

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

Legújabb eredmények: villámgyors tömegcsökkenés

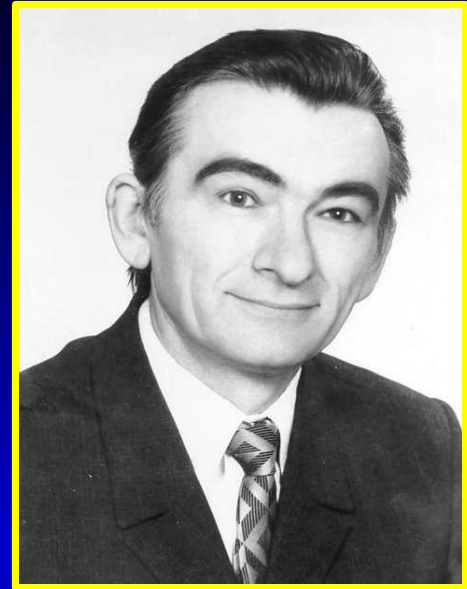
Elemi részecskék – játékosan:

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

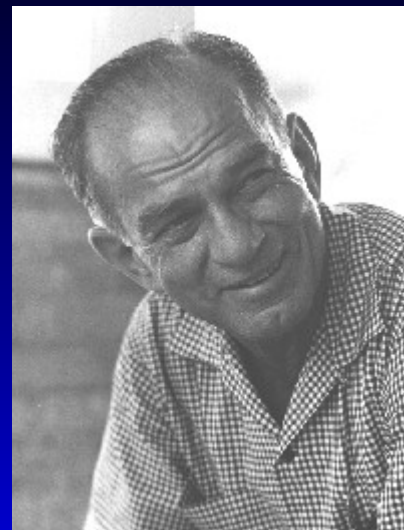
Fulbright Alapítvány

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

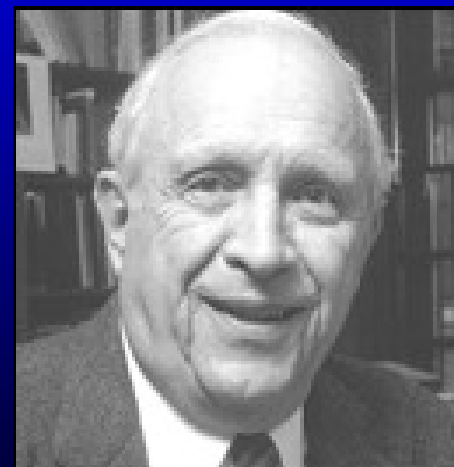
- a szakterület álmát eléri (2010)

Innováció, kutatósmenedzsment

Hungarian- American Enterprize Scholarship Fund

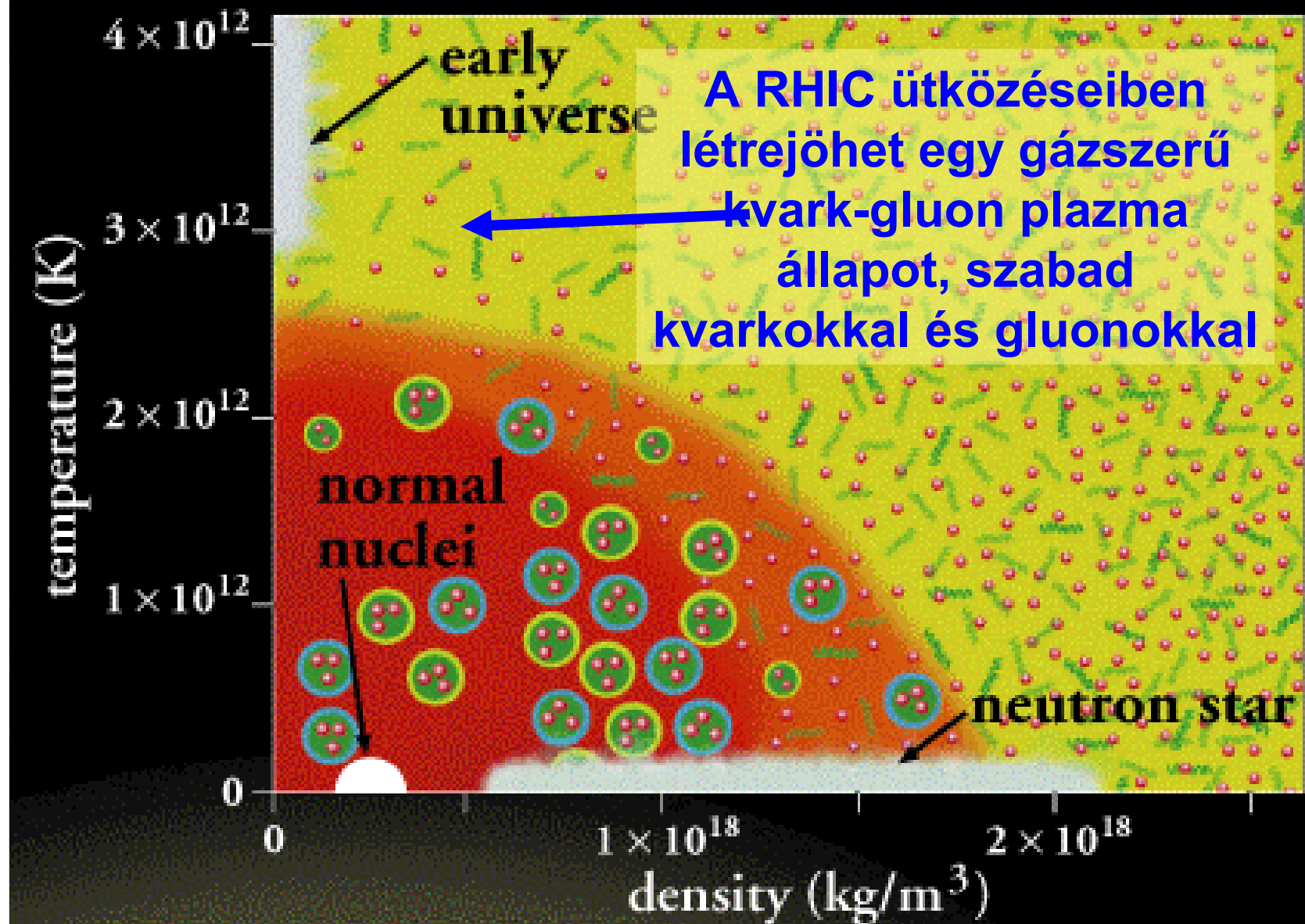
Case Western Reserve és Harvard Egyetemek

