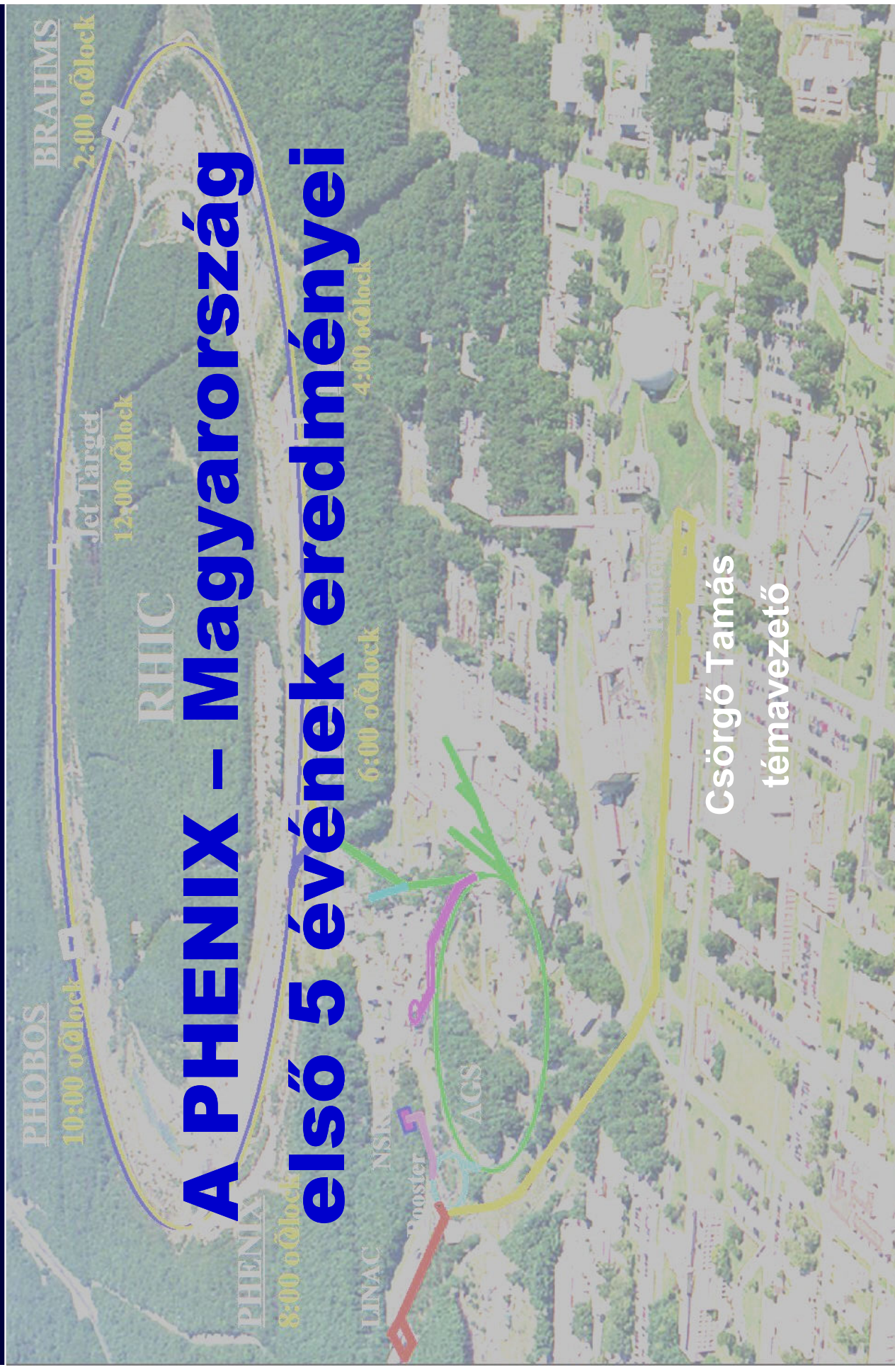


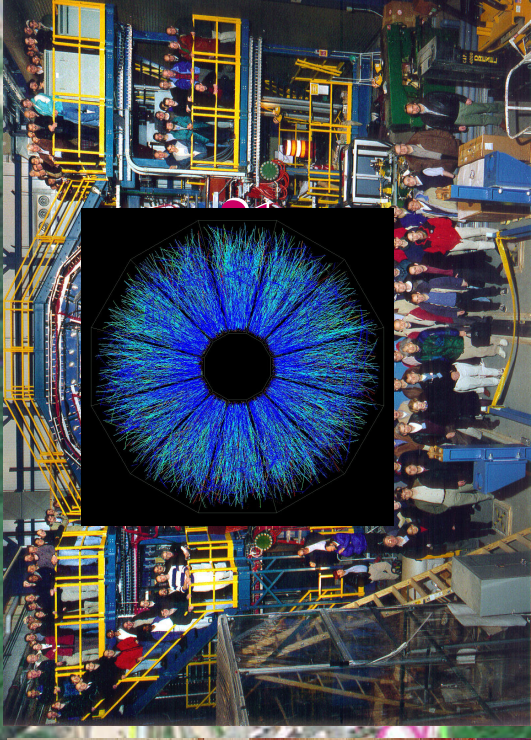
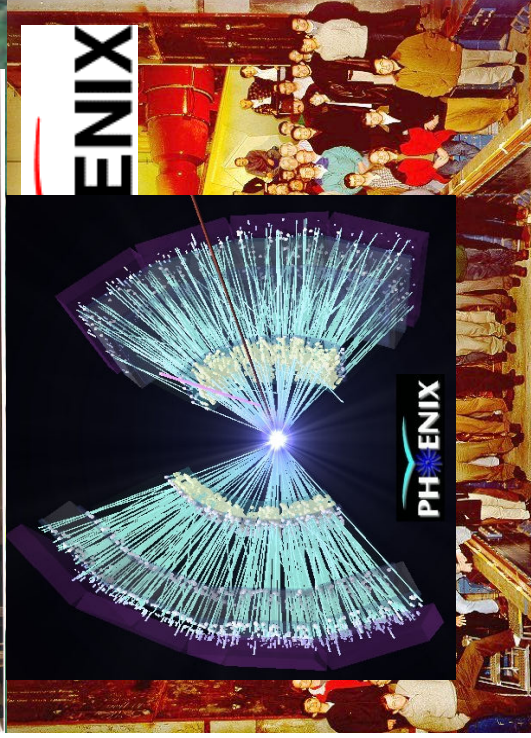
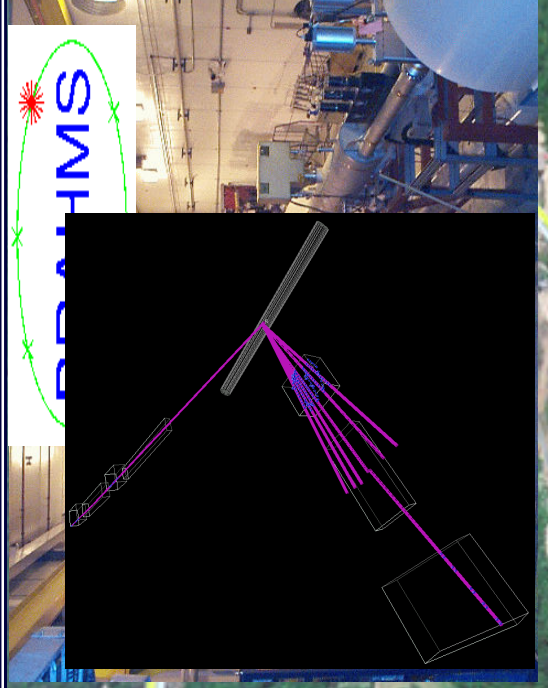
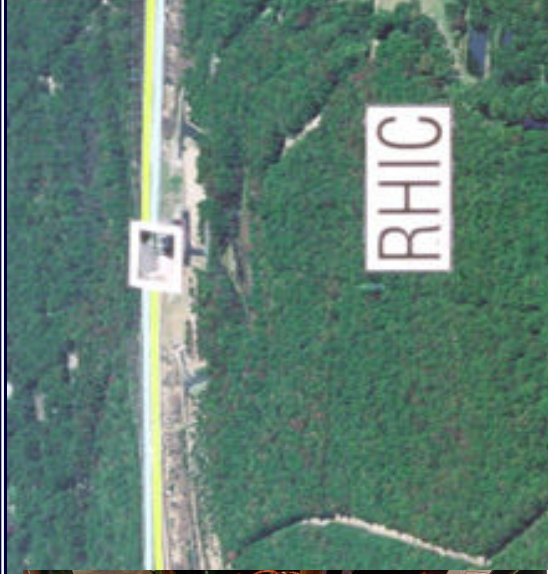
