Часть 1

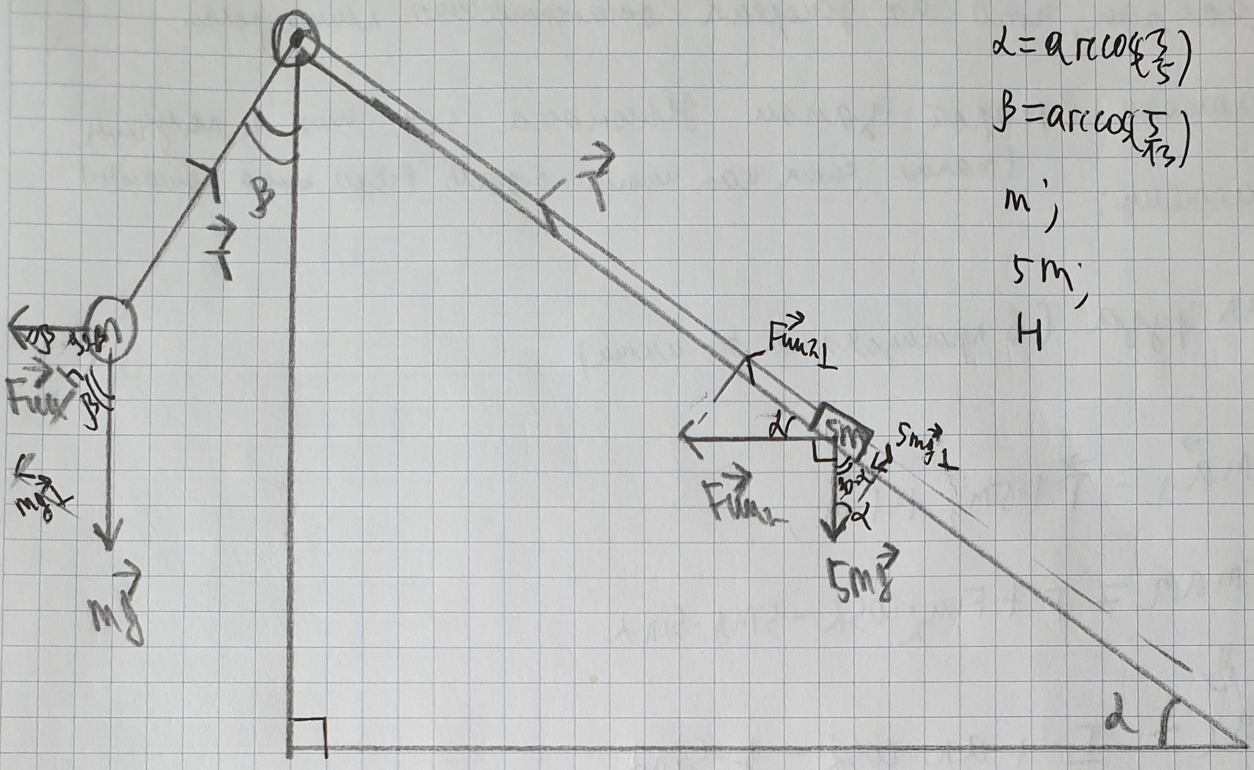
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202457**

ID профиля: **361002**

Вариант 8

№1 (Задача 1)



Дано:

$\alpha = \arccos(\frac{3}{5})$

$\beta = \arccos(\frac{5}{13})$

m;

5m;

H

1) Нить, на которой висит шарик, установилась на отклонении β от вертикали. Это означает, что все силы, действующие на шарик, результирующе действуют на него вдоль прямой, параллельной нити, иначе шарик бы стал отклоняться от вертикали на другой угол. Перейдем в СО клина. Тогда на шарик действует две силы: сила тяжести и сила инерции (натяжение нити не рассм. так как оно не влияет на угол отклонения). Тогда:

$$tg\beta = \frac{F_{ин}}{F_{тяж}} = \frac{m a_к}{mg} = \frac{a_к}{g};\ tg\beta = \frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \frac{\sqrt{1-\cos^2\beta}}{\cos\beta} = \frac{\frac{12}{13}}{\frac{5}{13}} = \frac{12}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_к = g \cdot tg\beta \approx 24\ м/с^2$$

IBM Восточная Европа/Азия
123317, Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
Факс.:(095) 940 2070
ibm.com/ru
IBM
21202457 (U361002 M1268790)
Факс.:(095) 940 2070

2) Груз и шар связаны нерастяжимой нитью, что означает, что их ускорения относительно нити равны.

