0 799976 500002

79-99-76-50
(2.2)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Насибуллина Ильи Михайловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Черновик.

$273 : 3 = 91$, $611 : 11 = 55$ (ост. 6), $611 : 91$

73
84
91

$91 = 7 \cdot 13$

$56 + 2 = 58$

$611 : 7 = 8$ (51)

$40 + 12 = 52$

$83 \times 77 = 581 + 5810 = 6391$

$47 \times 46 = 282 + 1880 = 2162$

$611 : 13 = 47$ (91)

$6000 + 300 + 180 + 6 =$

$= 6486$

$63910 : 2162 = 29{,}09$
-4324
20670
-19458
21200
-19458

$4000 +$

$2162 \times 3 = 6486$

$2162 \times 2 = 4324$

$2162 \times 9 = 19458$

$$\frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \text{кг} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot \text{К}}{\frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \cdot \text{кг}}{\text{кг} \cdot \frac{1}{\text{моль}} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = \text{м}^3$$

$$\frac{\frac{1}{2}}{\left(2 - \frac{1}{2}\right)^2} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{9}{4}} = \frac{2}{9} \cdot 23{,}5$$

79-99-76-50
(2.2)

оцен	10	20	19+5	20+5	12
подп	Соколовская	Вохмин	Голубев	Банько	Лубенченко

№ 91 Девяносто один
Алюхин

Чистовик.

№ 3.3.2.

$P_m = I^2 R \Rightarrow I^2 = \frac{P_m}{R} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P_m}{R}}$

Напряжение на конденсаторе:

$U = IR = \sqrt{\frac{P_m}{R}}\, R = \sqrt{P_m R}$

Тогда электрическое поле, создаваемое одной пластиной:

$E_1 = \frac{U}{d} = \frac{\sqrt{P_m R}}{d}$

Суммарное ЭП в конденсаторе: это следует из слов „max возможное...“

$E_0 = 2E_1 = \frac{2\sqrt{P_m R}}{d}$

При этом $E_0 = Bv$ (угол между $\vec{B}$ и $\vec{v}$ равен $90° \Rightarrow$ $\Rightarrow \sin 90° = 1$ можно не писать) - из равенства электрической силы ($F_э = qE_0$) и силы Лоренца ($F_л = qvB\sin\alpha$, в нашем случае $\alpha = 90°$). Значит:

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

$$= \frac{2 \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-4}}}{4 \cdot 10^{-2}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot \cancel{10^{-2}}}{4 \cdot \cancel{10^{-2}}} = \frac{4}{4} = 1 \text{ Тл}.$$

Ответ: модуль индукции B в данной системе равен $B = 1$ Тл.

~~№ 1.3.7.~~

№ 2.3.2.

Часть воды из смеси испарилась, а часть превратилась в лёд. Можно сказать, что у испарённой воды давление должно быть $p_{нас}$. При этом с хорошей точностью можно считать, что дополнительно энергия ниоткуда не бралась $\Rightarrow Q_к + Q_п = 0$ ($Q_к < 0$, $Q_п > 0$) или $|Q_к| = |Q_п|$.

$|Q_к| = \lambda_к \Delta m$, $|Q_п| = r_п m_п$; $\lambda_к \Delta m = r_п m_п \Rightarrow m_п = \frac{\lambda_к}{r_п} \Delta m$

Тогда количество моль испарённой воды:

$\nu = \frac{m_п}{M_в} = \frac{m_п}{M} = \frac{\lambda_к \Delta m}{M r_п}$

Чистовик.

№2.3.2. (продолжение)

Тогда, если объём комнаты V, то:

$p_{нас} V = \nu RT$, где $T = 0°C = 273\ °K$.

