

Wstęp do Optyki i Fizyki Materii Skondensowanej
2014/15 - Seria 1

Zadanie 1

Żarówka o mocy $P = 100 \text{ W}$ znajduje się na wysokości $d = 30 \text{ cm}$ nad stołem.

a) Jakie jest natężenie promieniowania w kierunku pionowym pod żarówką?

b) Ile fotonów pada na 1 cm^2 powierzchni stołu w ciągu 1 s ?

Założ dla uproszczenia, że każdy foton ma energię $E_f = 2 \text{ eV}$.

Zadanie 2

Wyprowadzenie wzoru Plancka metodą Einsteina.

Pokazać zależności między współczynnikami Einsteina absorpcji, emisji spontanicznej oraz emisji wymuszonej.

Zadanie 3

Pokaż, że zdolność emisyjna ciała doskonale czarnego związana jest z gęstością energii promieniowania wzorem: $e(\lambda, T) = w(\lambda, T) \cdot c/4$.

Zadanie 4

Wyprowadzić ze wzoru Plancka prawo Stefana-Boltzmana i prawo przesunięć Wiena.

Zadanie 5

Dla zakresu fal radiowych, czyli dla małych wartości ułamka $h\nu/kT$, prawo Plancka można z bardzo dobrą dokładnością aproksymować przybliżając funkcję wykładniczą zgodnie ze wzorem: $e^x \approx 1 + x$. Korzystając z tego przybliżenia określ, jaki ułamek całkowitej energii promieniowanej przez Słońce jest emitowany w zakresie fal radiowych o częstotliwościach od 0 do $\nu_0 = 1 \text{ GHz}$. Potraktuj Słońce jako ciało doskonale czarne o temperaturze $T = 6000 \text{ K}$.

Zadanie 6

Oblicz gęstość fotonów w zrównoważonym promieniowaniu o temperaturze $T = 2.7 \text{ K}$ i wyznacz przeciętną energię takiego fotonu, jak również przeciętną długość jego fali.

Zadanie 7

Współczynnik absorpcji materiału zależy od długości fali światła w następujący sposób:

$$\alpha(\lambda) = \alpha_0 \exp\left(-\ln 2 \left(2 \frac{\lambda - \lambda_0}{\Delta\lambda}\right)^2\right)$$

gdzie $\alpha_0 = 1 \text{ cm}^{-1}$, a $\Delta\lambda$ ma sens pełnej szerokości połówkowej funkcji Gaussa. Jaka jest szerokość połówkowa linii absorpcyjnej zarejestrowanej dla płytki wykonanej z tego materiału o grubościach: a) 0.01 cm , b) 1 cm , c) 10 cm ?