

## Магнитное поле

Движущиеся заряды (проводники с током) создают вокруг себя магнитное поле и посредством этого поля взаимодействуют друг с другом. Для описания взаимодействия магнитного поля одного заряда на другой вводят характеристику, называемую вектором магнитной индукции  $\vec{B}$ . Направление магнитной индукции совпадает с направлением от южного полюса  $S$  к северному  $N$  магнитной стрелки, помещенной в данное магнитное поле. Если у нас имеется проводник с током, то направление вектора магнитной индукции определяется правилом буравчика (правилом правого винта), суть которого состоит в следующем: если ввинчивать буравчик с правой резьбой по направлению тока в проводнике, то направление вращения ручки буравчика укажет направление вектора магнитной индукции.

Для графического представления магнитных полей используют линии магнитной индукции. Линиями магнитной индукции называют линии, проведенные так, что вектор  $\vec{B}$  в каждой ее точке направлен по касательной к ней.

Магнитным потоком (потоком магнитной индукции) сквозь некоторую поверхность с площадью  $S$  называется величина  $\Phi = BS \cos \alpha$ , где  $\alpha$  — угол между направлением вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  и нормалью к поверхности.

Сила  $\vec{F}_A$ , с которой магнитное поле действует на проводник с током, помещенный в это поле, называется силой Ампера. Закон Ампера утверждает, что значение силы  $\vec{F}_A$ , действующей на малый отрезок длины  $\Delta L$  проводника с током  $I$ , находящегося в магнитном поле  $\vec{B}$ , определяется формулой:

$$F_A = IB\Delta L \sin \alpha,$$

где  $\alpha$  — угол между направлением вектора магнитной индукции и отрезком проводника.

Направление этой силы находится по правилу левой руки: если расположить левую руку так, чтобы нормальная составляющая вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца расположить по направлению электрического тока, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец укажет направление силы Ампера.

Из закона Ампера определяется модуль вектора магнитной индукции. Он равен отношению максимальной силы  $\vec{F}_m$ , действующей со стороны магнитного поля на отрезок проводника с током, к произведению силы тока  $I$  на длину этого отрезка  $\Delta L$ :  $B = \frac{F_m}{I\Delta L}$ . Сле-

дует помнить, что сила Ампера максимальна, когда вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику.

Сила  $\vec{F}_L$ , действующая со стороны магнитного поля на электрический заряд  $q$ , движущийся в магнитном поле  $\vec{B}$  со скоростью  $\vec{v}$ , называется силой Лоренца. Модуль силы Лоренца равен:

$$F_L = qvB\sin\alpha,$$

где  $\alpha$  — угол между векторами  $\vec{v}$  и  $\vec{B}$ .

Направление этой силы находится по правилу левой руки: если расположить левую руку так, чтобы составляющая вектора магнитной индукции  $\vec{B}$ , перпендикулярная скорости заряда, входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца расположить по направлению движения положительного заряда (против направления движения отрицательного заряда), то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец укажет направление силы Лоренца.

Все вещества, которые помещаются в магнитное поле, намагничиваются и затем уже сами создают собственное поле. Вследствие этого вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  в однородной среде отличается от вектора магнитной индукции  $\vec{B}_0$  в вакууме. Отношение  $\frac{B}{B_0} = \mu$

характеризует магнитные свойства среды и называется магнитной проницаемостью.

### № 821.

«N» — за плоскость чертежа.

### № 822.

«+» — справа.

### № 823.

Дано:

$$S = 1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$M = 2 \text{ мкН} \cdot \text{м} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$I = 0,5 \text{ А}.$$

Найти  $B$ .

Решение.

$$B = \frac{M}{IS} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,5 \text{ А} \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}.$$

Ответ:  $B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ .

**№ 824.**

Дано:

$$S = 400 \text{ см}^2 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

$$B = 0,1 \text{ Тл},$$

$$M = 20 \text{ мН} \cdot \text{м} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Решение.

$$B = \frac{M}{IS};$$

$$I = \frac{M}{BS} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,1 \text{ Тл} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2} = 5 \text{ А}.$$

Найти  $I$ .Ответ:  $I = 5 \text{ А}$ .**№ 825.**Дано:  $n = 200$ ,

$$a = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м},$$

$$b = 0,5 \text{ см} = 0,05 \text{ м},$$

$$B = 0,05 \text{ Тл},$$

$$I = 2 \text{ А}.$$

Решение.

$$B = \frac{M_{\max}}{ISn} = \frac{M_{\max}}{Iabn};$$

$$M_{\max} = B I a b n = 0,05 \text{ Тл} \cdot 2 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 0,05 \text{ м} \cdot 200 = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Найти  $M_{\max}$ .Ответ:  $M_{\max} = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .**№ 826.**

Дано:

$$L = 8 \text{ см} =$$

$$= 0,08 \text{ м},$$

$$B = 0,2 \text{ Тл},$$

$$I = 4 \text{ А},$$

а) квадратный контур;

б) круговой контур.

Решение.

$$\text{а) } M_{\max} = B I S = B I \left( \frac{l}{4} \right)^2$$

$$M_{\max} = 0,2 \text{ Тл} \cdot 4 \text{ А} \cdot \left( \frac{0,08 \text{ м}}{4} \right)^2 \approx 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м} = 0,32 \text{ мН} \cdot \text{м}$$

$$\text{б) } M_{\max} = B I S = B I \pi \left( \frac{l}{2\pi} \right)^2$$

$$M_{\max} = 0,2 \text{ Тл} \cdot 4 \text{ А} \cdot 3,14 \cdot \left( \frac{0,08}{2 \cdot 3,14} \right)^2 \approx 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м} = 0,41 \text{ мН} \cdot \text{м}.$$

Найти  $M_{\max}$ .Ответ: а)  $M_{\max} = 0,32 \text{ мН} \cdot \text{м}$ ; б)  $M_{\max} = 0,41 \text{ мН} \cdot \text{м}$ .**№ 827.**

Дано:

$$S = 60 \text{ см}^2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

$$\Phi = 0,3 \text{ мВб} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}.$$

Решение.

$$\Phi = B S$$

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{3 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}}{6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2} = 0,05 \text{ Тл} = 50 \text{ мТл}.$$

Найти  $B$ .Ответ:  $B = 50 \text{ мТл}$ .

**№ 828.**

Дано:

$$S = 50 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

$$B = 0,4 \text{ Тл};$$

$$\text{а) } \alpha = 0^\circ;$$

$$\text{б) } \alpha = 45^\circ;$$

$$\text{в) } \alpha = 60^\circ.$$

Решение.  $\Phi = BS \cos \alpha$

$$\text{а) } \Phi = 0,4 \text{ Тл} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \cos 0 =$$

$$= 2 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} = 2 \text{ мВб}$$

$$\text{б) } \Phi = 0,4 \text{ Тл} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \cos 45^\circ =$$

$$= 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} = 1,4 \text{ мВб}$$

$$\text{в) } \Phi = 0,4 \text{ Тл} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \cos 60^\circ =$$

$$= 10^{-3} \text{ Вб} = 1 \text{ мВб}.$$

Найти  $\Phi$ .

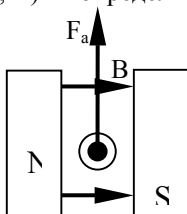
Ответ: а) 2 мВб; б) 1,4 мВб; в) 1 мВб.

**№ 829.**

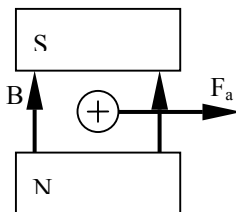
а), б), в), г), з) — указать направление силы Ампера;

д) — определить направление тока в проводнике;

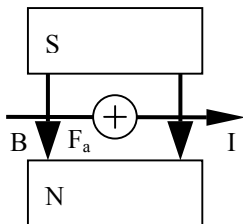
е), ж) — определить направление магнитного поля  $\vec{B}$ .



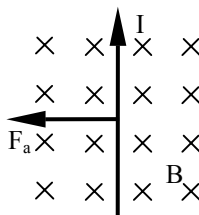
а)



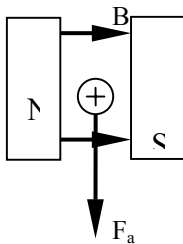
б)



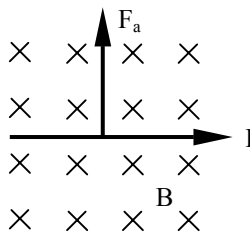
в)



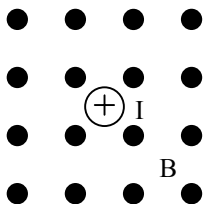
г)



д)

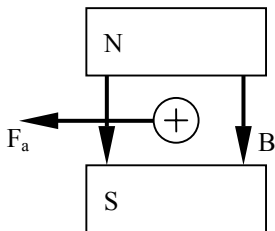


е)



$F_a = 0$ , т.к.  $F_a \parallel I$

ж)



з)

### № 830.

Дано:

$$L = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м},$$

$$F = 50 \text{ мН} = 0,05 \text{ Н},$$

$$I = 25 \text{ А}, \alpha = 90^\circ.$$

Решение.

$$F = IBL \sin \alpha;$$

$$B = \frac{F}{Il \sin \alpha} = \frac{0,05 \text{ Н}}{25 \text{ А} \cdot 0,05 \text{ м} \cdot \sin 90^\circ} = 0,04 \text{ Тл}.$$

Найти B.

Ответ:  $B = 0,04 \text{ Тл}$ .

### № 831.

Дано:

$$B = 10 \text{ мТл} = 0,01 \text{ Тл},$$

$$I = 50 \text{ А}, L = 0,1 \text{ м},$$

$$\alpha = 90^\circ.$$

Решение.

$$F = BIL \sin \alpha = 0,01 \text{ Тл} \cdot 50 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot \sin 90^\circ = 0,05 \text{ Н}.$$

Найти F.

Ответ:  $F = 0,05 \text{ Н}$ .

### № 832.

Дано:

$$L = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м},$$

$$m = 4 \text{ г} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг},$$

$$I = 10 \text{ А}.$$

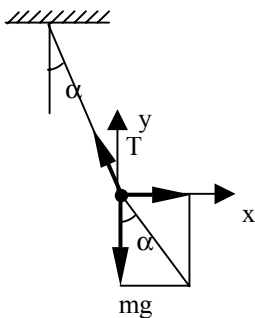
Решение.  $BIL = mg$ ;

$$B = \frac{mg}{Il} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{10 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ м}} = 0,02 \text{ Тл} = 20 \text{ мТл}.$$

Найти B.

Ответ:  $B = 20 \text{ мТл}$ .

### № 833.



Дано: $L, m, I, \alpha$ .	Решение. $F_A = BIL$ ; $\frac{F_A}{mg} = \operatorname{tg} \alpha$ ; $\frac{BII}{mg} = \operatorname{tg} \alpha$ ; $B = \frac{mg \cdot \operatorname{tg} \alpha}{II}$ .
Найти $B$ .	Ответ: $B = \frac{mg \cdot \operatorname{tg} \alpha}{II}$ .

### № 834.

Дано: $L = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$ , $I = 50 \text{ А}$ , $B = 20 \text{ мТл} = 0,02 \text{ Тл}$ , $R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ .	Решение. $A = \Phi I = BSI = BLRI$ $A = 0,02 \text{ Тл} \cdot 0,08 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 50 \text{ А} = 0,008 \text{ Дж}$ .
Найти $A$ .	Ответ: $A = 0,008 \text{ Дж}$ .

### № 835.

Вниз.

### № 836.

В точке  $C$  потенциал меньше, чем в точке  $D$ .

### № 837.

Дано: $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ , $B = 0,2 \text{ Тл}$ , $v = 10 \text{ Мм/с} = 10^7 \text{ м/с}$ .	Решение. $F_L = qvB = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot 10^7 \text{ м/с} = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ Н} = 0,32 \text{ пН}$ .
Найти $F_L$ .	Ответ: $F_L = 0,32 \text{ пН}$ .

### № 838.

Дано: $v = 10 \text{ Мм/с} = 10^7 \text{ м/с}$ , $R = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$ , $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ , $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ .	Решение. $F_L = F_{\text{цс}}; qvB = m \frac{v^2}{R}$ ; $B = \frac{mv}{qR} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 10^7 \text{ м/с}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,01 \text{ м}} \approx 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} = 5,6 \text{ мТл}$ .
Найти $B$ .	Ответ: $B = 5,6 \text{ мТл}$ .

### № 838.

Дано: $B = 0,01 \text{ Тл}$ , $R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ , $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ , $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ .	Решение. $F_L = F_{\text{цс}}; qvB = m \frac{v^2}{R}$ $v = \frac{qBR}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,01 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 96000 \text{ м/с}$ .
Найти $v$ .	Ответ: $v = 96 \text{ м/с}$ .

**№ 840.**

Дано:

$$B = 10 \text{ мТл} =$$

$$= 10^{-2} \text{ Тл},$$

$$W_{\kappa} = 30 \text{ кэВ} =$$

$$= 4,8 \cdot 10^{-15} \text{ Дж},$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Решение.

$$qvB = m \frac{v^2}{R}; R = \frac{mv}{qB}; W_{\kappa} = \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{2W_{\kappa}}{m}}$$

$$R = \frac{m}{qB} \cdot \sqrt{\frac{2W_{\kappa}}{m}} = \frac{\sqrt{2mW_{\kappa}}}{qB} =$$

$$= \frac{\sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 4,8 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^{-2} \text{ Тл}} = 5,8 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{м} = 5,8 \text{ см}.$$

Найти  $R$ .Ответ:  $R = 5,8 \text{ см}.$ **№ 841.**

Дано:

$$\text{а) } v_p = v_{\alpha};$$

$$\text{б) } W_p = W_{\alpha},$$

$$m_{\alpha} = 4m_p,$$

$$q_{\alpha} = 2q_p.$$

$$\text{Решение. } qvB = \frac{mv^2}{R}; R = \frac{mv}{qB};$$

$$\text{а) } \frac{R_{\alpha}}{R_p} = \frac{m_{\alpha} \cdot v_{\alpha} \cdot q_p \cdot B}{q_{\alpha} \cdot B \cdot m_p \cdot v_p} = \frac{m_{\alpha} q_p}{m_p q_{\alpha}} = \frac{4}{2} = 2$$

$$\text{б) } \frac{R_{\alpha}}{R_p} = \frac{m_{\alpha} \cdot v_{\alpha} \cdot q_p \cdot B}{q_{\alpha} \cdot B \cdot m_p \cdot v_p} = 2 \frac{v_{\alpha}}{v_p}; 4; W_{\alpha} = W_p$$

$$\frac{m_{\alpha} v_{\alpha}^2}{2} = \frac{m_p v_p^2}{2}; \frac{v_{\alpha}}{v_p} = \sqrt{\frac{m_p}{m_{\alpha}}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}; \frac{R_{\alpha}}{R_p} = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1.$$

Найти  $\frac{R_{\alpha}}{R_p}$ .

Ответ: а) 2; б) 1.

**№ 842.**

Дано:

$$B = 4 \text{ мТл} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл},$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

$$\text{Решение. } qvB = \frac{mv^2}{R}; v = \frac{qBR}{m} = \frac{2\pi}{T};$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}} =$$

$$= 8,9 \cdot 10^{-9} \text{ с} = 8,9 \text{ нс}.$$

Найти  $T$ .Ответ:  $T = 8,9 \text{ нс}.$ **№ 843.**

Дано:

$$E = 1 \text{ кВ/м} = 10^3 \text{ В/м},$$

$$B = 1 \text{ мТл} = 10^{-3} \text{ Тл}.$$

Решение.

$$F_{\text{эл}} = F_{\text{л}}; eE = evB; v = \frac{E}{B} = \frac{10^3 \text{ В/м}}{10^{-3} \text{ Тл}} = 10^6 \text{ м/с}.$$

Найти  $v$ .Ответ:  $v = 10^6 \text{ м/с}.$

**№ 844.**

Дано:  
 $B, R, U.$

Решение.

$$A = W_k; qU = \frac{mv^2}{2}; F_L = F_{\text{ЛС}}; qvB = m \frac{v^2}{R};$$

$$v = q \frac{BR}{m}; \frac{q}{m} = \frac{q^2}{m^2} \cdot \frac{B^2 R^2}{2U}; \frac{q}{m} = \frac{2U}{B^2 R^2}.$$

Найти  $\frac{q}{m}.$

Ответ:  $\frac{q}{m} = \frac{2U}{B^2 R^2}.$

**№ 845.**

Дано:  
 $U, B, R.$

Решение.

$$qU = \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}; qvB = m \frac{v^2}{R}; \frac{q}{m} = \frac{v}{BR}; v^2 = \frac{2vU}{BR} \quad v = \frac{2U}{BR}.$$

Найти  $v.$

Ответ:  $v = \frac{2U}{BR}.$

**№ 846.**

Дано:

1)  $B_0 = 0,4 \text{ мТл} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл},$

$B = 0,8 \text{ Тл};$

2)  $B_0 = 1,2 \text{ мТл} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл},$

$B = 1,2 \text{ Тл}.$

Решение.

1)  $\mu = \frac{B}{B_0} = \frac{0,8 \text{ Тл}}{4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}} = 2000$

2)  $\mu = \frac{B}{B_0} = \frac{1,2 \text{ Тл}}{1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}} = 1000.$

Найти  $\mu.$

Ответ: 1) 2000; 2) 1000.

**№ 847.**

Дано:

$B_0 = 2,2 \text{ мТл} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл},$

$B_1 = 0,8 \text{ Тл}, B_2 = 1,4 \text{ Тл}.$

Решение.

$\Phi_1 = B_1 S; \Phi_2 = B_2 S$

$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{B_2}{B_1} = \frac{1,4 \text{ Тл}}{0,8 \text{ Тл}} = 1,75.$

Найти  $\frac{\Phi_2}{\Phi_1}.$

Ответ: увеличится в 1,75 раза.

**№ 848.**

Дано:  $B_0 = 2 \text{ мТл} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл},$

$S = 100 \text{ см}^2 = 0,01 \text{ м}^2, B = 0,8 \text{ Тл}.$

Решение.

$\Phi = BS = 0,8 \text{ Тл} \cdot 0,01 \text{ м}^2 =$   
 $= 8 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} = 8 \text{ мВб}.$

Найти  $\Phi.$

Ответ:  $\Phi = 8 \text{ мВб}.$



## Электрический ток в различных средах

Экспериментально было доказано, что носителями тока в металлах являются электроны. В отсутствии электрического поля электроны движутся хаотически, и ток в проводнике не возникает. Под действием внешнего электрического поля движение электронов становится упорядоченным, и в проводнике возникает электрический ток. Сила тока  $I$  в проводнике выражается формулой:

$$I = envS,$$

где  $e$  — заряд электрона,  $v$  — скорость упорядоченного движения электронов,  $S$  — площадь поперечного сечения проводника.

Если измерять сопротивление металлического проводника при различных температурах, то можно заметить, что сопротивление линейно растет с увеличением температуры. Зависимость сопротивления  $R$  от температуры  $t$  выражается формулой:

$$R = R_0(1 + \alpha t),$$

где  $R_0$  — сопротивление проводника при температуре  $0^\circ\text{C}$ ,  $\alpha$  — температурный коэффициент. Аналогичный вид имеет формула и для удельного сопротивления  $\rho$ :

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t),$$

где  $\rho_0$  — удельное сопротивление проводника при температуре  $0^\circ\text{C}$ .

В области низких температур сопротивление металлического проводника скачком падает до нуля. Это явление называется сверхпроводимостью.

Собственная проводимость полупроводников (проводимость чистых полупроводников) осуществляется перемещением свободных электронов (электронная проводимость) и перемещением связанных электронов на вакантные места—дырки (дырочная проводимость). Проводимость полупроводников сильно зависит от наличия примесей в нем. Примеси, которые отдают лишние валентные электроны, называются донорными. В таком полупроводнике электроны являются основными носителями тока, а дырки—неосновными, а сам полупроводник называется полупроводником  $n$ -типа. Примером такой примеси служит мышьяк для кремния. Примеси, которым не хватает валентных электронов, называются акцепторными. В таком полупро-

воднике дырки являются основными носителями тока, а электроны—неосновными, а сам полупроводник называется полупроводником  $p$ -типа. Примером такой примеси служит индий.

Полупроводники нашли широкое применение в радиотехнике. На основе полупроводников изготавливают диоды, транзисторы, термисторы, фоторезисторы и др.

Чтобы создать ток в вакууме, необходим источник создания носителей тока. Действие такого источника основывается на явлении термоэлектронной эмиссии, которое заключается в том, что сильно нагретые тела испускают электроны. Рассмотрим систему из двух электродов, один из которых нагрет до температуры, достаточной для термоэлектронной эмиссии. Вокруг нагретого электрода формируется так называемое электронное облако. Если мы подключим к отрицательному полюсу источника тока нагретый электрод (катод), а к положительному—холодный (анод), то в результате между электродами возникнет электрическое поле, напряженность  $\vec{E}$  которого направлена к нагретому электроду. Под действием этого поля часть электронов из электронного облака движется к холодному электроду, в результате чего в цепи возникает ток. Если же теперь поменять полюсы источника тока, то под действием созданного электрического поля электроны будут двигаться к нагретому катоду, ранее покинув его. Ток в цепи не возникнет. Таким образом, мы имеем одностороннюю проводимость. На основе только что описанной системы изготавливают вакуумные диоды.

Носителями тока в растворах или расплавах электролитов являются положительно и отрицательно заряженные ионы. В таком случае проводимость называется ионной. Если сосуд с раствором или расплавом электролита включить в цепь, то положительные ионы будут двигаться к катоду, а отрицательные—к аноду. Движение ионов в растворе или в расплаве электролита сопровождается переносом вещества и выделением его на электродах. Процесс выделения вещества на электродах называется электролизом. Масса  $m$  вещества, выделившегося на электроде при электролизе, согласно закону Фарадея, прямо пропорциональна заряду  $q$ , прошедшему через раствор или расплав электролита:  $m = kq = kIt$ , где  $I$  — сила тока в цепи,  $t$  — время прохождения тока,  $k$  — электрохимический эквивалент данного вещества. Электрохимический эквивалент вещества зависит только от рода вещества и выражается формулой:

$$k = \frac{1}{eN_A} \frac{M}{n},$$

где  $e$  — заряд электрона,  $N_A$  — число Авогадро,  $M$  — молярная масса вещества,  $n$  — валентность вещества.

При нормальных условиях газ является диэлектриком. Если же газ начать нагревать или облучать ультрафиолетовыми, рентгеновскими или другими лучами, то некоторая часть молекул газа распадется на положительные ионы и электроны. Это объясняется тем, что при одном из вышеописанных воздействий на газ молекулы начинают достаточно быстро двигаться для того, чтобы при столкновениях распасться. В результате газ становится проводником с ионно-электронной проводимостью. Протекание тока через газ называется газовым разрядом. Различают самостоятельный и несамостоятельный газовый разряд. Если при прекращении действия ионизатора (нагревание, излучения) прекратится и газовый разряд, то такой разряд принято называть несамостоятельным. Если же при прекращении действия ионизатора я и газовый разряд не прекратится, то такой разряд принято называть самостоятельным. Самостоятельный разряд возникает при очень больших напряжениях на электродах. Под действием созданного между электродами высокого электрического поля  $\vec{E}$  электроны приобретают кинетическую энергию, пропорциональную длине их свободного пробега  $L$ :

$$\frac{mv^2}{2} = eEl.$$

Если эта энергия будет превышать работу, необходимую для того, чтобы ионизовать атом газа, то при столкновении этого электрона с атомом будет происходить ионизация, в результате которой из атома вырвется еще один электрон. В результате число таких электронов возрастает образуется электронная лавина. Описанный выше процесс ионизации называется ионизацией электронным ударом.

#### № 849.

Дано: $I = 0,32 \text{ А},$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$ $t = 0,1 \text{ с}.$	Решение. $N = \frac{q}{e}; I = \frac{q}{t}; q = It; N = \frac{It}{e} = \frac{0,32 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ с}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2 \cdot 10^{17}.$
Найти $N$ .	Ответ: $N = 2 \cdot 10^{17}.$

#### № 850.

Дано: $S = 5 \text{ мм}^2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2,$ $I = 10 \text{ А},$ $n = 5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3},$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$	Решение. $I = neSv$ $v = \frac{I}{neS} = \frac{10 \text{ А}}{5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} =$ $= 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м/с} = 0,25 \text{ мм/с}.$
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти  $v$ .

Ответ:  $v = 0,25$  мм/с.

**№ 851.**

Дано:

$$d_2 = \frac{d_1}{2}.$$

Решение.

$$I = neSv; \quad v = \frac{I}{neS}; \quad S = \frac{\pi d^2}{4}; \quad v = \frac{4I}{ne\pi d^2};$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{4I}{ne\pi d_2^2} \cdot \frac{ne\pi d_1^2}{4I} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = 4.$$

Найти  $\frac{v_2}{v_1}$ .

Ответ:  $\frac{v_2}{v_1} = 4$ .

**№ 852.**

Дано:

$$n = 10^{28} \text{ м}^{-3},$$

$$E = 96 \text{ В/м} =$$

$$= 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ В/м},$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$$

Решение.

$$I = neSv; \quad v = \frac{I}{neS} = \frac{U}{RneS} = \frac{El}{\rho \frac{l}{S} \cdot neS} = \frac{E}{en\rho}$$

$$v = \frac{9,6 \cdot 10^{-2} \text{ В/м}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м/с} = 0,5 \text{ мм/с}.$$

Найти  $v$ .

Ответ:  $v = 0,5$  мм/с.

