

Zjawiska korpuskularno-falowe

1. Na podstawie wzoru Planca wykazać słuszność prawa Stefa-Boltzmann. Skorzystać z całki:
 $\int_0^\infty (e^x - 1)^{-1} x^3 dx = \pi^4/15$.
2. Zakładając, że powierzchnie gwiazd zachowują się jak ciała doskonale czarne, na podstawie prawa przesunięcia Wiena (zapisanego jako: $\lambda_{max} T = const$, gdzie $\lambda_{max} = 5100 \text{ \AA}$ dla Słońca, a 3500 \AA dla Gwiazdy Polarnej), obliczyć temperaturę obu tych gwiazd. Na podstawie prawa Stefana określić moc emitowaną przez 1 cm^2 powierzchni gwiazdy.
3. Włókno wolframowe żarówki o mocy 60 W ma średnicę 0.3 mm i długość równą 10 cm . Oblicz temperaturę spirali, zakładając, że zdolność emisyjna spirali wolframowej wynosi 26% zdolności emisyjnej ciała doskonale czarnego.
4. Maksimum promienowania ciała doskonale czarnego wypada przy długości fali równej 250 nm . Dla jakiej długości fali wypadnie maksimum promienowania, gdy temperaturę podniesie się o 50°C ?
5. Na powierzchnię platyny pada w próżni promieniowanie nadfioletowe o długości $\lambda = 150 \text{ nm}$. Aby fotoprąd nie płynął, należy przyłożyć napięcie hamujące nie mniejsze niż 1.8 V . Obliczyć pracę wyjścia elektronu dla platyny. Jaka będzie maksymalna prędkość elektronów wylatujących z jej powierzchni?
6. Fotelektrony, które zostały wybite z powierzchni metalu przez światło o częstotliwości $\nu_1 = 2.2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, są całkowicie zatrzymywane przez potencjał odmiennego znaku o wartości 6.6 V , wybite światłem o częstotliwości $\nu_2 = 4.6 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ - potencjałem 16.5 V . Wyznaczyć stałą Planca.
7. Potencjał hamujący dla elektronów emitowanych z powierzchni oświetlonej światłem o długości fali 491 nm wynosi 0.71 V . Kiedy zmieniono długość fali padającego światła, potencjał hamujący wyniósł 1.34 V . Ile wynosi nowa długość fali? Ile wynosi praca wyjścia z tej powierzchni?
8. Ile wynosi potencjał hamujący dla elektronów wyemitowanych z powierzchni metalu, dla którego praca wyjścia wynosi 1.8 eV , jeżeli została ona oświetlona światłem o długości 400 nm ? Ile wynosi maksymalna prędkość wyemitowanych elektronów?
9. Obliczyć prędkość fotelektronów wylatujących z powierzchni materiału o pracy wyjścia $W_A = \frac{1}{200} m_0 c^2$ wskutek działania kwantami energii promieniowania o wartości $h\nu = \frac{1}{2} m_0 c^2$.
10. Promieniowanie rentgenowskie o energii 56 keV jest rozpraszane na grafitowej tarczy. Promieniowanie rozproszone obserwowane jest pod kątem 85° w stosunku do wiązki padającej. Jakie jest przesunięcie Comptonowskie dla wiązki rozproszonej? Jaki ułamek początkowej energii fotonu jest przekazany elektronowi?
11. Praca wyjścia elektronów z molibdenu wynosi 4.2 eV . Jaka będzie maksymalna prędkość elektronów wylatujących z powierzchni molibdenu po oświetleniu jej promieniowaniem ultrafioletowym o długości fali $0.2 \text{ }\mu\text{m}$.
12. Na powierzchnię niklu pada światło monochromatyczne o długości fali 200 nm , długofalowa granica zjawiska fotoelektrycznego dla niklu wynosi 248 nm . Znajdź energię padających fotonów, pracę wyjścia oraz maksymalną energię kinetyczną elektronów.
13. Obliczyć pracę wyjścia elektronu z powierzchni metalu, jeśli padające nań promieniowanie o długości fali $2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ wyzwala elektrony o prędkości maksymalnej $5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. Jaka byłaby długość fali promieniowania rentgenowskiego wyprodukowanego przy użyciu tych elektronów?
14. Najmniejsza energia potrzebna do wyemitowania elektronu z metalicznego sodu wynosi 2.28 eV . Czy pod wpływem czerwonego światła o długości 680 nm zajdzie dla sodu zjawisko fotoelektryczne?