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

$$= \frac{3,3\cdot10^5 \cdot 1 \cdot 8,3\cdot 273}{18\cdot10^{-3}\cdot 2,3\cdot10^6\cdot 611} = \frac{3,3\cdot8,3\cdot273}{18\cdot2,3\cdot611\cdot10^{-2}} =$$

$$= \frac{33\cdot83\cdot273}{18\cdot611\cdot2,3} = \frac{11\cdot83\cdot273}{6\cdot611\cdot2,3} = \frac{11\cdot83\cdot91}{2\cdot611\cdot2,3} = \frac{11\cdot83\cdot7\cdot\cancel{13}}{2\cdot\cancel{13}\cdot47\cdot2,3} =$$

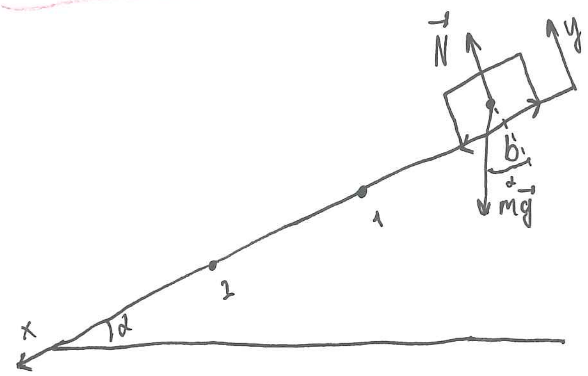
$$= \frac{11\cdot83\cdot7}{2\cdot47\cdot2,3} = \frac{11\cdot83\cdot70}{2\cdot47\cdot23} = \frac{11\cdot83\cdot70}{46\cdot47} = \frac{770\cdot83}{46\cdot47} = \frac{63910}{2162} \approx$$

$\approx 29,1\ м^3$.

Ответ: объём комнаты приблизительно равен $V \approx 29,1\ м^3$. 20б

* В данной задаче $r_п$ - удельная теплота испарения, нарисована криво, поэтому сначала писал как $\lambda_п$.

№1.5.2.



Фотоэлементы можно считать маленькими по сравнению с длиной бруска, т.е. они будут материальными точками.

Сначала рассмотрим силы, действующие на брусок. Введём СК xOy, как на рис. сверху. Тогда:

$\vec N + m\vec g = m\vec a$ ($\vec F_{тр} = \vec 0$, т.к. пов-ность гладкая)

Oy: $N - mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow N = mg\cos\alpha$

Ox: $mg\sin\alpha = ma_x \Rightarrow a_x = g\sin\alpha = Const \Rightarrow$ движение равноускоренное вдоль оси Ox

Введём переменные:

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик.

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

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

$$v_2 = v_1 + a\tau$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

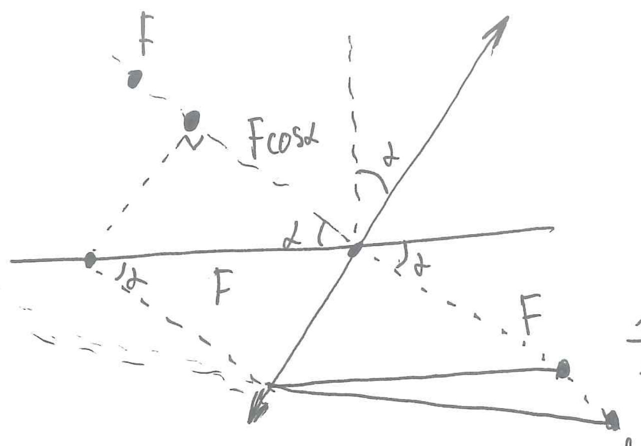
$$\sin\alpha = \frac{2b(\tau_1-\tau_2)}{g\tau_1\tau_2(\tau_2+2\tau-\tau_1)} = \frac{2\cdot0,1\cdot1}{10\cdot2\cdot1\cdot(1+1,02-2)} =$$

$$= \frac{0,2}{20\cdot0,02} = \frac{\cancel{0,2}}{2\cdot\cancel{0,2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30°$$

$$\frac{1-\frac{\sqrt3}{2}}{\left(2-\frac{\sqrt3}{2}\right)^2} = \frac{1-\frac{\sqrt3}{2}}{\frac{(4-\sqrt3)^2}{4}} = \frac{4-2\sqrt3}{16-8\sqrt3+3} = \frac{4-2\sqrt3}{19-8\sqrt3}$$

