94-51-11-47
(2.6)

1755

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Крамара Александра Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выходил 15:39 - 15:45

Дата
«13» февраля 2026 года

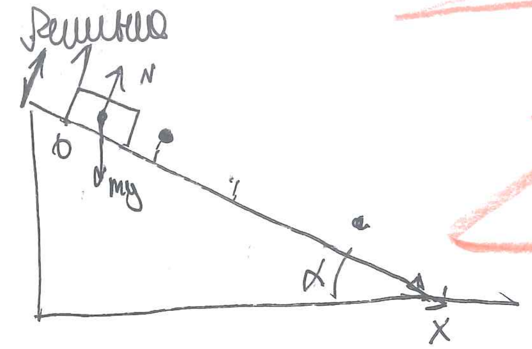
Подпись участника

Черновик

Дано:
$\tau = 0{,}51 с$
$b = 0{,}1 м$
$\tau_1 = 2 с$
$\tau_2 = 1 с$
$g = 10 м/с^2$

$a - ?$

Решение



$mg \cdot \sin\alpha = m \cdot a$ $\qquad a = g\sin\alpha$

$x(t) = \frac{at^2}{2} = \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2}$

$v(t) = g\sin\alpha\, t$

Часы включим в момент времени, когда брусок начинает загораживать первый фотоэлемент, туда же поместим начало координат. В этот момент времени скорость бруска v_0.

1) $x(t) = v_0 t + \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2}$

$v(t) = v_0 + g\sin\alpha\, t$

2) Прохождение первого фото элемента: Брусок пройдет путь $x(\tau_1) = v_0 \cdot \tau_1 + \frac{g\sin\alpha\, \tau_1^2}{2}$

3) Прохождение расстояния между брусками: На момент окончания прохождения $v(\tau_1 + \tau) = v_0 + g\sin\alpha(\tau_1 + \tau)$

4) Прохождение второго фотоэлемента. Брусок проходит путь $\left(v_0(\tau_1 + \tau_2 + \tau) + \frac{g\sin\alpha(\tau_1 + \tau_2 + \tau)^2}{2}\right) - \left(v_0(\tau_1 + \tau) + \frac{g\sin\alpha(\tau_1 + \tau)^2}{2}\right)$

$$\frac{0{,}1 \cdot (1 - 2 \cdot 1)}{2(g(2 \cdot 2 + 1{,}02 + 2) - 2)} = -\frac{0{,}1}{2 \cdot (10 \cdot 5{,}02 - 2)} = \frac{0{,}1}{2 \cdot (50{,}2 - 2)} = \frac{1}{10 \cdot 2 \cdot 48{,}2} = \frac{1}{20 \cdot 48{,}2} = \frac{1}{96{,}2}$$

94-51-11-47 (2.6)

1	2	3	4	5	Σ
10	19	12	[illegible]	[illegible]	81

Восемьдесят один

Анохина
Калинович

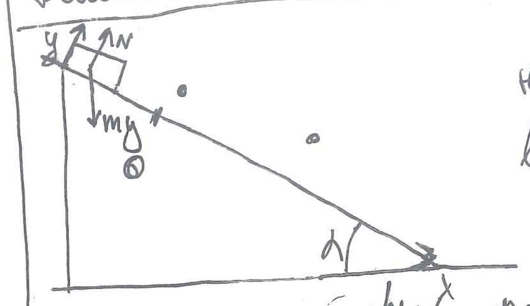
Чистовик

№1.5.2.

Дано:
$\tau = 0{,}51 с$
$b = 0{,}1 м$
$\tau_1 = 2 с$
$\tau_2 = 1 с$
$g = 10 м/с^2$

$a - ?$

Решение



ИСО свяжем с поверхностью, начало координат поместим в точку, в которой брусок начинает перекрывать первый фотоэлемент. v_0 – скорость бруска в этот момент. Второй з-н Ньютона для бруска в проекции на ось X:

$ma = mg\sin\alpha \Rightarrow a = g\sin\alpha$

1) Прохождение первого фотоэлемента:

$$v_0 \cdot \tau_1 + \frac{g\sin\alpha\, \tau_1^2}{2} = b \qquad (1)$$

2) Прохождение второго фотоэлемента:

$$v_0(\tau_1 + \tau + \tau_2) + \frac{g\sin\alpha(\tau_1 + \tau + \tau_2)^2}{2} - v_0(\tau_1 + \tau) - \frac{g\sin\alpha(\tau_1 + \tau)^2}{2} = b \qquad (2)$$

