Часть 1

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

Шифр: **21201875**

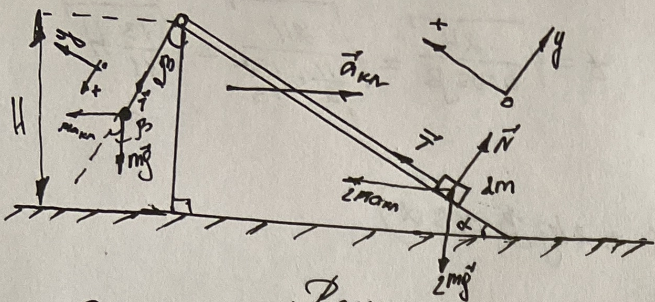
ID профиля: **805838**

Вариант 6

Чистовик

Вариант 11-06

№1



$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

H

$\cos\beta = \frac{12}{13}$

Трения нет

① $a_{кл}$ – ?

② a – ?

③ t, через которое шарик достигнет стола?

Решение:

Обозначим ускорение клина $\underline{a_{кл}}$.

$\underline{a}$ – ускорение бруска и шарика в С.О., связанной с клином.

① Для шарика массой "m":

ox: $ma = mg\cos\beta - T + ma_{кл}\sin\beta$ (1)

oy: $0 = -mg\sin\beta + ma_{кл}\cos\beta$ (2)

отсюда $\cancel{m}g\sin\beta = \cancel{m}a_{кл}\cos\beta$

$$\boxed{a_{кл} = g\,tg\beta} = \frac{10\cdot 5\cdot 13}{13\cdot 12} = \frac{25}{6} \approx 4{,}2\ м/с^2$$

$\cos\beta = \frac{12}{13}$, тогда $\sin\beta = \sqrt{1 - \frac{144}{169}} = \frac{5}{13}$

Тогда ур. (1) принимает вид:

$ma = mg\cos\beta - T - ma\,tg\beta\sin\beta$

$T = mg\cos\beta - ma\,tg\beta\sin\beta - ma$

$T - mg\cos\beta = -ma\,tg\beta\sin\beta - ma$

$mg\cos\beta - T = a(m\,tg\beta\sin\beta - m)$

$$a = \frac{mg\cos\beta - T}{m(tg\beta\sin\beta - 1)}$$

$$ma = \frac{mg\cos\beta - T}{(tg\beta\sin\beta - 1)} = \frac{mg}{\cos\beta} - T \quad (1^*)$$

② Для бруска массой "2m":

ox: $2ma = T + 2ma_{кл}\cos\alpha - 2mg\sin\alpha$ (3)

складываем (1^*) и (3):

$3\cancel{m}a = 2\cancel{m}g\,tg\beta\cos\alpha - 2\cancel{m}g\sin\alpha + \frac{\cancel{m}g}{\cos\beta}$

$$\boxed{a = \frac{1}{3}g\left(2tg\beta\cos\alpha - 2\sin\alpha + \frac{1}{\cos\beta}\right)} = \frac{1}{3}\cdot 10\cdot\left(2\cdot\frac{5}{12}\cdot\frac{4}{5} - 2\cdot\frac{3}{5} + \frac{13}{12}\right) =$$

$$= \frac{1}{3}\cdot 10\cdot\left(\frac{2}{3} - \frac{6}{5} + \frac{13}{12}\right) =$$

$$= \frac{10}{3}\left(\frac{120 - 216 + 195}{180}\right) = \frac{10\cdot 99}{3\cdot 180} = \frac{11}{6}\ \frac{м}{с^2}$$