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

Черновик.



$$\frac{1}{d_1}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{F}$$

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

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

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

$$d_2=\frac{f_1}{\cos\alpha}+F=\frac{F}{1-\cos\alpha}+F=\frac{F+F(1-\cos\alpha)}{1-\cos\alpha}=$$

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

$$\frac{1}{d_2}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_2}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d_2}=\frac{1}{F}-\frac{1-\cos\alpha}{F(2-\cos\alpha)}=$$

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

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

$$f_2=F(2-\cos\alpha)$$

$$x=d_2+f_2=F\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}+F(2-\cos\alpha)=$$

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

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

~~V_1 - скорость бруска в тот момент, когда он только начинает~~

Чистовик.

№1.5.2. (продолжение)

V_1 - скорость бруска в момент, когда он только начинает перекрывать первый фотоэлемент;

V_2 - скорость бруска в момент, когда он только начинает перекрывать второй фотоэлемент;

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

Тогда можно записать:

(1) $V_1\tau_1+\frac{a\tau_1^2}{2}=b$

(2) $V_2\tau_2+\frac{a\tau_2^2}{2}=b$

(3) $V_2=V_1+a\tau$

Из (3) подставляем в (2):

$$(V_1+a\tau)\tau_2+\frac{a\tau_2^2}{2}=b=V_1\tau_1+\frac{a\tau_1^2}{2} \text{ (из (1))}$$

$$V_1\tau_2+a\tau\tau_2+\frac{a\tau_2^2}{2}=V_1\tau_1+\frac{a\tau_1^2}{2}$$

$$V_1(\tau_1-\tau_2)=\frac{a\tau_2^2}{2}+a\tau\tau_2-\frac{a\tau_1^2}{2}=\frac{a}{2}(\tau_2^2+2\tau\tau_2-\tau_1^2)$$

Отсюда: $V_1=\cancel{a(\tau_2^2+2a}=\frac{a(\tau_2^2+2\tau\tau_2-\tau_1^2)}{2(\tau_1-\tau_2)}$. Подставляем это в (1):

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

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

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

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

$$=\frac{2\cdot0{,}1\cdot(2-1)}{10\cdot2\cdot1\cdot(1+2\cdot0{,}51-2)}=\frac{0{,}2\cdot1}{20\cdot(1{,}02-1)}=\frac{0{,}2}{20\cdot0{,}02}=\frac{1}{2}$$

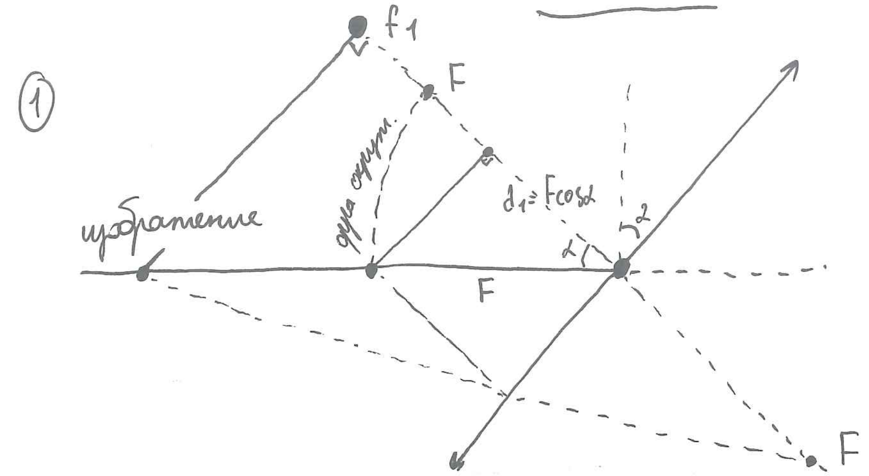
Чистовик.

