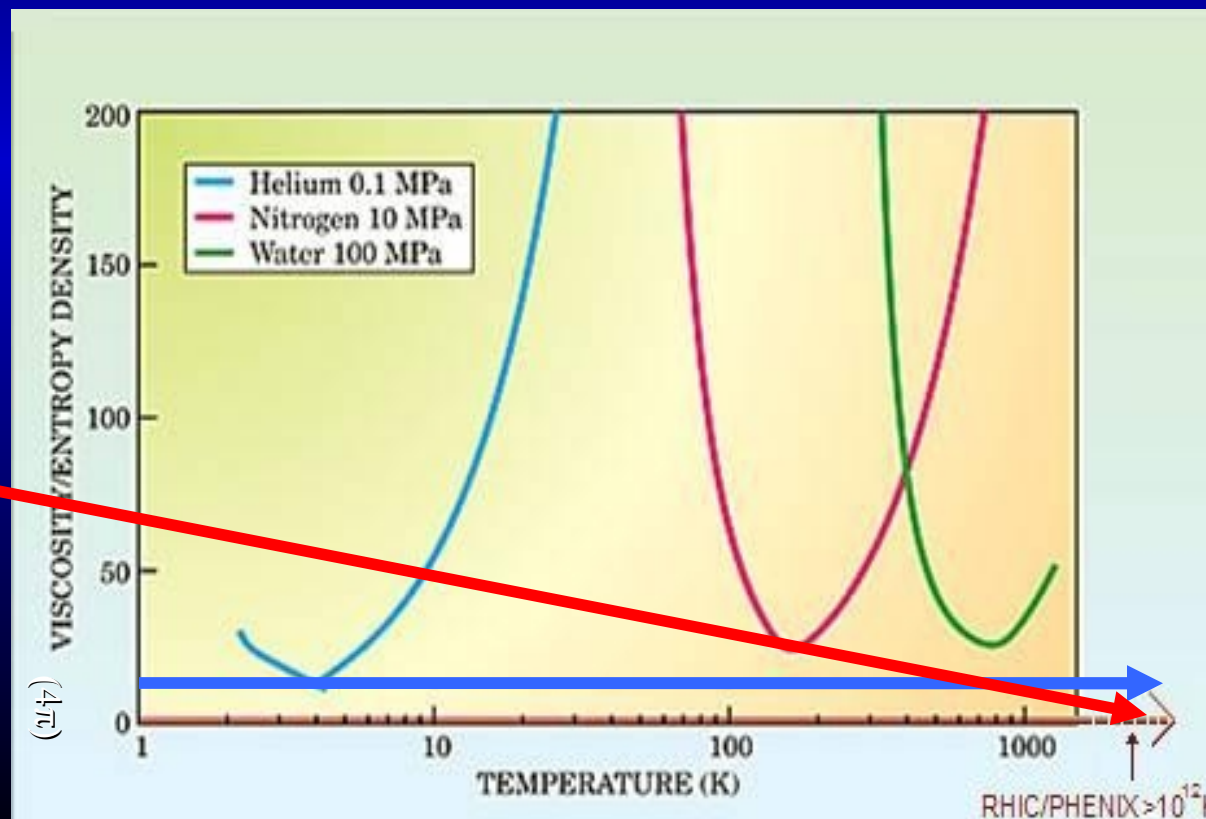
($T > 4$ Terakelvin)

és a legtökéletesebb

valaha előállított

folyadék...

$$\eta \geq \frac{\hbar}{4\pi} (\text{Entropy Density}) \equiv \frac{\hbar}{4\pi} s$$



6. mérföldkő: A RHIC Au+Au fénye

A RHIC-nél

- Új jelenség
- Új anyag
- tökéletes folyadék
- kvarkok folyadéka

Jellemzői:

Opálos, $R_{AA} \sim 0.2$

Csillapítási hossz ~ 2 fm

$C_s = 0.35 \pm 0.05$

$\eta/s \leq$ szuperfolyékony He/5

$T_{\text{rit}} \geq 300$ MeV

$\varepsilon_{\text{rit}} \geq 10-15$ GeV/fm

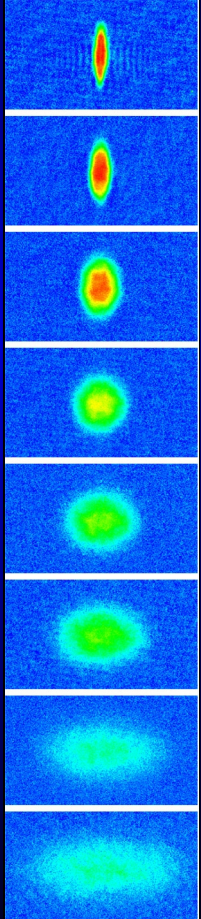
$p_{\text{rit}} \geq 1$ GeV/fm

Folytonos átmenet!