Запишем второй закон Ньютона для них и получим систему: (также сила нат. нити вдоль всего шнура одинакова)

Для груза: (в проекции на ось нити)

$$5m\vec{a}_г = \vec{T} + 5m\vec{g} + \vec{F}_{ин};$$

$$5ma_г = T + F_{ин_г}\cdot\cos\alpha - 5mg\cdot\sin\alpha$$

$$\Downarrow$$

$$a_г = \frac{T}{5m} + a_к\cdot\cos\alpha - g\cdot\sin\alpha$$

Для шара (в проекции на отн. нить)

$$m\vec{a}_ш = \vec{T} + m\vec{g} + \vec{F}_{ин}$$

$$ma_ш = -T + mg\cdot\cos\beta + F_{ин}\cdot\sin\beta$$

$$\Downarrow$$

$$a_ш = -\frac{T}{m} + g\cdot\cos\beta + a_к\cdot\sin\beta$$

получаем уравнение:

$$a_ш = a_г;$$

$$\frac{T}{5m} + a_к\cdot\cos\alpha - g\cdot\sin\alpha = -\frac{T}{m} + g\cos\beta + a_к\cdot\sin\beta$$

$$T\cdot\left(\frac{1}{5m} + \frac{1}{m}\right) = g\cdot(\cos\beta + \sin\alpha) + a_к\cdot(\sin\beta - \cos\alpha)$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{T}{m} = \frac{5}{6}\cdot\left(g(\cos\beta + \sin\alpha) + a_к\cdot(\sin\beta - \cos\alpha)\right) =$$

$$\approx \frac{49}{3}\ м/с^2;\quad 9{,}87 + 6{,}461 \approx \frac{49}{3}\ м/с^2$$

IBM Восточная Европа/Азия
123317, Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
Факс.:(095) 940 2070
ibm.com/ru
IBM
21202457 (U361002 M1268790)

(продолжение задачи 1) Чистовик Лист 3

Тогда $a_{ш} = a_{г}$ и равно:

$$a_{ш} = -\frac{T}{m} + g\cos\beta + a_{н}\cdot\sin\beta = \cancel{26\,м/с^2}$$

$26\,м/с^2 - 16\frac{1}{3}\,м/с^2 = \frac{29}{3}\,м/с^2 \approx$

$\approx 9{,}6667\,м/с^2$

($\frac{T}{m}$ найдено в прошлом листе)

3) Так как нить нерастяжима и отклонена на один угол в процессе всего движения, то ~~путь~~ перемещение по вертикали бусина можно считать так:

$\Delta H = \Delta L \cdot \cos\beta$, где ΔL – удлинение нити за какое то время t (имеется ввиду увеличение куска, свисающего с левого конца клина, а не удлинение самой нити)

Тогда получаем уравнение:

$H = L\cdot\cos\beta$;

Так как шар движется с постоянным ускорением отн. клина L можно считать так:

$L = \frac{a_{ш} t^2}{2}$ (шарик начинает движение без нач. скорости)

$H = \frac{a_{ш} t^2}{2}\cdot\cos\beta$;

$\Downarrow$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a_{ш}\cdot\cos\beta}} \approx 0{,}433\sqrt{H}\ сек.$$

Ответ: 1) $-24\,м/с^2$; 2) $-9{,}667\,м/с^2$; 3) $0{,}433\sqrt{H}$ сек

IBM Восточная Европа/Азия
123317, Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
Факс: (095) 940 2070
IBM

2120257 (U361002 M1268790)

лист 4

Чистовик

Задача 2

1)

Пусть R – радиус дуги 1-2, тогда:

$\frac{P_1}{P_0} = \sin(67{,}5)\cdot R$, $\frac{V_1}{V_0} = \cos(67{,}5)\cdot R$

$\frac{P_2}{P_0} = \sin(15)\cdot R$, $\frac{V_2}{V_0} = \cos(15)\cdot R$

$\Downarrow$

$P_1\cdot V_1 = \nu R T_1 = P_0\cdot V_0\cdot R^2\cdot \frac{\sin(135^0)}{2}$, $P_2 V_2 = \nu R T_2 = P_0\cdot V_0\cdot R^2\cdot \frac{\sin 30^0}{2}$

$\Downarrow$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\nu R T_1 - \nu R T_2}{\nu R T_2} = \frac{\frac{P_0\cdot V_0\cdot R^2}{2}\cdot(\sin 135^0 - \sin 30^0)}{\frac{P_0\cdot V_0\cdot R^2}{2}\cdot \sin 30^0} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} =$$

$= \sqrt{2} - 1 \approx 0{,}414$

Ответ: 0,414

2)

P

21202457 (U361002 M1268790)
IBM Восточная Европа/Азия
Краснопресненская наб., 18

(Черновик)

~~Лист 4~~

Задача 2

пусть R – радиус круга, тогда:

$$\frac{P_1}{P_0} = \sin(67,5)\cdot R, \quad \frac{V_1}{V_0} = \cos(67,5)\cdot R$$

$$\frac{P}{P_0} = \sqrt{R^2 - \frac{V^2}{V_0^2}};$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \sin(15)\cdot R, \quad \frac{V_2}{V_0} = \cos(15)\cdot R$$

$$y = \sqrt{R^2 - x^2};$$

$$f(x) = \sqrt{R^2 - x^2};$$

$$\Downarrow \qquad \Downarrow$$

$$P_1\cdot V_1 = \nu R T_1 \qquad P_1V_1 = P_0\cdot V_0\cdot R^2\cdot \frac{\sin(135)^\circ}{2}$$

$$\int_x^{x+\Delta x} \sqrt{R^2 - x^2}$$

$$P_2V_2 = \nu R T_2; \qquad P_2V_2 = P_0\cdot V_0\cdot R^2\cdot \frac{\sin(30)}{2} = R^2\cdot\int_x^{x+\Delta x}\sqrt{1-\left(\frac{x}{R}\right)^2}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{P_2V_2} = \frac{\frac{P_0V_0\cdot R^2}{2}\cdot(\sin(135^\circ) - \sin 30^\circ)}{\frac{P_0\cdot V_0\cdot R^2}{2}\cdot\sin 30^\circ} \qquad = R^2\cdot \arcsin\left(\frac{x}{R}\right)\Big|_{x}^{x+\Delta x}$$

$$= \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} - 1$$

2) $\frac{P_x}{P_0} = R\cdot\sin x, \quad \frac{V_x}{V_0} = R\cdot\cos x;$

$$\Delta C = \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \frac{5}{2}\cdot\frac{P_0\cdot V_0 R^2}{2}\cdot(\sin 2(x+\Delta) - \sin 2x)$$

$$\Downarrow$$

$$\nu R T_x = P_0\cdot V_0\cdot R^2\cdot\frac{\sin 2x}{2};$$

$$\nu R T(x+\Delta) = P_0\cdot V_0\cdot R^2\cdot\frac{\sin 2\cdot(x+\Delta)}{2};$$

IBM Восточная Европа/Азия
123317, Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
Факс.:(095) 940 2070
ibm.com/ru
21202457 (U361002 M1268790)

Часть 2

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

Шифр: **21202457**

ID профиля: **361002**

Вариант 8

Шестовин

лист 5

Задача 3

Дано:

$C_1 = C$;

$C_2 = 5C$;

ε;

R;

L

СИ:

Решение:

1) Посчитаем напряжение на конденсаторах до замыкания ключа. В установившемся режиме заряды на конденсаторах будут равны:

$$\varepsilon = U_{C_1} + U_{C_2} = \underbrace{\frac{q}{C}}_{(U_1)} + \underbrace{\frac{q}{5C}}_{(U_2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{q}{C} = \frac{5}{6}\varepsilon; \quad \frac{q}{5C} = \frac{1}{6}\varepsilon$$

В момент замыкания цепи ток ещё нулевой (через катушку и резистор) => напряжение на резисторе тоже ноль.

