

Plazma kwarkowo-gluonowa i zderzenia jądrowe

- Celem badań zderzeń jąder atomowych przy wysokich energiach nie jest badanie cząstek elementarnych, lecz materii o ekstremalnie wysokich gęstościach tworzonych przez cząstki elementarne.
- Materia w takiej formie występowała we wczesnym Wszechświecie, wkrótce po Wielkim Wybuchu.
- Zderzenia jąder atomowych przy wysokich energiach stwarzają możliwość wytworzenia i badania owych form materii w warunkach laboratoryjnych.

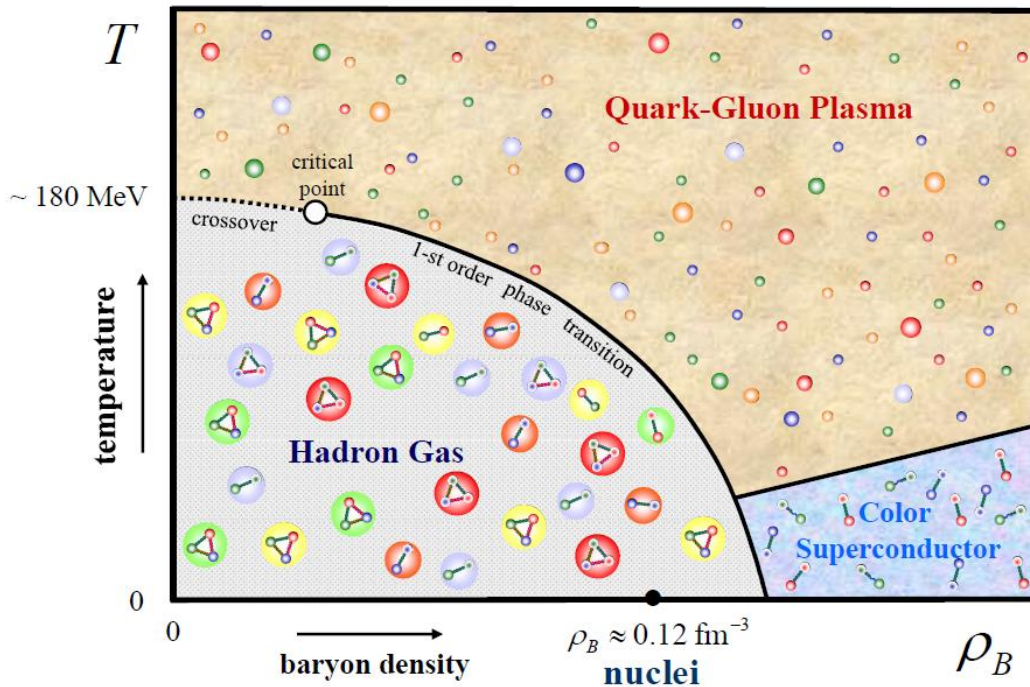
Plazma kwarkowo-gluonowa

- Zgodnie z hipotezą uwięzienia kwarki i gluony niosące kolorowe ładunki nie mogą istnieć samoistnie, lecz jedynie w kolorowo neutralnych obiektach złożonych takich jako hadrony.
- Hipoteza uwięzienia dopuszcza istnienie nie tylko mezonów i barionów, składających się, odpowiednio, z par kwark-antykwarok oraz trzech kwarków, lecz dopuszcza także istnienie tetra kwarków – układów cztero-kwarkowych, pentakwarków itd., lecz eksperyment istnienia takich obiektów jednoznacznie nie potwierdza.
- Hipoteza uwięzienia zezwala na istnienie makroskopowego, a przynajmniej mezoskopowego, układu kwarków i gluonów, który jako całość jest kolorowo neutralny. Układ taki nazywany jest plazmą kwarkowo-gluonową.
- Plazma kwarkowo-gluonowa jest więc układem kwarków i gluonów, które nie są uwięzione we wnętrzach hadronów, lecz mogą się poruszać w całej objętości zajmowanej przez układ.
- Plazma kwarkowo-gluonowa przypomina zjonizowany gaz atomowy; atomy są odpowiednikami hadronów, jony i elektrony zaś kwarków i gluonów.
- Plazma kwarkowo-gluonowa jest fazą silnie-oddziaływującej materii występująca przy dostatecznie wysokiej gęstości energii.