$\Delta m_{\eta} \geq 200$ MeV

Erősen kölcsönható anyagok

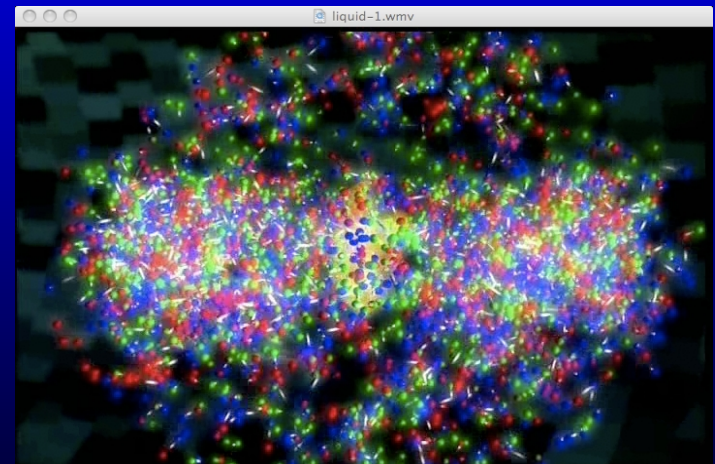
- ❖ Ultra-hideg atomos ${}^6\text{Li}$ gáz
- ❖ Tökéletesen folyó Kvark-Gluon Plazma (RHIC)
- ❖ Nagy T_c Szupravzetők
- ❖ Neutron anyag
- ❖ Fekete lyukak a húrelméletben



Erősen csatolt ${}^6\text{Li}$ gáz,

$T = 10^{-7}$ K

J. Thomas et al, Science (2002)



Kvark-gluon plazma, $T > 4 \times 10^{12}$ K

➔ Hasonló "Elliptikus" folyási kép ←

A QGP/RHIC publikáció visszhangja



APS 2010 announcement related articles (English)

Media	Headline
BNL News Release	Perfect Liquid Hot Enough to be Quark Soup
BNL YouTube	Hot Quark Soup Produced at RHIC
Google News search	search Google News
DiscoverMagazine	The Hottest Science Experiment on the Planet, by Gaila Colfield
NY Times Science	In Brookhaven Collider, Scientists Briefly Break a Law of Nature, by Dennis Overbye
Newsday	Brookhaven Lab findings eye birth of the universe, by Sumathi Reddy
Reuters UK	Hottest temperature ever heads science to Big Bang
Fox News Inside Science	Measuring the Hottest Temperatures in the Universe
PhysOrg.com	Perfect Liquid Hot Enough to be Quark Soup
MGNBC CosmicLog	Hottest soup in the universe, by Alan Boyle
Mirror.co.uk News	Scientists create 250,000 times the heat of the Sun by Mike Swain
OneIndia	Subatomic soup may explain why matter won over antimatter after Big Bang
USA Today	Scientists re-create high temperatures from Big Bang, by Dan Vergano
DailyMail.co.uk ScienceTech	Scientists create hottest temperature since Big Bang - 250,000 times more scorching than our Sun by David Rubynovic
ABC News Technology	Hottest Temperature Ever Heads Science to Big Bang by Maggie Fox
ScienceDaily	Perfect Liquid Hot Enough to Be Quark Soup
ITWire.com Science-Energy	Record universal temperature created at Brookhaven, by William Atkins
DiscoveryNews	Scientists Cook Up Hottest 'Soup' Ever, by Irene Klotz
TGDaily Science	Scientists recreate Big Bang 'quark soup', by Jean Aronson
TheMoneyTimes	Scientists create temperature of 7.2 trillion degrees, hottest since Big Bang, by Ishita Sood
TopNews	Atom smashers create the hottest ever lab temperature, by Justin Sorokin
WorldScience	Physicists record creating hottest temperatures ever in lab
Science a GoGo	Mirror symmetry broken at 7 trillion degrees, by Kate McMillin
DigitalJournal	Scientists collide gold ions, reach hottest temp ever recorded, by Paul Wallis
IndyPosted	Scientists Create Hottest Temperatures Ever. STILL No Black Hole, by Maggie Romick
ScienceNews.org	Hot and heavy matter runs a 4 trillion degree fever, by Laura Sanders
Interactions.org	Perfect Liquid Hot Enough to be Quark Soup
TheWestAustralian	Hottest temperature ever heads science to Big Bang, by Maggie Fox
NewsTrack India	Subatomic soup may explain why matter won over antimatter after Big Bang
DailyTech	Science U.S. Lab Recreates Violent Big Bang Temperatures, Makes Quark Soup by Jason Mick
ScienceBlog	Perfect liquid hot enough to be quark soup
Gizmodo Australia	Quark Soup Cooked At Highest Temperature In A Lab Ever, by Jesus Diaz
Popular Science	RHIC Collider Creates Quark-Gluon Plasma at 4,000,000,000,000 Degrees Celsius, by Stuart Fox

