

NOWINKI FIZYCZNE

Doświadczenie Younga na dwóch atomach

materiałnych umieszczonych w wierzchołkach trójkąta. Możemy bowiem dla niewspółliniowych punktów A, B, C i liczb rzeczywistych u, v, w poszukiwać takiego punktu P płaszczyzny, aby spełnione było równanie

$$(2) \quad u \cdot \overrightarrow{PA} + v \cdot \overrightarrow{PB} + w \cdot \overrightarrow{PC} = \vec{0}.$$

Jest to problem w pewnym sensie odwrotny do zagadnienia A. Möbiusa z 1827 roku: *Jakie masy należy umieścić w wierzchołkach danego trójkąta, aby dany punkt był ich środkiem ciężkości?*

Okazuje się, że przy stosownym wyborze liczb u, v, w jako rozwiązaniem równania (2) otrzymujemy odpowiedni punkt trójkąta (patrz [2]):

Twierdzenie 6. *Niech dany będzie trójkąt ABC . Wówczas:*

- i) jeżeli $u = v = w = 1$, to rozwiązaniem równania (2) jest punkt przecięcia się środkowych trójkąta;
- ii) jeżeli $u = a, v = b, w = c$, gdzie a, b, c są długościami boków trójkąta, to rozwiązaniem równania (2) jest punkt przecięcia się dwusiecznych kątów trójkąta;
- iii) jeżeli $u = \sin 2\alpha, v = \sin 2\beta, w = \sin 2\gamma$, gdzie α, β, γ są kątami wewnętrznymi trójkąta, to rozwiązaniem równania (2) jest punkt przecięcia się symetralnych boków trójkąta;
- iv) jeżeli $u = \operatorname{ctg}\beta \cdot \operatorname{ctg}\gamma, v = \operatorname{ctg}\alpha \cdot \operatorname{ctg}\gamma, w = \operatorname{ctg}\alpha \cdot \operatorname{ctg}\beta$, to rozwiązaniem równania (2) jest punkt przecięcia się prostych zawierających wysokości trójkąta.

O wielu innych faktach związanych z trójkątami, o szczególnych prostych trójkąta, o szczególnych okręgach trójkąta można dowiedzieć się z książki [4].

Na zakończenie proponuję

Zadanie Hugona Steinhausa.

Czy w dowolnym trójkącie ostrokątnym leży zawsze taki punkt S , że poprowadzone z niego prostopadłe do boków dzieli pole trójkąta na trzy równe części?

O ile mi wiadomo, rozwiązanie tego zadania nie jest znane.

Literatura

1. S. Gołąb, *O tak zwanej geometrii trójkąta*, *Matematyka* 1/1948, s. 5–11.
2. W. Kostarczyk, *Szczególne punkty trójkąta*, *Matematyka* 3/1985, s. 142–157.
3. M. Szurek, *Automat do dowodzenia twierdzeń*, *Delta* 5/1983, s. 1–3.
4. S.I. Zetel, *Geometria trójkąta*, PZWS, Warszawa 1964.

W ostatnich latach olbrzymie postępy w manipulowaniu pojedynczymi atomami pozwoliły na przeprowadzanie spektakularnych doświadczeń, które do niedawna uważane były jedynie za doświadczenia myślowe. Jednym z takich eksperymentów jest doświadczenie Younga rozpraszania fotonów lub cząstek na dwóch szczelinach w kontekście dualizmu korpuskularno-falowego i pytania „którą drogą” w mechanice falowej. Często w dyskusji tego typu doświadczeń relacja nieoznaczoności Heisenberga dla położenia i pędu jest wykorzystywana na dowód, że nie można określić, którą drogą przeleciał foton lub cząstka, bez zaburzenia charakterystycznego obrazu interferencyjnego.

W artykule Cinala i Englerta na str. 1–4 tego numeru *Delty* problem ten jest dyskutowany bardziej szczegółowo oraz omówione są tam nowe doświadczenia z wykorzystaniem wnęk mikromaserowych, w których znikanie interferencji jest wynikiem korelacji między obserwowanym systemem i aparaturą pomiarową, a nie bezpośrednią konsekwencją zasady nieoznaczoności. W tomie 70 czasopisma *Physical Review Letters* przedstawiona została inna realizacja tego samego pomysłu. W artykule autorstwa U. Eichmanna i współpracowników przedstawione są wyniki doświadczeń z rozpraszania światła na dwóch jonach rtęci $^{198}\text{Hg}^+$ uwięzionych w tzw. liniowej pułapce Paula. Rozproszone światło daje typowy obraz złożony z prążków interferencyjnych, gdyż światło może się rozproszyć albo na jednym, albo na drugim jonie. Mamy więc inną realizację klasycznego rozpraszania Younga.

