Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202410**

ID профиля: **817818**

Вариант 7

Чистовик стр. 1

Задача 1.

Дано:

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$;

$\cos\beta = \frac{3}{5}$;

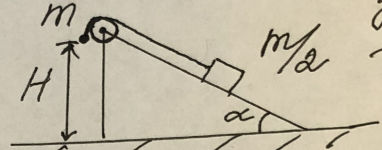
$g = 10\ м/с^2$.

1.) $a_{кл.}$ – ?
2.) $a_{бр.}$ – ?
3.) T – ?

1.) Решение:

① $t=0$

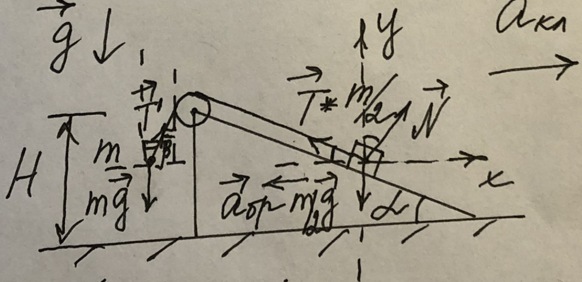
выполним пояснительный рисунок для начального момента времени:



систему удерживают в равновесии

② $t>0$

выполним пояснительный рисунок для того момента времени, когда клин стали двигать с постоянным ускорением



$a_{кл} = const$

$T^* = T' = T$ (по III закону Ньютона)

Для бруска:

По II закону Ньютона: $\vec{N} + \frac{m}{2}\vec{g} + \vec{T}^* = 0$.

В проекциях на координатные оси:

$$\begin{cases} Ox: N\sin\alpha - T\cos\alpha = -\frac{m}{2}a_{бр}\cos\alpha, \\ Oy: N\cos\alpha + T\sin\alpha - \frac{m}{2}g = 0; \end{cases} \quad (1)$$

Для шарика:

По II закону Ньютона: $\vec{T}' + m\vec{g} = m\vec{a}_{шар.}$

Чистовик

Продолжение

Задача 1

$a_{шар.} = a_{кл.}$

В проекциях на координатные оси:

$$\begin{aligned} ox: \\ oy: \end{aligned}\begin{cases} T\sin\beta = ma_{кл}, \\ T\cos\beta - mg = 0; \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} T\sin\beta = ma_{кл}, \\ T\cos\beta = mg; \end{cases}$$ Поделив одно ур-ние системы на другое, имеем:

$$\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \frac{a_{кл}}{g}; \quad \boxed{a_{кл} = g\,tg\beta.}$$

Согласно основному тригонометрическому тождеству: $\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta}$.

$\sin\beta = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$. $tg\beta = \frac{\sin\beta}{\cos\beta}$.

$tg\beta = \frac{4\cdot\cancel{5}}{\cancel{5}\cdot 3} = \frac{4}{3}$. $a_{кл} = g\cdot\frac{4}{3}$.

$a_{кл.} = 10\cdot\frac{4}{3} = \frac{40}{3} \approx 13,3 (м/с^2)$.

2) Из системы (2): $T = \frac{mg}{\cos\beta}$. (3)

Подставив формулу (3) в систему (1), имеем:

$$\begin{cases} N\sin\alpha - \frac{\frac{mg\sin\alpha}{\cos\beta}}{}\frac{mg\cos\alpha}{\cos\beta} = -\frac{m}{2}a_{бр}\cos\alpha, \\ N\cos\alpha + \frac{mg\sin\alpha}{\cos\beta} - \frac{m}{2}g = 0. \end{cases}$$

Соответственно $N = \frac{mg}{2\cos\alpha} - \frac{mg\sin\alpha}{\cos\alpha\cos\beta}$ (4)

Продолжение Задача 1

Подставив (4) во 1-ое ур-ние системы, имеем: $\frac{\cancel{m}g}{2}tg\alpha - \frac{\cancel{m}g\sin^2\alpha}{\cos\alpha\cos\beta} =$