www.phenix.bnl.gov/QuarkSoup.html

1/2

5/15/2010

Quark Soup Articles

CBC News Canada	Physicists create highest-ever lab temperature
redOrbit	Scientists Create Hottest Temperature, Compare it To Big Bang
ecPulse	The highest temperature ever may unveil the universe's mysterious creation
Telegraph.co.uk	US lab reaches Big Bang heat of four trillion degrees Celsius By an AFP reporter in Washington
NatureNews	Subatomic soup is hot stuff, by Eric Hand
InsideScience.org	Hottest Temperature in The Universe Measured By Devin Powell
LiveScience.com	Twisted Physics: 7 Recent Mind-Blowing Findings , select number one.

APS 2010 announcement related articles (non - English)

Media	Headline
Deutschlandfunk	Am Anfang war der Symmetriebruch, Vier Billionen Grad heiße Urknall-Suppe untersucht, von Jan Lubinski
Yomiuri Online	Successfully achieved four trillion degrees! Reproduced right after Big Bang
gazeta.ru Science	It was hot in the beginning
Russian Academy of Science	Physicists have measured temperature of the Universe an it's first moments of life
Index.hu	Biggest heat since the Big Bang
Hungarian Academy of Sciences	Temperature of the Hottest Matter Measured
Origo.hu (Hungarian Portal, Science)	Creation of the Original Matter of the Universe
Cemblog.wordpress.com (Hungarian)	Results from America on the Original Matter of the Universe
Cemblog.wordpress.com (Hungarian)	At least 4 Trillion Celsius: Temperature of the Primordial Matter of the Universe
Cemblog.wordpress.com (Hungarian)	Bubbles of Violate Symmetry in the Quark Soup of RHIC
HirExtra.hu (Hungarian)	Primordial Soup Boiling Again
Hirado.hu (Hungarian National Television)	Hungarian Researchers in Experiments Studying Post Big Bang State
Epresso.hu (Hungarian Education Portal)	Hungarian Participants in Measurement of Hottest Matter Ever
The-online.hu (Hungarian Science Portal)	Temperature of Hottest Ever Matter Measured

Last Updated on Tuesday, 06-Apr-2010 10:26:49 EDT by [A. Franz](#)

