0 165467 930007

16-54-67-93
(1.5)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1.

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Фролова Андрея Максимовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

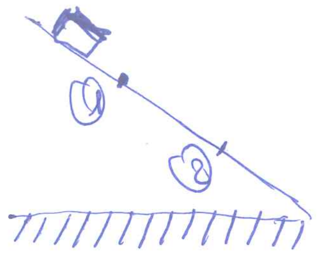
«13» февраля 2026 года

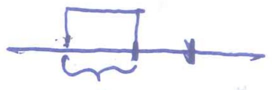
Подпись участника

Черновик

v_1 – скорость, когда тело начало перекрывать 1 фотоэлемент
v_2 – ко 2 элемент.

1.





$$b = v_1\tau_1 + \frac{g\tau_1^2\sin\alpha}{2} \quad (1)$$
$$b = v_2\tau_2 + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2} \quad (2)$$
$$v_2 = v_1 + \tau g\sin\alpha$$

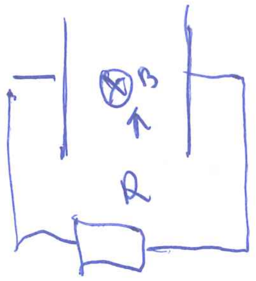
(1) $b = v_1\tau_1$

(2) $b = v_1\tau_2 + \tau\tau_2 g\sin\alpha + \frac{g\tau_2^2\sin\alpha}{2}$

$\Rightarrow v_1 = \frac{b}{v_1} - \tau g\sin\alpha - \frac{g\tau_2\sin\alpha}{2}$

$b = \frac{\tau_1 b}{v_1}$.

№1.3.



$F = Bqv = Eq$

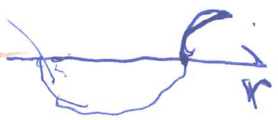
$Ed = U = Bvd$

$I = \frac{U}{(R+r)}$

$P = I^2R = \frac{U^2}{(R+r)^2}R = \frac{B^2v^2d^2R}{R}$

$P' = U^2\frac{(R+r)^2 - 2(R+r)R}{(R+r)^4} =$

$r = R+2$ $= U^2R\frac{(R+r-2)}{(R+r)^3}$.



$P = R - Ir^2$

$\frac{U_0}{2r}$

16-54-67-93 (1.5)

неправомерно не аннулирована (Возможно...)

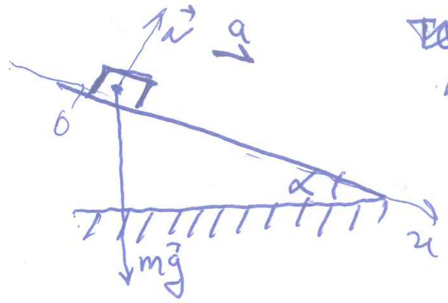
№	1	2	3	4	5	
	10	~~1~~ 20	12+5	20+5	13	~~66~~ 85
	Киселева	Журавлев А.	Казарян	Щербаков	Ким В.В.	

Чистовик №1.

1.5.1 Дано:
$\alpha = 30$
$b = 0,1$ м
$\tau_1 = 2$ с
$\tau_2 = 1$ с
$g = 10$ м/с²

Найти:
τ – ?

Решение



Тело: $\vec N + m\vec g = \vec a m$

Ox: $mg\sin\alpha = am$

$\Rightarrow a = g\sin\alpha$.

$\Rightarrow$ брусок движется с ускорением $a = g\sin\alpha$

брусок перекрывает первый фотоэлемент τ_1

$\Rightarrow$ (1) $b = v_1\tau_1 + \frac{g\sin\alpha\,\tau_1^2}{2}$, где v_1 – скорость тела, при начале перекрывания 1 фотоэлемента

(2) $b = v_2\tau_2 + \frac{g\sin\alpha\,\tau_2^2}{2}$, где v_2 – скорость тела, при начале перекрывания 2 фотоэлемента.

