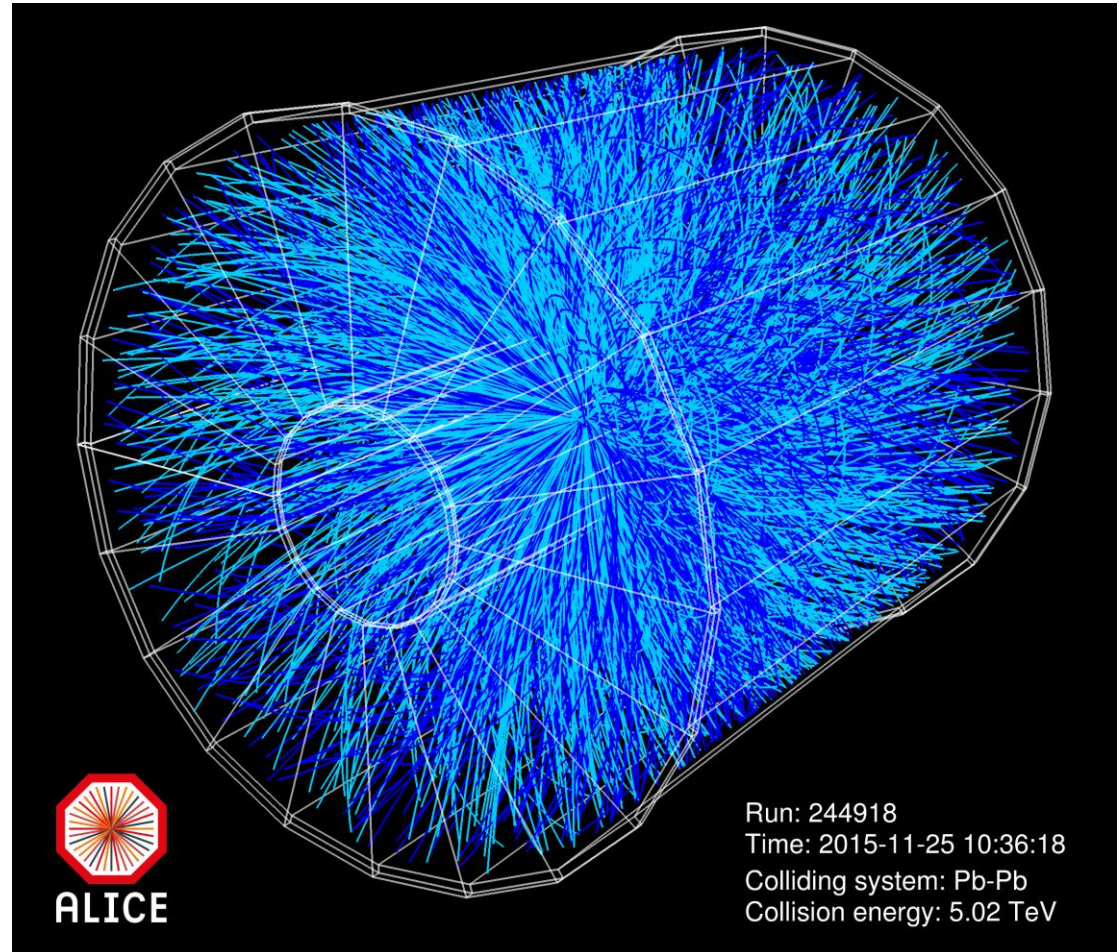


# Kvark-gluonové plazma

Anna Mouková

# Obsah

- Úvodní pojmy
- Popis kvark-gluonového plazmatu (QGP)
- Zkoumání QGP
- Veličiny k popisu QGP
- Eliptický tok