$= -\frac{\cancel{m}}{2}a_{бр}\cos\alpha + \frac{\cancel{m}g\cos\alpha}{\cos\beta}.$

$$-a_{бр} = \frac{\cancel{2}g}{\cancel{2}}\frac{tg\alpha}{\cos\alpha} - \frac{2g\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha\cos\beta} - \frac{2g\,\cancel{\cos\alpha}}{\cos\beta\,\cancel{\cos\alpha}}.$$

$$\boxed{a_{бр} = \frac{2g\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha\cos\beta} + \frac{2g}{\cos\beta} - g\frac{tg\alpha}{\cos\alpha}.}$$

Из тригонометрии: $tg\alpha = \frac{12}{5}$, $\sin\alpha = \frac{12}{13}$. Таким образом,

$$a_{бр.} = \frac{2\cdot\cancel{10}^{2}\cdot144\cdot\cancel{169}\cdot\cancel{5}}{\cancel{169}\cdot\cancel{25}_{5}\cdot3} + \frac{2\cdot10\cdot5}{3} - 10\cdot\frac{12\cdot13}{5\cdot5} =$$

$$= \frac{4\cdot144}{3} + \frac{100}{3} - \frac{120\cdot13}{25} = \cancel{576}^{192} + 33 - 62{,}4 =$$

$$= \cancel{546{,}6\,(м/с^2)} = 162{,}6\,(м/с^2).$$

3) Кинематика движения:

$y_{(\tau)} = H - \frac{a_{шар.\,верт.}\tau^2}{2}$. $y(\tau) = 0$, т.к. за время τ шар опустится до поверхности стола; ~~то~~ $0 = H - \frac{a_{шар.\,верт.}\tau^2}{2}$. $2H = a_{шар.\,верт.}\tau^2$

$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{шар.\,верт.}}}$. $a_{шар.\,верт.} = a_{бр.}$, т.к. нить легкая и нерастяжимая.

Продолжение Задача 1

$$\boxed{\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{бр.}}}}$$

Ответ: 1.) $a_{кл.} = g\,tg\beta$, $a_{кл.} \approx 13,3\ м/с^2$.

2.) $a_{бр.} = g\left(\frac{2\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha\cos\beta} + \frac{2}{\cos\beta} - \frac{tg\alpha}{\cos\alpha}\right)$,

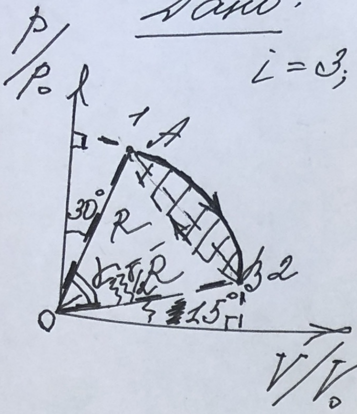
$a_{бр.} = 162,6\ м/с^2$. 3.) $\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{бр}}}$.

Чистовик

Задача 2

Дано:

$i = 3$;



1-2 — расширение;
2-1 — неравновесное сжатие газа;
$(Q_{21} \approx 0)$

1.) $\dfrac{T_2 - T_1}{T_1}$ – ?

2.) $\angle \beta$ (при $C = 0$) – ?

3.) η – ?

Решение:

1.) Запишем ур-ние Клапейрона для данной ситуации:

$$\frac{\left(P/P_0\right)\downarrow n\ раз \left(V/V_0\right)\uparrow k\ раз}{\left(T/T_0\right)\downarrow \frac{n}{k}\ раз} = const$$

Пусть p уменьшилось в n раз.

$p_1 = \sin 30° \cdot R$

$p_2 = \sin 15° \cdot R$.

$$n = \frac{p_1}{p_2} = \frac{\sin 30° \cdot \cancel{R}}{\sin 15° \cdot \cancel{R}} = \frac{0{,}5}{\sin 15°}.$$

Аналогично пусть V увеличилось в k раз. $V_1 = R\cos 30°$; $V_2 = R\cos 15°$.

$$k = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\cancel{R}\cos 15°}{\cancel{R}\cos 30°} = \frac{\cos 15°}{\cos 30°}.$$

Относительное изменение давления больше, чем относительное изменение $V \Rightarrow T/T_0 \downarrow$

Таким образом, $\dfrac{T_2 - T_1}{T_1} = \dfrac{n}{k} = \dfrac{\sin 30° \cdot \cos 30°}{\sin 15° \cdot \cos 15°}$;

$\angle \gamma = 90° - 45° = 45°$

3.) Проведём 1-2 ;

Чистовик стр. 6

Продолжение Задача 2.

