

Zestaw 2

1. Wyrazić prawo Plancka na rozkład widmowy gęstości energii c.d.cz.:

$$\rho(\nu)d\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{\exp(h\nu/k_B T) - 1} d\nu \quad (1)$$

w funkcji długości fali zamiast częstotliwości.

2. Z prawa Plancka wyprowadzić prawo Stefana-Boltzmanna i prawo przesunięć Wiena.
3. (a) Pokazać, że w granicy długofalowej z prawa Plancka wynika klasyczne prawo promieniowania Rayleigha-Jeansa.
(b) Pokazać, że w granicy krótkofalowej z prawa Plancka wynika klasyczny wzór Wiena na rozkład widmowy promieniowania (czasem zwany drugim prawem Wiena, C - stałe):

$$\rho(\lambda) = \frac{C_1}{\lambda^5} \frac{1}{\exp(C_2/\lambda T)} \quad (2)$$

4. Dysponujesz następującymi danymi doświadczalnymi: stała słoneczna $S = 1370 \text{ W/m}^2$ (ilość energii na sekundę jaką średnio otrzymuje 1 m^2 powierzchni Ziemi ustawiony prostopadle do promieni słonecznych), stała promieniowania ciała doskonale czarnego $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$, średnica kątowa Słońca obserwowanego z Ziemi $\alpha = 32'$, odległość Ziemia-Słońce $R = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$. Traktując Ziemię i Słońce jako ciała doskonale czarne oblicz średnią temperaturę powierzchni Ziemi i Słońca oraz roczny ubytek masy Słońca na skutek promieniowania.
5. Praca wyjścia dla fotoelektronów w srebrze wynosi $W = 4.7 \text{ eV}$. Oblicz:
a) graniczną długość fali zjawiska fotoelektrycznego,
b) do jakiego największego napięcia naładuje się płytka srebrna, jeśli oświetlamy ją ultrafioletowym światłem o długości fali $\lambda = 100 \text{ nm}$?
6. Wyprowadź wyrażenie na zmianę długości fali w wyniku rozpraszania comptonowskiego. Promieniowanie X o długości fali 2.0 pm ulega rozproszeniu comptonowskiemu na elektronach pod kątem $\Theta = 60^\circ$. Znaleźć zmianę długości fali na skutek rozproszenia oraz energię i pęd końcowy rozpraszających elektronów.
7. W lampie rentgenowskiej promieniowanie X jest produkowane w procesie hamowania elektronów na tarczy (antykatodzie). Obliczyć jaka jest najkrótsza możliwa emitowana długość fali, jeśli napięcie przyspieszające elektrony ma wartość 20 kV .
8. (a) W mikroskopie elektronowym wiązka elektronów przyspieszana jest napięciem 100 kV . Obliczyć długość fali de Broglie'a elektronów (w przybliżeniu klasycznym).
(b) Oszacować długość fali de Broglie'a dla cząsteczki azotu w powietrzu w warunkach normalnych (przyjąć, że energia kinetyczna jest rzędu $k_B T$).
9. Oszacować liczbę fotonów wpadających przez sekundę do naszego oka, jeśli patrzymy na żarówkę o mocy 60 W z odległości 3 metrów . Przyjąć założenia: żarówka świeci żółtą linią sodu, sprawność świetlna żarówki to 5% , światło wysyłane jest izotropowo w pół-pełny kąt bryłowy, średnica źrenicy to 3 mm .