R. Glauber, Harvard: Nobel-díjas vezető (2008-)



Önálló áttörések (2010)

Várakozás 2000 körül



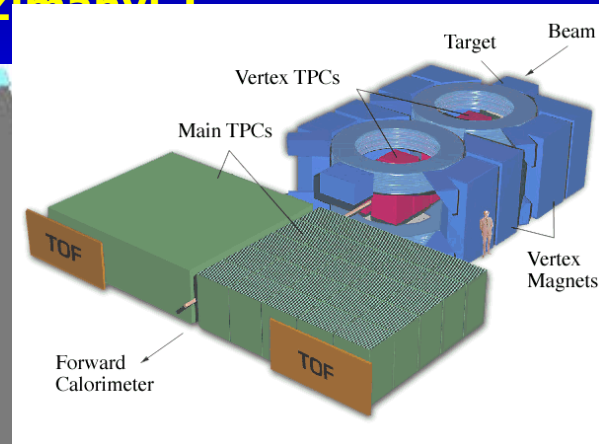
A CERN SPS kora



- **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 @ $E_{\text{ms}} = 100+100$ 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.

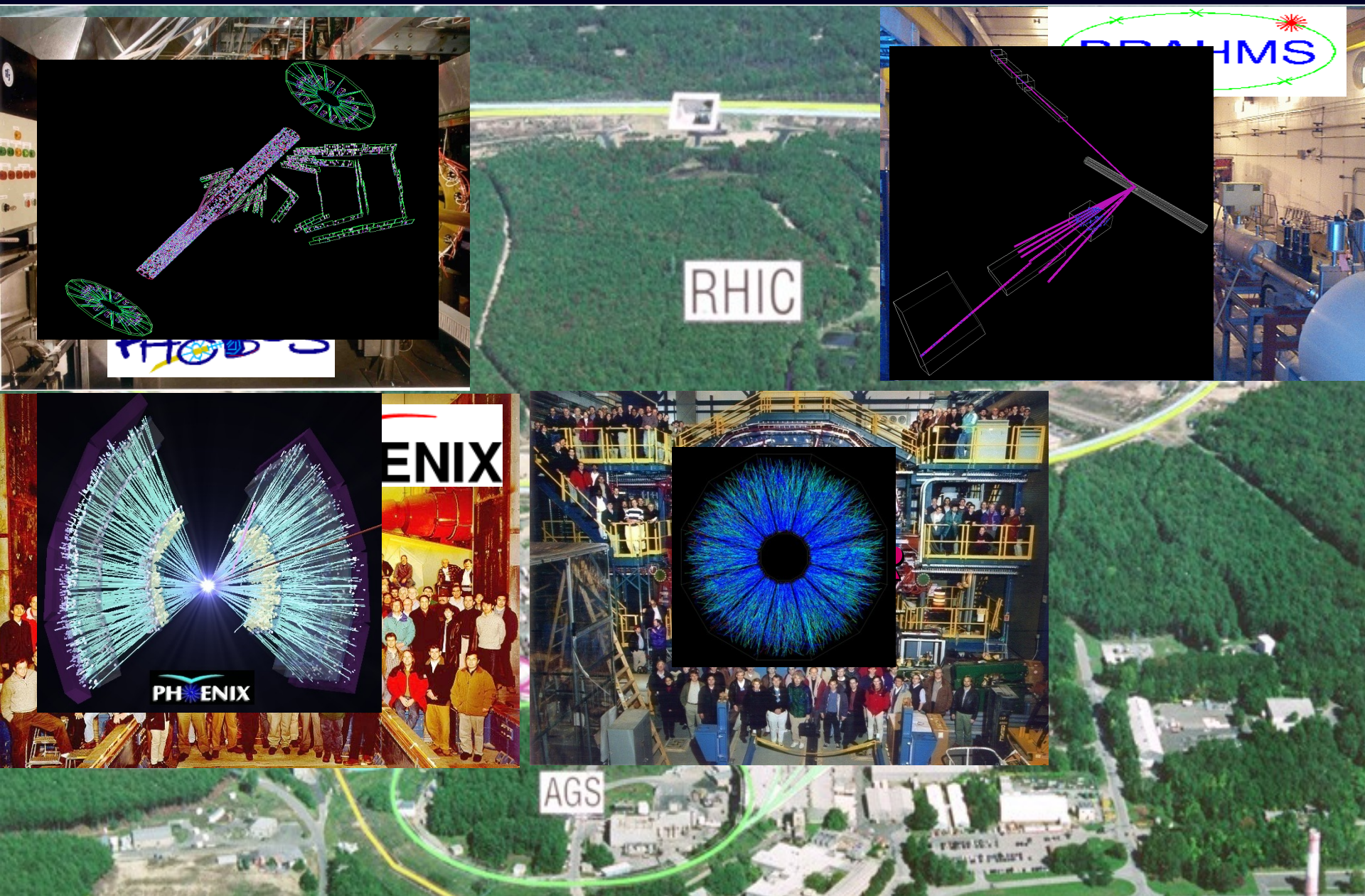
Debrecen: Dávid G, Tarján P, Veszprémi V.



**Hasonlat:
Columbus kora**



A RHIC gyorsító és a 4 RHIC kísérlet



RHIC: Tervek 2000 (és 2010) környékén

Kihasználni 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 luminozítás 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

