Часть 1

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

Шифр: **21202951**

ID профиля: **853445**

Вариант 5

$$\begin{cases} -ma = T - mg\cos\beta - F_{ин}\sin\beta \\ F_{ин}\cos\beta = mg\sin\beta \\ -13ma = 13mg\sin\alpha - T - F_{иб}\cos\alpha \end{cases}$$

$F_{иш} = mg\,tg\beta$

$F_{иб} = 13mg\,tg\beta$

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

$T = 13mg\sin\alpha + 13ma - 13mg\,tg\beta\cos\alpha$

$mg\cos\beta + mg\,tg\beta\sin\beta - ma = 13mg\sin\alpha + 13ma - 13mg\,tg\beta\cos\alpha$

$14ma = mg\cos\beta + mg\,tg\beta\sin\beta - 13mg\sin\alpha + 13mg\,tg\beta\cos\alpha$

$$a = \frac{g\cos\beta + g\,tg\beta\sin\beta - 13g\sin\alpha + 13g\,tg\beta\cos\alpha}{14}$$

$$a = \frac{\cancel{10\cdot 0{,}8 + 10}\ 10\left(0{,}8 + 0{,}75\cdot 0{,}6 - 13\cdot\frac{5}{13} + 13\cdot 0{,}75\cdot\frac{12}{13}\right)}{14} = 10\cdot\frac{5{,}25}{14} = 3{,}75\,\frac{м}{с^2}$$

2.

$$a_к = \frac{13g\sin\alpha - g\cos\beta + 14a}{\sin\beta + 13\cos\beta}$$

$$a_к = \frac{13\cdot 10\cdot\frac{5}{13} - 10\cdot 0{,}8 + 14\cdot 3{,}75}{\frac{12\cdot 6}{13} + 0{,}6+12} = \frac{50 - 8 + 52{,}5}{12{,}6} = 7{,}5\,\frac{м}{с^2}$$ 1

$a\cos\beta$ — верт. уск. шарика

$$H = \frac{a\cos\beta\, t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a\cos\beta}}$$

~~Hs~~

R.

2. $p_0V_0 = \nu RT_0$

1. $\frac{V_1}{V_0} = R\sin 30^\circ$ $\quad \frac{p_1}{p_0} = R\cos 30^\circ$ $\quad V_1 = V_0R\sin 30^\circ$ $\quad p_1 = p_0R\cos 30^\circ$

2. $\frac{V_2}{V_0} = R\cos 15^\circ$ $\quad \frac{p_2}{p_0} = R\sin 15^\circ$ $\quad V_2 = V_0R\cos 15^\circ$ $\quad p_2 = p_0R\sin 15^\circ$

$$T_1 = \frac{V_0R\sin 30^\circ\, p_0R\cos 30^\circ}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{V_0R\cos 15^\circ\, p_0R\sin 15^\circ}{\nu R}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 30^\circ\cos 30^\circ}{\cos 15^\circ\sin 15^\circ} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}.$$

1.

Чистовик

Рассмотрим неинерциальную СО, связанную с клином. Известно, что брусок движется вверх по клину, а шарик вниз (из условия). Добавим в II з. Ньютона для шарика и бруска силу инерции $F_и$, направленную горизонтально.

Сделаем рисунок.

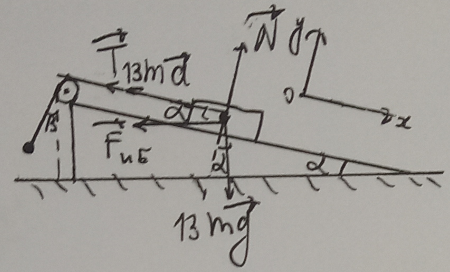
Для бруска

$\vec{F}_{иб} = -13m\vec{a}_к$, где

$a_к$ – ускорение клина,

а для шарика $\vec{F}_{иш} = -m\vec{a}_{к_1}$

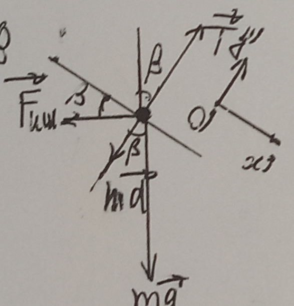
откуда $\vec{F}_{иб} = 13 \vec{F}_{иш}$.