W doświadczeniu tym można również uzyskać informację o drodze fotonu wykorzystując wewnętrzną strukturę jonów. Jony były oświetlane światłem laserowym liniowo spolaryzowanym o długości fali $\lambda = 194$ nm tak dobranej, aby odpowiadało to przejściu jonów rtęci między stanami podstawowymi ($6s^2S_{1/2}$) i jednym ze stanów wzbudzonych ($6p^2P_{1/2}$). Każdy z tych stanów jest podwójnie zdegenerowany ze względu na magnetyczną liczbę kwantową m_J . Dzięki temu możliwe są różne stany końcowe fotonu i jonów po rozproszeniu. Pochłonięcie fotonu liniowo spolaryzowanego powoduje przejście jonu ze stanu s do stanu p bez zmiany m_J , natomiast powrót jonu do stanu s może być dwojakiego rodzaju. Jon rtęci może nie zmienić liczby m_J , czemu towarzyszy emisja fotonu liniowo spolaryzowanego (tzw. polaryzacja π). W tym przypadku stan końcowy jonów jest taki sam, jak przed rozpraszaniem. Nie można więc określić, na którym jonie foton się rozproszył i powinniśmy obserwować typowy obraz interferencyjny. W drugim przypadku jon może zmienić magnetyczną liczbę kwantową o jeden, czemu towarzyszy emisja fotonu spolaryzowanego (tzw. polaryzacja σ). Tym razem stan jonu, na którym nastąpiło rozpraszanie ulega zmianie i w zasadzie można określić, którą drogą leciał foton. Interferencja powinna w takim razie zniknąć i to niezależnie od tego, czy faktycznie sprawdzamy, na którym jonie nastąpiło rozpraszanie. Licznik rejestrujący fotony i czuły na polaryzację światła może więc służyć jako urządzenie obserwujące raz falową, a raz korpuskularną naturę światła rozproszonego.



Rozwiązanie zadania M 686. Tak. Wystarczy np. wprowadzić kartezjański układ współrzędnych (x, y, z) i zdefiniować dla $i = 0, 1, \dots, 1992$ następujące zbiory A_i : punkt o współrzędnych (x, y, z) należy do A_i wtedy i tylko wtedy, gdy $[x]$ daje resztę i przy dzieleniu przez 1993. Wtedy, dla dowolnych i oraz j , A_j jest obrazem A_i w przesunięciu o wektor długości $|j - i|$, równoległy do osi x .



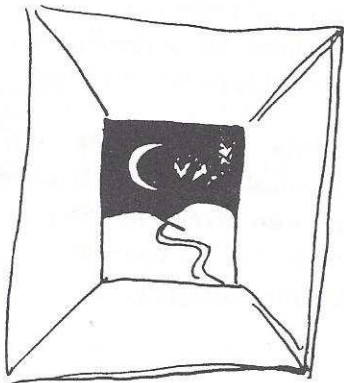
Rozwiązanie zadania M 687. Wystarczy usunąć 43 liczby: 2, 3, ..., 44. Jeśli pewna liczba naturalna nie przekraczająca 1993 ma dwa dzielniki różne od 1 i od niej samej, to przynajmniej jeden z nich musi być mniejszy lub równy $\sqrt{1993} = 44$, czyli żadna pozostawiona liczba nie jest iloczynem dwóch innych pozostawionych liczb.

Jeśli usuwamy mniej niż 43 liczby, to wśród pozostawionych liczb będzie przynajmniej jedna spośród 43 trójek postaci $(l, 89 - l, l \cdot (89 - l))$, $l \in \{2, 3, \dots, 44\}$ (zasada szufladkowa Dirichleta). Warunek postawiony w treści zadania nie będzie więc spełniony.