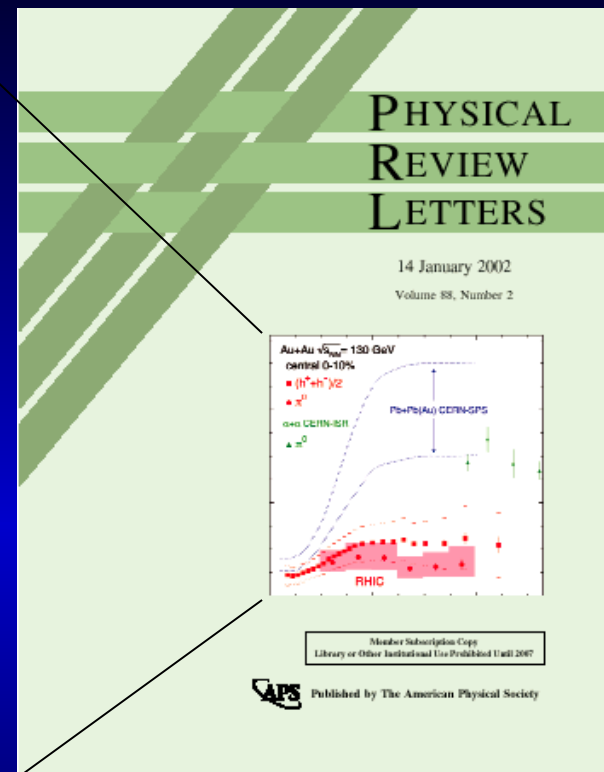
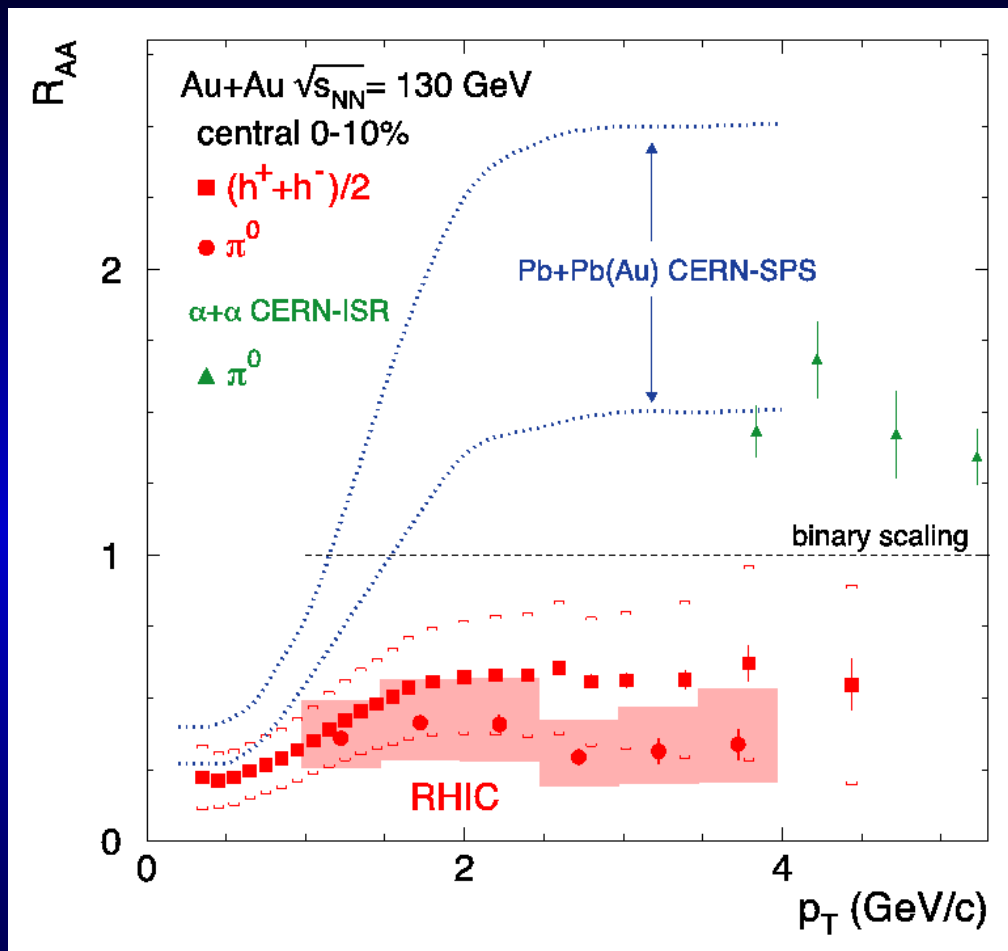
T Hőmérséklet (MeV))

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

η Viskozitás (MeV^3)

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

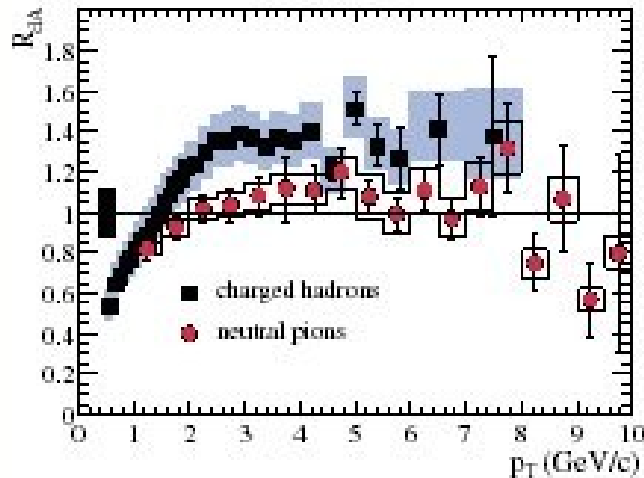
Első mérőöldkő: új jelenség



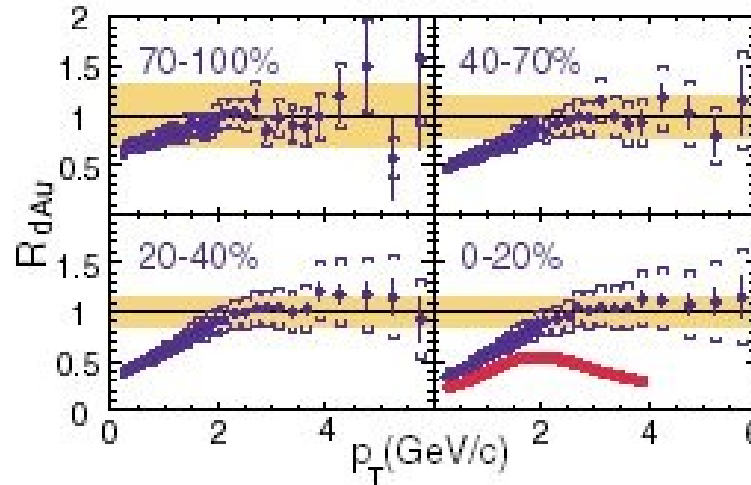
A RHIC-nél a nagy transzverzális momentumú részecskekeltés jelentős elnyomása az Au+Au ütközésben a PHENIX felfedezése