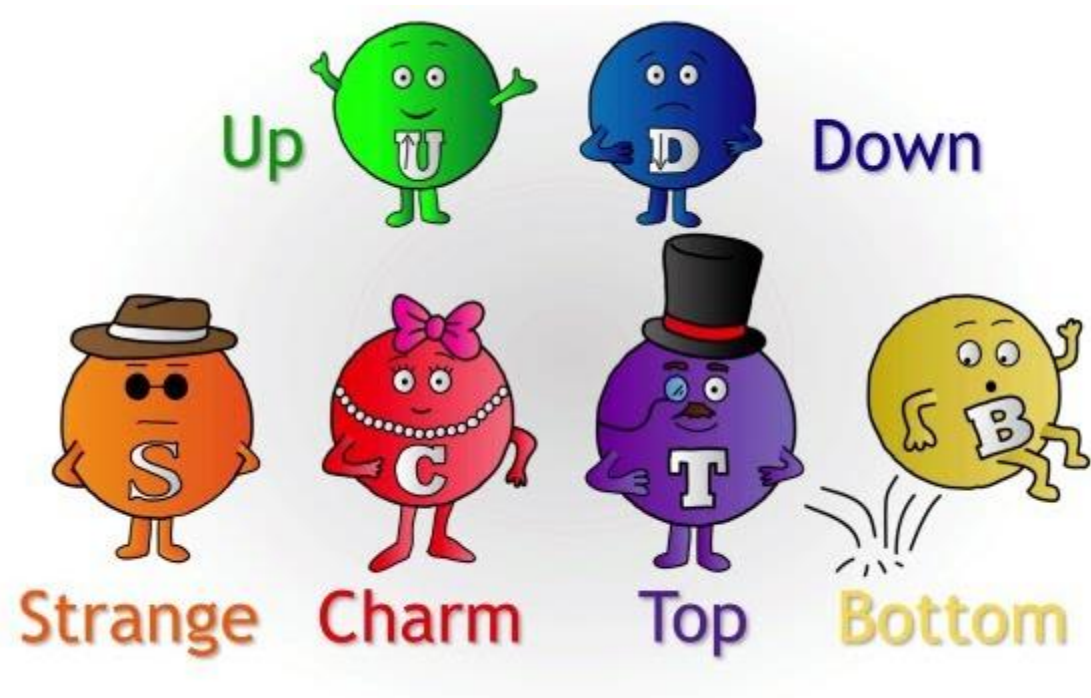
# Úvodní pojmy

- Kvark
- Gluon
- Plazma
- Kvark-gluonové plazma



# Kvark

- *Three quarks for Muster Mark!*
- původně *kwork*
- 1964 – up, down, strange
- 1965 – charm
- 1975 – top, bottom
- Bez vnitřní struktury
- 3 barvy