**№ 853.**

Дано:

$$S = 25 \text{ мм}^2 =$$

$$= 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2,$$

$$I = 50 \text{ А},$$

$$\rho = 8900 \text{ кг/м}^3,$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1},$$

$$M = 63,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{кг/моль}.$$

Решение.

$$I = neSv; \quad n = \rho \frac{N_A}{M} \quad v = \frac{I}{neS} = \frac{IM}{eSpN_A}; \quad v =$$

$$= \frac{50 \cdot 63,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \cdot 8900 \text{ кг/м}^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} =$$

$$= 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ м/с} = 0,15 \text{ мм/с}.$$

Найти  $v$ .

Ответ:  $v = 0,15$  мм/с.

**№ 854.**

Дано:

$$\alpha = 0,004 \text{ К}^{-1},$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 2, \quad t_1 = 0^\circ \text{С}.$$

Решение.

$$\frac{R_2 - R_1}{R_1} = \alpha t_2$$

$$t_2 = \frac{R_2 - R_1}{\alpha R_1} = \frac{2R_1 - R_1}{\alpha R_1} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0,004 \text{ К}^{-1}} = 250^\circ \text{С}.$$

Найти  $t_2$ .

Ответ:  $t_2 = 250^\circ \text{С}.$

**№ 855.**

Дано:

$I_1 = 14 \text{ мА} = 0,014 \text{ А},$

$I_2 = 10 \text{ мА} = 0,01 \text{ А},$

$U_1 = U_2,$

$t_1 = 0^\circ\text{C},$

$t_2 = 100^\circ\text{C}.$

Решение.  $\frac{R_2 - R_1}{R_1} = \alpha t_2$ ;  $\frac{\frac{U}{I_2} - \frac{U}{I_1}}{\frac{U}{I_1}} = \alpha t_2$

$$\alpha = \frac{\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1}}{\frac{t_2}{I_1}} = \frac{\frac{1}{0,014} - \frac{1}{0,0144}}{\frac{100^\circ\text{C}}{0,014}} = 0,004 \text{ К}^{-1}.$$

Найти  $\alpha$ .

Ответ:  $\alpha = 0,004 \text{ К}^{-1}$ .

**№ 856.**

В момент включения сила тока во много раз больше номинальной, так как сопротивление холодной нити мало.

**№ 857.**

В момент включения мощного приемника резко увеличивается сила тока, а, следовательно, и падение напряжения.

**№ 858.**

Дано:

$\alpha = 0,0093 \text{ К}^{-1},$

$t_1 = 0^\circ\text{C},$

$t_2 = 30^\circ\text{C}.$

Решение.

$$\frac{P_2 - P_1}{P_1} = \frac{\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1}} = \frac{R_1 - R_2}{R_2} = \frac{R_1}{R_2} - 1$$

$$\frac{R_2 - R_1}{R_1} = \alpha t_2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{1 + \alpha t_2}; \frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot 100\% =$$

$$= \left( \frac{1}{1 + \alpha t_2} - 1 \right) \cdot 100\% = -\frac{\alpha t_2}{1 + \alpha t_2} \cdot 100\% \approx -11,4\%.$$

Найти

$$\frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot 100\%.$$

Ответ: уменьшится на 11,4%.

**№ 859.**

Дано:

$U_1 = 220 \text{ В},$

$P_1 = 100 \text{ Вт},$

$U_2 = 2 \text{ В},$

$I_2 = 54 \text{ мА} =$

$= 0,054 \text{ А},$

$\alpha = 0,0048 \text{ К}^{-1}.$

Решение.

$$\frac{R_1 - R_2}{R_2} = \alpha t; P_1 = \frac{U_1^2}{R_1}; R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} = \frac{(220 \text{ В})^2}{100 \text{ Вт}} = 484 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{2 \text{ В}}{0,054 \text{ А}} = 37 \text{ Ом}$$

$$t = \frac{R_1 - R_2}{\alpha R_2} = \frac{484 \text{ Ом} - 37 \text{ Ом}}{0,0048 \text{ К}^{-1} \cdot 37 \text{ Ом}} \approx 2500^\circ\text{C}.$$

Найти  $t$ . | Ответ:  $t = 2500^{\circ}\text{C}$ .

**№ 860.**

Дано:

$$\alpha = 0,006 \text{ K}^{-1},$$

$$t_2 = 50^{\circ}\text{C},$$

$$t_1 = 20^{\circ}\text{C}.$$

Решение.

$$\rho_1 = \rho_0(1 + \alpha t_1); \rho_2 = \rho_0(1 + \alpha t_2);$$

$$\rho_0 = \frac{\rho_1}{1 + \alpha t_1}; \rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \alpha t_1}(1 + \alpha t_2)$$

$$\rho_2 = \frac{12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}}{1 + 0,006 \text{ K}^{-1} \cdot 20^{\circ}\text{C}} (1 + 0,006 \text{ K}^{-1} \cdot 50^{\circ}\text{C}) \approx$$

$$\approx 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Найти  $\rho_2$ .

Ответ:  $\rho_2 = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

**№ 861.**

Дано:

$$n_3 = 3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3},$$

$$\rho = 5400 \text{ кг/м}^3,$$

$$M = 0,073$$

$$\text{кг/моль}.$$

Решение.

$$n = \rho \frac{N_A}{M};$$

$$\frac{n_3}{n} = \frac{n_3 M}{\rho N_A} = \frac{3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3} \cdot 0,073 \text{ кг/моль}}{5400 \text{ кг/м}^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} \approx$$

$$\approx 6,7 \cdot 10^{-10}.$$

Найти  $\frac{n_3}{n}$ .

Ответ:  $6,7 \cdot 10^{-10}$ .

**№ 862.**

Так как количества вещества индия и мышьяка равны, то образуется одинаковое количество свободных электронов и дырок. В этом случае образуется собственная электропроводимость. При увеличении концентрации индия будет дырочная проводимость, мышьяка — электронная.

**№ 863.**

Фосфор, мышьяк, сурьму.

**№ 864.**

Дано:

$$R = 1 \text{ кОм} = 10^3 \text{ Ом},$$

$$U = 20 \text{ В},$$

$$I_1 = 5 \text{ мА} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ А},$$

$$I_2 = 10 \text{ мА} = 10^{-2} \text{ А}.$$

$$\text{Решение. } I_1 = \frac{U}{R_1 + R}; R_1 = \frac{U}{I_1} - R$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2 + R}; R_2 = \frac{U}{I_2} - R$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{U}{I_1} - R}{\frac{U}{I_2} - R} = \frac{\frac{20 \text{ В}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ А}} - 10^3 \text{ Ом}}{\frac{20 \text{ В}}{10^{-2} \text{ А}} - 10^3 \text{ Ом}} = 3.$$

Найти $\frac{R_1}{R_2}$ .	Ответ: $\frac{R_1}{R_2} = 3$ .
---------------------------	--------------------------------

**№ 865.**

При росте освещенности увеличивается проводимость фоторезистора, т.е. сопротивление уменьшается. Таким образом, чем меньше сопротивление, тем больше освещенность.

Из графика видно, что  $R_2 < R_1$ . Поэтому к освещенному фоторезистору относится первый график, к затемненному — второй.

Закон Ома справедлив только при постоянной освещенности. Сопротивление освещенного фоторезистора в 3 раза меньше сопротивления затемненного.

**№ 866.**

Дано: $R_1 = 25 \text{ кОм} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Ом},$ $R = 5 \text{ кОм} = 5 \cdot 10^3 \text{ Ом},$ $U_1 = U_2 = U,$ $I_2 = 4I_1.$	Решение. $\begin{cases} U = I_1(R_1 + R) \\ U = I_2(R_2 + R) = 4I_1(R_2 + R) \end{cases}; 1 = \frac{R_1 + R}{4(R_2 + R)}$ $R_2 = \frac{R_1 - 3R}{4} = \frac{2,5 \cdot 10^4 \text{ Ом} - 3 \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ Ом}}{4} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 2,5 \text{ кОм}.$
Найти $R$ .	Ответ: $R_2 = 2,5 \text{ кОм}.$

**№ 867.**

Дано: $U_1 = 0,5 \text{ В},$ $I_1 = 5 \text{ мА} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ А},$ $U_2 = 10 \text{ В},$ $I_2 = 0,1 \text{ мА} = 10^{-4} \text{ А}.$	Решение. $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{0,5 \text{ В}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 100 \text{ Ом}$ $R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{10 \text{ В}}{10^{-4} \text{ А}} = 10^5 \text{ Ом} = 100 \text{ кОм}.$
Найти $R_1, R_2.$	Ответ: $R_1 = 100 \text{ Ом}; R_2 = 100 \text{ кОм}.$

**№ 868.**

Дано: $I_9 = 12 \text{ мА} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ А},$ $I_6 = 600 \text{ мкА} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ А}.$	Решение. $I_K = I_9 - I_6 = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ А} - 6 \cdot 10^{-4} \text{ А} = 1,14 \cdot 10^{-2} \text{ А} = 11,4 \text{ мА}.$
Найти $I_K.$	Ответ: $I_K = 11,4 \text{ мА}.$

**№ 869.**

Дано: $A_{\text{вых}} = 6,9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж},$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$	Решение. $A_{\text{вых}} = \frac{mv_{\text{min}}^2}{2}; v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{2A_{\text{вых}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ м/с} = 1,2 \text{ Мм/м}.$
Найти $v_{\text{min}}.$	Ответ: $v_{\text{min}} = 1,2 \text{ Мм/с}.$

**№ 870.**

Дано:

$$A_{\text{вых}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж},$$

$$\frac{v_2}{v_1} = 2,$$

$$v_1$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Решение.

$$A_{\text{вых}} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{m(2v_1)^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{3mv_1^2}{2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2A_{\text{вых}}}{3m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} \approx$$

$$\approx 0,34 \cdot 10^6 \text{ м/с} = 0,34 \text{ Мм/с}$$

$$v_2 = 2v_1 = 0,68 \text{ Мм/с}.$$

Найти  $v_1, v_2$ .Ответ:  $v_1 = 0,34 \text{ Мм/с}, v_2 = 0,68 \text{ Мм/с}.$ **№ 871.**

Дано:

$$v = 8 \text{ Мм/с} = 8 \cdot 10^6 \text{ м/с},$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг},$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$$

Решение.

$$eU = \frac{mv^2}{2}$$

$$U = \frac{mv^2}{2e} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (8 \cdot 10^6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 182 \text{ В}$$

Найти  $U$ .Ответ:  $U = 182 \text{ В}.$ **№ 872.**

Дано:

$$U = 16 \text{ кВ} =$$

$$= 1,6 \cdot 10^4 \text{ В},$$

$$L = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м},$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Решение.

$$eU = \frac{mv^2}{2};$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}; t = \frac{l}{v} = l \sqrt{\frac{m}{2eU}}$$

$$t = 0,3 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1,6 \cdot 10^4 \text{ В}}} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ с} = 4 \text{ нс}.$$

Найти  $t$ .Ответ:  $t = 4 \text{ нс}.$ **№ 873.**

Дано:

$$L = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м},$$

$$U = 440 \text{ В},$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Решение.

$$eU = \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}; eE = m \frac{v}{t}; e \frac{U}{l} = \frac{m}{t} \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

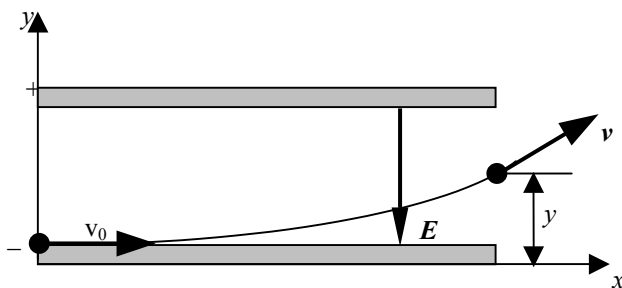
$$t = \frac{ml}{eU} \cdot \sqrt{\frac{2eU}{m}} = l \sqrt{\frac{2m}{eU}} = 10^{-2} \text{ м} \sqrt{\frac{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 440 \text{ В}}} =$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ с} = 1,6 \text{ нс}.$$

Найти  $t$ .Ответ:  $t = 1,6 \text{ нс}.$



**№ 874.**



Дано:

$$\begin{aligned} W_K &= 8 \text{ кэВ} = \\ &= 12,8 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}, \\ x &= 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}, \\ d &= 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}, \\ y &= 0,8 \text{ см} = 0,008 \text{ м}, \\ m &= 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}, \\ e &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}. \end{aligned}$$

Решение.

$$W_K = \frac{mv_0^2}{2} \cdot 4; \quad v_0 = \sqrt{\frac{2W_K}{m}} \cdot 4; \quad x = v_0 t = \sqrt{\frac{2W_K}{m}} \cdot t$$

$$t = \sqrt{\frac{m}{2W_K}} \cdot x; \quad eE = ma; \quad a = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md}$$

$$y = \frac{at^2}{2} = \frac{eU}{md} \cdot \frac{m}{2W_K} \cdot x^2 = \frac{eUx^2}{4dW_K}$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{4dyW_K}{ex^2} = \frac{4 \cdot 0,02 \text{ м} \cdot 0,008 \text{ м} \cdot 12,8 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot (0,04 \text{ м})^2} = \\ &= 3,2 \cdot 10^3 \text{ В} = 3,2 \text{ кВ}. \end{aligned}$$

Найти  $U$ .

Ответ:  $U = 3,2 \text{ кВ}$ .

**№ 875.**

Дано:

$$\begin{aligned} U &= 5 \text{ кВ} = 5 \cdot 10^3 \text{ В}, \\ x &= 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}, \\ E &= 40 \text{ кВ/м} = 4 \cdot 10^4 \text{ В/м}, \\ m &= 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}, \\ e &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}. \end{aligned}$$

Решение.

$$eU = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}; \quad x = vt; \quad t = \frac{x}{v} = \sqrt{\frac{m}{2eU}} \cdot x$$

$$eE = ma; \quad a = \frac{eE}{m};$$

$$y = \frac{at^2}{2} = \frac{eE}{2m} \cdot x^2 \cdot \frac{m}{2eU} = \frac{Ex^2}{4U}$$

$$y = \frac{4 \cdot 10^4 \text{ В/м} \cdot (0,05 \text{ м})^2}{4 \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ В}} = 0,005 \text{ м} = 0,5 \text{ см}.$$

Найти  $y$ .

Ответ:  $y = 0,5 \text{ см}$ .

**№ 876.**

При добавлении соли в раствор накал лампы увеличится, так как сопротивление раствора соли в цепи уменьшится.

**№ 877.**

а), б) — не изменится; в), г), д), е), и) — увеличится; ж), з) — уменьшится.

**№ 878.**

При последовательном соединении в ваннах выделится одинаковое количество меди ( $I_A = I_B = I$ ,  $m = kIt$ ). При параллельном соединении в ванне А выделится больше меди, так как в А больше концентрация раствора медного купороса, а, следовательно, меньше сопротивление и больше сила тока.

**№ 879.**

Дано: $m, I, k$ . Найти $t$ .	Решение. $m = kIt$ ; $t = \frac{m}{kI}$ .
----------------------------------	-------------------------------------------

**№ 880.**

Дано: $t = 20$ мин = 1200 с, $I = 0,5$ А, $m_1 = 70,4$ г = 0,0704 кг, $m_2 = 70,58$ г = 0,07058 кг.	Решение. $m_2 - m_1 = kIt$ $k = \frac{m_2 - m_1}{It} = \frac{0,07058 \text{ кг} - 0,0704 \text{ кг}}{0,5 \text{ А} \cdot 1200 \text{ с}} =$ $= 3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$
Найти $k$ .	Ответ: $x = 3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$

**№ 881.**

Дано: $m_1 = 10$ г = 0,01 кг, $k_1 = 0,36 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ , $k_2 = 0,18 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ .	Решение. $m_1 = k_1 q$ ; $m_2 = k_2 q = k_2 \frac{m_1}{k_1}$ $m_2 = 0,18 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл} \cdot \frac{0,01 \text{ кг}}{0,36 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 5 \text{ г.}$
Найти $m_2$ .	Ответ: $m_2 = 5$ г.

**№ 882.**

Дано: $n_1 = 2$ , $n_2 = 3$ , $M = 0,059$ кг/моль.	Решение. $k = \frac{M}{neN_A}$ ; $k_1 = \frac{0,059 \text{ кг/моль}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} =$ $= 3,06 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$ $k_2 = \frac{0,059 \text{ кг/моль}}{3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 2,04 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$
Найти $k_1, k_2$ .	Ответ: $k_1 = 3,06 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$ , $k_2 = 2,04 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$ .

**№ 883.**

Дано: $k_1 = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ .	Решение. $k_1 = \frac{M_1}{neN_A}$ ; $k_2 = \frac{M_2}{neN_A} = \frac{M_2}{\frac{M_1}{k_1 e N_A} \cdot e N_A} = \frac{M_2}{M_1} k_1$ ;
-----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	$k_2 = \frac{197 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{108 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} \cdot 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл} = 2,04 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}.$
Найти $k_2$ .	Ответ: $k_2 = 2,04 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}.$

### № 884.

Дано: $n_1 = 3, n_2 = 2,$ $M_1 = 0,056$ кг/моль, $M_2 = 0,024$ кг/моль.	Решение. $m_1 = k_1 It = \frac{M_1}{n_1 e N_A} It$ ; $m_2 = k_2 It = \frac{M_2}{n_2 e N_A} It$ $\frac{m_2}{m_1} = \frac{M_2 n_1}{M_1 n_2} = \frac{0,024 \text{ кг/моль} \cdot 3}{0,056 \text{ кг/моль} \cdot 2} = 1,53.$
Найти $\frac{m_2}{m_1}$ .	Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = 1,53.$

### № 885.

Дано: $t = 40 \text{ мин} =$ $= 2400 \text{ с},$ $I = 4 \text{ А},$ $k = 0,33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл},$ $n = 2,$ $M = 0,0635 \text{ кг/моль}.$	Решение. $m = kIt = \frac{M}{neN_A} It$ ; $v_1 = \frac{m}{M} = \frac{It}{neN_A} =$ $= \frac{4 \text{ А} \cdot 2400 \text{ с}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,05 \text{ моль}$ $v_2 = \frac{m}{M} = \frac{kIt}{M} = \frac{0,33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл} \cdot 4 \text{ А} \cdot 2400 \text{ с}}{0,0635 \text{ кг/моль}} = 0,05 \text{ моль}.$
Найти $v_1, v_2$ .	Ответ: $0,05 \text{ моль}.$

### № 886.

Дано: $U = 5 \text{ В},$ $I = 40 \text{ кА} = 4 \cdot 10^4 \text{ А},$ $m = 1 \text{ т} = 10^3 \text{ кг},$ $k = 0,093 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}.$	Решение. $m = kIt$ $t = \frac{m}{kI} = \frac{10^3 \text{ кг}}{0,093 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл} \cdot 4 \cdot 10^4 \text{ А}} = 268817,2 \text{ с} \approx 3,1 \text{ суток}$ $A = UIt = 5 \text{ В} \cdot 4 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot 268817,2 \text{ с} \approx$ $\approx 5,4 \cdot 10^9 \text{ Вт} \cdot \text{с} = 15 \cdot 10^6 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 15 \text{ МВт} \cdot \text{ч}.$
Найти $t, A$ .	Ответ: $t = 3,1 \text{ суток}, A = 15 \text{ МВт} \cdot \text{ч}.$

### № 887.

Дано: $\frac{U_1}{U_2} = 14,$ $k_1 = 0,093 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл},$ $k_2 = 0,33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл},$ $m_1 = m_2.$	Решение. $m_1 = k_1 q_1, m_2 = k_2 q_2; \frac{q_2}{q_1} = \frac{k_1}{k_2};$ $A_1 = q_1 U_1; A_2 = q_2 U_2;$ $\frac{A_1}{A_2} = \frac{q_1 U_1}{q_2 U_2} = \frac{k_2 U_1}{k_1 U_2} = \frac{0,33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}}{0,093 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}} \cdot 14 \approx 50.$
Найти $\frac{A_1}{A_2}$ .	Ответ: $\frac{A_1}{A_2} = 50.$

**№ 888.**

Дано:

$$m = 1 \text{ т} = 10^3 \text{ кг},$$

$$U = 0,4 \text{ В},$$

$$k = 0,33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}.$$

Решение.  $A = UIt$ ;  $m = kIt$ 

$$It = \frac{m}{k}; \quad A = U \frac{m}{k} = 0,4 \text{ В} \cdot \frac{10^3 \text{ кг}}{0,33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}} \approx$$

$$\approx 12 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot \text{с} \approx 330 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Найти  $A$ .Ответ:  $A = 330 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$ **№ 889.**

Дано:

$$V = 2,5 \text{ л} =$$

$$= 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3,$$

$$t = 25^\circ \text{C} = 298 \text{ К},$$

$$p = 100 \text{ кПа} =$$

$$= 10^5 \text{ Па},$$

$$U = 5 \text{ В},$$

$$\eta = 75\%$$

Решение.

$$pV = \frac{m}{M} RT; \quad m = p \frac{VM}{RT}; \quad p \frac{VM}{RT} = kq; \quad q = \frac{pVM}{kRT}$$

$$A_{\text{пол}} = qU = p \frac{VMU}{kRT}; \quad \eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\% = p \frac{VMU}{kRT A_{\text{затр}}} \cdot 100\%$$

$$A_{\text{затр}} = \frac{pVMU}{kRT\eta} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 0,002 \text{ кг/моль} \cdot 5 \text{ В}}{0,0104 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К} \cdot 75\%}$$

$$\cdot 100\% = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 0,13 \text{ МДж}.$$

Найти  $A_{\text{затр}}$ .Ответ:  $A_{\text{затр}} = 0,13 \text{ МДж}.$ **№ 890.**

Дано:

$$h = 50 \text{ мкм} =$$

$$= 5 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

$$j = 2 \text{ кА/м}^2 =$$

$$= 2 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2,$$

$$k = 0,18 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}.$$

Решение.

$$m = kIt; \quad t = \frac{m}{kI}; \quad m = \rho V = \rho Sh; \quad I = j \cdot S$$

$$t = \frac{\rho h}{kj} = \frac{7,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}}{0,18 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2} = 16,7 \text{ мин}.$$

Найти  $t$ .Ответ:  $t = 16,7 \text{ мин}.$ **№ 891.**

$$\frac{h}{jt} = \frac{h}{j \cdot \frac{m}{kI}} = \frac{h}{\frac{I \cdot \rho Sh}{kI}} = \frac{k}{\rho}$$

**№ 892.**

Дано:

$$t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с},$$

$$j_1 = 1 \text{ А/дм}^2 = 100 \text{ А/м}^2,$$

$$j_2 = 0,5 \text{ А/дм}^2 = 50 \text{ А/м}^2,$$

$$k_1 = 0,62 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл},$$

Решение.

$$\frac{h}{gt} = \frac{k}{\rho}; \quad h = \frac{k}{\rho} jt; \quad h_1 = \frac{0,62 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}}{7,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}.$$

$k_2 = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл},$ $\rho_1 = 7,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3,$ $\rho_2 = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$	$\cdot 100 \text{ А/м}^2 \cdot 3600 \text{ с} = 31 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 31 \text{ мкм}.$ $h_2 = \frac{1,12 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}}{10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} \cdot 50 \text{ А/м}^2 \cdot 3600 \text{ с} =$ $= 19 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 19 \text{ мкм}.$
Найти $h_1, h_2.$	Ответ: $h_1 = 31 \text{ мкм}, h_2 = 19 \text{ мкм}.$

### № 893.

Дано: $t = 1 \text{ с},$ $N_0 = 10^9 \text{ см}^{-3} = 10^{15} \text{ м}^{-3},$ $S = 100 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2,$ $d = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м},$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$	Решение. $I_n = \frac{q}{t} = \frac{eN}{t}. \quad N \text{ — максимальное число}$ <p>пар ионов, образующихся в <math>1 \text{ м}^3</math> за <math>1 \text{ с}.</math></p> $N = N_0 V = N_0 S d; \quad I_n = \frac{e N_0 S d}{t} =$ $= \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^{15} \text{ м}^{-3} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{1 \text{ с}} =$ $= 8 \cdot 10^{-8} \text{ А} = 80 \text{ нА}.$
Найти $I_n.$	Ответ: $80 \text{ нА}.$

### № 894.

Дано: $W = 2,5 \cdot 10^{-18} \text{ Дж},$ $d = 5 \text{ мкм} =$ $= 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$	Решение. $W = eU = eEd; \quad E = \frac{W}{ed} = \frac{2,5 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \approx$ $\approx 3,1 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 3,1 \text{ МВ/м}$ $W = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} \approx$ $\approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ м/с} = 2300 \text{ км/с}.$
Найти $E, v.$	Ответ: $E = 3,1 \text{ МВ/м}, v = 2300 \text{ км/с}.$

### № 895.

Дано: $d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м},$ $U = 600 \text{ В},$ $W = 1,7 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}.$	Решение. $W = eEL = e \frac{U}{d} l;$ $l = \frac{Wd}{eU} = \frac{1,7 \cdot 10^{-18} \text{ Дж} \cdot 0,1 \text{ м}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 600 \text{ В}} \approx 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1,8 \text{ мм}.$
Найти $L.$	Ответ: $L = 1,8 \text{ мм}.$

### № 896.

Дано: $U = 6 \text{ кВ} = 6 \cdot 10^3 \text{ В},$ $E = 3 \text{ МВ/м} = 3 \cdot 10^6 \text{ В/м}.$	Решение. $U = Ed; \quad d = \frac{U}{E} = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ В}}{3 \cdot 10^6 \text{ В/м}} =$ $= 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \text{ мм}.$
Найти $d.$	Ответ: $d = 2 \text{ мм}.$

**№ 897.**

До отключения конденсаторов заряд накапливается на них и после того, как конденсатор зарядится полностью, он разряжался. При этом мы наблюдали мощные искры через заметные промежутки времени.