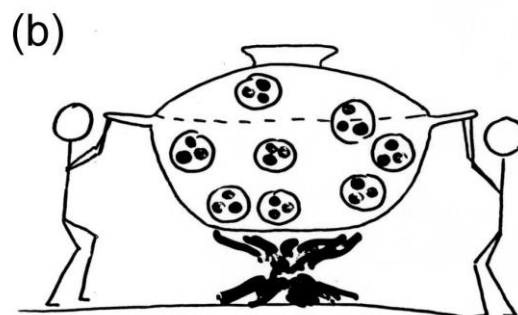
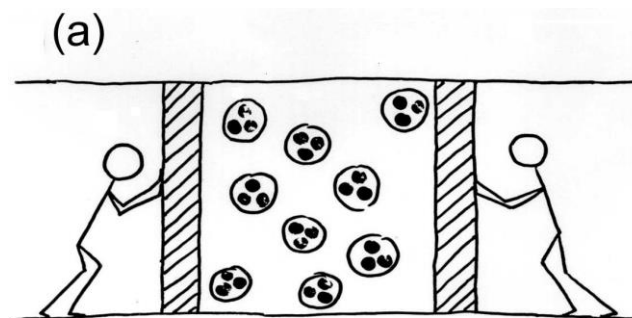
Wykład XIII cd.

Fizyka cząstek elementarnych

- Diagram fazowy silnie-oddziaływującej materii

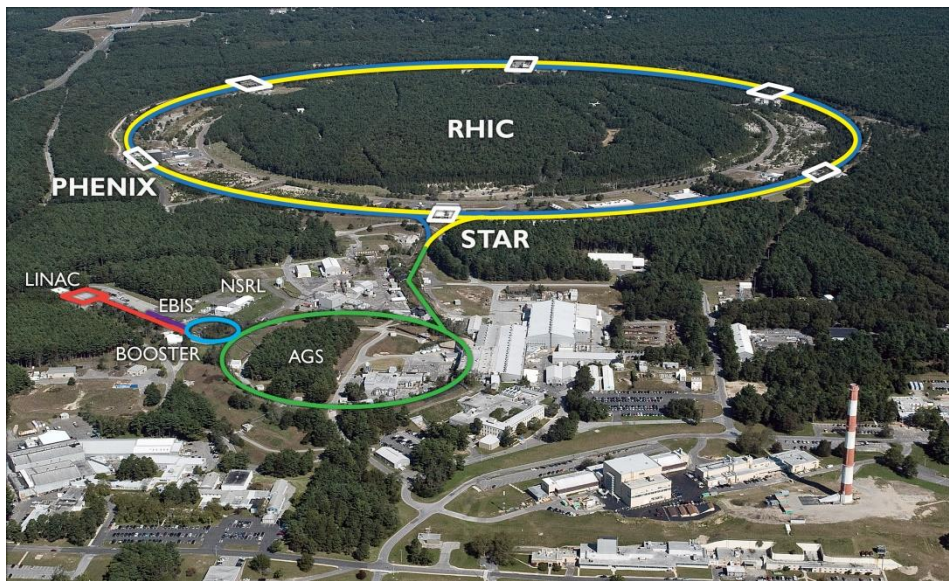


- Plazmę kwarkowo-gluonową można wytworzyć podgrzewając gaz hadronowy do odpowiednio wysokiej temperatury lub ściskając materię jądrową do odpowiednio wysokiej gęstości barionowej.

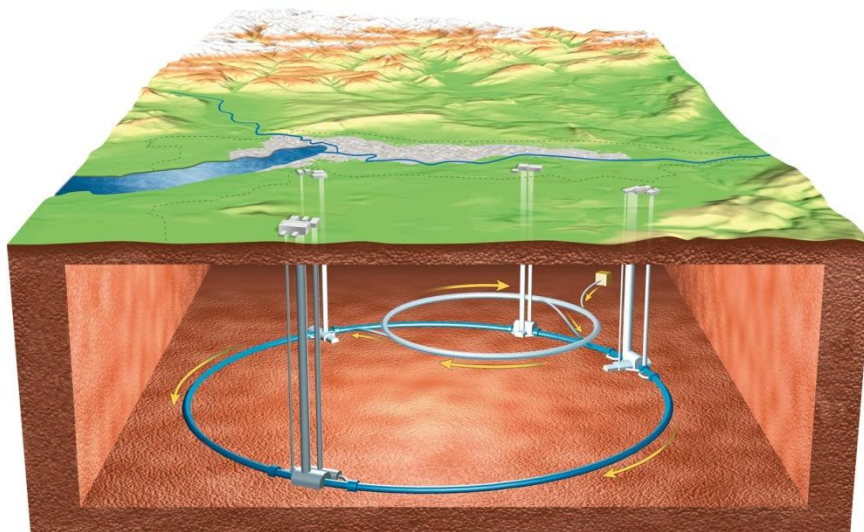


Zderzenia relatywistycznych jąder atomowych

- Jądra relatywistyczne – energia kinetyczna na jeden nukleon dużo większa od masy nukleonu ($c = 1$)
- Eksperymenty ze spoczywającą tarczą: Dubna, Berkeley, CERN, Brookhaven
- Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC), Brookhaven, USA, energia: 100+100 GeV na zderzenie nukleon-nukleon