Преобразуем (2):

$$\cancel{v_0\tau_1} + \cancel{v_0\tau} + v_0\tau_2 + \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1 + \tau + \tau_2)^2 - \cancel{v_0\tau_1} - \cancel{v_0\tau} - \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1 + \tau)^2 = v_0\tau_2 + \frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1 + \tau + \tau_2 - \tau_1 - \tau) \cdot (2\tau_1 + 2\tau + \tau_2) = v_0\tau_2 + \frac{g\sin\alpha}{2} \cdot \tau_2 \cdot (2\tau_1 + \tau_2 + 2\tau) = b$$

Из (1) выразим v_0:

$$v_0 = \frac{2b - g\sin\alpha\, \tau_1^2}{2\tau_1}$$

Тогда:

$$\frac{2b\tau_2 - g\sin\alpha\, \tau_1^2 \tau_2}{2\tau_1} + \frac{g\sin\alpha\, \tau_2}{2}(2\tau_1 + \tau_2 + 2\tau) = b$$

$$2b\tau_2 - g\sin\alpha\, \tau_1^2\tau_2 + g\sin\alpha\, \tau_2\tau_1(2\tau_1 + \tau_2 + 2\tau) = b$$

1

Чистовик

Задача 1.5.2 (продолжение)

$$\sin\alpha\left(g\tau_2\tau_1(2\tau_1+2\tau+\tau_2)-\tau_1^2\tau_2\right)=b-2b\tau_2$$

$$\sin\alpha=\frac{b(1-2\tau_2)}{\tau_1\tau_2(g(2\tau_1+2\tau+\tau_2)-\tau_1)}$$

$$\alpha=\arcsin\left(\frac{b(1-2\tau_2)}{\tau_1\tau_2(g(2\tau_1+2\tau+\tau_2)-\tau_1)}\right)\approx\arcsin\left(\frac{1}{962}\right)$$

~~№ 2.3.0~~ Ответ: $\alpha=\arcsin\left(\frac{b(1-2\tau_2)}{\tau_1\tau_2(g(2\tau_1+2\tau+\tau_2)-\tau_1)}\right)\approx\arcsin\left(\frac{1}{962}\right)$

10

№ 2.3.2.

Дано:
$T=273K$
$\Delta m=1$ кг
$p_{нас}=611$ Па
$\lambda_к=3{,}3\cdot10^5\ \frac{Дж}{кг}$
$r_п=2{,}3\cdot10^6\ \frac{Дж}{кг}$
$\mu=18\cdot10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$
$R=8{,}31\ \frac{Дж}{моль\cdot К}$

$V-?$

Решение

Пар стал насыщенным, значит часть воды испарилась:

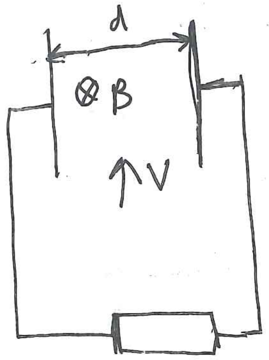
$p_{нас}V=\frac{m}{\mu}RT \Rightarrow V=\frac{mRT}{\mu\cdot p_{нас}}$ (1)

На испарение воды ушла энергия $Q=r_п\cdot m$. ~~Эта~~ За счет этого вода превратилась в лед, поэтому также $Q=\lambda\Delta m$. Отсюда $m=\frac{\lambda_к\Delta m}{r_п}$

Тогда $V=\frac{\lambda_к\cdot\Delta m\cdot R\cdot T}{r_п\cdot\mu\cdot p_{нас}}\approx 534\,м^3$?

Ответ: $V=\frac{\lambda_к\cdot\Delta m\cdot R\cdot T}{r_п\cdot\mu\cdot p_{нас}}\approx 534\,м^3$

№ 3.3.2



Дано:
$R=0{,}4$ Ом
$d=40$ см
$V=10$ см/с
$P_m=1$ мВт

$B-?$

Решение

Так как жидкость проводящая, будет возникать $F_л=q\cdot V\cdot B$. В таком случае будет возникать $\varepsilon=\frac{q\cdot V\cdot B\cdot d}{q}=V\cdot B\cdot d$ +

$P_R=I^2\cdot R=\frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2}\cdot R$, P_m при $r=0 \Rightarrow$ + среда – облад. $r\neq0$

$\Rightarrow P_m=\frac{V^2\cdot B^2\cdot d^2}{R^2} \Rightarrow B=\sqrt{\frac{P_m\cdot R^2}{V^2\cdot d^2}}=\frac{R\sqrt{P_m}}{Vd}$

② Ответ: $B=\frac{R\sqrt{P_m}}{Vd}=10^4$ Тл.