**№ 898.**

Дано:  $t = 1 \text{ мс} = 10^{-3} \text{ с}$ ,  $q = 20 \text{ Кл}$ ,  
 $U = 2 \text{ ГВ} = 2 \cdot 10^9 \text{ В}$ ,  
 $n = 5$ .

Решение.  $I = \frac{q}{t} = \frac{20 \text{ Кл}}{10^{-3} \text{ с}} = 2 \cdot 10^4 \text{ А} = 20 \text{ кА}$   
 $P = UI = 2 \cdot 10^9 \text{ В} \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ А} = 4 \cdot 10^{13} \text{ Вт} = 40 \text{ ТВт}$   
 $W = P \cdot nt = 40 \text{ ТВт} \cdot 5 \cdot 1 \text{ с} = 200 \text{ ГДж}$ .

Найти  $I$ ,  $P$ ,  $W$ .

Ответ:  $I = 20 \text{ кА}$ ,  $P = 40 \text{ ТВт}$ ,  $W = 200 \text{ ГДж}$ .

**№ 899.**

Внизу напряженность поля больше за счет конвекции.

**№ 900.**

Дано:  
 $n = 2,7 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$ .

Решение.  $n_1 = \frac{N}{V}$ . Найдем полное число молекул в объеме  $V = 1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$ . В одном литре газа содержится  $\frac{1}{22,4}$  моль вещества. Следовательно, в  $1 \text{ м}^3$  содержится  $\frac{1000}{22,4} \approx 44,6$  моль газа.  
 $N = \nu N_A = 44,6 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \approx 2685 \cdot 10^{22}$   
 $n_1 = 2685 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$ ;  $\alpha = \frac{n}{n_1} \cdot 100\% = \frac{2,7}{2685} \cdot 100\% \approx 0,1\%$ .

Найти  $\alpha$ .

Ответ:  $\alpha = 0,1\%$ .

**№ 901.**

Дано:  
 $W = 2,5 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ .

Решение.

$W = \frac{3}{2} kT$ ;  $T = \frac{2W}{3k} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}}{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ К}$ .

Найти  $T$ .

Ответ:  $T = 1,2 \cdot 10^5 \text{ К}$ .

## Электромагнитная индукция

Явление электромагнитной индукции заключается в том, что при изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную некоторым контуром, в нем возникает ЭДС индукции  $\varepsilon$ , выражаемая законом Фарадея (законом электромагнитной индукции):

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где  $\Delta\Phi$  — изменение магнитного потока,  $\Delta t$  — промежуток времени, за которое это изменение произошло.

Знак «минус» отражает правило Ленца, которое утверждает, что при изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, в последнем возникает индукционный ток такого направления, что магнитное поле этого тока противодействует изменению магнитного потока. В большинстве задач этот знак может быть опущен.

Явление самоиндукции заключается в том, что при изменении тока в цепи возникает ЭДС, противодействующая этому изменению. Магнитный поток  $\Phi$  через поверхность, ограниченную контуром, прямо пропорционален силе тока  $I$  в контуре:  $\Phi = LI$ , где  $L$  — коэффициент пропорциональности, называемый индуктивностью. Индуктивность зависит от формы и размеров контура и магнитных свойств среды, в которой он находится. Тогда ЭДС самоиндукции выражается через изменение силы тока в цепи  $\Delta I$  следующей формулой:

$$\varepsilon = -L\frac{\Delta I}{\Delta t},$$

где  $\Delta t$  — время, за которое это изменение произошло.

Энергия магнитного поля  $W$  выражается формулой:

$$W = \frac{LI^2}{2}.$$

### № 902.

а), г) — определить направление индукционного тока; б), д) — определить направление движения проводника с током в магнитном поле; в) — определить положение магнитных полюсов; е) — какого

направления индукционный ток возникает в рамке, вращающейся по часовой стрелке; ж) — определить знаки на клеммах соленоида.

**№ 903.**

а), г) — не будет; б), в), д) — будет.

**№ 904.**

У первого и второго — время падения одинаковое, у третьего — меньше. При приближении третьего магнита к замкнутому соленоиду в последнем возникает индукционный ток, создающий свое магнитное поле, тормозящее движение маятника.

**№ 905.**

Против движения часовой стрелки; по часовой стрелке.

По часовой стрелке; против часовой стрелки.

**№ 906.**

При вращении магнита в витке проволоки меняется индукционный ток, а, следовательно, и магнитное поле, созданное этим током. В результате виток начинает вращаться в ту же сторону, что и магнит.

**№ 907.**

При покачивании стрелки одного гальванометра вместе со стрелкой колеблется катушка, находящаяся в постоянном магнитном поле. В результате в катушке возникает индукционный ток, который и показывает второй гальванометр.

**№ 908.**

Потому что в латуни возникает индукционный ток, создающий магнитное поле, которое препятствует изменению магнитного поля стрелки.

**№ 909.**

Ускорение больше при меньшем сопротивлении и большей скорости.

**№ 910.**

По линейному закону.

**№ 911.**

Дано: $\Delta t = 5 \text{ мс} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с},$ $\Phi_1 = 9 \text{ мВб} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ Вб},$ $\Phi_2 = 4 \text{ мВб} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}.$	Решение. $\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} - 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ с}} =$ $= 1 \text{ В}.$
Найти $\varepsilon$ .	Ответ: $\varepsilon = 1 \text{ В}.$



**№ 912.**

Дано:  
 $n = 2000$ ,  
 $\varepsilon = 120 \text{ В}$ .

Решение.

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| N; \quad \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\varepsilon}{N} = \frac{120 \text{ В}}{2000} = 0,06 \text{ Вб/с}.$$

Найти  $\left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$ .

Ответ: 0,06 Вб/с.

**№ 913.**

Дано:  $S = 50 \text{ см}^2 =$   
 $= 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ ,  
 $B_1 = 0,2 \text{ Тл}$ ,  
 $B_2 = 0,3 \text{ Тл}$ ,  
 $\Delta t = 4 \text{ мс} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ ,  
 $\varepsilon = 10 \text{ В}$ .

Решение.

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| n = \frac{\Delta BS}{\Delta t} n = \frac{(B_2 - B_1) S n}{\Delta t}$$

$$n = \frac{\varepsilon \Delta t}{(B_2 - B_1) S} = \frac{10 \text{ В} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ с}}{(0,3 \text{ Тл} - 0,2 \text{ Тл}) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2} = 80.$$

Найти  $n$ .

Ответ:  $n = 80$ .

**№ 914.**

Дано:  
 $R = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ,  
 $\Delta\Phi = 18,6 \text{ мВб} =$   
 $= 1,86 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$ ,  
 $\Delta t = 5,9 \text{ мс} = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ .

Решение.

$$E = \frac{\varepsilon}{\alpha} = \frac{\Delta\Phi}{2\pi r \Delta t}; \quad E = \frac{1,86 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}}{2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ с}} \approx$$

$$\approx 10 \text{ В/м}.$$

Найти  $E$ .

Ответ:  $E = 10 \text{ В/м}$ .

**№ 915.**

Дано:  
 $R = 0,03 \text{ Ом}$ ,  
 $\Delta\Phi = 12 \text{ мВб} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$ .

Решение.  $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ;  $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{q}{\Delta t}$

$$q = \frac{\varepsilon \Delta t}{R} = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{1,2 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}}{0,03 \text{ Ом}} = 0,4 \text{ Кл}.$$

Найти  $q$ .

Ответ:  $q = 0,4 \text{ Кл}$ .

**№ 916.**

Дано:  
 $B = 0,1 \text{ Тл}$ ,  
 $R = 3,4 \text{ см} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ,  
 $S = 1 \text{ мм}^2 = 10^{-6} \text{ м}^2$ ,  
 $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

Решение.

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B \pi R^2}{\Delta t}; \quad I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon}{\rho \cdot \frac{2\pi R}{S}} = \frac{\varepsilon S}{2\pi \rho R};$$

$$I = \frac{q}{\Delta t}; \quad q = \frac{\varepsilon \Delta t S}{2\pi \rho R} = \frac{B \pi R^2 \cdot \Delta t \cdot S}{\Delta t 2\pi \rho R} = \frac{BRS}{2\rho}$$

$$q = \frac{0,1 \text{ Тл} \cdot 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}} = 0,1 \text{ Кл}.$$

Найти  $q$ .

| Ответ:  $q = 0,1$  Кл.

**№ 917.**

Дано:  $L = 10$  см =  $0,1$  м,  
 $S = 1,4$  мм<sup>2</sup> =  $1,4 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>,  
 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 10$  Вб/с =  $10^{-2}$  Вб/с,  
 $\rho = 2,8 \cdot 10^{-6}$  Ом·м.

Решение.

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}}{\frac{\rho L}{S}} = \frac{\Delta \Phi S}{\Delta \rho \cdot l}; I = \frac{10^{-2} \text{ Вб/с} \cdot 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 0,1 \text{ м}} = 5 \text{ А}.$$

Найти  $I$ .

| Ответ:  $I = 5$  А.

**№ 918.**

Дано:  
 $L = 0,25$  м,  
 $B = 8$  мТл =  $8 \cdot 10^{-3}$  Тл,  
 $v = 5$  м/с,  $\alpha = 60^\circ$ .

Решение.

$$\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta S \cos \alpha}{\Delta t} = \frac{B v \Delta t \cdot l \cdot \cos \alpha}{\Delta t} = B v l \cos \alpha$$

$$\varepsilon = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} \cdot 5 \text{ м/с} \cdot 0,25 \text{ м} \cdot \cos 60^\circ = 5 \cdot 10^{-3} \text{ В} = 5 \text{ мВ}.$$

Найти  $\varepsilon$ .

| Ответ:  $\varepsilon = 5$  мВ.

**№ 919.**

Дано:  
 $L = 1$  м,  
 $\alpha = 30^\circ$ ,  
 $\varepsilon = 1$  В,  
 $B = 0,2$  Тл.

Решение.

$$\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta S \cos \alpha}{\Delta t} = \frac{B v \Delta t \cdot l \cdot \cos \alpha}{\Delta t} = B v l \cos \alpha$$

$$v = \frac{\varepsilon}{B l \cos \alpha} = \frac{1 \text{ В}}{0,2 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м} \cdot \cos 30^\circ} \approx 5,8 \text{ м/с}.$$

Найти  $v$ .

| Ответ:  $v = 5,8$  м/с.

**№ 920.**

Дано:  
 $L = 1$  м,  
 $R = 2$  Ом,  
 $B = 0,1$  Тл,  
 $\varepsilon = 1$  В,  
 $v = 4$  м/с,  
 $I = 0$ .

Решение.

а) Проводник покоится  $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{1 \text{ В}}{2 \text{ Ом}} = 0,4 \text{ А}$

б) Проводник движется вправо  $I = \frac{\varepsilon_{\text{общ}}}{R} = \frac{\varepsilon - \varepsilon_1}{R}$

$$\varepsilon_1 = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{B \Delta S}{\Delta t} = - B \cdot l \cdot v$$

$$I = \frac{\varepsilon + B l v}{R} = \frac{1 \text{ В} + 0,1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м} \cdot 4 \text{ м/с}}{2 \text{ Ом}} = 0,7 \text{ А}$$

в) Проводник движется влево

$$I = \frac{\varepsilon_{\text{общ}}}{R} = \frac{\varepsilon - B l v}{R} = \frac{1 \text{ В} - 0,1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м} \cdot 4 \text{ м/с}}{2 \text{ Ом}} = 0,3 \text{ А}$$

г)  $I = 0$ ;  $\varepsilon = B L v$ ;  $v = \frac{\varepsilon}{B l} = \frac{1 \text{ В}}{0,1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}} = 10 \text{ м/с}.$

Найти  $I$ ,  $v$ . | Ответ: а)  $I = 0,5$  А; б)  $I = 0,7$  А; в)  $I = 0,3$  А;  
г)  $v = 10$  м/с и направлена влево.

**№ 921.**

Дано: $I = 5$ А, $\Phi = 0,5$ мВб $= 5 \cdot 10^{-4}$ Вб.	Решение. $L = \frac{\Phi}{I} = \frac{5 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}}{5 \text{ А}} = 10^{-4} \text{ Гн} = 0,1 \text{ мГн.}$
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $L$ .	Ответ: $L = 0,1$ мГн.
-------------	-----------------------

**№ 922.**

Дано: $L = 0,2$ мГн $= 2 \cdot 10^{-4}$ Гн, $I = 10$ А.	Решение. $\Phi = LI = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Гн} \cdot 10 \text{ А} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} = 2 \text{ мВб.}$
---------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $\Phi$ .	Ответ: $\Phi = 2$ мВб.
----------------	------------------------

**№ 923.**

Дано: $\Delta I = 2$ А, $\Delta t = 0,25$ с, $\varepsilon = 20$ мВ $= 2 \cdot 10^{-2}$ В.	Решение. $L = \frac{\Delta \Phi}{\Delta I} = \frac{\varepsilon \Delta t}{\Delta I} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ В} \cdot 0,25 \text{ с}}{2 \text{ А}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 2,5 \text{ мГн.}$
-------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $L$ .	Ответ: $L = 2,5$ мГн.
-------------	-----------------------

**№ 924.**

Дано: $L = 0,4$ Гн, $\Delta I = 5$ А, $\Delta t = 0,02$ с.	Решение. $\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{L \Delta I}{\Delta t} = \frac{0,4 \text{ Гн} \cdot 5 \text{ А}}{0,02 \text{ с}} = 100 \text{ В.}$
------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $\varepsilon$ .	Ответ: $\varepsilon = 100$ В.
-----------------------	-------------------------------

**№ 925.**

Для того, чтобы уменьшить ЭДС самоиндукции.

**№ 926.**

- а) Накал лампочки на мгновение уменьшается;
- б) накал вновь становится полным;
- в) накал лампочки на мгновение увеличивается.

**№ 927.**

Дано: $L = 0,6$ Гн, $I_1 = 20$ А, $I_2 = \frac{I_1}{2}$ .	Решение. $W_1 = \frac{LI_1^2}{2} = \frac{0,6 \text{ Гн} \cdot (20 \text{ А})^2}{2} = 120 \text{ Дж.}$ $\frac{W_1}{W_2} = \frac{LI_1^2}{2} \cdot \frac{2}{LI_2^2} = \left( \frac{I_1}{I_2} \right)^2 = 4.$
--------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Энергия уменьшится в 4 раза.

Найти $W_1, \frac{W_1}{W_2}$ .	Ответ: $W_1 = 120 \text{ Дж}, \frac{W_1}{W_2} = 4$ .
--------------------------------	------------------------------------------------------

**№ 928.**

Дано: $L = 0,5 \text{ Гн},$ $W = 1 \text{ Дж}.$	Решение. $W = \frac{LI^2}{2}; I = \sqrt{\frac{2W}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1 \text{ Дж}}{0,5 \text{ Гн}}} = 2 \text{ А}.$
-------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $I$ .	Ответ: $I = 2 \text{ А}.$
-------------	---------------------------

**№ 929.**

Дано: $I = 10 \text{ А},$ $\Phi = 0,5 \text{ Вб}.$	Решение. $W = \frac{LI^2}{2}; L = \frac{\Phi}{I}; W = \frac{\Phi I^2}{2I} = \frac{\Phi I}{2} = \frac{0,5 \text{ Вб} \cdot 10 \text{ А}}{2} = 2,5 \text{ Дж}.$
----------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $W$ .	Ответ: $W = 2,5 \text{ Дж}.$
-------------	------------------------------

**№ 930.**

Дано: $I_1, I_2, \Delta W.$	Решение. $\Delta W = \frac{LI_2^2}{2} - \frac{LI_1^2}{2} = \frac{L}{2}(I_2^2 - I_1^2); L = \frac{2\Delta W}{I_2^2 - I_1^2}.$
--------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $L$ .	
-------------	--

**№ 931.**

Дано: $L, \frac{I_2}{I_1} = n,$	Решение. $\Delta W = \frac{LI_2^2}{2} - \frac{LI_1^2}{2} = \frac{L}{2}I_1^2(n^2 - 1); I_1 = \sqrt{\frac{2\Delta W}{L(n^2 - 1)}};$
------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

$\frac{\Delta W}{\text{Найти } W_1, I_1}.$	$W_1 = \frac{LI_1^2}{2} = \frac{\Delta W}{n^2 - 1}$
--------------------------------------------	-----------------------------------------------------

## Электромагнитные колебания

Рассмотрим колебательный контур, состоящий из конденсатора емкости  $C$  и катушки индуктивности  $L$ . Если в начальный момент времени конденсатор  $C$  имеет заряд  $q_0$ , то в контуре возникнут электромагнитные колебания. Заряд  $q$  на конденсаторе изменяется от времени  $t$  по гармоническому закону:

$$q(t) = q_0 \cos \omega t ,$$

где  $q_0$  — амплитуда колебаний заряда,  $\omega$  — собственная частота колебаний.

Период  $T$  собственных электромагнитных колебаний в колебательном контуре выражается формулой Томсона:  $T = 2\pi\sqrt{LC}$ .

Частота  $\nu$  электромагнитных колебаний равна:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} .$$

Переменным электрическим током называется ток  $I$ , который изменяется во времени по гармоническому закону:

$$I(t) = I_0 \cos \omega t ,$$

где  $I_0$  — амплитуда колебаний тока,  $\omega$  — частота переменного тока.

В случае переменного тока напряжение  $U$  прямо пропорционально силе тока  $I$ :

$$U = ZI ,$$

где  $Z$  — коэффициент пропорциональности, называемый импедансом. Его можно записать в виде:

$$Z = \sqrt{X_R^2 + X_C^2 + X_L^2} ,$$

где  $X_R = R$  — активное сопротивление,  $X_C = \frac{1}{\omega C}$  — емкостное сопротивление,  $X_L = \omega L$  — индуктивное сопротивление.

Отметим, что переменный ток в отличие от постоянного течет через конденсатор. При высоких частотах  $\omega$  емкостное сопротивление падает почти до нуля, а индуктивное значительно возрастает. При низких частотах соответственно наоборот.

Средняя за период мощность  $P$  в цепи переменного тока определяется формулой:

$$P = \frac{U_0 I_0}{2},$$

где  $I_0, U_0$  — амплитуды силы тока и напряжения соответственно.

Отметим, что мощность выделяется только на активном сопротивлении.

Пусть у нас имеется нагрузка сопротивлением  $R$ . Действующим (эффективным) значением силы переменного тока  $I_{\text{д}}$  называется величина, при которой на нагрузке  $R$  при постоянной силе тока  $I_{\text{д}}$  выделяется мощность, равная средней мощности нашего переменного тока. Можно доказать, что  $I_{\text{д}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ . Аналогичным образом дается определение действующего (эффективного) напряжения:

$$U_{\text{д}} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}.$$

Трансформатор — это устройство, предназначенное для преобразования напряжения переменного тока. Он состоит из магнитного сердечника, первичной и вторичной обмоток. Пусть первичная обмотка содержит  $n_1$  витков, а вторичная —  $n_2$ . Если мы подадим на первичную обмотку напряжение  $U_1$ , то во вторичной обмотке индуцируется напряжение  $U_2$ . Они связаны следующей формулой:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ .

### № 932.

Дано:

$$\frac{q_1}{q_2} = 2.$$

Решение.  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{q_1/c}{q_2/c} = \frac{q_1}{q_2} = 2.$

Напряжение уменьшилось в 2 раза

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_1/R}{U_2/R} = \frac{U_1}{U_2} = 2. \text{ Сила тока уменьшилась}$$

$$\text{в 2 раза } \frac{W_1}{W_2} = \frac{q_1^2/(2c)}{q_2^2/(2c)} = \left(\frac{q_1}{q_2}\right)^2 = 4.$$

Суммарная энергия уменьшилась в 4 раза.

Найти  $\frac{U_1}{U_2}, \frac{I_1}{I_2}, \frac{W_1}{W_2}$

Ответ:  $\frac{U_1}{U_2} = 2, \frac{I_1}{I_2} = 2, \frac{W_1}{W_2} = 4.$

### № 933.

Дано:

$$\Delta U = 20 \text{ В},$$

$$\frac{I_2}{I_1} = 2.$$

Решение.

$$\begin{cases} U_2 - U_1 = \Delta U \\ \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2}{I_1} = 2 \end{cases}; U_2 = 2U_1; 2U_1 - U_1 = \Delta U; U_1 = \Delta U = 20 \text{ В}.$$

Найти  $U$ .

Ответ:  $U_1 = 20 \text{ В}.$

### № 934.

Дано:

$$L = 0,2 \text{ Гн},$$

$$I_0 = 40 \text{ мА} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ А},$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{2}.$$

Решение.

$$W_L = \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_0^2}{8} = \frac{0,2 \text{ Гн} \cdot (4 \cdot 10^{-2} \text{ А})^2}{8} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} = 40 \text{ мкДж}$$

$$W_C = W - W_L = \frac{LI_0^2}{2} - \frac{LI_0^2}{8} = \frac{3}{8} \cdot 0,2 \text{ Гн} \cdot (4 \cdot 10^{-2} \text{ А})^2 = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} = 120 \text{ мкДж}.$$

Найти  $W_C$ ,  
 $W_L$ .

Ответ:  $W_L = 40 \text{ мкДж}$ ,  $W_C = 120 \text{ мкДж}$ .

### № 935.

Дано:  $C = 400 \text{ пФ} =$

$$= 4 \cdot 10^{-10} \text{ Ф},$$

$$L = 10 \text{ мГн} = 10^{-2} \text{ Гн},$$

$$U_m = 500 \text{ В}.$$

Решение.

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}; \quad I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot U_m = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}}{10^{-2} \text{ Гн}}} \cdot 500 \text{ В} = 0,1 \text{ А}.$$

Найти  $I_m$ .

Ответ:  $I_m = 0,1 \text{ А}$ .

### № 936.

Дано:

$$I_m = 1,4 \text{ мА} = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ А},$$

$$U_m = 280 \text{ В},$$

$$W_L = W_C.$$

Решение.  $W_C + W_L = W$ ;  $W_C = W_L$ ;  $2W_C = W$

$$2 \frac{CU^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2}; \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{280 \text{ В}}{\sqrt{2}} \approx 200 \text{ В}; \quad 2W_L = W$$

$$2 \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}; \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{1,4 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{\sqrt{2}} \approx 10^{-3} \text{ А} = 1 \text{ мА}.$$

Найти  $I$ ,  $U$ .

Ответ:  $I = 1 \text{ мА}$ ,  $U = 200 \text{ В}$ .

### № 937.

Дано:

$$L = 31 \text{ мГн} = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ Гн},$$

$$S = 20 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

$$d = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м},$$

$$I_m = 0,2 \text{ мА} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ А},$$

$$U_m = 10 \text{ В}.$$

Решение.  $W_{mL} = W_{mC}$

$$\frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2}; \quad C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}; \quad \frac{LI_m^2}{2} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S U_m^2}{2d}$$

$$\epsilon = \frac{LI_m^2 \cdot d}{\epsilon_0 S U_m^2} = \frac{3,1 \cdot 10^{-2} \text{ Гн} \cdot (2 \cdot 10^{-4} \text{ А})^2 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}}{\text{В} \cdot \text{м}} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot (10 \text{ В})^2} = 7.$$

Найти  $\epsilon$ .

Ответ:  $\epsilon = 7$ .

### № 938.

Дано:

$$C, L, U, U,$$

Найти  $I, W,$   
 $W_C, W_L, I$ .

Решение.  $W = \frac{CU^2}{2}; \quad \frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2}; \quad I = \sqrt{\frac{C}{L}} U; \quad W_C = \frac{Cu^2}{2}$

$$W_L = W - W_C; \quad W_L = \frac{Li^2}{2}; \quad I = \sqrt{\frac{2W_L}{L}}$$

### № 939.

Дано:

$$q = 10^{-6} \cos 10^4 \pi t.$$

Решение.

$$I = q'(t) = -10^{-6} \cdot 10^4 \pi \cdot \sin 10^4 \pi t = -10^{-2} \pi \cdot \sin 10^4 \pi t$$

$$I_m = 10^{-2} \pi \text{ А} = 31,4 \text{ мА}; \omega = 10^4 \pi$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10^4 \pi} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ с} = 0,2 \text{ мс}$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-4} \text{ с}} = 5 \cdot 10^3 \text{ Гц} = 5 \text{ кГц}$$

$$q_m = 10^{-6} \text{ Кл} = 1 \text{ мкКл}.$$

Найти  $I(t)$ ,  $T$ ,  $\nu$ ,  
 $q_m$ ,  $I_m$ .

Ответ:  $I(t) = -10^{-2} \pi \cdot \sin 10^4 \pi t$ ,  $T = 0,2 \text{ мс}$ ,  
 $\nu = 5 \text{ кГц}$ ,  $q_m = 1 \text{ мкКл}$ ,  $I_m = 31,4 \text{ мА}$ .