# Gluon

- *Glue*
- Silná interakce
- 8 stavů barevného náboje

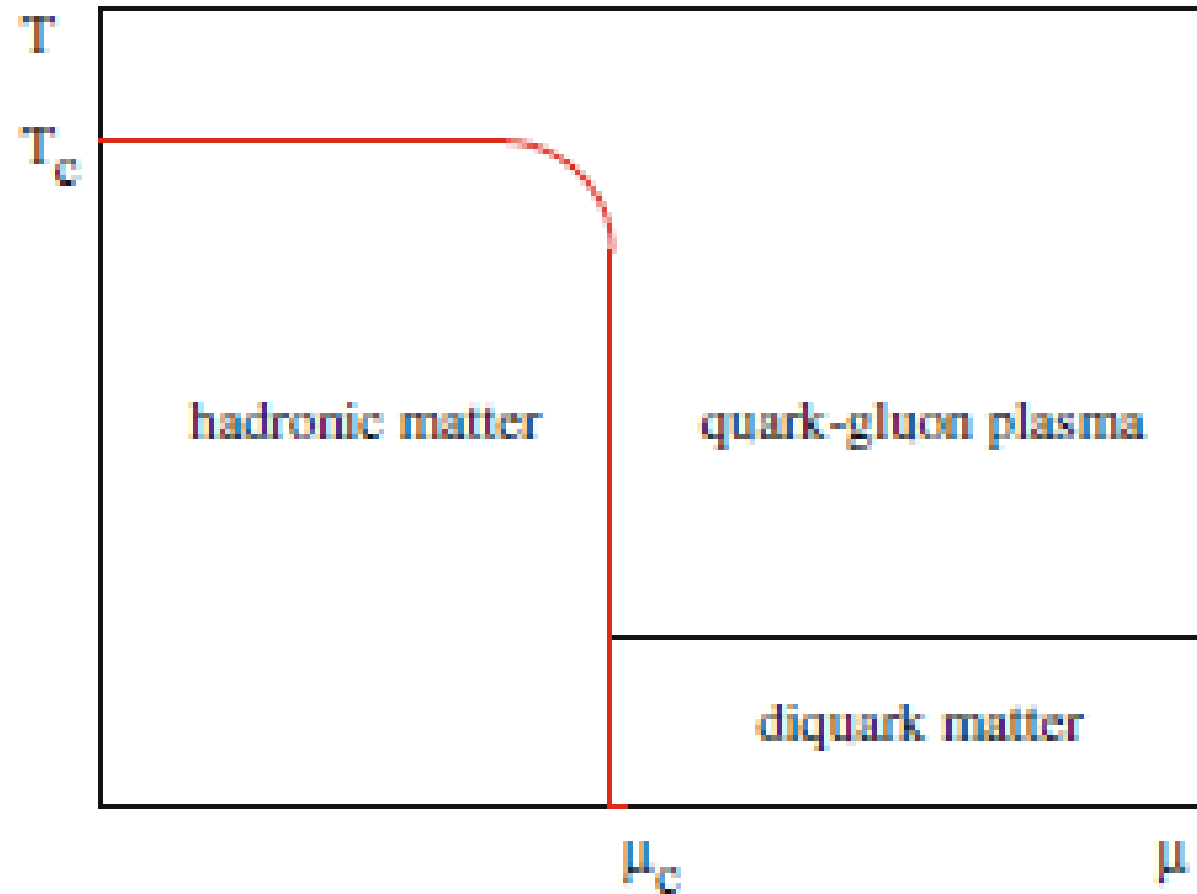
# Plazma

- Nevázané elektrony se volně pohybují kolem jádra
- Kolektivní chování a kvazineutralita
- Elektricky vodivé

# Kvark-gluonové plazma

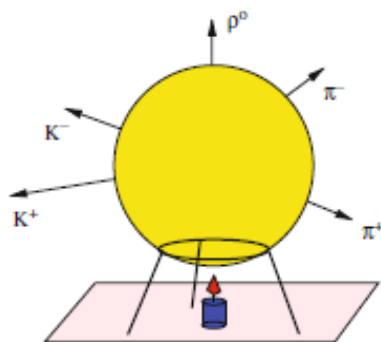
- Centrální ultrarelativistické srážky
- Nevázané kvarky a gluony
- Barevně vodivé

# Fázový diagram jaderné hmoty



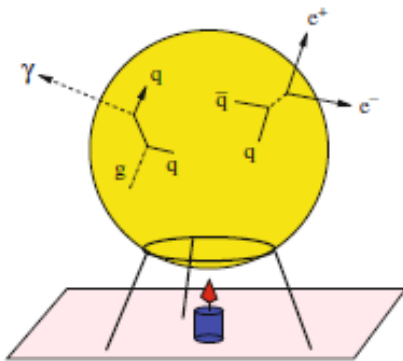
# Zkoumání QGP

- Měření spekter



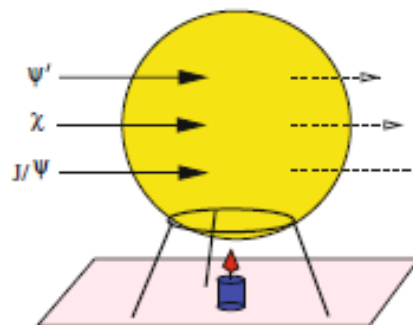
- Emise hadronů z lehkých kvarků
- Sféricky nesymetrické podmínky -> další srážky

- Elektromagnetické záření



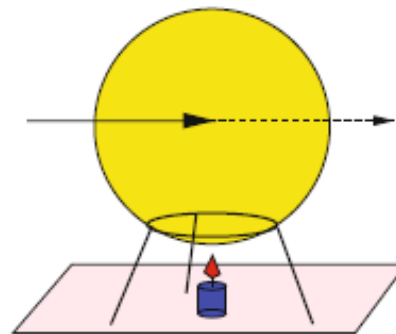
- Kvark a gluon
- Anihilace kvark a antikvark
- Fotony a leptony pouze elektromagneticky

