

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электрическое поле

Электрическое поле и электрический заряд — первичные понятия, которые не определяются аналогично понятиям точки и прямой в геометрии. Неподвижный заряд создает вокруг себя электрическое поле. Если замкнутая система обладала зарядом q , то при любых изменениях в ней заряд q сохраняется. Это фундаментальное утверждение носит название закона сохранения заряда.

Точечным зарядом называется заряд исчезающе малых размеров. Из эксперимента известно, что два точечных заряда q_1 и q_2 на расстоянии r взаимодействуют с силой F , значение которой определяется законом Кулона:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2},$$

где $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ — коэффициент пропорциональности. Когда

заряды одноименные, то они отталкиваются, когда разноименные — притягиваются.

Силовой характеристикой электрического поля является вектор напряженности \vec{E} . Рассмотрим некоторый заряд q , внесенный в электрическое поле \vec{E} . Тогда на него будет действовать сила \vec{F} , которая определяется формулой: $\vec{F} = q\vec{E}$. Это формула может служить определением вектора напряженности электрического поля. Для графического представления электростатического поля пользуются понятием линий напряженности. Эти линии начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных. Касательная в каждой точке линии напряженности направлена также, как и вектор \vec{E} . Если имеется N зарядов, каждый из которых создает свое поле $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \dots, \vec{E}_N$, то полная напряженность в любой точке пространства \vec{E} определяется как векторная сумма этих напряженностей (принцип суперпозиции):

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_N.$$

Для точечного заряда q значение напряженности E в точке, удаленной от него на расстоянии r , выражается формулой:

$$E = k \frac{q}{r^2}.$$

Проводником называется тело, содержащее свободные заряды. Если мы сообщим проводнику некоторый заряд q , то он распределится по поверхности, а внутри проводника поле будет равно нулю. Поверхностной плотностью σ называется отношение заряда к площади поверхности проводника

$$S: \sigma = \frac{q}{S}.$$

Поле заряженного проводящего шара снаружи от него совпадает с полем точечного заряда, а внутри него равно нулю. Поле бесконечной заряженной проводящей плоскости с поверхностной плотностью заряда σ определяется формулой:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0},$$

где $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электрическая постоянная.

Диэлектриком называется тело, в котором отсутствуют свободные заряды. При помещении диэлектрика в электрическое поле происходит его поляризация, при этом поле E в диэлектрике уменьшается в ϵ раз:

$$E = \frac{E_0}{\epsilon},$$

где E_0 — напряженность поля вне диэлектрика, ϵ — диэлектрическая проницаемость.

При перемещении заряда q в электрическом поле \vec{E} на расстояние $\Delta l = l_2 - l_1$ совершается работа A : $A = qE\Delta l = qE(l_2 - l_1)$.

Изменение потенциальной энергии ΔW_p равно:

$$\Delta W_p = -A = -(qEl_2 - qEl_1) = W_{p1} - W_{p2}.$$

Потенциал ϕ — энергетическая характеристика электрического поля, он определяется формулой:

$$\phi = \frac{W_p}{q}.$$

Эквипотенциальные поверхности — это такие поверхности, в каждой точке которых потенциал постоянен. Потенциал поля ϕ в некоторой точке пространства, созданный N зарядами, равен алгебраической сумме потенциалов $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_N$, созданных отдельными зарядами (принцип суперпозиции): $\phi = \phi_1 + \phi_2 + \dots +$

φ_N . Потенциал поля точечного заряда q на расстоянии r от него определяется формулой:

$$\varphi = k \frac{q}{r}.$$

Напряжением U между точками А и В называется разность потенциалов:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2,$$

где φ_1 — потенциал в точке А, φ_2 — потенциал в точке В. Напряжение U связано с напряженностью E электрического поля следующей формулой:

$$E = \frac{U}{\Delta l}.$$

Конденсатором называется устройство, способное накапливать заряд. Емкость конденсатора C определяется как отношение заряда q на его обкладках к приложенному напряжению U :

$$C = \frac{q}{U}.$$

Емкость не зависит от заряда и напряжения на нем, а определяется его геометрическими свойствами (формой и размером) и родом среды. Для плоского конденсатора емкость равна:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d},$$

где ε — диэлектрическая проницаемость среды между обкладками, S — площадь обкладок, d — расстояние между обкладками.

Энергия заряженного конденсатора W определяется формулой:

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}.$$

Плотность энергии ω электрического поля E выражается формулой:

$$\omega = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2}.$$

№ 677.

Дано:

$$\begin{aligned} q_1 &= q_2 = \\ &= 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}; \\ r &= 3 \text{ см} = \\ &= 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}. \end{aligned}$$

Найти F .

Решение:

$$\begin{aligned} F &= k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} = \\ &= 10^{-3} \text{ Н} = 1 \text{ мН}. \end{aligned}$$

Ответ: $F = 1 \text{ мН}$.

№ 678.

Дано:

$$q_1 = 1 \text{ мкКл} = 10^{-6} \text{ Кл};$$

$$q_2 = 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$F = 9 \text{ мН} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

Решение.

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}; \quad r = \sqrt{k \frac{|q_1||q_2|}{F}} =$$

$$= \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \frac{10^{-6} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}}} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}.$$

Найти r .

Ответ: $r = 10 \text{ см}$.

№ 679.

Дано:

$$q_1, q_2,$$

$$q'_1 = 4q_1,$$

$$q'_2 = q_2,$$

$$F_1 = F_2.$$

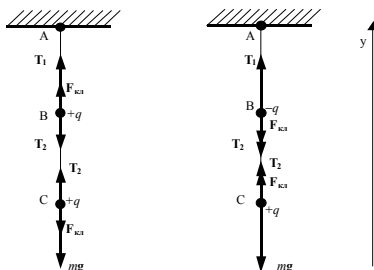
Решение. $F_1 = k \frac{|q_1||q_2|}{r_1^2}; \quad F_2 = k \frac{|q'_1||q'_2|}{r_2^2} = k \frac{|4q_1||q_2|}{r_2^2};$

$$F_1 = F_2; \quad k \frac{|q_1||q_2|}{r_1^2} = k \frac{|4q_1||q_2|}{r_2^2}; \quad \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{4} = 2.$$

Найти $\frac{r_2}{r_1}$.

Ответ: расстояние между зарядами надо увеличить в 2 раза.

№ 680.



Дано:

$$m = 0,2 \text{ г} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг};$$

$$r = 3 \text{ см} =$$

$$= 3 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$|q_1| = |q_2| =$$

$$= 10 \text{ нКл} = \text{а})$$

$$= 10^{-8} \text{ Кл};$$

q_1, q_2 — од-
ноименные;

б) q_1, q_2 —
разноимен-
ные.

Решение.

Запишем второй закон Ньютона для первого и вто-
рого шариков:

$$F_{\text{кл}} + T_1 - T_2 - mg = 0; \quad (1.a)$$

$$-F_{\text{кл}} + T_2 - mg = 0. \quad (2.a)$$

Из (2.a) выражаем T_2 : $T_2 = F_{\text{кл}} + mg = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} + mg =$

$$= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} + 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 =$$

$$= 3 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 3 \text{ мН}. \text{ Подставим выражение для } T_2 \text{ в}$$

(1.a) и выразим T_1 .

	$F_{\text{кл}} + T_1 - F_{\text{кл}} - mg - mg = 0$ $T_1 = 2mg = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 4 \text{ мН.}$ б) Запишем второй закон Ньютона для первого и второго шариков: $T_1 - F_{\text{кл}} - T_2 - mg = 0;$ (1.6) $F_{\text{кл}} + T_2 - mg = 0.$ (2.6) Из (2.6) выражаем T_2 : $T_2 = mg - F_{\text{кл}} = mg - k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 -$ $- 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} = 10^{-3} \text{ Н} = 1 \text{ мН.}$ Подставим выражение для T_2 в (1.6) и выразим T_1 . $T_1 - F_{\text{кл}} - mg + F_{\text{кл}} - mg = 0;$ $T_1 = 2mg = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 4 \text{ мН.}$
Найти: T_1, T_2 .	Ответ: а) $T_1 = 4 \text{ мН}; T_2 = 3 \text{ мН};$ б) $T_1 = 4 \text{ мН}; T_2 = 1 \text{ мН.}$

№ 681.

Дано: $r = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$ $F = 0,23 \text{ мН} =$ $= 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ Н};$ $ e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	Решение. $F = k \frac{ q q }{r^2} = k \frac{q^2}{r^2}; q = r \cdot \sqrt{\frac{F}{k}};$ $N = \frac{q}{ e } = \frac{r}{ e } \sqrt{\frac{F}{k}} = \frac{0,1 \text{ м}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \sqrt{\frac{2,3 \cdot 10^{-4} \text{ Н}}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}}} = 10^{11}.$
Найти: N .	Ответ: $N = 10^{11}.$

№ 682.

Дано: 1) $q_1, nq_1;$ 2) $-q_1, nq_1.$	Решение. 1) $F_1 = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} = k \frac{nq_1^2}{r^2}.$ После соприкосновения шариков приобретут равные заряды: $q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{q_1(n+1)}{2}; F_2 = k \frac{ q'_1 q'_2 }{r^2} = k \frac{q_1^2(n+1)^2}{4r^2};$ $\frac{F_2}{F_1} = \frac{(n+1)^2}{4n};$ 2) $F_1 = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} = k \frac{nq_1^2}{r^2}.$ После соприкосновения шариков приобретут равные заряды:
--	--

	$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{q_1(n-1)}{2}; \quad F_2 = k \frac{ q'_1 q'_2 }{r^2} = k \frac{q_1^2(n-1)^2}{4r^2};$ $\frac{F_2}{F_1} = \frac{(n-1)^2}{4n};$
Найти $\frac{F_2}{F_1}$.	Ответ: 1) $\frac{F_2}{F_1} = \frac{(n+1)^2}{4n}$; 2) $\frac{F_2}{F_1} = \frac{(n-1)^2}{4n}$.

Позиция	Одноименные	Разноименные
а)	1	0
б)	1,02	0,017
в)	1,2	0,204
г)	1,99	0,99
д)	4,42	3,4
е)	20	19
ж)	125,5	124,5

№ 683

Сила взаимодействия шариков до соприкосновения равна:

$$F_1 = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}; \quad q_1 \cdot q_2 > 0 \text{ (условие того, что заряды одного знака)}.$$

После соприкосновения заряды шариков и их сила взаимодействия

$$\text{соответственно равны: } q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}; \quad F_2 = k \frac{q'_1 \cdot q'_2}{r^2} = k \frac{(q_1 + q_2)^2}{4r^2}.$$

$$\begin{aligned} \text{Оценим разность } F_2 - F_1: F_2 - F_1 &= k \frac{(q_1^2 + q_2^2)}{4r^2} - k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{k}{4r^2} (q_1^2 + 2q_1 q_2 + q_2^2 - 4q_1 q_2) = \\ &= \frac{k}{4r^2} (q_1^2 - 2q_1 q_2 + q_2^2) = k \frac{(q_1 - q_2)^2}{4r^2} > 0, \quad q_1 q_2 > 0; \quad q_1 \neq q_2. \end{aligned}$$

Таким образом $F_2 > F_1$, причем $F_2 - F_1$ будет тем больше, чем больше $|q_1 - q_2|$.

№ 684.

Дано: $q, 4q, r.$	Решение. $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} = k \frac{4q^2}{r^2}; \quad q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{q + 4q}{2} = \frac{5}{2}q;$ $F = k \frac{ q'_1 q'_2 }{x^2} = k \frac{25q^2}{4x^2}; \quad k \frac{4q^2}{r^2} = k \frac{25q^2}{4x^2}; \quad x = \frac{5}{4}r = 1,25r.$
Найти x .	Ответ: $x = 1,25r$.

№ 685.



Дано:

$$q_1 = 10 \text{ нКл} =$$

$$= 10^{-8} \text{ Кл},$$

$$q_2 = 16 \text{ нКл} =$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл},$$

$$r_1 = 7 \text{ мм} =$$

$$= 7 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

$$q_3 = 2 \text{ нКл} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл},$$

$$r_2 = 3 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

$$r_3 = 4 \text{ мм} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Найти F .

Решение.

Так как $r_1 = r_2 + r_3$, то заряд q_3 лежит на прямой, соединяющей заряды q_1 и q_2 .

$$F = F_{13} - F_{23} = k \frac{|q_1||q_3|}{r_2^2} - k \frac{|q_2||q_3|}{r_3^2} = k|q_3| \left(\frac{|q_1|}{r_2^2} - \frac{|q_2|}{r_3^2} \right).$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot \left(\frac{10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2} - \frac{1,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(4 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2} \right) =$$

$$= 2 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 2 \text{ мН}.$$

Ответ: $F = 2 \text{ мН}$.

№ 686.



Дано:

$$+q, -q, q/2,$$

$$DA = AC = CB = r.$$

Решение.

$$F_C = F_{CA} + F_{CB} = k \frac{q \frac{q}{2}}{r^2} + k \frac{q \frac{q}{2}}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2};$$

$$F_D = F_{DA} - F_{DB} = k \frac{q \frac{q}{2}}{r^2} - k \frac{q \frac{q}{2}}{(3r)^2} = k \frac{4q^2}{9r^2};$$

$$\frac{F_C}{F_D} = \frac{1}{4/9} = \frac{9}{4} = 2,25.$$

Найти $\frac{F_C}{F_D}$.

Ответ: в точке С в 2,25 раза больше.

№ 687.



Дано:

$$\begin{aligned} q_1 &= 90 \text{ нКл} = 9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}, \\ q_2 &= 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}, \\ r &= 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}. \end{aligned}$$

Решение.

$\vec{F}_{13} = -\vec{F}_{23}$; $F_{13} = F_{23}$ Пусть x — расстояние от заряда q_1 до заряда q_3 , $(r-x)$ — расстояние от заряда q_2 до

заряда q_3 . $F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{x^2}$; $F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{(r-x)^2}$;

$$k \frac{|q_1||q_3|}{x^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{(r-x)^2}; \quad \frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_2|}{(r-x)^2}; \quad |q_1|(r-x)^2 = |q_2|x^2;$$

$$|q_1|r^2 - 2|q_1|rx + |q_1|x^2 = |q_2|x^2; (|q_1| - |q_2|)x^2 - 2|q_1|rx + |q_1|r^2 = 0;$$

Решая последнее квадратное уравнение, получаем выражение для x :

$$x = \frac{r}{|q_1| - |q_2|} (|q_1| \pm \sqrt{|q_1||q_2|});$$

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} - 10^{-8} \text{ Кл}} (9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} + \sqrt{9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}) = \\ &= 6 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 6 \text{ см} \end{aligned}$$

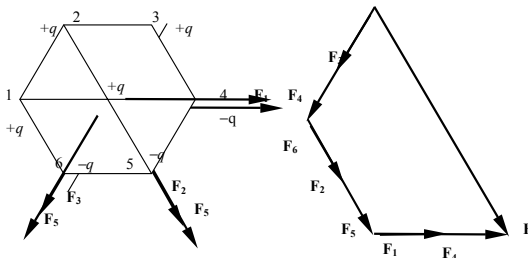
$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} - 10^{-8} \text{ Кл}} (9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} - \sqrt{9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}) = \\ &= 3 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 3 \text{ см} \end{aligned}$$

В случае $x_1 = 6$ см силы F_{13} и F_{23} являются сонаправленными. Поэтому этот случай не удовлетворяет условиям задачи.