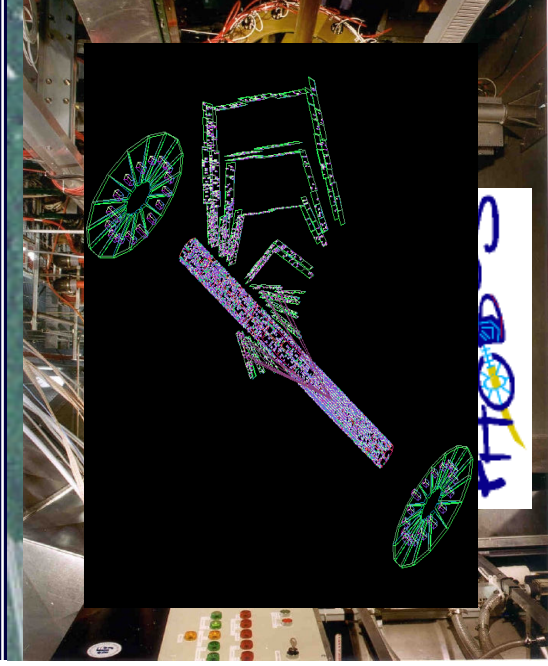
A nehézion-fizika „aranykora”



A PHENIX – Magyarország első 5 évének eredményei

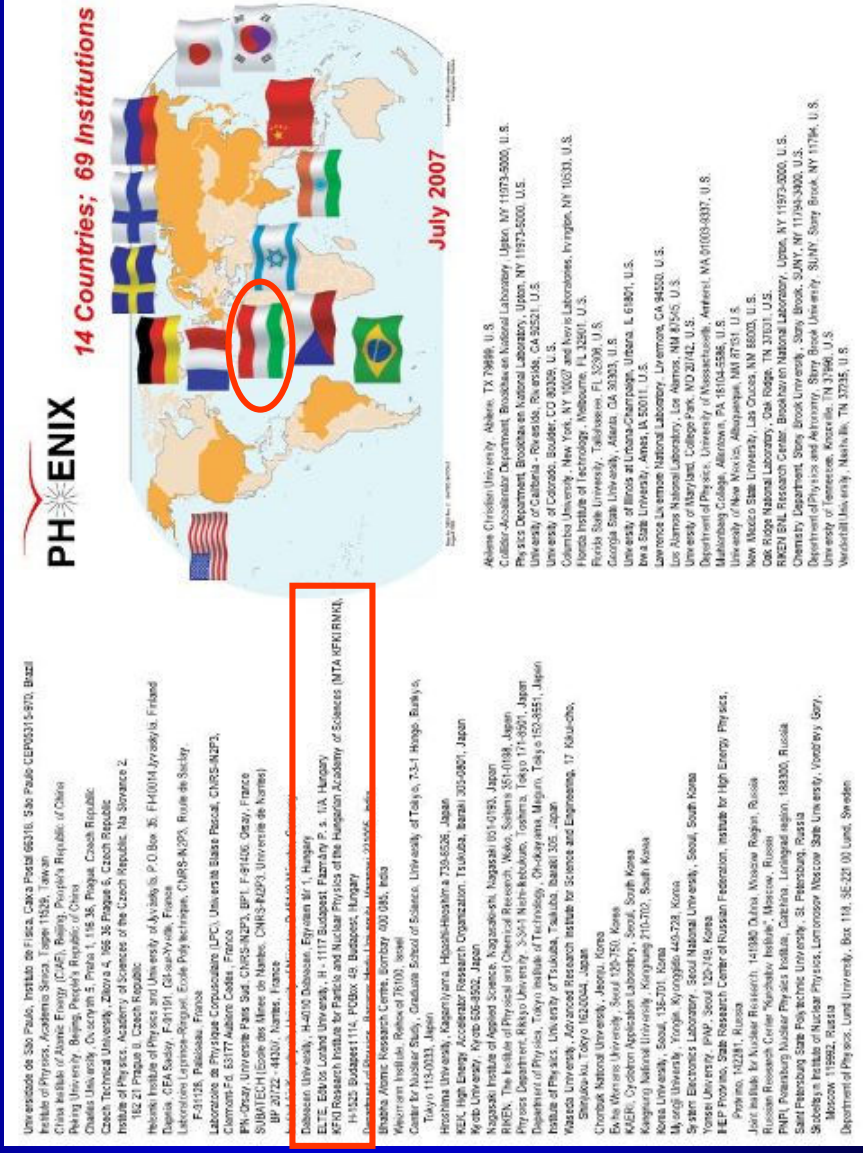
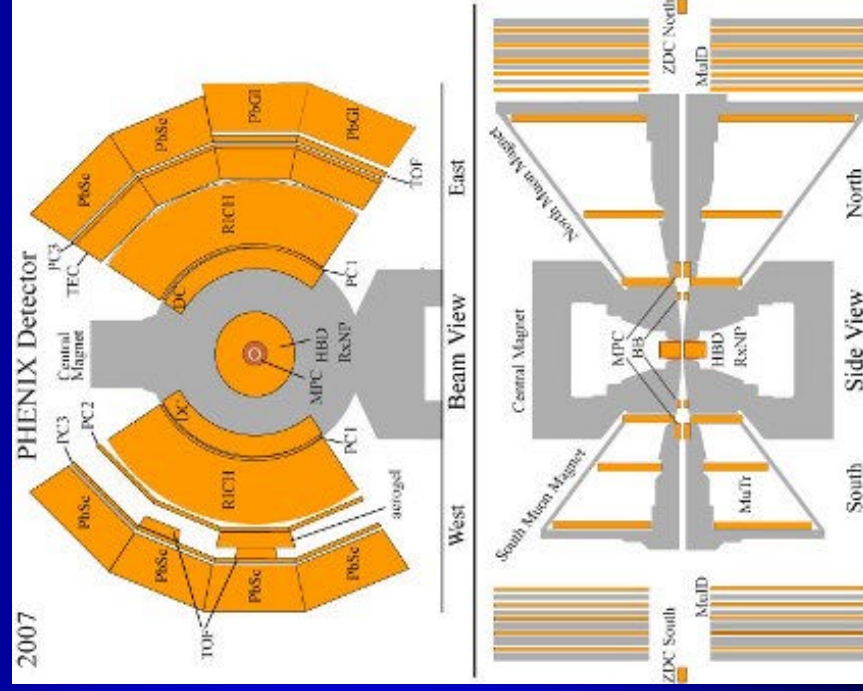
Csörgő Tamás
témavezető

