Zadanie 26. Laser *(10 pkt)*

Laser o mocy 0,1 W emituje w próżni monochromatyczną wiązkę światła o długości fali 633 nm i kołowym przekroju.

26.1 *(5 pkt)*

Oszacuj liczbę fotonów zawartych w elemencie wiązki światła o długości jednego metra.

$W = nE_f$ *i* $W = P\Delta t$, *stąd* $n = \dfrac{P\Delta t}{E_f}$.

Ponieważ $E_f = h\dfrac{c}{\lambda}$, *oraz* $\Delta t = \dfrac{s}{c}$,

zatem

gdzie: s – długość wiązki światła
c – prędkość światła

$$n = \frac{P\frac{s}{c}}{h\frac{c}{\lambda}} = \frac{Ps\lambda}{hc^2}$$

$$n = \frac{0{,}1W \cdot 1m \cdot 633 \cdot 10^{-9}\, m}{6{,}63 \cdot 10^{-34}\, J \cdot s \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}\right)^2} \approx 1{,}06 \cdot 10^9$$

26.2 ***(3 pkt)***

Oblicz wartość siły, jaką wywierałaby ta wiązka światła laserowego padająca w próżni prostopadle na wypolerowaną metalową płytkę. Do obliczeń przyjmij, że w ciągu jednej sekundy na powierzchnię płytki pada 10^{17} fotonów. Załóż, że płytka odbija w całości padające na nią promieniowanie.

$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ *i* $a=\frac{F}{m}$, *zatem* $F=\frac{m\Delta v}{\Delta t}=\frac{\Delta p}{\Delta t}$.

Ponieważ $\Delta p=2np_f$, *gdzie* n *– liczba fotonów, a* p_f – wartość *pędu fotonu* $p_f=\frac{h}{\lambda}$, *zatem*

$$F=\frac{2nh}{\lambda\Delta t}$$

$$F=\frac{2\cdot10^{17}\cdot6{,}63\cdot10^{-34}\,J\cdot s}{633\cdot10^{-9}\,m\cdot1s}$$

$$F\approx2\cdot10^{-10}\,N$$

26.3 ***(2 pkt)***

Oblicz najwyższy rząd widma, jaki można zaobserwować po skierowaniu tej wiązki prostopadle na siatkę dyfrakcyjną posiadającą 400 rys/mm.

$$n\lambda=d\sin\alpha$$

Najwyższy rząd widma uzyskamy dla kąta $\alpha\to90°$, *czyli* $\sin\alpha\to1$.

$$n\lambda=d$$

$$n=\frac{d}{\lambda}$$

$$n=\frac{1}{\frac{400\cdot10^{-3}\,m}{633\cdot10^{-9}\,m}}$$

$$n\approx3{,}95$$

Najwyższy rząd widma jaki można zaobserwować w opisanej sytuacji jest równy 3.