### № 940.

Дано:

$$C = 1 \text{ мкФ} =$$

$$= 10^{-6} \text{ Ф},$$

$$L = 4 \text{ Гн},$$

$$q_m = 100 \text{ мкКл} =$$

$$= 10^{-4} \text{ Кл}.$$

Решение.

$$q = q_m \cos \omega_0 t; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{10^{-6} \text{ Ф} \cdot 4 \text{ Гн}}} = 500 \text{ с}^{-1}$$

$$q(t) = 10^{-4} \cos 500 t$$

$$I(t) = q'(t) = -10^{-4} \cdot 500 \sin 500 t = -0,05 \sin 500 t$$

$$U(t) = U_m \cos 500 t$$

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}; U_m = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot I_m = \sqrt{\frac{4 \text{ Гн}}{10^{-6} \text{ Ф}}} \cdot 0,05 \text{ А} = 100 \text{ В}$$

$$U(t) = 100 \cos 500 t.$$

Найти  $q(t)$ ,  $I(t)$ ,  
 $U(t)$ ,  $I_m$ ,  $U_m$ .

Ответ:  $q(t) = 10^{-4} \cos 500 t$ ;  
 $I(t) = -0,05 \sin 500 t$ ;  $U(t) = 100 \cos 500 t$ ;  
 $I_m = 0,05 \text{ А}$ ;  $U_m = 100 \text{ В}$ .

### № 941.

Дано:

$$C = 0,4 \text{ мкФ} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-7} \text{ Ф},$$

$$\nu = 50 \text{ кГц} =$$

$$= 5 \cdot 10^4 \text{ Гц},$$

$$q_m = 8 \text{ мкКл} =$$

$$= 8 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

Решение.

$$q(t) = q_m \cos \omega_0 t;$$

$$\omega_0 = 2\pi\nu = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^4 \text{ Гц} = 10^5 \pi \text{ с}^{-1}$$

$$q(t) = 8 \cdot 10^{-6} \cdot \cos 10^5 \pi t; I(t) = q'(t) = -8 \cdot 10^{-6} \cdot 10^5 \pi \cdot$$

$$\sin 10^5 \pi t = -0,8 \pi \sin 10^5 \pi t \approx -2,5 \sin 10^5 \pi t$$

$$I_m = 2,5 \text{ А};$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; L = \frac{1}{\omega_0^2 C} = \frac{1}{(10^5 \cdot 3,14 \cdot \text{с}^{-1})^2 \cdot 4 \cdot 10^{-7} \text{ Ф}} \approx$$

$$\approx 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ Гн} = 25 \text{ мкГн}$$

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}; U_m = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot I_m = \sqrt{\frac{2,5 \cdot 10^{-5} \text{ Гн}}{4 \cdot 10^{-7} \text{ Ф}}} \cdot 2,5 \text{ А} = 20 \text{ В}$$

$$U(t) = U_m \cos \omega_0 t = 20 \cos 10^5 \pi t.$$



Найти $q(t)$ , $U(t)$ , $I(t)$ , $U_m$ , $I_m$ , $L$ .	Ответ: $q(t) = 8 \cdot 10^{-6} \cos 10^5 \pi t$ ; $U(t) = 20 \cos 10^5 \pi t$ ; $I(t) = -2,5 \sin 10^5 \pi t$ ; $U_m = 20 \text{ В}$ ; $I_m = 2,5 \text{ А}$ ; $L = 25 \text{ мкГн}$ .
--------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**№ 942.**

Дано: $q = \frac{q_m}{2}$ .	Решение. $q = q_m \cos \omega_0 t = q_m \cos 2\pi \frac{t}{T}$ ; $\cos 2\pi \frac{t}{T} = \frac{q}{q_m} = \frac{1}{2}$ ; $2\pi \frac{t}{T} = \frac{\pi}{3}$ ; $\frac{t}{T} = \frac{1}{6}$ .
--------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $\frac{t}{T}$ .	Ответ: $\frac{t}{T} = \frac{1}{6}$ .
-----------------------	--------------------------------------

**№ 943.**

Дано: $U_m = 100 \text{ В}$ , $\nu = 5 \text{ МГц}$ , $U = 71 \text{ В}$ .	Решение. $U = U_m \cos \omega_0 t$ ; $\omega_0 = 2\pi \nu$ ; $U = U_m \cos 2\pi \nu t$ $\cos 2\pi \nu t = \frac{u}{U_m}$ ; $2\pi \nu t = \arccos \frac{u}{U_m}$ $t = \frac{\arccos \frac{u}{U_m}}{2\pi \nu} = \frac{\arccos \frac{71 \text{ В}}{100 \text{ В}}}{2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^6 \text{ Гц}} = 25 \cdot 10^{-9} \text{ с} = 25 \text{ нс}$ .
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $t$ .	Ответ: 25 нс.
-------------	---------------

**№ 944.**

Дано: $\frac{W_C}{W_L} = n$ .	Решение. $W_C + W_L = W$ $\frac{Cu^2}{2} + \frac{Cu^2}{2n} = \frac{CU_m^2}{2}$ ; $\frac{u}{U_m} = \sqrt{\frac{n}{n+1}}$ ; $U = U_m \cos \frac{2\pi}{T} t$ $\frac{t}{T} = \frac{\arccos \sqrt{\frac{n}{n+1}}}{2\pi}$
----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Найти $\frac{u}{U_m}$ , $\frac{t}{T}$ .	
-----------------------------------------	--

**№ 945.**

Дано: $C$ , $L$ .	Решение. $T = 2\pi \sqrt{LC}$ ; $\nu = \frac{1}{T}$
----------------------	--------------------------------------------------------

Найти $T$ , $\nu$ .	
---------------------	--

**№ 946.**

Дано:

$$L_1 = 0,1 \text{ мкГн} = 10^{-7} \text{ Гн},$$

$$L_2 = 10 \text{ мкГн} = 10^{-5} \text{ Гн},$$

$$C_1 = 50 \text{ пФ} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ Ф},$$

$$C_2 = 5000 \text{ пФ} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}.$$

Решение.

$$\nu_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}$$

$$\nu_1 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{10^{-7} \text{ Гн} \cdot 5 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}}} \approx 7,1 \cdot 10^5$$

$$\Gamma_{\text{ц}} = 710 \text{ кГц}$$

$$\nu_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}} \quad \nu_2 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{10^{-5} \text{ Гн} \cdot 5 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}}} \approx 7,1 \cdot 10^7 \text{ Гц} = 71 \text{ МГц}.$$

Найти  $\nu_1, \nu_2$ .Ответ:  $\nu_1 = 710 \text{ кГц}$ ,  $\nu_2 = 71 \text{ МГц}$ .**№ 947.**

Дано:

$$C = 50 \text{ пФ} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ Ф},$$

$$\nu = 10 \text{ МГц} = 10^7 \text{ Гц}.$$

Решение.

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$L = \frac{1}{(2\pi\nu)^2 C} = \frac{1}{(2 \cdot 3,14 \cdot 10^7 \text{ Гц})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}} = 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} = 5,1 \text{ мкГн}.$$

Найти  $L$ .Ответ:  $L = 5,1 \text{ мкГн}$ .**№ 948.**

Дано:

$$\frac{C_2}{C_1} = 25,$$

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{1}{16}.$$

$$\text{Решение. } \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} \cdot \frac{2\pi\sqrt{L_2 C_2}}{1} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}} = \sqrt{\frac{25}{16}} = \frac{5}{4} = 1,25.$$

Найти  $\frac{\nu_1}{\nu_2}$ .

Ответ: уменьшится в 1,25 раза.

**№ 949.**

Дано:

$$\Delta C = 0,08 \text{ мкФ} = 8 \cdot 10^{-8} \text{ Ф},$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 3.$$

Решение.  $C_2 - C_1 = \Delta C$ ;

$$\frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^2; C_2 = C_1 \left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^2; C_1 \left(\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^2 - 1\right) = \Delta C$$

$$C_1 = \frac{\Delta C}{\left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^2 - 1} = \frac{8 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}}{3^2 - 1} = 10^{-8} \text{ Ф} = 0,01 \text{ мкФ}.$$

Найти  $C_1$ .Ответ:  $C_1 = 0,01 \text{ мкФ}$ .

**№ 950.**

Дано: $\Delta C,$ $T_2 = nT_1.$	Решение. $T = 2\pi\sqrt{LC}; n = \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$
Найти $C_1.$	$C_2 = n^2 C_1; C_2 - C_1 = \Delta C; C_1(n^2 - 1) = \Delta C; C_1 = \frac{\Delta C}{n^2 - 1}$

**№ 951.**

Дано: $\frac{\omega_2}{\omega_1} = 3.$	Решение. $\Phi_1 = BS \cos \omega_1 t; \Phi_2 = BS \cos \omega_2 t = BS \cos 3\omega_1 t$ $\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt}; \varepsilon_1 = -BS\omega_1 \sin \omega_1 t = -\varepsilon_1 \sin \omega_1 t$ $\varepsilon_2 = -3BS\omega_1 \sin 3\omega_1 t = -\varepsilon_2 \sin \omega_2 t$ $\frac{\omega'_2}{\omega'_1} = \frac{3\omega_1}{\omega_1} = 3; \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{3BS\omega_1}{BS\omega_1} = 3.$
Найти $\frac{\omega'_2}{\omega'_1}, \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}.$	Ответ: частота и ЭДС переменного тока увеличатся в 3 раза.

**№ 952.**

Дано: $S = 200 \text{ см}^2 =$ $= 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$ $\nu = 8 \text{ с}^{-1},$ $B = 0,4 \text{ Тл}.$	Решение. $\Phi(t) = \Phi_0 \sin 2\pi\nu t = BS \sin 2\pi\nu t$ $\Phi(t) = 0,4 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \sin 2\pi \cdot 8 t = 0,008 \sin 16\pi t$ $\varepsilon(t) = \frac{d\Phi}{dt} = 0,008 \cdot 16\pi \cos 16\pi t = 0,13\pi \cos 16\pi t$ $\varepsilon_m = 0,13\pi \text{ В} = 0,4 \text{ В}.$
Найти $\Phi(t), \varepsilon(t),$ $\varepsilon_m.$	Ответ: $\Phi(t) = 0,008 \sin 16\pi t, \varepsilon(t) = 0,4 \cos 16\pi t, \varepsilon_m = 0,4 \text{ В}.$

**№ 953.**

Дано: $\Phi(t) = 0,01 \cdot \sin 10\pi t.$	Решение. $\Phi_m = 0,01 \text{ Вб}; \varepsilon(t) = \Phi'(t) = 0,1\pi \cos 10\pi t$ $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10\pi}{2\pi} = 5 \text{ с}^{-1}; \varepsilon_m = 0,1\pi \text{ В} = 0,314 \text{ В}.$
Найти $\varepsilon(t), \nu, \Phi_m, \varepsilon_m.$	Ответ: $\varepsilon(t) = 0,1\pi \cos 10\pi t, \nu = 5 \text{ с}^{-1},$ $\Phi_m = 0,01 \text{ Вб}, \varepsilon_m = 0,314 \text{ В}.$

**№ 954.**

Дано: $S = 500 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$ $\nu = 20 \text{ с}^{-1},$ $B = 0,1 \text{ Тл},$ $\varepsilon_m = 63 \text{ В}.$	Решение. $\varepsilon_m = nBS \cdot 2\pi\nu; n = \frac{\varepsilon_m}{2\pi\nu BS} =$ $= \frac{63 \text{ В}}{2 \cdot 3,14 \cdot 20 \text{ с}^{-1} \cdot 0,1 \text{ Тл} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2} \approx 100.$
Найти $n.$	Ответ: $n = 100.$

**№ 955.**

а) Параболу; б) синусоиду.

**№ 956.**

Будет; не будет.

**№ 957.**

$$\varepsilon_m = 50 \text{ В}; T = 0,4 \text{ с}; v = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,4\text{с}} = 2,5 \text{ с}^{-1};$$

$$e(t) = \varepsilon_m \cos 2\pi v t = 50 \cos 5\pi t$$

**№ 958.**

Дано:

$$t_1 = 10 \text{ мс} = 10^{-2} \text{ с},$$

$$t_2 = 15 \text{ мс} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ с},$$

$$t_3 = 30 \text{ мс} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ с},$$

$$U_m = 200 \text{ В},$$

$$T = 60 \text{ мс} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ с}.$$

$$\text{Решение. } U(t) = U_m \cos \frac{2\pi}{T} t = 200 \cos \frac{100\pi t}{3}$$

$$U_1 = 200 \cdot \cos \frac{100\pi \cdot 10^{-2}}{3} = 100 \text{ В}$$

$$U_2 = 200 \cdot \cos \frac{100\pi \cdot 1,5 \cdot 10^{-2}}{3} = 0 \text{ В}$$

$$U_3 = 200 \cdot \cos \frac{100\pi \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{3} = -200 \text{ В}.$$

Найти  $U_1, U_2, U_3$ .

Ответ:  $U_1 = 100 \text{ В}, U_2 = 0 \text{ В}, U_3 = 200 \text{ В}.$

**№ 959.**

Дано:

$$\frac{t}{T} = x, U_1, \varphi.$$

$$\text{Решение. } U = U_m \cos 2\pi \frac{t}{T};$$

Найти  $U_2$ .

$$U_1 = U_m \cos 2\pi k; U_2 = U_m \cos \varphi; \frac{U_2}{U_1} = \frac{\cos \varphi}{\cos 2\pi k}; U_2 = U_1 \frac{\cos \varphi}{\cos 2\pi k}$$

**№ 960.**

Дано:

$$U_g = 430 \text{ кВ} = 4,3 \cdot 10^5 \text{ В}.$$

Решение.

$$U_g = \frac{U_m}{\sqrt{2}}; U_m = \sqrt{2} U_g = \sqrt{2} \cdot 4,3 \cdot 10^5 \text{ В} \approx$$

$$\approx 6,1 \cdot 10^5 \text{ В} = 610 \text{ кВ}.$$

Найти  $U_m$ .

Ответ:  $U_m = 610 \text{ кВ}.$

**№ 961.**

Дано:

$$R = 50 \text{ Ом},$$

$$v = 50 \text{ Гц},$$

$$U_g = 220 \text{ В}.$$

$$\text{Решение. } U_g = \frac{U_m}{\sqrt{2}}; U_m = \sqrt{2} U_g = \sqrt{2} \cdot 220 \text{ В} \approx 310 \text{ В}$$

$$U(t) = U_m \cos 2\pi v t = 310 \cos 100\pi t$$

$$I(t) = \frac{U_m}{R} \cos 100\pi t = \frac{310}{50} \cos 100\pi t = 6,2 \cos 100\pi t.$$

Найти  $U(t)$ ,  $I(t)$ . | Ответ:  $U(t) = 310 \cos 100\pi t$ ;  $I(t) = 6,2 \cos 100\pi t$ .

**№ 962.**

Дано: $U = \frac{U_m}{2}$ .	Решение. $U(t) = U_m \cos \varphi$ ; $\frac{U_m}{2} = U_m \cos \varphi$ $\cos \varphi = \frac{1}{2}$ , $\varphi \in [0; 2\pi]$ ; $\varphi = \frac{\pi}{3}$ ; $\frac{2\pi}{3}$ ; $\frac{4\pi}{3}$ ; $\frac{5\pi}{3}$ .
Найти $\varphi$ .	Ответ: $\frac{\pi}{3}$ ; $\frac{2\pi}{3}$ ; $\frac{4\pi}{3}$ ; $\frac{5\pi}{3}$ .

**№ 963.**

Дано: $U_g = U_{\text{опр.}}$	Решение. $U_g = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ ; $U_m = \sqrt{2} U_g$ ; $(t) = \sqrt{2} U_g \cos \frac{2\pi}{T} t$ ; $U_{\text{опр.}} = \sqrt{2} U_g \cos \frac{2\pi}{T} t$ ; $\cos \frac{2\pi}{T} t = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ; $\frac{2\pi}{T} t = \frac{\pi}{4}$ ; $t = \frac{T}{2}$ .
Найти $\frac{t}{T}$ .	Ответ: $t = \frac{T}{2}$ .

**№ 964.**

- а) При увеличении частоты переменного тока накал лампочки увеличивается, так как увеличивается сила тока ( $I \sim \frac{1}{X_C} = \omega C$ ).
- б) При увеличении емкости конденсатора накал лампочки тоже увеличивается, так как увеличивается сила тока ( $I \sim \frac{1}{X_C} = \omega C$ ).

**№ 965.**

Дано: $C = 4 \text{ мкФ} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ , $\nu_1 = 50 \text{ Гц}$ , $\nu_2 = 400 \text{ Гц}$ .	Решение. $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$ ; $X_{C1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} \approx 800 \text{ Ом} = 0,8 \text{ кОм}$ $X_{C2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 400 \text{ Гц} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} \approx 100 \text{ Ом} = 0,1 \text{ кОм}$ .
Найти $X_{C1}$ , $X_{C2}$ .	Ответ: $X_{C1} = 0,8 \text{ кОм}$ , $X_{C2} = 0,1 \text{ кОм}$ .

**№ 966.**

Дано: $\nu = 50 \text{ Гц}$ , $U = 220 \text{ В}$ , $I = 2,5 \text{ А}$ .	Решение. $X_C = \frac{U}{I}$ ; $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$ ; $\frac{U}{I} = \frac{1}{2\pi\nu C}$ ; $C = \frac{I}{2\pi\nu U} = \frac{2,5 \text{ А}}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 220 \text{ В}} = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ Ф} = 36 \text{ мкФ}$ .
Найти $C$ .	Ответ: $C = 36 \text{ мкФ}$ .

**№ 967.**

а) Если поместить в катушку железный сердечник, то увеличится  $L$ , а, следовательно, уменьшится сила тока на лампочке и индуктивности ( $I \sim \frac{1}{X_L} = \frac{1}{\omega L}$ ) и накал лампочки.

б) При уменьшении частоты сила тока в цепи увеличится ( $I \sim \frac{1}{X_L} = \frac{1}{\omega L}$ ), а, следовательно, увеличится накал лампочки.

**№ 968.**

Дано: $L = 0,2 \text{ Гн}$ , $\nu_1 = 50 \text{ Гц}$ , $\nu_2 = 400 \text{ Гц}$ .	Решение. $X_L = \omega L = 2\pi\nu L$ $X_{L1} = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 0,2 \text{ Гн} \approx 63 \text{ Ом}$ $X_{L2} = 2 \cdot 3,14 \cdot 400 \text{ Гц} \cdot 0,2 \text{ Гн} \approx 500 \text{ Ом}$ .
Найти $X_{L1}$ , $X_{L2}$ .	Ответ: $X_{L1} = 63 \text{ Ом}$ , $X_{L2} = 500 \text{ Ом}$ .

**№ 969.**

Дано: $\nu = 50 \text{ Гц}$ , $U = 125 \text{ В}$ , $I = 2,5 \text{ А}$ .	Решение. $X_L = \frac{U}{I}$ ; $X_L = \omega L = 2\pi\nu L$ ; $\frac{U}{I} = 2\pi\nu L$ $L = \frac{U}{2\pi\nu I} = \frac{125 \text{ В}}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 2,5 \text{ А}} = 0,16 \text{ Гн}$ .
Найти $L$ .	Ответ: $L = 0,16 \text{ Гн}$ .

**№ 970.**

а) Первый увеличится, второй уменьшится; б) первый уменьшится, второй увеличится.

**№ 971.**

а) Не изменились; б) увеличились от 0 до некоторого значения; в) уменьшились.

**№ 972.**

Дано: $\nu = 400 \text{ Гц}$ , $L = 0,1 \text{ Гн}$ .	Решение. $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ; $C = \frac{1}{(2\pi\nu)^2 L} = \frac{1}{(2 \cdot 3,14 \cdot 400 \text{ Гц})^2 \cdot 0,1 \text{ Гн}} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 1,6 \text{ мкФ}$ .
Найти $C$ .	Ответ: $C = 1,6 \text{ мкФ}$ .

**№ 973.**

Дано: $C$ , $L$ . Найти $\nu$ .	Решение. $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
------------------------------------	----------------------------------------------------------------

**№ 974.**

Потому что частота вращения гидротурбины намного меньше частоты вращения паровой турбины.

**№ 975.**

Недопустимо, так как катушка может перегореть.

**№ 976.**

Дано: $n_1 = 840$ , $U_1 = 220 \text{ В}$ , $U_2 = 660 \text{ В}$ .	Решение. $k = \frac{u_1}{u_2} = \frac{220 \text{ В}}{660 \text{ В}} = \frac{1}{3}$ ; $\frac{u_1}{u_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ; $n_2 = n_1 \frac{u_2}{u_1} = 840 \cdot \frac{660 \text{ В}}{220 \text{ В}} = 2520$ .
Найти $k, n_2$ .	Ответ: $k = \frac{1}{3}$ , $n_2 = 2520$ ; в первичной обмотке провод имеет большую площадь поперечного сечения.

**№ 977.**

Дано: $n = 11$ , $U_1 = 220 \text{ В}$ , $U_2 = 12 \text{ В}$ , $U = 4,4 \text{ В}$ .	Решение. $\begin{cases} \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \\ \frac{U_1}{U_2 + U} = \frac{n_1}{n_2 + n} \end{cases}; n_2 = \frac{U_2}{U_1} n_1; \frac{U_1}{U_2 + U} = \frac{n_1}{\frac{U_2}{U_1} n_1 + n}$ $\frac{U_2}{U_1} n_2 + n = n_1 \frac{U_2 + U}{U_1}; n_1 \left( \frac{U_2 + U}{U_1} - \frac{U_2}{U_1} \right) = n; n_1 \frac{U}{U_1} = n$ $n_1 = n \frac{U_1}{U_2} = 11 \cdot \frac{220 \text{ В}}{4,4 \text{ В}} = 550; n_2 = \frac{U_2}{U_1} n_1 = \frac{12 \text{ В}}{220 \text{ В}} \cdot 550 \approx 30.$
Найти $n_1, n_2$ .	Ответ: $n_1 = 550, n_2 = 30$ .

**№ 978.**

Дано: $k = 10$ , $U_1 = 220 \text{ В}$ , $R_2 = 0,2 \text{ Ом}$ , $R_H = 2 \text{ Ом}$ .	Решение. $k = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{\varepsilon_2};$ $\varepsilon_2 = \frac{U_1}{k}; \varepsilon_2 = U_2 + I_2 R_2 = U_2 + \frac{U_2}{R_H} R_2 =$ $= U_2 \left( 1 + \frac{R_2}{R_H} \right) = U_2 \frac{R_H + R_2}{R_H}; \frac{U_1}{k} = \frac{U_2 (R_H + R_2)}{R_H}$ $U_2 = \frac{U_1 R_H}{k (R_H + R_2)} = \frac{220 \text{ В} \cdot 2 \text{ Ом}}{10 (2 \text{ Ом} + 0,2 \text{ Ом})} = 20 \text{ В}.$
Найти $U_2$ .	Ответ: $U_2 = 20 \text{ В}$ .

**№ 979.**

Показания первого вольтметра практически не изменятся, второго — уменьшатся. Показания первого и второго амперметров увеличатся.

**№ 980.**

Дано:

$$n_2 = 99,$$

$$\Phi = 0,01 \sin$$

$$100\pi t.$$

Решение.

$$e(t) = n\Phi'(t) = 99 \cdot 0,01 \cdot 100 \cos 100\pi t = 311 \cos 100\pi t$$

$$\epsilon_m = 311 \text{ В}; \epsilon_g = \frac{\epsilon_m}{\sqrt{2}} = \frac{311 \text{ В}}{\sqrt{2}} = 220 \text{ В}.$$

Найти  $e(t)$ ,  $\epsilon_g$ .

Ответ:  $e(t) = 311 \cos 100\pi t$ ,  $\epsilon_g = 220 \text{ В}$ .



## Электромагнитные волны

Электромагнитными волнами называются распространяющиеся в пространстве электромагнитные колебания. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме равна скорости света в вакууме  $c = 2,9979 \cdot 10^8$  м/с. При решении задач можно считать, что  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с. Скорость распространения электромагнитных волн  $c$ , длина  $\lambda$  и частота  $\nu$  волны связаны формулой:  $c = \lambda \nu$ .

Плотность энергии электромагнитной волны  $\omega$  определяется как удвоенная плотность энергии электрического поля:

$$\omega = \epsilon_0 \epsilon E^2,$$

где  $\epsilon_0$  — электрическая постоянная,  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость среды,  $E$  — напряженность электрического поля волны. Плотность потока излучения электромагнитной волны  $I$  связана с плотностью энергии  $\omega$  формулой:

$$I = c\omega.$$

### № 981.

Можно. Система отсчета должна двигаться со скоростью электронного пучка.

### № 982.

Направление линий магнитной индукции будет противоположным.

### № 983.

Нельзя. Если система отсчета будет двигаться со скоростью упорядоченного движения электронов, то положительные ионы движутся со скоростью, равной по модулю и противоположной по направлению скорости системы отсчета. Таким образом, положительные ионы в этой системе отсчета будут создавать магнитное поле ( $B \neq 0$ ). Направление линий магнитной индукции остается прежним, так как результирующая скорость электронов и ионов остается постоянной.

### № 984.

Потому что при газовом разряде возбуждаются средние и длинные волны.

**№ 985.**

Дано:

$$\lambda = 300 \text{ м},$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

Решение.

$$c = \lambda \nu = \frac{\lambda}{T}; T = \frac{\lambda}{c} = \frac{300 \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 10^{-6} \text{ с} = 1 \text{ мкс}.$$

Найти T.

Ответ: T = 1 мкс.

**№ 986.**

Дано:

$$\nu = 75 \text{ МГц} = 7,5 \cdot 10^7 \text{ Гц},$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

Решение.

$$c = \lambda \nu; \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{7,5 \cdot 10^7 \text{ Гц}} = 4 \text{ м}$$

Найти  $\lambda$ .Ответ:  $\lambda = 4 \text{ м}$ .**№ 987.**

Дано:

$$\lambda_1 = 24 \text{ м},$$

$$\lambda_2 = 26 \text{ м},$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

Решение.

$$c = \lambda \nu; \nu = \frac{c}{\lambda}; \nu_1 = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{24 \text{ м}} = 12,5 \cdot 10^6 \text{ Гц} = 12,5 \text{ МГц}$$

$$\nu_2 = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{26 \text{ м}} = 11,5 \cdot 10^6 \text{ Гц} = 11,5 \text{ МГц}.$$

Найти  $\nu_1$ ,  
 $\nu_2$ .