③ β/у дв-е: Чистовик

Перемещение: $\frac{H}{\cos\beta}$

уск-е: $\frac{11}{6}\frac{м}{с^2}$

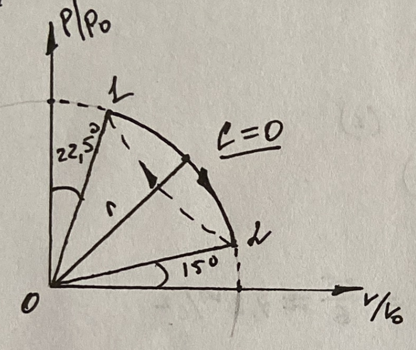
$$\frac{H}{\cos\beta}=\frac{at^2}{2}$$, откуда $t=\sqrt{\frac{2H}{a\cos\beta}}=\sqrt{\frac{2H}{\frac{11}{6}\cdot\frac{12}{13}}}=\sqrt{\frac{13}{11}H}$

Ответ: ① $a_{кл}=g\,tg\,\beta\approx 4{,}2\,\frac{м}{с^2}$

② $a=\frac{1}{3}g\left(\frac{1}{\cos\beta}-2\sin\alpha+2tg\,\beta\cdot\cos\alpha\right)$

③ $t=\sqrt{\frac{13}{11}H}$

$\boxed{№2}$



① $\frac{T_1}{T_2}$ -? ② β -?

Решение: 1) $\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_2V_2}{T_2}$

$$\frac{T_1}{T_2}=\frac{p_1V_1}{p_2V_2}$$

$\frac{p_1}{p_0}=r\cos(22{,}5^\circ)$ $\frac{V_1}{V_0}=r\sin(22{,}5^\circ)$

$\frac{p_2}{p_0}=r\cos(25^\circ)$ $\frac{V_2}{V_0}=r\cos(25^\circ)$

откуда ① $\frac{T_1}{T_2}=\frac{r\cos(22{,}5^\circ)\cdot p_0\cdot r\cdot\sin(22{,}5^\circ)V_0}{r\cos(25^\circ)\cdot p_0\cdot r\cdot\cos(25^\circ)V_0}=\boxed{\frac{\sin 45^\circ}{\sin 50^\circ}}$

2) Ур-е адиабаты для 2-1:

$T_1V_1^{\gamma-1}=T_2V_2^{\gamma-1}$, газ двухатомный $\to\gamma=\frac{7}{5}$

$$\frac{T_1}{T_2}=\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}=\left(\frac{\cos 25^\circ}{\sin 22{,}5^\circ}\right)^{7/5}$$

В точке с нулевой т-ю $\delta Q=0$, тогда

$$dU=-dA=-pdV$$

$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2+\left(\frac{V}{V_0}\right)^2=r^2$; $p=p_0\cdot\sqrt{r^2-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2}$

$$T=\frac{pV}{\nu R}=\frac{p_0V}{\nu R}\cdot\sqrt{r^2-\frac{V^2}{V_0^2}}$$

$$\frac{dT}{dV}=\frac{p_0}{\nu R}\cdot\sqrt{r^2-\frac{V^2}{V_0^2}}-\frac{p_0V}{\nu R}\cdot\frac{\frac{V}{V_0^2}}{\sqrt{r^2-\frac{V^2}{V_0^2}}}=\frac{p}{\nu R}-\frac{p_0}{\nu R}\cdot\frac{V^2}{V_0^2}\cdot\frac{p_0}{p}$$

$\boxed{№2}$ Чистовик

$$\frac{5}{2}\nu R\frac{dT}{dV}=-p$$

$$\frac{5}{2}\left(p-\frac{p_0^2}{p}\cdot\frac{V^2}{V_0^2}\right)=-p$$

$$p-\frac{p_0^2}{p}\cdot\frac{V^2}{V_0^2}=-\frac{2}{5}p$$

$$\frac{7}{5}\frac{p^2}{p_0^2}=\frac{V^2}{V_0^2}$$

$$\left(\frac{p/p_0}{V/V_0}\right)^2=\frac{5}{7}\longrightarrow\frac{p/p_0}{V/V_0}=\sqrt{\frac{5}{7}}$$