$$Ox: \begin{cases} -13ma = 13mg\sin\alpha - T - F_{иб}\cos\alpha \\ N = F_{иб}\sin\alpha + mg\cos\alpha \end{cases} \quad (1)$$
$Oy:$

Для шарика:

$$Ox_1y_1: \begin{cases} -ma = T - mg\cos\beta - F_{иш}\sin\beta \\ F_{иш}\cos\beta = mg\sin\beta \end{cases} \quad (2)$$



$F_{иш} = mg\,tg\beta$

$F_{иб} = 13mg\,tg\beta$

Исключив из систем (1) и (2) $F_{иш}$ и $F_{иб}$, выразим a

$$a = g\,\frac{\cos\beta + tg\beta\sin\beta - 13\sin\alpha + 13\,tg\beta\cos\alpha}{14}$$

$a = 3{,}75\ \frac{м}{с^2}$ – ускорение бруска, относительно клина.

Зная a исключим T из (1) и (2) и выразим $F_{иш}$ и $F_{иб} = 13F_{иш}$.

$$F_{иш}\sin\beta + F_{иб}\cos\alpha = 13mg\sin\alpha - mg\cos\beta + 14ma.$$

$F_{иш} = \frac{1}{13}F_{иб} = ma_к$, откуда

$$a_к = \frac{13g\sin\alpha - g\cos\beta + 14a}{\sin\beta + 13\cos\alpha}$$

$a_к = 7{,}5\ \frac{м}{с^2}$.

Время равноускоренного падения шарика: $t = \sqrt{\frac{2H}{a\cos\beta}}$, т.к. из второго рисунка видно, что $a\cos\beta$ – вертикальная составляющая ускорения шарика, a – известно.

Ответ: $7{,}5\ \frac{м}{с^2}$; $3{,}75\ \frac{м}{с^2}$; $\sqrt{\frac{2H}{a\cos\beta}}$.

Черновик

Для груза:

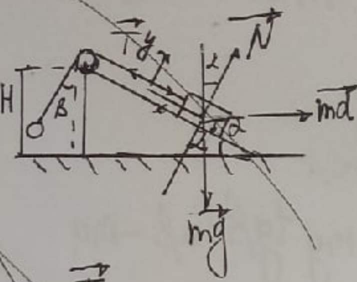
$\sum \vec{F} = m\vec{a}$

Ox: $13ma\cos\alpha = 13mg\sin\alpha - T$

Oy: $\cancel{mg\cos\alpha =}$

$13ma\sin\alpha = N - 13mg\cos\alpha$

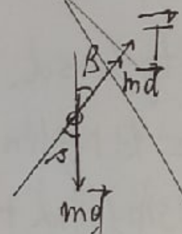
$T = 13m(g\sin\alpha - a\cos\alpha)$



Для шарика:

$\cancel{F\cos\alpha}$

$m\vec{a} = T - mg\cos\beta$



$\begin{cases} T = m(a + g\cos\beta) \\ T = 13m(g\sin\alpha - a\cos\alpha) \end{cases}$

$a + g\cos\beta = 13g\sin\alpha - 13a\cos\alpha$

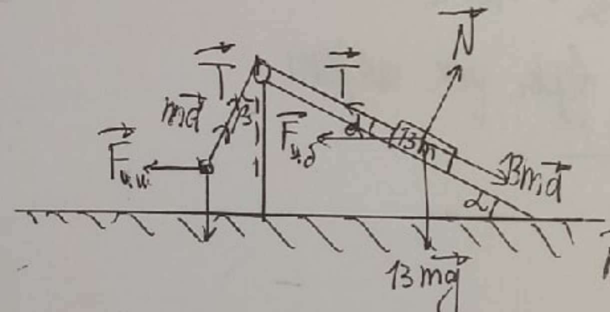
$a(1 + 13\cos\alpha) = g(13\sin\alpha - \cos\beta)$