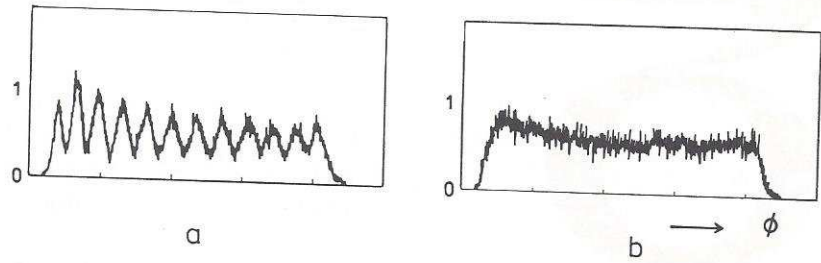


Rozwiązanie zadania F 369. Kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji po przejściu drogi x wynosi $\alpha = c_g x$, gdzie g oznacza gęstość cukru w roztworze. Niech k oznacza liczbę łyżeczek cukru wsypanych do herbaty, $\alpha = c \frac{km}{V} \cdot x$. Stąd otrzymujemy

$$k = \frac{\alpha V}{cmx} \approx 2 \text{ łyżeczki.}$$



Wyniki pomiaru intensywności światła w zależności od wybranej polaryzacji przedstawia rysunek: interferencja jest obserwowana jedynie dla polaryzacji π w pełnej zgodności z przewidywaniami mechaniki kwantowej.



Intensywność światła rozproszonego o polaryzacji π (a) i σ (b) w zależności od kąta rozpraszania.

Opracował Jan KALINOWSKI

na podstawie artykułu U. Eichmanna i innych, *Phys. Rev. Lett.* 70 (1993) 2359.

Patrz w niebo

O zagadnieniu „brakującej masy” wielokrotnie już pisaliśmy i zapewne jeszcze nieraz pisać będziemy. Ma ono bowiem wielkie znaczenie zarówno dla dynamiki galaktyk, jak i dla całej kosmologii. W pierwszym przypadku chodzi o to, że gdyby główna masa galaktyki była skupiona w jej jądrze, to gwiazdy należące do ramion spiralnych poruszałyby się w przybliżeniu jak planety wokół Słońca, tzn. zgodnie z prawami Keplera. Z dopplerowskich przesunięć linii widmowych tych gwiazd można odtworzyć ich prędkości w różnych odległościach od centrum galaktyki, a przez to sprawdzić słuszność wstępnego założenia. Okazuje się, że często jest ono fałszywe. W galaktykach jest rozproszona, i to w okazałych ilościach, nieświecąca materia. Powstają dwa problemy: czym ona jest i jak ją zaobserwować.

Hipotez jest kilka, ale niewykluczone, że najbardziej prawdopodobna jest najprostsza: brakująca masa, a w każdym razie jej spora część to wszechobecny wodór. Dowodzą tego pewne, nie całkiem standardowe obserwacje. Na przykład, dopiero silnie przeeksponowane zdjęcie mgławicy planetarnej NGC 6543 w Smoku ukazało jej rozległą otoczkę o skomplikowanej włóknistej strukturze, zawierającą kilkakrotnie więcej masy niż sama mgławica. Otoczka ta najwyraźniej powstała wskutek silnego wiatru gwiazdowego jeszcze przed odrzuceniem przez gwiazdę samej mgławicy. A takich obiektów może być wiele.

Mogą one, jak się okazuje, istnieć również w znacznie większej skali. Mianowicie, wokół pary galaktyk M 105 i NGC 3384 odkryto wodorowy pierścień o kątowej średnicy około 1° , co przy uwzględnieniu odległości 10 Mpc daje liniową średnicę rzędu 200 kpc. Mając takie rozmiary otoczka może zawierać więcej masy niż same galaktyki. O tym, że jest to wodór, świadczy fakt, iż pierścień ten „widac” na radiowej fali 21 cm charakterystycznej dla neutralnego wodoru. Pierścień wykazuje zupełny brak promieniowania widzialnego, a więc gwiazd, jak i podczerwonego, a więc pyłu. Nie wykazuje też w zakresie radiowym żadnych linii pochodzących od prostych molekuł, takich jak CO lub OH. W rezultacie przypuszcza się, że jest to pierwotny wodór, który od Wielkiego Wybuchu nie zdążył utworzyć żadnych struktur.

Tomasz KWAST