№1.5.2. (продолжение).

т.к. $\alpha \in [0°; 90°]$ (из логики), то $\alpha = 30°$ ($\sin 30° = \frac{1}{2}$).
Ответ: поверхность, по которой соскальзывает брусок, образует с горизонтом угол $\alpha = 30° = \frac{\pi}{6}$ радиан.

№4.10.2.

①



Рассмотрим преломление в первой линзе (см. рис. выше). В начале, до поворота, источник света был в фокусе линзы. После поворота он уже не находится на расстоянии F от плоскости линзы – это расстояние $d_1 = F\cos\alpha$ (угол легко находится по рисунку, d_1 получается из прямоугольного Δ-ника). Видим, что $d_1 < F \Rightarrow$ изображение будет мнимым, причём оно будет лежать на оптической оси второй линзы *(последнее следует из построения: главная оптическая ось по фокусу является лучом, проходящим через оптический центр первой линзы $\Rightarrow$ когда строим изображение, проводим ещё один луч, ||-ный „новой" оптической оси первой линзы и ищем пересечение с оптической осью второй линзы / лучом $\Rightarrow$ изображение лежит

Черновик.

$$q_0 = C_0 U_0$$

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{\varepsilon_0 l^2}{d} \Rightarrow q_0 = \frac{\varepsilon_0 l^2 U_0}{d}$$

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S_1}{d} = \frac{\varepsilon_0 l x}{d}; \quad C_2 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S_2}{d} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l(l-x)}{d}$$

$$C_k = C_1 + C_2 = \frac{\varepsilon_0 l x}{d} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l(l-x)}{d} = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(x + \varepsilon l - \varepsilon x) = \frac{\varepsilon_0 l(\varepsilon l - (\varepsilon-1)x)}{d}$$

$$\cancel{E_k = \frac{q_0^2}{2C_k} = \frac{\frac{\varepsilon_0 l^2 U_0}{d}}{\frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - (\varepsilon-1)x)} = \frac{U_0 l}{\varepsilon l - (\varepsilon-1)x}}$$

$$E_0 = \frac{q_0^2}{2C_0} + \frac{mv^2}{2} =$$

$$E_k = \frac{q_0^2}{2C_k} = \frac{\frac{\varepsilon_0^2 l^4 U_0^2}{d^2}}{2\frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - (\varepsilon-1)x)} = \frac{\frac{\varepsilon_0^2 l^4 U_0^2}{d^2}\cdot\frac{d}{\varepsilon_0 l}}{2(\varepsilon l - (\varepsilon-1)x)} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d(\varepsilon l - (\varepsilon-1)x)}$$

$$E_0 = \frac{C_0 U_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 l^2 U_0^2}{2d} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d(\varepsilon l - (\varepsilon-1)x)} - \frac{\varepsilon_0 l^2 U_0^2}{2d} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2d}\left(\frac{l}{\varepsilon l - (\varepsilon-1)x} - 1\right) = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2d}\cdot\frac{l - \varepsilon l + (\varepsilon-1)x}{\varepsilon l - (\varepsilon-1)x} = \frac{m\dot{x}^2}{2}$$

Черновик.

$q_0 = C_0 U_0 = \frac{\varepsilon_0 l^2}{d} U_0 = \frac{\varepsilon_0 U_0 l^2}{d}$

1) $E_0 = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2\frac{\varepsilon\varepsilon_0 l^2}{d}} = \frac{\frac{\varepsilon_0^2 U_0^2 l^4}{d^2}\cdot \cancel{d}}{2\varepsilon\varepsilon_0 l^2} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^{2}}{2\varepsilon d} =$

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

$E_n = \frac{q_0^2}{2C_{np}} = \frac{\frac{\varepsilon_0^2 U_0^2 l^4}{d^2}\cdot \cancel{d}}{2\cdot\varepsilon_0 l(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d(\varepsilon l - (\varepsilon-1)x)}$