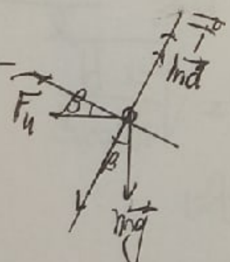
$\sqrt{1 - \frac{144}{169}} = \frac{5}{13}$

$a = g\,\frac{13\sin\alpha - \cos\beta}{1 + 13\cos\alpha}$

$a = 10\,\frac{13\cdot\frac{5}{13} - 0{,}8}{1 + 13\cdot\frac{12}{13}} = 10\,\frac{5 - 0{,}8}{13} = 10\,\frac{4{,}2}{13} = 3{,}23\ \frac{м}{с^2}$

Для шарика





$\begin{cases} ma = T - mg\cos\beta - F_{иш}\sin\beta \\ F_{иш}\cos\beta = mg\sin\beta \end{cases}$

$ma = T - mg\cos\beta - mg\frac{\sin^2\beta}{\cos\beta}$

Для бруска

Ox: $\begin{cases} 13ma = 13mg\sin\alpha - T - F_{иб}\cos\alpha \\ N = F_{иб}\sin\alpha + mg\cos\alpha. \end{cases}$

$F_{иш} = ma_к$

$F_{иб} = 13ma_к$

$T = mg\cos\beta + F_{иш}\sin\beta - ma$

$-13ma = 13mg\sin\alpha - mg\cos\beta - F_{иш}\sin\beta + ma - F_{иб}\cos\alpha$

$F_{иш}\sin\beta + F_{иб}\cos\alpha = 13mg\sin\alpha - mg\cos\beta + ma + 13ma$

$ma_к\sin\beta + 13ma_к\cos\alpha = m(13g\sin\alpha - g\cos\beta + 14a)$

2. Пусть при $p_0 V_0$ температура газа — T_0, значит $p_0 V_0 = \nu R T_0$.
Допустим радиус окружности равным r. Значит для состояния 1:

$p_1 = p_0 r \cos 30°$ $V_1 = V_0 r \sin 30°$

А для состояния 2:

$p_2 = p_0 r \sin 15°$ $V_2 = V_0 r \cos 15°$

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\cos 30° \sin 30°}{\sin 15° \cos 15°} = \frac{\sin 60°}{\sin 30°}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$$

Ответ: $\sqrt{3}$.

Часть 2

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

Шифр: **21202951**

ID профиля: **853445**

Вариант 5

Чистовик

1. 1. ЭДС в рамке в любой момент прохождения через магнитное поле вычисляется по формуле: $\mathcal{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{B\Delta S}{\Delta t}=Bd\frac{\Delta x}{\Delta t}=Bdv$. Сразу после вхождения в поле $v=V_0$. Сила тока через рамку вычисляется по з. Ома: $I=\frac{\mathcal{E}}{R}=\frac{BdV_0}{R}$. На рамку действует сила Ампера против её движения (т.к. ток по правилу Ленца направлен против часовой стрелки, а F_A направлен согласно правилу левой руки). Ускорение рамки направлено против скорости и равно: $a=-\frac{F_A}{m}=-\frac{BId}{m}=-\frac{B\mathcal{E}d}{mR}=-\frac{B^2d^2V_0}{mR}$ или записывая II з. Ньютона в другой форме: $\frac{\Delta p}{\Delta t}=F$, $F\Delta t=\Delta p$, получим $m\Delta v=-\frac{B^2d^2}{mR}v\Delta t$ (1), что справедливо для любого момента времени. Суммируя получим: $mV_1-mV_0=-\frac{B^2d^3}{3R}$

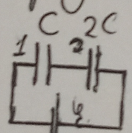
Для момента выхода правой стороны рамки из поля. $V_1=V_0-\frac{B^2d^3}{3mR}$. Далее сила Ампера лишь стимает рамку. Тормозить поле её начнёт, когда в ~~поле~~ нём окажется левая сторона рамки, а направление тока изменится. Для этого случая ~~ска~~ окажется также верна формула (1). Просуммируем её для нижеименных условий: $mV_2-mV_1=-\frac{B^2d^3}{3\cancel{m}R}$.