(3) $v_2 = v_1 + g\sin\alpha\,\tau$

из (1) $v_1 = \frac{b}{\tau_1} - \frac{g\sin\alpha\,\tau_1}{2}$

из (2) $v_2 = \frac{b}{\tau_2} - \frac{g\sin\alpha\,\tau_2}{2}$

now подставим в (3)

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

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

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

$$= (\tau_1-\tau_2)\left(\frac{b}{g\sin\alpha\,\tau_1\tau_2} + \frac{1}{2}\right) = (2-1)\left(\frac{0,1}{10\cdot\sin(30)\cdot 2} + \frac{1}{2}\right) =$$

$$= \frac{0,1}{10\cdot\frac{1}{2}\cdot 2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{100} + \frac{1}{2} = \frac{51}{100} = 0,51 \text{ с}$$

Ответ: $\tau = (\tau_1-\tau_2)\left(\frac{b}{\tau_1\tau_2 g\sin\alpha} + \frac{1}{2}\right) = 0,51$ с.

Чистовик №2

4.мо.1 Дано:

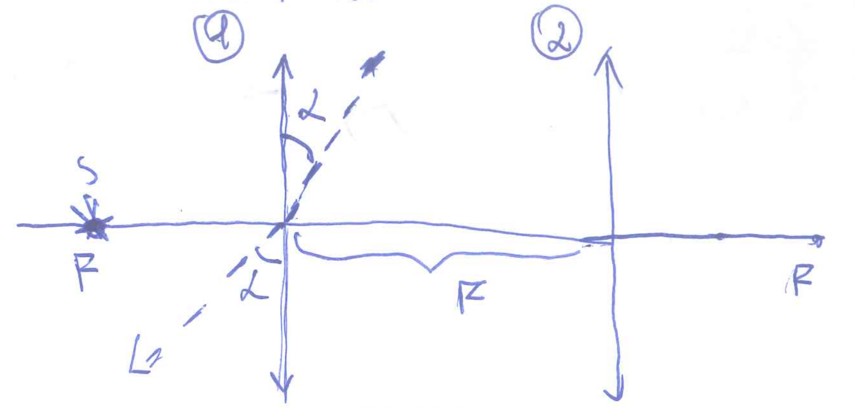
$d; B; V$

$F = 7{,}5$ см

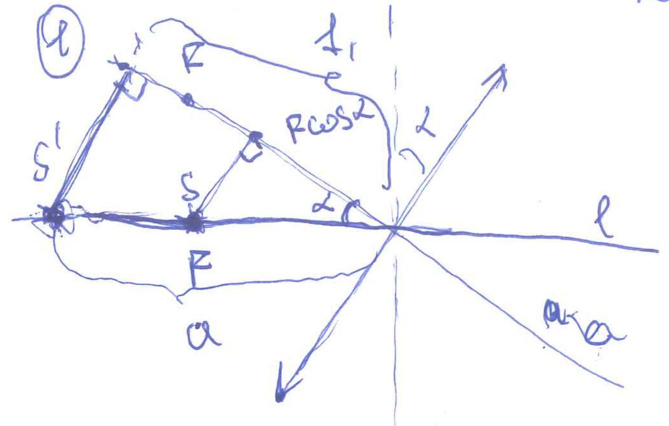
$\alpha = 30$

Найти: $g(S; S')$-?

Решение:



рассмотрим с



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

$$\Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}\left(1 - \frac{1}{\cos\alpha}\right)$$

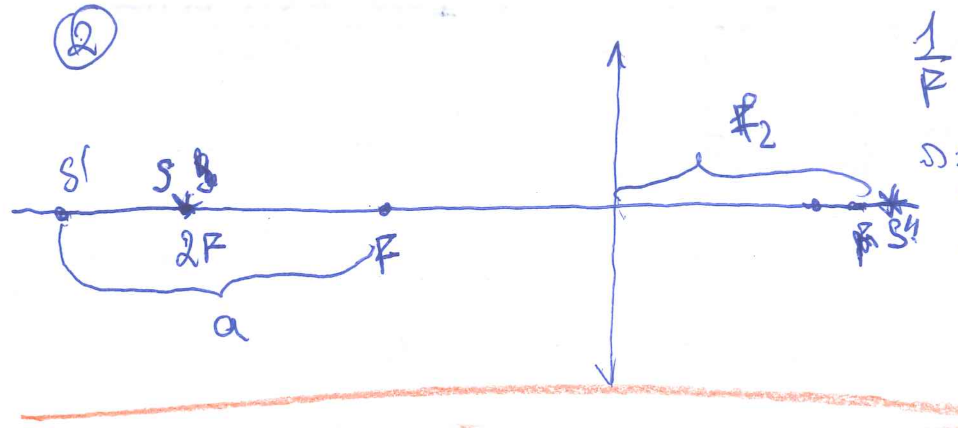
$$\Rightarrow f_1 = \frac{F\cos\alpha}{\cos\alpha - 1} < 0 \quad +$$

$$|f_1| = \frac{F\cos\alpha}{1-\cos\alpha}.$$

$\Rightarrow$ изображение мнимое

~~и оно будет лежать на~~ Изображение источника в 1 линзе будет лежать на l т.к. l проходит через центр линзы.

