

Типовой расчёт по физике №3

№1

Дано: $\lambda = 108,5 \text{ нм}$

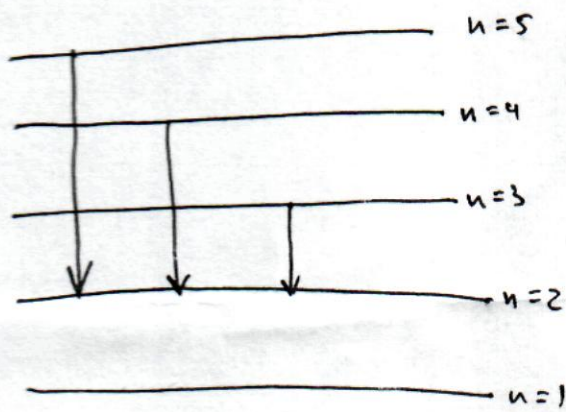
$\varepsilon = ?$

Решение:

$$E_n = - \frac{\varepsilon}{n^2} \quad \leftarrow \text{энергия связи}$$

$$\omega = \frac{E_5 - E_2}{\hbar} = \frac{\varepsilon}{\hbar} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25} \right) \quad \leftarrow \text{частота перехода в линии серии Бальмера}$$

$$\varepsilon = \frac{\hbar}{0,21} \cdot \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{hc}{0,21\lambda} = 54,6 \text{ эВ}$$



Серия Бальмера

$n=2$

$m=5$ (3 линии)

№2.

Дано: $E_0 = 24,6 \text{ эВ}$

$E = ?$

Решение:

$$E = E_0 + E_1 \quad (E_1 - \text{энерг. связи } H - \text{подобн. чонгел})$$

$$E_1 = 2^2 E_H = 54,4 \text{ эВ}$$

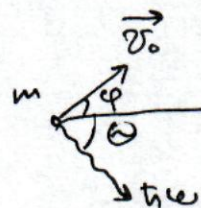
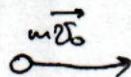
$$(Z=2, E_H \approx 13,6 \text{ эВ} - \text{эн.св. H})$$

$$E = 79 \text{ эВ}$$

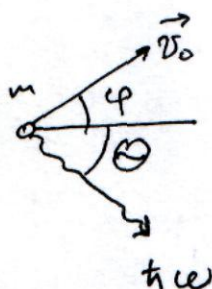
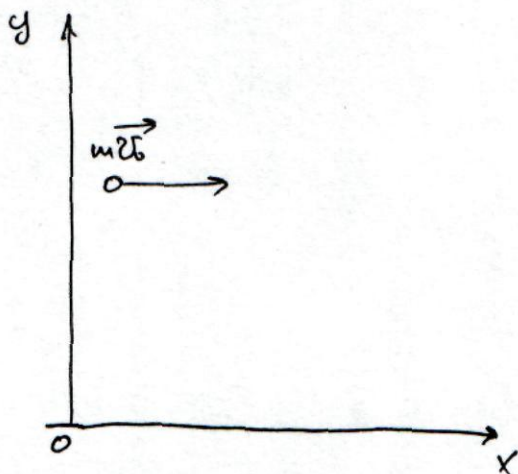
Дано: $v_0 = 3,26 \text{ м/с}$

$\theta = ?$

Решение: №3.



$$\omega = \frac{E_2 - E_1}{\hbar} = \frac{\Delta E}{\hbar}$$



$$m\vec{v} = m\vec{v_0} + \vec{p}$$

$$\begin{cases} m v_0 = m v_0 \cos \varphi + p \cos \Theta \\ m v_0 \sin \varphi = p \sin \Theta \end{cases}$$

$$\sin \varphi = \frac{p}{m v_0} \sin \Theta \rightarrow \cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}$$

$$m v_0 = m v_0 \sqrt{1 - \frac{p^2}{(m v_0)^2} \sin^2 \Theta} + p \cos \Theta$$

$$1 = \sqrt{1 - \left(\frac{p}{m v_0}\right)^2 \sin^2 \Theta} + \frac{p}{m v_0} \cos \Theta$$