A RHIC gyorsító és kísérletei



PHENIX kísérlet: 14 ország, 69 intézmény, 430 fő

- és a PHENIX-Magyarország együttműködés:
- Debreceni E., ELTE Atomfiz. Tsz, MTA KEKI RMKI



A PHENIX kutatások mérőldkövei

255 (368) cikk, 6944 (6944) hivatkozás,

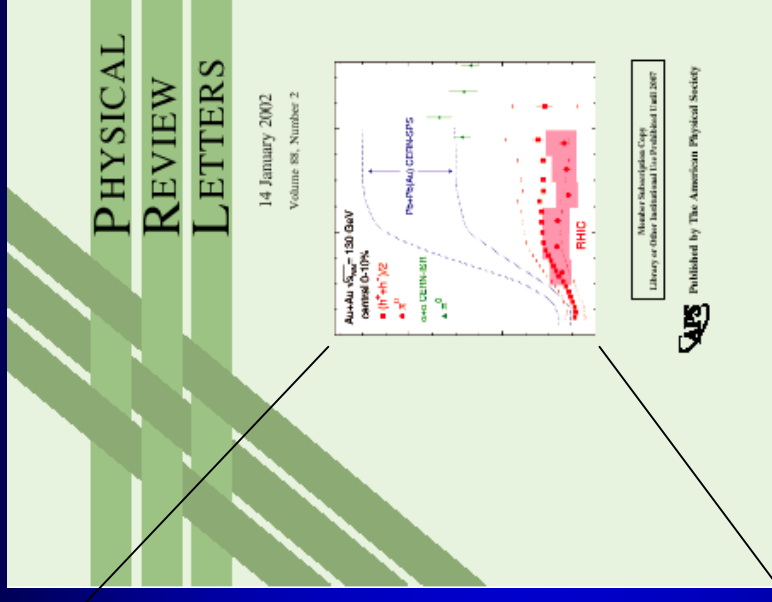
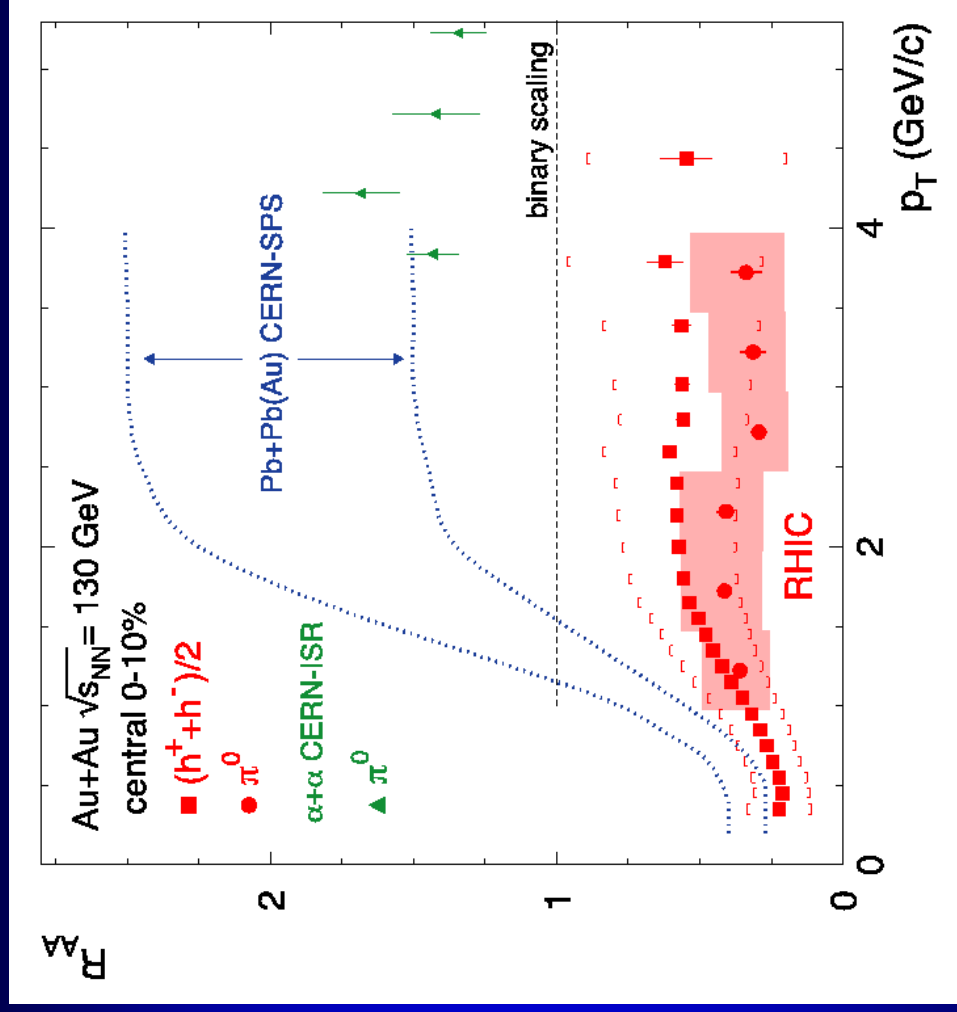
5 cikkre > 250 hivatkozás:

- **A nehézionfizika aranykora (Au+Au, első e célra épített gyorsító)**
- **Tudományos mérőldkövek: ~ a nagy felfedezések kora (2001-)**

• **Az eredmények összefoglalása:**

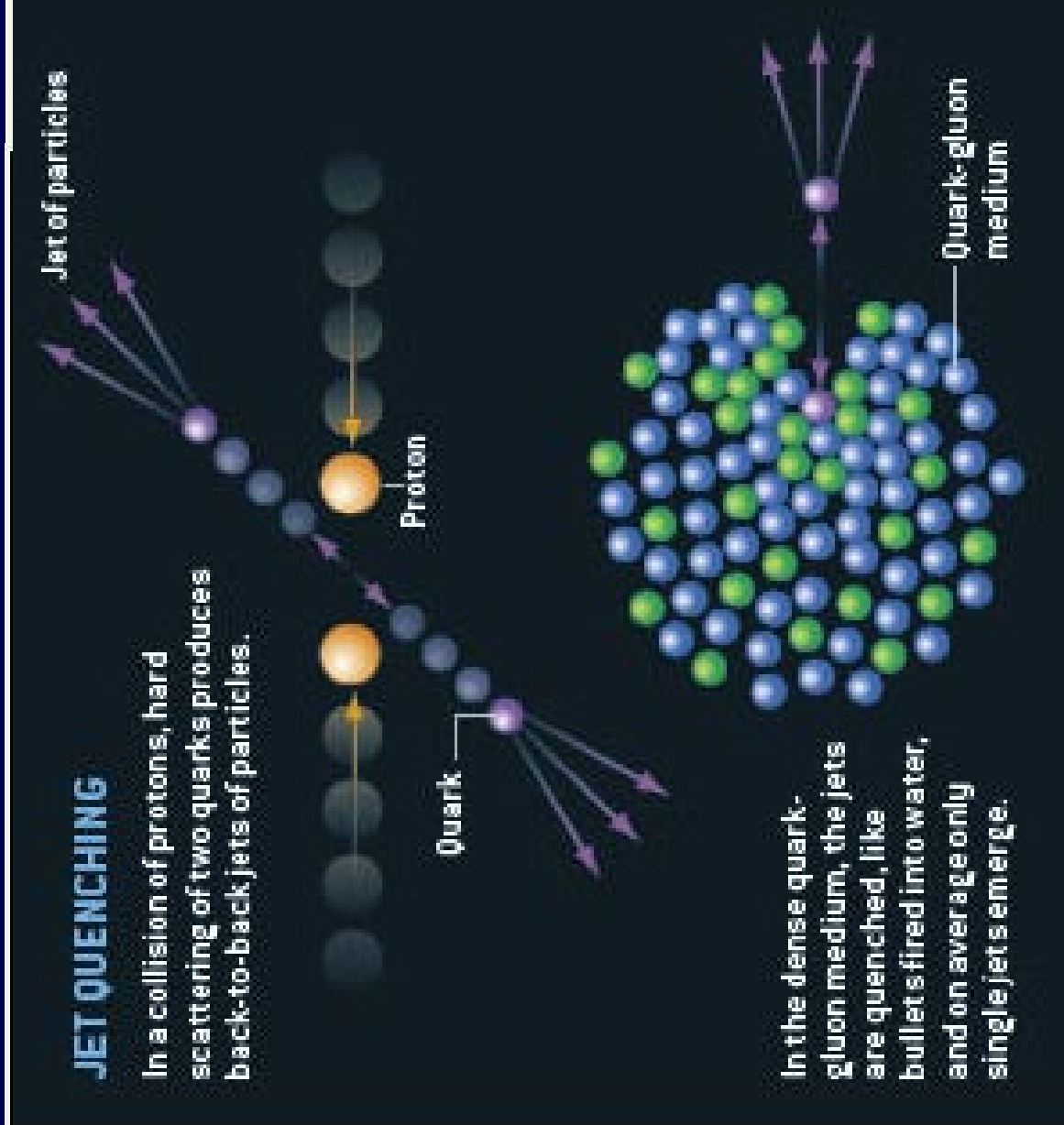
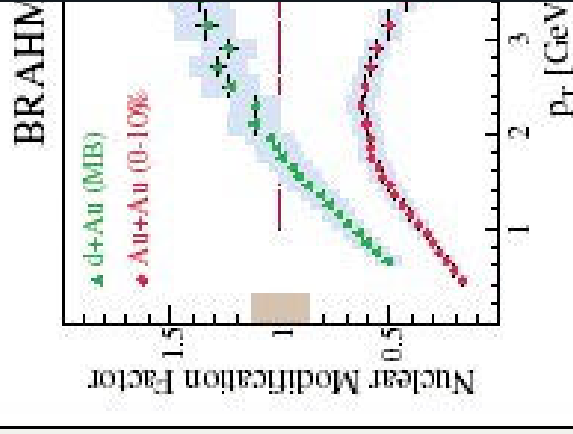
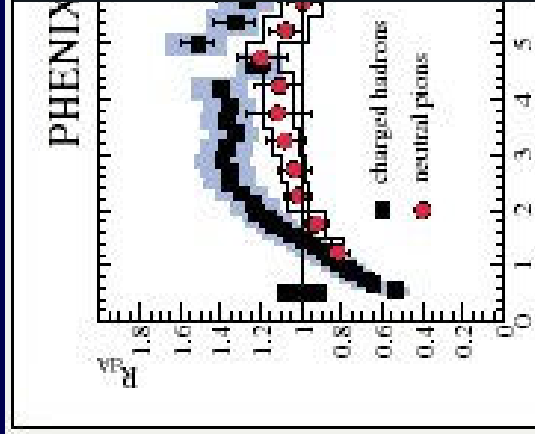
- **Honlapon is:** <http://phenix.elte.hu/>
- **Az 5 mérőldkö:**
 - Új jelenség (részecskeugarak elnyelődése) (2002)
 - Új anyag (d+Au ellenpróba) (2003)
 - Az új anyag TÖKÉLETES FOLYADÉK (AIP Top Physics Story, 2005)
 - A folyadék KVAROKOK folyadéka (2007)
 - A folyadék „jobban folyik” mint a szuperfolyékony 4He (kinematika vizskozitás ~ 0) (2007)