$$\Rightarrow a = \cos\alpha = \frac{|f_1|}{a} \Rightarrow a = \frac{f_1}{\cos\alpha} = \frac{F}{1-\cos\alpha}$$



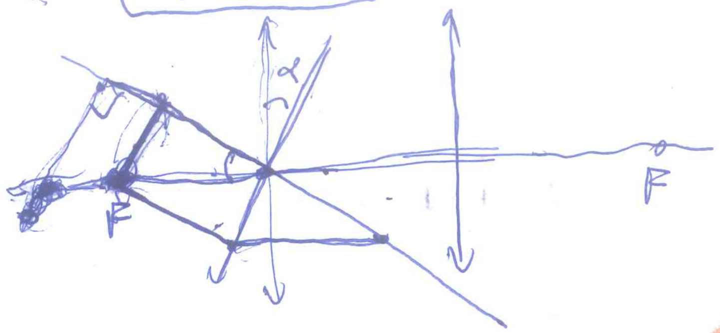
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F+a} + \frac{1}{f_2}$$

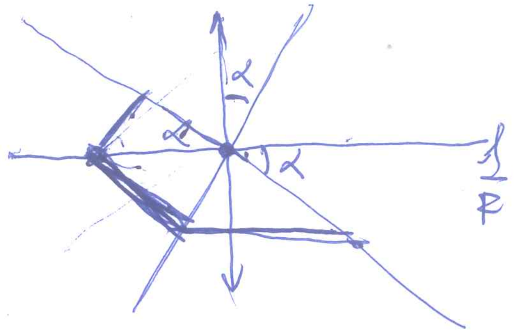
$$\Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{F+a-F}{F(F+a)}$$

$$\Rightarrow f_2 = \frac{F(F+a)}{a}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

4. Черновик

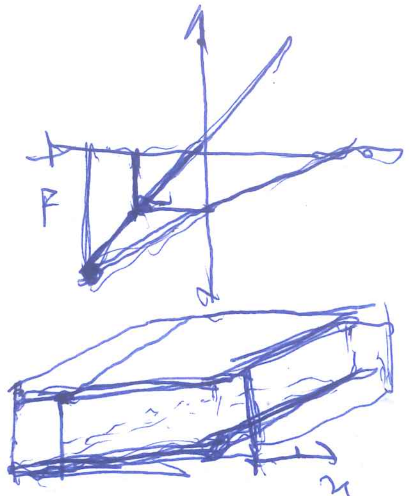




$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F\cos\alpha} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F}\left(1 - \frac{1}{\cos\alpha}\right)$$

d



$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{q_0}{U} \quad q_0 = \frac{\varepsilon_0 S U_1}{d}$$

$$\frac{q}{\varepsilon_0 S} = E d = \frac{q_0}{U_2} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$$

$$\frac{U_1}{\varepsilon U_2} = \varepsilon$$

$x(0) = x_1 = x_1\cos(\omega t) = x(t)$

$v(0) = 0 = x_1\omega\sin(\omega t) = v(t)$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{\varepsilon_0 (\ldots)^2}{2} \cdot \frac{\varepsilon_0 U_1^2}{\varepsilon^2 \cdot 2}$$

$273 = 3 \cdot 7 \cdot 13$

$273 : 3 = 91$

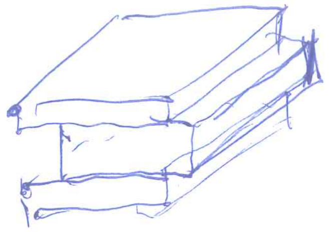
$611 : 91$

$91 : 7 = 13$

$611 : 13 = 47$

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

Черновик



$$\frac{m\upsilon^2}{2}+\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}(l-x)dl+\frac{\varepsilon_0 E^2}{2} =$$

$$= \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}xld = const$$

$$\frac{m\upsilon^2}{2}+\left(\frac{\varepsilon_0 E^2}{2\varepsilon^2}xdl+\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}\right)xld = const$$