ΔOAB — равнобедренный ($OA = OB = R$),

значит $\angle OAB = \angle OBA = \frac{180^\circ - 45^\circ}{2} = 67{,}5^\circ$.

$S_{AOB} = \frac{2 \sin\delta/2\, R}{2} \cdot \cos\delta/2 \cdot R = \underbrace{\sin\delta/2 \cos\delta/2\, R^2}$.

Площадь сегмента круга радиуса R с углом $\angle\delta$ равна: $\pi R^2 \cdot \frac{\angle\delta}{360^\circ}$.

Таким образом работа за цикл $A_{цикл}$ (равна заштрих. области на рисунке) равна $A_{цикл} = \pi R^2 \frac{\angle\delta}{360^\circ} - \sin\delta/2 \cos\delta/2\, R^2$. $\eta = \frac{\pi R^2 \angle\delta/360^\circ}{\sin\delta/2 \cos\delta/2\, R^2} =$

$$= \boxed{\frac{\pi\ \angle\delta/360^\circ}{\sin\delta/2 \cos\delta/2}}$$

2) $\angle\beta \approx \frac{\angle\delta}{2} + 15^\circ \approx 22{,}5^\circ + 15^\circ = 37{,}5^\circ$ т.к. $Q_{21} \approx 0$, а взяв проекцию дуги 2-1 на прямую AB и усреднив, получим данное значение.

Ответ: 1) $\frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{\sin 30^\circ \cos 30^\circ}{\sin 15^\circ \cos 15^\circ}$;

2) $\angle\beta \approx 37{,}5^\circ$; 6.) $\eta = \frac{\pi\ \angle\delta/360^\circ}{\sin\delta/2 \cos\delta/2}$

Вариант 11-07

Черновик

~~Чистовик~~

стр. 1

1.

Дано:

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$;

$\cos\beta = \frac{3}{5}$;

$g = 10\ м/с^2$.

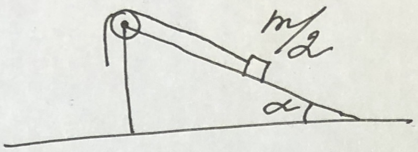
$a_{кл}$ - ?

$a_{бр.}$ - ?

T - ?

Решение:

1. $t=0$



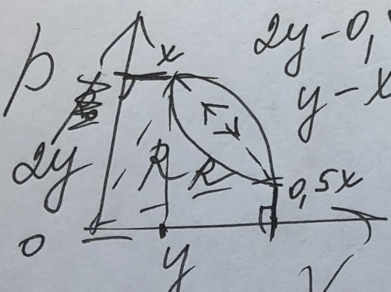
$8\ \frac{\downarrow pV \uparrow 2}{T \downarrow 4}$ $\quad$ $4\ \frac{\downarrow pV \uparrow 2}{T \downarrow 2}$

$Q = cm\Delta t$

2.

p_0, V_0 — фиксир. знач.

$\frac{\Delta T}{T_0}$ по аналогии



$2y - 0{,}5x = \Delta p$

$y - x = \Delta V$

Ур-ние Клапейрона

$\frac{pV}{T} = const$

$p \downarrow n$ раз

$V \uparrow k$ раз

$p_1 = \sin 30° \cdot R = 0{,}5R$

$p_2 = \sin 15° R$

$n_{раз} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{\sin 30°}{\sin 15°}$

Для объёма

$V_1 = R\cos 30°$

$V_2 = R\cos 15°$

$k = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\cos 15°}{\cos 30°}$.

$k_{раз}$

Черновик

1.

Дано:

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$;

$\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{5}$

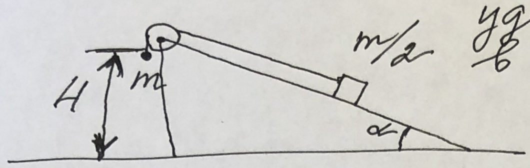
$a_{кл}$ - ?

$a_{бр}$ - ?