Köszönet: DOE, Fulbright, HAESF, MTA, NSF, OTKA, adófizetők ++

Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Caixa Postal 66318, São Paulo CEP05315-970, Brazil
 Institute of Physics, Academia Sinica, Taipei 11529, Taiwan
 China Institute of Atomic Energy (CIAE), Beijing, People's Republic of China
 Peking University, Beijing, People's Republic of China
 Charles University, Ovocnýtrh 5, Praha 1, 116 36, Prague, Czech Republic
 Czech Technical University, Žitkova 4, 166 36 Prague 6, Czech Republic
 Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Na Slovance 2, 182 21 Prague 8, Czech Republic
 Helsinki Institute of Physics and University of Jyväskylä, P.O.Box 35, FI-40014 Jyväskylä, Finland
 Dcpnia, CEA Saclay, F-91191, Gif-sur-Yvette, France
 Laboratoire Lépince-Ringuet, Ecole Polytechnique, CNRS-IN2P3, Route de Saclay, F-91128, Palaiseau, France
 Laboratoire de Physique Corpusculaire (LPC), Université Blaise Pascal, CNRS-IN2P3, Clermont-Fd, 63177 Aubiere Cedex, France
 IPN-Orsay, Université Paris Sud, CNRS-IN2P3, BP1, F-91406, Orsay, France
 SUBATECH (Ecole des Mines de Nantes, CNRS-IN2P3, Université de Nantes) BP 20722 - 44307, Nantes, France
 Institut für Kernphysik, University of Münster, D-48149 Münster, Germany
 Debrecen University, H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1, Hungary
 ELTE, Eötvös Loránd University, H - 1117 Budapest, Pázmány P. s. 1/A, Hungary
 KFKI Research Institute for Particle and Nuclear Physics of the Hungarian Academy of Sciences (MTA KFKI RMKI), H-1525 Budapest 114, POBox 49, Budaepst, Hungary
 Department of Physics, Banaras Hindu University, Varanasi 221005, India
 Bhabha Atomic Research Centre, Bombay 400 085, India
 Weizmann Institute, Rehovot 76100, Israel
 Center for Nuclear Study, Graduate School of Science, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo, Tokyo 113-0033, Japan
 Hiroshima University, Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739-8526, Japan
 KEK, High Energy Accelerator Research Organization, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan
 Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan
 Nagasaki Institute of Applied Science, Nagasaki-shi, Nagasaki 851-0193, Japan
 RIKEN, The Institute of Physical and Chemical Research, Wako, Saitama 351-0198, Japan
 Physics Department, Rikkyo University, 3-34-1 Nishi-Ikebukuro, Toshima, Tokyo 171-8501, Japan
 Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, Oh-okayama, Meguro, Tokyo 152-8551, Japan
 Institute of Physics, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan
 Chonbuk National University, Jeonju, Korea
 Ewha Womens University, Seoul 120-750, Korea
 Hanyang University, Seoul 133-792, Korea
 KAERI, Cyclotron Application Laboratory, Seoul, South Korea
 Korea University, Seoul, 136-701, Korea
 Myongji University, Yongin, Kyonggido 449-728, Korea
 Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul, South Korea
 Yonsei University, IPAP, Seoul 120-749, Korea
 IHEP Protvino, State Research Center of Russian Federation, Institute for High Energy Physics, Protvino, 142281, Russia
 Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, Moscow Region, Russia
 Russian Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia
 PNPI, Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Leningrad region, 188300, Russia
 Saint Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg, Russia
 Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, Vorob'evy Gory, Moscow 119992, Russia
 Department of Physics, Lund University, Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

PHENIX

14 Countries; 71 Institutions



Abilene Christian University, Abilene, TX 79699, U.S.
 Baruch College, CUNY, New York City, NY 10010-5518, U.S.
 Collider-Accelerator Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973-5000, U.S.
 Physics Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973-5000, U.S.
 University of California - Riverside, Riverside, CA 92521, U.S.
 University of Colorado, Boulder, CO 80309, U.S.
 Columbia University, New York, NY 10027 and Nevis Laboratories, Irvington, NY 10533, U.S.
 Florida Institute of Technology, Melbourne, FL 32901, U.S.
 Florida State University, Tallahassee, FL 32306, U.S.
 Georgia State University, Atlanta, GA 30303, U.S.
 University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801, U.S.
 Iowa State University, Ames, IA 50011, U.S.
 Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA 94550, U.S.
 Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, U.S.
 University of Maryland, College Park, MD 20742, U.S.
 Department of Physics, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003-9337, U.S.
 Morgan State University, Baltimore, MD 21251, U.S.
 Muhlenberg College, Allentown, PA 18104-5586, U.S.
 University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, U.S.
 New Mexico State University, Las Cruces, NM 88003, U.S.
 Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37831, U.S.
 Department of Physics and Astronomy, Ohio University, Athens, OH 45701, U.S.
 RIKEN BNL Research Center, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973-5000, U.S.
 Chemistry Department, Stony Brook University, SUNY, Stony Brook, NY 11794-3400, U.S.
 Department of Physics and Astronomy, Stony Brook University, SUNY, Stony Brook, NY 11794, U.S.
 University of Tennessee, Knoxville, TN 37996, U.S.
 Vanderbilt University, Nashville, TN 37235, U.S.

Részecskés kártyajáték

Elemi részecskék kézzelfoghatóan

Egy új ismeretterjesztő eszköz
a részecske és magfizika népszerűsítésére

Csörgő Tamás

MTA KFKI Részecske és Magfizikai Kutató Intézet

Török Csaba

ELTE Fizika B.Sc.