- Quarkonium



- Vázané stavy těžkých kvarků a jejich antikvarků
- Teploměr pro QGP

- Energetické změny



- Energetické partony, gluony či kvarky
- Informace o hustotě prostředí

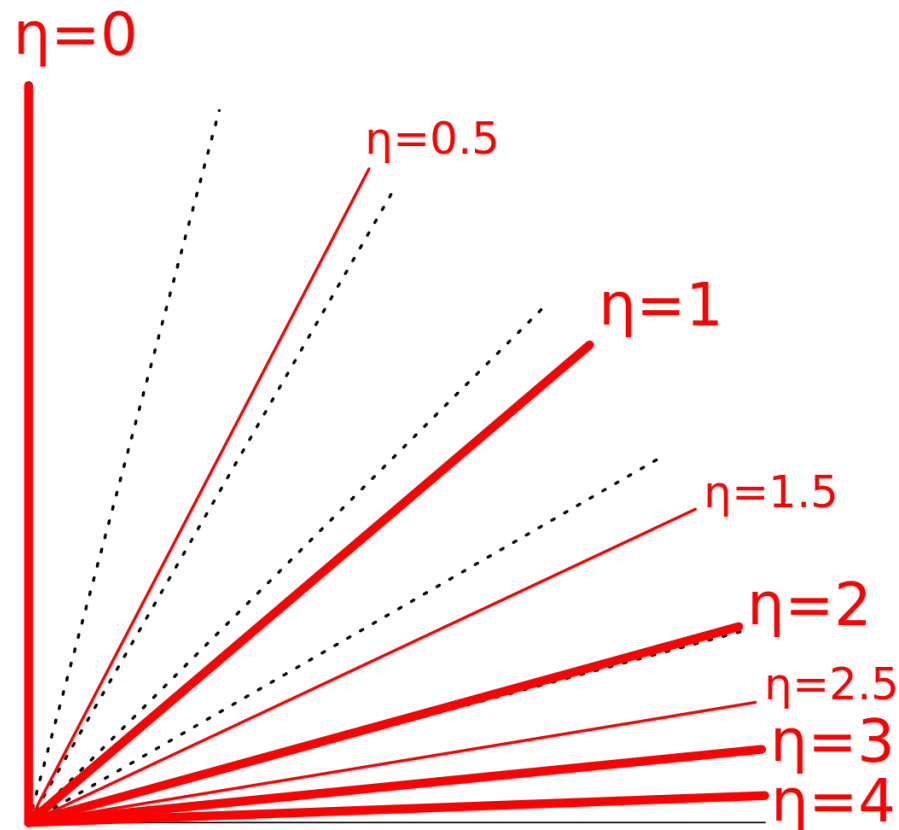
# Veličiny k popisu QGP

- Čtyřhybnost  $p = (p_0, \mathbf{p}_T, p_z)$
- $p_T$ ...příčná složka hybnosti
- Rapidita

$$y = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{E + p_z}{E - p_z} \right)$$

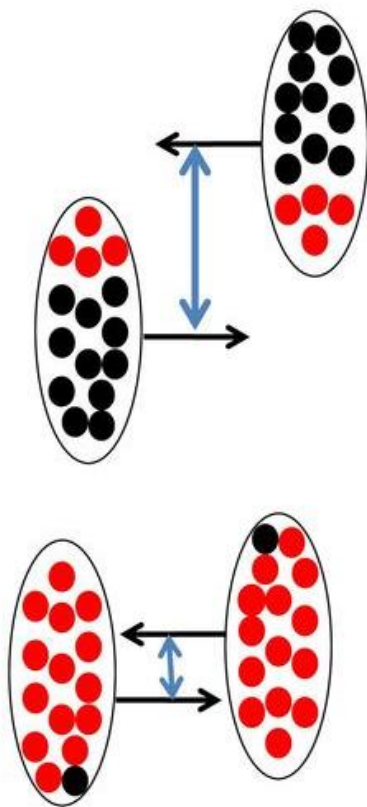
- Pseudorapidita

$$\eta = \frac{1}{2} \ln \left[ \frac{|\mathbf{p}| + p_z}{|\mathbf{p}| - p_z} \right]$$