15. Napięcie anodowe w lampie rentgenowskiej wynosi 30 kV. Znajdź najmniejszą długość fali promieniowania rentgenowskiego.
16. Foton promieniowania rentgenowskiego o długości fali 0.1 nm zderza się ze słabo związanym z jądrem elektronem atomu lekkiego pierwiastka i odchyła się od swego kierunku początkowego o kąt 90° . Obliczyć energię, jaką zyskał elektron przy tym zderzeniu oraz wyznaczyć kierunek, w którym będzie poruszał się po zderzeniu.
17. Pęd fotonu rozproszonego w zjawisku Comptona jest dwa razy mniejszy od pędu elektronu. Obliczyć kąt rozproszenia fotonu, jeżeli prędkość elektronu tworzy kąt 20° z kierunkiem padającego fotonu. Ile razy zmieniła się długość fali fotonu?
18. Rozważmy wiązkę promieniowania rentgenowskiego o $\lambda=1$. Å oraz wiązkę promieniowania γ o długości fali $\lambda = 1.88 \cdot 10^{-2}$ Å emitowanego z próbki ^{137}Cs . Jeśli promieniowanie rozpraszane na swobodnych elektronach obserwujemy pod kątem 90° względem wiązki padającej, to:
 - a) ile wynosi komptonowska zmiana długości fali $\Delta\lambda$ w każdym z tych przypadków?
 - b) Ile wynosi energia kinetyczna przekazywana elektronowi odrzutu?
 - c) Jaki procent energii padającego fotonu jest tracony w zderzeniach?
19. Elektron i foton rozproszony w zjawisku Comptona biegną pod takim samym kątem θ do kierunku padającego fotonu. Obliczyć kąt θ , jeżeli długość fali fotonu wzrosła o 50%.
20. Promieniowanie rentgenowskie o długości fali 22 pm (energia fotonu 56 keV) jest rozpraszane na tarczy grafitowej. Promieniowanie rozproszone obserwowane jest pod kątem 85° w stosunku do wiązki padającej. Jakie jest przesunięcie comptonowskie dla wiązki rozproszonej? Jaki ułamek energii fotonu zostaje przekazany elektronowi?
21. Promieniowanie rentgenowskie o długości fali 0.07 nm pada na kryształ soli kuchennej. Kąt, przy którym obserwuje się maksimum drugiego rzędu wynosi $12^\circ 33'$. Obliczyć stałą sieci kryształu. Jeżeli do lampy rentgenowskiej przyłożono napięcie 50 kV, to czy można przy jej pomocy obserwować widmo dyfrakcyjne?
22. Obliczyć stosunek pędu elektronów uderzających w anodę lampy rentgenowskiej do pędu kwantów promieniowania rentgenowskiego o maksymalnej energii powstałych w tej lampie, gdy napięcie przyłożone do lampy wynosi 30 kV. Zaniedbać relatywistyczny wzrost masy elektronów.
23. Gdy napięcie w lampie rentgenowskiej wzrosło dwukrotnie, graniczna długość fali obserwowanego widma ciągłego zmieniła się o 5 nm. Obliczyć graniczną długość fali i prędkość elektronów uderzających w elektrodę.
24. Światło o długości fali λ pada na powierzchnię metalu, którego praca wyjścia wynosi W . Emitowane fotoelektrony są przyspieszane w jednorodnym polu elektrycznym o natężeniu E i liniach skierowanych zgodnie z kierunkiem ruchu elektronów. Obliczyć długość fali de Broglie'a elektronów po przebyciu przez nie w tym polu drogi s . Dane również są: h , c , m_e i e .
25. Ile wynosi długość fali de Broglie'a neutronów termicznych w temperaturze 300 K?
26. Nierelatywistyczna cząstka porusza się trzy razy szybciej niż elektron. Stosunek długości fali de Broglie'a tej cząstki do długości fali elektronu wynosi $1.813 \cdot 10^{-4}$. Zidentyfikuj tę cząstkę znajdując jej masę.
27. Na podstawie modelu atomu Bohra oblicz: promień orbity, energię kinetyczną i potencjalną, prędkość liniową i kątową elektronu w stanie podstawowym atomu wodoru. Zakładając, że prędkość elektronu mierzymy z dokładnością 1%, oblicz z jaką dokładnością możemy określić położenie tego elektronu. Wynik ten porównaj z promieniem pierwszej orbity Bohra.