Második mérőöldkő: az anyag új formája

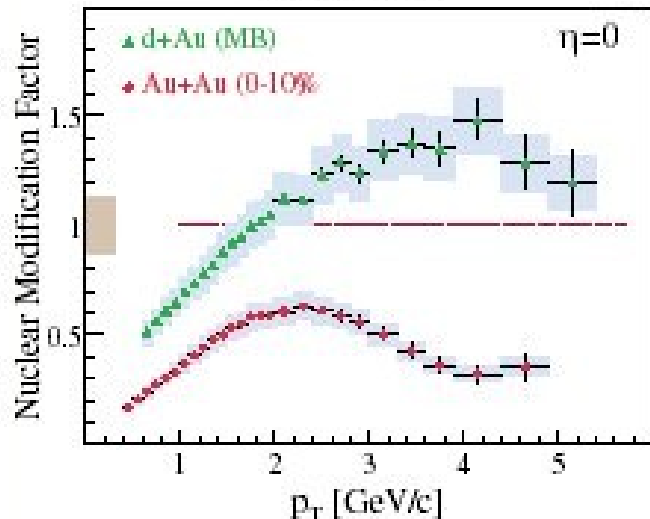
PHENIX



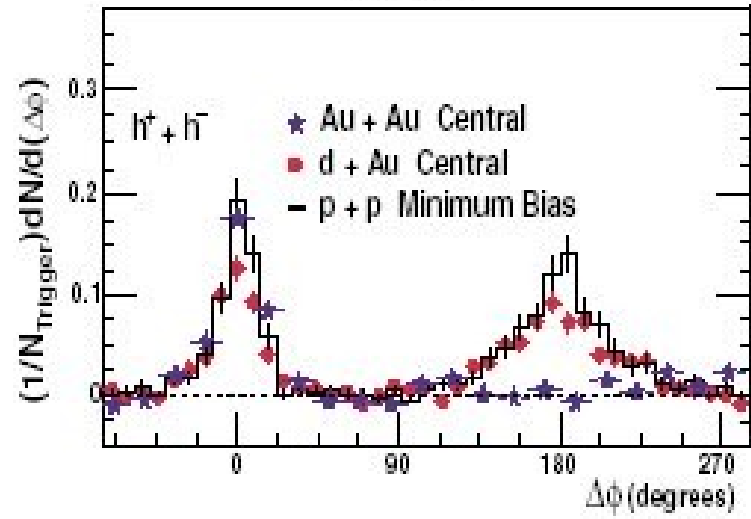
PHOBOS



BRAHMS

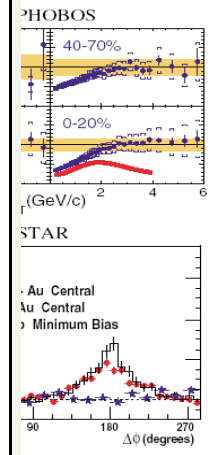


STAR



PHYSICAL VIEW LETTERS

Published week ending
AUGUST 2003
Volume 91, Number 7



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:

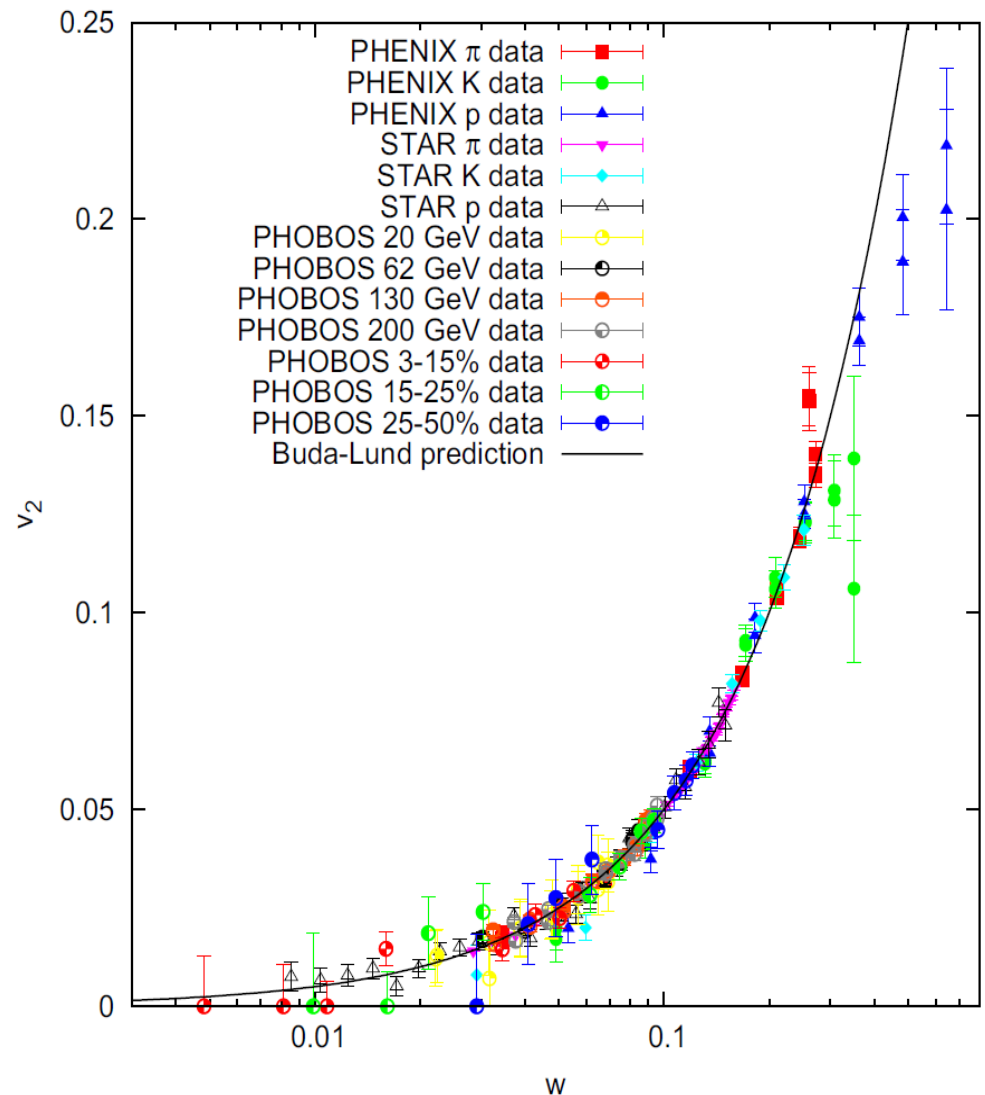
the arrival of the Cassini spacecraft at Saturn and the successful landing of the Huygens probe on the moon Titan ([PNU 716](#));

the development of lasing in silicon ([Nature 17 February](#));