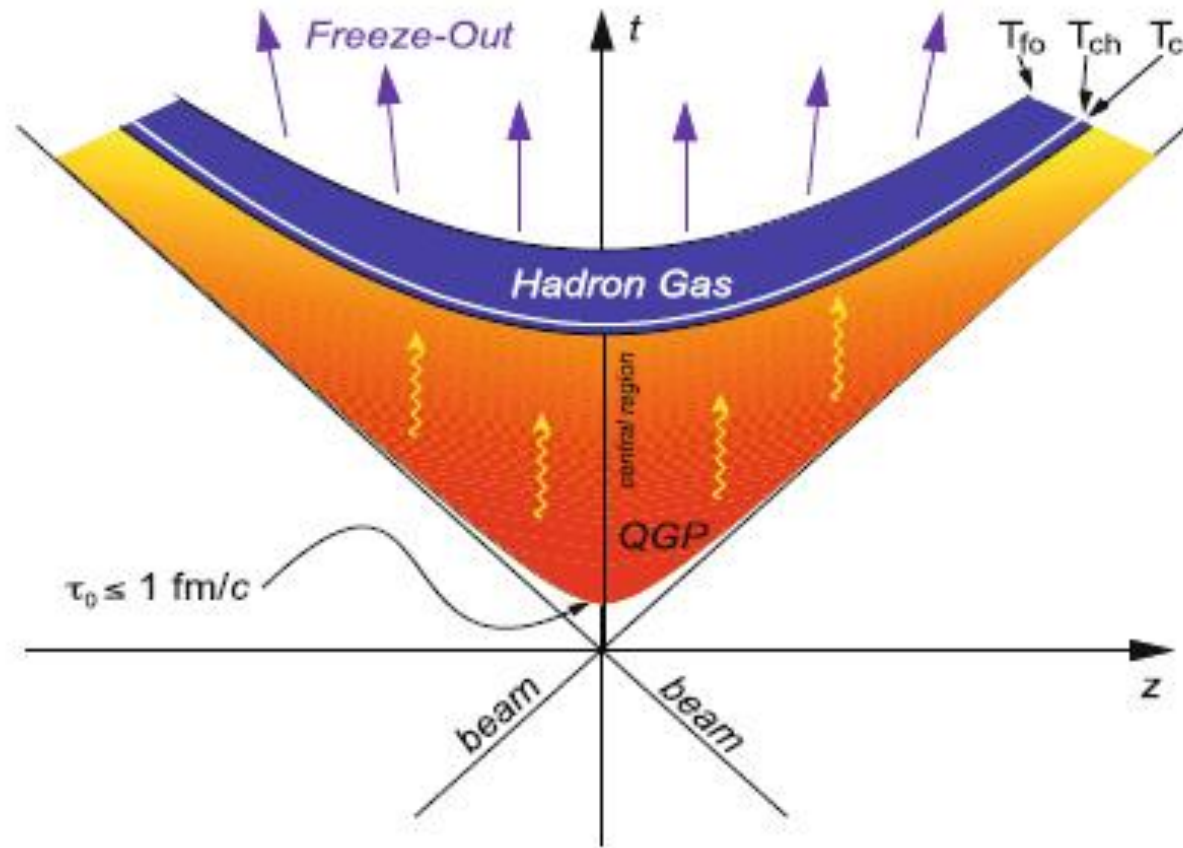


# Geometrie srážek



- Peripheral collision
  - Large **distance** between the centres of the nuclei
  - Small number of **participants**
  - Few charged particles produced (low multiplicity)
- Central collision
  - Small **distance** between the centres of the nuclei
  - Large number of **participants**
  - Many charged particles produced (high multiplicity)