τ - ?

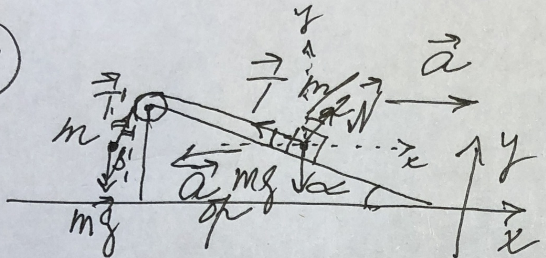
$t > 0$

① $t = 0$



систему удерж. в равновесии

②



$a = const$

$T' = T$ (по III закону Ньютона).

Для бруска:

$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{T} = 0$

$$\begin{cases} ox: N\sin\alpha - T\cos\alpha = \frac{m}{2}a_{бр} \\ oy: N\cos\alpha + T\sin\alpha - \frac{m}{2}g = 0. \end{cases}$$

Для шарика:

$a_{шар} = a_{клин}$

$\vec{mg} + \vec{T'} = m a_{шар}$

$$\begin{cases} ox: T\sin\beta = m a_{шар} \\ oy: T\cos\beta - mg = 0. \end{cases}$$

$T\cos\beta = mg$

$T = \frac{mg}{\cos\beta}$.

$$\begin{cases} N\sin\alpha - \frac{mg\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{m a_{бр}}{2} \\ N\cos\alpha + \frac{mg\sin\alpha}{\cos\beta} - \frac{mg}{2} = 0 \end{cases}$$

$N = \frac{mg}{2\cos\alpha} - \frac{mg\sin\alpha}{\cos\beta\cos\alpha}$

Черновик стр. 3

$$\frac{\cancel{m}g}{\cancel{2}}tg\alpha - \frac{2\cancel{m}g\sin^2\alpha}{\cos\beta\cos\alpha} - \frac{2\cancel{m}g\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{\cancel{m}}{\cancel{2}}a_{бр}$$

Надо найти

$tg\alpha = 12/5$

$\sin\alpha = 12/13$

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$.

Из основного тригон. тожд.

$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{25}{169}} =$

$= \frac{12}{13}$

$tg\alpha = \frac{12 \cdot \cancel{13}}{\cancel{13} \cdot 5} = \frac{12}{5}$

$a_{бр} = 10 \cdot 12/5 - \frac{2 \cdot 10 \cdot 144 \cdot 5 \cdot \cancel{13}}{\cancel{169}_{13} \cdot 3 \cdot 5} -$

$- \frac{2 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 5}{13 \cdot 3} =$

$= 24 - \frac{20 \cdot 144}{39} - \frac{500}{39}$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202410**

ID профиля: **817818**

Вариант 7

Чистовик стр. 1

Задача 3

Дано:

$C_1 = C$;

$C_2 = 4C$;

$\mathcal{E}$; R; L

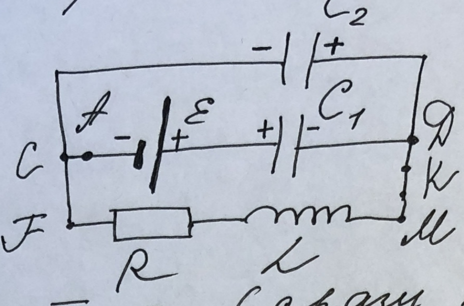
1.) $I_L'(0)$ – ?

2.) Q – ?

3.) I_R – ? ($I_{C_1} = I_0$)

Решение:

1.) Выполним поясняющий рисунок



$\tau = 0$ (сразу после замыкания цепи)

$U_L = L I_L' \Rightarrow I_L'(0) = \frac{U_L(0)}{L}$.

Источник идеальный, значит $r = 0$

$U_L(0) = \mathcal{E} - \frac{q}{C_1} = \mathcal{E} - \frac{q}{C}$. (1)

Возьмём произвольную точку (·)A и воспользуемся методом потенциалов:

$\cancel{\varphi_A} + \mathcal{E} - \frac{q}{C_1} - \frac{q}{C_2} = \cancel{\varphi_A}$ ($\tau = 0$, значит конденсаторы не ~~успеют накопить~~ смогут иметь много заряда, кроме как q).

