

1. Dacă energia unui foton scade, atunci lungimea sa de undă:

- a) crește; b) scade; c) este posibil să crească dar să și scadă; d) rămâne neschimbată;  
e) nu se poate preciza; f) depășește lungimea de undă avută inițial.

Energia unui foton este: 
$$W = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

- $E$  este energia fotonului,
- $h$  este constanta lui Planck ( $6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ),
- $\nu$  este frecvența undei,
- $\lambda$  este lungimea de undă,
- $c$  este viteza luminii în vid ( $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ).

$$W \lambda = hc = \text{ct}$$

$$\Rightarrow W \lambda = \text{c. r.}$$

$$W \downarrow \Rightarrow \lambda \uparrow \Rightarrow \text{a.}$$

2. Un foton cu energia 5eV cade pe suprafața unui metal care emite un electron. Lucrul mecanic de extracție al electronului din metal este 3eV. Energia cinetică a fotoelectronului este:

- a) 3eV; b) 4eV; c) 5eV; d) 2eV; e) 20eV; f) nu se poate determina.

### Efectul fotoelectric

Ecuția lui Einstein pentru efectul fotoelectric extern este:

$$h\nu = L_{ex} + \frac{mv_{\max}^2}{2},$$

unde:  $L_{ex}$  -lucrul mecanic de extracție a electronului din metal,  $v_{\max}$  - viteza maximă a fotoelectronului emis;  $m$  -masa electronului.

$$W = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 5 \text{ eV}$$

$$h\nu = L_{ex} + \frac{mv_{\max}^2}{2} \rightarrow E_c$$

$$\Rightarrow E_c = 5 - 3 = 2 \text{ eV}$$

### 3. Efectul Compton poate fi explicat pe baza teoriei:

- a) corpusculare; b) ondulatorii; c) ambelor; d) relativității restrânse;  
e) relativității generale; f) nici uneia.

#### Efectul Compton

Variația lungimii de undă a fotonilor împrăștiați sub unghiul  $\varphi$  față de direcția inițială în procesul de difuzie Compton este:

$$\Delta\lambda = 2\Lambda \sin^2 \frac{\varphi}{2}, \quad \Lambda = \frac{h}{m_0 c} = 0,0242 \text{ \AA}$$

$\Lambda$  este lungimea de undă Compton;  $m_0$  fiind masa de repaus a electronului, iar  $c$  viteza luminii în vid.

### 4. Lungimea de undă Compton $\Lambda_C$ se calculează cu:

- a)  $\frac{h}{3m_0 c}$ ; b)  $\frac{h}{2m_0 c}$ ; c)  $\frac{h}{m_0 c}$ ; d)  $\frac{h^2}{m_0 c}$ ; e)  $\frac{hm_0}{c}$ ; f)  $\frac{hm_0}{c^2}$ .

5. Pragul fotoelectric pentru un metal necunoscut este  $\lambda_0 = 275 \text{ nm}$ . Găsiți lucrul mecanic de extracție a electronului din acest metal și viteza maximă a electronilor extrași de către radiația cu lungimea de undă  $\lambda = 180 \text{ nm}$ .

$$\lambda_0 = 275 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$L_{ex} = ? \quad v_{\max} = ?$$

$$\lambda = 180 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$L_{ex} = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{275 \cdot 10^{-9}} = 0,72 \cdot 10^{-17} = 7,2 \cdot 10^{-19} = 4,5 \text{ eV}$$

Din ecuația:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$$

$$N_{max} = \sqrt{436\ 447,46(\dots)}$$

$$m_{e^-} = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$N_{max} = 915\ 219,3389 \text{ m/s}$$

6. O cantă de lumină cu lungimea de undă  $\lambda = 2,32 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ , eliberează un electron de pe suprafața unui electrod de platină.

Să se calculeze impulsul total transmis electrodului, dacă electronul este expulzat după direcția de mișcare a cuantei în sens contrar ( $L = 5,29 \text{ eV}$ ).

