

Mechanika kwantowa
III rok
Zadanie domowe dodatkowe - dla zuchwałych

Zadanie 1.

Wiązka atomów srebra spolaryzowanych w kierunku osi $+z$ (będących w stanie $|\uparrow_z\rangle$) porusza się w kierunku osi $+x$ i pada na płaską przegrodę położoną w płaszczyźnie $y-z$. W przegrodzie tej wykonane są dwie wąskie i równoległe do siebie szczeliny zorientowane w kierunku osi z . Przed jedną ze szczelin umieszczony jest filtr Sterna-Gerlacha ustawiony w kierunku $+z$ (przepuszczający tylko atomy w stanie $|\uparrow_z\rangle$). Za szczelinami pojawia się więc obraz interferencyjny z maksimum w połowie odległości między szczelinami (interferencja konstruktywna). Następnie polarymetr jest obracany o kąt θ wokół osi x (czyli pozostaje cały czas w płaszczyźnie równoległej do przegrody). Ponieważ amplituda prawdopodobieństwa wyjścia z polarymetru jest równa $\cos(\theta/2)$ (było pokazane na wykładzie!), to po obrocie go o kąt $\theta = 2\pi$ powyższa amplituda prawdopodobieństwa wyniesie -1 i obraz interferencyjny za przegrodą się zmieni – w połowie odległości między szczelinami będzie minimum (interferencja destruktywna).

Co tu nie gra? Czy mechanika kwantów dopuszcza odróżnienie dwu doświadczeń, pomiędzy którymi polarymetr został obrócony o 2π ?

Wskazówka dla wątpiących: obrót o 2π oznacza obrót o kąt 360° , czyli o kąt pełny, czyli oznacza powrót do początkowej orientacji polarymetru.

Jako rozwiązanie zadania należy podać zależność obrazu na ekranie za szczelinami od kąta θ .

Autorem zadania jest Pan Andrzej Dragan i to on potajemnie obraca filtr Sterna-Gerlacha o 2π kiedy nikt nie patrzy. Za rozwiązanie powyższego zadania dodatkowego można otrzymać 5 punktów.