Найти x .

Ответ: q_3 надо расположить в 3 см от q_1 и в 1 см от q_2 .

№ 688.



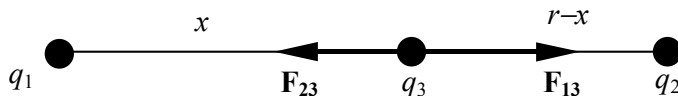
Дано:
 q, a .

Решение. $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F_5 = F_6 = k \frac{q^2}{a^2}$;

Из геометрического построения сил и их результирующей (см. рис.) видно, что $F = 4F_1 = 4k \frac{q^2}{a^2}$.

Найти: F . | Ответ: $F = 4k \frac{q^2}{a^2}$.

№ 689.



Дано:

$q_1 = 40 \text{ нКл} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл};$
 $q_2 = -10 \text{ нКл} = -10^{-8} \text{ Кл};$
 $r = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}.$

Решение.

$\vec{F}_{13} = -\vec{F}_{23}$; $F_{13} = F_{23}$. Пусть x — расстояние от заряда q_1 до заряда q_3 , $(r - x)$ — расстояние от заряда q_2 до заряда q_3 . $F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{x^2}$; $F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{(r-x)^2}$;

$$k \frac{|q_1||q_3|}{x^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{(r-x)^2}; \frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_2|}{(r-x)^2};$$

$$|q_1|r^2 - 2|q_1|rx + |q_1|x^2 = |q_2|x^2;$$

$$(|q_1| - |q_2|)x^2 - 2|q_1|rx + q_1r^2 = 0; x = \frac{r}{(|q_1| - |q_2|)} (|q_1| \pm \sqrt{|q_1||q_2|}) =$$

$$x = \frac{0,1 \text{ м}}{4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} - 10^{-8} \text{ Кл}} (4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} + \sqrt{4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}) = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}; r - x = 10 \text{ см} - 20 \text{ см} = -10 \text{ см}.$$

Заряд q_3 найдем из условия: $F_{21} = F_{31}$;

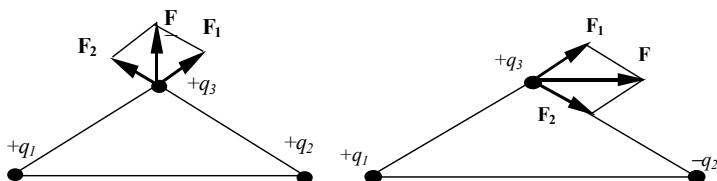
$$k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = k \frac{|q_1||q_3|}{x^2};$$

$$|q_3| = |q_2| \frac{x^2}{r^2} = 10^{-8} \text{ Кл} \cdot \frac{(0,2 \text{ м})^2}{(0,1 \text{ м})^2} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} = 40 \text{ нКл}$$

Найти: x, q_3 .

Ответ: надо взять $q_3 = 40 \text{ нКл}$ и поместить его в 20 см от заряда q_1 и в 10 см от заряда q_2 .

№ 690.



Дано:

$$\begin{aligned}
 |q_1| &= |q_2| = 25 \text{ нКл} = \\
 &= 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}; \\
 r_1 &= 24 \text{ см} = 0,24 \text{ м}; \\
 |q_3| &= 2 \text{ нКл} = \\
 &= 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \\
 r_2 &= r_3 = 15 \text{ см} = \\
 &= 0,15 \text{ м}; \\
 \text{а) } q_1, q_2 &\text{ — одно-} \\
 &\text{именные;} \\
 \text{б) } q_1, q_2 &\text{ — разно-} \\
 &\text{именные.}
 \end{aligned}$$

Решение. а) $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$; $F_1 = F_2 = k \frac{|q_1||q_3|}{r_2^2}$

Из геометрических соображений:

$$F = 2F_1 \cos \alpha;$$

$$\sin \alpha = \frac{r_1}{2r_2}; \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{r_1}{2r_2}\right)^2}$$

$$F = 2 \cdot k \frac{|q_1||q_3|}{r_2^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r_1}{2r_2}\right)^2}$$

$$F = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,15 \text{ м})^2} \times$$

$$\times \sqrt{1 - \left(\frac{0,24 \text{ м}}{2 \cdot 0,15 \text{ м}}\right)^2} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ Н} = 24 \text{ мкН б)}$$

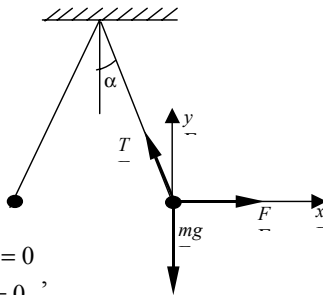
$$F = 2F_1 \sin \alpha = 2k \frac{|q_1||q_3|}{r_2^2} \cdot \frac{r_1}{2r_2} = k \frac{|q_1||q_3|}{r_2^3} r_1$$

$$\begin{aligned}
 F &= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,15 \text{ м})^3} \times \\
 &\times 0,24 \text{ м} = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ Н} = 32 \text{ мкН.}
 \end{aligned}$$

Найти: F .

Ответ: а) $F = 24 \text{ мкН}$; б) $F = 32 \text{ мкН}$.

№ 691.



$$\begin{cases} T \cos \alpha - mg = 0 \\ F - T \sin \alpha = 0 \end{cases}$$

где F — сила взаимодействия зарядов. Выразим T из первого уравнения и подставим его во второе.

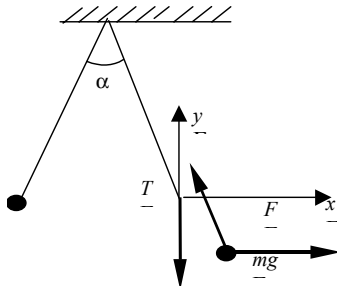
$$T = \frac{mg}{\cos \alpha}; \quad F - mg \tan \alpha = 0; \quad \tan \alpha = \frac{F}{mg}$$

а) Так как $F_{12} = F_{21} = F$ и силы тяжести одинаковы ($m_1 = m_2$), то и отклонения нитей также будут одинаковыми.

б) Если же $m_1 > m_2$, то $\frac{F}{m_1 g} < \frac{F}{m_2 g}$; $\operatorname{tg} \alpha_1 < \operatorname{tg} \alpha_2$; $\alpha_1 < \alpha_2$.

Таким образом, угол отклонения второго шарика больше.

№ 692.



Дано:

l, m, α

Решение.

$$\begin{cases} T \cos \frac{\alpha}{2} - mg = 0 \\ F - T \sin \frac{\alpha}{2} = 0 \end{cases} \quad \text{Выражаем } T \text{ из первого уравнения и}$$

подставляем во второе.

$$T = \frac{mg}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad F - mg \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad F = mg \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

$$F = k \frac{q^2}{r^2}; \quad r = 2l \sin \frac{\alpha}{2}; \quad q = r \sqrt{\frac{F}{k}} = 2l \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{F}{k}}.$$

Найти F, q .

Ответ: $F = mg \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad q = 2l \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{F}{k}}.$

№	$F, \text{ мН}$	$q, 10^{-7} \text{ Кл}$
1	0,64	1,8
2	0,89	2,3
3	3,9	0,99
4	1,6	1,3
5	16	7,8

№ 693.

Дано:

$q = 2 \text{ нКл} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл},$

$F = 0,4 \text{ мкН} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$

Решение. $E = \frac{F}{q} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 200 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$

Найти E .

Ответ: $E = 200 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$

№ 694.

Дано:

$$q = 12 \text{ нКл} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл},$$

$$E = 2 \text{ кВ/м} = 2 \cdot 10^3 \text{ В/м}$$

Решение.

$$F = qE = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^9 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 24 \cdot 10^{-6}$$

$H = 24 \text{ мкН}.$

Найти F .

Ответ: $F = 24 \text{ мкН}.$

№ 695.

Дано:

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

$$E = 10 \text{ кВ/м} = 10^4 \text{ В/м};$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

Решение. $qE = ma$; $a = \frac{qE}{m} = \frac{eE}{m}$

$$a = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^4 \text{ В/м}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 1,76 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2.$$

Найти a .

Ответ: $a = 1,76 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2.$

№ 696.

Дано:

$$q = 36 \text{ нКл} =$$

$$= 3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$r_1 = 9 \text{ см} = 0,09 \text{ м};$$

$$r_2 = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}.$$

$$\text{Решение. } E_1 = k \frac{|q|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,09 \text{ м})^2} =$$

$$= 4 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 40 \text{ кВ/м}$$

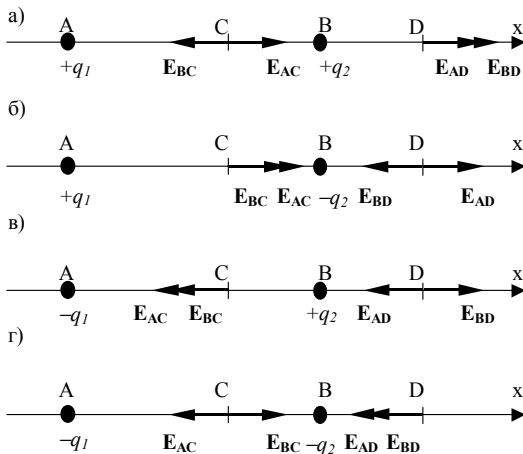
$$E_2 = k \frac{|q|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,18 \text{ м})^2} =$$

$$= 10^4 \text{ В/м} = 10 \text{ кВ/м}$$

Найти E_1, E_2 .

Ответ: $E_1 = 40 \text{ кВ/м}, E_2 = 10 \text{ кВ/м}.$

№ 697.



Дано:

$$AC = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м};$$

$$CB = BD = 3 \text{ см} =$$

$$= 0,03 \text{ м}$$

$$|q_1| = 40 \text{ нКл} = 4 \cdot 10^{-8}$$

$$|q_2| = 10 \text{ нКл} =$$

$$= 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$\text{а) } +|q_1|, +|q_2|;$$

$$\text{б) } +|q_1|, -|q_2|;$$

$$\text{в) } -|q_1|, +|q_2|;$$

$$\text{г) } -|q_1|, -|q_2|$$

Решение. $E_{AC} = k \frac{|q_1|}{AC^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,06 \text{ м})^2} = 10^5 \text{ В/м}$

$$E_{BC} = k \frac{|q_2|}{BC^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл}}{(0,03 \text{ м})^2} = 10^5 \text{ В/м}$$

$$E_{AD} = k \frac{|q_1|}{AD^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,12 \text{ м})^2} = 0,25 \cdot 10^5 \text{ В/м}$$

$$E_{BD} = k \frac{|q_1|}{BD^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,06 \text{ м})^2} = 10^5 \text{ В/м}$$

$$\text{а) } E_C = E_{AC} - E_{BC} = 10^5 \text{ В/м} - 10^5 \text{ В/м} = 0$$

$$E_D = E_{AD} + E_{BD} = 0,25 \cdot 10^5 \text{ В/м} + 10^5 \text{ В/м} = 1,25 \cdot 10^5 \text{ В/м} = 125 \text{ кВ/м}$$

$$\text{б) } E_C = E_{AC} + E_{BC} = 10^5 \text{ В/м} + 10^5 \text{ В/м} = 2 \cdot 10^5 \text{ В/м} = 200 \text{ кВ/м}$$

$$E_D = E_{AD} - E_{BD} = 0,25 \cdot 10^5 \text{ В/м} - 10^5 \text{ В/м} = -0,75 \cdot 10^5 \text{ В/м} = -75 \text{ кВ/м}$$

$$\text{в) } E_C = -E_{AC} - E_{BC} = -10^5 \text{ В/м} - 10^5 \text{ В/м} = -2 \cdot 10^5 \text{ В/м} = -200 \text{ кВ/м}$$

$$E_D = E_{BD} - E_{AD} = 10^5 \text{ В/м} - 0,25 \cdot 10^5 \text{ В/м} = 0,75 \cdot 10^5 \text{ В/м} = 75 \text{ кВ/м}$$

$$\text{г) } E_C = E_{BC} - E_{AC} = 10^5 \text{ В/м} - 10^5 \text{ В/м} = 0$$

$$E_D = -E_{AD} - E_{BD} = -0,25 \cdot 10^5 \text{ В/м} - 10^5 \text{ В/м} = -1,25 \cdot 10^5 \text{ В/м} = -125 \text{ кВ/м}.$$

Найти: E_C, E_D

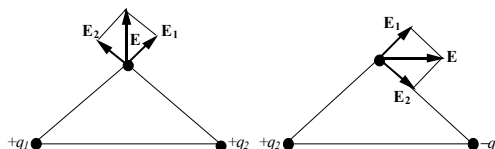
Ответ: а) $E_C = 0, E_D = 125 \text{ кВ/м};$

б) $E_C = 200 \text{ кВ/м}, E_D = -75 \text{ кВ/м};$

в) $E_C = -200 \text{ кВ/м}, E_D = 75 \text{ кВ/м};$

г) $E_C = 0, E_D = -125 \text{ кВ/м}.$

№ 698.



Дано:

$$|q_1| = |q_2| =$$

$$= 0,1 \text{ мкКл} =$$

$$= 10^{-7} \text{ Кл};$$

$$r = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м};$$

$$r_1 = r_2 = 5 \text{ см} =$$

$$= 0,05 \text{ м};$$

а) q_1, q_2 — одноименные;

б) q_1, q_2 — разноименные

Решение.

$$\text{а) } \vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2; E_1 = E_2 = k \frac{|q_1|}{r_1^2};$$

$$E = 2E_1 \cos \alpha; \sin \alpha = \frac{r}{2r_1};$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{r}{2r_1}\right)^2}; E = 2k \frac{|q_1|}{r_1^2} \sqrt{1 - \left(\frac{r}{2r_1}\right)^2}$$

$$E = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-7} \text{ Кл}}{(0,05 \text{ м})^2} \times \sqrt{1 - \left(\frac{0,06 \text{ м}}{2 \cdot 0,05}\right)^2} =$$

$$= 5,76 \cdot 10^5 \text{ В/м} = 576 \text{ кВ/м}.$$

$$\text{б) } E = 2E_1 \sin \alpha = 2k \frac{|q_1|}{r_1^2} \cdot \frac{r}{2r_1} = k \frac{|q_1|}{r_1^3} r$$

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-7} \text{ Кл}}{(0,05 \text{ м})^3} \cdot 0,06 = 4,32 \cdot 10^5 \text{ В/м} = 432 \text{ кВ/м}.$$

Найти E

Ответ: а) $E = 576 \text{ кВ/м}$;

б) $E = 432 \text{ кВ/м}$.