$V_2=V_1-\frac{B^2d^3}{3mR}=V_0-\frac{2B^2d^3}{3mR}$

Ответ: $a=-\frac{B^2d^2V_0}{mR}$; $V_1=V_0-\frac{B^2d^3}{3mR}$; $V_2=V_0-\frac{2B^2d^3}{3mR}$.

3. Перерисуем схему для случая с разомкнутым ключом:

Суммарная ёмкость:

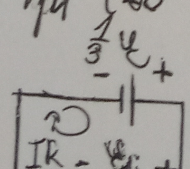


$C_0=\frac{C\,2C}{C+2C}=\frac{2}{3}C$, т.к. $q_1=q_2=q$,

т.о. ~~$U_{C1}=$~~ $\mathcal{E}=\frac{q}{C_0}$, $q=\frac{2}{3}C_0\mathcal{E}$, $U_{C_2}=\frac{\frac{2}{3}C_0\mathcal{E}}{C}=\frac{2}{3}\mathcal{E}$, а $U_{C_2}=\frac{2}{3}\mathcal{E}$.

В начальный момент времени: $I=0$, объединим источник с конденсатором 1 в единый элемент, для которого при $t=0$ $U=\frac{1}{3}\mathcal{E}$.

По второму правилу Кирхгофа



$\frac{1}{3}\mathcal{E}-\mathcal{E}_{1i}=IR$, но $I=0$ при $t=0$.

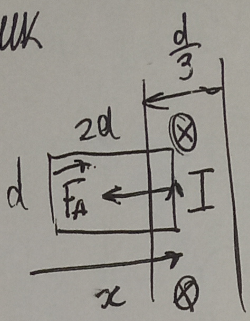
Значит $\frac{1}{3}\mathcal{E}=\mathcal{E}_{1i}=L\frac{dI}{dt}$, k – скорость возрастания тока

$k=\frac{1}{3}\frac{\mathcal{E}}{L}$

Ответ: $\frac{1}{3}\frac{\mathcal{E}}{L}$

21202951 (U853445 M1264186)

Черновик



1.

$$m\Delta V = -\frac{B^2 d^2 V}{R}\Delta t$$

$$mV_1 - mV_0 = -\frac{B^2 d^2}{R}\frac{d}{3}$$

$$mV_1 = -\frac{B^2 d^3}{3R} + mV_0$$

$$V_1 = \frac{-\frac{B^2 d^3}{3R} + mV_0}{m}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$d\Phi = B\,dS = Bl\,dx$$

$$\mathcal{E} = BlV_0 = BdV_0$$

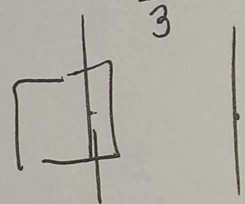
$$V(t)$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F_x$$

$$F_x < 0$$

$$F_A = BId \qquad I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$F_A = \frac{Bd\mathcal{E}}{R} = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$$



$$\frac{dV}{dt} = -\frac{B^2 d^2}{Rm}V$$

$$\frac{dV}{V} = -\frac{B^2 d^2}{mR}dt$$

$$\ln V = -\frac{B^2 d^2}{mR}t + C.$$

$$\ln\frac{V}{V_0} = -\frac{B^2 d^2 t}{mR}$$

$$V(t) = V_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{mR}t}$$

$$a = \frac{F_A}{m}$$

$$a = -\frac{B^2 d^2 V_0}{Rm}$$

$$\cancel{S = \frac{d}{3} + 2d = \frac{7d}{3}}$$

$$a(t) = -V_0\frac{B^2 d^2}{mR}\cdot e^{-\frac{B^2 d^2}{mR}t}$$

$$\cancel{\int_{V_0}^{V_1} V_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{mR}t} = -\frac{mR}{B^2 d^2}V_0 e^{-\frac{B^2 d^2}{mR}t}}\Bigg|_{V_0}^{V_1} = \frac{d}{3}$$

$$B = \frac{Тл\cdot м^2}{c}$$

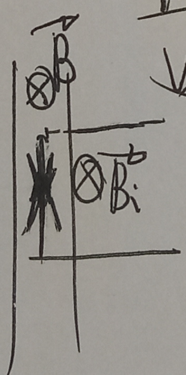
$$[Тл] = \left[\frac{B\cdot c}{м^2}\right] =$$