1. mérőöldkő: új jelenség

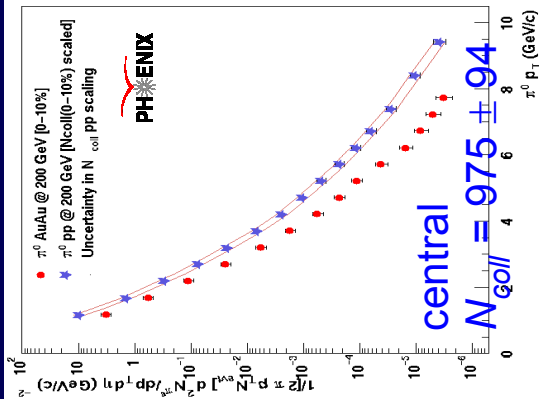


A RHIC Au+Au ütközéseiben a részecskesugarak elnyelődnek

2. mérőföldkő: Új Anyag

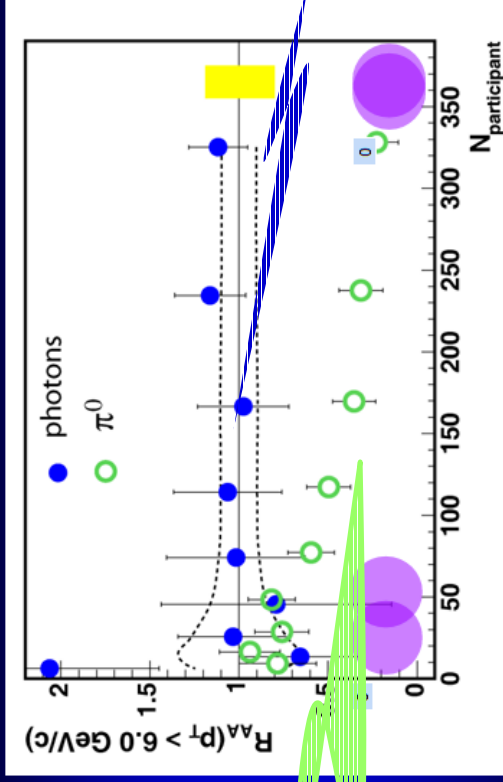


Pontos és megbízható eredmények



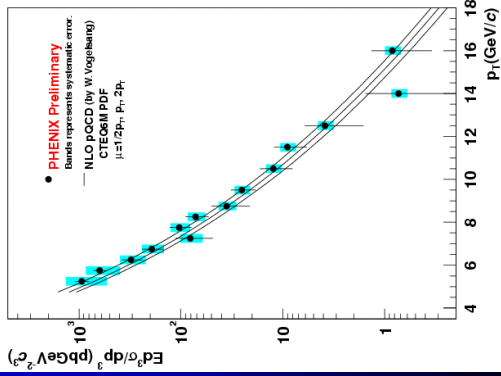
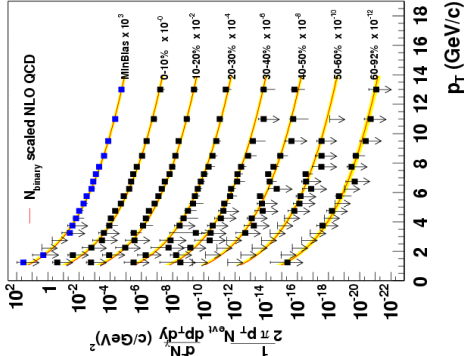
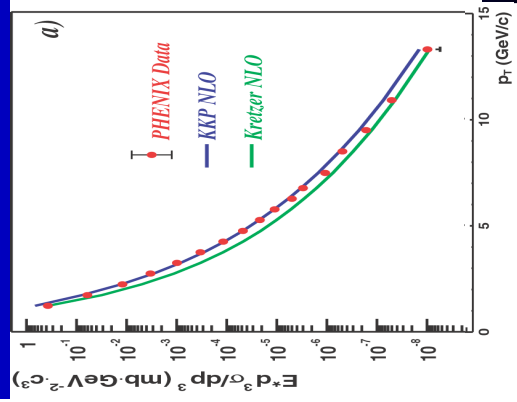
Ez egy ábra jól jellemzi a mérések pontosságát és a hibák kontrollját

Control: Photons shine, Pions don't



- Direct photons are **not** inhibited by hot/dense medium
- Rather: **shine** through consistent with pQCD

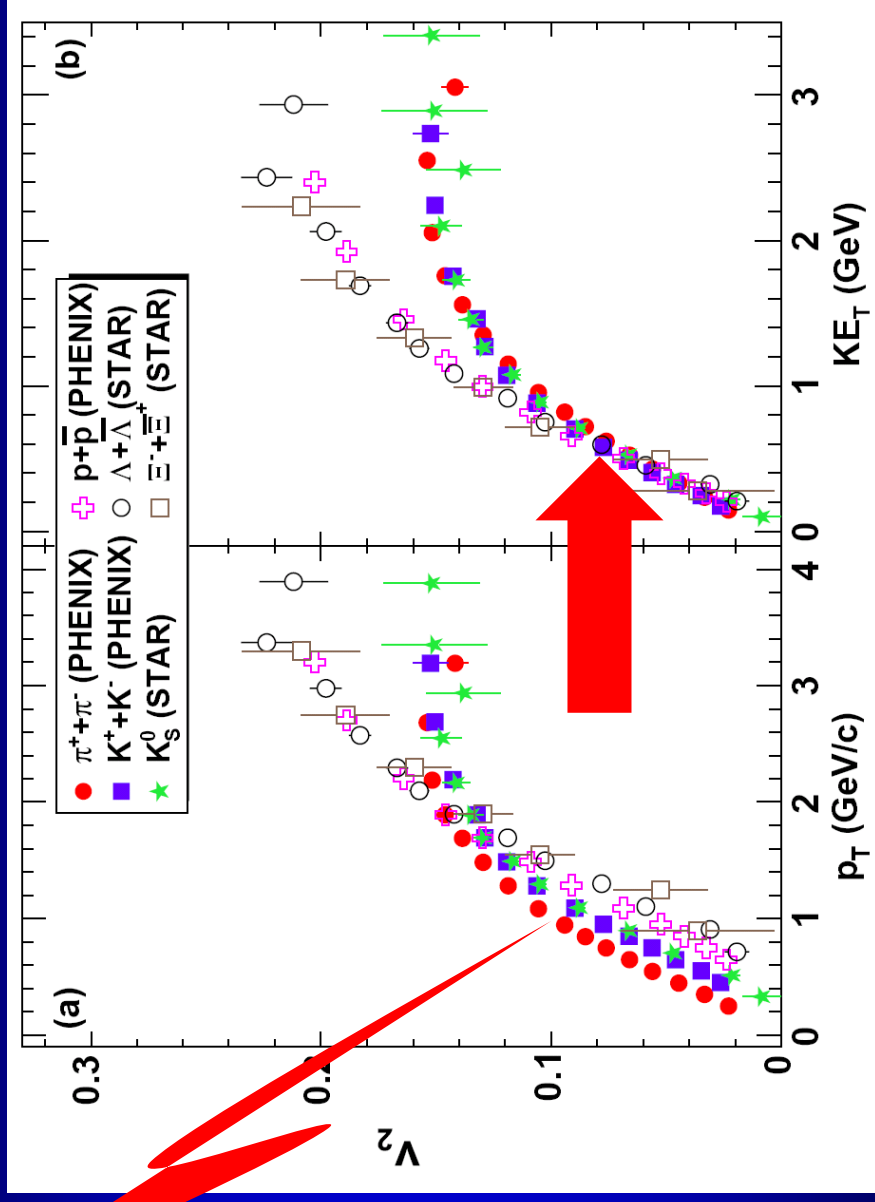
négy különböző mérésben,
 sok nagyságrenden keresztül