№ 699.



Дано:

$$|q_1| = q;$$

$$|q_2| = 4q;$$

$$a;$$

$$\text{а) } q_1 > 0,$$

$$q_2 > 0;$$

$$\text{б) } q_1 q_2 < 0$$

Решение.

$\vec{E}_1 = -\vec{E}_2; E_1 = E_2$. Пусть x — расстояние от q до точки,

где $E = 0$, $(a - x)$ — расстояние от $4q$ до точки,

$$\text{где } E = 0. E_1 = k \frac{q}{x^2}; E_2 = k \frac{4q}{(a - x)^2};$$

$$k \frac{q}{x^2} = k \frac{4q}{(a - x)^2}; \frac{1}{x^2} = \frac{4}{(a - x)^2};$$

$$a^2 - 2ax + x^2 = 4x^2; 3x^2 + 2ax - a^2 = 0;$$

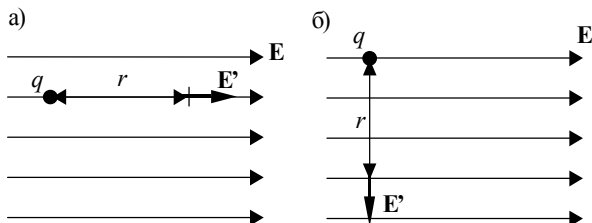
$$x_1 = \frac{-a + 2a}{3} = \frac{a}{3}, \quad a - x_1 = \frac{2a}{3};$$

$$x_2 = \frac{-a - 2a}{3} = -a, \quad a - x_2 = 2a.$$

Найти: x

Ответ: а) на расстоянии $\frac{a}{3}$ от q и $\frac{2a}{3}$ от $4q$;
 б) на расстоянии a от q и на расстоянии $2a$ от $4q$.

№ 700.



Дано:

$$E = 40 \text{ кВ/м} =$$

$$4 \cdot 10^4 \text{ В/м};$$

$$q = 27 \text{ нКл} =$$

$$2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$r = 9 \text{ см} =$$

$$0,09 \text{ м}$$

Решение. а) $E_{1,2} = E \pm E' = E \pm k \frac{|q|}{r^2}$

$$E_1 = 4 \cdot 10^4 \text{ В/м} + 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,09 \text{ м})^2} = 7 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 70 \text{ кВ/м}$$

$$E_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ В/м} - 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,09 \text{ м})^2} = 10^4 \text{ В/м} = 10 \text{ кВ/м}$$

$$\text{б) } E_1 = E_2 = \sqrt{E^2 + E'^2} = \sqrt{E^2 + \left(k \frac{|q|}{r^2} \right)^2}$$

$$E_1 = E_2 = \sqrt{\left(4 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{м}} \right)^2 + \left(9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,09 \text{ м})^2} \right)^2} =$$

$$= 5 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 50 \text{ кВ/м}.$$

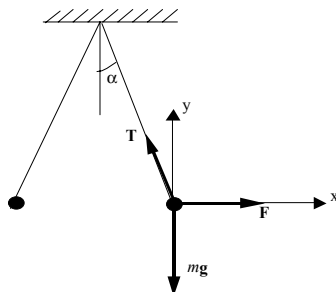
Найти: E_1 ,

E_2 .

Ответ: а) $E_1 = 70 \text{ кВ/м}$, $E_2 = 10 \text{ кВ/м}$;

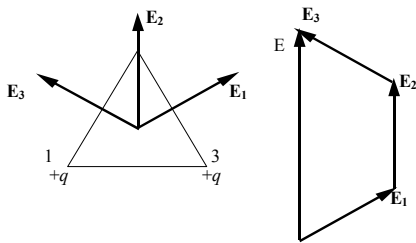
б) $E_1 = E_2 = 50 \text{ кВ/м}$.

№ 701.



Дано:	Решение.
$q_1 = q,$	$\begin{cases} T \cos \alpha - mg = 0 \\ F - T \sin \alpha = 0 \end{cases}$. Выражаем T из первого уравнения и
$q_2 = \frac{9}{10} q,$	
$\alpha_1 = 45^\circ.$	подставляем во второе. $T = \frac{mg}{\cos \alpha}; F - mg \tan \alpha = 0;$ $\tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{qE}{mg}; \alpha = \arctg \frac{qE}{mg}; \alpha_1 = 45^\circ \Rightarrow \frac{qE}{mg} = 1;$ $\alpha_2 = \arctg \frac{9qE}{10mg} = \arctg 0,9; \Delta \alpha = \alpha_1 - \alpha_2 = 45^\circ - \arctg 0,9 = 3^\circ.$
Найти: $\Delta \alpha.$	Ответ: $\Delta \alpha = 3^\circ.$

№ 702.



Дано:	Решение.
$a,$	$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3; \vec{E}_1 = \vec{E}_2 = \vec{E}_3 = k \frac{q}{r^2} = k \frac{q}{(q/\sqrt{3})^2} = 3k \frac{q}{a^2};$
$+ q,$	
$+ q$	
$-q.$	$E = 2 \cdot \vec{E}_1 = 6k \frac{q}{a^2}.$
Найти: $E.$	Ответ: $E = 6k \frac{q}{a^2}.$

№ 703.

Дано:	Решение.
$m, q, E, g.$	$\begin{cases} ma_x = qE \\ ma_y = mg \end{cases}; a_x = q \frac{E}{m}; a_y = g;$
	$x = \frac{a_x t^2}{2} = \frac{qEt^2}{2m} \Rightarrow t^2 = \frac{2mx}{qE};$
	$y(x) = \frac{a_y t^2}{2} = \frac{gt^2}{2} = \frac{g}{2} \frac{2mx}{qE} = \frac{mg}{qE} x.$

Найти: $Y(x)$. | Ответ: $y(x) = \frac{mg}{qE} x$.

№ 704.

Проверить, заряжена ли гильза, можно поднесением какого-либо заряженного тела. Знак заряда можно узнать по взаимодействию гильзы с поднесенным телом определенного знака.

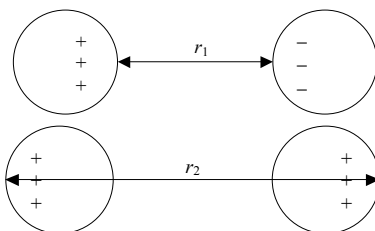
№ 705.

Положительный.

№ 706.

Если листочек незаряженной металлической фольги находится на заземленном стальном листе, то при поднесении к нему заряженной палочки на нем индуцируется заряд противоположного знака много больший, чем если бы листочек находился на стекле. Поэтому листочек, находящийся на стальном листе, притянется к заряженной палочке.

№ 707.



В случае, когда заряды разноименно заряженные, так как в этом случае $r_1 < r_2$.

№ 708.

Соединить эти шары, затем поднести заряженную палочку. После этого шары разнести. Оба шара будут заряжены одинаковыми по модулю и противоположными по знаку зарядами.

№ 709.

Не останется.

№ 710.

В обоих случаях уменьшилась, но во втором случае больше.

№ 711.

Палец человека является заземлением. Поэтому при поднесении пальца к гильзе часть индуцированного заряда стекает в землю, и сила притяжения увеличивается.

№ 712.

На шаре А индуцируется отрицательный заряд. Поэтому, когда отодвинули шар А, на нем заряд также будет отрицательным. На шаре В индуцируется положительный заряд, который может либо превысить отрицательный заряд на шаре В до поднесения палочки (в этом случае шар В останется положительно заряженным), либо быть равным (в этом случае шар В станет нейтральным), либо быть меньшим (в этом случае шар В останется отрицательно заряженным).

№ 713.

Дано:

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

$$q = 16 \text{ нКл} =$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл},$$

$$a = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м},$$

$$b = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Решение.

$$a < R \Rightarrow E_1 = 0; b > R \Rightarrow E_2 = k \frac{|q|}{b^2}$$

$$E_2 = 9 \cdot 10^9 (\text{Н} \cdot \text{м}^2) / \text{Кл}^2 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ К}^{\circ}}{(4 \cdot 10^{-2})^2} =$$

$$= 9 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 90 \text{ кВ/м}$$

$$\sigma = \frac{|q|}{S} = \frac{|q|}{4\pi R^2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{4 \cdot 3,14 \cdot (3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} \approx$$

$$\approx 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2 = 1,4 \text{ мКл/м}^2.$$

Найти E_1, E_2, σ .Ответ: $E_1 = 0, E_2 = 90 \text{ кВ/м}, \sigma = 1,4 \text{ мКл/м}^2$.**№ 714.**

Дано:

$$\sigma,$$

$$r = d.$$

$$\text{Решение. } E = k \frac{|q|}{\left(\frac{d}{2} + d\right)^2} = k \frac{4|q|}{9d^2};$$

$$\sigma = \frac{|q|}{S} = \frac{|q|}{\pi d^2}; \frac{|q|}{d^2} = \sigma \pi \Rightarrow E = k \frac{4}{9} \sigma \pi = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{4}{9} \sigma \pi = \frac{\sigma}{9\epsilon_0}.$$

Найти
 E .

$$\text{Ответ: } E = \frac{\sigma}{9\epsilon_0}.$$

№ 715.

Поверхностная плотность заряда увеличится.

№ 716.

Дано:

$$\sigma = 354 \text{ нКл/м}^2 =$$

$$= 3,54 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2.$$

$$\begin{aligned} \text{Решение. } E &= \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{3,54 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{\circ}/\text{м}^2}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ К}^{\circ 2} / (\text{Н} \cdot \text{м}^2)} = \\ &= 2 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 20 \text{ кВ/м}. \end{aligned}$$

Найти E . | Ответ: $E = 20$ кВ/м.

№ 717..

Диэлектрик (в данной задаче стекло) уменьшает электрическое поле. Поэтому при помещении стекла между электрометром и заряженной палочкой стрелка отклонится — показания электрометра уменьшатся. Если же убрать палочку, а стеклянную пластинку оставить, то заряд на электрометре сохранится — стрелка не отклонится. Если же убрать пластину, а палочку оставить, то стрелка отклонится в сторону большего заряда.

№ 718..

Дано:

$$E_2 = 60 \text{ В/м},$$

$$\epsilon_1 = 3,5,$$

$$\epsilon_2 = 7,$$

$$\epsilon_3 = 6.$$

Решение.

$$E_0 = \epsilon_2 E_2 = 7 \cdot 60 \text{ В/м} = 420 \text{ В/м};$$

$$E_1 = \frac{E_0}{\epsilon_1} = \frac{420 \text{ В/м}}{3,5} = 120 \text{ В/м};$$

$$E_3 = \frac{E_0}{\epsilon_3} = \frac{420 \text{ В/м}}{6} = 70 \text{ В/м}.$$

Найти E_0, E_1, E_3 . | Ответ: $E_0 = 420$ В/м, $E_1 = 120$ В/м, $E_3 = 70$ В/м.

№ 719.

Дано:

$$\sigma = 40 \text{ нКл/м}^2 =$$

$$= 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2,$$

$$\epsilon = 2,5.$$

Решение.

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} = \frac{4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2}{2 \cdot 2,5 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / (\text{Н} \cdot \text{м}^2)} = 900 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

Найти E . | Ответ: $E = 900$ В/м.

№ 720..

Дано:

$$\epsilon = 2,5,$$

$$r = 6 \text{ см} =$$

$$= 6 \cdot 10^{-2} \text{ м},$$

$$F = 0,4 \text{ мН} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-4} \text{ Н}.$$

Решение. $F = k \frac{q^2}{\epsilon r^2};$

$$q = r \sqrt{\frac{F\epsilon}{k}} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-4} \text{ Н} \cdot 2,5}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}}} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} = 20 \text{ нКл}.$$

Найти q . | Ответ: $q = 20$ нКл.

№ 721.

Дано:

$$\epsilon = 81.$$

Решение.

$$F = k \frac{q_1^2}{r^2}; F = k \frac{q_2^2}{\epsilon r^2}; k \frac{q_1^2}{r^2} = k \frac{q_2^2}{\epsilon r^2}; \frac{q_2}{q_1} = \sqrt{\epsilon} = \sqrt{81} = 9.$$

Найти $\frac{q_2}{q_1}$. | Ответ: заряд надо увеличить в 9 раз.

№ 722.

Дано:
 $\epsilon = 2,1$.

Решение.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r_1^2}; F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r_2^2}; k \frac{q_1 q_2}{r_1^2} = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r_2^2}; \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\epsilon} = \sqrt{2,1} \approx 1,45$$

Найти $\frac{r_1}{r_2}$.

Ответ: уменьшить в 1,45 раза.

№ 723.

Дано:

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

$$q = 4 \text{ нКл} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл},$$

$$E = 20 \text{ кВ/м} =$$

$$= 2 \cdot 10^4 \text{ В/м}.$$

Решение.

$$E = k \frac{|q|}{\epsilon r^2}; \epsilon = \frac{k |q|}{E r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{2 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot (3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} = 2.$$

Найти ϵ .

Ответ: $\epsilon = 2$.

№ 724.

Дано:

$$\epsilon = 2,1,$$

$$r_1 = 29 \text{ см} =$$

$$= 0,29 \text{ м},$$

$$E_1 = E_2.$$

Решение.

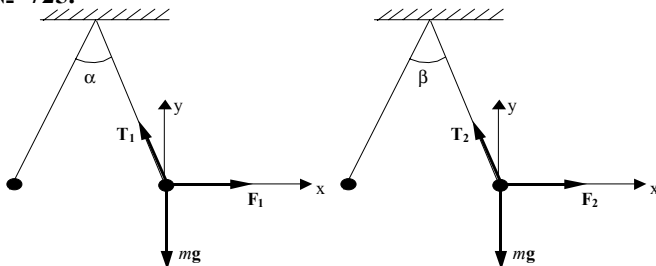
$$E_1 = k \frac{|q|}{r_1^2}; E_2 = k \frac{|q|}{\epsilon r_2^2}; k \frac{|q|}{r_1^2} = k \frac{|q|}{\epsilon r_2^2};$$

$$r_2 = \frac{r_1}{\sqrt{\epsilon}} = \frac{0,29 \text{ м}}{\sqrt{2,1}} = 0,20 \text{ м} = 20 \text{ см}.$$

Найти r_2 .

