0 107618 610000

10-76-18-61
(2.5)

выход 15.57 – 15.27

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Шахназарян Артёма Аврамиковича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

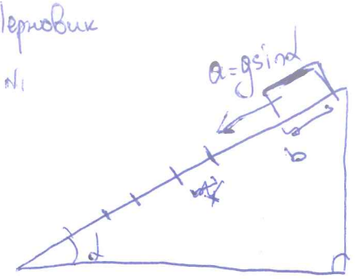
Дата

«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Черновик

№1



$\tau_1 = \tau$

$v_1\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} = b \Rightarrow v_1 = \frac{b}{t_1} + \frac{a\tau_1}{2}$

$v_2\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2} = b$

$v_1\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} = v_2\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2}$

$v_2 = v_1 + a\tau$

$v_1\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} = (v_1 + a\tau)\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2}$

$v_1(\tau_1 - \tau_2) = \frac{a}{2}(\tau_2 - \tau_1)(\tau_2 + \tau_1) + a\tau\tau_2$

$v_1 t_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} = b$

$\left(\frac{b}{\tau_1} - \frac{a\tau_1}{2}\right)(\tau_1 - \tau_2) = \frac{a}{2}(\tau_2 - \tau_1)(\tau_2 + \tau_1) + a\tau\tau_2$

$(\tau_1 - \tau_2)\left(\frac{b}{\tau_1} - \frac{a\tau_1}{2} + (\tau_2 + \tau_2)\frac{a}{2}\right) = a\tau\tau_2$

$(\tau_1 - \tau_2)\left(\frac{b}{\tau_1} + \frac{a\tau_2}{2}\right) = a\tau\tau_2$

$1\,2739\,|\,273$
$\quad 273$

$b + \frac{a\tau_2\tau_1}{2} - \frac{b\tau_2}{\tau_1} - \frac{a\tau_2^2}{2} = a\tau\tau_2$

$b - \frac{b\tau_2}{\tau_1} = a\left(\frac{\tau_2^2}{2} + a\tau\tau_2 - \frac{a\tau_1\tau_2}{2}\right)$

$b - \frac{b\tau_2}{\tau_1} = a\left(\frac{\tau_2^2}{2} + \tau\tau_2 - \frac{\tau_2\tau_1}{2}\right)$

$\frac{b}{\tau_2} - \frac{b}{\tau_1} = a\left(\frac{\tau_2}{2} + \tau - \frac{\tau_1}{2}\right)$

$\frac{g(\tau_1 - \tau_2)}{\tau_1\tau_2(2\tau + \tau_2 - \tau_1)^{-2}}$

$\frac{b}{g\cdot 2\cdot(0{,}02)^2} = \frac{0{,}1}{10\cdot 4\cdot 10^{-2}}$

$= \frac{100}{8} = \frac{1}{4}$

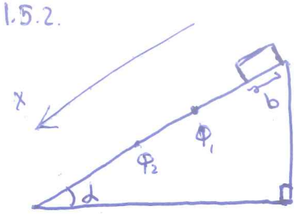
$\frac{33\cdot 83\cdot 273}{611\cdot 18{,}2\cdot 3}$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

10-76-18-61 (2.5)

Чистовик

1.5.2.



Пусть достигнув Φ_1 брусок имеет скорость v_1, тогда, учитывая, что ускорение бруска постоянно и равно $a = g\sin\alpha$ (ур 2 з/н на ось x), получаем:

$v_1\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} = b$ т.к размеры фотодетекторов пренебрежимо малы.

Дано:

$b = 0{,}1$ м
$\tau = 0{,}5$ с
$\tau_1 = 2$ с
$\tau_2 = 1$ с

$\alpha = ?$

Скорость v_2, которую достигает брусок при достижении Φ_2 равна $v_1 + a\tau$, тогда аналогично:

$(v_1 + a\tau)\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2} = b$

$\begin{cases} v_1\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2} = b \\ (v_1 + a\tau)\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2} = b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{b}{\tau_1} - \frac{a\tau_1^2}{2} \quad (1) \\ t\left(\frac{b}{\tau_1} - \frac{a\tau_1^2}{2} + a\tau\right)\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2} = b \quad (2) \end{cases}$

Рассмотрим (2).