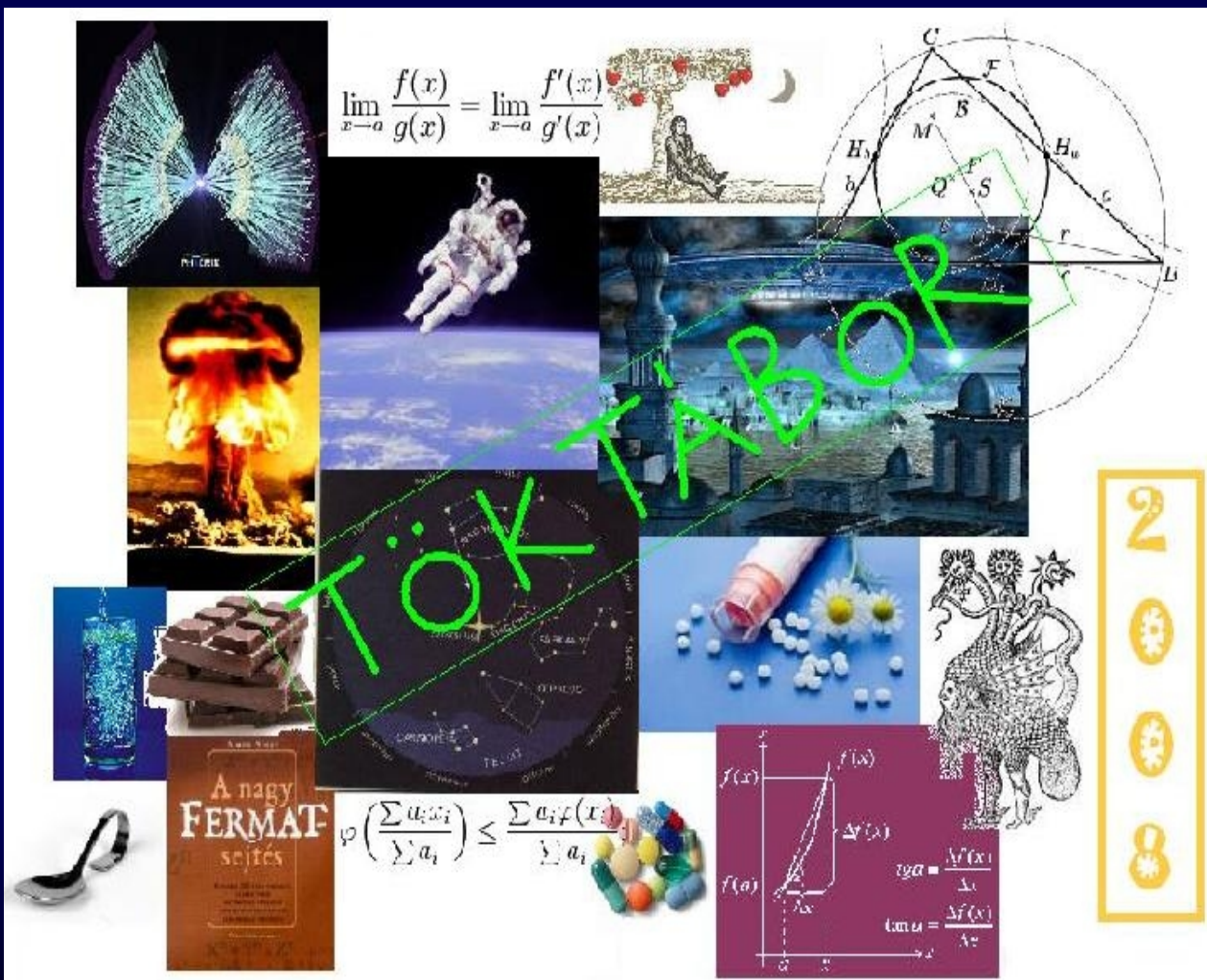
Csörgő Judit

ELTE Matematika B.Sc.