A folyadék ~ *tökéletes*

- Különböző tömegű és típusú részecskék együtt folynak

$$KE_T = \sqrt{m^2 + p_{T^2}}$$



- Lényege: $\partial_\nu T^\mu{}_\nu = 0 \rightarrow$ Munkatétel

$$\rightarrow \int \nabla P d(\text{vol}) = \Delta E_K \approx m_T - m_0 \equiv \Delta KE_T$$

3. mérföldkő: Top Physics Story 2005

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

AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS

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, Dec

The Top Physics

At the Relativistic heavy ion collider, the large detector of the interpretation of the fireball made in the universe only a weakly interacting more like a liquid.

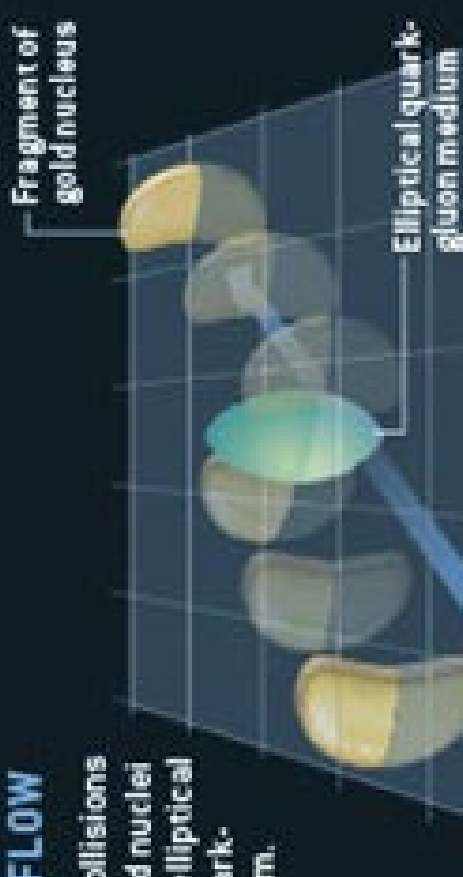
Other top physics of their appearance the arrival of the Huygens of the development

<http://arxiv>

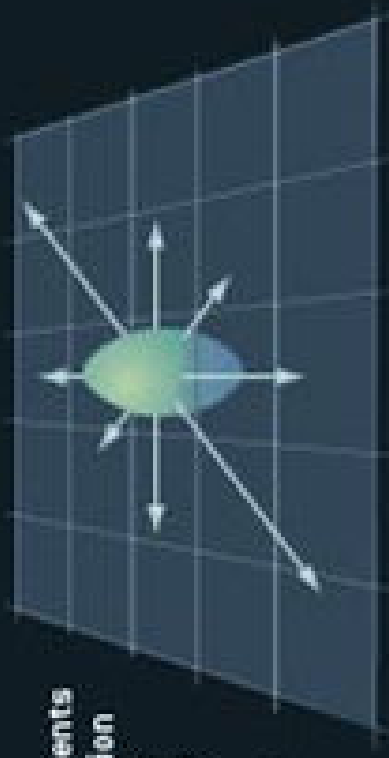
PHENIX összefoglaló cikk: 2006 második leghivatkozottabb cikke
a teljes magfizika területén

ELLIPTIC FLOW

Off-center collisions between gold nuclei produce an elliptical region of quark-gluon medium.

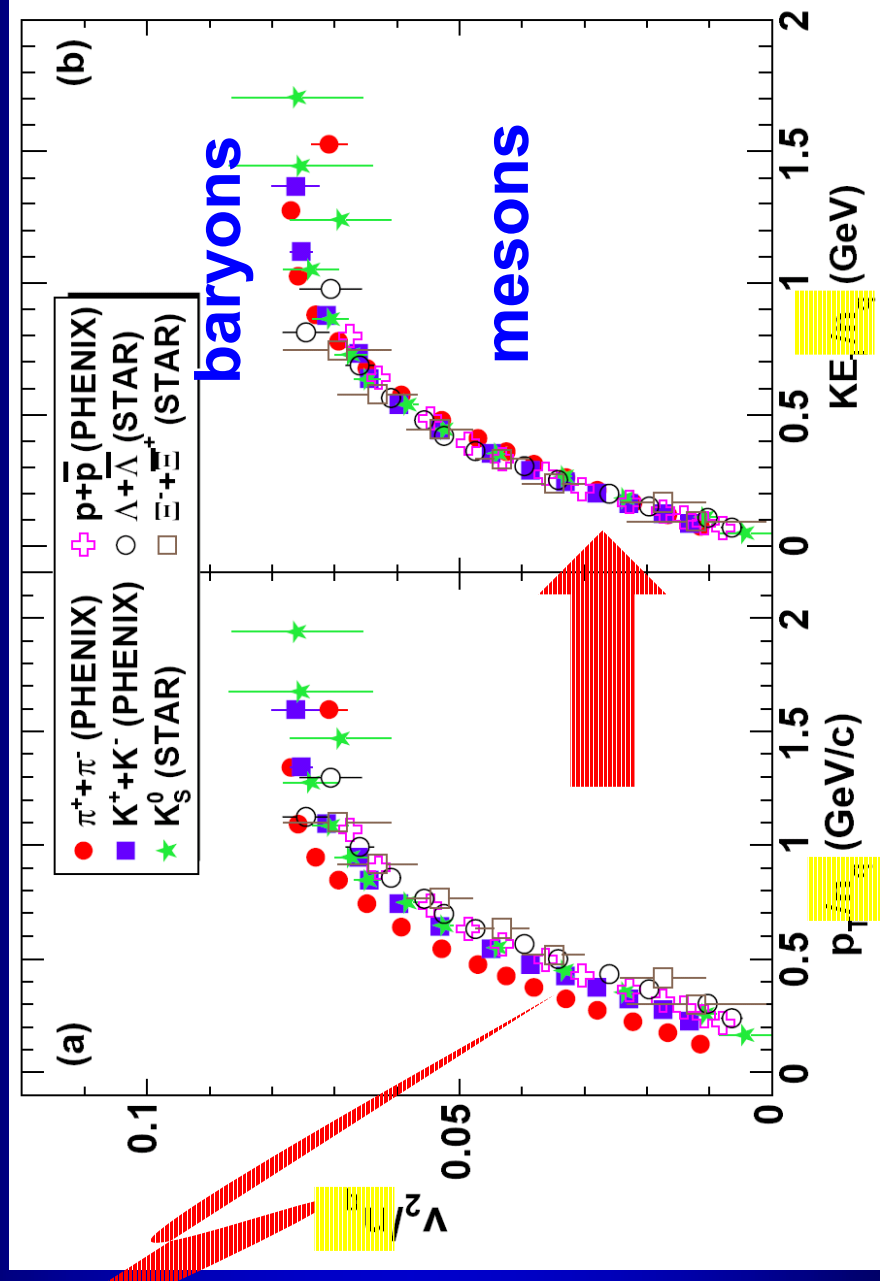


The pressure gradients in the elliptical region cause it to explode outward, mostly in the plane of the collision (arrows).



