

Praca domowa 8

Fizyka, semestr letni 2020/21

- 1) **(1p.)** Oblicz długość fali de Broglie'a dla protonu poruszającego się z szybkością $5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

$$\lambda_B = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{1.672621898(21) \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 5 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 7.9276733 \cdot 10^{-14} \text{ m} \\ \approx 80 \text{ fm}$$

- 2) **(2p.)** Foton o długości fali λ ma w próżni energię E . Wyznacz wartość energii innego fotonu o tej samej długości fali w środowisku o współczynniku załamania n . Ile razy mniejsza (lub większa) będzie energia drugiego fotonu (w stosunku do pierwszego)?

$$E_{f_1} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \\ n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} \\ E_{f_2} = \frac{h\nu}{\lambda} = \frac{hc}{n\lambda} = \frac{E_{f_1}}{n}$$

Odpowiedź: Energia drugiego fotonu będzie n razy mniejsza od energii pierwszego fotonu (poruszającego się w próżni).

- 3) **(3p.)** Na powierzchnię cynku pada wiązka promieniowania o częstotliwości $1,2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. Praca wyjścia dla elektronów z powierzchni cynku wynosi $4,3 \text{ eV}$.
- a. Jaka jest energia fotonów padających na płytkę metalu?

$$E_f = h\nu = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 1.2 \cdot 10^{15} \text{ Hz} = 7.956 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4.97 \text{ eV}$$

- b. Jaki jest maksymalny pęd przekazywany płytce przy emisji każdego elektronu?

$$E_f = W + E_k \rightarrow E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = E_f - W \\ p = \sqrt{2m \cdot (E_f - W)} = \sqrt{2 \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 0.67 \text{ eV}} \approx 4.4 \cdot 10^{-25} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

- 4) **(2p.)** Światło emitowane przez laser pada na ciało doskonale czarne (pochłaniające 100% padającego na nie promieniowania). Oblicz liczbę fotonów w impulsie światła laserowego, jeżeli pochłonięta energia jest równa 0.5 J . W obliczeniach przyjmij, że długość fali świetlnej emitowanej przez laser w próżni wynosi 0.7 mikrometra .

$$E = nh\nu = \frac{nhc}{\lambda} \rightarrow n = \frac{E\lambda}{hc} = \frac{0.5 \text{ J} \cdot 0.7 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1.7596782 \cdot 10^{18}$$

- 5) **(2p.)** Wiązka fotonów o mocy 1 mW i długości fali 250 nm pada na płytkę sodową. Oblicz maksymalne natężenie prądu otrzymanych fotoelektronów. Praca wyjścia dla elektronów z powierzchni sodu wynosi 2.45 eV.

Energia fotonów wyniesie:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4.135 \cdot 10^{-16} \text{ eV s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{250 \text{ nm}} = 4.9632 \text{ eV} > W$$

A zatem każdy foton jest w stanie wybić jeden elektron, z informacji o mocy wiemy że

w każdej sekundzie wybijanych jest n elektronów, czyli

$$P = \frac{nE}{t}$$

$$n = \frac{Pt}{E}$$

$$n = \frac{1 \text{ mW} \cdot 1 \text{ s}}{4.9632 \text{ eV}} = \frac{0.001 \text{ J}}{4.9632 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \approx 1.26 \cdot 10^{15}$$

a natężenie prądu

$$I = \frac{ne}{t} = \frac{Pte}{Et} = \frac{Pe}{E} \approx 0.2 \text{ mA}$$

Sylwia Majchrowska
6.05.2021r.