2010-es Ifjúsági Innovációs Verseny, Kiemelt Dícséret

Motiváció: az oktatási színvonal hanyatlása

a matematika, fizika órák számának csökkenése



Út haza:
ELTE, Berze, Visznek

Természettudományos
Önképző Kör -
„BerzeTÖK”
újraszervezése

Kiváló diákok fóruma
Kiváló tanárok
Kiváló előadók
péntek délutánok

KöMal matek+fizika
Nyári táborok



Előadások a részecske és magfizika körében

Csótó Attila (ELTE, 2006):

A csillagokból születtünk

Fodor Zoltán (ELTE + Wuppertal, 2007):

A Világegyetem keletkezése és az elemi részecskék

Trócsányi Zoltán (Debreceni Egyetem +ATOMKI, 2007):

A mikrovilág megismerésének eszközei

Jenkovszky László (BITP, Kiev + KFKI RMKI, 2008)

Élenjáró protonok a CERN LHC-nél

Lovas István (Debreceni Egyetem, 2008)

Emlékezés Teller Edére

Csörgő Tamás (KFKI RMKI, 2008)

A nehézion-ütközések és a változó világegyetem

Novák Tamás (KRF, 2008)

Az elektron-pozitron ütközések, a legrövidebb mozi

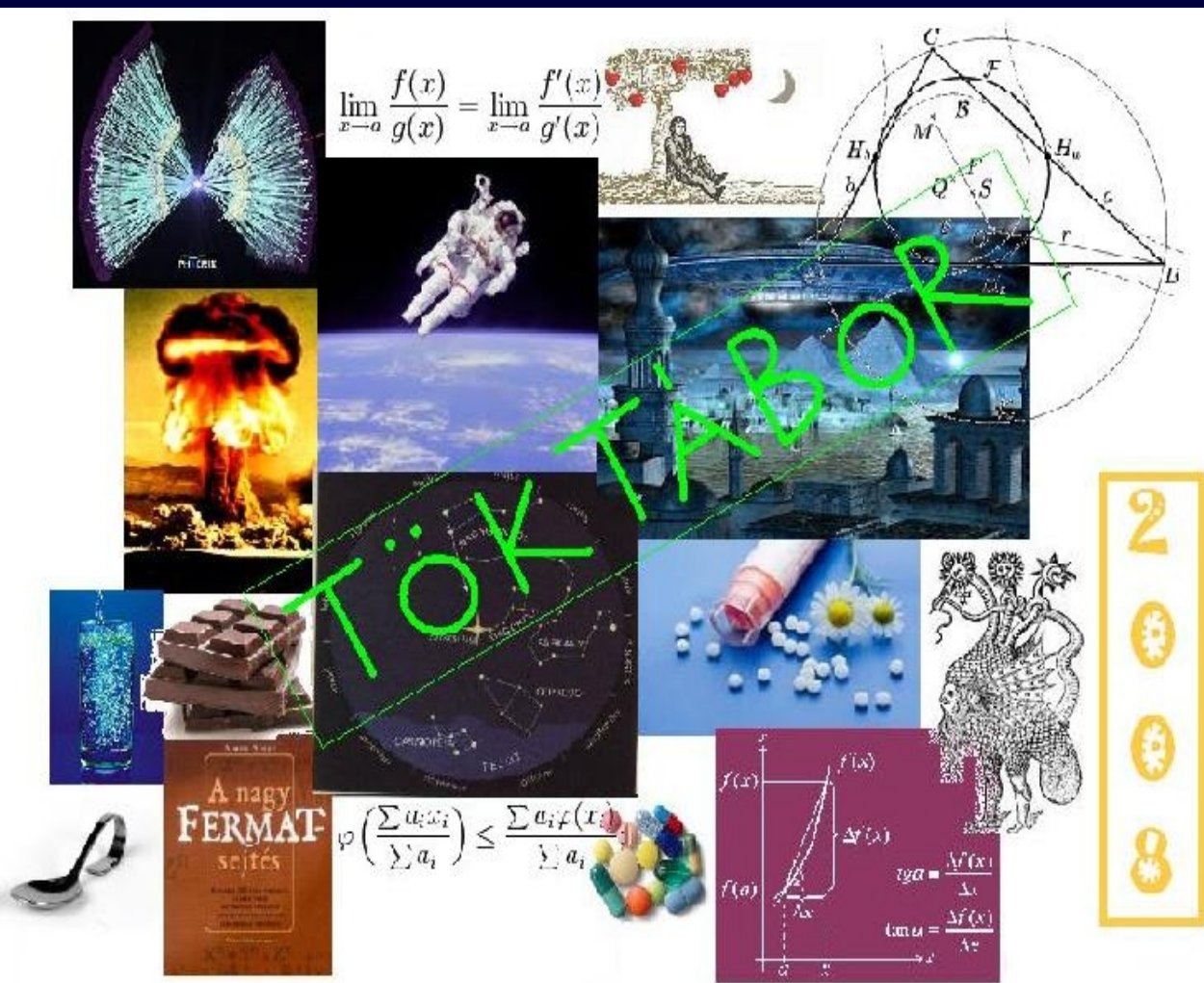
Kiss Miklós (Berze, 2009)