28. Atom mionowy składa się z jądra o ładunku Ze i ujemnego mionu μ^- krążącego wokół niego. Mion μ^- jest cząstką elementarną o ładunku $-e$ i masie, która jest 207 razy większa od masy elektronu.
- Obliczyć promień pierwszej orbity Bohra dla atomu mionowego o $Z=1$.
 - Obliczyć energię wiązania dla takiego atomu.
29. Na której orbicie Bohra szybkość elektronu wynosi 734 km/s?
30. Pęd elektronu w atomie wodoru na orbicie o promieniu r wynosi p . Wyznaczyć długość fali de Broglie'a tego elektronu. Wyznaczyć numer jego orbit elektronowej.
31. Jaka energia jest potrzebna do usunięcia poza atom wodoru elektronu znajdującego się w stanie $n=6$?
32. Atom wodoru znajdujący się w stanie podstawowym został wzbudzony na skutek pochłonięcia fotonu o energii $E=12.24$ eV. Ile razy zwiększył się promień orbity tego elektronu?
33. Atom wodoru znajduje się w stanie $n=3$. Przy przejściu ze stanu wzbudzonego do podstawowego emitowane są różne fotony. Obliczyć ich długości fali, energie i pędy.
34. Jaka jest: a) energia, b) pęd i c) długość fali fotonu wyemitowanego, gdy atom wodoru podlega przejściu ze stanu o $n=3$ do $n=1$?
35. Oblicz stosunek najmniejszej długości fali serii Balmera do najmniejszej długości fali serii Lymana.
36. Elektron i piłka mają prędkość określoną z dokładnością do 0.01 %. Z jaką największą dokładnością można określić ich położenie, jeżeli masa elektronu wynosi $9.1 \cdot 10^{-31}$ kg, a piłki 50 g.
37. Oszacować, opierając się na zasadzie nieoznaczoności Heisenberga, niepewność co do prędkości elektronu w atomie wodoru. Porównać otrzymaną wielkość z prędkością elektronu na pierwszej orbicie Bohra tego atomu.
38. W widmie pewnego pierwiastka znaleziono trzy linie o długościach fali λ_1 , λ_2 i λ_3 . Objasnij, jaki związek można znaleźć między tymi trzema długościami fal.
39. Atom wodoru znajduje się w stanie o liczbie kwantowej $n=3$. Obliczyć długości fal dla linii widmowych, które mogą się pojawić przy przejściu tego atomu ze stanu wzbudzonego do podstawowego.
40. Cząstka o masie m znajduje się wewnątrz jednowymiarowej studni potencjału o szerokości a opisanej jako:

$$V(x) = \begin{cases} \infty & \text{dla } x < 0 \text{ i } x > a \\ 0 & \text{dla } 0 < x < a \end{cases}$$

Wyznacz dozwolone wartości energii cząstki.

Jaki problem fizyczny można opisać powyższymi równaniami?

41. Cząstka o masie m i energii E atakuje z lewej strony na prawą barierę potencjału o wysokości U_0 . Wyznaczyć:
- współczynnik odbicia bariery dla $E > U_0$,
 - głębokość wnikania cząstek do obszaru bariery dla $E < U_0$, tzn. odległość, dla której gęstość prawdopodobieństwa znalezienia cząstki maleje e razy.