$C_{np} = \frac{\varepsilon_0 l x}{d} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l(l-x)}{d} = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(x+\varepsilon l - \varepsilon x) = \frac{\varepsilon_0 l(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)}{d}$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)} - \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2\varepsilon d} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2d}\left(\frac{l}{\varepsilon l-(\varepsilon-1)x} - \frac{1}{\varepsilon}\right) =$

$= \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2d}\left(\frac{\cancel{\varepsilon l} - \cancel{\varepsilon l} + (\varepsilon-1)x}{\varepsilon(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)}\right) \approx \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2d}\cdot\frac{(\varepsilon-1)x}{\varepsilon^2 l} =$

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

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

$\frac{В^2\cdot м}{кг} = \frac{м^2}{с^2}$

$\frac{\frac{Ф}{м}\cdot В^2\cdot м}{кг} = \frac{В^2}{кг}\cdot\frac{м}{с^2}$

$= \frac{Ф\cdot В^2}{кг}\cdot\frac{м^2}{с^2}$

$В^2 = кг\cdot\frac{м}{с^2} = Н$

$Ф\cdot В^2 = Дж$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

79-99-76-50 (2.2)

Чистовик.

№4. 10.2 (продолжение).

на главной оптической оси второй линзы.
По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{d_1} + \left(-\frac{1}{f_1}\right) = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$ – т.к. изображение мнимое слагаемое $\frac{1}{f_1}$ берётся с минусом

$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{F-d_1}{Fd_1} \Rightarrow f_1 = \frac{Fd_1}{F-d_1} = \frac{\cancel{F}\cdot F\cos\alpha}{\cancel{F}-\cancel{F}\cos\alpha} =$

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

f_1 – это расстояние от изображения до плоскости первой линзы (обозначено 2-мя точками • на рис. на предыдущем листе). Тогда расстояние от изображения от первой линзы до плоскости второй линзы:

$d_2 = \frac{f_1}{\cos\alpha} + F = F\frac{1}{1-\cos\alpha} + F = F\frac{1+1-\cos\alpha}{1-\cos\alpha} = F\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

По аналогичным рассуждениям (см. *) изображение от второй линзы также будет лежать на её главной оптической оси. По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{d_2}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}-\frac{1}{d_2} = \frac{d_2-F}{Fd_2} \Rightarrow f_2 = \frac{Fd_2}{-F+d_2} =$

$= \frac{\cancel{F}\cdot F\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}}{-\cancel{F}+\cancel{F}\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}} = F\frac{\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}}{\frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}-1} = F\frac{2-\cos\alpha}{2-\cancel{\cos\alpha}-1+\cancel{\cos\alpha}} =$

$= F(2-\cos\alpha)$

Тогда расстояние между источником света и его изображением в системе линз:

$x = 2F + f_2 = 2F + F(2-\cos\alpha) = (4-\cos\alpha)F \Rightarrow F =$

$= \frac{x}{4-\cos\alpha} = \frac{23{,}5}{4-\frac{\sqrt3}{2}} = \frac{23{,}5\cdot 2}{8-\sqrt3} = \frac{47}{8-\sqrt3}$ см.

Ответ: фокусное расстояние линз равно $F = \frac{47}{8-\sqrt3}$ см.

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

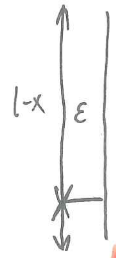
Чистовик.

№5.2.2.

Заряд конденсатора не будет меняться ни при каких условиях.