Ответ: $r_2 = 20 \text{ см}$.

№ 725.



Дано:

$$\alpha = 60^\circ,$$

$$\beta = 50^\circ.$$

Решение.

$$\begin{cases} T_1 \cos \frac{\alpha}{2} - mg = 0 \\ F_1 - T_1 \sin \frac{\alpha}{2} = 0 \end{cases}; T_1 = \frac{mg}{\cos \frac{\alpha}{2}}; F_1 - mg \tan \frac{\alpha}{2} = 0.$$

Аналогично получаем для случая β : $F_2 - mg \tan \frac{\beta}{2} = 0$.

Из последних двух формул получаем:

$$F_1 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = F_2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{r_1^2} = k \frac{q^2}{\left(2/\sin \frac{\alpha}{2}\right)^2}; F_2 = k \frac{q^2}{\varepsilon r_2^2} = k \frac{q^2}{\varepsilon \left(2/\sin \frac{\beta}{2}\right)^2};$$

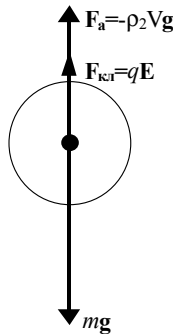
$$k \frac{q^2}{\left(2/\sin \frac{\alpha}{2}\right)^2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = k \frac{q^2}{\varepsilon \left(2/\sin \frac{\beta}{2}\right)^2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

$$\varepsilon = \frac{\sin^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\sin^2 \frac{\beta}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} = \frac{\sin^2 30^\circ \cdot \operatorname{tg} 30^\circ}{\sin^2 25^\circ \cdot \operatorname{tg} 25^\circ} = 1,7.$$

Найти ε .

Ответ: $\varepsilon = 1,7$.

№ 726.



Дано:

$$m = 0,18 \text{ кг} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ кг},$$

$$\rho_1 = 1800 \text{ кг/м}^3,$$

$$\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3,$$

$$E = 45 \text{ кВ/м} = 4,5 \cdot 10^4 \text{ В/м}.$$

Решение.

$$mg - qE - \rho_2 V g = 0;$$

$$V = \frac{m}{\rho_1}; mg - qE - \rho_2 \frac{m}{\rho_1} g = 0;$$

$$q = \frac{mg \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right)}{E} =$$

$$= \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \left(1 - \frac{900 \text{ кг/м}^3}{1800 \text{ кг/м}^3}\right)}{4,5 \cdot 10^4 \text{ В/м}} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} = 20 \text{ нКл}.$$

Найти q .

Ответ: $q = 20 \text{ нКл}$.

№ 727.

Дано:

$$q=20 \text{ нКл} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл},$$

$$\varphi_1 = 700 \text{ В}, \varphi_2 = 200 \text{ В},$$

$$\varphi_3 = -100 \text{ В},$$

$$\varphi_4 = 400 \text{ В}.$$

Найти A_1, A_2 .

Решение.

$$A_1 = q(\varphi_1 - \varphi_2) = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}(700 \text{ В} - 200 \text{ В}) =$$

$$= 10^{-5} \text{ Дж} = 10 \text{ мкДж}$$

$$A_2 = q(\varphi_3 - \varphi_4) = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}(-100 \text{ В} - 400 \text{ В}) =$$

$$= -10^{-5} \text{ Дж} = -10 \text{ мкДж}.$$

Ответ: $A_1 = 10 \text{ мкДж}, A_2 = -10 \text{ мкДж}.$ **№ 728.**

Дано:

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

$$q = -25 \text{ нКл} =$$

$$= -2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл},$$

$$\Delta d = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Найти $A, \Delta W, U$.

Решение.

$$F = qE\Delta d = -2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^3 \text{ В/м} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ м} =$$

$$= -5 \cdot 10^{-7} \text{ Дж} = -0,5 \text{ мкДж}$$

$$\Delta W = -A = 0,5 \text{ мкДж}$$

$$U = E\Delta d = 10^3 \text{ В/м} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 20 \text{ В}.$$

Ответ: $A = -0,5 \text{ мкДж}, \Delta W = 0,5 \text{ мкДж}, U = 20 \text{ В}.$ **№ 729.**

Дано:

$$\Delta \varphi = 1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В},$$

$$A = 40 \text{ мкДж} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}.$$

Найти q .

Решение.

$$q = \frac{A}{\Delta \varphi} = \frac{4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}}{10^3 \text{ В}} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} = 40 \text{ нКл}.$$

Ответ: $q = 40 \text{ нКл}.$ **№ 730.**

Дано:

$$E = 60 \text{ кВ/м} =$$

$$= 6 \cdot 10^4 \text{ В/м},$$

$$|q| = 5 \text{ нКл} =$$

$$= 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл},$$

$$d = 20 \text{ см} =$$

$$= 0,2 \text{ м}, \alpha = 60^\circ.$$

Найти $A, \Delta W, U$.

Решение.

$$1) q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$A = qEd \cos \alpha = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 6 \cdot 10^4 \text{ В/м} \times$$

$$\times 0,2 \text{ м} \cdot \cos 60^\circ = 3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} = 30 \text{ мкДж}$$

$$\Delta W = -A = -30 \text{ мкДж}$$

$$U = Ed \cos \alpha = 6 \cdot 10^4 \text{ В/м} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot \cos 60^\circ = 6000 \text{ В} =$$

$$= 6 \text{ кВ}$$

$$2) q = -5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$A = -30 \text{ мкДж}; \Delta W = 30 \text{ мкДж}; U = 6 \text{ кВ}.$$

Ответ: 1) $A = +30 \text{ мкДж}, \Delta W = -30 \text{ мкДж}, U = 6 \text{ кВ};$
 2) $A = -30 \text{ мкДж}, \Delta W = 30 \text{ мкДж}, U = 6 \text{ кВ}.$

№ 731.

Дано:

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

$$\varphi_1 = 200 \text{ В},$$

$$\varphi_2 = 300 \text{ В},$$

$$V_0 = 0$$

Решение.

$$T = A = e(\varphi_1 - \varphi_2) = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot (200 \text{ В} - 300 \text{ В}) =$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}, \Delta W = -A = -1,6 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}.$$

$$\frac{mV^2}{2} = e(\varphi_1 - \varphi_2);$$

	$V = \sqrt{\frac{2e(\varphi_1 - \varphi_2)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}) (200 \text{ В} - 300 \text{ В})}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} =$ $= 5,9 \cdot 10^6 \text{ м/с} = 5,9 \text{ Мм/с}.$
Найти T , ΔW , V .	Ответ: $T = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}$, $\Delta W = -1,6 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}$, $V = 5,9 \text{ Мм/с}.$

№ 732.

Дано: $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $V_1 = 10 \text{ Мм/с} = 10^7 \text{ м/с}$, $V_2 = 30 \text{ Мм/с} = 3 \cdot 10^7 \text{ м/с}$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$	Решение. $e\Delta\varphi = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2};$ $\Delta\varphi = \frac{m}{2e} (V_2^2 - V_1^2)$ $\Delta\varphi = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{2(-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл})} \cdot \left((3 \cdot 10^7 \text{ м/с})^2 - (10^7 \text{ м/с})^2 \right) =$ $-2,27 \cdot 10^3 \text{ В} = -2,27 \text{ кВ}.$
Найти $\Delta\varphi$.	Ответ: $\Delta\varphi = -2,27 \text{ кВ}.$

№ 733.

Дано: $m = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $V = 20 \text{ Мм/с} = 2 \cdot 10^7 \text{ м/с}$	Решение. $q\Delta\varphi = \frac{mV^2}{2};$ $\Delta\varphi = \frac{mV^2}{2q} = \frac{6,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot (2 \cdot 10^7 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} =$ $= 4,2 \cdot 10^6 \text{ В} = 4,2 \text{ МВ}.$
Найти $\Delta\varphi$.	Ответ: $\Delta\varphi = 4,2 \text{ МВ}.$

№ 734.

Дано: $\frac{m_1}{m_2} = 4$, $\frac{q_1}{q_2} = 2$	Решение. $T_1 = A_1 = q_1 \Delta\varphi$; $T_2 = A_2 = q_2 \Delta\varphi$; $\frac{T_1}{T_2} = \frac{q_1}{q_2} = 2$; $q_1 \Delta\varphi = \frac{m_1 V_1^2}{2}$; $q_2 \Delta\varphi = \frac{m_2 V_2^2}{2}$; $\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \cdot \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{2}$.
Найти $\frac{T_1}{T_2}$, $\frac{V_2}{V_1}$.	Ответ: кинетическая энергия α — частицы в 2 раза больше, а скорость — в $\sqrt{2}$ раз меньше.

№ 735.

Дано:

$$U = 2 \text{ кВ} = 2 \cdot 10^3 \text{ В},$$

$$\Delta d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}.$$

Решение.

$$E = \frac{U}{\Delta d} = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ В}}{0,1 \text{ м}} = 2 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 20 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}.$$

Найти E .Ответ: $E = 20 \text{ кВ/м}$.**№ 736.**

Дано:

$$E = 60 \text{ кВ/м} =$$

$$= 6 \cdot 10^4 \text{ В/м},$$

$$d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

Решение.

$$\text{а) } \alpha = 0^\circ;$$

$$U = \pm E d = \pm 6 \cdot 10^4 \text{ В/м} \cdot 0,1 \text{ м} = \pm 6 \cdot 10^3 \text{ В} = \pm 6 \text{ кВ}$$

$$\text{б) } \alpha = 90^\circ; U = 0;$$

$$\text{в) } \alpha = 45^\circ; U = \pm E d \cos \alpha = \pm 6 \cdot 10^4 \text{ В/м} \cdot 0,1 \text{ м} \cdot \cos 45^\circ = \pm 4,2 \cdot 10^3 \text{ В} = \pm 4,2 \text{ кВ}.$$

Найти $\Delta \varphi$.Ответ: а) $U = \pm 6 \text{ кВ}$, б) $U = 0$, в) $U = \pm 4,2 \text{ кВ}$.**№ 737.**

Дано:

$$AB = 8 \text{ см} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м},$$

$$\alpha = 30^\circ,$$

$$E = 50 \text{ кВ/м} = 5 \cdot 10^4 \text{ В/м}$$

Решение.

$$U = E \Delta d = E \cdot AB \cdot \cos \alpha =$$

$$= 5 \cdot 10^4 \text{ В/м} \cdot 8 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \cos 30^\circ = 3,5 \cdot 10^2 \text{ В} = 3,5 \text{ кВ}.$$

Найти U .Ответ: $U = 3,5 \text{ кВ}$.**№ 738.**

Дано:

$$d = 4,8 \text{ мм} =$$

$$= 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

$$m = 10 \text{ мг} = 10^{-8} \text{ кг},$$

$$U = 1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В},$$

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

Решение.

$$|q|E = mg;$$

$$E = \frac{U}{d};$$

$$|q| \frac{U}{d} = mg; |q| = \frac{mgd}{U};$$

$$N = \frac{|q|}{|e|} = \frac{mgd}{|e|U} = \frac{10^{-8} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^3 \text{ В}} = 3000.$$

Найти: N .Ответ: $N = 3000$.**№ 739.**

Нет; нет; да.

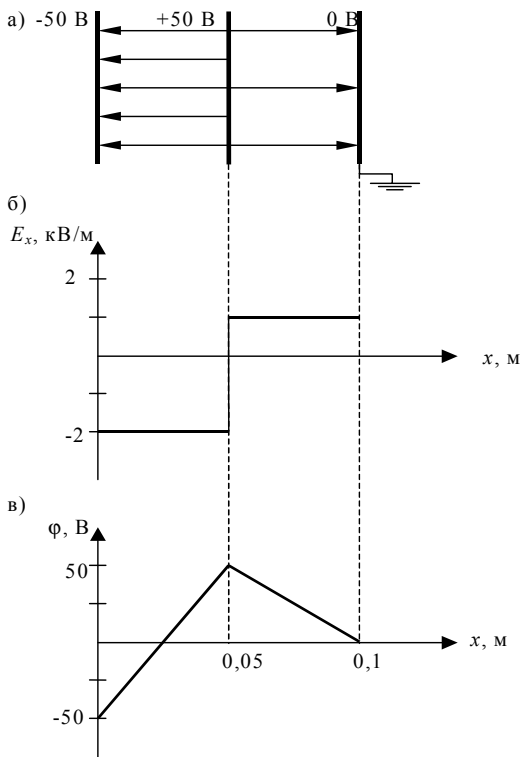
№ 740.

Одинаковы.

№ 741.

В точке С напряженность и потенциал больше.

№ 742.



№ 743.

Дано:

$$\varphi_A = 60 \text{ В},$$

$$\varphi_B = -60 \text{ В},$$

$$d = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м},$$

$$d_1 = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$$

Решение.

$$E = \frac{\Delta\varphi}{d} = \frac{\varphi_A - \varphi_B}{d} = \frac{60 \text{ В} - (-60 \text{ В})}{0,02 \text{ м}} = 1500 \text{ В/м} = 1,5 \text{ кВ/м}$$

$$E_{AC} = \frac{\varphi_A}{d_1} = \frac{60 \text{ В}}{0,02 \text{ м}} = 3000 \text{ В/м} = 3 \text{ кВ/м}$$

$$\Delta E_{AC} = E_{AC} - E = 3 \text{ кВ/м} - 1,5 \text{ кВ/м} = 1,5 \text{ кВ/м}$$

$$E_{CB} = \frac{\varphi_A}{d - d_1} = \frac{60 \text{ В}}{0,08 \text{ м} - 0,02 \text{ м}} = 10^3 \text{ В/м} = 1 \text{ кВ/м}$$

$$\Delta E_{CB} = E_{CB} - E = 1 \text{ кВ/м} - 1,5 \text{ кВ/м} = -0,5 \text{ кВ/м}.$$

Найти ΔE_{AC} , ΔE_{CB} .

Ответ: $\Delta E_{AC} = 1,5 \text{ кВ/м}$, $\Delta E_{CB} = -0,5 \text{ кВ/м}$.

№ 744.