18

Черновик:

$$\cancel{v_0\tau_1}+v_0\tau_2+\cancel{v_0\tau}+\cancel{\frac{g\sin\alpha\,\tau_1}{2}}+\frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1+\tau_2+\tau)^2-$$

$$-v_0\cdot\tau_1+v_0\cdot\tau-\frac{g\sin\alpha}{2}(\tau_1+\tau)^2=$$

$$\sqrt{\frac{0{,}4\cdot10^3}{0{,}4\cdot0{,}1}}=\frac{10^3}{10^{-1}}=10^4\ Тл$$

$$=v_0\tau_2+\frac{g\sin\alpha}{2}\left[(\tau_1+\tau_2+\tau-\tau_1-\tau)(\tau_1+\tau_2+\tau+\tau_1+\tau)\right]=$$

$$=v_0\cdot\tau_2+\frac{g\sin\alpha}{2}\cdot\tau_2\cdot(2\tau_1+2\tau+\tau_2)$$

27,4 × 19,5 = 1370, 2466, 274, 534,30

$$\begin{cases}v_0\cdot\tau_2+\frac{g\sin\alpha}{2}\cdot\tau_1(2\tau_1+2\tau+\tau_2)=b\\ v_0\tau_1+\frac{g\sin\alpha}{2}\tau_1=b\end{cases}$$

4 + 1,02 + 1 =

6,02

$$v_0=\frac{2b-g\sin\alpha\,\tau_1}{2\tau_1}$$

8,31 × 3,3 = 2493, 2493, 27423

6,11 × 2,3 = 1833, 1222, 14053

τ_1

$$v_0\ \frac{2b-g\sin\alpha\,\tau_1}{2\tau_1}\cdot\tau_2+\frac{g\sin\alpha\,\tau_1}{2}\cdot\tau_1(2\tau_1+2\tau+\tau_2)=b$$

$$(2b-g\sin\alpha\,\tau_1)\tau_2+\frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2}(2\tau_1+2\tau+\tau_2)=b$$

$$2b\tau_2-g\sin\alpha\,\tau_1\tau_2+g\sin\alpha\,\tau_1^2(2\tau_1+2\tau+\tau_2)=b$$

$$\cancel{g\sin}-\sin\alpha(g\tau_1\tau_2+g\tau_1^2(2\tau_1+2\tau+\tau_2))=b-2b\tau_2$$

$$\sin\alpha=-\frac{b(1-2\tau_1)}{g\tau_1(\tau_2-\tau_1(2\tau_1+2\tau+\tau_2))}=\frac{0{,}1\cdot(-1)}{20(1-2(6{,}02))}=$$

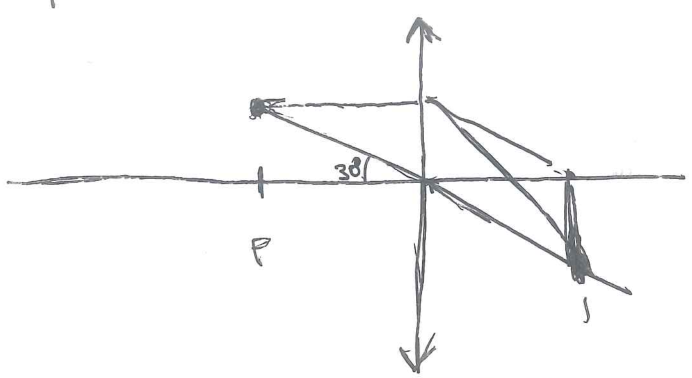
14 × 9 = 126

=

$$\frac{\lambda_к\cdot\Delta m\cdot R\cdot T}{r_п\cdot\mu\cdot p_{нас}}=\frac{3{,}3\cdot10^5\cdot1\cdot8{,}31\cdot273}{2{,}3\cdot10^6\cdot18\cdot10^{-3}\cdot611}=\frac{3{,}3\cdot8{,}31\cdot273}{2{,}3\cdot6{,}11}=\frac{27{,}423\cdot273}{14{,}5}$$

$\frac{27{,}4\cdot273}{14}$ 27,4 / 14   273 / 14: 14, 133, 1267   19,5   27,4 × 19,5 = 1370

Черновик



94-51-11-47 (2.6)

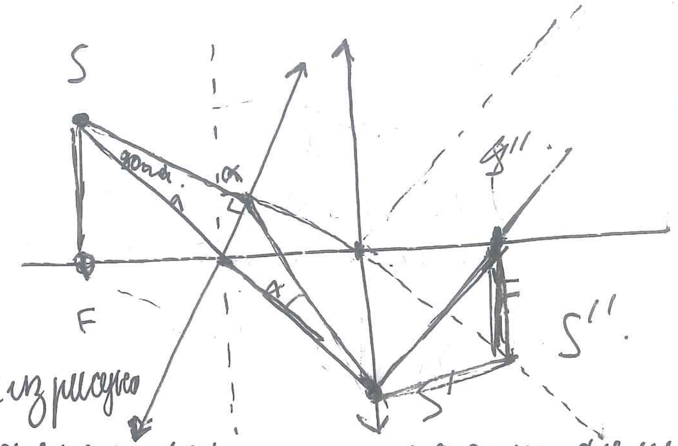
Решение неверное

Чистовик. Задача. 4.10.2.