$$1 - \frac{p}{m v_0} \cos \Theta = \sqrt{1 - \left(\frac{p}{m v_0}\right)^2 \sin^2 \Theta}$$

$$1 - 2 \frac{p}{m v_0} \cos \Theta + \left(\frac{p}{m v_0}\right)^2 \cos^2 \Theta = 1 - \left(\frac{p}{m v_0}\right)^2 \sin^2 \Theta$$

$$\left(\frac{p}{m v_0}\right)^2 = 2 \frac{p}{m v_0} \cos \Theta \Rightarrow \cos \Theta = \frac{p}{2 m v_0}$$

$$\cos \Theta = \frac{\hbar \cdot \frac{2\pi}{\lambda}}{2 m v_0} = \frac{\hbar \frac{2\pi \omega}{2\pi c}}{2 m v_0} = \frac{\hbar \frac{\omega}{c}}{2 m v_0}$$

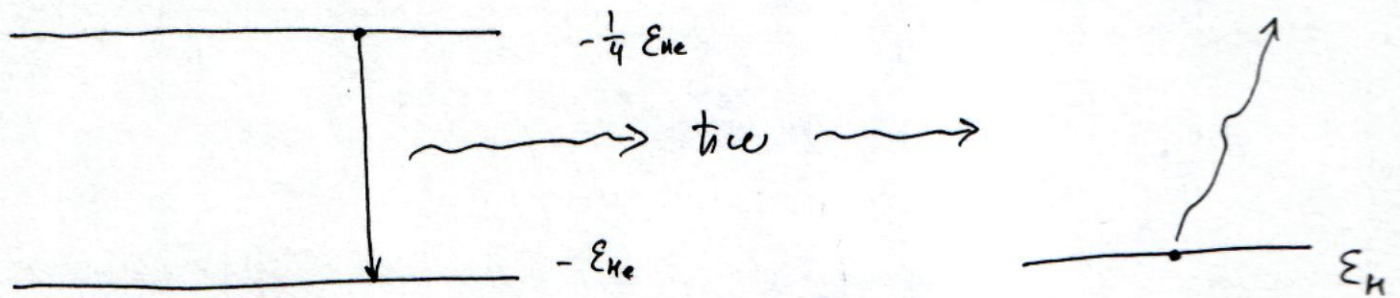
$$\omega = \frac{10,2}{7,1 \cdot 10^{-16}} = 1,437 \cdot 10^{-16} \left(\frac{1}{s}\right)$$

$$\cos \Theta = \frac{1,054 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{1,437 \cdot 10^{-16}}{3 \cdot 10^8}}{2 \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} \cdot 3,26} = 0,0463 \cdot 10 = 0,463$$

$$\Theta \approx 62^\circ$$

воуч.

Атом ~~гелия~~ ^{гелия}:



$$E_{\text{в.н.}} = 4 E_{\text{н}} = 4 - 13,6 = 54,4 \text{ эВ}$$

Фотон исп. атомом гелия обладает энергией =
 $54,4 (1 - \frac{1}{4}) = 40,8 \text{ эВ}$

Энергия ионизации атома водорода $13,6 \text{ эВ}$

Энергия электрона $40,8 - 13,6 = 27,2 \text{ эВ}$
 (з.с.э $h\nu = E_{\text{н}} + \frac{mv^2}{2}$)

$$\frac{mv^2}{2} = E_{\text{эл}} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_{\text{эл}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 27,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,11 \cdot 10^{-31}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{87,04}{9,11} \cdot 10^{12}} \approx 3 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Дано: $\text{He}^+, \text{Li}^{++}$