Тогда получаем уравнение:

$$\varepsilon = U_{C_1} + U_L;$$

$$\Downarrow$$

$$U_L = \varepsilon - U_{C_1} = \frac{1}{6}\varepsilon;$$

$$U_L = -L \cdot \Delta I \Rightarrow \Delta I = -\frac{1}{6}\frac{\varepsilon}{L};$$

$$\Delta I = -\frac{\varepsilon}{6L}$$

IBM Восточная Европа/Азия
123317, Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
Факс.:(095) 940 2070
IBM
21202457 (U361002 M1268791)

Задача 3 (продолжение)

2) Тепло прекратит выделяться когда ток через резистор станет равным нулю, причем установится в таком режиме => производная тока в катушке тоже обнулится. Тогда напряжение на катушке равно нулю, напряжение на параллельно включенном конденсаторе C_2 (к катушке и резистору) тоже 0, тогда:

$$\mathcal{E} = U_{C_1};$$

Посчитаем энергию системы до замыкания ключа и после:

$$W_0 = \cancel{\frac{\mathcal{E}_1^2}{2C_1} + \frac{\mathcal{E}_2^2}{2C_2}} \quad \frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^2}{2C_2} = \frac{\mathcal{E}_1^2 \cdot C_1}{2} + \frac{\mathcal{E}_2^2 \cdot C_2}{2} =$$

$$= \frac{25}{36}\mathcal{E}^2 \cdot \frac{C}{2} + \frac{5C\mathcal{E}^2}{72} = \frac{25C\mathcal{E}^2}{72} + \frac{5C\mathcal{E}^2}{72} = \frac{30C\mathcal{E}^2}{72} = \frac{5C\mathcal{E}^2}{12};$$

$$q_1 = \frac{5}{6}C\mathcal{E}$$

$$q_2 = \frac{1}{6}C\mathcal{E}$$

Верхний конденсатор подключен параллельно к ветви с резистором и катушкой. С падением в этой ветви тока будет падать и заряд на верхнем конденсаторе, а тем временем нижний конденсатор будет дозаряжаться. Тогда работу внешних сил по перемещению заряда можно посчитать как $\frac{1}{6}C\mathcal{E} \cdot \mathcal{E} = \frac{C\mathcal{E}^2}{6}$

заряд ушедший с верхнего конденсатора

IBM Восточная Европа/Азия
123317, Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
Факс: (095) 940 2070
ibm.com/ru
IBM

21202457 (U361002 M1268791)

Чистовик

Лист 7

Задача 3 (продолжение)

Конечная энергия системы будет сосредоточена в левом конденсаторе и равна $W_1 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$;

Тогда запишем ЗСЭ:

$$W_0 = W_1 - A_{вн(ЗСЭ)} \quad {}^{+A_{вн}}$$

$\Downarrow$

$$A_{вн} = -W_1 + W_0 + A_{вн} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{12} + \frac{5}{12}C\mathcal{E}^2 - \frac{6C\mathcal{E}^2}{12} = \frac{C\mathcal{E}^2}{12}$$

3) В любой момент времени в верхней раме (раме с конденсаторами и ЭДС) выполняется условие:

$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{5C};$$

дифференцируя по времени получим:

$$\frac{q_1'}{C} + \frac{q_2'}{5C} = 0;$$

Заменяя на I получим:

$$I_1 + \frac{I_2}{5} = 0;$$

$\Downarrow$

$I_1 = -\frac{I_2}{5}$; (здесь учтено направление тока)

IBM Восточная Европа/Азия
123317, Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
Факс: (095) 940 2070
ibm.com/ru
21202457 (U361002 M1268791)

Тогда в момент когда через C_2 течет I_0, через C_1 течет

$I_1 = \frac{I_0}{5}$. Тогда по закону сохранения заряда:

$I_0 = \frac{I_0}{5} + I_2$, где I_2 – ток в нижней ~~цепи~~ ветви резистора и катушки

$\Downarrow$

$I_2 = \frac{4}{5} I_0 \Rightarrow U_R = I_2 R = \frac{4 I_0 R}{5}$

Ответ:

1) $-\frac{\mathcal{E}}{6L}$; 2) $\frac{\mathcal{E}^2}{7r}$;

3) $\frac{4 I_0 R}{5}$

21202457 (U361002 M1268791)

лист 9

Задача 4

Чистовик

Дано:

$b = \frac{2}{3} l$;

l;

B;

R;

V_0;

$H = 3l$;

m;

СИ:

Решение:

1) По закону Фарадея (электро-магн. индукции):

$\mathcal{E} = -\Phi'$;

$\Phi = B \cdot S$ (здесь $\cos\alpha = const = 1$)

$S = l \cdot \Delta b = l \cdot V_x \cdot t$ (до момента, когда рамка полностью войдет в поле, тогда $S = const = bl$)

⇓ (по времени)

$\Phi' = B \cdot l \cdot V_0$ (в момент вхождения рамки)

⇓

$\mathcal{E} = -B \cdot l \cdot V_0$;

По закону Ленца ток в рамке будет создавать магн. поле противоположное возр. магнитного потока в рамке.

=> ток потечет по часовой стрелке =>

Сила Ампера, действующая на вызывающую в поле стенку будет направлена влево (против движения)

21202457 (U361002 M1268791)

Задача 4 (продолжение)

$$F_A = B \cdot I \cdot l = B \cdot \frac{|\mathcal{E}|}{R} \cdot l = \frac{B^2 l^2 v_0}{R}$$

$\Downarrow$

$$a = \frac{F_a}{m} = \frac{B^2 l^2 v_0}{mR}$$

2)

21202457 (U361002 M1268791)

Задача 5 — лист 11

чистовик

1) пусть c – расст. от глаза до сетч., D_0 – сила опт. челов. глаза, тогда: (D_1 и D_2 – соотв. силы линз)

$$\begin{cases} \frac{1}{25} + \frac{1}{c} = D_1 + D_0 \\ \frac{1}{F} + \frac{1}{c} = D_2 + D_0, \text{ где } F \to \infty \end{cases}$$

$\Updownarrow$

$$\begin{cases} \frac{1}{25} + \frac{1}{c} = D_1 + D_0 \\ \frac{1}{c} = D_2 + D_0 \end{cases}$$

$\cancel{D_1 < 0}$ $D_1 = 5D_2$ $\Rightarrow$:

$$\frac{1}{25} + D_2 + D_0 = 5D_2 + D_0 \Rightarrow D_2 = \frac{1}{100} \Rightarrow D_1 = \frac{1}{20};$$

$\Downarrow$

$D_0 = \frac{1}{c} - D_2;$

тогда:

$\frac{1}{x} + \frac{1}{c} = D_0;$

$\Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{c} - D_2$

$$\frac{1}{25} + D_2 + D_0 = 5D_2 + D_0 \Rightarrow D_2 = \frac{1}{100};$$

$D_1 = \frac{1}{20}; \Rightarrow D_0 = \frac{1}{c} - D_2$ и тогда

$\frac{1}{x} + \frac{1}{c} = D_0; \Rightarrow \frac{1}{x} = D_0 - \frac{1}{c} = -D_2$

IBM Восточная Европа/Азия
123317 Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
Факс (095) 940 2070
23202457 (U361002 M1268791)

Задача 4 (черновик)

$\varepsilon = -\Delta \Phi;$

$\Phi = B \cdot S;$

$S = v \cdot t \cdot d;$ (до того пока $v \cdot t = 6$; после площадь не меняется)

$\Downarrow$

$\Phi' = B \cdot v \cdot d$

$\Downarrow$

$\varepsilon = -B \cdot v \cdot d$

2)

$\varepsilon = x' \cdot Bd;$

$F_A = \frac{\varepsilon}{R} \cdot B \cdot d;$

$\Downarrow$

$-x'' = \frac{B^2 d^2 \cdot x'}{mR};$

$\Downarrow$

$x'' - x' + C = \frac{B^2 \cdot d^2}{mR} \cdot x + C \Rightarrow x' = -\frac{B^2 d^2}{mR} x$

IBM Восточная Европа/Азия
123317, Москва, Краснопресненская наб., 18
Тел.: (095) 940 2000
2 1202457 (1 361002 M1268791)