$$-\frac{\varepsilon_0 E^2}{2\varepsilon^2}L^2 d+\frac{\varepsilon_0 E^2}{2\varepsilon^2}(L-x)Ld+\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}Ldx =$$

$$= Ldx\left(-\frac{\varepsilon_0 E^2}{2\varepsilon^2}+\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}\right) = Ld\frac{\varepsilon_0 E^2}{2\varepsilon^2}$$

$$\frac{m\upsilon_{max}^2}{2} = -\frac{\varepsilon_0 E^2}{2\varepsilon^2}L^2 d+\frac{\varepsilon_0 E^2}{2\varepsilon^2}(L-x)Ld+\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}xld$$

$$\frac{m\upsilon_{max}^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}xld-\frac{\varepsilon_0 E^2}{2\varepsilon^2}xld = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}Ldx\left(1-\frac{1}{\varepsilon^2}\right)$$

$$\upsilon_{max} = E\sqrt{\frac{\varepsilon_0 Ldx}{m}\left(1-\frac{1}{\varepsilon^2}\right)} = x\omega$$

$\Rightarrow \omega \Rightarrow$

$$q = UC = \frac{U\varepsilon_0 S}{d}$$

$$U'C' = UC$$

$$U'\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = U\frac{\varepsilon_0 S}{d} \Rightarrow U' = \frac{U}{\varepsilon}.$$

16-54-67-93
(1.5)

Чистовик (продолжение н.ю. 1.) $a\sqrt{3}$

$$\rho(S'S'') = 2F + f_2 = 2F + \frac{F(F+a)}{a} = F\left(2+\frac{F+\frac{F}{1-\cos\alpha}}{\frac{F}{1-\cos\alpha}}\right) =$$

$$= F\left(2+\frac{(2-\cos\alpha)(1-\cos\alpha)}{1-\cos\alpha}\right) = F(4-\cos\alpha) =$$

$$= 7{,}5\left(4-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \approx 23 \text{ см.}$$

Ответ: $\rho(S'S'') = F(4-\cos\alpha) \approx 23$ см.

3.3.1 Дано:

$R = 0{,}4$ Ом

$V = 10$ см/с $= 0{,}1$ м/с

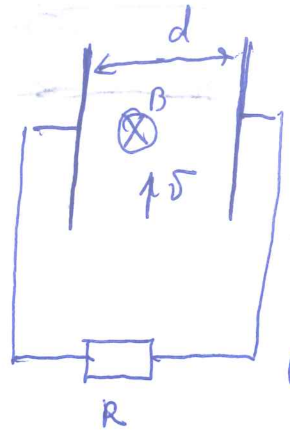
$B = 1$ Тл.

$P_m = 1$ мВт $= 10^{-3}$ Вт.

Найти:

d – ?

Решение:



Под действием силы Лоренца заряжени частицы будут собираться на пластинах, поэтому в схеме появится напряжение.

$$E q = B\upsilon q \Rightarrow \mathcal{E} = Ed = B\upsilon d; \quad U_R = \mathcal{E} - Ir$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}, \text{ где } r \text{ – это сопротивление источника.}$$

$$P(r) = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R+r)^2}$$

максимум $P(r)$ достигнет при $r = 0$ т.к. $r \geq 0$

$$\Rightarrow P_m = \frac{\mathcal{E}^2 R}{R^2} = \frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{d^2 B^2 \upsilon^2}{R} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{P_m R}}{B\upsilon} = \frac{\sqrt{10^{-3}\cdot 10^{-1}\cdot 4}}{1\cdot 0{,}1} =$$

$$= \frac{4\cdot 10^{-2}}{10^{-1}} = 0{,}4 \text{ м.}$$

Ответ: $d = \frac{\sqrt{P_m R}}{B\upsilon} = 0{,}4$ м.

$\boxed{5.2.1}$ Дано: $\boxed{\text{Чистовик №4}}$ Решение:

$U = U_0 = 200$ В

$l = 20$ см $= 0{,}2$ м

$d = 1$ мм $= 10^{-3}$ м.

$m = 10$ г $= 0{,}01$ кг.

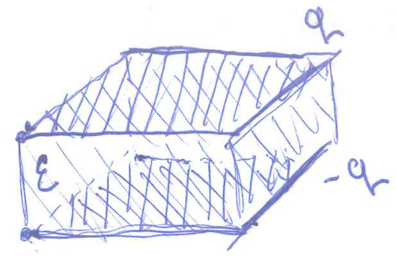
$\varepsilon = 4$

$\varepsilon_0 = 9\cdot10^{-12}$ Ф/м

$x_1 = 0{,}1$ мм $= 10^{-4}$ м.