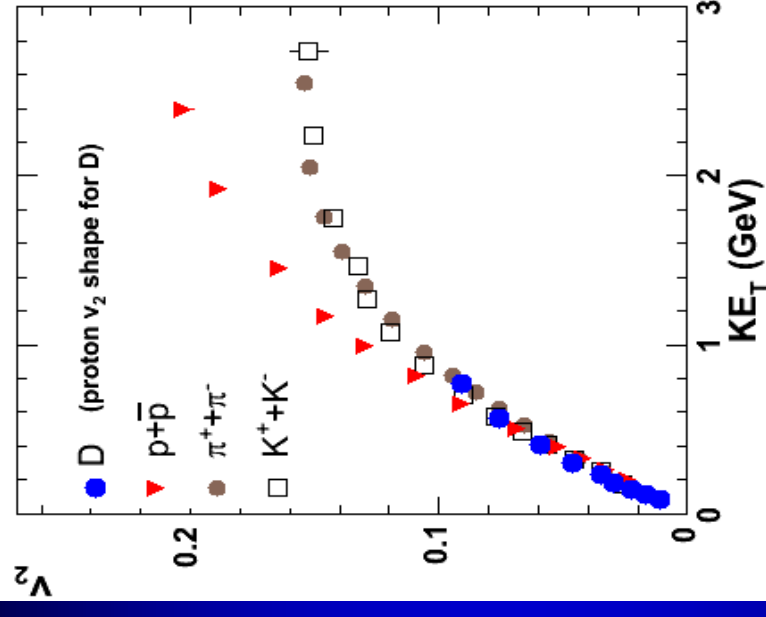
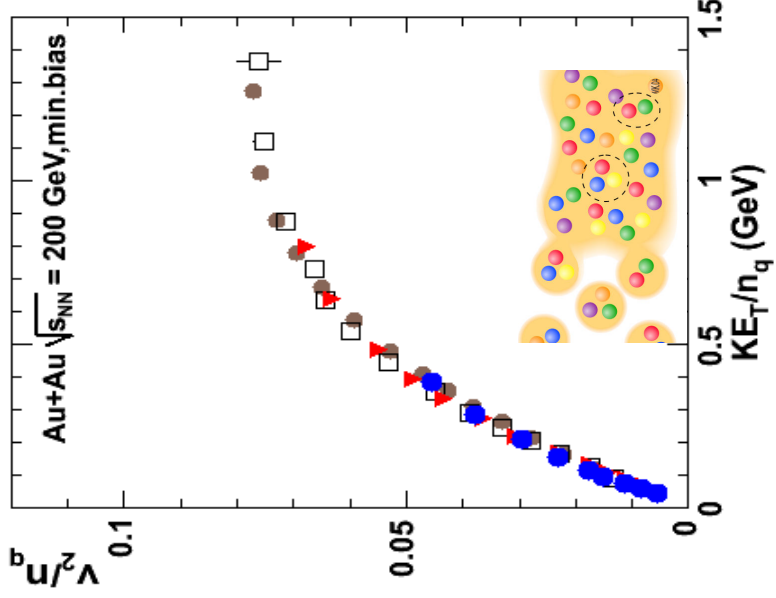
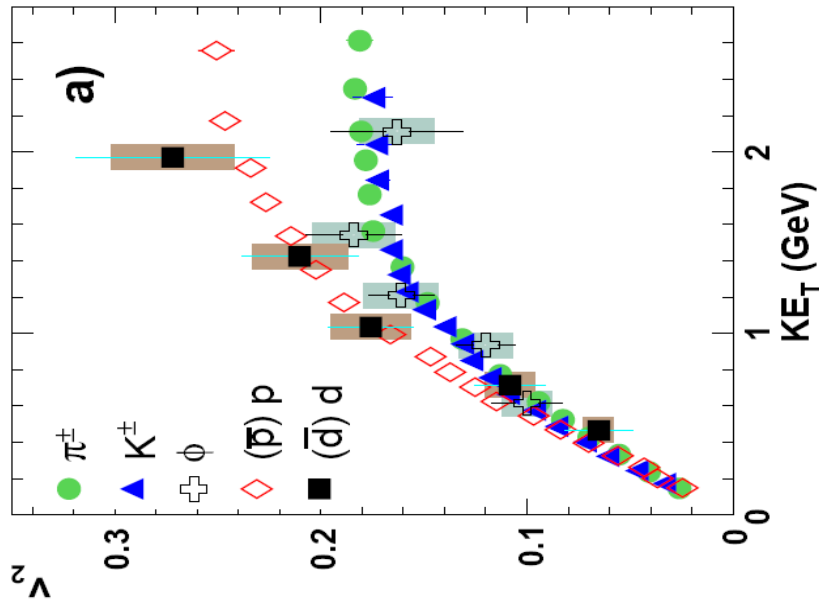
Kvarkok folyadéka

- Az „elliptikus folyás” $v_2(p_T)$ két ágból áll, a mezonok és a barionok folyása elválík egymástól. Mezonok: 2, barionok 3 kvark !