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

950+ hivatkozás 5 év alatt

A RHIC tökéletes folyadéka

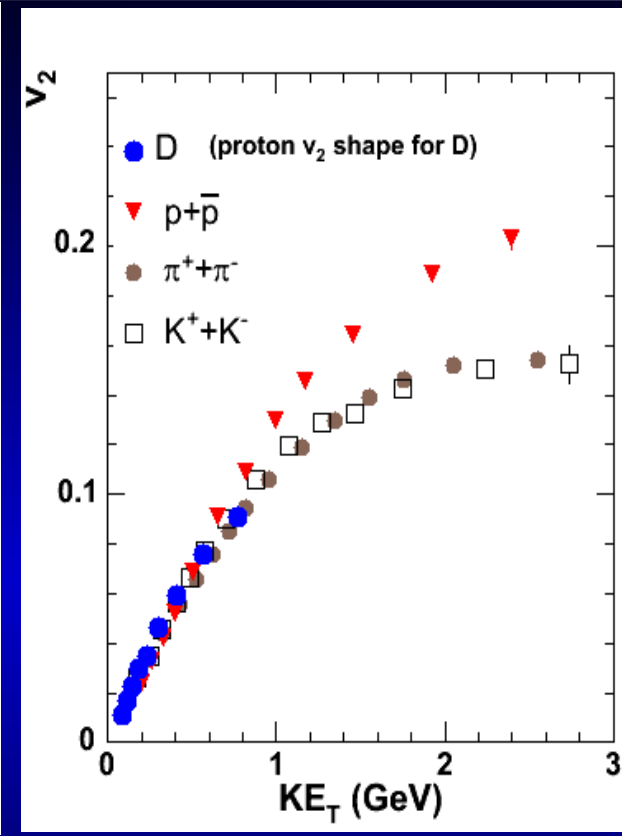
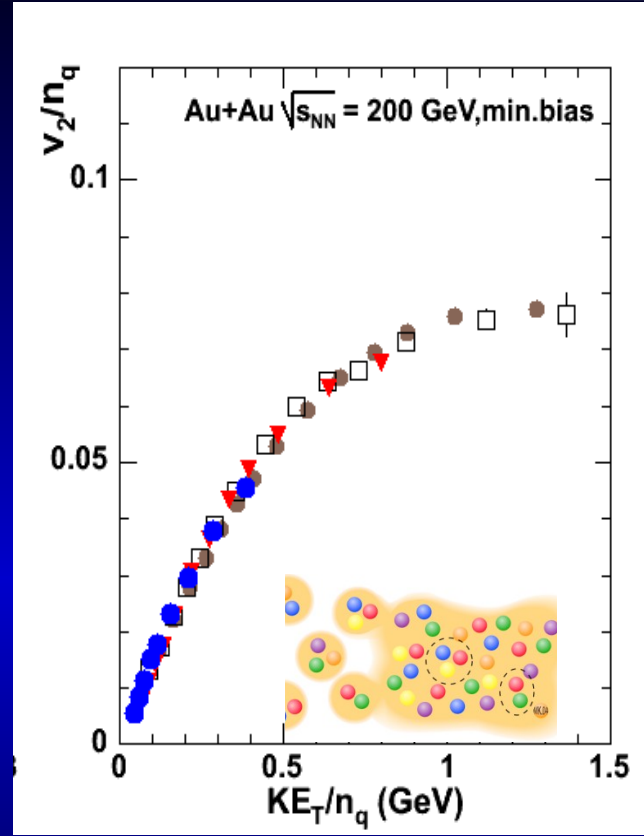
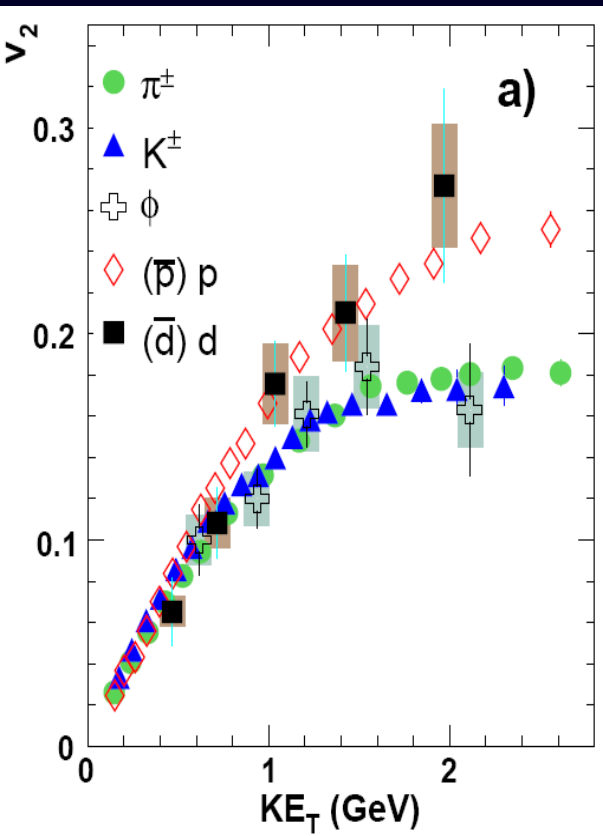


M. Csanád, T. Cs. et al, Eur. Phys.J.A38:363-368,2008Phy

Találkozz a Tudóssal, 2010. XI. 19.

Csörgő T.

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?

