

Podstawy Fizyki: Fale i Kwanty

Zestaw 7

1. Jaką prędkość $\beta = v/c$ musi mieć cząstka, aby jej energia kinetyczna równała się energii masy spoczynkowej?
2. Jaką różnicę potencjału w próżni musi przejść cząstka naładowana, znajdująca się początkowo w spoczynku: 1) aby jej masa relatywistyczna była większa od masy spoczynkowej o 1%, 2) aby prędkość obliczona z wzoru klasycznego była większa od prędkości obliczonej z wzorów teorii względności o 1%. Rozwiązać powyższe zadanie dla: a) elektronu, b) protonu.
3. Obliczyć energię, pęd i "masę" fotonu, którego długość fali wynosi: a) $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$ (widzialna część widma), b) $\lambda = 5 \text{ \AA}$ (rentgenowska część widma), c) $\lambda = 0.05 \text{ \AA}$ (promieniowanie gamma).
4. Przy jakiej energii kinetycznej: a) elektronu, b) protonu poruszającego się w ośrodku przezroczystym o współczynniku załamania $n = 1.5$ zaczyna występować promieniowanie Czerenkowa?
5. Obliczyć sumaryczną energię kinetyczną E_k pozytonu i elektronu w momencie ich powstania z fotonu o energii $h\nu = 3 \text{ MeV}$.
6. Jaka jest energia oraz długość fali dwóch fotonów powstałych w procesie anihilacji pozytonu i elektronu o bardzo małej energii kinetycznej E_k ? Dlaczego w procesie tym muszą powstać dwa fotony?
7. Czas życia stanu wzbudzonego atomu jest rzędu 10^{-8} s . Korzystając z tej wartości jako Δt dla emisji fotonu, obliczyć minimalną wartość $\Delta\nu$, jakie dopuszcza zasada nieoznaczoności. Jaką część ν stanowi powyższe $\Delta\nu$, jeżeli długość fali emitowanej linii widmowej wynosi $\lambda = 3000 \text{ \AA}$? Rachunek ten daje graniczną wartość ostrości linii spektralnej w przypadku, gdy nie zostaje ona poszerzona wskutek innych procesów, np. wskutek zjawiska Dopplera.
8. Określić długość fali de Broglie'a kuli karabinowej o masie 5 g, poruszającej się z prędkością 800 m/s. Czy należy przy tym uwzględnić właściwości falowe materii?
9. Ile wynosi długość fali de Broglie'a cząstki o energii 5.78 MeV, emitowanej przez jądro radu? Porównać obliczoną długość fali de Broglie'a z średnicą jądra radu, która wynosi około $2 \cdot 10^{-14} \text{ m}$. W doświadczeniach Rutherforda nad rozproszeniem istotne są

odległości rzędu 10^{-13} m. W doświadczeniach tych nie uwzględniono właściwości falowych cząstek α . Czy takie postępowanie jest uzasadnione?

10. Ile wynosi w temperaturze pokojowej (300 K) prędkość neutronu o energii kinetycznej równej $\frac{3}{2}kT$ (tzn. neutron termiczny)? Ile wynosi długość fali de Broglie'a dla takiego neutronu?
11. Proton o prędkości początkowej $v = 3.85 \cdot 10^5$ m/s, przechodząc przez komorę Wilsona, która znajduje się w polu magnetycznym o indukcji $B=0.05$ Wb/m², porusza się po torze kołowym o promieniu $r = 8$ cm. Określić ładunek właściwy protonu.