$$V_1 = V_0 - \frac{B^2 d^3}{3Rm}$$

$$\cancel{mV_2 = -\frac{7B^2 d^3}{3R} + mV_0}$$

$$\cancel{V_2 = \frac{-\frac{7B^2 d^3}{3R} + mV_0}{m}}$$

$$= \frac{A\cdot Ом\cdot c}{м^2}$$



$$\frac{A^2\cdot Ом^2\cdot c^2\cdot м^3}{м^4\cdot Ом\cdot кг} =$$

$$= \frac{A^2 м\, c^2\, Ом}{м\, кг} = \frac{A^2\cdot Ом}{H} =$$

$$m\Delta V = -\frac{B^2 d^2}{R}V\Delta t$$

$$mV_2 - mV_1 = -\frac{B^2 d^3}{3R}$$

$$= \frac{A B}{H} = \frac{A\frac{Ом}{A\cdot c}}{H} = \frac{Дж}{Hc} =$$

$$mV_2 = mV_1 - \frac{B^2 d^3}{3R}$$

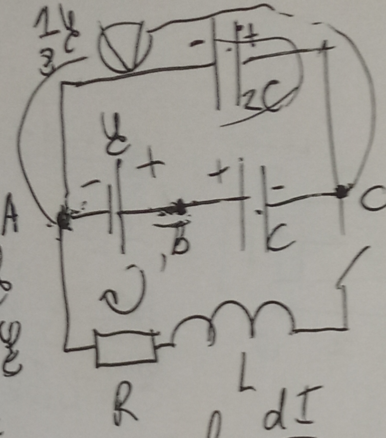
$$mV_2 = mV_0 - \frac{2B^2 d^3}{3R}$$

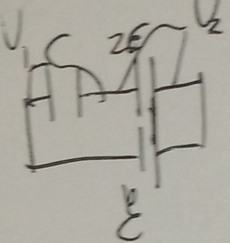
$$= \frac{H\cdot м}{H\cdot c} = \frac{м}{c}$$

$$V_2 = V_0 - \frac{2B^2 d^3}{3Rm}$$

21202951 (U853445 M1264186)

3.





$\varphi_B - \varphi_A = \mathcal{E}$

$\varphi_B - \varphi_C = \frac{2}{3}\mathcal{E}$

$\varphi_C = \varphi_B - \frac{2}{3}\mathcal{E}$

$\varphi_B = \mathcal{E} + \varphi_A$

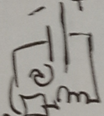
$\varphi_C = \mathcal{E} + \varphi_A - \frac{2}{3}\mathcal{E}$ $\mathcal{E}_{si} = -Lk$ $k = \frac{dI}{dt}$

$\varphi_C - \varphi_A = \frac{1}{3}\mathcal{E}$

$q_1 = q_2 = q_0.$

$C_0 = \frac{2C^2}{C+2C} = \frac{2}{3}C.$

$\frac{2}{3}C\mathcal{E} = q$



$\frac{1}{3}\mathcal{E} - \mathcal{E}_{si} = IR$

$U_1 = \frac{\frac{2}{3}C\mathcal{E}}{C} = \frac{2}{3}\mathcal{E}.$

$W_{C_1} = \frac{4C\mathcal{E}^2}{9 \cdot 2} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{9}$ $\frac{1}{3}\mathcal{E} = \mathcal{E}_{si}$

$U_R(t) = \frac{q}{C} - U_{C_1} - L\frac{dI}{dt} = IR.$

$k = \frac{1}{3}\frac{\mathcal{E}}{L}$

$W_{C_2} + W_{C_1} + \mathcal{E}q = Q + W'_{C_2} + W'_{C_1}$

$W_{C_2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{18}$

$Q = (W_{C_2} - W'_{C_2}) + (W_{C_1} - W'_{C_1}) + \mathcal{E}q$

$W'_{C_1} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$W'_{C_2} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{2} = C\mathcal{E}^2$

Q

21202951 (U853445 M1264186)