Дано:
$\alpha = 30°$
$x = 23,5$ см

F - ?

Решение



Изображение(из рисунка) будет находиться на расстоянии $3F$ от источника, отсюда $F = \frac{x}{3} = \frac{23,5}{3} = \frac{47}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{47}{6}$

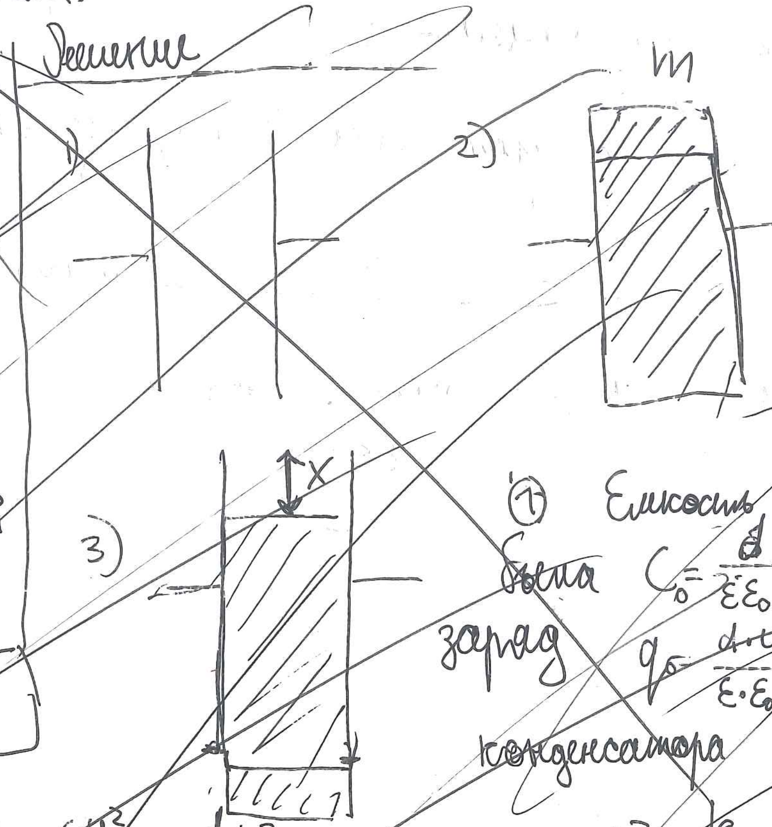
Ответ: $F = \frac{47}{6}$ см

Задача 5.2.2.

Дано:
$l = 20$ см
$U_0 = 100$ В
$d = 1$ мм
$x = 0,1$ мм
$x \ll d \ll l$
$T = 4,35$ с
$\varepsilon = 4$
$\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{Ф}{м}$
$\frac{1}{1+x} \approx 1$

m - ?

Решение



1) Емкость конденсатора была $C_0 = \frac{d}{\varepsilon \varepsilon_0 S}$, Начальный заряд $q_0 = \frac{d \cdot U}{\varepsilon \varepsilon_0 S}$. Энергия конденсатора была

$W_1 = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{dU^2}{2\varepsilon\varepsilon_0 S}$, где $S = l^2$. Когда вставили пластину, энергия конденсатора

Чистовик.

Задача. 5.2.

Дано:

$l = 20$ см

$U_0 = 100$ В

$d = 1$ мм

$x = 0{,}1$ мм

$q = 4{,}35$ Кл

$\varepsilon = 4$

$\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м

$\frac{1}{1+x} \approx 1$

m - ?

Решение

$S = l^2$, $C_0 = \varepsilon_0 \frac{S}{d}$. Когда в конденсатор вставили пластину его емкость изменилась и стала $C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$. Когда пластину выдвинули на x конденсатор стал представлять систему из двух конденсаторов C_2 и C_3, где

$C_2 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 l (l-x)}{d}$, $C_3 = \frac{\varepsilon_0 l x}{d}$, а общая емкость $C = C_2 + C_3 = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon(l-x)+x)$.

Так как эти конденсаторы соединены параллельно:

$\frac{q_2}{C_2} = \frac{q_3}{C_3}$. С другой стороны $q_2 + q_3 = q_0$, а

$q_0 = C_0 \cdot U_0 = \frac{\varepsilon_0 S U}{d}$. Энергия системы должна сохраняться, т.е. $W_0 = W_1 = W_2 + W_3 = const$

$W_0 = \frac{\varepsilon_0 S U^2}{d}$; $W_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S U_1^2}{2}$, $W_2 + W_3 = \frac{\varepsilon_0 l}{2d}(\varepsilon(l-x)+x) \cdot U_2^2$.