$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \frac{q}{4C} = \frac{5q}{4C} \Rightarrow q = \frac{4\mathcal{E}C}{5}$ (2)

Подставив (2) в (1), имеем: $U_L(0) = \mathcal{E} - \frac{4\mathcal{E}\cancel{C}}{5\cancel{C}} = \mathcal{E} - 0{,}8\mathcal{E} = 0{,}2\mathcal{E}$. Таким образом,

$\boxed{I_L'(0) = \frac{0{,}2\mathcal{E}}{L} = \frac{\mathcal{E}}{5L}}$.

Продолжение Задача 3

2) $I=0$. Тепло будет выделяться на пассивном элементе — резисторе R. Так как до замыкания ключа K было установившееся состояние, то конденсаторы были заряжены, значит после замыкания тепла энергия, накопленная конденсаторами выделится на резисторе в виде тепла.

$W_C = \frac{CU^2}{2}$ — общий вид.

$W_{C_1} = \frac{C_1U_1^2}{2}$, $W_{C_2} = \frac{C_2U_2^2}{2}$, причем

$U_1 = U_2 = \mathcal{E}$ (потерь нет источник идеальный) $C_1 = C$, $C_2 = 4C$. Таким образом, $Q = W_{C_1} + W_{C_2} = \frac{C\cdot\mathcal{E}^2}{2} + \frac{4C\cdot\mathcal{E}^2}{2} =$

$= \frac{5C\mathcal{E}^2}{2} = 2{,}5C\mathcal{E}^2$.

3.) Через ветвь CD сила тока равна I_0, а напряжение $\mathcal{E}$. Через ветвь FM напряжение также равно $\mathcal{E}$. Через резистор R равен $0{,}8\mathcal{E}$, значит $I_R = \frac{0{,}8\mathcal{E}}{R}$.

Ответ: 1.) $I_L'(0) = \frac{\mathcal{E}}{5L}$; 2) $Q = 2{,}5C\mathcal{E}^2$; 3.) $I_R = \frac{0{,}8\mathcal{E}}{R}$.

Задача 4

(*) В дано необходимо, чтобы было указано о течении тока через контур (а соответственно и I)

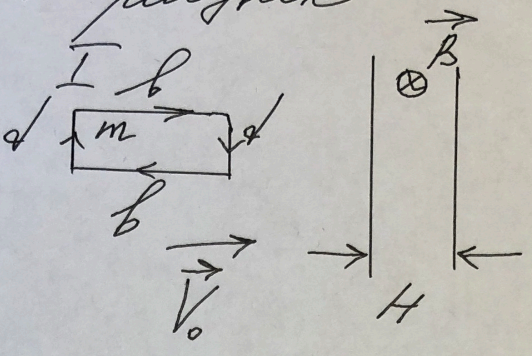
Дано:

m;
d;
$b = 3d$;
V_0;
R;
B;
$H = \frac{d}{5}$;

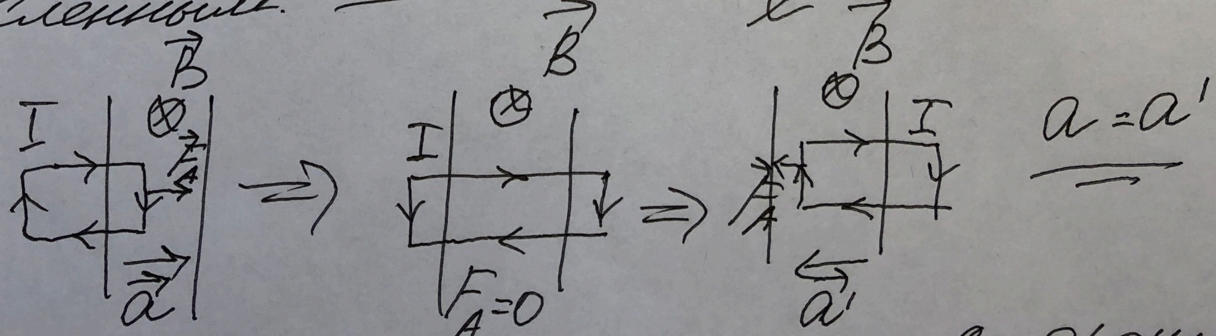
1.) a - ?
2.) V_1 - ?
3.) V_2 - ?