A nehéz elemek keletkezése a csillagokban

Nagamiya, Shoji (J-PARC, 2009):

Science of the J-PARC accelerator complex in Japan

TÖK tábor 2008



Csillagászati
alapismeretek

Az atomenergia –
magyar találmány

Teller Év

Jensen-
egyenlőtlenségek

A nagy Fermat tétel

Határérték számítás

CMS

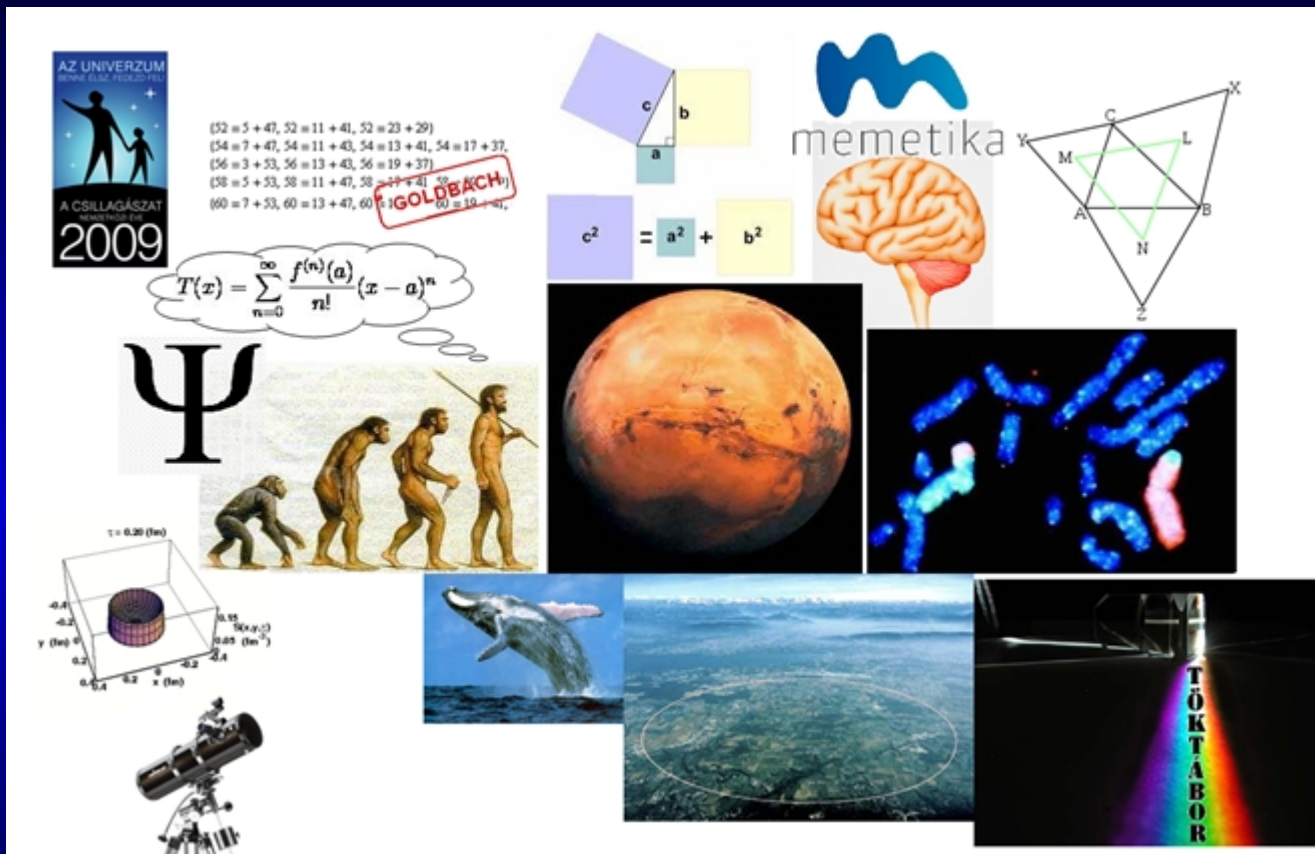
Elektron-pozitron
ütközések: a
legrövidebb mozi