Дано:

$$S = 401 \text{ см}^2 = 4,01 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

$$q = 1,42 \text{ мкКл} = 1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

Решение.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}; \quad \sigma = \frac{q}{S};$$

$$E = \frac{q}{S\varepsilon_0} = \frac{1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{4,01 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{ Кл}^2}{\text{ Н} \cdot \text{ м}^2}} =$$

$$= 4 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 4000 \text{ кВ/м}.$$

Найти E .Ответ: $E = 4000 \text{ кВ/м}$.**№ 745.**Дано: $\varepsilon = 7$,

$$d = 4 \text{ мм} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

$$U = 3,8 \text{ кВ} = 3,8 \cdot 10^3 \text{ В}$$

Решение.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}; \quad \sigma = \varepsilon_0 E = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 U}{d} =$$

$$= \frac{7 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{ Кл}^2}{\text{ Н} \cdot \text{ м}^2} \cdot 3,8 \cdot 10^3 \text{ В}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ м}} =$$

$$= 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2 = 59 \text{ мкКл/м}^2.$$

Найти σ .Ответ: $\sigma = 59 \text{ мкКл/м}^2$.**№ 746.**

Дано:

$$C_1 = 0,5 \text{ мкФ} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ Ф},$$

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

Решение.

$$q_1 = q_2; \quad C_1 U_1 = C_2 U_2; \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{5 \cdot 10^{-7} \text{ Ф}}{5 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}} = 100.$$

Найти: $\frac{U_2}{U_1}$.

Ответ: на второй конденсатор надо подать напряжение в 100 раз больше, чем на первый.

№ 747.

Дано:

$$C_1 = 200 \text{ пФ} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Ф},$$

$$C_2 = 1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф},$$

$$U_1 = U_2$$

Решение.

$$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}; \quad \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{10^{-6} \text{ Ф}}{2 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}} = 5000.$$

Найти $\frac{q_2}{q_1}$.

Ответ: на втором конденсаторе заряд в 5000 раз больше.

№ 748.

Дано:

$$U = 1,4 \text{ кВ} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ В},$$

$$q = 28 \text{ нКл} = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

Решение.

$$C = \frac{q}{U} = \frac{2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{1,4 \cdot 10^3 \text{ В}} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ Ф} = 20 \text{ пФ}.$$

Найти C .	Ответ: $C = 20 \text{ пФ}$.
-------------	------------------------------

№ 749.

Дано: $C = 58 \text{ мкФ} = 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$, $U = 50 \text{ В}$	Решение. $q = CU = 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ Ф} \cdot 50 \text{ В} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} = 2,9 \text{ мКл}$.
Найти q .	Ответ: $q = 2,9 \text{ мКл}$.

№ 750.

Дано: $C = 100 \text{ пФ} = 10^{-10} \text{ Ф}$, $U = 300 \text{ В}$, $q_1 = 50 \text{ нКл} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$	Решение. $q = CU = 10^{-10} \text{ Ф} \cdot 300 \text{ В} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} = 30 \text{ нКл}$. Так как $q_1 > q$, то этот конденсатор нельзя использовать для накопления заряда $q = 50 \text{ нКл}$.
Найти q .	Ответ: нельзя.

№ 751.

Дано: $\frac{S_1}{S_2} = 2$, $\frac{d_1}{d_2} = 3$.	Решение. $C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S_1}{d_1}$; $C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S_2}{d_2}$; $\frac{C_2}{C_1} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S_2}{d_2} \cdot \frac{d_1}{\epsilon \epsilon_0 S_1} = \frac{S_2 d_1}{S_1 d_2} = \frac{1}{2} \cdot 3 = 1,5$.
Найти $\frac{C_2}{C_1}$.	Ответ: увеличится в 1,5 раза.

№ 752.

Дано: $\epsilon_1 = 2,2$, $\epsilon_2 = 6$	Решение. $C_1 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{d}$; $C_2 = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S}{d}$; $\frac{C_2}{C_1} = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} = \frac{6}{2,2} \approx 2,73$.
Найти $\frac{C_2}{C_1}$.	Ответ: увеличится в 2,73 раза.

№ 753.

Дано: $U_1 = 400 \text{ В}$, $U_2 = 50 \text{ В}$, $q_1 = q_2$	Решение. $q_1 = q_2$; $C_1 U_1 = C_2 U_2$; $C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$; $C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$; $\frac{\epsilon_0 S}{d} U_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} U_2$; $\epsilon = \frac{U_1}{U_2} = \frac{400 \text{ В}}{50 \text{ В}} = 8$.
Найти ϵ .	Ответ: $\epsilon = 8$.

№ 754.

Сблизить пластины, ввести диэлектрик; раздвинуть пластины.

№ 755.

Дано:

$$S = 520 \text{ см}^2 = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

$$C = 46 \text{ пФ} = 4,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$$

Решение.

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d};$$

$$d = \frac{\varepsilon_0 S}{C} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2}{4,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}} =$$

$$= 0,01 \text{ м} = 1 \text{ см}.$$

Найти d .

Ответ: $d = 1 \text{ см}$.

№ 756.

Дано:

$$S = 50 \text{ см}^2 =$$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

$$\varepsilon = 7,$$

$$E = 10 \text{ МВ/м} =$$

$$= 10^7 \text{ В/м}$$

Решение.

$$q = CU = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} U; U = Ed;$$

$$q = \varepsilon \varepsilon_0 S E = 7 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot 10^7 \text{ В/м} =$$

$$= 3,1 \cdot 10^{-6} = 3,1 \text{ мкКл}.$$

Найти q .

Ответ: $q = 3,1 \text{ мкКл}$.

№ 757.

Дано:

$$\frac{d_2}{d_1} = 3$$

Решение.

а) Конденсатор отключили от источника питания. В силу закона сохранения заряда $q_1 = q_2$, т.е. заряд на пластинах после отключения питания сохраняется.

$$q_1 = C_1 U_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_1} U_1 = \varepsilon_0 S E_1; q_2 = C_2 U_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_2} U_2 = \varepsilon_0 S E_2.$$

$$\text{Отсюда } \frac{U_2}{U_1} = \frac{d_2}{d_1} = 3, \frac{E_2}{E_1} = \frac{q_2}{q_1} = 1$$

б) Конденсатор остался подключенным к источнику питания. Напряжение на конденсаторе поддерживается на постоянном уровне за счет источника питания, т.е. $U_1 = U_2$

$$q_1 = C_1 U_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_1} U_1 = \varepsilon_0 S E_1; q_2 = C_2 U_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_2} U_2 = \varepsilon_0 S E_2.$$

$$\text{Отсюда } \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{3}; \frac{E_2}{E_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{3}.$$

Найти $\frac{q_2}{q_1}, \frac{U_2}{U_1}, \frac{E_2}{E_1}$.	Ответ: а) $\frac{q_2}{q_1}=1, \frac{U_2}{U_1}=3, \frac{E_2}{E_1}=1$; б) $\frac{q_2}{q_1}=\frac{1}{3}, \frac{U_2}{U_1}=1, \frac{E_2}{E_1}=\frac{1}{3}$.
---	--

№ 758.

Дано: r, ϵ, d, U .	Решение. $l = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 \pi r^2}{d}; q = CU; W = \frac{CU^2}{2}$.
--------------------------------	---

Найти l, q, W .	Ответ: $l = \frac{\epsilon \epsilon_0 \pi r^2}{d}, q = CU, W = \frac{CU^2}{2}$
-------------------	--

№	C, нФ	q, мКл	W, мДж
1	0,034	0,93	13
2	0,58	1,4	1,7
3	1	1,6	1,3
4	3,3	3,1	1,4
5	4,4	1,9	0,4

№ 759.

Дано: $C = 800 \text{ мКФ} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Ф},$ $U = 300 \text{ В},$ $t = 2,4 \text{ мс} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}.$	Решение. $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{8 \cdot 10^{-4} \text{ Ф} \cdot (300 \text{ В})^2}{2} = 36 \text{ Дж};$ $P = \frac{W}{t} = \frac{36 \text{ Дж}}{2,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}} = 15 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 15 \text{ кВт}.$
--	---

Найти W, P .	Ответ: $W = 36 \text{ Дж}, P = 15 \text{ кВт}.$
----------------	---

№ 760.

Дано: $\frac{U_2}{U_1} = 4.$	Решение. $W_1 = \frac{CU_1^2}{2}; W_2 = \frac{CU_2^2}{2}; \frac{W_2}{W_1} = \frac{U_2^2}{U_1^2} = \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 = 4^2 = 16.$
---------------------------------	--

Найти $\frac{W_2}{W_1}$.	Ответ: энергия увеличится в 16 раз.
---------------------------	-------------------------------------

№ 761.

Дано: $\frac{C_2}{C_1} = 9,$ $W_1 = W_2.$	Решение. $W_1 = \frac{CU_1^2}{2}; W_2 = \frac{CU_2^2}{2}; \frac{C_1 U_1^2}{2} = \frac{C_2 U_2^2}{2}; \frac{U_1}{U_2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} = \sqrt{9} = 3.$
--	---

Найти $\frac{U_1}{U_2}$.	Ответ: на конденсаторе меньшей емкости (C_1) надо подать в 3 раза большее напряжение.
---------------------------	---

№ 762.

Дано:

$$C = 10 \text{ мкФ} = 10^{-5} \text{ Ф},$$

$$q = 4 \text{ мКл} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}.$$

Решение.

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{(4 \cdot 10^{-6} \text{ Кл})^2}{2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ Дж} = 800 \text{ нДж}.$$

Найти W .Ответ: $W = 800 \text{ нДж}$.**№ 763.**

Дано:

$$S = 200 \text{ см}^2 =$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

$$d = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м},$$

$$E = 500 \text{ кВ/м} =$$

$$= 5 \cdot 10^5 \text{ В/м}.$$

$$\text{Решение. } W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 S (Ed)^2}{2d} = \frac{\varepsilon_0 S E^2 d}{2}$$

$$W = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot (5 \cdot 10^5 \text{ В/м})^2 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{2} =$$

$$= 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} = 220 \text{ мкДж}.$$

Найти W .Ответ: $W = 220 \text{ мкДж}$.**№ 764.**

Дано:

$$d = 2 \text{ мм} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

$$U = 200 \text{ В},$$

$$\varepsilon = 2,2.$$

$$\text{Решение. } \omega = \frac{W}{V}; W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S U^2}{2d}; V = Sd;$$

$$\omega = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S U^2}{2d \cdot Sd} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 U^2}{2d^2} = \frac{2,2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot (200 \text{ В})^2}{2 \cdot (2 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2} =$$

$$= 9,7 \cdot 10^{-2} \text{ Дж} = 97 \text{ мДж}.$$

Найти ω .Ответ: $\omega = 97 \text{ мДж}$.**№ 765.**

а) Конденсатор отключен от источника напряжения.

$$q_1 = q_2; C_1 U_1 = C_2 U_2; \frac{\varepsilon_0 S}{d} U_1 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} U_2; U_2 = \frac{U_1}{\varepsilon};$$

$$W_1 = \frac{1}{2} q_1 U_1; W_2 = \frac{1}{2} q_2 U_2 = \frac{1}{2} q_1 \frac{U_1}{\varepsilon} = \frac{W_1}{\varepsilon}.$$

Таким образом, энергия поля заряженного конденсатора после заполнения пространства между его пластинами маслом уменьшится в $\varepsilon = 2,5$ раза за счет того, что часть энергии расходуется на поляризацию диэлектрика.

б) Конденсатор остается присоединенным к источнику постоянного напряжения.

$$U_1 = U_2; \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}; \frac{q_1}{\varepsilon_0 S/d} = \frac{q_2}{\varepsilon \varepsilon_0 S/d}; q_2 = \varepsilon q_1;$$

$$W_1 = \frac{1}{2} q_1 U_1; W_2 = \frac{1}{2} q_2 U_2 = \frac{1}{2} \epsilon q_1 U_1 = \epsilon W_1.$$

Таким образом, энергия поля конденсатора увеличится в $\epsilon = 2,5$ раза. Энергия пополняется за счет источника напряжения.

№ 766.

а) Конденсатор отключили от источника напряжения.

$$\frac{d_1}{d_2} = 2; q_1 = q_2; C_1 U_1 = C_2 U_2; \frac{\epsilon_0 S}{d_1} U_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_2} U_2; U_2 = \frac{U_1}{2};$$

$$W_1 = \frac{1}{2} q_1 U_1; W_2 = \frac{1}{2} q_2 U_2 = \frac{1}{2} q_1 \frac{U_1}{2} = \frac{W_1}{2}.$$

Энергия уменьшилась в 2 раза.

$$\omega_1 = \frac{W_1}{V_1} = \frac{W_1}{S d_1}; \omega_2 = \frac{W_2}{V_2} = \frac{W_1}{2 S d_2} = \frac{W_1}{S d_1} = \omega_1; \omega_1 = \omega_2$$

Плотность энергии не изменилась.

б) Конденсатор остался присоединенным к источнику постоянного напряжения.

$$U_1 = U_2; \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}; \frac{q_1}{\epsilon_0 S / d_1} = \frac{q_2}{\epsilon_0 S / d_2}; q_2 = q_1 \frac{d_1}{d_2} = 2 q_1;$$

$$W_1 = \frac{1}{2} q_1 U_1; W_2 = \frac{1}{2} q_2 U_2 = \frac{1}{2} 2 q_1 U_1 = 2 W_1$$

Энергия увеличилась в 2 раза.

$$\omega_1 = \frac{W_1}{V_1} = \frac{W_1}{S d_1}; \omega_2 = \frac{W_2}{V_2} = \frac{2 W_1}{2 S d_2} = \frac{4 W_1}{S d_1} = 4 \omega_1$$

Плотность энергии увеличилась в 4 раза.

№ 767.

Дано:

$$C = 20 \text{ мкФ} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф},$$

$$\frac{U_2}{U_1} = 2,$$

$$\Delta W = 0,3 \text{ Дж.}$$

$$\text{Решение. } \Delta W = W_2 - W_1 = \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}; U_2 = 2 U_1;$$

$$\Delta W = \frac{C \cdot 4 U_1^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = \frac{3}{2} C U_1^2;$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{2 \Delta W}{3 C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3 \text{ Дж}}{3 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}}} = 100 \text{ В};$$

$$W_1 = \frac{C U_1^2}{2} = \frac{2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф} \cdot (100 \cdot \text{В})^2}{2} = 0,1 \text{ Дж.}$$

Найти U_1, W_1 .

Ответ: $U_1 = 100 \text{ В}, W_1 = 0,1 \text{ Дж.}$

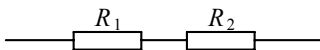
Законы постоянного тока

Током называется направленное движение заряженных частиц. Силой тока I называется изменение заряда Δq за время Δt :

$$I = \Delta q / \Delta t.$$

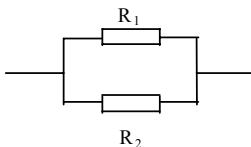
Считается, что ток переносится положительно заряженными частицами. В самых распространенных проводниках — металлах — ток переносится отрицательными электронами, значит направление тока противоположно направлению движения электронов. Для постоянного тока $I = \text{const}$. Пусть сопротивление участка цепи R , напряжение на его концах U . Тогда сила тока выражается законом Ома:

$$I = \frac{U}{R}.$$



Последовательное соединение.