Решение:

1.) Выполним поясняющий рисунок



На рамку в магнитном поле будет действовать сила Ампера (сила, действ. на проводник с током в магнитном поле). Зададим направление тока. Он будет направлен по часовой стрелке. Изначально рамка ускорится (будет ускоряться некоторый промежуток времени, потом её скорость будет постоянной, а затем движение будет равнозамедленным.



Таким образом, на стороны b F_A НЕ ДЕЙСТВУЕТ.

Продолжение Задача 4

Это согласно правилу левой руки.

$F_A = BIl\sin\alpha$, по II закону Ньютона: $\vec{F}_A = m\vec{a}$. В проекции на координатную ось: $BIl\sin\alpha = ma$, значит $a = \frac{BIl\sin\alpha}{m} = \boxed{\frac{BId}{m}}$

2) Изначальная энергия $W_k = \frac{mV_0^2}{2}$. По Т об изменении кинетической энергии: $\Delta W_k = A_{\text{внешн. сил}}$.

В данном случае $A_{\text{внешн. сил}} = F_A H = BId \cdot d/5 = \frac{BId^2}{5}$. $\Delta W_k = \frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$.

Так, $\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{BId^2}{5}$; $mV_1^2 = \frac{2BId^2}{5} + mV_0^2$. $V_1 = \sqrt{\frac{2BId^2}{5m} + \frac{\cancel{m}V_0^2}{\cancel{m}}}$

3) Аналогично для V_2 $(V_1 > V_2)$: $A_{\text{внешн. сил}} = F_A H$.

$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = -\frac{BId^2}{5}$. $\underbrace{V_2 = \sqrt{V_1^2 - \frac{2BId^2}{5m}}}$

Ответ: 1) $a = \frac{BId}{m}$; 2) $V_1 = \sqrt{\frac{2BId^2}{5m} + V_0^2}$; 3) $V_2 = \sqrt{V_1^2 - \frac{2BId^2}{5m}}$.

Чистовик

Задача 5

Дано:

$d_2 = 25$ см.

D_1 – оптическая сила очков для удалённых предметов

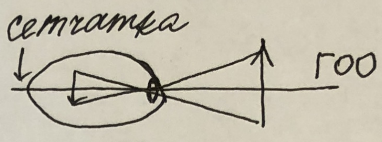
D_2 – оптическая сила очков для предметов, расположенных на расстоянии 25 см.

$\frac{D_1}{D_2} = 3.$

1) x – ? D_1 – ?

2) $d' = 50$ см D' – ?

Решение:



По формуле тонкой линзы

$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}.$

$D = \frac{f+d}{df}.$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} D_1 = \dfrac{d_1+f}{d_1 f} & (1) \\ D_2 = \dfrac{d_2+f}{d_2 f} & (2). \end{cases}$$

$f = const$ (т.к. в обоих случаях изображение формируется на сетчатке глаза. $d_1 = 25$ см (по условию). Тогда имеем:

~~Разв~~ разделим (1) на (2)

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{(d_1+f)\cdot d_2 \cancel{f}}{d_1 \cancel{f} (d_2+f)} = 3.$$ То есть

$$d_1 d_2 + f d_2 = 3 d_1 d_2 + 3 d_1 f$$

$$2 d_1 d_2 + 3 d_1 f + d_2 f = 0$$

Изображение далекого объекта получается в фокусе линзы, т.е.

$f = F = \frac{1}{D_1}$. $\Rightarrow D_1 = \frac{1}{f}$. Таким образом,

$$\begin{cases} \frac{1}{f} = \frac{d_1 + f}{d_1 f} \\ 2 d_1 d_2 + 3 d_1 f + d_2 f = 0. \end{cases}$$

Где $d_1 = 25$ см.