$q_0 = C_0 U_0 = \frac{\varepsilon_0 S_0}{d} U_0 = \frac{\varepsilon_0 l^2}{d} U_0$

При отодвигании получаем 2 ||-но соединённых конденсатора:



$E_0 = \frac{q_0^2}{2C_н}$

$C_н = C_\varepsilon + C_{без\ \varepsilon} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l(l-x)}{d} + \frac{\varepsilon_0 l x}{d} = \frac{\varepsilon_0 l(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)}{d}$

1.2

$E_0 = \frac{\frac{\varepsilon_0^2 l^4 U_0^2}{d^2}\cdot d}{2\varepsilon_0 l(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)}$

$E_K = \frac{q_0^2}{2C_K} + \frac{mV_x^2}{2}$

$C_K = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l^2}{d} \Rightarrow E_K = \frac{\frac{\varepsilon_0^2 l^4 U_0^2}{d^2}\cdot d}{2\varepsilon\varepsilon_0 l^2} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2\varepsilon d} + \frac{mV_x^2}{2}$

$E_0 = E_K \Rightarrow \frac{mV_x^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2d}\left(\frac{l}{\varepsilon l-(\varepsilon-1)x} - \frac{1}{\varepsilon}\right) =$

$= \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2d}\cdot\frac{\varepsilon l - \varepsilon l + (\varepsilon-1)x}{\varepsilon(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)} \approx \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^2}{2d}\cdot\frac{(\varepsilon-1)x}{\varepsilon^2 l} =$

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

Отсюда $V_x^2 = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l(\varepsilon-1)}{\varepsilon^2 m x d}x^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)U_0^2 l}{\varepsilon^2 m x d} \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{\omega^2} \Rightarrow \omega^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)U_0^2 l}{\varepsilon^2 m x d} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ получаем массу m: $m = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)U_0^2 l T^2}{4\pi^2\varepsilon^2 x d} =$

$= \frac{9\cdot10^{-12}\cdot3\cdot10^4\cdot0{,}2\cdot(4{,}35)^2}{4\pi^2\cdot16\cdot0{,}1\cdot10^{-3}\cdot10^{-3}} = \frac{27\cdot10^{-8}\cdot0{,}2\cdot(4{,}35)^2}{4\pi^2\cdot16\cdot10^{-7}} =$

$= \frac{54\cdot(4{,}35)^2\cdot10^{-9}}{64\pi^2\cdot10^{-7}} = \frac{54\cdot(4{,}35)^2}{64\pi^2}\cdot10^{-2}$ кг $= \frac{540\cdot(4{,}35)^2}{64\pi^2}$ г $=$

$= \frac{270\cdot(4{,}35)^2}{32\pi^2}$ г $= \frac{135\cdot(4{,}35)^2}{16\pi^2}$ г.

Ответ: масса диэлектрической пластины равна $m = \frac{135\cdot(4{,}35)^2}{16\pi^2}$ грамм.

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик.

$E_0 = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x_0)}$

$E_x = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d(\varepsilon l-(\varepsilon-1)x)} + \frac{mV_x^2}{2} = E_0$

$\frac{mV_x^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d}\cdot\left(\frac{1}{\varepsilon l-(\varepsilon-1)x_0} - \frac{1}{\varepsilon l-(\varepsilon-1)x}\right) =$

$= \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l^3}{2d}\cdot\frac{(\varepsilon-1)(x_0-x)}{\varepsilon l\cdot\varepsilon l} = \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l}{2\varepsilon^2 d}\cdot(\varepsilon-1)(x_0-x) =$

$= \frac{\varepsilon_0 U_0^2 l(\varepsilon-1)}{2\varepsilon^2 d}(x_0-x)$

$\frac{mV_x^2}{2} + \frac{\varepsilon_0 U_0^2(\varepsilon-1)l}{2\varepsilon^2 d}x = \frac{\varepsilon_0 U_0^2(\varepsilon-1)}{2\varepsilon^2 d}x_0$

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

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

$=$

$\frac{\frac{Ф}{м}\cdot В^2\cdot м}{м}\cdot м = \frac{Ф\cdot В^2}{м^2} = \frac{Дж}{м}$

$\frac{Кл\cdot м}{м^2} = Кл\cdot\frac{м}{4\cdot с^2}\cdot м = Кл\cdot\frac{м^3}{с^2}$

$\frac{\frac{Ф}{м}\cdot В^2\cdot м}{м^2} = \frac{Ф\cdot В^2}{м^2} = \frac{Дж}{м^2} = \frac{Н}{м} =$

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