и искомый угол $\beta=\operatorname{arctg}\sqrt{\frac{5}{7}}$

Ответ: ① $\cancel{\frac{T_1}{T_2}}$

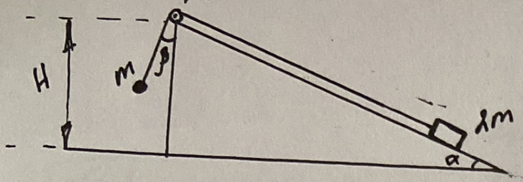
$$\frac{T_1}{T_2}=\frac{\sin 45^\circ}{\sin 50^\circ}$$

② $\beta=\operatorname{arctg}\sqrt{\frac{5}{7}}$

Черновик

Вариант 11-06

$\boxed{№1}$



$\cos\alpha = \frac{4}{5}$ $\cos\beta = \frac{12}{13}$

масса шарика – m

масса бруска – 2m

Вначале неподвижно, расп-в шарик вблизи блока на р-ии H от стола

Затем клин стали двиг-ть с пост. уск., а шарик отпустили

Брусок и шарик дв-ся, нить сост. ∠β с верт.

Трения нет.

Шарик достает стола раньше, чем брусок доезжает до блока

(1) a клина – ?

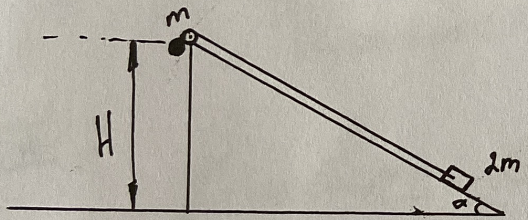
(2) ускорение бруска относ. клина – ?

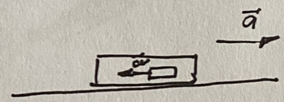
(3) t через которое шарик дост. стола.

Решение:

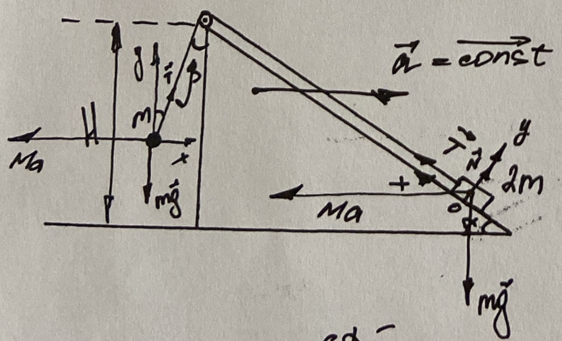
Вначале:

Система неподвижна:





Затем:



12
×30
366

Перейдем в сист. отсчета, связанную с клином. Тогда по 2-му з-ну Ньютона в проекциях на оси x и y:

для "2m": x: $2ma_1 = 2mg\sin\alpha + T + 2ma\cos\alpha$

y: $0 = N - 2mg\cos\alpha - 2ma\sin\alpha$

для "m": x: $ma_1 = T\sin\beta - ma$

y: $0 = T\cos\beta - mg$.

~~где M – масса клина~~

$2ma\,tg\beta\cos\alpha - 2m$

$\sin\alpha = \sqrt{\frac{25-16}{25}} = \frac{3}{5}$

Черновик

для 2m:

$x: \ 2m a_1 = -mg\sin\alpha + T + Ma\cos\alpha$

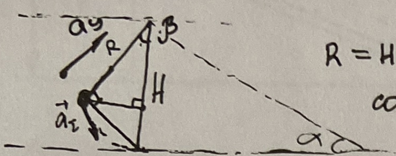
$y: \ 0 = N - mg\cos\alpha - Ma\sin\alpha$

для m: $x: \ \frac{mv^2}{R} = T\sin\beta - Ma$

$y: \ 0 = T\cos\beta - mg \rightarrow T = \frac{mg}{\cos\beta}$

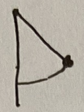
$a_y = \frac{v^2}{R}$

$\frac{mv^2}{H\cdot\cos\beta} = T\sin\beta - Ma$

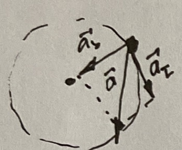


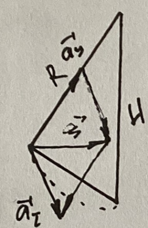
$R = H\cdot\cos\beta$

$\cos\beta = \frac{R}{H}$



Кинемат. связи:



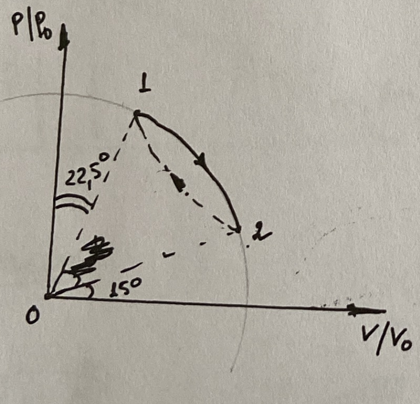


$\frac{1}{3}\cdot 10\left(2\cdot\frac{x^3}{3}\cdot\frac{1}{5}-2\cdot\frac{3}{5}+\frac{13}{12}\right)=\frac{10}{3}\left(\frac{2}{3}-\frac{6}{5}+\frac{13}{12}\right)=$

$\sin\alpha = \frac{3}{5}$

$=\frac{10\cdot(120-216+195)}{3\cdot(180}=\frac{10\cdot 99}{3\cdot 180}=\frac{11}{6}$

№2



- $C_V = \frac{5}{2}R$
- двухат-й газ
- Неравновесное сжатие 2-1 пренебр. теплооб.

① $\frac{T_1}{T_2}$ – ?

② ~~...~~? Угол, который сост. радиус, проведенный в точку с теплоемкостью равной нулю в процессе расширения 1-2, если тангенс т. сущ. знаг т-2 ф-ция угла. α

③ $\frac{A \text{ газа за цикл}}{A \text{ при расш.}}$ – ?

Часть 2

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

Шифр: **21201875**

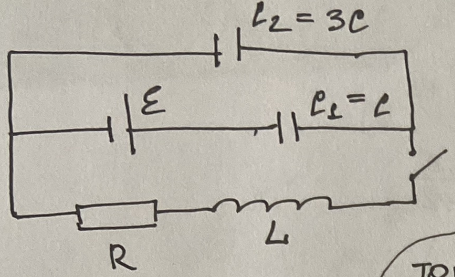
ID профиля: **805838**

Вариант 6

Черновик

Вар 11-06

№3 К-ры не заряжены изначально
Ключ раз-т, режим t уст
$C_1 = C$
$C_2 = 3C$. Ключ замыкают



① Ск. возр. тока в катушке сразу после замык.

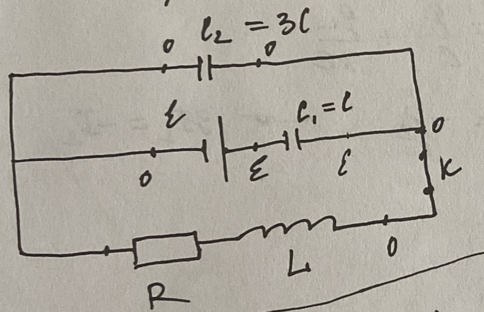
② Q после замык. кл. (Q_R)

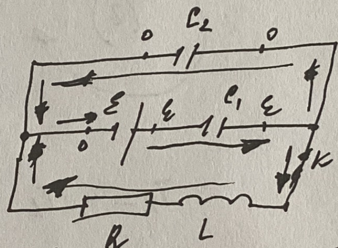
③ U_R после замык, когда ток через $C_2 = I_{C_2} = I_0$

Решение:

~~0) Рассм. цепь до замыкания ключа. Уст. режим~~

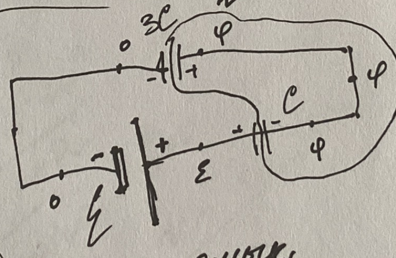
1) Рассм. цепь сразу после замык. ключа. Напр. на к-рах скачком не изм., значит $U_{C_1} = U_{C_2} = 0$





зарядка к-ров

До замык. ключа:



— изол. обл.