$D_2 = \frac{D_1}{3} = \frac{1}{3f}$. Так,

$$\begin{cases} 2 \cdot 0{,}25 d_2 + 3 \cdot 0{,}25 f + d_2 f = 0, \\ \frac{1}{3f} = \frac{d_2 + f}{d_2 f}; \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0{,}5 d_2 + 0{,}75 f + d_2 f = 0, \\ \frac{1}{3f} = \frac{d_2 + f}{d_2 f}; \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0{,}5 d_2 + 0{,}75 f + d_2 f = 0, \\ 3 f d_2 + 3 f^2 = d_2 f. \end{cases}$$

2) $D' = 2 D_2$, т.к. $\frac{d'}{d} = 2$

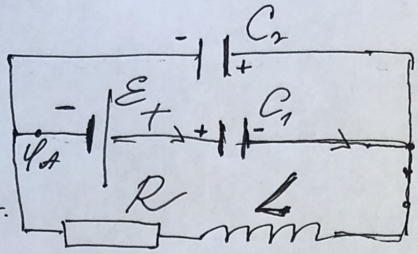
Ответ: 2) $D' = 2 D_2$

Дано: Черновик стр. 1

$C_1 = C$

$C_2 = 4C$

предв. незаряжены.



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

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

$\mathcal{E} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

$I_L'(0)$ — ?

Q — ?

I_R — ?

$I_{C_1} = I_0$.

Решение:

1) $U_L = L I_L'$

$I_C = CU'$

$\boxed{I_L'(0) = \frac{U_L(0)}{L}}$

Источник идеальный $r = 0$.

1) $U_L(0) = \mathcal{E} - IR$

Метод потенциалов

2) $U_L(0) = \mathcal{E} - \frac{q}{C_1} = \boxed{\mathcal{E} - \frac{q}{C}}$

$\cancel{\varphi_A} + \mathcal{E} - \frac{q}{4C} - \frac{q}{C} = \cancel{\varphi_A}$

$\mathcal{E} = \frac{q}{4C} + \frac{q}{C} = \frac{5q}{4C} \Rightarrow q = \frac{4\mathcal{E}C}{5}$

$5q = 4\mathcal{E}C$

$U_L(0) = \mathcal{E} - \frac{4\mathcal{E}\cancel{C}}{5\cancel{C}} = \mathcal{E} - \frac{4}{5}\mathcal{E} = \frac{1}{5}\mathcal{E} = 0{,}2\mathcal{E}$

Черновик стр. 2

$I_L(0) = \frac{0,2\mathcal{E}}{L}$

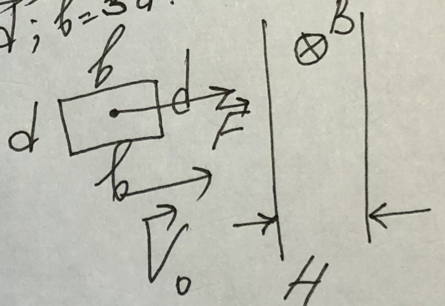
г) Тепло будет выделяться на пассивном элементе — резисторе R.

3. $\mathcal{E} - \frac{q}{C} - 0,2\mathcal{E} - I_R R =$

$H = \frac{d}{5}$

Задача 4

Дано: m; d; $b = 5d$. V_0; R; B.



a - ?

V_1 - ?

V_2 - ?

на любой проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера.

$F_A = BIl\sin\alpha$

$F_{магн. поле} = ma$

$a = \frac{F_{магн. поле}}{m}$

$\Delta W_k = A_{внешн. сил} = F_A \cdot H \to d/5$

Черновик стр. 3

$d = 25$ см

1 очки удал.

2 очки текст на 25 см

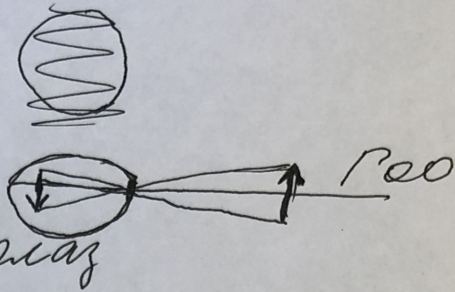
$$\frac{D_1}{D_2} = 3$$

---

x – ?

D_1 – ?

Решение:



$d = 25$ см

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = const$$

(изображение формир. на сетчатке, т.е. ~~в одно~~ $f = const$)

$$D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f}$$

$$D_2 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f}$$

$$d_2 = 25$$