$\frac{b\tau_2}{\tau_1} - \frac{a\tau_1\tau_2}{2} + a\tau\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2} = b$

$a\left(2\tau + \tau_2 - \tau_1\right) = \frac{b}{\tau_2} - \frac{b}{\tau_1}$

$a = \frac{b(\tau_1 - \tau_2)}{(\tau_2 + 2\tau - \tau_1)\tau_1\tau_2}$ вспомним, что $a = g\sin\alpha$, тогда

$\alpha = \arcsin\frac{b(\tau_1 - \tau_2)}{g\tau_1\tau_2(\tau_2 + 2\tau - \tau_1)} = \arcsin\frac{0{,}1\cdot 1}{10\cdot 2\cdot 0{,}02} = \arcsin(0{,}25)$

(10)

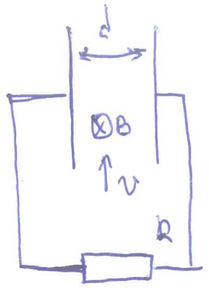
1	2	3	4	5						
10	20	20	20	5						

Восемьдесят пять / Апокин / Калиновский / Калиновский

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик
3.3.2

Пусть жидкость имеет сопротивление r.



По закону Холла, $\varepsilon_i = BVd$, тогда сила тока на R

$I_R = \frac{BVd}{R+r}$

$P_m = I_R^2 R = \frac{B^2V^2d^2R}{(R+r)^2}$

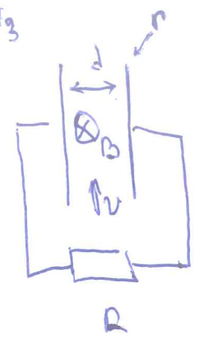
$P_m' = 0 \; (P_m(R))' = 0 \Rightarrow \frac{1}{(R+r)^2} - \frac{2R}{(R+r)^3} = 0 \Rightarrow R = r$, (+)

Дано:
$R = 0{,}4\,Ом$
$d = 10\,см$
$v = 10\,см/с$
$P_m = 1\,мВт$
$B = ?$

тогда $P_m = \frac{B^2V^2d^2R}{(R+R)^2} = \frac{B^2V^2d^2}{4R} \Rightarrow B = \frac{2\sqrt{P_m R}}{Vd}$ (+) =

$= \frac{2\sqrt{10^{-3}\cdot 0{,}4}}{0{,}4\cdot 0{,}1} = \frac{2\cdot 10^{-2}\cdot 2\sqrt{10}}{0{,}4\cdot 0{,}1} = \frac{2\sqrt{10^{-3}\cdot 0{,}4}}{0{,}4\cdot 0{,}1} = \frac{2\cdot 2\cdot 10^{-2}}{0{,}4\cdot 0{,}1} = 1\,Тл$ (+)

№3



Черновик

$\varepsilon_i = BVd$

$I = \frac{BVdR}{R+r}$

$P = I^2R = \frac{B^2V^2d^2R}{(R+r)^2} \to max$

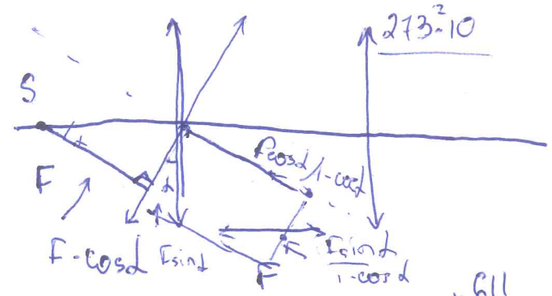
$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'\cdot g - f\cdot g'}{g^2}$

$P' = 0 \Rightarrow \frac{1}{(R+r)^2} - \frac{2R}{(R+r)^3} = 0$

$R+r = R \Rightarrow r = R$

$\frac{B^2V^2d^2R}{4R^2} = P \Rightarrow B = \frac{2}{BVd}\sqrt{PR} = \frac{2\sqrt{PR}}{BVd}$

№4



$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{F\cos\alpha} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow$

$\Rightarrow f_1 = \frac{F^2\cos\alpha}{F(1+\cos\alpha)} = \frac{F\cos\alpha}{1+\cos\alpha}$

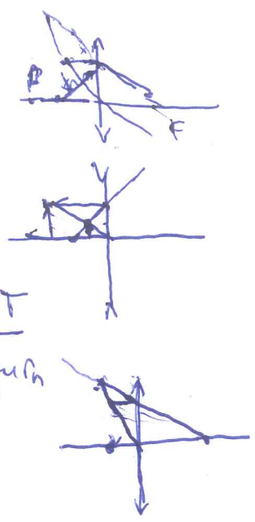
$P = \frac{f_1}{F\cos\alpha} = \frac{1}{1+\cos\alpha}$

$h_2 = F\sin\alpha \cdot P = \frac{F\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

№2 $\Delta m \cdot \lambda_k = \Delta m_в \cdot r_n \Rightarrow \Delta m_в = \frac{\Delta m \lambda_k}{r_n}$

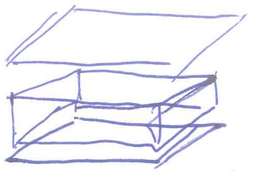
$\Delta\vartheta = \frac{\Delta m_в}{\mu} = \frac{\Delta m \lambda_k}{\mu r_n}$

