

1. Oblicz długość fali λ i naturalną szerokość $\Delta\lambda$ linii widmowej emitowanej przez atomy sodu w stanie wzbudzonym o energii $E_1=2,1$ eV i średnim czasie życia $\tau=1,5\times 10^{-8}$ s.
2. Zapisz równanie Schrödingera zależne od czasu dla cząstki o masie m poruszającej się wzdłuż osi x w obszarze, w którym energia potencjalna V jest stała. Sprawdź, że funkcja $\Psi(x,t)=A\exp[-i(kx+\omega t)]$ jest rozwiązaniem tego równania. Zapisz związek między stałymi k i ω .
3. Elektron jest zamknięty w jednowymiarowej pułapce ograniczonej nieprzenikalnymi ściankami w $x_1=0$ m i $x_2=L=3,0\times 10^{-10}$ m.
 - a) Podaj wyrażenie na funkcję falową tego elektronu, która jest falą stojącą o trzech połowach długości fali mieszczących się w pułapce. Naskicuj rozkład gęstości prawdopodobieństwa odpowiadający tej funkcji falowej.
 - b) Jaka jest energia zerowa elektronu E_1 (odpowiedź wyraż w eV i w J)?
 - c) Jakie są energie fotonów emitowanych przez ten elektron przy przejściach między sąsiednimi poziomami energii? Napisz ogólny wzór i podaj kilka przykładowych wartości.
4. Elektron jest zamknięty w jednowymiarowej, nieskończenie głębokiej studni potencjału. Przy przejściach między poziomami energii, elektron emituje fale elektromagnetyczne. Największa długość fali emitowanej przez ten elektron jest $\lambda_{\max}=1,6\times 10^{-7}$ m. Oblicz szerokość studni potencjału.
5. Elektron o masie $m=9,1\times 10^{-31}$ kg jest zamknięty w jednowymiarowej pułapce o szerokości $L=0,2$ nm. Zapisz wzór określający dozwolone wartości energii tego elektronu. Oblicz najmniejszą dozwoloną energię tego elektronu. Jaką energię powinien dostarczyć foton, aby wzbudzić elektron ze stanu podstawowego do najbliższego stanu wzbudzonego?
6. Zapisz równanie Schrödingera niezależne od czasu dla cząstki o masie m poruszającej wzdłuż osi x w obszarze, w którym energia potencjalna V nie zależy od położenia. Sprawdź, że funkcja $\psi(x)=A\exp(-\alpha x)$ jest rozwiązaniem tego równania, gdy energia cząstki jest mniejsza od energii potencjalnej $E<V$. Wyraż stałą α przez E , V i m .
7. Poziome energetyczne cząstki, która jest zamknięta w sześcianie o boku L są dane wzorem: $E(n_x, n_y, n_z)=(h^2/8mL^2)\cdot(n_x^2+n_y^2+n_z^2)$. Ile stanów kwantowych odpowiada poziomowi energii $E=14h^2/8mL^2$? Zapisz liczby kwantowe n_x , n_y , n_z odpowiadające tym stanom kwantowym.
8. Elektron jest związany w studni potencjału o głębokości $V_0=450$ eV i szerokości $L=100$ pm. Określ ile jest stanów związanych elektronu w tej studni obliczając bezwymiarowy parametr $y_0 = \frac{L\sqrt{2mV_0}}{2\hbar}$.
Wskazówka: Liczba stanów związanych, które są opisywane przez parzystą funkcję falową $\psi(x)=\psi(-x)$, jest największą liczbą naturalną n_p spełniającą warunek $(n_p-1)\pi < y_0$. Liczba stanów związanych, które są opisywane przez nieparzystą funkcję falową $\psi(x)=-\psi(-x)$, jest największą liczbą naturalną n_n spełniającą warunek $(n_n-1/2)\pi < y_0$.
9. Dla elektronu uwięzionego w nieskończenie głębokiej studni potencjału o szerokości $L=100$ pm, takiej samej jak w zadaniu 8, oblicz wartość najniższej energii E_1 i energie kilku kolejnych stanów wzbudzonych. Czy energia elektronu w studni o nieskończonej głębokości w stanie o numerze równym liczbie stanów związanych w studni o skończonej głębokości $V_0=450$ eV (określanej w zadaniu 8) jest większa czy mniejsza od V_0 ?