При последовательном соединении проводников сопротивлением R_1, R_2, \dots, R_n суммарное сопротивление R определяется формулой $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$. В этом случае сила тока через каждый элемент цепи одинакова.



Параллельное соединение

При параллельном соединении проводников сопротивлением R_1, R_2, \dots, R_n суммарное сопротивление R определяется формулой $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$. В этом случае напряжение на каждом элементе цепи одинаково.

Сопротивление R отрезка провода длины l и площади поперечного сечения S определяется формулой

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где ρ — удельное сопротивление — постоянная, зависящая от рода вещества.

При протекании по проводнику сопротивления R тока I , ток совершает работу A , которая выражается формулой

$$A = I^2 R \Delta t,$$

где Δt — время, которое течет ток. Учитывая закон Ома, $A = UI \Delta t = U^2 \Delta t / R$, где U напряжение на концах проводника.

Электрической мощностью P называется следующая физическая величина $P = A / \Delta t$. Мощность P можно рассчитывать по формулам

$$P = I^2 R = IU = U^2 / R.$$

Пусть у нас имеется цепь, состоящая из источника ЭДС ε с внутренним сопротивлением r и резистора сопротивления R . Сила тока I в этой цепи будет определяться законом Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}.$$

№ 768.

Дано: $R = 84 \text{ Ом},$ $S = 1 \text{ мм}^2 = 10^{-6} \text{ м}^2,$ $\rho = 42 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$	Решение. $R = \rho \frac{l}{S}; l = \frac{RS}{\rho} = \frac{84 \text{ Ом} \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{42 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}} = 200 \text{ м}.$
Найти l .	Ответ: $l = 200 \text{ м}.$

№ 769.

Дано: $\frac{l_1}{l_2} = 2, \frac{S_2}{S_1} = 2$	Решение. $R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1}; R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2}; \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 S_2}{l_2 S_1} = 2 \cdot 2 = 4.$
Найти $\frac{R_1}{R_2}$.	Ответ: сопротивление уменьшится в 4 раза.

№ 770.

Дано: $R, m,$ $\rho, D.$	Решение. ρ — удельное сопротивление материала. D — плотность материала. $R = \rho \frac{l}{S}; S = \rho \frac{l}{R}; V = Sl = \rho \frac{l^2}{R} = \frac{m}{D};$ $l = \sqrt{\frac{mR}{\rho D}}; S = \rho \frac{l}{R}.$
Найти $l, S.$	Ответ: $l = \sqrt{\frac{mR}{\rho D}}; S = \rho \frac{l}{R}.$

Материал	$\rho, 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	D, кг/м ³	$l, \text{ м}$	$S, \text{ м}^2$
Медь	1,7	8900	34	0,70
Алюминий	2,8	2700	831	1,4
Серебро	1,6	10500	6	0,23
Сталь	12	7800	591	3,1
Нихром	110	8400	22	0,60

№ 771.

а) $U = IR = 5 \text{ А} \cdot 30 \text{ Ом} = 150 \text{ В} < 220 \text{ В}$.

Нельзя.

б) $U = IR = 0,2 \text{ А} \cdot 2000 \text{ Ом} = 400 \text{ В} > 220 \text{ В}$.

Можно.

№ 772.

Дано:

$S = 1,4 \text{ мм}^2 =$

$= 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2,$

$I = 1 \text{ А},$

$\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}.$

Решение. $E = \frac{U}{l} = \frac{IR}{l} = \frac{I\rho \frac{l}{S}}{l} = I \frac{\rho}{S};$

$E = 1 \text{ А} \cdot \frac{2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}}{1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ В/м} = 20 \text{ мВ/м}.$

Найти E .

Ответ: $E = 20 \text{ мВ/м}.$

№ 773.

Дано: $l_1 = 2 \text{ м},$

$S_1 = 0,48 \text{ мм}^2 =$

$= 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2,$

$\rho_1 = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}, l_2 = 1 \text{ м},$

$S_2 = 0,21 \text{ мм}^2 =$

$= 2,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2,$

$\rho_2 = 42 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м},$

$I = 0,6 \text{ А}.$

Решение. $U = IR = I(R_1 + R_2) = I \left(\rho_1 \frac{l_1}{S_1} + \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \right);$

$U = 0,6 \text{ А} \left(12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м} \frac{2 \text{ м}}{4,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2} + \right.$
 $\left. + 42 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м} \cdot \frac{1 \text{ м}}{2,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2} \right) = 1,5 \text{ В}.$

Найти U .

Ответ: $U = 1,5 \text{ В}.$

№ 774.

$R = \frac{U}{I}; I_1 = I_2 = I_3 = I; R_1 : R_2 : R_3 = \frac{U_1}{I} : \frac{U_2}{I} : \frac{U_3}{I} = U_1 : U_2 : U_3 = 1 : 2 : 3.$

№ 775.

Дано:

$U = 24 \text{ В},$

$R_1 = 4 \text{ Ом},$

$R_2 = 6 \text{ Ом},$

$U_3 = 4 \text{ В}.$

Решение.

$I = \frac{U_{12}}{R_{12}} = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2} = \frac{U - U_3}{R_1 + R_2} = \frac{24 \text{ В} - 4 \text{ В}}{4 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом}} = 2 \text{ А};$

	$R_3 = \frac{U_3}{I} = \frac{4 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}; U_1 = IR_1 = 2 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 8 \text{ В};$ $U_2 = IR_2 = 2 \text{ А} \cdot 6 \text{ Ом} = 12 \text{ В}.$
Найти I, R_3, U_1, U_2 .	Ответ: $I = 2 \text{ А}, R_3 = 2 \text{ Ом}, U_1 = 8 \text{ В}, U_2 = 12 \text{ В}.$

№ 776.

Дано: $R_1 = 240 \text{ Ом},$
 $U_1 = 120 \text{ В},$
 $U = 220 \text{ В},$
 $S = 0,55 \text{ мм}^2 =$
 $= 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2,$
 $\rho = 110 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$

Решение.

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U - U_1}{R_2}; R_2 = \rho \frac{l}{S};$$

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U - U_1}{\rho l} S; l = \frac{(U - U_1) R_1 S}{U_1 \rho} =$$

$$= \frac{(220 \text{ В} - 120 \text{ В}) \cdot 240 \text{ Ом} \cdot 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2}{120 \text{ В} \cdot 110 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}} = 100 \text{ м}.$$

Найти l .

Ответ: $l = 100 \text{ м}.$

№ 777.

Дано: $U = 45 \text{ В},$
 $U_1 = 30 \text{ В},$
 $R_1 = 20 \text{ Ом},$
а) $R_a = 6 \text{ Ом}, I_a = 2 \text{ А},$
б) $R_b = 30 \text{ Ом},$
 $I_b = 4 \text{ А},$
в) $R_b = 800 \text{ Ом},$
 $I_b = 0,6 \text{ А}.$

Решение.

$U = U_1 + U_2; U_2 = U - U_1 = 45 \text{ В} - 30 \text{ В} = 15 \text{ В};$
 $I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{30 \text{ В}}{20 \text{ Ом}} = 1,5 \text{ А}; R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{15 \text{ В}}{1,5 \text{ А}} = 10 \text{ Ом}$
Под пунктом а) у реостата маленькое сопротивление ($R_a < R_2$), под пунктом в) у реостата малая сила тока ($I_b < I$). Поэтому нам подходит реостат под пунктом б).

Найти I, R_2 .

Ответ: б).

№ 778.

Дано:
 $S_1 = 0,6 \text{ мм}^2 =$
 $= 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2,$
 $n_1 = 2,$
 $S_2 = 0,85 \text{ мм}^2 =$
 $= 8,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2, n_2 = 4,$
 $l_1 = l_2 = l = 1 \text{ км} =$
 $= 10^3 \text{ м},$
 $\rho_1 = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м},$
 $\rho_2 = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м},$
 $I = 0,1 \text{ А}.$

Решение.

$$R_1 = \rho_1 \frac{l}{n_1 S_1} = 12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \times$$

$$\times \frac{10^3 \text{ м}}{2 \cdot 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2} = 100 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \rho_2 \frac{l}{n_2 S_2} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \times \frac{10^3 \text{ м}}{4 \cdot 8,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2} =$$

$$= 5 \text{ Ом};$$

$$U = IR = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 0,1 \text{ А} \cdot \frac{100 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ Ом}}{100 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}} = 0,48 \text{ В}.$$

Найти U .

Ответ: $U = 0,48 \text{ В}.$

№ 779.

Лампочка не загорится, вольтметр будет показывать около 2 В, а амперметр — нуль.

№ 780.

Дано:

$$R = 385 \text{ Ом},$$

$$I = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ А},$$

$$n = 10,$$

$$I_1 = 3 \text{ А},$$

$$I_2 = 10 \text{ А}.$$

Решение.

$$R_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ш}}}{I_{\text{ш}}} = \frac{I_a R}{I - I_a} = \frac{niR}{I - ni};$$

$$R_1 = \frac{10 \cdot 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ А} \cdot 385 \text{ Ом}}{3 \text{ А} - 10 \cdot 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ А}} = 0,049 \text{ Ом};$$

$$R_2 = \frac{10 \cdot 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ А} \cdot 385 \text{ Ом}}{10 \text{ А} - 10 \cdot 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ А}} = 0,015 \text{ Ом}.$$

Найти R_1, R_2 .

Ответ: $R_1 = 0,049 \text{ Ом}, R_2 = 0,015 \text{ Ом}.$

№ 781.

Дано:

$$R = 2,3 \text{ Ом},$$

$$U = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ В},$$

$$n = 10,$$

$$U_1 = 5 \text{ В},$$

$$U_2 = 15 \text{ В}.$$

Решение.

$$R_{\text{общ}} = R_g + R;$$

$$R_g = R_{\text{общ}} - R = \frac{U}{I} - R = \frac{U}{nu/R} - R = \left(\frac{U}{nu} - 1 \right) R;$$

$$R_1 = \left(\frac{5 \text{ В}}{10 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ В}} - 1 \right) \cdot 2,3 \text{ Ом} = 820 \text{ Ом};$$

$$R_2 = \left(\frac{15 \text{ В}}{10 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ В}} - 1 \right) \cdot 2,3 \text{ Ом} = 2460 \text{ Ом}.$$

Найти R_1, R_2 .

Ответ: $R_1 = 820 \text{ Ом}, R_2 = 2460 \text{ Ом}.$

№ 782.

Дано:

$$R = 200 \text{ Ом},$$

$$I = 100 \text{ мкА} =$$

$$= 10^{-4} \text{ А},$$

$$U_1 = 2 \text{ В},$$

$$I_1 = 10 \text{ мА} =$$

$$= 10^{-2} \text{ А}.$$

Решение.

1) Вольтметр.

$$R_{\text{общ}} = R_g + R; R_g = R_{\text{общ}} - R = \frac{U_1}{I} - R = \frac{2 \text{ В}}{10^{-4} \text{ А}} - 200 \text{ Ом} = 19800 \text{ Ом} = 19,8 \text{ кОм}.$$

$$2) \text{ Амперметр. } R_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ш}}}{I_{\text{ш}}} = \frac{IR}{I_1 - I} = \frac{10^{-4} \text{ А} \cdot 200 \text{ Ом}}{10^{-2} \text{ А} - 10^{-4} \text{ А}} = 2,2 \text{ Ом}.$$

Найти $R_g, R_{\text{ш}}$.

Ответ: $R_g = 19,8 \text{ кОм}, R_{\text{ш}} = 2,2 \text{ Ом}.$

№ 783.

2, 3, 4, 6, 9, 12, 18 кОм.

№ 784.

Дано:
 $R_2 = nR_1$.

Решение.

$$R_{\text{общ1}} = R_1 + R_2 = R_1 + nR_1 = R_1(n + 1);$$

$$I_1 = \frac{U}{R_{\text{общ1}}} = \frac{U}{R_1(n + 1)}; R_{\text{общ2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 \cdot nR_1}{R_1 + nR_1} = \frac{nR_1}{n + 1};$$

$$I_2 = \frac{U}{R_{\text{общ2}}} = \frac{U(n + 1)}{nR_1}; \frac{I_2}{I_1} = \frac{U(n + 1)R_1(n + 1)}{nR_1 \cdot U} = \frac{(n + 1)^2}{n}.$$

Найти $\frac{I_2}{I_1}$.

Ответ: $\frac{I_2}{I_1} = \frac{(n + 1)^2}{n}.$

№ 785.

Дано:
 $N = 4$,
 $U_1 = 3 \text{ В}$,
 $I_1 = 0,3 \text{ А}$,
 $U = 5,4 \text{ В}$.

Решение.

$$R = \frac{R_1}{n} + R_2; I = \frac{U}{R} = \frac{U}{\frac{R_1}{n} + R_2};$$

$$I = \frac{U_1}{R_1 / n} = \frac{nU_1}{R_1}; \frac{U}{\frac{R_1}{n} + R_2} = \frac{nU_1}{R_1};$$

$$R_2 = \frac{R_1}{n} \left(\frac{U}{U_1} - 1 \right) = \frac{U_1}{nI_1} \left(\frac{U}{U_1} - 1 \right) =$$

$$= \frac{3 \text{ В}}{4 \cdot 0,3 \text{ А}} \left(\frac{5,4 \text{ В}}{3 \text{ В}} - 1 \right) = 2 \text{ Ом}.$$

Найти R_2 .

Ответ: $R_2 = 2 \text{ Ом}$.

№ 786.

Дано:
 R .

Решение.

$$I_1 = \frac{U}{3R} \text{ (рис. 79 а) в задачнике);}$$

$$I_2 = \frac{U}{\frac{R}{2} + R} = \frac{2U}{3R} \text{ (рис. 79 б) в задачнике);}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{2U}{3R} \cdot \frac{3R}{U} = 2.$$

Найти $\frac{I_2}{I_1}$.

Ответ: $\frac{I_2}{I_1} = 2.$

№ 787.

Первая лампа будет гореть ярче других, так как через нее течет больший ток.

а) При выключении первой лампы другие гореть не будут; при выключении второй (или третьей) оставшиеся будут гореть одинаково ярко.

б) При закорачивании первой лампы оставшиеся будут гореть в полный накал; при закорачивании второй (или третьей) первая лампа будет гореть в полный накал.

№ 788.