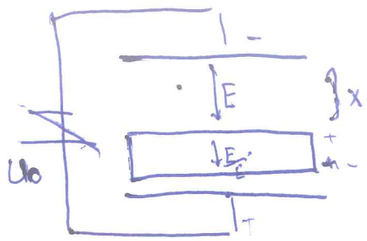
$pV = \vartheta RT$, $p_{газа}V = \frac{\Delta m \lambda_k}{\mu r_n} RT \Rightarrow V = \frac{\Delta m \lambda_k RT}{p_{газа} r_n}$



Черновик

№5





$q = CU_0$

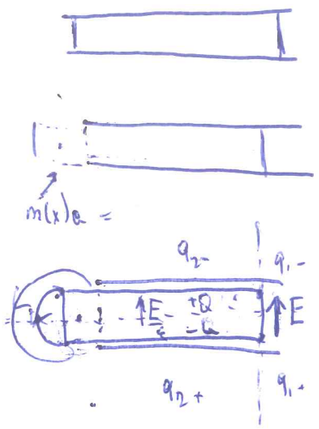
$q = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{\ell} U \Rightarrow U = U_0 \varepsilon$

$q = \varepsilon\varepsilon_0 U$

$\frac{U_0}{\ell} = E = \frac{Q}{\varepsilon\varepsilon_0 S}$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon}$

$\frac{E}{\varepsilon} \cdot \ell = U = \frac{\sigma \ell}{\varepsilon_0 \varepsilon}$



$m(x)a =$

$A = x$

$-\varphi = 0$

$\Delta W_e = \Delta K$

$C_1 = \frac{\varepsilon_0 x}{S} \cdot \frac{\varepsilon_0 S}{\ell}$

$\frac{(Q-q)^2}{2C\varepsilon}$ $\frac{q^2}{2C_1}$

$C = \frac{q}{U} = \frac{4\pi\varepsilon_0}{\frac{1}{R}} = 4\pi\varepsilon_0 R$

$S = x\ell \Rightarrow C_1 = \frac{\varepsilon_0 x}{\ell}$ $\frac{q^2}{2\varepsilon_0 x}$

$C = \frac{2 \cdot 273}{8 \cdot 9}$

$q = CU$ $C = \frac{\varepsilon_0 x}{\ell} \varepsilon_0 \frac{S}{\ell}$

$\frac{U_0^2 \varepsilon_0 \ell (\varepsilon - 1) T^2}{2\pi^2 x} = \frac{10^4 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot 4{,}35^2}{4 \cdot 3{,}14^2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-3}}$

$\frac{27\ 54 \cdot 10^{-2} \cdot 4{,}35^2}{4 \cdot 3{,}14^2} \approx \frac{54 \cdot 4}{9} = 24$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

10-76-18-61 (2.5)

№4.10.2 Чистовик

Дано:

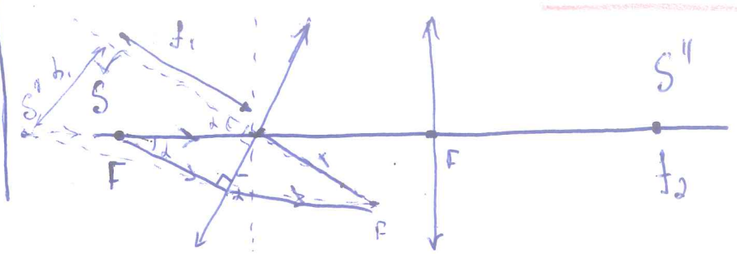
$d_1 = F$

$\ell = F$

$\alpha = 30°$

$x = 23{,}5$

$F = ?$



После поворота первой линзы, расстояние до неё стало равным $F\cos\alpha$, тогда из ф-лы тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{F\cos\alpha} - \frac{1}{f_1} \Rightarrow$

$\Rightarrow f_1 = \frac{F^2\cos\alpha}{F(1-\cos\alpha)} = \frac{F\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$, $\beta = \frac{f_1}{F\cos\alpha} = \frac{1}{1-\cos\alpha}$, т.к. $h_1 = F \cdot \beta \cdot \sin\alpha =$

$= \frac{F\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$.