Ответ: 11,5 — 12,5 МГц.

**№ 988.**

Увеличивается.

**№ 989.**

Дано:

$$L = 1 \text{ мкГн} = 10^{-6} \text{ Гн},$$

$$\lambda = 1000 \text{ м},$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

$$\text{Решение. } \nu = \frac{c}{\lambda}; \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}; \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$C = \left( \frac{\lambda}{2\pi c} \right)^2 \cdot \frac{1}{L} = \left( \frac{1000 \text{ м}}{2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2 \cdot \frac{1}{10^{-6} \text{ Гн}} =$$

$$= 0,28 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 0,28 \text{ мкФ}.$$

Найти C.

Ответ: C = 0,28 мкФ.

**№ 990.**

Дано:

$$C_1 = 200 \text{ пФ} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-10} \text{ Ф},$$

$$C_2 = 1800 \text{ пФ} =$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ Ф},$$

$$L = 60 \text{ мкГн} =$$

$$= 6 \cdot 10^{-5} \text{ Гн},$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

$$\text{Решение. } \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}; \lambda = 2\pi c \sqrt{LC}$$

$$\lambda_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot \sqrt{6 \cdot 10^{-5} \text{ Гн} \cdot 2 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}} = 206 \text{ м}$$

$$\lambda_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot \sqrt{6 \cdot 10^{-5} \text{ Гн} \cdot 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}} = 619 \text{ м}.$$

Найти  $\lambda_1, \lambda_2$ . | Ответ: 206 — 619 м.

**№ 991.**

Дано:  
 $I(t) = 0,1 \cos 6 \cdot 10^5 \pi t$ ,  
 $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

Решение.  $\omega = 2\pi\nu = 6 \cdot 10^5 \pi$ ;  $\nu = 3 \cdot 10^5$  Гц  
 $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^5 \text{ Гц}} = 1000$  м.

Найти  $\lambda$ . | Ответ:  $\lambda = 1000$  м.

**№ 992.**

Дано:  
 $\lambda_1 = 300$  м,  
 $\nu_2 = 2000$  Гц,  
 $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

Решение.  
 $\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{300 \text{ м}} = 10^6$  Гц;  $n = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{10^6 \text{ Гц}}{2000 \text{ Гц}} = 500$ .

Найти  $n$ . | Ответ:  $n = 500$ .

**№ 993.**

Дано:  
 $L = 1,2$  Тм =  
 $= 1,2 \cdot 10^{12}$  м,  
 $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

Решение.  
 $\Delta t = \frac{2L}{c} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{12} \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 8000$  с = 2 ч 13 мин 20 с.

Найти  $\Delta t$ . | Ответ:  $\Delta t = 2$  ч 13 мин 20 с.

**№ 994.**

Дано:  
 $L = 36000$  км =  $3,6 \cdot 10^7$  м,  
 $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

Решение.  
 $t = \frac{2L}{c} = \frac{2 \cdot 3,6 \cdot 10^7 \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 0,24$  с.

Найти  $t$ . | Ответ:  $t = 0,24$  с.

**№ 995.**

Дано:  
 $t = 200$  мкс =  
 $= 2 \cdot 10^{-4}$  с,  
 $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

Решение.  
 $l = \frac{ct}{2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ с}}{2} = 3 \cdot 10^4$  м = 30 км.

Найти  $L$ . | Ответ:  $L = 30$  км.

**№ 996.**

Дано:  
 $L_1 = 300$  м,  
 $I_1 = 40$  мВТ/м<sup>2</sup> =  
 $= 4 \cdot 10^{-2}$  Вт/м<sup>2</sup>,  
 $L_2 = 120$  км =  
 $= 1,2 \cdot 10^5$  м.

Решение.  
 $\frac{I_1}{I_2} = \left( \frac{l_2}{l_1} \right)^2$ ;  $I_2 = I_1 \left( \frac{l_1}{l_2} \right)^2 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2 \cdot \left( \frac{300 \text{ м}}{1,2 \cdot 10^5 \text{ м}} \right)^2 =$   
 $= 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ Вт/м}^2 = 0,25 \text{ мкВт/м}^2$ .

Найти  $I_2$ . | Ответ:  $I_2 = 0,25$  мкВт/м<sup>2</sup>.

**№ 997.**

Дано:

$$\omega = 4 \cdot 10^{-11} \text{ Дж/м}^3,$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Найти  $I$ .

Решение.

$$I = \omega c = 4 \cdot 10^{-11} \text{ Дж/м}^3 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} =$$

$$= 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ В/м}^2 = 12 \text{ мВТ/м}^2.$$

$$\text{Ответ: } I = 12 \text{ мВТ/м}^2.$$

**№ 998.**

Дано:

$$I = 6 \text{ мВТ/м}^2 =$$

$$= 6 \cdot 10^{-3} \text{ ВТ/м}^2,$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Найти  $\omega$ .

Решение.

$$I = \omega c$$

$$\omega = \frac{I}{c} = \frac{6 \cdot 10^{-3} \text{ ВТ/м}^2}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж/м}^3.$$

$$\text{Ответ: } \omega = 2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж/м}^3.$$

**№ 999.**

Дано:

$$E = 5 \text{ В/м,}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Найти  $I$ .

Решение.

$$\omega = \frac{I}{c}; \quad \omega = \epsilon_0 E^2; \quad \frac{I}{c} = \epsilon_0 E^2;$$

$$I = \epsilon_0 c E^2 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{В} \cdot \text{м}} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot (5 \text{ В/м})^2 =$$

$$= 0,066 \text{ ВТ/м}^2 = 66 \text{ мВТ/м}^2$$

$$\text{Ответ: } I = 66 \text{ мВТ/м}^2.$$

**№ 1000.**

Дано:

$$P = 100 \text{ кВт} = 10^5 \text{ Вт,}$$

$$S = 2,3 \text{ км}^2 =$$

$$= 2,3 \cdot 10^6 \text{ м}^2,$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Найти  $E$ .

Решение.

$$\omega = \epsilon_0 E^2; \quad \omega = \frac{I}{c} = \frac{P}{cS}; \quad \frac{P}{cS} = \epsilon_0 E^2$$

$$E = \sqrt{\frac{P}{\epsilon_0 c S}} = \sqrt{\frac{10^5 \text{ Вт}}{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{В} \cdot \text{м}} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 2,3 \cdot 10^6 \text{ м}^2}} =$$

$$= 4 \text{ В/м.}$$

$$\text{Ответ: } E = 4 \text{ В/м.}$$

**№ 1001.**Дано:  $t = 1 \text{ с,}$ 

$$L = 30 \text{ км} =$$

$$= 3 \cdot 10^4 \text{ м,}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Найти  $N$ .

Решение.

$$l = \frac{ct}{2N}; \quad N = \frac{ct}{2l} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с}}{2 \cdot 3 \cdot 10^4 \text{ м/с}} = 5000.$$

$$\text{Ответ: } N = 5000.$$

**№ 1002.**

Дано:

$\lambda = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м},$

$N = 4000,$

$t = 1 \text{ с},$

$\tau = 2 \text{ мкс} =$

$= 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}.$

Решение.

$$L_{\max} = \frac{ct}{2N} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с}}{2 \cdot 4000} = 3,75 \cdot 10^4 \text{ м} = 37,5 \text{ км}$$

$$n = \frac{\tau}{T} = \frac{c\tau}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}}{0,15 \text{ м}} = 4000.$$

Найти  $n, L_{\max}$ .Ответ:  $n = 4000, L_{\max} = 37,5 \text{ км}.$ **№ 1003.**

Дано:

$t = 2 \text{ мс} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}.$

Решение.

$$L_{\max} = \frac{ct}{2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}}{2} = 3 \cdot 10^5 \text{ м} = 300 \text{ км}.$$

Найти  $L_{\max}$ .Ответ:  $L_{\max} = 300 \text{ км}.$ **№ 1004.**

Дано:

$n, \lambda, P_1, \tau, S.$

Найти: 1)  $W_1$ , 2)  $P$ ,3)  $y$ , 4)  $k$ , 5)  $I$ , 6)  $\omega$ .

Решение.

1)  $W_1 = P_1 \tau$

2)  $P = W_1 n$

3)  $y = c\tau$

4)  $k = \frac{y}{\lambda}$

5)  $I = \frac{P_1}{S}$

6)  $\omega = \frac{I}{c}$

## Световые волны

Свет — это электромагнитная волна, воспринимаемая человеческим глазом. Длины волн света лежат в диапазоне от 380 нм до 760 нм. Скорость распространения света в вакууме равна  $c=2,9979 \cdot 10^8$  м/с, а в среде она меньше этого значения.

Свет в однородной среде распространяется прямолинейно. Это утверждение носит название закона распространения света в однородной среде.

Пусть свет падает на плоскую границу раздела двух сред. Часть света отразится, а другая часть света пройдет сквозь границу. При отражении луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости, причем угол падения равен углу отражения (закон отражения света). Напомним, что углы отражения и падения отсчитываются от нормали к отражающей поверхности.

Вернемся к той части света, которая прошла сквозь границу раздела двух сред. Введем следующие обозначения:  $\alpha$ —угол между падающим лучом и нормалью,  $\beta$  — угол между преломленным лучом и нормалью. При преломлении луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости, причем угол падения и угол преломления удовлетворяют закону Снеллиуса (закону преломления света):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n ,$$

где  $n_1$  и  $n_2$  — показатели преломления первой и второй среды соответственно,  $n$ —относительный показатель преломления двух сред. Если в задачах в качестве первой среды берется воздух, то можно считать, что  $n \approx n_2$ . Если скорость распространения света в среде  $v$ , то показатель преломления среды  $n$  может быть выражен формулой:

$$n = \frac{c}{v} .$$

Если угол преломления равен  $90^\circ$ , то закон преломления света переходит в следующую формулу:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1},$$

где  $\alpha_0$  — угол полного отражения. При угле падения  $\alpha > \alpha_0$  преломления не наблюдается, весь падающий свет отражается (явление полного отражения).

Дисперсией называется явление зависимости показателя преломления света от частоты.

Источники света называются когерентными, если они излучают свет с постоянной частотой и постоянным сдвигом фаз. Явление интерференции состоит в сложении двух волн от когерентных источников, в результате которого наблюдается усиление или ослабление интенсивности полученной волны. Если  $\lambda$  — длина волны, то максимум интерференционной картины определяется условием:  $\Delta = 2m \frac{\lambda}{2}$ , а ми-

нимум —  $\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$ . Здесь  $\Delta$  — оптическая разность хода.

Дифракцией называется явление огибания волнами препятствий. Для наблюдения дифракции световой волны можно воспользоваться дифракционной решеткой — пластинкой, на которой нанесены непрозрачные штрихи. Периодом дифракционной решетки  $d$  называется расстояние между двумя последовательными штрихами. Разность хода  $\Delta$  равна:

$$\Delta = d \sin \varphi,$$

где  $\varphi$  — угол между лучом и перпендикуляром к решетке.

Световые волны являются поперечными, а, значит, могут быть поляризованы. Свет, в котором вектор  $\vec{E}$  колеблется вдоль одного направления, называется плоскополяризованным.

### № 1005.

Дано:  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с;  
 $l = 1.496 \cdot 10^{11}$  м.

Решение.

$$t = \frac{l}{c} = \frac{1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \approx 500 \text{ с} = 8 \text{ мин } 20 \text{ с}.$$

Найти  $t$ .

Ответ:  $t = 8 \text{ мин } 20 \text{ с}$ .

### № 1006.

Дано:  $t = 4,3$  года  $\approx$   
 $\approx 1,356 \cdot 10^8$  с;  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

Решение.

$$l = ct = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 1,356 \cdot 10^8 \text{ с} = 4,07 \cdot 10^{16} \text{ м}$$

Найти  $l$ .

Ответ:  $l = 4,07 \cdot 10^{16} \text{ м}$ .

**№ 1007.**

Дано:  $N=720$ ,  
 $l=8633\text{м}$ ,  
 $v=12,67\text{с}^{-1}$ .

Решение.

$$\frac{2l}{c} = \frac{1}{2Nv};$$

$$c = 4lNv = 4 \cdot 8633\text{м} \cdot 720 \cdot 12,67\text{с}^{-1} = 3,15 \cdot 10^8 \text{м/с}.$$

Найти  $c$ .

Ответ:  $c=3,15 \cdot 10^8 \text{м/с}$ .

**№ 1008.**

Дано:  $n=28$ ,  
 $l=23000\text{м}$ ,  $N=200$ ,  
 $v=914,3\text{с}^{-1}$

Решение.

$$\frac{2l}{c} = \frac{n}{Nv}; c = \frac{2lNv}{n} = \frac{2 \cdot 23000\text{м} \cdot 200 \cdot 914,3\text{с}^{-1}}{28} =$$

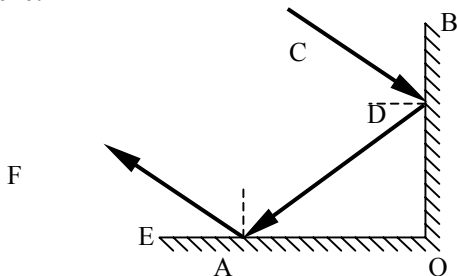
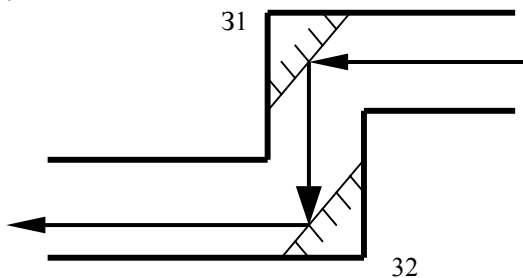
$$= 3,004 \cdot 10^8 \text{м/с}$$

Найти:  $c$ .

Ответ:  $c=3,004 \cdot 10^8 \text{м/с}$ .

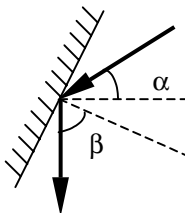
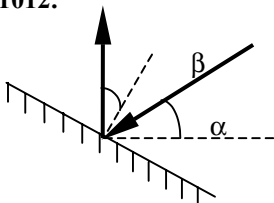
**№ 1009.**

Если угол между отраженным и падающим лучами составляет  $70^\circ$ , то луч падает на плоское зеркало под углом  $\frac{70^\circ}{2} = 35^\circ$ .

**№ 1010.****№ 1011.**



**№ 1012.**



Дано:

$$\alpha = 20^\circ$$

Решение.

$\beta$  — угол между нормалью к поверхности зеркала и вертикалью.

1) Отраженные лучи направлены вертикально вверх.  $2\beta + \alpha = 90^\circ$

$$\beta = \frac{90^\circ - \alpha}{2} = \frac{90^\circ - 20^\circ}{2} = 35^\circ$$

2) Отраженные лучи направлены вертикально вниз.

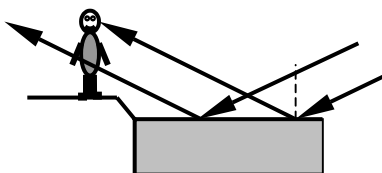
$$2\beta - \alpha = 90^\circ ;$$

$$\beta = \frac{90^\circ + \alpha}{2} = \frac{90^\circ + 20^\circ}{2} = 55^\circ .$$

Найти  $\beta$ .

Ответ: 1)  $\beta = 35^\circ$ ; 2)  $\beta = 55^\circ$ .

**№ 1013.**



При удалении человека от озера изображение солнца будет приближаться к берегу.

**№ 1014.**

Дано:

$$\Delta l = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}; \alpha = 25^\circ$$

Найти  $\Delta h$ .

Решение.

$$\Delta h = \Delta l \cdot \tan \alpha = 0,8 \text{ м} \cdot \tan 25^\circ \approx 0,37 \text{ м} = 37 \text{ см}.$$

Ответ:  $\Delta h = 37 \text{ см}.$

**№ 1015.**

Не будет.

**№ 1016.**

Дано:

 $H, \alpha, \beta$ 

Решение.

$$h-H=s \cdot \operatorname{tg} \alpha; h+H=s \cdot \operatorname{tg} \beta; s=\frac{h-H}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

$$+H=\frac{h-H}{\operatorname{tg} \alpha} \operatorname{tg} \beta; h\left(1-\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}\right)=-H\left(1+\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}\right)$$

$$h\left(1-\frac{\sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \beta}\right)=-H\left(1+\frac{\sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \beta}\right)$$

$$h \frac{\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \beta} = -H \frac{\sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \beta};$$

$$h \sin (\beta - \alpha) = -H \sin (\alpha + \beta);$$

$$h = \frac{H \sin (\alpha + \beta)}{\sin (\beta - \alpha)}; s = \frac{h - H}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Найти  $h, s$ .

$$\text{Ответ: } h = \frac{H \sin (\alpha + \beta)}{\sin (\beta - \alpha)}, s = \frac{h - H}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

**№ 1017.**

Дано:

$$c=3 \cdot 10^8 \text{ м/с};$$

$$n=2,42$$

Решение.

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2,42} = 1,24 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

Найти  $v$ .

$$\text{Ответ: } v=1,24 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

**№ 1018.**

Дано:

$$n_1=1,36;$$

$$n_2=1,63.$$

Решение

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,63}{1,36} = 1,2.$$

Найти:  $\frac{v_1}{v_2}$ .

Ответ: в спирте в 1,2 раза больше.

**№ 1019.**

Потому что показатель преломления воздуха над костром изменяется по некоторой зависимости от температуры.

**№ 1020.**

Из-за преломления света в воздухе.

**№ 1021.**

Дано:

$$\alpha=60^\circ;$$

$$\beta=36^\circ.$$

Решение.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 36^\circ} \approx 1,47.$$

Найти  $n$ . | Ответ:  $n=1,47$ .

**№ 1022.**

Дано:

$$\alpha=45^\circ;$$

$$n_1=1,6;$$

$$n_2=2,42.$$

Решение.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \beta = \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{n} \right);$$

$$\beta_1 = \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{n_1} \right) = \arcsin \left( \frac{\sin 45^\circ}{1,6} \right) = 26^\circ;$$

$$\beta_2 = \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{n_2} \right) = \arcsin \left( \frac{\sin 45^\circ}{2,42} \right) = 17^\circ;$$

$$\gamma_1 = \alpha - \beta_1 = 45^\circ - 26^\circ = 19^\circ; \gamma_2 = \alpha - \beta_2 = 45^\circ - 17^\circ = 28^\circ.$$

Найти  $\gamma_1, \gamma_2$ .

Ответ:  $\gamma_1=19^\circ, \gamma_2=28^\circ$ .

**№ 1023.**

Дано:

$$\beta=60^\circ;$$

$$n=1,33$$

Решение.

$$n = \frac{\sin(90^\circ - \alpha)}{\sin(90^\circ - \beta)} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta};$$

$$\alpha = \arccos(ncos\beta) = \arccos(1,33 \cdot \cos 60^\circ) = 48,3^\circ.$$

Найти  $\alpha$ .

Ответ:  $\alpha=48,3^\circ$ .

**№ 1024.**

Дано:

$$\alpha_1=40^\circ;$$

$$n_1=1,33;$$

$$n_2=1,6;$$

$$\beta_1=\beta_2.$$

Решение.

$$n_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1};$$

$$n_2 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2}; \sin \beta_1 = \sin \beta_2; \frac{\sin \alpha_1}{n_1} = \frac{\sin \alpha_2}{n_2};$$

$$\alpha_2 = \arcsin \left( \frac{n_2}{n_1} \sin \alpha_1 \right) = \arcsin \left( \frac{1,6}{1,33} \cdot \sin 40^\circ \right) = 50,6^\circ.$$

Найти  $\alpha_2$ .

Ответ:  $\alpha_2=50,6^\circ$ .

**№ 1025.**

При  $n=1$  или  $\alpha=0$ .

**№ 1026.**

Дано:

$$n_1=1,33;$$

$$n_2=1,6;$$

$$\alpha=35^\circ.$$

Решение.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}; \beta = \arcsin \left( \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha \right) = \arcsin \left( \frac{1,33}{1,6} \sin 35^\circ \right) = 28,5^\circ.$$

Найти  $\beta$ . | Ответ:  $\beta=28,5^\circ$ .

**№ 1027.**

Дано:  
 $n=1.33$ ;  
 $\alpha=78,1^\circ$ .

Решение.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \beta = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin 78,1^\circ}{1,33}\right) = 47,4^\circ.$$

Найти  $\beta$ . | Ответ:  $\beta=47,4^\circ$ ; а) б) – не зависит.

**№ 1028.**

Дано:  
 $\frac{\alpha}{\beta} = 2$ ,  
 $n=1,6$ .

Решение.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} = 2 \cos \frac{\alpha}{2}.$$

$$\alpha = 2 \arccos \frac{n}{2} = 2 \arccos \frac{1,6}{2} \approx 74^\circ.$$

Найти  $\alpha$ . | Ответ:  $\alpha=74^\circ$ .

**№ 1029.**

Дано:  
 $n=1,6$ ;  
 $\alpha + \beta = 90^\circ$ .

Решение.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha; \quad \alpha = \operatorname{arctg} n = \operatorname{arctg} 1,6 = 58^\circ$$

Найти  $\alpha$ . | Ответ:  $\alpha=58^\circ$ .

**№ 1030.**

Дано:  
 $n, \varphi$ .

Решение.

$$\alpha = \beta + \varphi;$$

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha - \varphi)} = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha \cdot \cos \varphi - \sin \varphi \cdot \cos \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi - \sin \varphi}$$

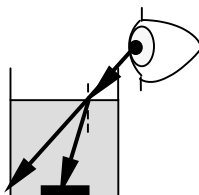
$$\operatorname{tg} \alpha = n(\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi - \sin \varphi); \quad \operatorname{tg} \alpha (n \cos \varphi - 1) = n \sin \varphi;$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{n \sin \varphi}{n \cos \varphi - 1} = \operatorname{arctg} \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi - \frac{1}{n}}.$$

Найти  $\alpha$ . | Ответ:  $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi - \frac{1}{n}}.$

**№ 1031.**

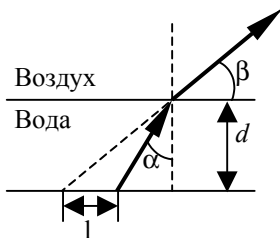
За счет преломления.



**№ 1032.**

Будет смещаться вправо параллельно первоначальному положению.

**№ 1033.**



Дано:

$$h=40\text{см}=0,4\text{м};$$

$$\beta=45^\circ;$$

$$n=1,33$$

Решение.

$$\chi = h \operatorname{tg} \beta - h \operatorname{tg} \alpha = h (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha);$$

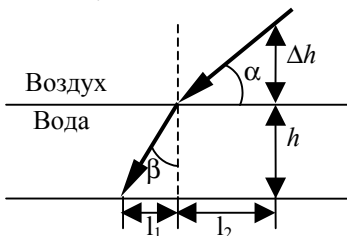
$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}; \quad \alpha = \arcsin \left( \frac{\sin \beta}{n} \right) = \arcsin \left( \frac{\sin 45^\circ}{1,33} \right) = 32,1^\circ;$$

$$\chi = h (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) = 0,4\text{м} (1 - \operatorname{tg} 32,1^\circ) = 0,15\text{м} = 15\text{см}$$

Найти  $\chi$ .

Ответ:  $\chi=15\text{см}$ .

**№ 1034.**



Дано:

$$\Delta h = 0,5\text{ м};$$

$$h=2\text{м}; \quad \alpha=70^\circ,$$

$$n=1,33$$

Решение.

$$l = l_1 + l_2 = h \operatorname{tg} \beta + \Delta h \operatorname{tg} \alpha$$

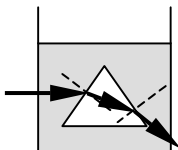
$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \beta = \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{n} \right) = \arcsin \left( \frac{\sin 70^\circ}{1,33} \right) \approx 45^\circ;$$

$$l = 2\text{м} \cdot \operatorname{tg} 45^\circ + 0,5\text{м} \cdot \operatorname{tg} 70^\circ \approx 3,4\text{ м}.$$

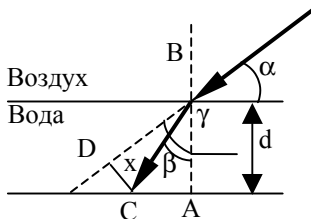
Найти  $l$ .

Ответ:  $l=3,4\text{м}$ .

**№ 1035.**



**№ 1036.**



Дано:  
 $\alpha = 60^\circ$ ;  
 $d = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$ ;  
 $n = 1,6$

Решение.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \beta = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin 60^\circ}{1,6}\right) \approx 32,8^\circ$$

$$BC = \frac{d}{\cos \beta}; \quad x = DC = BC \sin \gamma = \frac{d}{\cos \beta} \cdot \sin(\alpha - \beta) =$$

$$= \frac{0,02 \text{ м}}{\cos 32,8^\circ} \sin(60^\circ - 32,8^\circ) = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 1,1 \text{ см}$$

Найти  $x$ .

Ответ:  $x = 1,1 \text{ см}$ .

**№ 1037.**

Дано:  
 $\alpha, \gamma, d$

Решение.