Дано:

$$U = 90 \text{ В},$$

$$R_1 = R_2 = R,$$

$$R_3 = 4R_1 = 4R,$$

$$I = 0,5 \text{ А}$$

Решение.

$$R_{\text{общ}} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = R + \frac{4R^2}{5R} = 1,8 R;$$

$$U = IR_{\text{общ}} = 1,8IR; R = \frac{U}{1,8I} = \frac{90 \text{ В}}{1,8 \cdot 0,5 \text{ А}} = 100 \text{ Ом};$$

$$R_1 = R_2 = R = 100 \text{ Ом}; R_3 = 4R = 400 \text{ Ом};$$

$$U_1 = IR_1 = 0,5 \text{ А} \cdot 100 \text{ Ом} = 50 \text{ В};$$

$$U_3 = U - U_1 = 90 \text{ В} - 50 \text{ В} = 40 \text{ В};$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{50 \text{ В}}{100 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ А};$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{40 \text{ В}}{400 \text{ Ом}} = 0,1 \text{ А}.$$

Найти $R_1, R_2,$

$R_3, U_1, U_3, I_1, I_3.$

Ответ: $R_1 = R_2 = 100 \text{ Ом}, R_3 = 400 \text{ Ом}, U_1 = 50 \text{ В},$

$U_3 = 40 \text{ В}, I_1 = 0,5 \text{ А}, I_3 = 0,1 \text{ А}.$

№ 789.

Дано:

$$R_1 = 1 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 2 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 3 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 4 \text{ Ом}.$$

Решение.

$$\text{а) } R = \frac{R_1(R_2 + R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{1 \text{ Ом} \cdot (2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом})}{1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 0,9 \text{ Ом}$$

$$\text{б) } R = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом})(3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом})}{1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 2,1 \text{ Ом}$$

$$\text{в) } R = \frac{R_4(R_1 + R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{4 \text{ Ом} \cdot (1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом})}{1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 2,4 \text{ Ом}$$

$$\text{г) } R = \frac{R_2(R_1 + R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{2 \text{ Ом} \cdot (1 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом})}{1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 1,6 \text{ Ом}$$

$$\text{д) } R = \frac{(R_1 + R_4)(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(1 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом})(2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом})}{1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 2,5 \text{ Ом}$$

$$\text{е) } R = \frac{R_3(R_1 + R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{3 \text{ Ом} \cdot (1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом})}{1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 2,1 \text{ Ом}.$$

Найти $R.$

Ответ: а) 0,9 Ом; б) 2,1 Ом; в) 2,4 Ом; г) 1,6 Ом;

д) 2,5 Ом; е) 2,1 Ом.

№ 790.

Дано:

$$I_3=2\text{A};$$

$$R_1=2\text{Ом};$$

$$R_2=10\text{Ом};$$

$$R_3=15\text{Ом};$$

$$R_4=4\text{Ом}$$

Решение.

$$U_1 = U_3 = I_3 R_3 = 2\text{A} \cdot 15\text{Ом} = 30\text{В};$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{30\text{В}}{10\text{Ом}} = 3\text{A};$$

$$I_1 = I_4 = I_2 + I_3 = 3\text{A} + 2\text{A} = 5\text{A};$$

$$U_1 = I_1 R_1 = 5\text{A} \cdot 2\text{Ом} = 10\text{В};$$

$$U_4 = I_4 R_4 = 5\text{A} \cdot 4\text{Ом} = 20\text{В};$$

$$U = U_1 + U_2 + U_4 = 10\text{В} + 30\text{В} + 20\text{В} = 60\text{В}.$$

Найти $I_1, I_2,$

$I_4, U_1, U_2,$

$U_3, U_4, U.$

Ответ: $I_1 = 5\text{A}, I_2 = 3\text{A}, I_4 = 5\text{A}, U_1 = 10\text{В},$

$U_2 = 30\text{В}, U_3 = 30\text{В}, U_4 = 20\text{В}, U = 60\text{В}.$

№ 791.

Дано: $U,$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 =$$

$$= R_5 = R_6 = R$$

Найти $R_{\text{общ}}, I_1, I_2,$

$I_3, I_4, I_5, I_6, U_1, U_2,$

$U_3, U_4, U_5, U_6.$

Решение.

$$R_{\text{общ.}} = R_1 + \frac{R_3(R_4 + R_5 + R_6)}{R_3 + R_4 + R_5 + R_6} + R_2 =$$

$$= 2R + \frac{3}{4}R = 2,75R; \quad I_1 = I_2 = \frac{U}{R_{\text{общ.}}};$$

$$U_1 = U_2 = I_1 R; \quad U_3 = U - 2U_1;$$

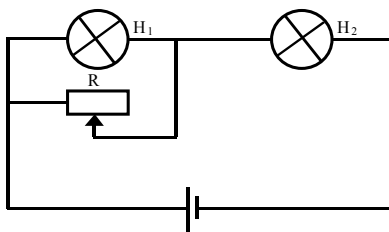
$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{U_3}{R}; \quad I_4 = I_5 = I_6 = I_1 - I_3;$$

$$U_4 = U_5 = U_6 = \frac{U_3}{3}.$$

№	$R_{\text{общ}}$	I_1, A	I_2, A	I_3, A	I_4, A	I_5, A	I_6, A
1	5,5	10	10	7,5	2,5	2,5	2,5
2	39,1	2,2	2,2	1,7	0,6	0,6	0,6
3	57,7	1,7	1,7	1,30	0,4	0,4	0,4
4	0,4	0,64	0,64	0,48	0,16	0,16	0,16
5	775	0,05	0,05	0,04	0,01	0,01	0,01

№	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$U_3, \text{В}$	$U_4, \text{В}$	$U_5, \text{В}$	$U_6, \text{В}$
1	20	20	15	5	5	5
2	32	32	24	7,9	7,9	7,9
3	36	36	27	9,1	9,1	9,1
4	0,1	0,1	0,08	0,3	0,3	0,3
5	14	14	11	3,6	3,6	3,6

№ 792.



Дано:

$$U = 6 \text{ В},$$

$$R = 30 \text{ Ом},$$

$$U_1 = 3,5 \text{ В},$$

$$I_1 = 0,35 \text{ А},$$

$$U_2 = 2,5 \text{ В},$$

$$I_2 = 0,5 \text{ А}$$

Найти R_p .

Решение.

Схема приведена на рисунке.

$$I_p = I_2 - I_1 = 0,5 \text{ А} - 0,35 \text{ А} = 0,15 \text{ А}$$

$$R_p = \frac{U_1}{I_p} = \frac{3,5 \text{ В}}{0,15 \text{ А}} \approx 23 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R_p = 23 \text{ Ом}$.

№ 793.

Дано:

$$U_1 = 3,5 \text{ В},$$

$$I_1 = 0,28 \text{ А},$$

$$U_2 = 220 \text{ В},$$

$$P_2 = 60 \text{ Вт}$$

$$\text{Решение. } R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{3,5 \text{ В}}{0,28 \text{ А}} = 12,5 \text{ Ом};$$

$$P_1 = U_1 I_1 = 3,5 \text{ В} \cdot 0,28 \text{ А} = 0,98 \text{ Вт};$$

$$I_2 = \frac{R_2}{U_2} = \frac{60 \text{ Вт}}{220 \text{ В}} = 0,27 \text{ А}; \quad P_2 = \frac{U_2^2}{R_2};$$

$$R_2 = \frac{U_2^2}{P} = \frac{(220 \text{ В})^2}{60 \text{ Вт}} \approx 810 \text{ Ом}.$$

Найти R_1 ,

P_1 , I_2 , R_2 .

Ответ: $R_1 = 12,5 \text{ Ом}$, $P_1 = 0,98 \text{ Вт}$, $I_2 = 0,27 \text{ А}$,
 $R_2 = 810 \text{ Ом}$.

№ 794.

Дано:

$$U = 220 \text{ В},$$

$$R_1 = R_2 = 80,7 \text{ Ом}$$

а) одна спираль

б) две спирали

последовательно

в) две спирали

параллельно

$$\text{Решение. а) } P = \frac{U^2}{R_1} = \frac{(220 \text{ В})^2}{80,7 \text{ Ом}} \approx 600 \text{ Вт}.$$

$$\text{б) } R = R_1 + R_2 = 2R_1;$$

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{2R_1} = \frac{(220 \text{ В})^2}{2 \cdot 80,7 \text{ Ом}} \approx 300 \text{ Вт}.$$

$$\text{в) } R = \frac{R_1 R_2}{R_2 + R_2} = \frac{R_1}{2}; \quad P = \frac{U^2}{R} = 2 \frac{U^2}{R_1} = \frac{2 \cdot (220 \text{ В})^2}{80,7 \text{ Ом}} \approx 1200 \text{ Вт}.$$

Найти P . | Ответ: а) 600 Вт; б) 300 Вт; в) 1200 Вт.

№ 795.

Дано:
 R_1, P_1, U
 Найти I, U_1, U_2, R_2, P_2 .

Решение. $P_1 = I^2 R_1$; $I = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}}$; $U_1 = IR_1$;
 $U_2 = U - U_1$; $R_2 = \frac{U_2}{I}$; $P_2 = I^2 R_2$

№	I, A	U_1, B	U_2, B	R_2, Ω	$P_2, Bт$
1	0,3	3,5	2,5	8,9	0,7
2	2,5	220	0	0	0
3	0,3	127	93	295	29,3
4	1,9	4,2	12,3	6,4	23,3
5	3,2	5,7	3,5	1,1	11

№ 796.

Дано: $n = 10$,
 $R_1 = 0,5 \text{ кОм} = 500 \text{ Ом}$,
 $U_1 = 120 \text{ В}$,
 $U = 220 \text{ В}$

Решение. $U_2 = U - U_1$; $I_2 = I_1 = \frac{U_1}{R_1 / n} = \frac{n U_1}{R_1}$;
 $P = U_2 I_2 = (U - U_1) \frac{n U_1}{R_1} = (220 \text{ В} - 120 \text{ В}) \cdot \frac{10 \cdot 120 \text{ В}}{500 \text{ Ом}} = 240 \text{ Вт}$.

Найти P . | Ответ: $P = 240 \text{ Вт}$.

№ 797.

Потому что сопротивление лампы мощностью 40 Вт больше, чем сопротивление лампы мощностью 100 Вт.

$$P_1 = I_1^2 R_1 = I^2 R_1; P_2 = I_2^2 R_2 = I^2 R_2; P_1 > P_2 \Rightarrow R_1 > R_2.$$

№ 798.

Дано:
 $\Delta l = 0,11$

Решение. $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$, $P_2 = \frac{U^2}{R_2}$; $\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho \frac{l}{s}}{\rho \frac{l - \Delta l}{s}} = \frac{l}{l - \Delta l} = \frac{l}{l - 0,11} = 1,1$.

Найти $\frac{P_2}{P_1}$. | Ответ: увеличится в 1,1 раза.

№ 799.

Дано:
 $U = 380 \text{ В}$,
 $I = 20 \text{ А}$,
 $m = 1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$,
 $h = 19 \text{ м}$,
 $t = 50 \text{ с}$

Решение. $P_{\text{затр}} = UI$; $P_{\text{пол}} = \frac{mgh}{t}$;
 $\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{затр}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{Ult} \cdot 100\%$;
 $\eta = \frac{1000 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 19 \text{ м}}{380 \text{ В} \cdot 20 \text{ А} \cdot 50 \text{ с}} \cdot 100\% = 50\%$.

Найти η . | Ответ: $\eta = 50\%$.

№ 800.

Дано:

U, I, n, F, V

Найти P, N, η .

Решение.

$$P = nUI; \quad N = FV; \quad \eta = \frac{N}{P} \cdot 100\% = \frac{FV}{nUI} \cdot 100\%$$

№	$P, \text{кВт}$	$N, \text{кВт}$	$\eta, \%$
1	4560	4000	88
2	5570	4990	90
3	2970	2740	92,5

№ 801.

Чтобы ограничить габариты плитки, не увеличивая мощность.

№ 802.

Дано:

P, m, t_1, t_2, τ

Найти A, Q, η .

Решение.

$$A = P\tau; \quad Q = cm(t_2 - t_1); \quad \eta = \frac{Q}{A} \cdot 100\% = \frac{cm(t_2 - t_1)}{P\tau} \cdot 100\%$$

№	$P, \text{кВт}$	$N, \text{кВт}$	$\eta, \%$
1	4560	4000	88
2	5570	4990	90
3	2970	2740	92,5

№ 803.

Дано:

$\rho = 42 \cdot 10^{-8} \text{Ом} \cdot \text{м},$

$S = 0,84 \text{ мм}^2$

$= 8,4 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2,$

$U = 220 \text{ В},$

$V = 2 \text{ л} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3,$

$D = 1000 \text{ кг/м}^3,$

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

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

$\tau = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с},$

$\eta = 80\%,$

$c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ \text{C}$

Решение.

$$A_{\text{затр}} = \frac{U^2}{R} \tau = \frac{U^2}{\rho l} S \tau;$$

$$\eta = \frac{cDV(t_2 - t_1)\rho l}{U^2 S \tau} \cdot 100\%$$

$$l = \frac{\eta U^2 S \tau}{cDV(t_2 - t_1)\rho \cdot 100\%}$$

$$l = \frac{80\% \cdot (220 \text{ В})^2 \cdot 8,4 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2 \cdot 600 \text{ с}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} \times$$

$$\times \frac{1}{(1000^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}) 42 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 100\%} =$$

$$= 69 \text{ м}.$$

Найти l .

Ответ: $l = 69 \text{ м}.$

№ 804.

Дано:

$$R, m, t_1, U, \tau, r$$

Найти t_2, m_1 .

Решение.

$$1) \frac{U^2}{R} \tau = cm(t_2 - t_1); \quad t_2 = \frac{U^2 \tau}{cmR} + t_1$$

$$2) \frac{U^2}{R} \tau = cm(100 - t_1) + rm_1,$$

где r — удельная теплота парообразования.

$$m_1 = \frac{\frac{U^2}{R} \tau - cm(100 - t_1)}{r}$$

№	$t_2, ^\circ\text{C}$	$m_1, \text{г}$
1		85
2	92	
3		272
4	79	
5	42	
6	17	

№ 805.

Дано:

$$\varepsilon = 1,5 \text{ В},$$

$$I = 0,2 \text{ А},$$

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

Найти A .

Решение.

$$A = q\varepsilon = It\varepsilon = 0,2 \text{ А} \cdot 60 \text{ с} \cdot 1,5 \text{ В} = 18 \text{ Дж}.$$

Ответ: 18 Дж.

№ 806.