Из построения видно, что S' (изображение в первой линзе) лежит на ГОП второй линзы, а d_2 (расстояние до неё) равно

$F + \sqrt{f_1^2 + h_1^2} = F + F\sqrt{\frac{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha}{(1-\cos\alpha)^2}} = F\left(1 + \frac{1}{1-\cos\alpha}\right) = F\left(1 + \frac{1}{1-\cos\alpha}\right) =$

$= \frac{F(2-\cos\alpha)}{1-\cos\alpha}$

Аналогично:

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{Fd_2}{d_2 - F} = \frac{F^2(2-\cos\alpha)}{(1-\cos\alpha)F\left(\frac{1}{1-\cos\alpha}\right)} = F(2-\cos\alpha)$

По условию $2F + f_2 = x \Rightarrow F(4-\cos\alpha) = x \Rightarrow F = \frac{x}{4-\cos\alpha} = \frac{23{,}5}{4-\frac{\sqrt{3}}{2}} =$

$= \frac{47}{8-\sqrt{3}} \approx \frac{47}{6{,}3} = 7{,}62$ см

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

2.3.2 Чистовик

Дано:

$T = 273\,K$

$\Delta m = 1\,кг$

$p_{нас} = 611\,Па$

$\lambda_к = 3{,}3 \cdot 10^5\,Дж/кг$

$r_п = 2{,}3 \cdot 10^6\,Дж/кг$

$\mu = 18 \cdot 10^{-3}\,кг/моль$

$V = ?$

Т.к теплообмен между жидкостью и твёрдым телом сильно больше, чем между воздухом, то вся энергия выделившаяся в результате испарения воды ушла на кристаллизацию льда:

$\Delta m_п \cdot r_п = \Delta m \cdot \lambda_к \Rightarrow \Delta m_п = \frac{\Delta m \lambda_к}{r_п}$ $\Delta m_п$ - масса получившегося пара.

Т.к $T = const$, то $p_{нас} = const$, из ур-е Менделеева-Клапейрона: $p_{нас} V = \frac{\Delta m_п}{\mu} R T \Rightarrow$

$$\Rightarrow V = \frac{\Delta m \lambda_к R T}{p_{нас} \mu r_п} = \frac{1 \cdot 3{,}3 \cdot 10^5 \cdot 8{,}3 \cdot 273}{611 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}3 \cdot 10^6} =$$

$$= \frac{3{,}3 \cdot 8{,}3 \cdot 273 \cdot 100}{611 \cdot 18 \cdot 2{,}3} = \frac{33 \cdot 83 \cdot 273}{611 \cdot 18 \cdot 2{,}3} \approx \frac{160 \cdot 273}{611 \cdot 2{,}3} \approx \cancel{175 \cdot 273} \approx \frac{273}{9} \approx$$

$\approx 30\,м^3$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик

Б.2.2.

Дано:

$l = 20$ см

$U_0 = 100$ В

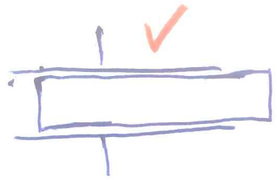
$d = 1$ мм

$x = 0{,}1$ мм

$T = 4{,}35$ с

$\varepsilon = 4$

$m = ?$



1) Источник отключили => заряды на обкладках конденсатора остаётся неизменным.

2) Поле без диэлектрика остаётся постоянным, равным $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, σ - поверхностный заряд на обкладках

3) Пусть ёмкость пространства без диэлектрика равна C, тогда ёмкость второго - εC, т.к можно рассмотреть оба конденсатора

Пусть y - на которое вынут диэлектрик из конденсатора

Очевидно, что положение равновесия достигается, когда диэлектрик целиком в конденсаторе. Тогда

$\frac{mv_{max}^2}{2} = W_2 - W_1$, где W_2 и W_1 - энергии конденсатора внутри и вне, на расстоянии x, соответственно

$W_2 = \frac{q^2}{2C\varepsilon}$, где q - заряд на конденсаторе, C - его ёмкость в отсутствии диэлектрика. $C = \frac{\varepsilon_0 l^2}{d}$, $q = \sigma C U_0$

$W_2 = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{U_0^2 \varepsilon_0 l^2 \varepsilon}{2d}$

$W_1 = \frac{U_0^2 \varepsilon_0 l x}{2d} + \frac{U_0^2 \varepsilon_0 l (l-x) \varepsilon}{2d}$

$W_2 - W_1 = \frac{U_0^2 \varepsilon_0 l}{2d}(l\varepsilon - x - (l-x)\varepsilon) = \frac{U_0^2 \varepsilon_0 l x}{2d}(\varepsilon - 1)$

$v_{max} \times \omega = \frac{x \cdot 2\pi}{T}$

$m = \frac{2(W_2 - W_1)}{v_{max}^2} = \frac{2(\frac{x U_0^2 \varepsilon_0 l (l\varepsilon - x - (l-x)\varepsilon)}{2d})T^2}{4\pi^2 x^2} = \frac{U_0^2 \varepsilon_0 l x (\varepsilon - 1) T^2}{4\pi^2 x^2 d} = \frac{U_0^2 \varepsilon_0 l (\varepsilon - 1) T^2}{4\pi^2 x d} = \frac{10^4 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}2 \cdot 3 \cdot 4{,}35^2}{4 \cdot 3{,}14^2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-3}} \approx \frac{10^{-2} \cdot 54}{4}\left(\frac{4}{3}\right)^2 = 0{,}24$ кг

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!