

Měření anizotropního toku na experimentu ALICE

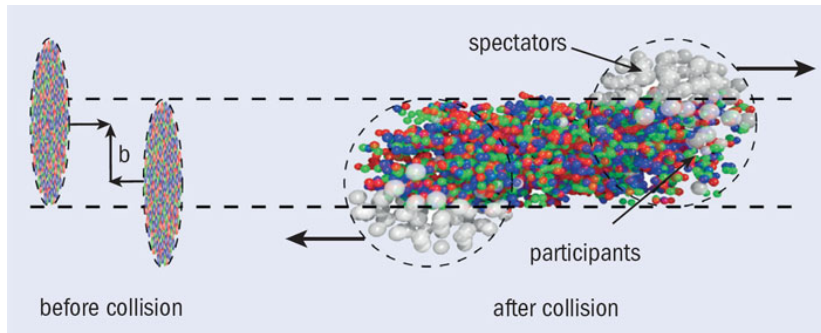
Daniel Mihatsch

Workshop EJČF 2020
České vysoké učení technické
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

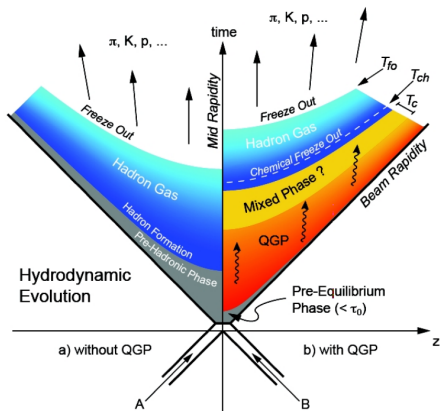
mihatdan@fjfi.cvut.cz

13. ledna 2020

- studujeme ultrarelativistické jádro-jaderné srážky → produkuje kvark-gluonové plazma (QGP) → jedním ze způsobů zkoumání jeho vlastností je měření anizotropního toku



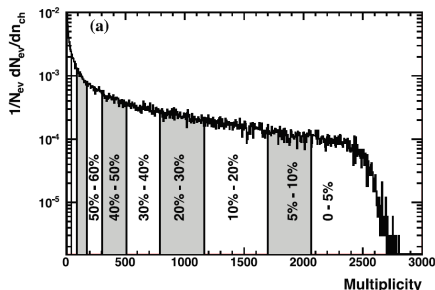
<https://cerncourier.com>



<https://particlesandfriends.wordpress.com>

- 1 srážka dvou relativisticky kontrahovaných jader
- 2 pre-ekvilíbrio
- 3 termalizace a expanze QGP (hydrodynamický popis)
- 4 fázový přechod (hadronizace)
- 5 chemické vymrznutí
- 6 kinetické vymrznutí

- srážky třídíme podle centrality, protože pro získání smysluplných výsledků můžeme průměrovat jen srážky stejného charakteru
- centralita je definována pomocí impact parametru b (není přímou pozorovatelnou)
- měří se počet produkovaných hadronů
- pomocí Glauber modelu pak dostaneme N_{part} a N_{bin}



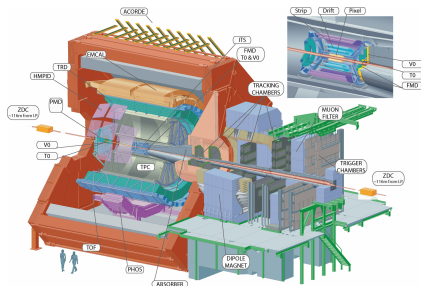
ALICE, New J. Phys. 13, 055008 (2011)

Large Hadron Collider (LHC)



<https://www.vyzkumne-infrastruktury.cz>

A Large Ion Collider Experiment (ALICE)



<https://en.wikipedia.org>

Anizotropní tok

- anizotropie počáteční hustoty energie v transversální rovině \rightarrow vznik anizotropního toku
- Fourierův rozvoj produkce částic:

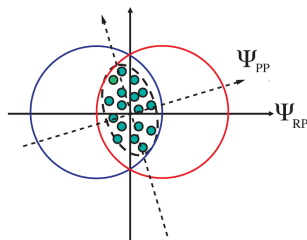
$$E \frac{d^3 N}{d^3 \mathbf{p}} = \frac{1}{2\pi} \frac{d^2 N}{p_T dp_T dy} \left(1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} v_n \cos [n(\varphi - \Psi_{RP})] \right) \quad (1)$$

- koeficienty toku

$$v_n(p_T, y) = \langle \cos [n(\varphi - \Psi_{RP})] \rangle \quad (2)$$

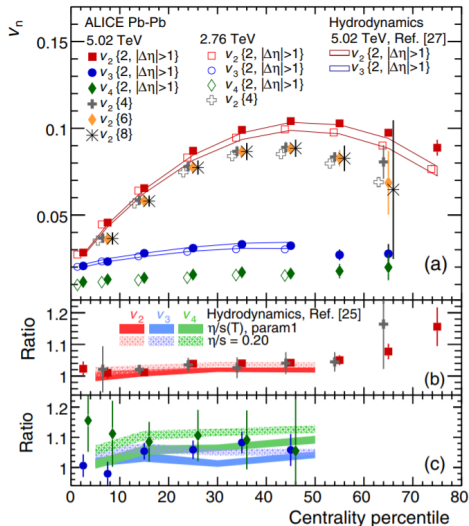
- nejvýznamnější v_2 - eliptický tok
- dvou-částicové korelace

$$v_n(p_T, y) = \langle \cos [n(\varphi_1 - \varphi_2)] \rangle \quad (3)$$



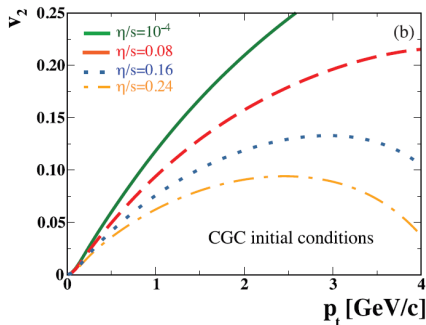
New J. Phys. 13, 055008 (2011)

- naměřený velký eliptický tok \rightarrow QGP = téměř dokonalá tekutina \rightarrow jak moc dokonalá? \rightarrow určení viskozity z měření toku



ALICE, PRL 116, 132302 (2016)

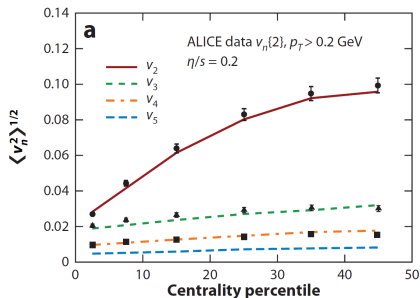
- QGP lze popsat hydrodynamicky a viskozitu lze určit jako jeden z parametrů \rightarrow viskozita snižuje hydrodynamicky vyvolanou anizotropii transversálního toku
- závěr: fit naměřených dat \rightarrow viskozita QGP



Heinz, Snellings, New J. Phys. 13, 055008 (2011)

Porovnání naměřených dat s teorií

- z fitu naměřených dat se ukazuje, že QGP má viskozitu $\eta/s = 0,2 \rightarrow$ nejnižší ze všech kapalin \rightarrow QGP = nejideálnější kapalina
- výsledná hodnota závisí na tom, jak modelujeme počáteční podmínky a fázi hadronizace (viz. evoluce QGP) \rightarrow pro spolehlivé určení viskozity jsou nutná detailnější měření (např. závislost na teplotě)



ALICE, Annu. Rev. Nucl. Part. Sci., 63:123–51 (2013)

- měření eliptického toku nám poskytuje klíčové informace o vlastnostech QGP, především jako jedno z mála dokáže dobře určit jeho viskozitu
- vše dosud řečené platí pro velké systémy (A+A srážky) X nic podobného se neočekává u malých systémů (p+p srážky), přesto jsou pozorovány jevy, které naznačují přítomnost QGP
- výhled mé BP: zaměření se na malé systémy, analýza dat