Дано:

$$\varepsilon = 12 \text{ В},$$

$$r = 1 \text{ Ом},$$

$$R = 5 \text{ Ом}$$

Найти I, U .

Решение.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12 \text{ В}}{5 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}, \quad U = IR = 2 \text{ А} \cdot 5 \text{ Ом} = 10 \text{ В}.$$

Ответ: $I = 2 \text{ А}, U = 10 \text{ В}$.

№ 807.

Дано:

$$\varepsilon, R = r$$

Найти U .

Решение.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{2r}; \quad U = IR = \frac{\varepsilon}{2r} \cdot r = \frac{\varepsilon}{2}.$$

Ответ: $U = \frac{\varepsilon}{2}$.

№ 808.

Дано:

$$\varepsilon = 4,5 \text{ В},$$

$$U = 4 \text{ В},$$

$$I = 0,25 \text{ А}$$

Найти r .

Решение.

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; r = \frac{\varepsilon - IR}{I} = \frac{\varepsilon - U}{I} = \frac{4,5 \text{ В} - 4 \text{ В}}{0,25 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}.$$

Ответ: $r = 2 \text{ Ом}$.

№ 809.

Дано:

$$\varepsilon = 30 \text{ В},$$

$$r = 2 \text{ Ом},$$

$$U = 28 \text{ В},$$

$$t = 5 \text{ мин} =$$

$$= 300 \text{ с}$$

Найти I , $A_{\text{ст}}$,

$A_{\text{внеш}}$, $A_{\text{внутр}}$.

Решение.

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{\frac{U}{I}+r}; I = \frac{\varepsilon - U}{r} = \frac{30 \text{ В} - 28 \text{ В}}{2 \text{ Ом}} = 1 \text{ А};$$

$$A_{\text{ст}} = q\varepsilon = It\varepsilon = 1 \text{ А} \cdot 300 \text{ с} \cdot 30 \text{ В} = 9000 \text{ Дж} = 9 \text{ кДж}$$

$$A_{\text{внеш}} = UIt = 28 \text{ В} \cdot 1 \text{ А} \cdot 300 \text{ с} = 8400 \text{ Дж} = 8,4 \text{ кДж}$$

$$A_{\text{внутр}} = A_{\text{ст}} - A_{\text{внеш}} = 9 \text{ кДж} - 8,4 \text{ кДж} = 0,6 \text{ кДж}$$

Ответ: $I = 1 \text{ А}$, $A_{\text{ст}} = 9 \text{ кДж}$, $A_{\text{внеш}} = 8,4 \text{ кДж}$,

$A_{\text{внутр}} = 0,6 \text{ кДж}$.

№ 810.

Показания амперметра увеличатся, а вольтметра — уменьшатся.

№ 811.

Дано:

$$R = 2 \text{ Ом},$$

$$\varepsilon = 1,1 \text{ В},$$

$$I = 0,5 \text{ А}$$

Найти I_3 .

Решение.

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; r = \frac{\varepsilon - IR}{I}; I_3 = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{\varepsilon I}{\varepsilon - IR} = \frac{1,1 \text{ В} \cdot 0,5 \text{ А}}{1,1 \text{ В} - 0,5 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом}} = 5,5 \text{ А}.$$

Ответ: $I_3 = 5,5 \text{ А}$.

№ 812.

Дано:

$$I_1, U_1,$$

$$I_2, U_2$$

Найти ε , r .

Решение.

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1+r} = \frac{\varepsilon}{\frac{U_1}{I_1}+r}; I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2+r} = \frac{\varepsilon}{\frac{U_2}{I_2}+r}. \text{ Из первого урав-}$$

нения выражаем ε и подставляем во второе.

$$\varepsilon = U_1 + I_1 r; I_2 = \frac{U_1 + I_1 r}{\frac{U_2}{I_2} + r}; r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}; \varepsilon = U_1 + I_1 r$$

№	r , Ом	ε , В
1	1	4,5
2	1	6,4
3	0,9	9
4	1,7	16
5	2,3	20

№ 813.

Дано:

$R_1 = 16 \text{ Ом},$

$I_1 = 1 \text{ А},$

$R_2 = 8 \text{ Ом},$

$I_2 = 1,8 \text{ А}$

Решение.

$$\begin{cases} I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \\ I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} \end{cases}; \quad \varepsilon = I_1(R_1 + r); \quad I_2 = \frac{I_1(R_1 + r)}{R_2 + r};$$

$$r = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1} = \frac{1 \text{ А} \cdot 16 \text{ Ом} - 1,8 \text{ А} \cdot 8 \text{ Ом}}{1,8 \text{ А} - 1 \text{ А}} = 2 \text{ Ом};$$

$$\varepsilon = I_1(R_1 + r) = 1 \text{ А} \cdot (16 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом}) = 18 \text{ В}.$$

Найти ε, r .Ответ: $\varepsilon = 18 \text{ В}, r = 2 \text{ Ом}.$ **№ 814.**

Дано:

$I_1 = 30 \text{ А},$

$P_1 = 180 \text{ Вт},$

$I_2 = 10 \text{ А},$

$P_2 = 100 \text{ Вт}$

Решение.

$$\begin{cases} I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{\varepsilon}{\frac{P_1}{I_1^2} + r} \\ I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} = \frac{\varepsilon}{\frac{P_2}{I_2^2} + r} \end{cases}; \quad \varepsilon = \frac{P_1}{I_1} + I_1 r; \quad I_2 = \frac{\frac{P_1}{I_1} + I_1 r}{\frac{P_2}{I_2^2} + r};$$

$$r = \frac{\frac{P_1}{I_1} - \frac{P_2}{I_2}}{I_2 - I_1} = \frac{\frac{180 \text{ Вт}}{30 \text{ А}} - \frac{100 \text{ Вт}}{10 \text{ А}}}{10 \text{ А} - 30 \text{ А}} = 0,2 \text{ Ом}.$$

$$\varepsilon = \frac{P_1}{I_1} + I_1 r = \frac{180 \text{ Вт}}{30 \text{ А}} + 30 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ Ом} = 12 \text{ В}.$$

Найти ε, r .Ответ: $\varepsilon = 12 \text{ В}, r = 0,2 \text{ Ом}.$ **№ 815.**

Дано:

$U = 6 \text{ В},$

$U_1 = 3 \text{ В}$

Решение.

1) Резисторы соединены последовательно. $\varepsilon = U = 6 \text{ В}.$

$$\begin{cases} U_1 = I_1 R_1 = \frac{\varepsilon R}{R + r} \\ U_2 = I_2 R_2 = \frac{\varepsilon \cdot 2R}{2R + r} \end{cases};$$

$$r = \frac{(\varepsilon - U_1)R}{U_1} = \frac{(U - U_1)R}{U_1};$$

$$U_2 = \frac{2\varepsilon R}{2R + \frac{(U - U_1)R}{U_1}} = \frac{2U}{2 + \frac{U - U_1}{U_1}} = \frac{2 \cdot 6 \text{ В}}{2 + \frac{6 \text{ В} - 3 \text{ В}}{3 \text{ В}}} = 4 \text{ В}.$$

2) Резисторы соединены параллельно.

$$\begin{cases} U_1 = I_1 R_1 = \frac{\varepsilon R}{R+r} \\ U_2 = I_2 R_2 = \frac{\varepsilon \cdot \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + r} \end{cases}; r = \frac{(\varepsilon - U_1)R}{U_1} = \frac{(U - U_1)R}{U_1};$$

$$U_2 = \frac{\varepsilon \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + \frac{(U - U_1)R}{U_1}} = \frac{U}{1 + \frac{2(U - U_1)}{U_1}} = \frac{6 \text{ В}}{1 + \frac{2(6\text{В} - 3\text{В})}{3 \text{ В}}} = 2 \text{ В}.$$

Найти U_2 . Ответ: 1) 4 В; 2) 2 В.

№ 816.

Дано:

$$\varepsilon = 40 \text{ В},$$

$$r = 0,04 \text{ Ом},$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$S = 170 \text{ мм}^2 =$$

$$= 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$l = 50 \text{ м},$$

$$I = 200 \text{ А}$$

Решение.

$$R_{\text{пр}} = \rho \frac{2l}{S} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot \frac{2 \cdot 50 \text{ м}}{1,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 10^{-2} \text{ Ом};$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{св}} + r}; R_{\text{св}} = \frac{\varepsilon}{I} - r = \frac{40 \text{ В}}{200 \text{ А}} - 0,04 \text{ Ом} = 0,16 \text{ Ом};$$

$$U_{\text{св}} = I R_{\text{св}} = 200 \text{ А} \cdot 0,16 \text{ Ом} = 32 \text{ В};$$

$$U_{\Gamma} = U_{\text{св}} - I R_{\text{пр}} = 32 \text{ В} - 200 \text{ А} \cdot 10^{-2} \text{ Ом} = 30 \text{ В};$$

$$P = U_{\Gamma} \cdot I = 30 \text{ В} \cdot 200 \text{ А} = 6000 \text{ Вт} = 6 \text{ кВт}.$$

Найти U_{Γ} , $U_{\text{св}}$, P . Ответ: $U_{\text{св}} = 32 \text{ В}$, $U_{\Gamma} = 30 \text{ В}$, $P = 6 \text{ кВт}$.

№ 817.

Дано:

$$r, n, U, P, l, S, \rho$$

Найти I , $R_{\text{л}}$, $U_{\text{л}}$,

$$P_{\text{л}}, U_{\text{зак}}, U_{\text{внутр}}, \varepsilon.$$

Решение.

$$P = \frac{U}{n} \cdot I; I = \frac{nP}{U}; R_{\text{л}} = \frac{2\rho l}{S}; U_{\text{л}} = I R_{\text{л}}$$

$$P_{\text{л}} = U_{\text{л}} I; U_{\text{зак}} = U + U_{\text{л}}; U_{\text{внутр}} = I r; \varepsilon = U_{\text{внутр}} + U_{\text{зак}}$$

№	I , А	$R_{\text{л}}$, Ом	$U_{\text{л}}$, В	$P_{\text{л}}$, Вт	$U_{\text{зак}}$, В	$U_{\text{внутр}}$, В	ε , В
1	2,5	2,8	7,1	18,1	227	0,48	228
2	0,5	0	0	0	220	0	220
3	42,5	0,5	21,6	920	242	3,40	245
4	5,6	0,17	1	5,3	4	0,78	5
5	26,8	1,6	43,3	1160	423	5,64	429

№ 818.

Дано:

$$R_1 = 3 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 12 \text{ Ом},$$

$$P_1 = P_2$$

Решение. $P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{\varepsilon^2 R_1}{(R_1 + r)^2}; P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{\varepsilon^2 R_2}{(R_2 + r)^2};$

$$\frac{\varepsilon^2 R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{\varepsilon^2 R_2}{(R_2 + r)^2}; \frac{R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{R_2}{(R_2 + r)^2};$$

$$r^2(R_2 - R_1) = R_1 R_2^2 - R_2 R_1^2 = R_1 R_2 (R_2 - R_1);$$

$$r = \sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{3 \text{ Ом} \cdot 12 \text{ Ом}} = 6 \text{ Ом};$$

$$\eta_1 = \frac{P_1}{P_{1\Pi}} \cdot 100\%; \quad P_{1\Pi} = \frac{\varepsilon^2}{R_1 + r};$$

$$\eta_1 = \frac{\varepsilon^2 R_1}{(R_1 + r)^2} \cdot \frac{R_1 + r}{\varepsilon^2} \cdot 100\% = \frac{R_1}{R_1 + r} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{3 \text{ Ом}}{3 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом}} \cdot 100\% \approx 33\%;$$

$$\eta_2 = \frac{P_2}{P_{2\Pi}} \cdot 100\%; \quad P_{2\Pi} = \frac{\varepsilon^2}{R_2 + r};$$

$$\eta_2 = \frac{\varepsilon^2 R_2}{(R_2 + r)^2} \cdot \frac{R_2 + r}{\varepsilon^2} \cdot 100\% = \frac{R_2}{R_2 + r} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{3 \text{ Ом}}{3 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом}} \cdot 100\% \approx 67\%.$$

Найти r , η_1 , η_2 . Ответ: $r = 6 \text{ Ом}$; $\eta_1 = 33\%$; $\eta_2 = 67\%$.

№ 819.

Дано:

$$\varepsilon = 2 \text{ В},$$

$$r = 1 \text{ Ом},$$

$$U_1 = 6,3 \text{ В},$$

$$I_1 = 0,3 \text{ А}.$$

Решение. $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{6,3 \text{ В}}{0,3 \text{ А}} = 21 \text{ Ом};$

$$U_2 = \varepsilon - U_1 = 9 \text{ В} - 6,3 \text{ В} = 2,7 \text{ В}$$

$$R = \frac{U_R}{3I_1} = \frac{2,7 \text{ В}}{3 \cdot 0,3 \text{ А}} = 3 \text{ Ом}$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R + \frac{R_1}{2} + r} = \frac{9 \text{ В}}{3 \text{ Ом} + \frac{21 \text{ Ом}}{2} + 10 \text{ Ом}} \approx 0,62 \text{ А}$$

$$P_1 = U_1 I_1 = 6,3 \text{ В} \cdot 0,3 \text{ А} = 1,89 \text{ Вт}$$

$$P_2 = \left(\frac{I_2^2}{2} \right) R_1 = \left(\frac{0,62 \text{ А}}{2} \right)^2 \cdot 21 \text{ Ом} = 2,02 \text{ Вт}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{2,02 \text{ Вт}}{1,89 \text{ Вт}} \approx 1,1.$$

Найти $\frac{P_2}{P_1}$. Ответ: увеличилось в 1,1 раза.

№ 820.

Дано:

$$r, \varepsilon, R = 3r.$$

Решение. $I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{\varepsilon}{9r + r} = \frac{\varepsilon}{10r}$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} = \frac{\varepsilon}{r + r} = \frac{\varepsilon}{2r}; \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{\varepsilon}{2r} \cdot \frac{10r}{\varepsilon} = 5$$

Сила тока увеличится в 5 раз.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2 R_2}{I_1 R_1} = 5 \cdot \frac{r}{9r} = \frac{5}{9} \approx 0,56$$

Напряжение уменьшится в $\frac{9}{5} = 1,8$ раза.

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} = \frac{5}{9} \cdot 5 = \frac{25}{9} \approx 2,8$$

Мощность увеличится в 2,8 раза.

Найти $\frac{I_2}{I_1}, \frac{U_2}{U_1}, \frac{P_2}{P_1}$.

Ответ: $\frac{I_2}{I_1} = 5, \frac{U_2}{U_1} \approx 0,56, \frac{P_2}{P_1} \approx 2,8$.