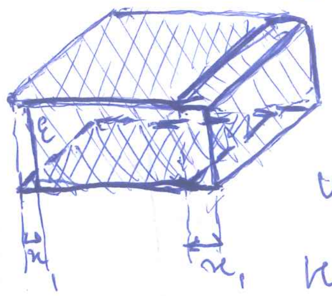
Найти:

T - ?



Когда в конденсатор вставили диэлектрическую пластину

$\Downarrow$ $\Delta\varphi = Ed$ $\quad E = \frac{\Delta\varphi}{d}$ $\quad E' = \frac{E}{\varepsilon}$



после того как диэлектрик выдвинули из конденсатора на x, то пластина начала совершать гармонические колебания

$x = x_1\cos(\omega t + \varphi_0)$; $x(0) = x_1\cos\varphi_0 = x_1$

$v(0) = 0$ $\quad \Rightarrow \varphi_0 = 0$

$\Rightarrow v = -v_{max}\sin(\omega t) = \dot{x}(t) = -\omega x_1 \sin(\omega t)$.

$\Rightarrow \omega x_1 = v_{max}$

максимальная скорость у диэлектрика будет, когда он вернётся на место

Запишем закон сохранения энергии для двух положений, когда диэлектрик выдвинули и когда он вернулся обратно.

$$\frac{m v_{max}^2}{2} + \frac{\varepsilon_0 E'^2}{2} L^2 d = \frac{\varepsilon_0 E'^2}{2}(L - x_1) L d + \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} x_1 L d$$

$$\frac{m v_{max}^2}{\cancel{2}} = \frac{\varepsilon_0 E^2}{\varepsilon^2} L^2 d - \cancel{\frac{\varepsilon_0 E^2}{\varepsilon^2} L^2 d} - \frac{\varepsilon_0 E^2}{\varepsilon^2} x_1 L d + \varepsilon_0 E^2 x_1 L d$$

$$\Rightarrow v_{max}^2 = \frac{\varepsilon_0 E^2 x_1 L d}{m}\left(1 - \frac{1}{\varepsilon^2}\right)$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик

$p_{нас} V = \nu R T$

$\Rightarrow \nu = \frac{p_{нас} V}{RT}$

$m = \mu \nu = \frac{\mu p_{нас} V}{RT}$

$Q_{отд} =$ Амп.

$c_1 m = \Delta m \lambda c$

$\boxed{273 = 7\cdot13\cdot3}$

$611 = 47\cdot13$

$13 \times 7 = 91$

$91 \times 3 = 273$

$611 : 47 = 13$

$830 : 47$

16-54-67-93 (1.5)

№5 Чистовик

$$\sigma_{max} = E\sqrt{\frac{\varepsilon_0 \varkappa_1 h d}{m}\left(1-\frac{1}{\varepsilon^2}\right)}$$

$$\varkappa_1 \omega = \sigma_{max} \Rightarrow \omega = \frac{\sigma_{max}}{\varkappa_1}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\varkappa_1 2\pi}{\sigma_{max}} = \frac{2\pi \varkappa_1 \sqrt{\varkappa_1}}{E\sqrt{\frac{\varepsilon_0 \varkappa_1 h d}{m}\left(1-\frac{1}{\varepsilon^2}\right)}} =$$

$$= \frac{2\pi d\varepsilon}{\Delta\varphi}\sqrt{\frac{m\varkappa_1}{\varepsilon_0 h d(\varepsilon^2-1)}} = \frac{2\cdot3\cdot10^{-3}\cdot4}{100}\sqrt{\frac{10^{-2}\cdot10^{-4}}{9\cdot10^{-12}\cdot0{,}2\cdot10^{-1}\cdot10^{-3}\cdot15}} =$$

$$= \frac{2\cdot\cancel{3}\cdot4}{10^5}\sqrt{\frac{10^{10}}{\cancel{9}\cdot15}} = \frac{8}{\sqrt{15}}$$ с, если $\pi\approx3$

Ответ: $T = \frac{2\pi d\varepsilon}{\Delta\varphi}\sqrt{\frac{m\varkappa_1}{\varepsilon_0 h d(\varepsilon^2-1)}} = \frac{8}{\sqrt{15}}$ с.