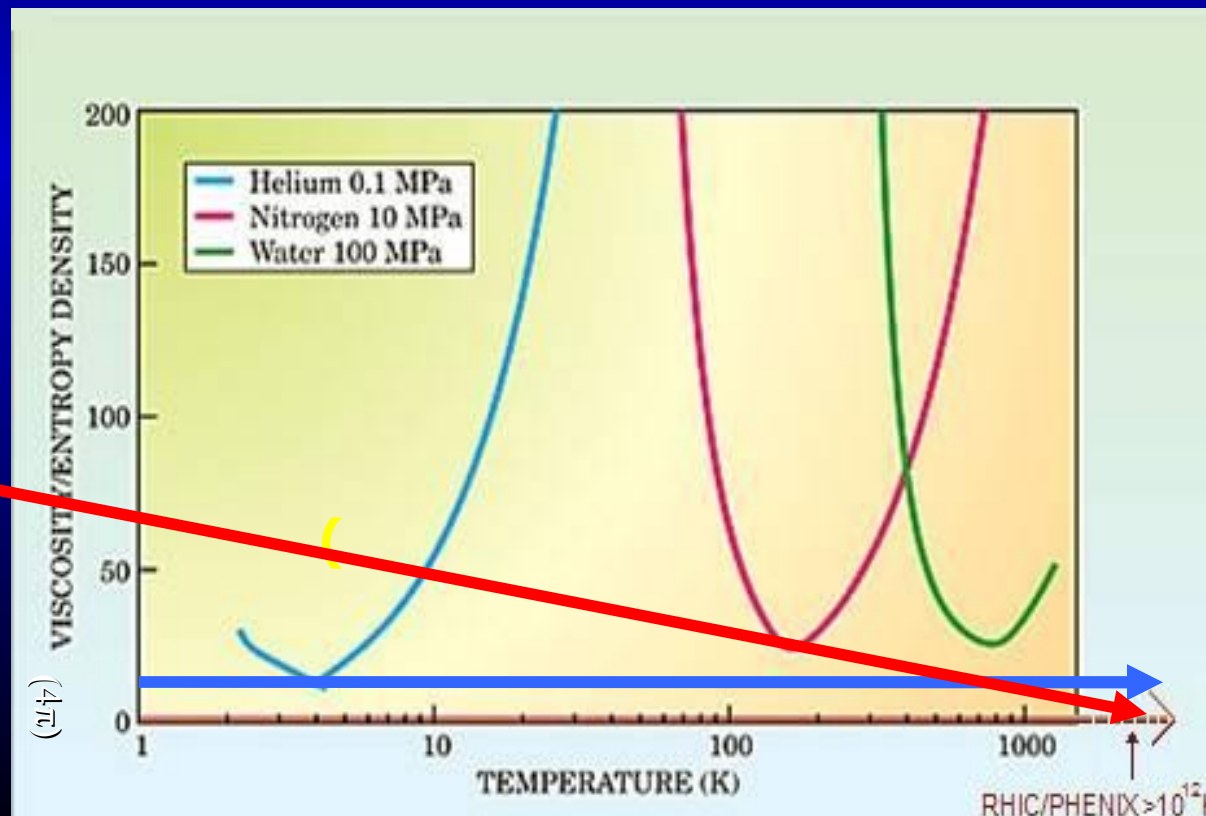
$(4\pi) \eta/s > 10 !$

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

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

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

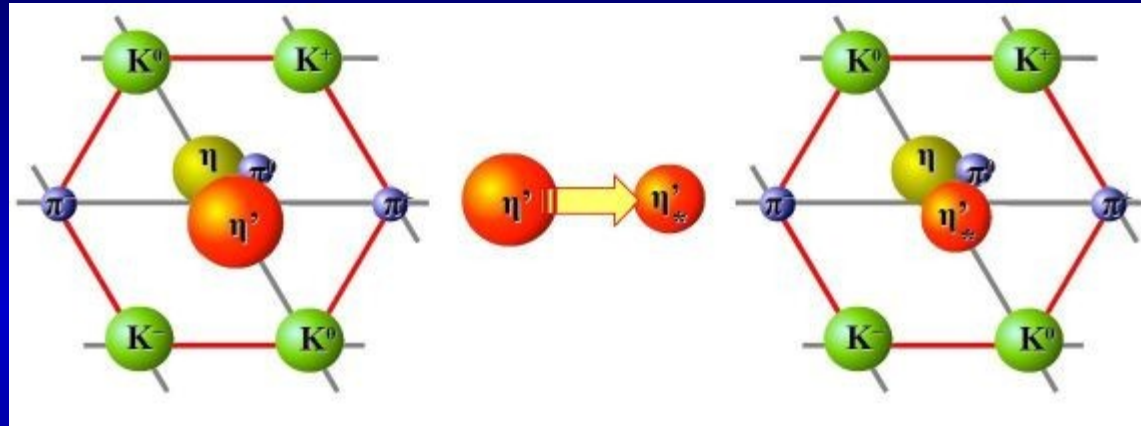
$p_{\text{int}} \geq 1$ GeV/fm

Folytonos átmenet!

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

A RHIC-nél

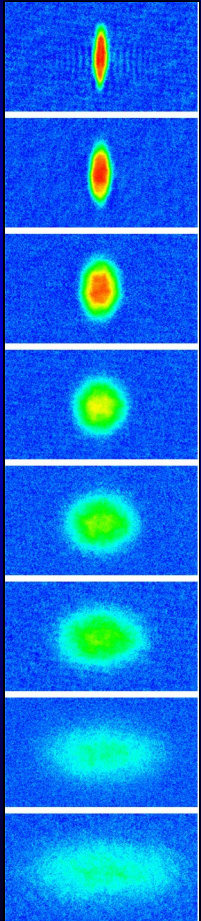
az η' mezon tömegcsökkenése
egy elveszett szimmetria helyreáll



2010. októberi cikk
a Phys. Rev. Lettersben
hír az MTA Honlapon
magyarul
angolul

Erősen kölcsönható anyagok

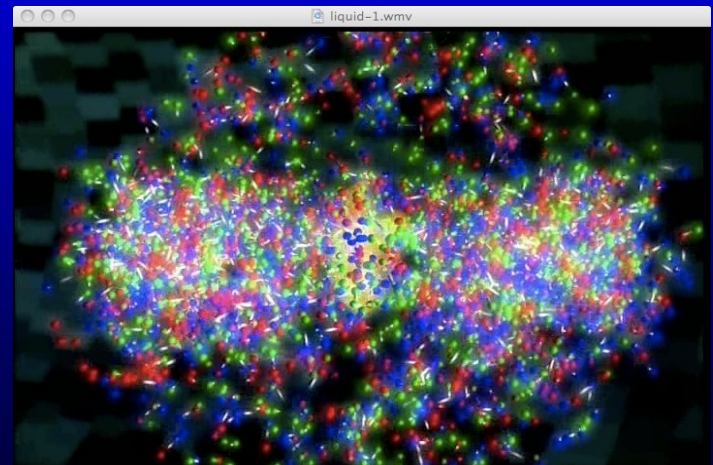
- ❖ Ultra-hideg atomos ${}^6\text{Li}$ gáz
- ❖ Tökéletesen folyó Kvark-Gluon Plazma (RHIC)
- ❖ Nagy T_c Szupravzetők
- ❖ Neutron anyag
- ❖ Fekete lyukak a húrelméletben



Erősen csatolt ${}^6\text{Li}$ gáz,

$T = 10^{-7} \text{ K}$

J. Thomas et al, Science (2002)



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

➔ 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
MSNBC 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 Bartholomew
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 Aronowicz
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 Sorkin
WorldScience	Physicists report creating hottest temperatures ever in lab
Science a GoGo	Mirror symmetry broken at 7 trillion degrees, by Kate McMillan
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 Romold
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 Index.hu	Physicists have measured temperature of the Universe at its first moments of life
Hungarian Academy of Sciences	Biggest heat since the Big Bang
Origo.hu (Hungarian Portal, Science)	Temperature of the Hottest Matter Measured
Cemblog.wordpress.com (Hungarian)	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 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, Ovocnytrh 5, Praha 1, 116 36, Prague, Czech Republic

Czech Technical University, Zikova 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

Depnia, CEA Saclay, F-91191, Gif-sur-Yvette, France

Laboratoire Léon-Robert, 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 RMK),

H-1525 Budapest 114, P.O.Box 49, Budapest, Hungary

Department of Physics, Banarus 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

Skolobitsyn 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



Jan 2010

PHENIX 2009-2010

PHENIX 2009-2010

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.