$0 = 3C(0-\varphi) - C(\varphi+\varepsilon)$

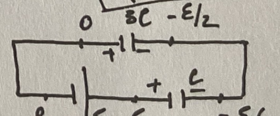
$0 = -3\varphi + \varphi - \varepsilon$

$0 = -2\varphi - \varepsilon$

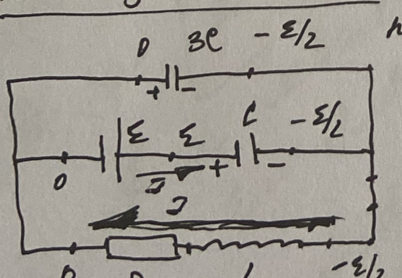
$2\varphi = -\varepsilon$

$\boxed{\varphi = -\varepsilon/2}$, значит

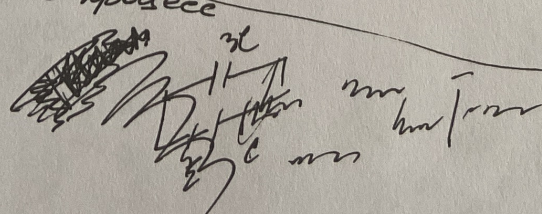
до замык. ключа

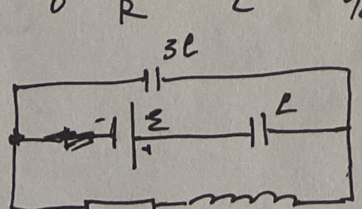


Ключ замыкают:



переходной процесс





$I_2 = I_1 + I$

$I = I_2 - I_1$

1) $t = бусt$ (до замык)

$\varepsilon = q/C_1 + q/C_2$

$\varepsilon = q/C + q/3C$

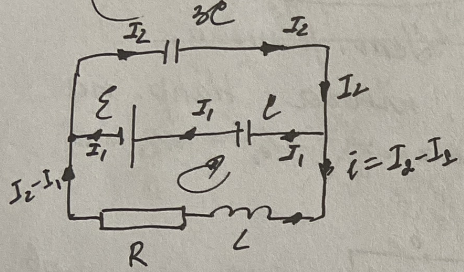
$\varepsilon = U_1 + \frac{U_1}{3} \longrightarrow U_1 = 3/4\,\varepsilon$

$\varepsilon - U_1 = \varepsilon - \frac{3}{4}\varepsilon = \frac{\varepsilon}{4}$

ср. после замык $U_R = 0$

$Lq'' = L\cdot\frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon}{4}$, тогда $\frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon}{4L}$

2) (Пусть после замык. итога:)



(1) $\varepsilon = \frac{q_1}{C} + L\frac{d(I_2 - I_1)}{dt} + (I_2 - I_1)R$

(2) $\varepsilon = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C}$

(2) $\rightarrow \varepsilon = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C}$

$3\dot{q}_1 = -\dot{q}_2 \longrightarrow 3I_1 = -I_2$

$I_2 = -3I_1$ . . .