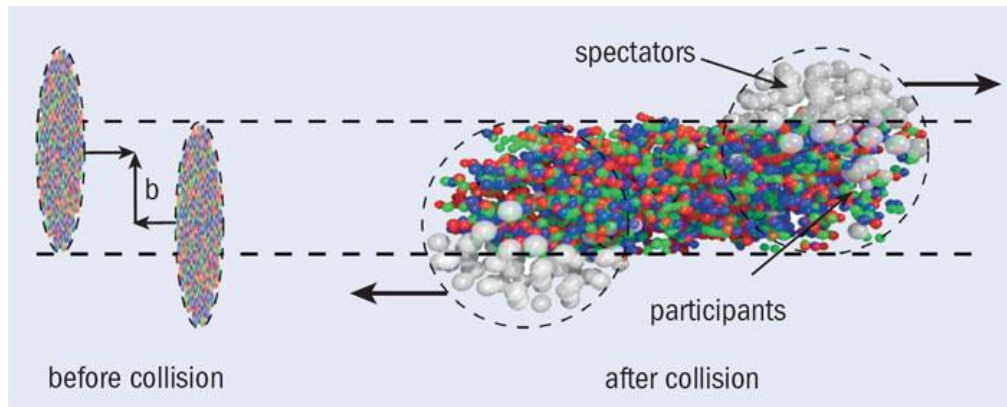
- Large Hadron Collider (LHC), CERN, Geneva, energia: 2.5+2.5 TeV na zderzenie nukleon-nukleon



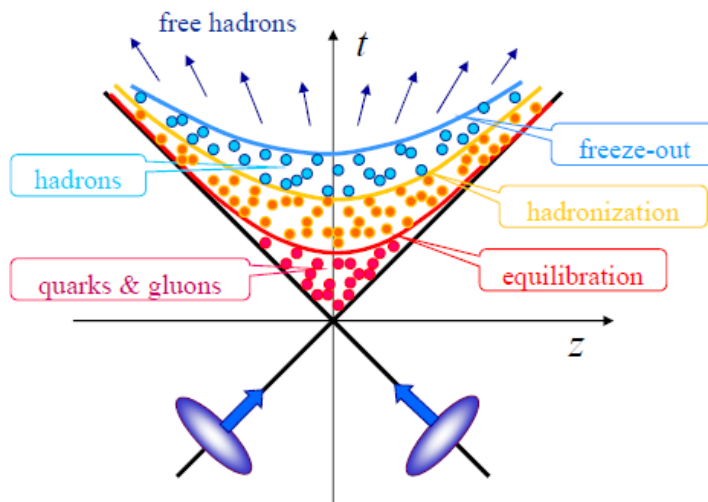
Wykład XIII cd.

Fizyka cząstek elementarnych

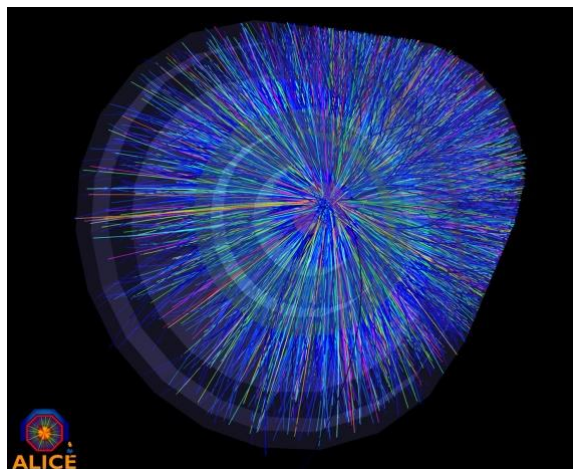
- Nukleony uczestnicy i gapie



- Przebieg zderzenia w czasie



- Co się mierzy?



- Sygnały plazmy kwarkowo-guonowej