- A kvark-tartalommal (n_q) visszaosztva a folyást és a kinetikus energiát, egységes folyási képet kapunk! (2007)

4. Mérföldkő: Kvarkok folyadéka



$$\begin{aligned} v_2^{hadron} \{ KE_T^{hadron} \} &\approx n v_2^{quark} \{ KE_T^{quark} \} \\ KE_T^{hadron} &\approx n KE_T^{quark} \end{aligned}$$

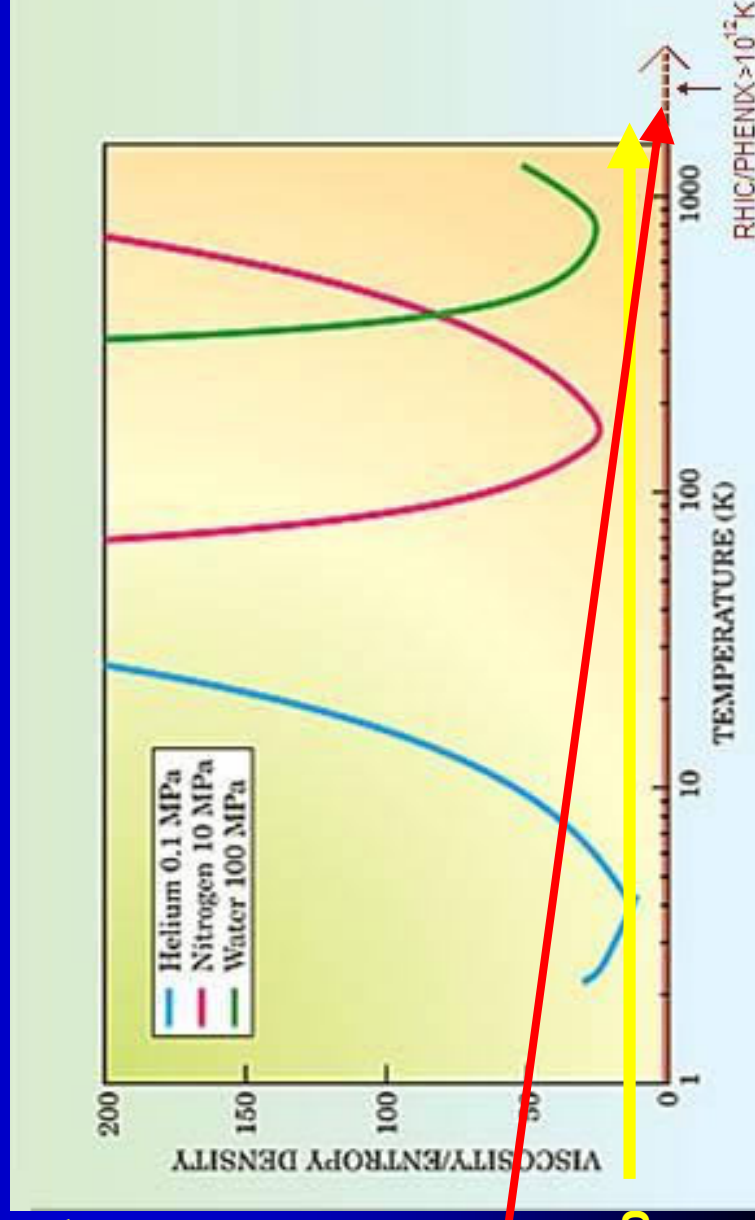
Még a ritka és a bájos kvarkok is együtt folynak !

Mennyire tökéletes a “Tökéletes”?

- Minden “realisztikus” RHIC folyadékdinamikai számításban
- Fel kellett tételezni, hogy a folyadéknak **nincs** viszkozitása (belső súrlódása)
 - $\eta = 0 \rightarrow$ “tökéletes folyadék”
 - Sejtés: tökéletességnek vannak elvi, kvantum korlátai

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

- Mennyire tökéletesek a “hétköznapi” folyadékok, a határhoz képest?
- RHIC folyadéka *hol* helyezkedik el ezen a skálán? A határon(!)
- A legforróbb és a legszuperfolyékonyabb ósanyag (2 terakelvin)



A tökéletesség mértéke: η/s

• Csillapodás (folyás, ingadozás, nehéz kvark bolyongás) $\sim \eta/s$

- FOLYÁS: *Has the QCD Critical Point Been Signaled by Observations at RHIC?*,

R. Lacey et al.,

Phys.Rev.Lett.98:092301,2007

([nucl-ex/0609025](#))

$$\frac{\eta}{s} = (1.1 \pm 0.2 \pm 1.2) \frac{1}{4\pi}$$

- *The Centrality dependence of Elliptic flow, the Hydrodynamic Limit, and the Viscosity of Hot QCD*, H.-J. Drescher et al.,
([arXiv:0704.3553](#))

$$\frac{\eta}{s} = (1.9 - 2.5) \frac{1}{4\pi}$$

- INGADOZÁS: *Measuring Shear Viscosity Using Transverse Momentum Correlations in Relativistic Nuclear Collisions*, S. Gavin and M. Abdel-Aziz,
Phys.Rev.Lett.97:162302,2006
([nucl-th/0606061](#))

$$\frac{\eta}{s} = (1.0 - 3.8) \frac{1}{4\pi}$$

- NEHÉZ KVARK BOLYONGÁS: *Energy Loss and Flow of Heavy Quarks in Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV*
A. Adare et al., PHENIX Collaboration,

Phys.Rev.Lett.98:172301,2007 ([nucl-ex/0611018](#))

$$\frac{\eta}{s} = (1.3 - 2.0) \frac{1}{4\pi}$$

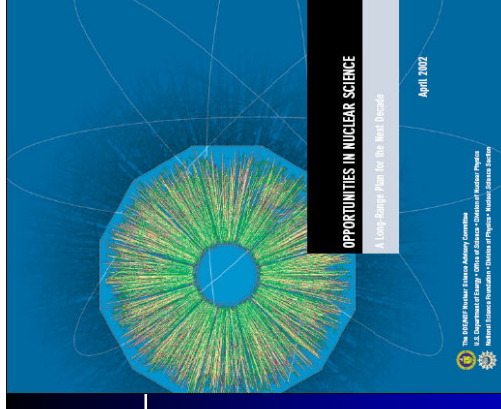
C H A R M !

USA magfizikai stratégiai terv

- minden ~ 5 évben
 - **Galveston, USA, 2007 május - ősz**
- **RHIC II. fázis a mérlegen**
 - **ajánlás:**

The experiments at the Relativistic Heavy Ion Collider have discovered a new state of matter at extreme temperature and density—a quark-gluon plasma that exhibits unexpected, almost perfect liquid dynamical behavior. **We recommend implementation of the RHIC II luminosity upgrade, together with detector improvements, to determine the properties of this new state of matter.**

- **Jó hír:**
 - **RHIC II. fázis megvalósítása a következő 5 évben**
- **kiegészítése:**
 - **→ költséghatékonyan kell megvalósítani**



PHENIX-Hu honlap elemei

- A <http://phenix.elte.hu/> elemei:
 - Bemutakozás
 - Mérföldkövek, nagy felfedezések
 - Távlataink
 - Szerepünk
 - Támogatóink
 - Fulbright Alapítvány
 - OTKA
 - MTA
 - NSF
 - DOE
 - Érdekeségek
 - érdekes infók, animációk
 - PHENIX-es játékok
 - egy PHENIX-es blogja
 - Hírek, aktualitások
 - Kapcsolat

**Élvonalbeli kutatásaink alapvető felfedezésekhez vezettek: [aranykor](#).
A PHENIX a magyar tudomány számára vezető szerepkört biztosít.**