Смотрите рисунок к задаче № 1036.

$$DC = \frac{d}{\cos \gamma}; \quad a = DC = BC \sin(\alpha - \gamma) = \frac{d \sin(\alpha - \gamma)}{\cos \beta}$$

Найти  $a$ .

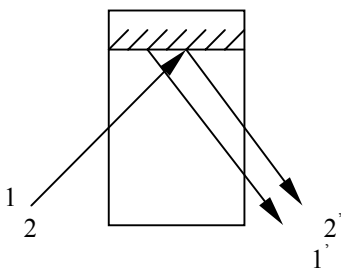
Ответ:  $a = \frac{d \sin(\alpha - \gamma)}{\cos \beta}$ .

**№ 1038.**

Перемещался параллельно своему первоначальному положению, удаляясь от фонаря.

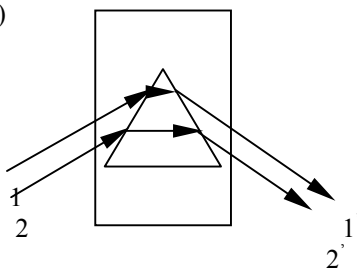
**№ 1039.**

а)

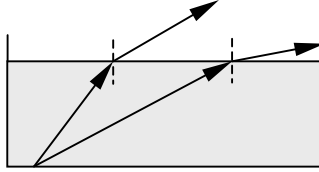


а) зеркало; б) призма.

б)



№ 1040.



№ 1041.

Увеличивается.

№ 1042.

Дано:

$$\alpha_0 = 34^\circ$$

Решение.

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}; \quad n = \frac{1}{\sin \alpha_0} = \frac{1}{\sin 34^\circ} \approx 1,8$$

Найти  $n$ .

Ответ:  $n = 1,8$ .

№ 1043.

Дано:

$$n = 1,6$$

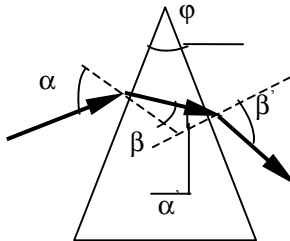
Решение.

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}; \quad \alpha_0 = \arcsin \frac{1}{n} = \arcsin \frac{1}{1,6} \approx 39^\circ$$

Найти  $\alpha_0$ .

Ответ:  $\alpha_0 = 39^\circ$ .

№ 1044.



Дано:

$$\alpha = 50^\circ,$$

$$\varphi = 60^\circ,$$

$$n = 1,6$$

Решение.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \beta = \arcsin \left( \frac{\sin \alpha}{n} \right) = \arcsin \left( \frac{\sin 50^\circ}{1,6} \right) \approx 28,6^\circ$$

$$\alpha' = \varphi + \beta \approx 60^\circ + 28,6^\circ \approx 88,6^\circ; \quad n = \frac{\sin \alpha'}{\sin \beta'}$$

$$\beta' = \arcsin \left( \frac{\sin \alpha'}{n} \right) \approx \arcsin \left( \frac{\sin 88,6^\circ}{1,6} \right) \approx 42,2^\circ.$$

Найти  $\beta'$ .

Ответ:  $\beta' = 42,2^\circ$ .

**№ 1045.**

Дано:  
 $\varphi=20^\circ$ ,  
 $n=1,6$

Решение.

$$a) \ n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \alpha = \varphi = 20^\circ;$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin 20^\circ}{1,6}\right) = 13^\circ$$

$$б) \ n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \alpha = \varphi = 80^\circ;$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin 80^\circ}{1,6}\right) = 20^\circ.$$

Найти  $\gamma_1, \gamma_2$ .

Ответ: а)  $13^\circ$ ; б)  $20^\circ$ .

**№ 1046.**

Дано:

$$\lambda_1 = 0,76 \text{ мкм} = 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

$$\lambda_2 = 0,4 \text{ мкм} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

Решение.

$$v_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{7,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 3,9 \cdot 10^{14} \text{ Гц} = 390 \text{ ТГц}$$

$$v_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{4 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц} = 750 \text{ ТГц}.$$

Найти  $v_1, v_2$ .

Ответ:  $v_1 = 390 \text{ ТГц}, v_2 = 750 \text{ ТГц}$ .

**№ 1047.**

Дано:

$$v = 600 \text{ ТГц} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}, \quad L = 1 \text{ м}.$$

Решение.

$$n = \frac{L}{\lambda} = \frac{Lv}{c} = \frac{1 \text{ м} \cdot 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 2 \cdot 10^6.$$

Найти  $n$ .

Ответ:  $n = 2 \cdot 10^6$ .

**№ 1048.**

Дано:

$$\lambda_1 = 0,7 \text{ мкм} = 7 \cdot 10^{-7} \text{ м}, \quad n = 1,33.$$

Решение.

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{n} = \frac{7 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{1,33} = 5,3 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 0,53 \text{ мкм}$$

Найти  $\lambda_2$ .

**№ 1049.**

Дано:

$$\lambda_1 = 0,46 \text{ мкм} = 4,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}, \quad n = 1,33.$$

Решение.

$$\lambda_2 = n\lambda_1 = 1,33 \cdot 4,6 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 6,1 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 0,61 \text{ мкм}$$

Найти  $\lambda_2$ .

Ответ:  $\lambda_2 = 0,61 \text{ мкм}$ .



**№ 1050.**

Дано:

$n_k = 1,6444,$

$n_\phi = 1,6852,$

$\alpha = 80^\circ.$

Решение.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \beta = \text{aRcSin} \left( \frac{\sin \alpha}{n} \right);$$

$$\beta_1 = \text{aRcSin} \left( \frac{\sin 80^\circ}{1,6444} \right) \approx 36,8^\circ; \beta_2 = \text{aRcSin} \left( \frac{\sin 80^\circ}{1,6852} \right) \approx 35,8^\circ;$$

$$\Delta\beta = \beta_1 - \beta_2 = 36,8^\circ - 35,8^\circ = 1^\circ.$$

Найти  $\Delta\beta$ .Ответ:  $\Delta\beta = 1^\circ$ .**№ 1051.**

Черными.

**№ 1052.**

Нет.

**№ 1053.**

Верх — фиолетовый, низ — красный.

**№ 1054.**Источниками будут точка  $S$  и ее мнимое изображение.**№ 1055.**

Дано:

$\Delta d = 2,25 \text{ мкм} =$

$= 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ м},$

$\lambda_1 = 750 \text{ нм} =$

$= 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ м},$

$\lambda_2 = 500 \text{ нм} =$

$= 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$

Решение.

$$\Delta d = \frac{\lambda}{2} k; k = \frac{2\Delta d}{\lambda};$$

$$k_1 = \frac{2 \cdot 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{7,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 6; k_2 = \frac{2 \cdot 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{5 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 9$$

В первом случае разность хода  $\Delta d$  равна четному числу полуволн. Поэтому в этой точке происходит усиление световой волны.

Во втором случае разность хода  $\Delta d$  равна нечетному числу полуволн. Поэтому в этой точке происходит ослабление световой волны.

Найти  $k_1, k_2$ .

Ответ: а) усиление; б) ослабление.

**№ 1056.**

$\Delta d = S_1O - S_2O = 0$ . Следовательно, в точке  $O$  будет наблюдаться максимум.

**№ 1057.**

$$\text{а) } \Delta d = 2,5cT = 2,5c \cdot \frac{\lambda}{c} = 5 \frac{\lambda}{2}.$$

Так как разность хода  $\Delta d$  равна нечетному числу длин полуволн, то будет наблюдаться ослабление световой волны.

$$\text{б) } \varphi = 2\pi\nu t = 3\pi; t = \frac{3}{2\nu} = \frac{1,5}{\nu}; \Delta d = ct = c \cdot \frac{1,5}{\nu} = c \cdot \frac{1,5}{\frac{c}{\lambda}} = 1,5\lambda = 3\frac{\lambda}{2}.$$

Так как разность хода  $\Delta d$  равна нечетному числу длин полуволн, то будет наблюдаться ослабление световой волны.

$$\text{в) } \Delta d = 1,5\lambda = 3\frac{\lambda}{2}.$$

Так как разность хода  $\Delta d$  равна нечетному числу длин полуволн, то будет наблюдаться ослабление световой волны.

### № 1058.

Дано:

$$\Delta d = 900 \text{ нм} = 9 \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

$$\nu = 5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}.$$

Решение.

$$\Delta d = \frac{D}{2} k; k = \frac{2\Delta d}{\lambda} = \frac{2\Delta d}{\frac{c}{\nu}} = \frac{2\nu\Delta d}{c};$$

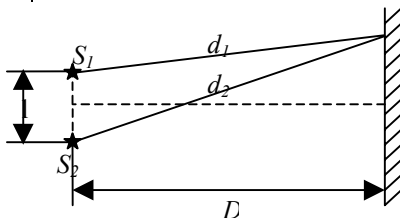
$$k = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ Гц} \cdot 9 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 3.$$

Так как разность хода  $\Delta d$  равна нечетному числу длин полуволн, то будет наблюдаться гашение световой волны.

Найти  $k$ .

Ответ: гашение.

### № 1059.



Дано:

$$\lambda = 600 \text{ нм} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

$$D = OC = 4 \text{ м},$$

$$L = S_1S_2 = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}.$$

Решение.

$d_2 - d_1 = k\lambda$ . По теореме Пифагора:

$$d_2^2 = D^2 + \left(x + \frac{l}{2}\right)^2; d_1^2 = D^2 + \left(x - \frac{l}{2}\right)^2$$

$$d_2^2 - d_1^2 = (d_2 + d_1)(d_2 - d_1); d_2^2 - d_1^2 = 2xL$$

$$D \gg L \Rightarrow d_2 + d_1 \approx 2D; \Delta d = d_2 - d_1 = \frac{2xL}{2D} = \frac{xL}{D}; \Delta d = k\lambda$$

$$k=1; \lambda = \frac{xL}{D}; x = \frac{D\lambda}{L} = \frac{4 \text{ м} \cdot 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{10^{-3} \text{ м}} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2,4 \text{ мм}.$$

Найти  $x$ .

Ответ:  $x = 2,4 \text{ мм}$ .

**№ 1060.**

а), б) — расстояние между максимумами освещенности увеличивается; в) — уменьшается.

**№ 1061.**

Образуются два когерентных луча: первый — отраженный от верхней пластины, второй — от второй.

**№ 1062.**

Так как пленка утолщается книзу за счет собственного веса.

**№ 1063.**

В центральной части спектра для всех длин волн соблюдается условие максимума освещенности.

**№ 1064.**

Вторая, так как огибание препятствия происходит тем сильнее, чем меньше отверстие.

**№ 1065.**

Расстояние между максимумами увеличивается.

**№ 1066.**

Дано: $n = 120$ , $L = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$ , $k = 1$ , $\alpha = 8^\circ$ .	Решение. $k\lambda = d \sin \varphi$ ; $d = \frac{l}{n}$ ; $\varphi = \frac{\alpha}{2}$ ; $k\lambda = \frac{l}{n} \sin \frac{\alpha}{2}$ $\lambda = \frac{l}{kn} \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{10^{-3} \text{ м}}{1 \cdot 120} \cdot \sin 4^\circ = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 580 \text{ нм}$ .
Найти $\lambda$ .	Ответ: $\lambda = 580 \text{ нм}$ .

**№ 1067.**

Дано: $\lambda = 0,55 \text{ мкм} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ , $d = 0,02 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ , $k = 1$ .	Решение. $k\lambda = d \sin \varphi$ ; $\varphi = \arcsin \left( \frac{k\lambda}{d} \right) = \arcsin \left( \frac{1 \cdot 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{2 \cdot 10^{-5} \text{ м}} \right) \approx 1,5^\circ$ .
Найти $\varphi$ .	Ответ: $\varphi = 1,5^\circ$ .

**№ 1068.**

Дано: $\lambda_1, k_1, \varphi_1$ , $\lambda_2, k_2$ .	Решение. $k_1 \lambda_1 = d \sin \varphi_1$ ; $d = \frac{k_1 \lambda_1}{\sin \varphi_1}$ ; $k_2 \lambda_2 = d \sin \varphi_2$
Найти $\varphi_2$ .	$\varphi_2 = \arcsin \left( \frac{k_2 \lambda_2}{d} \right) = \arcsin \left( \frac{k_2 \lambda_2 \sin \varphi_1}{k_1 \lambda_1} \right)$

**№ 1069.**

Дано:

$$\lambda = 0,76 \text{ мкм} = 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

$$L = 1 \text{ м},$$

$$x = 15,2 \text{ см} =$$

$$= 0,152 \text{ м}, k = 1.$$

Найти  $d$ .

Решение.

$$k\lambda = d \sin \varphi; d = \frac{k\lambda}{\sin \varphi}; \sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{x}{2l}$$

$$d = \frac{2k\lambda l}{x} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot 1 \text{ м}}{0,152} = 10^{-5} \text{ м} = 10 \text{ мкм}.$$

Ответ:  $d = 10 \text{ мкм}$ .**№ 1070.**

Дано:

$$\lambda_1 = 0,38 \text{ мкм} = 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

$$\lambda_2 = 0,76 \text{ мкм} = 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

$$L = 3 \text{ м},$$

$$d = 0,01 \text{ мм} =$$

$$= 10^{-5} \text{ м}, k = 1.$$

Найти  $\Delta x$ .

Решение.

$$k\lambda = d \sin \varphi; \sin \varphi = \frac{k\lambda}{d}; \sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{x}{l};$$

$$\frac{x}{l} = \frac{k\lambda}{d}; x = \frac{k\lambda l}{d}; x_1 = \frac{1 \cdot 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot 3 \text{ м}}{10^{-5} \text{ м}} = 0,114 \text{ м}$$

$$x_2 = \frac{1 \cdot 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot 3 \text{ м}}{10^{-5} \text{ м}} = 0,228 \text{ м}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 0,228 \text{ м} - 0,114 \text{ м} = 0,114 \text{ м} = 11,4 \text{ см}.$$

Ответ:  $\Delta x = 11,4 \text{ см}$ .**№ 1071.**

Посмотреть на воду через поляриод. Вращая поляриод, добиться, чтобы воды не стало видно.

**№ 1072.**

Отраженный частично поляризованный свет не пройдет через поляриод и не будет «слепить» глаза.

**№ 1073.**

$$T = 2 \cdot 10^{-15} \text{ с}; v = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-15} \text{ с}} = 5 \cdot 10^{14} \text{ Гц} = 500 \text{ ТГц};$$

$$\lambda = cT = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 2 \cdot 10^{-15} \text{ с} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 600 \text{ нм}.$$

**№ 1074.**

$$\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}; v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м}}{5 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц} = 600 \text{ ТГц}.$$

## Элементы теории относительности

Теория относительности изучает движение тел со скоростями, близкими к скорости света. Она базируется на двух постулатах.

Скорость света не зависит от выбора системы отсчета.

Все инерциальные системы отсчета эквивалентны.

Пусть имеется две системы отсчета: неподвижная  $K$  и движущаяся  $K'$  со скоростью  $V$  относительно неподвижной вдоль оси  $X$ . Пусть скорость рассматриваемой частицы в системе  $K$  равна  $v$  и направлена вдоль  $X$ . Тогда скорость  $v'$  в системе  $K'$  направлена вдоль  $X'$  и выражается релятивистским законом сложения скоростей:

$$v' = \frac{v - V}{1 - \frac{vV}{c^2}}.$$

Зависимость массы  $m$  от скорости  $v$  определяется формулой:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где  $m_0$  — масса покоя частицы.

Импульс  $p$  частицы выражается формулой:

$$p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Полная энергия  $E$  частицы выражается формулой:

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

которая выражает закон взаимосвязи массы и энергии.

**№ 1075.**

Одинаковые.

**№ 1076.**

Дано:

с,  $v$ .

$$\text{Решение. } v' = \frac{v + c}{1 + \frac{vc}{c^2}} = \frac{v + c}{v + c} c = c.$$

Найти  $v'$ .

Ответ:  $v' = c$ .

**№ 1077.**

Дано:  
 $L = 10 \text{ м},$   
 $v_1 = v_2 = 0,6c.$

Решение.  $t = \frac{l}{v_1 + v_2} = \frac{l}{1,2c} = \frac{10 \text{ м}}{1,2 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 2,78 \cdot 10^{-8} \text{ с} =$   
 $= 27,8 \text{ нс}.$

Найти  $t.$

Ответ:  $t = 27,8 \text{ нс}.$

**№ 1078.**

Дано:  
 $v_1 = v_2 = 0,8 \text{ с}.$

Решение.  $v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} = \frac{0,8c + 0,8c}{1 + \frac{0,8c \cdot 0,8c}{c^2}} = 0,976 \text{ с}.$

Найти  $v.$

Ответ:  $v = 0,976 \text{ с}.$

**№ 1079.**

Дано:  
 $v_1 = nc,$   
 $v_2 = mc.$

Решение.  $v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} = \frac{nc + mc}{1 + \frac{nc \cdot mc}{c^2}} = \frac{(n + m)c}{1 + nm}$

Найти  $v.$

**№ 1080.**

Дано:  
 $v = 0,4 \text{ с},$   
 $v_1 = c, v_2 = 0,8 \text{ с},$   
 $L = 12 \text{ Гм} =$   
 $= 12 \cdot 10^9 \text{ м}.$

Решение.  $v_1' = c; v_2' = \frac{0,8c + 0,4c}{1 + \frac{0,8c \cdot 0,4c}{c^2}} \approx 0,91 \text{ с};$

$\Delta t = \frac{l}{0,91c} - \frac{l}{c} = \frac{12 \cdot 10^9 \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \left( \frac{1}{0,91} - 1 \right) \approx 4 \text{ с}.$

Найти  $\Delta t.$

Ответ: пучок быстрых частиц придет раньше на 4 с.

**№ 1081.**

Дано:  
 $v = 2,4 \cdot 10^8 \text{ м/с},$   
 $m_0 = 1 \text{ а.е.м.} =$   
 $= 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг},$   
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$

Решение.  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{\sqrt{1 - \left( \frac{2,4 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2}} \approx$   
 $\approx 2,77 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,67 \text{ а.е.м}.$

Найти  $m.$

Ответ:  $m = 1,67 \text{ а.е.м}.$

**№ 1082.**

Дано:  
 $v = 0,99 \text{ с}.$

Решение.

$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0,99)^2}} \approx 7,09.$

Найти  $\frac{m}{m_0}.$

Ответ:  $\frac{m}{m_0} \approx 7,09.$

**№ 1083.**

Дано:  
 $v = 0,9 \text{ с.}$   
 $m_0 = 4$   
 а.е.м.

Решение.

$$\Delta m = m - m_0 = m_0 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) = 4 \text{ а.е.м.} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - (0,9)^2}} - 1 \right) \approx 5,18 \text{ а.е.м.}$$

Найти  $\Delta m$ .Ответ:  $\Delta m = 5,18 \text{ а.е.м.}$ **№ 1084.**

Дано:  
 $m_0 = 1$   
 а.е.м.,  
 $m = 4 \text{ а.е.м.}$

Решение.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; v = c \sqrt{1 - \left( \frac{m_0}{m} \right)^2} = c \sqrt{1 - \left( \frac{1}{4} \right)^2} = 0,968 \text{ с.}$$

Найти  $v$ .Ответ:  $v = 0,968 \text{ с.}$ **№ 1085.**

Дано:  
 $\frac{m}{m_0} = 2$

Решение.  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; v = c \sqrt{1 - \left( \frac{m_0}{m} \right)^2} = c \sqrt{1 - \left( \frac{1}{2} \right)^2} = 0,866 \text{ с.}$

Найти  $v$ .Ответ:  $v = 0,866 \text{ с.}$ **№ 1086.**

Дано:  
 $v = 0,8 \text{ с.}$

Решение.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}};$$

$$\frac{q}{m} = \frac{q}{m_0} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1,759 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг} \cdot \sqrt{1 - (0,8)^2} =$$

$$= 1,055 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг.}$$

Найти  $\frac{q}{m}$ .Ответ:  $\frac{q}{m} = 1,055 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг.}$ **№ 1087.**

Дано:  
 $P = 3,83 \cdot 10^{26} \text{ Вт,}$   
 $t = 1 \text{ с.}$

Решение.

$$W = \Delta m \cdot c^2; W = Pt; Pt = \Delta m c^2$$

$$\Delta m = \frac{Pt}{c^2} = \frac{3,83 \cdot 10^{26} \text{ Вт}}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} = 4,3 \cdot 10^9 \text{ кг.}$$

Найти  $\Delta m$ .Ответ:  $\Delta m = 4,3 \cdot 10^9 \text{ кг.}$

**№ 1088.**

Дано:

$$m = 18 \text{ т} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ кг},$$

$$h = 5 \text{ м}.$$

Решение.  $W = \Delta mc^2$ ;  $mgh = \Delta mc^2$ 

$$\Delta m = \frac{mgh}{c^2} = \frac{1,8 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ м}}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} = 10^{-11} \text{ кг}.$$

Найти  $\Delta m$ .Ответ:  $\Delta m = 10^{-11} \text{ кг}$ .**№ 1089.**

Дано:

$$k = 10 \text{ кН/м} = 10^4 \text{ Н/м},$$

$$x = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}.$$

Решение.  $W = \Delta mc^2$ ;  $\frac{kx^2}{2} = \Delta mc^2$ 

$$\Delta m = \frac{kx^2}{2c^2} = \frac{10^4 \text{ Н/м} (0,03 \text{ м})^2}{2 \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} = 5 \cdot 10^{-17} \text{ кг}.$$

Найти  $\Delta m$ .Ответ:  $m = 5 \cdot 10^{-17} \text{ кг}$ .**№ 1090.**

Дано:

$$m_0 = 9 \text{ т} = 9 \cdot 10^3 \text{ кг},$$

$$v = 8 \text{ км/с} = 8 \cdot 10^3 \text{ м/с}.$$

Решение.  $W = \Delta mc^2$ ;  $\frac{m_0 v^2}{2} = \Delta mc^2$ 

$$\Delta m = \frac{m_0 v^2}{2c^2} = \frac{9 \cdot 10^3 \text{ кг} (8 \cdot 10^3 \text{ м/с})^2}{2 \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

Найти  $\Delta m$ .Ответ:  $\Delta m = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ .**№ 1091.**

Суммарная масса покоя будет ничтожно меньше 2 кг, так как уменьшается потенциальная энергия гравитационного взаимодействия.

**№ 1092.**

Дано:

$$m = 2 \text{ кг},$$

$$t_1 = 10^\circ \text{C},$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}.$$

Решение.  $W = \Delta mc^2$ ;  $c_T m (t_2 - t_1) = \Delta mc^2$ 

$$\Delta m = \frac{c_T m (t_2 - t_1)}{c^2} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (100^\circ \text{C} - 10^\circ \text{C})}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} = 8,4 \cdot 10^{-12} \text{ кг}.$$

Найти  $\Delta m$ .Ответ:  $\Delta m = 8,4 \cdot 10^{-12} \text{ кг}$ .**№ 1093.**

Дано:

$$m = 1 \text{ кг},$$

$$L = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}.$$

Решение.

$$Lm = \Delta mc^2$$

$$\Delta m = \frac{Lm}{c^2} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг}}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} = 3,7 \cdot 10^{-12} \text{ кг}.$$

Найти  $\Delta m$ .Ответ:  $\Delta m = 3,7 \cdot 10^{-12} \text{ кг}$ .



### № 1094.

Дано: $m = 1 \text{ кг},$ $q = 29 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}.$	Решение. $qm = \Delta mc^2; \Delta m = \frac{qm}{c^2} = \frac{29 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг}}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} = 3,2 \cdot 10^{-10} \text{ кг}.$
Найти $\Delta m.$	Ответ: $\Delta m = 3,2 \cdot 10^{-10} \text{ кг}.$

### № 1095.

Дано: $v = 0,6 \text{ с}.$	Решение. $W_k = m_0 c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right);$ $W_k = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - (0,6)^2}} - 1 \right) \approx 2,05 \cdot 10^{-14} \text{ Дж} =$ $= 0,128 \text{ МэВ}.$
Найти $W_k.$	Ответ: $W_k = 0,128 \text{ МэВ}.$

### № 1096.

Дано: $E = 6 \text{ ГэВ} =$ $= 6 \cdot 10^9 \text{ эВ},$ $m_0 = 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м}.$	Решение. $E = (m - m_0)c^2;$ $m = \frac{E}{c^2} + m_0 = \frac{6 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} \text{ а.е.м.} +$ $+ 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.} \approx 6,44 \text{ а.е.м}.$ $\frac{m}{m_0} = \frac{6,44 \text{ а.е.м}}{5,486 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м}} \approx 11700.$
Найти $\frac{m}{m_0}, m.$	Ответ: $m = 6,44 \text{ а.е.м.}, \frac{m}{m_0} = 11700.$

### № 1097.

Дано: $E, m_0, E_\alpha.$	Решение. 1) $E = (m - m_0)c^2;$
Найти 1) $\frac{m}{m_0},$ 2) $v.$	$\frac{E}{m_0} = \left( \frac{m}{m_0} - 1 \right) \cdot c^2; \frac{m}{m_0} = \frac{E}{m_0 c^2} + 1$ $2) m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; v = c \sqrt{1 - \left( \frac{m}{m_0} \right)^2}$

**№ 1098.**

Дано:

$$\frac{m}{m_0} = 2.$$

Решение.

$$W_k = m_0 c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right); \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}; \quad \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = \frac{m_0}{m}$$

$$W_k = m_0 c^2 \left( \frac{m}{m_0} - 1 \right) = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг } (3 \cdot 10^8 \text{ м/с}^2)^2 \cdot (2 - 1) =$$

$$= 81,9 \cdot 10^{15} \text{ Дж} = 0,511 \text{ МэВ.}$$

Найти  $W_k$ .Ответ:  $W_k = 0,511 \text{ МэВ.}$ **№ 1099.**

Дано:

$$v = 0,8 \cdot c,$$

$$m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Решение.

