

Doświadczenie Sterna–Gerlacha



W 1902 roku dwaj fizycy niemieccy Otto Stern i Walther Gerlach wykonali doświadczenie, które dostarczyło bezpośredniego dowodu kwantowania przestrzennego momentu magnetycznego atomu i związane go z tym momentem magnetycznym wektora momentu pędu. Doświadczenie polega na obserwacji obrazu wiązki atomowej przepuszczonej przez obszar silnie niejednorodnego pola magnetycznego o indukcji B skierowanej prostopadle do kierunku wiązki. Jeśli indukcja skierowana jest wzdłuż osi z , to siła działająca na atom o momencie magnetycznym $\vec{\mu}$ będzie miała tylko składową z -ową

$$F_z = \mu_z \frac{\partial B_z}{\partial z}$$

Siła ta działając prostopadle do kierunku wiązki spowoduje jej rozszczepienie na tyle oddzielnych wiązek, ile różnych wartości może przyjmować składowa μ_z . Gdyby momenty magnetyczne mogły się ustawiać dowolnie względem kierunku B (tj. gdyby nie było kwantowania przestrzennego), to wiązka uległaby nie **rozszczepieniu**, ale **rozmyciu**.

W pierwszym doświadczeniu Stern i Gerlach użyli atomów srebra i otrzymali dwa prążki, położone symetrycznie względem prążka, który odpowiadał nieobecności pola. Taki wynik jest możliwy tylko w przypadku, gdy moment pędu atomów wynosi $\hbar/2$. Wiadomo było jednak, iż najniższy stan energetyczny atomów srebra jest stanem o orbitalnym momencie pędu równym zeru, a więc również i odpowiadający mu moment magnetyczny powinien być równy zeru. Sprzeczność została wyjaśniona po przyjęciu hipotezy S. Goudsmita i H.E. Uhlenbecka, że poza orbitalnym momentem pędu elektron ma również spin i związany z nim moment magnetyczny.

Doświadczenie Sterna–Gerlacha pozwoliło zmierzyć rzuty momentów magnetycznych atomu na kierunek pola magnetycznego. Okazało się, że rzuty te są całkowitymi wielokrotnościami magnetonu Bohra

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e} = 0,9273 \cdot 10^{-23} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

dr Lidia GOETTIG



Zadania

Redaguje dr Rafał SZTENCEL

M 550. Funkcja f jest dwukrotnie różniczkowalna i spełnia równanie

$$f(x) \cdot f(y) = f\left(\frac{x-y}{\sqrt{2}}\right) \cdot f\left(\frac{x+y}{\sqrt{2}}\right)$$

Znaleźć f .

Rozwiązanie na str. 1

M 551. Połączono n punktów strzałkami w taki sposób, że każda para różnych punktów jest połączona strzałką. Udowodnić, że istnieje „centrum”, czyli punkt, z którego można dojść do każdego innego w co najwyżej dwóch krokach, idąc zgodnie z kierunkiem strzałek.

Rozwiązanie na str. 3

M 552. Bank udziela kredytu w wysokości k zł, który jest oprocentowany na $p \cdot 100$ procent rocznie i można go spłacać przez n lat, gdzie n jest dowolne. Niech r oznacza roczną ratę. Czy r zmierza do 0 wraz z wydłużaniem okresu spłaty?

Rozwiązanie na str. 4

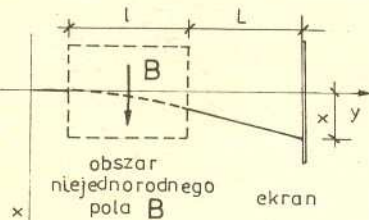
Redaguje dr Rafał STAROŃSKI

F 274. Wiązka atomów sodu wylatuje z pieca o temperaturze $T = 700$ K. Wiązka jest rozszczepiana w niejednorodnym polu magnetycznym zmieniającym się o $\frac{dB}{dx} = 5$ T/cm na odcinku $l = 10$ cm (rys. 1). Detektor jest odległy od magnesu o $L = 65$ cm. Znaleźć odległość między punktami zetknięcia się wiązek z ekranem detektora.

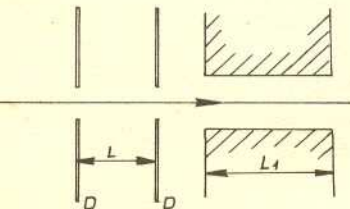
Rozwiązanie na str. 4

F 275. Wiązka atomów litu o minimalnej energii kinetycznej $E_{kin} = 0,1$ eV, znajdujących się w stanie podstawowym, przechodzi przez układ magnesów doświadczenia Sterna–Gerlacha o długości $L_1 = 6$ m (rys. 2). Pole magnetyczne między nimi zmienia się o $\frac{dB}{dx} = 5$ T/cm. Przed magnesem znajdują się w odległości $L = 1$ m od siebie dwie jednakowe przesłony D . Przy jakim największym rozmiarze przesłony składniki rozdzielanej wiązki atomów całkowicie się rozejdą?

Rozwiązanie na str. 10



Rys. 1



Rys. 2