$n \geq 5$

$$r_n = \frac{n^2 \hbar^2}{2 m e^2} = \frac{n^2}{2} r_{\text{H}}$$

$$k = \frac{m v^2}{2}; \quad \varepsilon = z^2 E_{\text{H}}$$

$$u(r) = -\frac{z e^2}{r} = -\frac{m z^2 e^4}{\hbar^2 n^2} \left(E = -\frac{m z^2 e^4}{2 \hbar^2 n^2} \right)$$

$$u(r) = 2 \varepsilon_{\text{эл}}$$

для He^+ :

$$r_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,53 = 0,265 \text{ А}^\circ$$

$$r_{\text{H}} = 0,53 \text{ А}^\circ$$

$$E_{\text{H}} = 13,6 \text{ эВ}$$

$$E = -\frac{z^2}{n^2} \cdot \frac{m e^4}{2 \hbar^2}$$

$$\varepsilon = |E|$$

$$V = 2 \frac{e^2}{h} = 2 \frac{(4,808 \cdot 10^{-16})^2}{1,059 \cdot 10^{-27}} = 2 \cdot (2,2 \cdot 10^6) = 4,4 \cdot 10^6$$

$$K = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (4,4 \cdot 10^6)^2}{2} = 88,2 \cdot 10^{-19} = 55 \text{ эВ}$$

$$\varepsilon = 4 \cdot 13,6 = 54,4 \text{ эВ}$$

$$U = +10,8,8 \text{ эВ}$$

$$E_2 - E_1 = E_{\text{эл}} \left(1 - \frac{1}{4}\right) = 40,8 \text{ эВ}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1} = \frac{4,5 \cdot 10^{-15} \cdot 13 \cdot 10^8}{40,8} = 0,33 \cdot 10^{-7} = 33 \text{ нм}$$

Для Li^{++} :

$$r_1 = \frac{1}{3} \cdot r_n = \frac{1}{3} \cdot 0,53 = 0,177 \text{ А}^\circ$$

$$V = \frac{3}{2} V_{\text{He}} = \frac{3}{2} \cdot 4,4 \cdot 10^6 = 6,6 \cdot 10^6$$

$$K = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (6,6 \cdot 10^6)^2}{2} = 198,5 \cdot 10^{-19} = 124 \text{ эВ}$$

$$\varepsilon = 9 \cdot 13,6 = 122,4 \text{ эВ}$$

$$U = 2 \cdot 122,4 \text{ эВ} = 244,8 \text{ эВ}$$

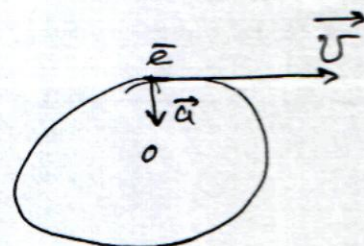
$$E_2 - E_1 = \frac{3}{4} \varepsilon_{\text{эл}} = \frac{3}{4} \cdot 122,4 = 91,8 \text{ эВ}$$

$$\lambda = \frac{hc}{91,8} = \frac{4,5 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8}{91,8} = 0,15 \cdot 10^{-7} = 15 \text{ нм}$$

Дано: $\frac{dE}{dt} = -\frac{2e^2}{3c^3} |\vec{a}|^2$ | $\sqrt{26}$ Решение:

$T = ?$ | $E = \frac{mv^2}{2} - \frac{e^2}{2};$

| $\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r^2} = ma$



$$E = -\frac{e^2}{2r} ; \quad \frac{dE}{dt} = \frac{e^2}{2r^2} \frac{dr}{dt} = -\frac{2e^6}{3c^3 m^2 r^4}$$

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{4e^4}{3c^3 m^2 r^2} - \text{инт. гр-е.}$$

$$z^2 dz = -\frac{4e^4}{3c^3 m^2} dt$$

$$\frac{1}{3} z^3 = -\frac{4e^4}{3c^3 m^2} t + z_0^3 \quad | \cdot 3$$

$$z(t)^3 = -\frac{4e^4}{c^3 m^2} t + C ; \quad z(0) = z_0$$

$$z^3(t) = z_0^3 - \frac{4e^4}{c^3 m^2} t ; \quad z(2) = 0$$

$$z_0^3 = \frac{4e^4}{c^3 m^2} z$$

$$\tau = \frac{z_0^3 c^3 m^2}{4e^4} = \frac{(0,53 \cdot 10^{-8})^3 \cdot (3 \cdot 10^{10})^3 \cdot (9,11 \cdot 10^{-28})^2}{4 \cdot (4,803 \cdot 10^{-10})^4} = 1,6 \cdot 10^{-11} \text{ s}$$