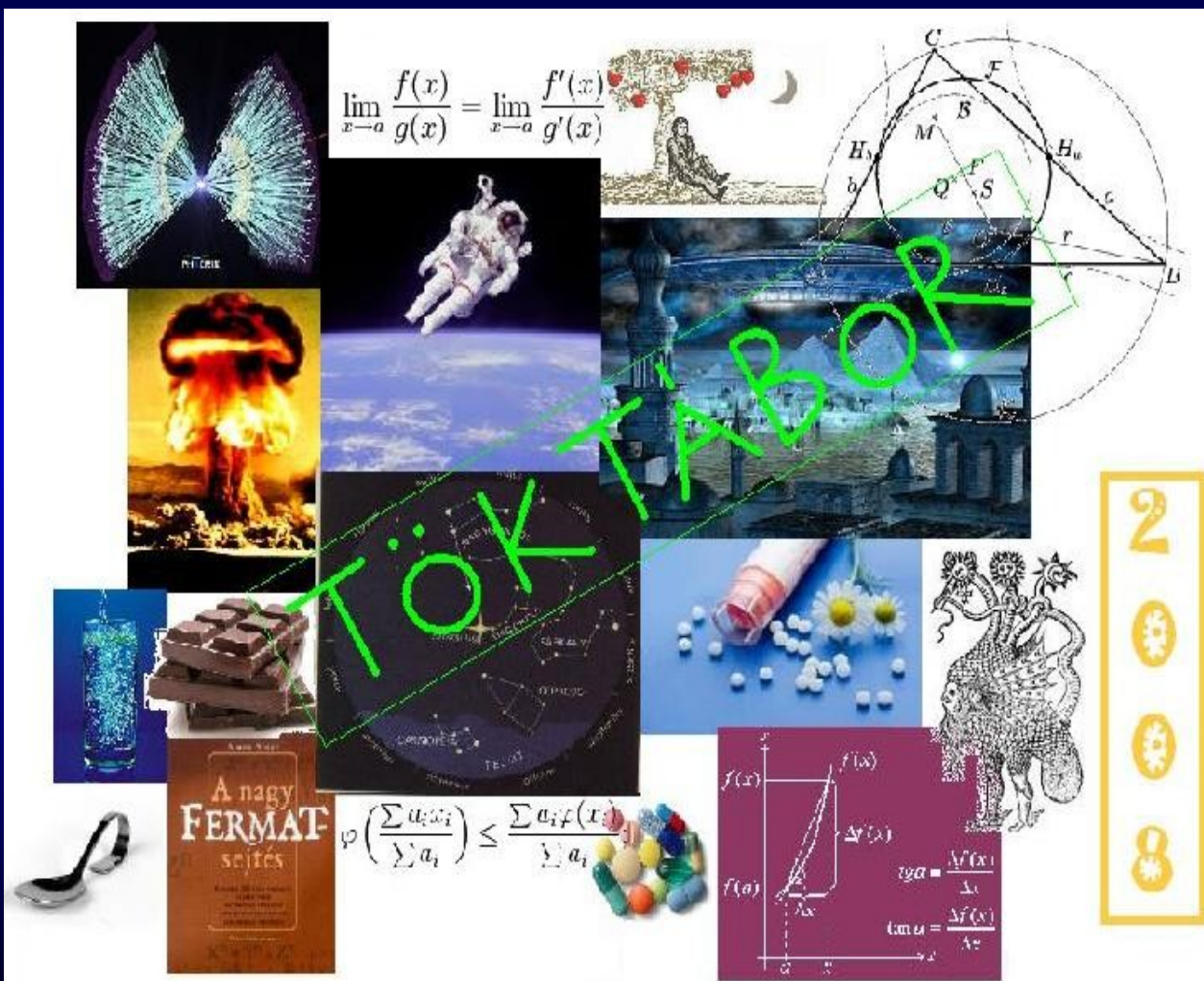
Csörgő Judit

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”
újrászervezése

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

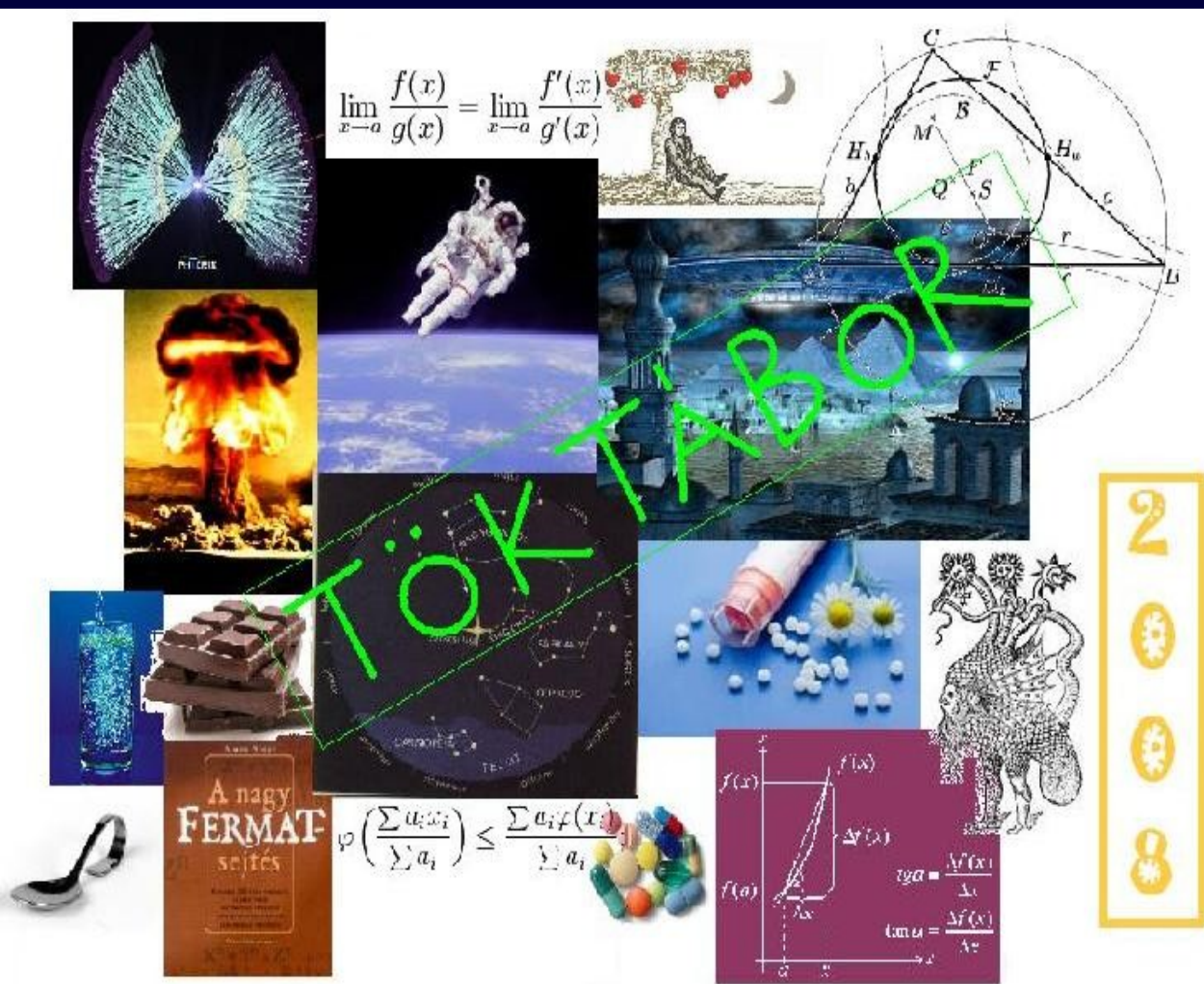
Kiss Miklós (Berze, 2009)