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{\sqrt{1 - (0,8)^2}} =$$

$$= 6,69 \cdot 10^{-19} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Найти  $p$ .

$$\text{Ответ: } p = 6,69 \cdot 10^{-19} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

### Световые кванты. Действия света

Кроме волновой трактовки света существует также корпускулярная, рассматривающая свет как поток частиц — фотонов. Фотон — это частица, не имеющая массы покоя, но обладающая энергией  $E$ , равной:  $E = h\nu$ , где  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж·с — постоянная Планка,  $\nu$  — частота излучения света.

Фотоэффектом называется процесс испускания электронов с поверхности вещества под действием света. Формула Эйнштейна для фотоэффекта связывает энергию падающего кванта света  $h\nu$ , работу выхода электрона  $A_{\text{вых}}$  и кинетическую энергию вылетевшего электрона  $\frac{mv^2}{2}$ :  $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$ . Отметим, что это уравнение выражает

закон сохранения энергии. Положим в формуле Эйнштейна  $\frac{mv^2}{2} = 0$ .

Отсюда мы найдем минимальную частоту  $\nu_0$ , называемую красной границей для фотоэффекта, при которой электрон все еще способен покинуть поверхность вещества:

$$\nu_0 = \frac{A}{h}.$$

Эффектом Комптона называется изменение длины волны рентгеновского излучения при прохождении его через вещество. Пусть  $\lambda$  — длина падающей рентгеновской волны,  $\lambda'$  — длина рентгеновской волны после прохождения через вещество. Тогда изменение длины волны  $\Delta\lambda$  выражается формулой:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_K \sin^2 \frac{\varphi}{2},$$

где  $\lambda_K = 2,4263 \cdot 10^{-12}$  м — комптоновская длина волны,  $\varphi$  — угол рассеяния падающего излучения.

Экспериментально было обнаружено, что свет при падении на тела оказывает на них давление (Лебедев А.Н.). В корпускулярной теории света давление трактуется как результат передачи импульса фотонов телу.

**№ 1100.**

Время разрядки электрометра: а) увеличится; б) уменьшится; в) увеличится; г) уменьшится; д) не изменится; е) увеличится.

**№ 1101.**

Надо, освещая пластину, поднести к ней положительно заряженную палочку.

**№ 1102.**

$$E = A_{\text{ВЫХ}} = 4,2 \text{ эВ}$$

**№ 1103.**

$$\begin{aligned} \text{Дано: } \nu_0 &= 1,03 \text{ Гц} = \\ &= 1,03 \cdot 10^{15} \text{ Гц}, \\ h &= 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с}. \end{aligned}$$

Найти  $A_{\text{ВЫХ}}$ .

Решение.

$$\begin{aligned} A_{\text{ВЫХ}} &= h\nu_0 = 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot \\ &\cdot 1,03 \cdot 10^{15} \text{ Гц} = 4,16 \text{ эВ}. \end{aligned}$$

Ответ:  $A_{\text{ВЫХ}} = 4,26 \text{ эВ}$ .

**№ 1104.**

$$\begin{aligned} \text{Дано: } \lambda_0 &= 282 \text{ нм} = \\ &= 2,82 \cdot 10^{-7} \text{ м}, \\ h &= 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с}. \end{aligned}$$

Найти  $A_{\text{ВЫХ}}$ .

$$\begin{aligned} \text{Решение. } A_{\text{ВЫХ}} &= h\nu_0; \nu_0 = \frac{c}{\lambda_0}; A_{\text{ВЫХ}} = h \frac{c}{\lambda_0} = \\ &= 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{282 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 4,4 \text{ эВ}. \end{aligned}$$

Ответ:  $A_{\text{ВЫХ}} = 4,4 \text{ эВ}$ .

**№ 1105.**

$$\begin{aligned} \text{Дано: } A_{\text{ВЫХ}} &= 2,2 \text{ эВ}, \\ h &= 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с}. \end{aligned}$$

Найти  $\lambda_0$ .

$$\begin{aligned} \text{Решение. } A_{\text{ВЫХ}} &= h\nu_0 = h \frac{c}{\lambda_0}; \\ \lambda_0 &= \frac{hc}{A_{\text{ВЫХ}}} = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2,2 \text{ эВ}} = 5,64 \cdot 10^{-7} \text{ м} = \\ &= 564 \text{ нм}. \end{aligned}$$

Ответ:  $\lambda_0 = 564 \text{ нм}$ .

**№ 1106.**

$$\begin{aligned} \text{Дано: } \lambda_1 &= 450 \text{ нм} = \\ &= 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}, \\ A_{\text{ВЫХ}} &= 4,2 \text{ эВ}, \\ h &= 4,13 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с}. \end{aligned}$$

Найти  $\lambda_0$ .

$$\begin{aligned} \text{Решение. } A_{\text{ВЫХ}} &= h\nu_0 = h \frac{c}{\lambda_0} \\ \lambda_0 &= \frac{hc}{A_{\text{ВЫХ}}} = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{4,2 \text{ эВ}} = 2,95 \cdot 10^{-7} \text{ м} = \\ &= 295 \text{ нм}. \text{ Так } \lambda_1 > \lambda_2, \text{ то фотоэффект не воз-} \\ &\text{никнет.} \end{aligned}$$

Ответ: не возникнет.

**№ 1107.**

Дано:

$$\nu = 1 \text{ ПГц} = 10^{15} \text{ Гц}, A_{\text{вых}} = 1 \text{ эВ}.$$

Найти E.

Решение.

$$E = h\nu - A_{\text{вых}} = 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} - 1 \text{ эВ} = 3,136 \text{ эВ}.$$

Ответ: E = 3,136 эВ.

**№ 1108.**

Дано:

$$\lambda = 200 \text{ нм} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}, \lambda_0 = 288 \text{ нм} = 2,88 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

Найти E.

Решение.

$$E = h\nu - A_{\text{вых}} = h\nu - h\nu_0 = h(\nu - \nu_0) =$$

$$= hc \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = \frac{hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda_0 \lambda};$$

$$E = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} (2,88 \cdot 10^{-7} \text{ м} - 2 \cdot 10^{-7} \text{ м})}{2,88 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 1,9 \text{ эВ}.$$

Ответ: E = 1,9 эВ.

**№ 1109.**

Дано:

$$A_{\text{вых}} = 1,8 \text{ эВ}, \nu = 2 \text{ ММ/с} = 2 \cdot 10^6 \text{ м/с}.$$

Найти  $\lambda$ .

Решение.

$$E = h\nu - A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}}; E = \frac{mv^2}{2}; \frac{mv^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}}; \lambda = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{\frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (2 \cdot 10^6 \text{ м/с})^2}{2} + 1,8 \text{ эВ}} = 9,43 \cdot 10^{-8} \text{ м} = 94,3 \text{ нм}.$$

Ответ:  $\lambda = 94,3 \text{ нм}$ .**№ 1110.**

Дано:

 $\lambda$ .Найти 1)  $\nu$ ;

2) E(Дж), E(эВ);

3)  $m(\text{а.е.м})$ ,  $m(\text{кг})$ ;

4) p.

Решение.

$$1) \nu = \frac{c}{\lambda};$$

$$2) E(\text{Дж}) = h\nu \quad (h, \text{ Дж} \cdot \text{с}); E(\text{эВ}) = \frac{E(\text{Дж})}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/эВ}}$$

$$3) m(\text{кг}) = \frac{E(\text{Дж})}{c^2}; m(\text{а.е.м}) = \frac{m(\text{кг})}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг/а.е.м}}$$

$$4) p = mc$$

**№ 1111.**

Дано:

$$U = 1,5 \text{ В}.$$

Найти E.

Решение.

$$E = eU = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1,5 \text{ В} = 2,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 1,5 \text{ эВ}.$$

Ответ: E = 1,5 эВ.

**№ 1112.**

Дано:  
 $U = 0,8 \text{ В.}$

Решение.

$$eU = \frac{mv^2}{2};$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,8 \text{ В}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} =$$

$$= 0,53 \cdot 10^6 \text{ м/с} = 0,53 \text{ Мм/с.}$$

Найти  $v$ .

Ответ:  $v = 0,53 \text{ Мм/с.}$

**№ 1113.**

Дано:  
 $U = 2 \text{ В,}$   
 $A_{\text{вых}} = 2,9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

Решение.

$$hv = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2} = A_{\text{вых}} + eU; \quad \frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + eU;$$

$$\lambda = \frac{hc}{A_{\text{вых}} + eU} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2,9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} + 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 2 \text{ В}} \approx$$

$$\approx 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 330 \text{ нм.}$$

Найти  $\lambda$ .

Ответ:  $\lambda = 330 \text{ нм.}$

**№ 1114.**

Дано:  
 $\lambda = 100 \text{ нм} =$   
 $= 10^{-7} \text{ м,}$   
 $A_{\text{вых}} = 7,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

Решение.

$$hv = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2} = A_{\text{вых}} + eU; \quad \frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + eU$$

$$U = \frac{\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}}}{e} = \frac{\frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{10^{-7} \text{ м}} - 7,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 7,9 \text{ В.}$$

Найти  $U$ .

Ответ:  $U = 7,9 \text{ В.}$

**№ 1115.**

Дано:  $\nu_1 = 390 \text{ ТГц} =$   
 $= 3,9 \cdot 10^{14} \text{ Гц,}$   
 $U_{31} = 0,5 \text{ В,}$   
 $\nu_2 = 750 \text{ ТГц} =$   
 $= 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц,}$   
 $U_{32} = 2 \text{ В.}$

Решение.

$$\begin{cases} hv_1 = A_{\text{вых}} + eU_{31} \\ hv_2 = A_{\text{вых}} + eU_{32} \end{cases};$$

$$hv_2 - hv_1 = eU_{32} - eU_{31}$$

$$h = \frac{e(U_{32} - U_{31})}{\nu_2 - \nu_1}; \quad h = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} (2 \text{ В} - 0,5 \text{ В})}{7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц} - 3,9 \cdot 10^{14} \text{ Гц}} = 6,7 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с.}$$

Найти  $h$ .

Ответ:  $h = 6,7 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с.}$

**№ 1116.**

$$hv = A_{\text{вых}} + eU_3; \quad U_3(v) = \frac{h}{e}v - \frac{A_{\text{вых}}}{e};$$

$U_3(v)$  — линейная зависимость

Большую работу выхода имеет материал, для которого зависимость  $U_3(v)$  выражена графиком II. Точки А и В показывают отношение работы выхода данного материала к элементарному заряду.

### № 1117.

Дано: $\lambda_1 = 760 \text{ нм} = 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м},$ $\lambda_2 = 380 \text{ нм} = 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$	Решение. $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda};$ $E_1 = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 2,62 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ $E_2 = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{3,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 5,23 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$
Найти E.	Ответ: $E_1 = 2,62 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}, E_2 = 5,23 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$

### № 1118.

Дано: $E_1 = 4140 \text{ эВ},$ $E_2 = 2,07 \text{ эВ}.$	Решение. $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda};$ $\lambda = \frac{hc}{E}; \lambda_1 = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{4140 \text{ эВ}} \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ м} — \text{ рент-}$ геновское излучение $\lambda_2 = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2,07 \text{ эВ}} \approx 6 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 600 \text{ нм} — \text{ види-}$ мое излучение..
Найти $\lambda_1, \lambda_2.$	Ответ: а) $\lambda_1 = 3 \cdot 10^{-10} \text{ м} — \text{ рентгеновское излучение};$ б) $\lambda_2 = 600 \text{ нм} — \text{ видимое излучение}.$

### № 1119.

Дано: $U = 4 \text{ В}.$	Решение. $h\nu = eU;$ $h \frac{c}{\lambda} = eU;$ $\lambda = \frac{hc}{eU} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 4 \text{ В}} =$ $= 3,1 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 310 \text{ нм}.$
Найти $\lambda.$	Ответ: $\lambda = 310 \text{ нм}.$

**№ 1120.**

Дано:

$$m = m_e =$$

$$= 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

Решение.

$$h\nu = mc^2;$$

$$\nu = \frac{mc^2}{h} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} \approx$$

$$\approx 1,23 \cdot 10^{20} \text{ Гц}; \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{1,23 \cdot 10^{20} \text{ Гц}} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м} =$$

$$= 2,43 \text{ пм.}$$

Найти  $\nu$ ,  $\lambda$ .

$$\text{Ответ: } \nu = 1,23 \cdot 10^{20} \text{ Гц}, \lambda = 2,43 \text{ пм.}$$

**№ 1121.**

Дано:

$$\lambda = 100 \text{ нм} =$$

$$= 10^{-7} \text{ м.}$$

Решение.

$$p = mc = \frac{E}{c} = \frac{E}{\lambda \nu} = \frac{h\nu}{\lambda} = \frac{h}{\lambda}; p = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{10^{-7} \text{ м}} = 6,626 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Найти  $p$ .

$$\text{Ответ: } p = 6,626 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

**№ 1122.**

Дано:

$$E = 3 \text{ эВ} =$$

$$= 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Решение.

$$p = mc = \frac{E}{c}; p = \frac{4,8 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 1,6 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Найти  $p$ .

$$\text{Ответ: } p = 1,6 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

**№ 1123.**

Дано:

$$E_e = E,$$

$$\lambda = 200 \text{ нм} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Решение.

$$E_e = \frac{m_e v^2}{2}; E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}; \frac{m_e v^2}{2} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\nu = \sqrt{\frac{2hc}{m_e \lambda}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}}} \approx 1,48 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

Найти  $\nu$ .

$$\text{Ответ: } \nu = 1,48 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

**№ 1124.**

Дано:

$$\lambda, A_{\text{вых}}.$$

Найти  $E$ ,  $\nu$ ,  $\lambda_0$ .

Решение.

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E; E = h\nu - A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}};$$

$$E = \frac{m_e v^2}{2}; \nu = \sqrt{\frac{2E}{m_e}}; A_{\text{вых}} = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0}; \lambda_0 = \frac{hc}{A_{\text{вых}}}$$



**№ 1125.**

Дано:

$P = 100 \text{ Вт},$

$n = 5 \cdot 10^{20},$

$t = 1 \text{ с}.$

Решение.

$$P_1 = \frac{P}{n};$$

$$P_1 = \frac{E}{t} = \frac{h\nu}{t} = \frac{hc}{\lambda t}; \quad \frac{P}{n} = \frac{hc}{\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{nhc}{Pt} = \frac{5 \cdot 10^{20} \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{100 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ с}} =$$

$$= 9,9 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 0,99 \text{ мкм}.$$

Найти  $\lambda$ .Ответ:  $\lambda = 0,99 \text{ мкм}.$ **№ 1126.**

Дано:

$\lambda = 0,5 \text{ мкм} =$

$= 5 \cdot 10^{-7} \text{ м},$

$P_1 = 2,1 \cdot 10^{-17} \text{ Вт},$

$P_2 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}, t =$

$= 1 \text{ с}.$

Решение.

$$n_1 = \frac{P_1}{P};$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{h\nu}{t} = \frac{hc}{\lambda t}$$

$$n_1 = \frac{P_1 \lambda t}{hc} = \frac{2,1 \cdot 10^{-17} \text{ Вт} \cdot 5 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot 1 \text{ с}}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 53$$

$$n_2 = \frac{P_2 \lambda t}{hc} = \frac{2 \cdot 10^{-5} \text{ Вт} \cdot 5 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot 1 \text{ с}}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 5 \cdot 10^{13}.$$

Найти  $n$ .Ответ:  $n_1 = 53, n_2 = 5 \cdot 10^{13}.$ **№ 1127.**

Не изменится.

**№ 1128.**

Дано:

$\nu = 10^{19} \text{ Гц}.$

Решение.

$h\nu = eU;$

$$U = \frac{h\nu}{e} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 10^{19} \text{ Гц}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \approx$$

$$\approx 4,1 \cdot 10^4 \text{ В} = 41 \text{ кВ}.$$

Найти  $U$ .Ответ:  $U = 41 \text{ кВ}.$ **№ 1129.**

Дано:

$U = 20 \text{ кВ}.$

Решение.

$$\lambda = \frac{1,24}{U} = \frac{1,24}{20} = 0,062 \text{ нм} = 62 \text{ пм}.$$

Найти  $\lambda$ .Ответ:  $\lambda = 62 \text{ пм}.$

**№ 1130.**

Дано:

$$\begin{aligned}
 U &= 50 \text{ кВ} = \\
 &= 5 \cdot 10^4 \text{ В}, I = 2 \text{ мА} = \\
 &= 2 \cdot 10^{-3} \text{ А}, n = 5 \cdot 10^{13}, \\
 \lambda &= 0,1 \text{ нм} = 10^{-10} \text{ м}, \\
 t &= 1 \text{ с}.
 \end{aligned}$$

Решение.

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{P_{\text{полез}}}{P_{\text{затр}}} \cdot 100\%; P_{\text{затр}} = UI; \\
 P_{\text{полез}} &= n \frac{E}{t} = \frac{nh\nu}{t} = \frac{nhc}{\lambda t}; \eta = \frac{nhc}{\lambda UI} \cdot 100\%; \\
 \eta &= \frac{5 \cdot 10^{13} \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{10^{-10} \text{ м} \cdot 1 \text{ с} \cdot 5 \cdot 10^4 \text{ В} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ А}} \cdot 100\% = 0,1\%.
 \end{aligned}$$

Найти  $\eta$ .Ответ:  $\eta = 0,1\%$ .**№ 1131.**

Дано:

$$\varphi = 60^\circ.$$

Решение.

$$\begin{aligned}
 \Delta\lambda &= 2\lambda_k \sin^2 \frac{\varphi}{2}; \Delta\lambda = 2 \cdot 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м} \cdot \sin^2 \frac{60^\circ}{2} = \\
 &= 1,21 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 1,21 \text{ пм}.
 \end{aligned}$$

Найти  $\Delta\lambda$ .Ответ:  $\Delta\lambda = 1,21 \text{ пм}$ .**№ 1132.**

Дано:

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 20 \text{ пм} = \\
 &= 2 \cdot 10^{-11} \text{ м}, \\
 \varphi &= 90^\circ.
 \end{aligned}$$

Решение.

$$\begin{aligned}
 \lambda' - \lambda &= 2\lambda_k \sin^2 \frac{\varphi}{2}; \lambda' = 2\lambda_k \sin^2 \frac{\varphi}{2} + \lambda \\
 \lambda' &= 2 \cdot 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м} \cdot \sin^2 \frac{90^\circ}{2} + 2 \cdot 10^{-11} \text{ м} = \\
 &= 22,43 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 22,43 \text{ пм}.
 \end{aligned}$$

Найти  $\lambda'$ .Ответ:  $\lambda' = 22,43 \text{ пм}$ .**№ 1133.**

$$\begin{aligned}
 \text{Дано: } \varphi &= 45^\circ, \\
 \lambda' &= 10,7 \text{ пм} = \\
 &= 1,07 \cdot 10^{-11} \text{ м}.
 \end{aligned}$$

Решение.

$$\begin{aligned}
 \lambda' - \lambda &= 2\lambda_k \sin^2 \frac{\varphi}{2}; \lambda = \lambda' - 2\lambda_k \sin^2 \frac{\varphi}{2} \\
 \lambda &= 1,07 \cdot 10^{-11} \text{ м} - 2 \cdot 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м} \cdot \sin^2 \frac{45^\circ}{2} = 1 \cdot 10^{-11} \text{ м} = 10 \text{ пм}.
 \end{aligned}$$

Найти  $\lambda$ .Ответ:  $\lambda = 10 \text{ пм}$ .**№ 1134.**

Дано:

$$\begin{aligned}
 \Delta\lambda &= 0,3 \text{ пм} = \\
 &= 3 \cdot 10^{-13} \text{ м}.
 \end{aligned}$$

Решение.

$$\begin{aligned}
 \Delta\lambda &= 2\lambda_k \sin^2 \frac{\varphi}{2}; \varphi = 2 \arcsin \sqrt{\frac{\Delta\lambda}{2\lambda_k}} \\
 \varphi &= 2 \arcsin \sqrt{\frac{3 \cdot 10^{-13} \text{ м}}{2 \cdot 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}}} = 28,8^\circ.
 \end{aligned}$$

Найти  $\varphi$ .Ответ:  $\varphi = 28,8^\circ$ .

**№ 1135.**

Дано:

$$\lambda' = 2,4 \text{ пм} = 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ м},$$

$$\lambda = 2 \text{ пм} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ м}.$$

Решение.

$$E = h(\nu - \nu') = hc \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right) = \frac{hc}{\lambda' \lambda} (\lambda' - \lambda)$$

$$E = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot c \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2,4 \cdot 10^{-12} \text{ м} \cdot 2 \cdot 10^{-12} \text{ м}} \cdot (2,4 \cdot 10^{-12} \text{ м} - 2 \cdot 10^{-12} \text{ м}) \approx \approx 10^5 \text{ эВ} = 0,1 \text{ МэВ}.$$

Найти E.

Ответ: E = 0,1 МэВ.

**№ 1136.**

Дано:

$$\lambda = 5 \text{ пм} = 5 \cdot 10^{-12} \text{ м},$$

$$\varphi = 30^\circ,$$

$$\alpha = 60^\circ.$$

Решение.

$$\text{a) } p_e = \frac{h}{\lambda} \cos \alpha;$$

$$p_e = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{5 \cdot 10^{-12} \text{ м}} \cdot \cos 60^\circ = 6,63 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{б) } p = \frac{h}{\lambda'}; \lambda' = \lambda + 2\lambda_k \sin^2 \frac{\varphi}{2} = 5 \cdot 10^{-12} \text{ м} +$$

$$+ 2 \cdot 243 \cdot 10^{-12} \text{ м} \cdot \sin^2 \frac{30^\circ}{2} \approx 5,33 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

$$p = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{5,33 \cdot 10^{-12} \text{ м}} = 1,24 \cdot 10^{-22} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Найти  $p_e, p$ .

Ответ: а)  $6,63 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; б)  $1,24 \cdot 10^{-22} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

**№ 1137.**

Дано:

$$\lambda = 20 \text{ пм} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ м},$$

$$\varphi = 90^\circ.$$

Решение.

$$p_e = \frac{h}{\lambda} \cos \alpha = \frac{h}{\lambda} \cos \frac{\varphi}{2}$$

$$p_e = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{2 \cdot 10^{-11} \text{ м}} \cdot \cos \frac{90^\circ}{2} = 4,7 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Найти  $p_e$ .

Ответ:  $p_e = 4,7 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

**№ 1138.**

$$p = \frac{E}{c} (1 + k) \text{ — давление света.}$$

Давление света на идеально черную поверхность:  $p_1 = \frac{E}{c} (k = 0)$ .

Давление света на идеально белую поверхность:  $p_2 = \frac{2E}{c} \ (k = 1)$ ,

таким образом, давление света на идеально белую поверхность в два раза больше.

**№ 1139.**

Дано:

$$m = 1 \text{ т} = 1000 \text{ кг},$$

$$v = 50 \text{ м/с},$$

$$S = 1000 \text{ м}^2,$$

$$p = 10 \text{ мкПа} = 10^{-5} \text{ Па}.$$

Решение.

$$m \frac{v}{t} = pS; \ t = \frac{mv}{pS} = \frac{1000 \text{ кг} \cdot 50 \text{ м/с}}{10^{-5} \text{ Па} \cdot 1000 \text{ м}^2} = 5 \cdot 10^6 \text{ с} \approx$$

$\approx 58$  суток

$$L = \frac{vt}{2} = \frac{50 \text{ м/с} \cdot 5 \cdot 10^6 \text{ с}}{2} = 1,25 \cdot 10^8 \text{ м}.$$

Найти  $t, L$ .

Ответ:  $t = 58$  суток,  $L = 1,25 \cdot 10^8 \text{ м}$ .

## Атом и атомное ядро

Атом состоит из положительно заряженного ядра и электронов, движущихся вокруг него. Рассмотрим модель атома Бора. В ее основе лежат следующие предположения (постулаты Бора):

Существуют стационарные орбиты, при вращении на которых электрон не излучает.

При переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую выделяется или поглощается квант энергии  $h\nu$ :  $E_n - E_m = h\nu$ , где  $E_n$  и  $E_m$  — энергии электрона на  $n$ -ой и  $m$ -ой орбитах.

Атомная модель Бора находится в противоречии с классической теорией, где электрон, движущийся с ускорением, излучает всегда. Модель Бора позволяет количественно описывать только атом водорода. Из постулатов Бора можно вывести формулу Бальмера:

$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ , где  $\lambda$  — длина волны излучения,  $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{м}}$  — постоянная Ридберга для водорода,  $n$  и  $m$  — номера энергетических орбит.

Ядро состоит из нейтронов и протонов. Протон — это положительно заряженная частица с зарядом, равным по модулю заряду электрона, и массой примерно в 1800 раз большей массы электрона. Нейтрон — это электрически нейтральная частица с массой примерно равной массе протона.

Большинство ядер стабильны, но в природе существуют ядра, способные превращаться в другие. Такие ядра называют радиоактивными. К основным типам радиоактивных превращений относят:  $\alpha$  — распад (излучение ядра гелия),  $\beta$  — распад (излучение электрона),  $\gamma$  — распад (излучение  $\gamma$  — кванта).