*Rezolvare:*

Aplicăm legea conservării impulsului, pe direcția de mișcare a cuantei :

$$\vec{p}_f = \vec{p}_{ed} + \vec{p}_{e^-}$$

cu  $p_f$  = impulsul fotonului,  $p_f = \frac{h}{\lambda}$ ;  $p_{ed}$  = impulsul electrodului;  $p_{e^-}$  = impulsul electronului.

$$p_f = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{2,32 \cdot 10^{-7}} = 2,85 \cdot 10^{-27} \text{ m/s}$$

$$p_{e^-} = \sqrt{2m \left( \frac{hc}{\lambda} - L \right)} = \sqrt{2 \cdot m_{e^-} \cdot (p_f \cdot c - L)}$$

$$= \sqrt{18,218 (8,55 \cdot 10^{-19} - 1,5 \cdot 10^{-19})} =$$

$$= \sqrt{18,218 \cdot 6,95 \cdot 10^{-19}} =$$

$$= 3,55 \cdot 10^{-19}$$

=

7. În procesul de răcire a unui corp negru prin emisie de radiație termică, lungimea de undă corespunzătoare maximului în spectrul de distribuție al energiei  $\varepsilon_\lambda$  s-a deplasat cu 5000 Å.

Să se determine cu câte grade a scăzut temperatura corpului, dacă temperatura sa inițială era  $T_{in} = 2000$  K.

Se folosește legea de deplasare a lui Wien :  $\lambda_{max} T = const.$

### **Radiația termică**

a) *Formula lui Wien* determină caracterul funcției de distribuție a energiei în spectru Iradiației corpului negru și este dată prin:

$$\varepsilon_{\nu,T} = c \nu^3 f\left(\frac{\nu}{T}\right).$$

b) *Legea de deplasare a lui Wien* este :

$$\lambda_{max} T = b,$$

unde:  $\lambda_{max}$  reprezintă lungimea de undă corespunzătoare maximului funcției de distribuție în spectrul radiației corpului negru, iar  $b$  este constanta lui Wien ( $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ ).

c) *Legea lui Stefan-Boltzmann*

$$\varepsilon_T = \sigma T^4,$$

unde:  $\varepsilon_T$  reprezintă puterea globală a radiațiilor emise de unitatea de suprafață a corpului negru,  $\sigma$  este constanta Stefan-Boltzmann,  $T$  este temperatura absolută ( $\sigma = 5,66 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ ).

d) *Energia și impulsul fotonului* sunt:

$$W = h\nu = hc/\lambda, \quad p = \frac{h}{\lambda},$$

unde :  $\nu$  este frecvența fotonului și  $\lambda$  reprezintă lungimea de undă de Broglie (asociată) .

- $\lambda_{max}$  este lungimea de undă la care spectrul de radiație are maximul,
- $T$  este temperatura corpului absolută (exprimată în kelvini),
- $b$  este constanta lui Wien, aproximativ  $2.897 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ .

$$\lambda_2 = \lambda_1 + 5000 \cdot 10^{-10}$$

$$\lambda_1 \cdot T_1 = b \Rightarrow \lambda_1 = \frac{b}{T_1}$$

$$\lambda_2 \cdot T_2 = b$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{\lambda_1 \cdot T_1}{\lambda_1 + 5000 \cdot 10^{-10}} = \frac{\cancel{\lambda_1} \cdot T_1}{\cancel{\lambda_1} + 5000 \cdot 10^{-10}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{2000}}$$

8. Un electron se mișcă pe un cerc de rază  $r = 0,5 \text{ cm}$  într-un câmp magnetic omogen de inducție  $B = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ , perpendicular la traiectorie. Care este lungimea de undă de Broglie?

- $\lambda$  este lungimea de undă de Broglie,
- $h$  este constanta lui Planck ( $6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ),
- $p$  este impulsul particulei.

$$\lambda = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\lambda_B = \frac{h}{p}$$

$$F_{\text{cp}} = F_L$$

$$\frac{mv^2}{r} = e v B \Rightarrow \boxed{mv} = e B r \rightarrow p$$

$$\Rightarrow \lambda_B = \frac{h}{e B r} = 1,8 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

