

Chromodynamika kwantowa (QCD), teoria oddziaływań silnych, jest kamieniem węgielnym Modelu Standardowego współczesnej fizyki cząstek elementarnych. Pozwala ona opisać całą silnie oddziałującą materię za pomocą punktowych obiektów zwanych kwarkami oddziałujących między sobą poprzez wymianę bozonów cechowania, zwanych gluonami. Ta silnie oddziałująca materia odpowiada za 99% widzialnej masy we Wszechświecie. W ciągu ostatnich kilku dziesięcioleci wyłonił się bogaty obraz, jednak z wieloma pytaniami, które wciąż pozostają bez odpowiedzi i są przedmiotem programu naukowego eksperymentów na akceleratorze RHIC. Lista tych pytań obejmuje między innymi: jaka jest natura spinu protonu? w jaki sposób kwarki i gluony tworzą obserwowalne cząstki w tzw. procesie hadronizacji? jak możemy opisać wielowymiarowy obraz nukleonów i jąder? jaki jest charakter stanu początkowego w zderzeniach jądrowych? jaki jest charakter oddziaływań dyfrakcyjnych? czy widzimy efekty próżni QCD związane z tunelowaniem i topologią w dyfrakcyjnej produkcji cząstek? czy cząstki znane jako  $f_0(1500)$  i  $f_J(1710)$  są zbudowane jedynie z gluonów (tzw. gleuball)?

RHIC jest jednym z dwóch obecnie działających akceleratorów kołowych protonów i ciężkich jonów, i jedynym, w którym można zderzać ze sobą spolaryzowane (podłużnie lub poprzecznie) wiązki protonów. Eksperyment STAR, który rozpoczął zbieranie danych w 2001 r., jest obecnie jedynym nadal działającym eksperymentem na akceleratorze RHIC. Oczekuje się, że STAR będzie zbierał dane do roku 2021. Następnie będą one analizowane przez kilka kolejnych lat.

Jednym z najważniejszych osiągnięć eksperymentów na akceleratorze RHIC (pozwolnie oprócz detektora STAR funkcjonowały dodatkowo trzy mniejsze detektory BRAHMS, PHOBOS i PHENIX) jest pierwsza obserwacja nowego stanu materii, tzw. plazmy kwarkowo-gluonowej w zderzeniach ciężkich jonów. Badanie diagramu fazowego chromodynamiki kwantowej (QCD), stanu początkowego oraz natury procesu hadronizacji w zderzeniach ciężkich jonów są nadal głównymi celami programu fizycznego eksperymentu STAR. Równolegle trwają badania nad naturą spinu protonu, tzw. fizyką małych wartości zmiennej  $x$  Bjorkena w jądrach, badanie procesów dyfrakcyjnych, czyli takich w których jeden lub oba zderzające się protony pozostają nienaruszone w stanie końcowym i rozpraszają się pod bardzo niewielkimi kątami w stosunku do kierunku wiązki.

Pomiary związane z wyżej wymienionymi celami naukowymi stanowią ważny krok w kierunku pełnego zrozumienia oddziaływań silnych i opisu struktury nukleonu i jądra atomowego za pomocą QCD. Należy podkreślić, że niektóre z planowanych badań przyczynią się do zrozumienia oddziaływań kwantowo chromodynamicznych dalekiego zasięgu, tj. nieperturbacyjnego reżimu QCD, gdzie rachunki analityczne są trudne, z natury fenomenologiczne i muszą być wspierane przez pomiary.