$\boxed{2.3.1}$ Дано:

$V = 30$ м³

$T = 273$ К

$p_{нас} = 611$ Па

$\lambda_к = 3{,}3\cdot10^5$ Дж/кг

$r_п = 2{,}3\cdot10^6$ Дж/кг

$\mu = 18\cdot10^{-3}$ кг/моль

$R = 8{,}3$ Дж/(моль·К)

Найти:

Δm - ?

Решение:

Вода будет испаряться до тех пор пока пар не станет насыщенным $\Rightarrow$ парциальное давление должно равняться давлению насыщенного пара

$\Rightarrow p_{нас}V = \nu_1 RT \Rightarrow \nu_1 = \frac{p_{нас}V}{RT}$

$\Rightarrow m_1 = \nu_1\mu = \frac{\mu p_{нас}V}{RT}$

m_1 – это масса испарившейся воды.

Вода, отдавая энергию на испарения, начала превращаться в лёд.

$Q_{отд} = Q_{пол}$; $Q_{отд} = r_п m_1$; $Q_{пол} = \lambda_к \Delta m$

$\Rightarrow \Delta m = \frac{r_п m_1}{\lambda_к} = \frac{r_п}{\lambda_к}\frac{\mu p_{нас}V}{RT} =$

$$= \frac{2{,}3\cdot10^6}{3{,}3\cdot10^5}\cdot\frac{18\cdot10^{-3}\cdot611\cdot30}{8{,}3\cdot273} = \frac{23\cdot10\cdot18\cdot10^{-3}\cdot47\cdot13\cdot30}{33\cdot10^{-2}\cdot83\cdot3\cdot7\cdot13} = \frac{23\cdot47\cdot18}{33\cdot83\cdot7} =$$

$$= \frac{23\cdot47\cdot6}{11\cdot83\cdot7}$$ (кг)

Чистовик √6

(продолжение задачи 2.3.1)

$$\frac{47}{23} \qquad 47 \times 23 = 141 + 94 = 1081 \qquad 1081 \times 6 = 6486 \qquad 83 \times 11 = 83 + 83 = 913 \qquad 913 \times 7 = 6591$$

4) $\approx \dfrac{6486}{6591} \approx 1$ кг.

Ответ. $\Delta m = \dfrac{V_п}{V_к} \cdot \dfrac{p_{нас} V M}{RT} \approx 1$ кг.

Оценка изменена с 66 на 85

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
профилю «физика»
Андрея Максимовича Фролова

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, так как не успел запросить показ работы, пишу апелляцию, не зная разбалловки

В задаче 1:
правильно записаны все формулы и получен ответ: t= ½ (t1 – t2)+b (1/t1 – 1/t2)/gsin(alfa) = 0.51 с, однако не проверена корректность данных условия Считаю, что в соответствии с критериями задача должны быть оценена как 7 баллов

В задаче 2:
решена верно и заслуживает 20 баллов

В задаче 3:
считаю, что все основные формулы записаны верно (разность потенциалов, мощность, выделяемая на резисторе в зависимости от R). В соответствии с критериями 11- 17 баллов.

В задаче 4:
решена верно. ответ 23 ~ 23.5 (ответ получен в отсутствии калькулятора) заслуживает 25 баллов

В задаче 5:
Считаю, что Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи – возможно до 10 баллов..

1) я использовал закон сохранения заряда до/после внесении пластины
2) записанный мной закон сохранения энергии при колебаниях эквивалентен представленному в ответах выражению для изменения энергии в процессе колебаний:
Вместо dW(ваше решение) мной записана кинетическая энергия пластины:
mVmax^2/2 + E конд,центр = E конд, край,
dW = mV^2/2 = E конд,край – E конд,центр = E0 / E^2 * l* d* U0^2 * (E - 1) –
совпадает с выражением в ответах на сайте при упомянутом приближении l>>x
3) Далее задача решена, доведена до ответа в предположении о гармонических колебаниях (в отличии от решения на сайте….)
Vmax = sqrt (2dW/m),
T = 2pi x/ Vmax = 2pi x / sqrt(2dW/m) и отличается от ответа в 8/ 2/pi раз
В ответах на сайте в предположении о равноускоренном движении вместо коэффициента 2pi стоит коэффициент 8.
T = 8 x / sqrt (2dW / m)

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

Дата 13.03.2026 (подпись)