# Vývoj jádro-jaderné srážky



# Popis eliptického toku

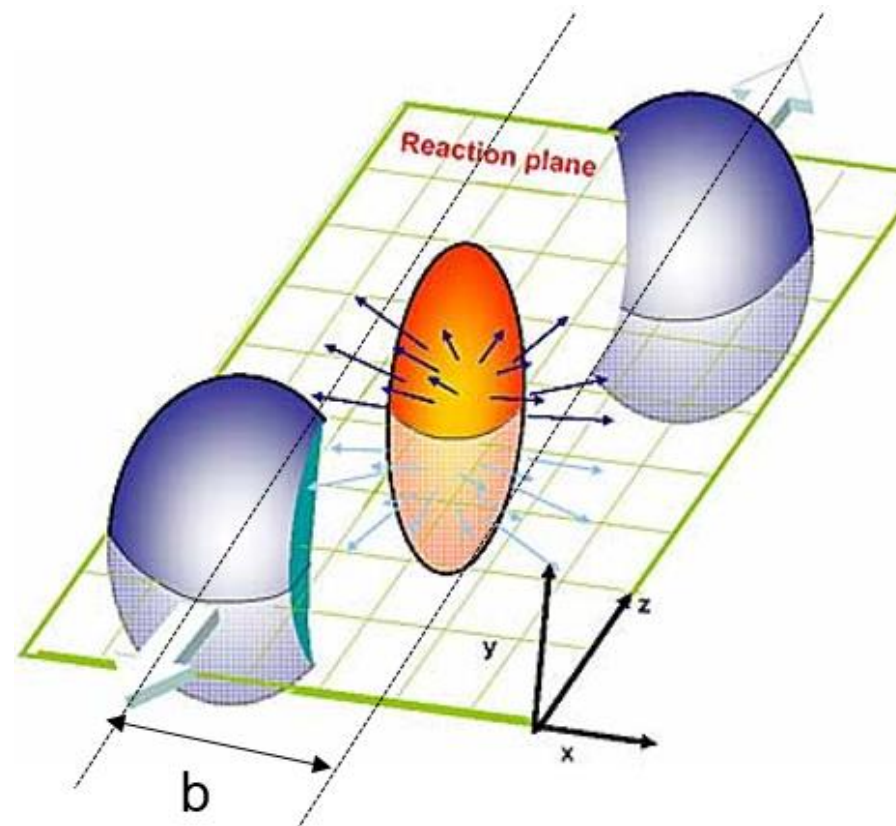
- Azimutální hybnost

$$\frac{dN}{d\phi} = \frac{N}{2\pi} [1 + 2v_1 \cos(\phi) + 2v_2 \cos(2\phi) + \dots] ,$$

$$v_n = \frac{\int d\phi \cos(n\phi) \frac{dN}{d\phi}}{\int d\phi \frac{dN}{d\phi}} = \langle \cos(n\phi) \rangle ,$$

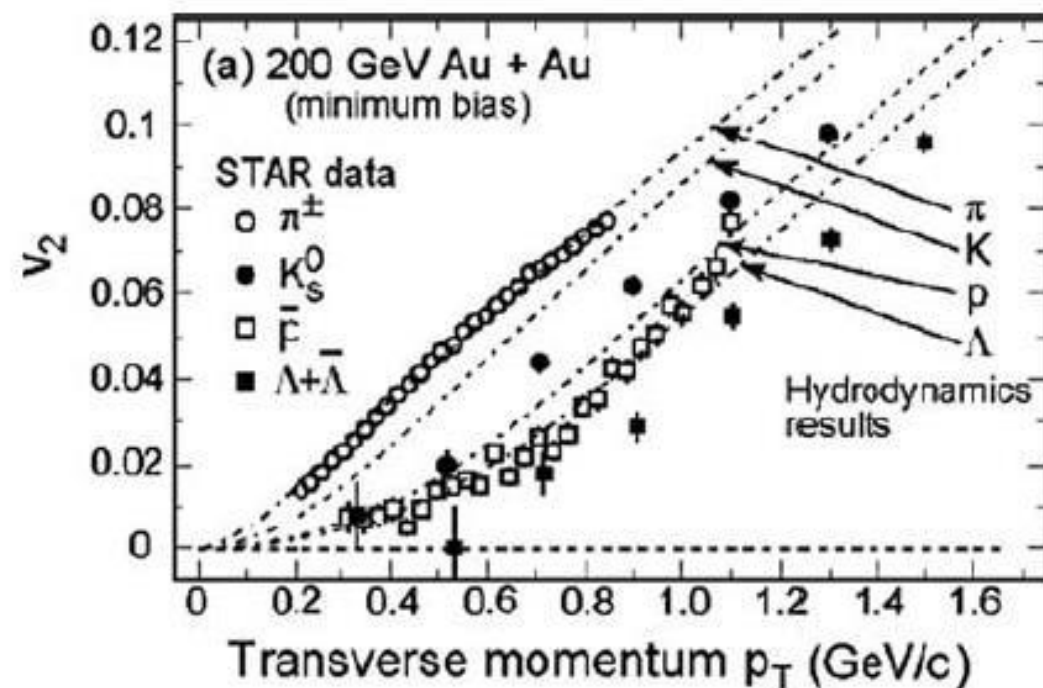
- $v_2$ ...koeficient eliptického toku
- Výstřednost