Пусть в начальный момент времени было  $N_0$  ядер. Через время  $T$  в результате радиоактивного распада ядер стало  $N_0/2$ . Время  $T$  называется периодом полураспада. Количество ядер  $N$  через время  $t$  вы-

ражается формулой:  $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ .

Энергия связи ядра  $E_{CB}$  определяется работой, которую нужно совершить, чтобы расщепить ядро на нейтроны и протоны. Она выражается формулой:  $E_{CB} = \Delta mc^2$ , где дефект массы

$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M$ ,  $Z$  — число протонов массы  $m_p$ ,  $N$  — число нейтронов массы  $m_n$ ,  $M$  — масса ядра,  $c$  — скорость света.

**№ 1140.**

Энергия излученных фотонов меньше.

**№ 1141.**

Дано: $k = 4, n = 2,$ $E = 2,55 \text{ эВ}.$	Решение. $\lambda = \frac{1}{R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2}\right)} = \frac{1}{1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)} = 4,86 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 486 \text{ нм}.$
Найти $\lambda$ .	Ответ: $\lambda = 486 \text{ нм}.$

**№ 1142.**

Дано: $\Delta E = 4,9 \text{ эВ}.$	Решение. $\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda};$ $\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot c \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{4,9 \text{ эВ}} = 2,53 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 253 \text{ нм}.$
Найти $\lambda$ .	Ответ: $\lambda = 253 \text{ нм}.$

**№ 1143.**

Дано: $E = 14,53 \text{ эВ}.$	Решение. $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda};$ $\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot c \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{14,53 \text{ эВ}} = 8,53 \cdot 10^{-8} \text{ м} = 85,3 \text{ нм}.$
Найти $\lambda$ .	Ответ: $\lambda = 85,3 \text{ нм}.$

**№ 1144.**

Дано: $E_1 = 21,6 \text{ эВ},$ $E_2 = 41 \text{ эВ},$ $E_3 = 64 \text{ эВ},$ $\lambda = 25 \text{ нм} = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}.$	Решение. $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot c \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}} = 49,6 \text{ эВ}$ Данная длина волны может вызвать однократную и двукратную ионизацию, так как энергия фотона 49,6 эВ.
Найти $E$ .	Ответ: $E = 49,6 \text{ эВ}.$

**№ 1145.**

Дано: $n_1 = 1, k_1 = 3,$ $n_2 = 4, k_2 = 2.$	Решение. $\frac{E_{21}}{E_{11}} = \frac{k_1^2}{n_1^2} = 3^2 = 9; \frac{E_{22}}{E_2} = \frac{k_2^2}{n_2^2} = \frac{2^2}{4^2} = \frac{1}{4}.$
Найти $\frac{E_{21}}{E_{11}}; \frac{E_{22}}{E_{12}}.$	Ответ: увеличится в 9 раз; уменьшится в 4 раза.

**№ 1146.**

Дано: $n_1=3, k_1=2,$ $n_2 = 2,$ $k_2 = 1.$	Решение. $\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right) = R \frac{n^2 - k^2}{n^2 k^2};$ $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_1^2 k_1^2 (n_2^2 - k_2^2)}{n_2^2 k_2^2 (n_1^2 - k_1^2)} = \frac{3^2 \cdot 2^2 \cdot (2^2 - 1^2)}{2^2 \cdot 1^2 \cdot (3^2 - 2^2)} = 5,4.$
Найти $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}.$	Ответ: = 5,4.

**№ 1147.**

Дано: $\lambda_1 = 656 \text{ нм} = 6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$	Решение. $\lambda_2 = \frac{1}{R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)} = \frac{1}{1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right)} = 4,86 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 486 \text{ нм}$ $\lambda_3 = \frac{1}{R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)} = \frac{1}{1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{25} \right)} = 4,34 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 434 \text{ нм}$ $\lambda_4 = \frac{1}{R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right)} = \frac{1}{1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{36} \right)} = 4,1 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 410 \text{ нм}.$
Найти $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4.$	Ответ: $\lambda_2 = 486 \text{ нм}, \lambda_3 = 434 \text{ нм}, \lambda_4 = 410 \text{ нм}.$

**№ 1148.**

Дано: $n = 2, k = 4,$ $\lambda = 486,13 \text{ нм} = 4,8613 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$	Решение. $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right);$ $R_H = \frac{1}{\lambda \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)} = \frac{1}{4,8613 \cdot 10^{-7} \text{ м} \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)} = 1,0971 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}.$
Найти $R.$	Ответ: $R_H = 1,0971 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}.$

**№ 1149.**

121,5 нм

**№ 1150.**

Меньше или равным 92,1 нм

**№ 1152.**

Фотоны коротких длин волн возбуждают атомы люминофора, которые, возвращаясь в невозбужденное состояние, проходят промежуточные уровни энергии.

**№ 1153.**

Возбужденные атомы раствора проходят промежуточные энергетические состояния, излучая видимый свет.

**№ 1154.**

Дано: $P = 1 \text{ кВт} = 10^3 \text{ Вт},$ $\tau = 5 \text{ мкс} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ с},$ $n = 200, t = 1 \text{ с},$ $\eta = 0,1.$	Решение. $E = \eta P \tau = 0,1 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ с} =$ $= 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 0,5 \text{ мДж}$ $P_1 = \frac{E}{\tau} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}}{5 \cdot 10^{-6} \text{ с}} = 100 \text{ Вт}.$
Найти $E, P_1.$	Ответ: $E = 0,5 \text{ мДж}, P_1 = 100 \text{ Вт}.$

**№ 1155.**

Дано: $\lambda = 630 \text{ нм} =$ $= 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ м},$ $P = 40 \text{ мВт} =$ $= 4 \cdot 10^{-2} \text{ Вт},$ $t = 1 \text{ с}.$	Решение. $N = \frac{E}{E_{\Phi}}; E = Pt = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$ $E_{\Phi} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{6,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}} \approx 3,155 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$ $N = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}}{3,155 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}} \approx 1,3 \cdot 10^{17}.$
Найти $N.$	Ответ: $N = 1,3 \cdot 10^{17}.$

**№ 1156.**

Дано: $t = 1 \text{ мкс} = 10^{-6} \text{ с},$ $E_1 = 0,1 \text{ Дж},$ $\varphi = 2 \text{ мрад} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ рад},$ $R = 6 \text{ м},$ $I_2 = 1,36 \text{ кВт/м}^2 =$ $= 1,36 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2.$	Решение. $I_1 = \frac{E_1}{St}; S = \pi (R\alpha)^2; I_1 = \frac{E_1}{\pi (r\alpha)^2 t}$ $I_1 = \frac{0,1 \text{ Дж}}{3,14 (6 \text{ м} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ рад})^2 \cdot 10^{-6} \text{ с}} =$ $= 2,21 \cdot 10^8 \text{ Вт/м} \approx 220 \text{ кВт/м}^2.$
Найти $I_1.$	Ответ: $I_1 = 221 \text{ кВт/м}^2.$



**№ 1157.**

Снизу вверх (определяется правилом левой руки).

**№ 1158.**

Дано: $R=4\text{ см}=0,04\text{ м},$ $B=8,5\text{ мТл}=$ $=8,5\cdot 10^{-3}\text{ Тл}.$	Решение. $F_{\text{л}} = F_{\text{ц.с.}}; e\nu B = m \frac{v^2}{R};$ $\nu = \frac{eRB}{m} = \frac{1,6\cdot 10^{-19}\text{ Кл}\cdot 0,04\text{ м}\cdot 8,5\cdot 10^{-3}\text{ Тл}}{9,1\cdot 10^{-31}\text{ кг}} \approx 6\cdot 10^7\text{ м/с}.$
Найти $\nu$ .	Ответ: $\nu = 6\cdot 10^7\text{ м/с}.$

**№ 1159.**

Счетчик регистрирует радиоактивное излучение космических лучей.

**№ 1160.**

Индукция магнитного поля направлена от наблюдателя за плоскость чертежа.

**№ 1161.**

Потому что свинец поглощает заряженные частицы и тем самым позволяет избежать опасного излучения.

**№ 1162.**

Кобальтовая пушка работает без источника тока, менее громоздка, проникающая способность  $\gamma$  — лучей выше, чем рентгеновских.

**№ 1163.**

В верхних слоях атмосферы.

**№ 1164.**

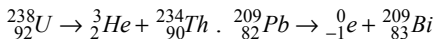
Дано: $\nu = 15\text{ Мм/с} =$ $= 1,5\cdot 10^7\text{ м/с},$ $L = 3,3\text{ см} =$ $= 3,3\cdot 10^{-2}\text{ м}.$	Решение. $E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{6,64\cdot 10^{-27}\text{ кг}\cdot (1,5\cdot 10^7\text{ м/с})^2}{2} =$ $= 7,47\cdot 10^{-13}\text{ Дж} \approx 4,7\text{ МэВ}$ $L = \frac{\nu l}{2}; t = \frac{2l}{\nu} = \frac{2\cdot 3,3\cdot 10^{-2}\text{ м}}{1,5\cdot 10^7\text{ м/с}} = 4,4\cdot 10^{-9}\text{ с} = 4,4\text{ нс}$ $a = \frac{\nu}{t} = \frac{1,5\cdot 10^7\text{ м/с}}{4,4\cdot 10^{-9}\text{ с}} = 3,4\cdot 10^{15}\text{ м/с}^2.$
Найти $E_k, t, a$ .	Ответ: $E_k = 4,7\text{ МэВ}, t = 4,4\text{ нс}, a = 3,4\cdot 10^{15}\text{ м/с}^2.$

**№ 1165.**

В результате  $\alpha$  — распада.  ${}_{94}^{239}\text{Pu} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{92}^{235}\text{U}$

**№ 1166.**

В результате  $\beta$  — распада.  ${}_{92}^{238}\text{Na} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{12}^{22}\text{Mg}$

**№ 1167.****№ 1168.**

${}_{92}^{226}\text{U} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{90}^{222}\text{Rn}$  . Импульсы образовавшихся ядер одинаковы, а энергия  ${}_2^4\text{He}$  в  $\frac{222}{4} = 55,5$  раза больше энергии  ${}_{90}^{222}\text{Rn}$  .

**№ 1169.**

Дано:

$$t = \frac{T}{2} .$$

Решение.

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{T}{2T}} = \frac{N_0}{\sqrt{2}} ;$$

$$N_{\text{расп}} = N_0 - N = N_0 \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) ; \quad \frac{N_{\text{расп}}}{N_0} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,29 .$$

Найти  $\frac{N_{\text{расп}}}{N_0}$

Ответ: 0,29.

**№ 1170.**

Дано:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{4} ,$$

$t = 8$  суток.

Решение.

$$\frac{N}{N_0} = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}} = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{8}{T}} ; \quad \frac{N}{N_0} = \frac{1}{4} ; \quad \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{8}{T}} = \frac{1}{4} ; \quad \frac{8}{T} = 2 ; \quad T = \frac{8}{2} = 4 \text{ суток} .$$

Найти  $T$ .

Ответ:  $T = 4$  суток.

**№ 1171.**

Дано:  $t, T$ .

Найти  $\frac{N}{N_0} \cdot 100\%$ .

Решение.

$$\frac{N}{N_0} \cdot 100\% = 2^{-\frac{t}{T}} \cdot 100\%$$

**№ 1172.**

Порядковый номер элемента показывает число протонов в ядре. Число нейтронов находят вычитанием из массового числа порядкового номера.

${}_{11}^{23}\text{Na}$  — 11 протонов, 12 нейтронов;

${}_{9}^{19}\text{F}$  — 9 протонов, 10 нейтронов

${}_{47}^{107}\text{Ag}$  — 47 протонов, 60 нейтронов;

${}^{247}_{96}\text{Cm}$  — 96 протонов, 151 нейтрон

${}^{257}_{101}\text{Mg}$  — 101 протон, 156 нейтронов.

**№ 1173.**

${}^{20}_{10}\text{Ne}$  — 10 протонов, 10 нейтронов;

${}^{21}_{10}\text{Ne}$  — 10 протонов, 11 нейтронов

${}^{22}_{10}\text{Ne}$  — 10 протонов, 12 нейтронов.

**№ 1174.**

Порядковый номер  $Z$  и массовое число  $M$  не изменяются, масса уменьшается на массу  $\gamma$  — кванта.

**№ 1175.**

При выбрасывании из ядра протона ( ${}^1_1\text{p}$ )  $Z$  и  $M$  уменьшаются на

1. При выбрасывании из ядра нейтрона ( ${}^1_0\text{n}$ )  $Z$  не изменяется,  $M$  уменьшается на 1.

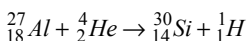
**№ 1176.**

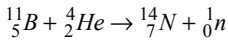
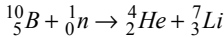
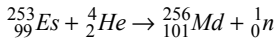
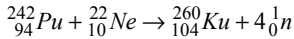
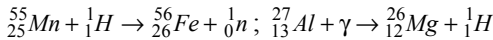
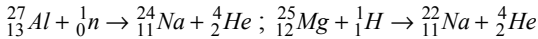
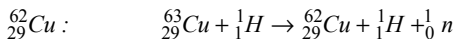
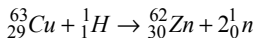
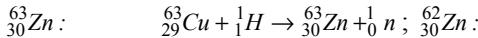
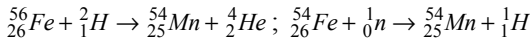
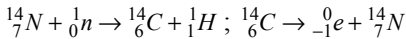
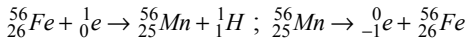
Дано:	Решение.
$Z, A, m_p, m_n, m_x.$	${}^A_Z\text{X}$ — элемент $X$ с порядковым номером $Z$ и
Найти $E_{\text{св}}, \frac{E_{\text{св}}}{A}.$	атомной массой $A$
	$m_p$ — масса одного протона (а.е.м)
	$m_n$ — масса одного нейтрона (а.е.м)
	$m_x$ — масса ядра элемента $X$ (а.е.м)
	$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z)m_n - m_x$ ; $E_{\text{св}} =$
	$= \Delta m \cdot 931 \text{ (МэВ)}.$

**№ 1177.**

Дано:	Решение.
${}^{14}_7\text{N}, Z = 7,$	$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z)m_n - m_N$
$A = 14.$	$\Delta m = 7 \cdot 1,00783 \text{ а.е.м.} + 7 \cdot 1,00866 \text{ а.е.м.} -$
	$- 14,00307 \text{ а.е.м.} = 0,11236 \text{ а.е.м.}$
	$E = \Delta m \cdot 931 \text{ (МэВ)} = 0,11236 \cdot 931 \text{ (МэВ)} = 105 \text{ МэВ}.$
Найти $E.$	Ответ: $E = 105 \text{ МэВ}.$

**№ 1178.**



**№ 1179.****№ 1180.****№ 1181.****№ 1182.****№ 1183.****№ 1184.****№ 1185.****№ 1186.****№ 1187.****№ 1188.**

$${}^{14}_7N + {}^4_2He \rightarrow {}^{17}_8O + {}^1_1H ; \Delta m = m({}^{14}_7N) + m({}^4_2He) - m({}^{17}_8O) - m({}^1_1H) =$$

$$= (14,00307 + 4,0026 - 1,00783 - 16,99913) \text{ а.е.м} = -0,00129 \text{ а.е.м}$$

$$E = \Delta mc^2 < 0 \text{ — энергия поглощается } {}^6_3Li + {}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^3_2He$$

$$\Delta m = m({}^6_3Li) + m({}^1_1H) - m({}^4_2He) - m({}^3_2He) = (6,01513 + 1,00783 -$$

$$- 4,0026 - 3,01602) \text{ а.е.м} = 0,00434 \text{ а.е.м}$$

$$E = \Delta mc^2 > 0 \text{ — энергия выделяется } {}^7_3Li + {}^4_2He \rightarrow {}^{10}_5B + {}^1_0n$$

$$\Delta m = m\left({}_3^7\text{Li}\right) + m\left({}_2^4\text{He}\right) - m\left({}_{5}^{10}\text{B}\right) - m\left({}_0^1\text{n}\right) = (7,01601 + 4,0026 - 10,01294 - 1,00866) \text{ а.е.м} = -0,00299 \text{ а.е.м}$$

$$E = \Delta mc^2 < 0 \text{ — энергия поглощается}$$

**№ 1189.**

$${}_3^7\text{Li} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_4^8\text{Be} + {}_0^1\text{n}; \Delta m = m\left({}_3^7\text{Li}\right) + m\left({}_1^2\text{H}\right) - m\left({}_4^8\text{Be}\right) - m\left({}_0^1\text{n}\right) =$$

$$= (7,01601 + 2,0141 - 8,00531 - 1,00866) \text{ а.е.м} = 0,01614 \text{ а.е.м}$$

$$E = \Delta m \cdot 931 = 0,01614 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} = 15 \text{ МэВ}$$

**№ 1190.**

$${}_3^7\text{Li} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_2^4\text{He}; \Delta m = m\left({}_3^7\text{Li}\right) + m\left({}_1^1\text{H}\right) - 2m\left({}_2^4\text{He}\right) = (7,01601 + 1,00783 - 2 \cdot 4,0026) \text{ а.е.м} = 0,01864 \text{ а.е.м}$$

$$E = \Delta m \cdot 931 = 0,01864 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} \approx 15 \text{ МэВ}$$

**№ 1191.**

$${}_3^7\text{Li} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{5}^{10}\text{B} + {}_0^1\text{n}; \Delta m = m\left({}_3^7\text{Li}\right) + m\left({}_2^4\text{He}\right) - m\left({}_{5}^{10}\text{B}\right) - m\left({}_0^1\text{n}\right) =$$

$$= (7,01601 + 4,0026 - 10,01294 - 1,00866) \text{ а.е.м} = -0,00299 \text{ а.е.м}$$

$$E = |\Delta m| \cdot 931 = 0,00299 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} \approx 2,8 \text{ МэВ}$$

**№ 1192.**

$${}_7^{15}\text{N} + {}_1^1\text{P} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_2^4\text{He}; \Delta m = m\left({}_7^{15}\text{N}\right) + m\left({}_1^1\text{P}\right) - m\left({}_6^{12}\text{C}\right) - m\left({}_2^4\text{He}\right) =$$

$$= (15,00011 + 1,00728 - 12,00000 - 4,00260) \text{ а.е.м} = 0,00479 \text{ а.е.м}$$

$$E = \Delta m \cdot 931 = 0,00479 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} \approx 4,5 \text{ МэВ}$$

Полезный энергетический выход ядерной реакции равен 4,5 МэВ – 1,2 МэВ = 3,3 МэВ

**№ 1193.**

$${}_5^{11}\text{B} + {}_1^1\text{P} \rightarrow {}_3^4\text{He}; \Delta m = m\left({}_5^{11}\text{B}\right) + m\left({}_1^1\text{P}\right) - 3m\left({}_2^4\text{He}\right) = (11,00931 + 1,00728 - 3 \cdot 4,0026) \text{ а.е.м} = 0,00879 \text{ а.е.м}$$

$$E = \Delta m \cdot 931 = 0,00879 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} \approx 8,2 \text{ МэВ}$$

**№ 1194.**

$$E = 200 \text{ МэВ} \cdot \frac{84\%}{100\%} = 168 \text{ МэВ};$$

$$p_{\text{Ba}} = p_{\text{Kr}}; m_{\text{Ba}} v_{\text{Ba}} = m_{\text{Kr}} v_{\text{Kr}}; \frac{m_{\text{Ba}}}{m_{\text{Kr}}} = \frac{v_{\text{Kr}}}{v_{\text{Ba}}}$$

$$\begin{cases} \frac{E_{Ba}}{E_{KR}} = \frac{m_{Ba} v_{Ba}^2}{m_{Kr} v_{Kr}^2} = \frac{m_{Ba} \cdot m_{Ba}^2}{m_{Kr} \cdot m_{Kr}^2} = \frac{m_{Kr}}{m_{Ba}} = \frac{84}{137} \approx 0,61; \\ E_{Ba} + E_{Kr} = E \end{cases};$$

$$E_{Ba} = 0,61 E_{KR}$$

$$0,61 E_{KR} + E_{KR} = E; E_{KR} = \frac{E}{1,61} = \frac{168 \text{ МэВ}}{1,61} = 104 \text{ МэВ};$$

$$E_{Ba} = 0,61 E_{KR} = 0,61 \cdot 104 \text{ МэВ} \approx 64 \text{ МэВ}.$$

### № 1195.

В углероде.

### № 1196.

$$E_1 = 200 \text{ МэВ};$$

$$E = E_1 \cdot \frac{m(^{235}_{95}\text{U})}{M(^{235}_{95}\text{U})} \cdot N_A = 200 \text{ МэВ} \cdot \frac{10^{-3} \text{ кг}}{235 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \approx$$

$$\approx 5,12 \cdot 10^{23} \text{ МэВ} \approx 8,2 \cdot 10^{10} \text{ Дж} \approx 2,3 \text{ МВт} \cdot \text{ч}; E = Q; E = qm;$$

$$m = \frac{E}{q} = \frac{8,2 \cdot 10^{10} \text{ Дж}}{29 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} \approx 2,8 \cdot 10^4 \text{ кг} = 2,8 \text{ т}.$$

### № 1197.

Вспользуемся решением задачи № 1196.

Энергия, которая освобождается в реакторе при сжигании 220 г изотопа при выходе энергии в 25%, равна:

$$E = 8,2 \cdot 10^{10} \text{ Дж/ч} \cdot 220 \text{ г} \cdot 0,25 = 4,51 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{4,51 \cdot 10^{12} \text{ Дж}}{24 \cdot 3600 \text{ с}} = 5,2 \cdot 10^7 \text{ Вт} \approx 52 \text{ МВт}.$$

### № 1198.

$$\begin{aligned} {}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} &\rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}; \Delta m = m({}^2_1\text{H}) + m({}^3_1\text{H}) - m({}^4_2\text{He}) - m({}^1_0\text{n}) = \\ &= (2,0141 + 3,01602 - 4,0026 - 1,00866) \text{ а.е.м} = 0,01886 \text{ а.е.м} \\ E &= \Delta m \cdot 931 = 0,01886 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м} \approx 17,6 \text{ МэВ} \end{aligned}$$

### № 1199.

Слой толщиной  $h$  ослабляет ионизирующее излучение в 2 раза.

Слой толщиной  $H = nh$  ослабляет излучение в  $\underbrace{2 \cdot 2 \cdot \dots \cdot 2}_n \text{ раз} = 2^n \text{ раз}.$

### № 1200.

$$\text{В } 2^{\frac{30}{3}} = 2^{10} = 1024 \text{ раз}.$$

**№ 1201.**

$$2^n = 128 = 2^7; n = 7; H = nh = 7 \cdot 2 \text{ см} = 14 \text{ см}.$$

**№ 1202.**

Безопасно, так как поглощенная доза за год равна  $200 \cdot 6 \cdot 7$  (мкРг) = 8,4 мГр, что меньше предельно допустимой дозы.

**№ 1203.**

Позитрон  ${}^{12}_6\text{C} + {}^1_1p \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^0_{-1}e$ .

**№ 1204.**

Позитрон  ${}^1_1p + {}^1_1p + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^1_0n$ .

**№ 1205.**

Нейтрон  ${}^{10}_5\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{13}_7\text{N} + {}^1_0n$ .

Распад изотопа азота  ${}^{13}_7\text{N} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^0_{+1}e$ .

**№ 1206.**

$${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + {}^0_{-1}e + \gamma; \nu = \frac{E}{h} = \frac{0,66 \cdot 10^6 \text{ ЭВ}}{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ ЭВ} \cdot \text{с}} = 1,6 \cdot 10^{20} \text{ Гц}.$$

**№ 1207.**

$${}^1_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \gamma; \Delta m = m({}^1_1\text{H}) + m({}^3_1\text{H}) - m({}^4_2\text{He}) = (1,00783 + 3,01605 - 4,0026) \text{ а.е.м} = 0,02128 \text{ а.е.м}$$

$$E = \Delta m \cdot 931 = 0,02128 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} \approx 19,822 \text{ МэВ}$$

$$\Delta E = 19,812 \text{ МэВ} - 19,7 \text{ МэВ} = 0,112 \text{ МэВ}; \Delta E = h\nu;$$

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{0,112 \cdot 10^6 \text{ ЭВ}}{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ ЭВ} \cdot \text{с}} \approx 3 \cdot 10^{20} \text{ Гц}.$$

**№ 1208.**

$${}^2_1\text{H} + \gamma \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^1_0n; \Delta m = m({}^2_1\text{H}) - m({}^1_1\text{H}) - m({}^1_0n) = (2,0141 - 1,00783 - 1,00866) \text{ а.е.м} = -0,00239 \text{ а.е.м}$$

$$E_\gamma = -\Delta m \cdot 931 = 0,00239 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} = 2,2 \text{ МэВ}.$$

**№ 1209.**

$${}^2_1\text{H} + \gamma \rightarrow {}^1_1p + {}^1_0n; \Delta m = m({}^2_1\text{H}) - m({}^1_1p) - m({}^1_0n) = (2,0141 - 1,00728 - 1,00866) \text{ а.е.м} = -0,00184 \text{ а.е.м}$$

$$E_k = -\Delta m \cdot 931 = 0,00184 \text{ а.е.м} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} = 1,7 \text{ МэВ}$$

**№ 1210.**

$${}_{-1}^0e + {}_{+1}^0e \rightarrow 2\gamma; \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{ch}{E} = \frac{ch}{mc^2} = \frac{h}{mc} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} =$$

$$= 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 2,4 \text{ пм}$$

**№ 1211.**

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{mc^2}{h} = \frac{264,3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} = 2,9 \cdot 10^{23} \text{ Гц}$$