Чистовик

Вар. 11-08

№3 Дано: Первонач. к-ры не заряжены

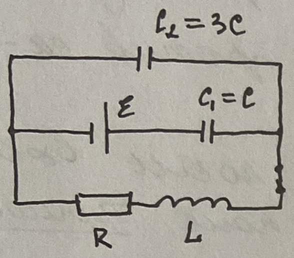
$C_1 = C$

$C_2 = 3C$

Найти: ① q'

② Q после замык. ключа

③ U_R после замык., когда ток через C_2 равен I_0



Решение: 1) Рассм. цепь до замык. ключа. (уст. режим)

① В уст. режиме:

$$\mathcal{E} = \underbrace{\frac{q}{C_1}}_{U_1} + \underbrace{\frac{q}{C_2}}_{U_2}$$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \frac{q}{3C}$$

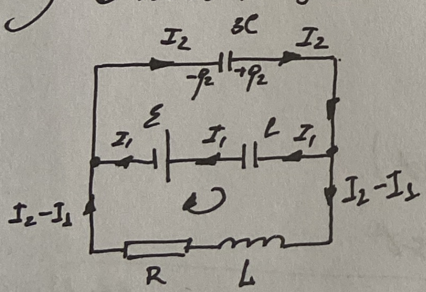
$$\mathcal{E} = U_1 + \frac{U_1}{3} \rightarrow U_1 = \frac{3}{4}\mathcal{E}$$

$$\mathcal{E} - U_1 = \mathcal{E} - \frac{3}{4}\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{4}$$

Сразу после замык ключа $U_R = 0$

① $L \cdot q' = L \cdot \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4}$, откуда $\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}}$

2) Рассм. цепь после замык ключа:



(1) $\mathcal{E} = \frac{q_1}{C} + L\frac{d(I_1 - I_2)}{dt} + (I_1 - I_2)R$

(2) $\mathcal{E} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C}$

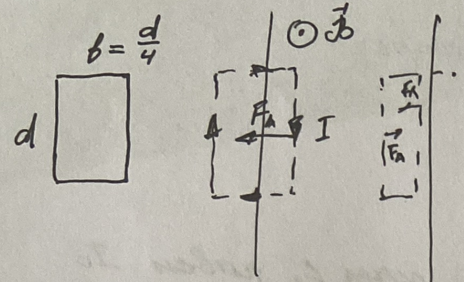
Из ур. (2) $3\dot{q}_1 = -\dot{q}_2 \rightarrow 3I_1 = -I_2$

$I_2 = -3I_1 \rightarrow$ когда $I_2 = I_0$, то $I_1 = -3I_0$, тогда

③ $\boxed{U_R = (I_1 - I_2)R = (I_0 - (-3I_0))R = \underline{4I_0R}}$

№4

Чистовик ① a_0 – ? ② v_1 – ? ③ v_2 – ?



① Сразу после вхождения в МП возникает ЭДС индукции

$$\mathcal{E}_{инд} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(B \cdot S) =$$

$$= -Bd\frac{dx}{dt} = -Bdv_0$$

Возникает ток $I = \frac{Bdv_0}{R}$ (по часовой стрелке по правилу Ленца)

По правилу левой руки F_A напр. против ск-ти и равна $F_A = BId = \frac{B^2d^2v_0^2}{R}$

Тогда $\boxed{a_0 = \frac{F_A}{m} = \frac{B^2d^2v_0^2}{mR}}$ (сразу после вход. в поле торможение)

② Пока левая сторона вне поле:

$\mathcal{E} = B \cdot d \cdot v$, где v – ск. рамки

$$F_A = BId = \frac{B^2d^2}{R} \cdot v_0$$

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = -\frac{B^2d^2}{R} \cdot v$$

$$mdv = -\frac{B^2d^2}{R} v dt$$

$$m(v_{вх} - v_0) = -\frac{B^2d^2}{R} \cdot \frac{d}{4}$$

$$v_{вх} = v_0 - \frac{B^2d^2}{mR} \cdot \frac{d}{4} = v_0 - \frac{B^2d^3}{4mR}$$

Далее поток не меняется ($\Phi = const$)

след. $\mathcal{E}_{инд} = 0$ $\vec{F}_{равн} = \vec{0} \Rightarrow v = const$

При выходе правой стороны $\boxed{v_1 = v_{вх} = v_0 - \frac{B^2d^3}{4mR}}$

Ответ: ① $a_0 = \frac{B^2d^2v_0^2}{mR}$

② $v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{4mR}$

21201875 (U805838 M1266397)