Speciális relativitás

Apostagtól Stanfordig

35 előadás, nem csak a részecske és magfizika körében
<http://sites.google.com/site/berzetok/>

TÖK tábor 2009



A távcső története

Csillagászat N. Éve

Darwin Év

A Pithagorasz tétel 10
legszebb bizonyítása

A matematika nagy
rejtélyei és
megoldatlan problémái

Taylor sorok és
alkalmazásai

A Balmer-formula és
felfedezése

Gravitációs hullámok

Kvantummechanika

Csoportelmélet ++

35 előadás, nem csak a részecske és magfizika körében
<http://sites.google.com/site/berzetok/>

TÖK tábor 2010



34 előadás, nem csak a részecske és magfizika körében
<http://sites.google.com/site/berzetok/>

A bolygók keletkezése

Kvark-gluon plazma

Az LHC kísérletek

RSA

Az Origami axiómái

Bufflois

Kvantumtérelmélet++

5 szép fizikapélda a
KöMal-ból

Részecske Kaszinó

Milyen forró a
legforróbb folyadék?

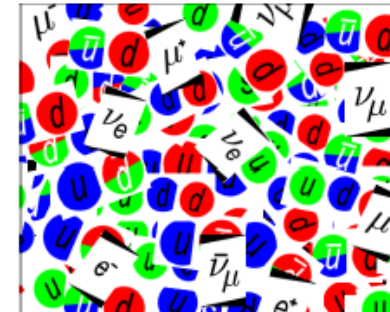
**Elemi részecskék -
játékosan**

RÉSZECSKÉS KÁRTYAJÁTÉK

- Játékok:
 - ANTI
 - Detektáljunk!
 - Kvarkanyag
 - Kozmikus záporok
- e-könyv – magyar, angol
- www.lulu.com
- Tanítványaim előadása

RÉSZECSKÉS KÁRTYAJÁTÉK

ELEMI RÉSZECSKÉK JÁTÉKOSAN



Csörgő Judit
Török Csaba
Csörgő Tamás

2011.01.13.

Játékos részecskefizika

2011. 01. 13.

Játékos részecskefizika

Nemzetközi figyelmet kapott az a két magyar fiatal által kitalált kártyajáték, amely a részecskefizika rejtelmait hozza közelebb a szórakozni vágyókhoz. A világ elsőszámú nehézionfizikai kutatóintézete, a [Brookhaven-i Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet](#) honlapja Csörgő Judit és Török Csaba játékanak [bemutatásával](#) köszöntötte a 2011-es évet.

- A kártya ötletét a világegyetem legforróbb anyagának, az úgynevezett kvark anyagnak a felfedezése inspirálta. Ezt a rendkívüli eredményt igyekeztek a fiatalok a maguk nyelvére lefordítani - mondta **Csörgő Tamás** fizikus, az MTA doktora, aki a kártyajáték kidolgozását mentorálta. A gyöngyösi [Berze Nagy János Gimnázium](#) természettudományos önképzőkör volt diákjai: **Csörgő Judit**, az önképzőkör elnöke és **Török Csaba**, arra jöttek rá, hogy a kvarkok megfigyelhető részecskékké való formálása a különböző színek segítségével nagyon jól leírható és modellezhető úgy, hogy közben az egész még szórakoztató is. Török Csabának az alapötletére építve a



Balról jobbra: Csörgő Tamás, Török Csaba és Csörgő Judit

két magyar diák egy részecskefizikai kártyajátékot dolgozott ki, amelyet a szerzők véleménye szerint egyetemi, középiskolás vagy akár általános iskolás tanárok is jól használhatnak az oktatás során a modern fizika gyakran elvontnak tűnő eredményeinek kézzelfoghatóbbá tételére, illetve a tudományos felfedezés örömeinek, játékosságának érzékeltetésére. - A kártyajátékot és az ahhoz tartozó útmutatót az interneten tettük közzé [magyar](#) és [angol](#) nyelven. Az online terjesztésnek köszönhetően a magyar fejlesztésű játék a világ bármely részéről elérhető - hangsúlyozta Csörgő Tamás, a Brookhaven-i RHIC gyorsító [PHENIX kísérletének](#) magyar témavezetője.