$$\varepsilon = \frac{\langle y^2 - x^2 \rangle}{\langle y^2 + x^2 \rangle} .$$

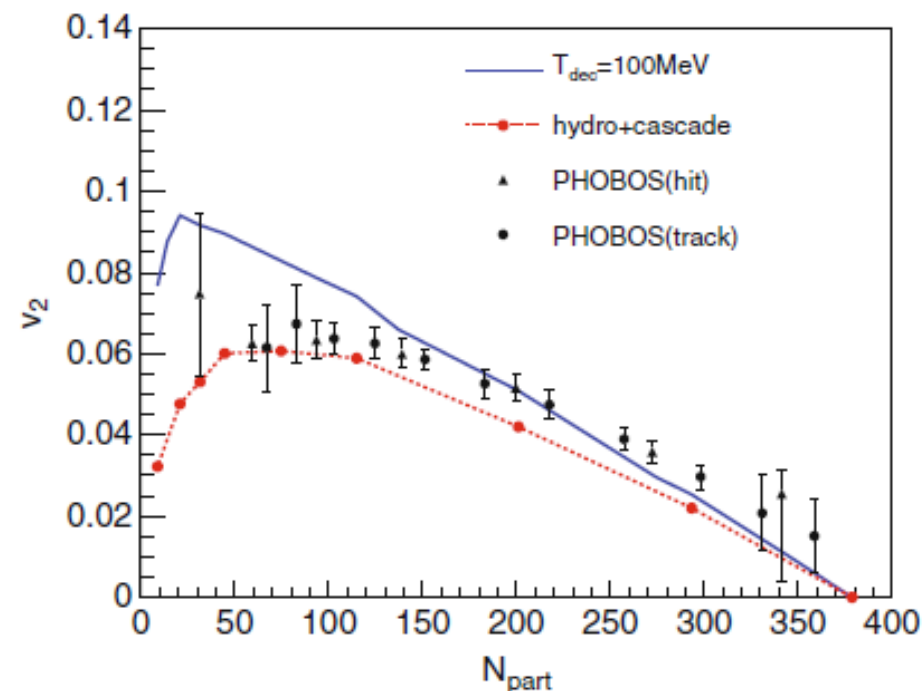


# Měření eliptického toku

- Reakce systému na počáteční prostorovou výstřednost
- Srovnání s hydrodynamickým modelem



- Eliptický tok jako funkce centrality
- Korekce



Děkuji za pozornost.

# Zdroje

- Hirano, T. et al.: *Hydrodynamics and Flow*. Lect. Notes Phys. **785**, 139–178 (2010)
- Satz, H.: *The Thermodynamics of Quarks and Gluons*. Lect. Notes Phys. **785**, 1–21 (2010)
- Kliemant, M. et al.: *Global Properties of Nucleus–Nucleus Collisions*. Lect. Notes Phys. **785**, 23–103 (2010)