A nehéz elemek keletkezése a csillagokban

Nagamiya, Shoji (J-PARC, 2009):

Science of the J-PARC accelerator complex in Japan

TÖK tábor 2008



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

Csillagászati
 alapismeretek

Az atomenergia –
 magyar találmány

Teller Év

Jensen-
 egyenlőtlenségek

A nagy Fermat tétel

Határérték számítás

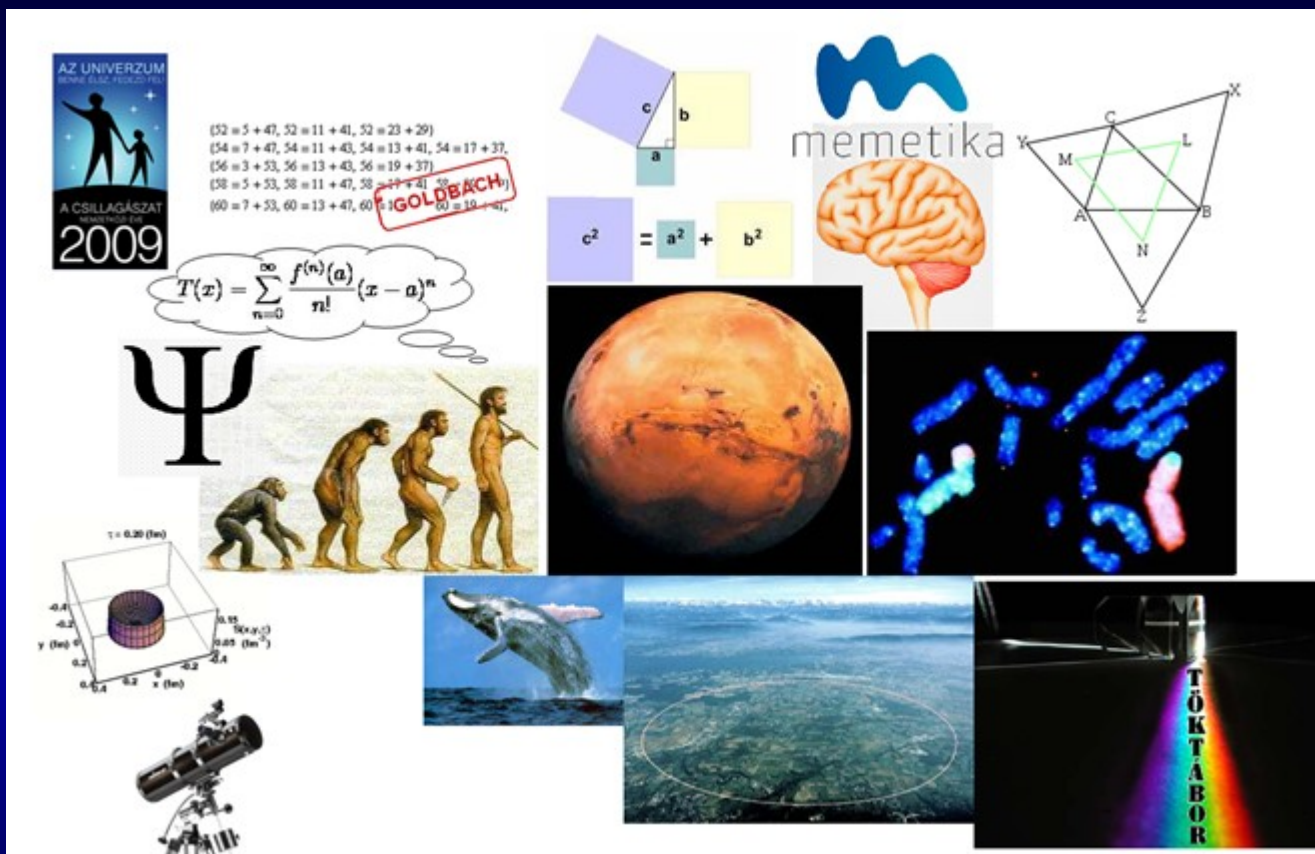
CMS

Elektron-pozitron
 ütközések: a
 legrövidebb mozi

Speciális relativitás

Apostagtól Stanfordig

TÖK tábor 2009



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

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 ++

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?

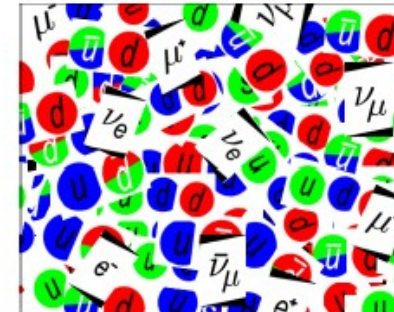
Elemi részecskék - játékosan

RÉSZECSKÉS KÁRTYAJÁTÉK

- Játékok:
ANTI
Detektáljunk!
Kvarkanyag
Kozmikus záporok
- e-könyv - MÁRA(!)
- www.lulu.com
- Tanítványaim előadása

RÉSZECSKÉS KÁRTYAJÁTÉK

ELEMI RÉSZECSKÉK JÁTEKOSAN



Csörgő Judit
Török Csaba
Csörgő Tamás