



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

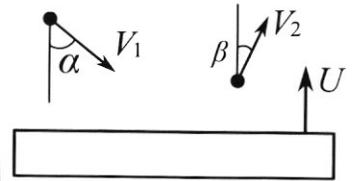
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью  $U$  вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость  $V_1 = 8$  м/с, направленную под углом  $\alpha$  ( $\sin \alpha = \frac{3}{4}$ ) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью  $V_2$ , составляющей угол  $\beta$  ( $\sin \beta = \frac{1}{2}$ ) с вертикалью.



1) Найти скорость  $V_2$ .

2) Найти возможные значения скорости плиты  $U$  при таком неупругом ударе.

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

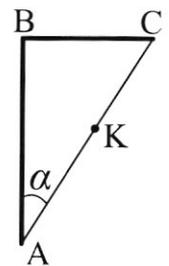
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве  $\nu = 3/7$  моль. Начальная температура азота  $T_1 = 300$  К, а кислорода  $T_2 = 500$  К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме  $C_V = 5R/2$ .  $R = 8,31$  Дж/(моль К).

1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

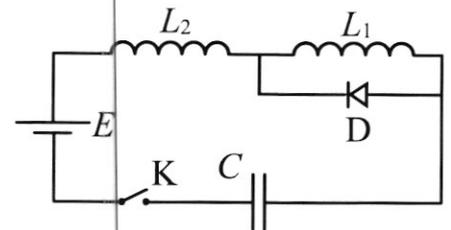
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол  $\alpha = \pi/4$ . Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда  $\sigma_1 = 2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ , соответственно. Угол  $\alpha = \pi/7$ . Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС  $E$ , катушек с индуктивностями  $L_1 = 2L$ ,  $L_2 = L$ , конденсатора емкостью  $C$ , диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в  $L_1$ .

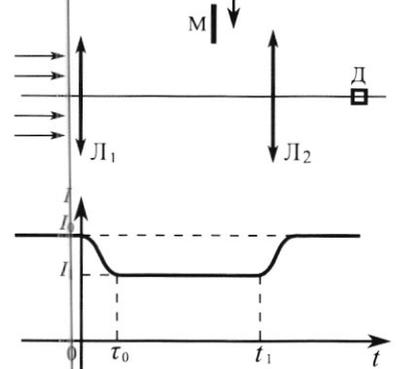


1) Найти период  $T$  этих колебаний.

2) Найти максимальный ток  $I_{M1}$ , текущий через катушку  $L_1$ .

3) Найти максимальный ток  $I_{M2}$ , текущий через катушку  $L_2$ .

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз  $L_1$  и  $L_2$  (см. рис.) с фокусным расстоянием  $F_0$  у каждой. Расстояние между линзами  $3F_0$ . Диаметры линз одинаковы и равны  $D$ , причем  $D$  значительно меньше  $F_0$ . На линзу  $L_1$  падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии  $2F_0$  от  $L_1$ . На рисунке показана зависимость тока  $I$  фотодетектора от времени  $t$  (секундомер включен в момент начала уменьшения тока).  $I_1 = 3I_0/4$ .



1) Найти расстояние между линзой  $L_2$  и фотодетектором.

2) Определить скорость  $V$  движения мишени. 3) Определить  $t_1$ .

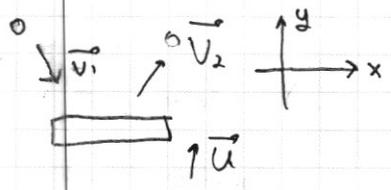
Известными считать величины  $F_0$ ,  $D$ ,  $\tau_0$ .



1) И.и. шита гладкая, горизонтальная поверхность  
 импульса и скорости шара не изменится и не будет  
 зависеть от упругости удара.

$$V_1 \cdot \sin \alpha = V_2 \cdot \sin \beta$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{8 \cdot 3 \cdot 2}{4} = 12 \text{ м/с}$$



2) В системе отсчёта пластины, если удар близок к  
 абсолютно упругому:

$m V'_{1y} = -m V'_{2y}$  - сохранение импульса шара, где  $m$  -  
 его масса,  $V'_{1y}$  и  $V'_{2y}$  - проекции на ось  $y$   $V_1$  и  $V_2$   
 в С.О. пластины

$$|V'_{1y}| = |V'_{2y}|$$

$$|V'_{1y}| = V_{1y} + u \quad |V'_{2y}| = V_{2y} - u \Rightarrow u = \frac{V_{2y} - V_{1y}}{2}$$

Чем менее упругий удар, тем меньше  $|V'_{2y}|$ .  $|V'_{2y}| \in$   
 $\in (0; |V'_{1y}|)$ .  $u \in (-\frac{V_{2y}}{2}; \frac{V_{2y} - V_{1y}}{2})$  (при  $u < 0$  считаем,  
 что пластина движется  
 вправо)

$$V_{1y} =$$

если удар близок к абс. упруг -  
 ? С.О. пластины

2) В системе отсчёта пластины по ? С.О. пластины  
 $m V'_{1y} = -m V'_{2y}$ ,  $m$  - масса шара,  $V'_{1y}$ ,  $V'_{2y}$  -  
 проекции  $V_1$  и  $V_2$  на  $y$  в С.О. пластины

$$|V'_{1y}| = |V'_{2y}| \quad |V'_{1y}| = V_{1y} + u \quad |V'_{2y}| = |V_{2y}| - u$$

$$u = \frac{V_{2y} - V_{1y}}{2}$$

Чем менее упругий удар, тем меньше  $|V'_{2y}|$ .  $|V'_{2y}| \in$   
 $\in (0; |V'_{1y}|)$ .  $u \in (-V_{1y}; \frac{V_{2y} - V_{1y}}{2})$  (при  $u < 0$  пласт  
 шина движется влево). продолжение на листе 6

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Если  $\frac{I_1}{I_0} = \frac{3}{4}$ , то тогда  $S_{\text{ш}} = \frac{1}{4} S_{\text{л}}$ , т.к. интенсивность  
равномерно распределена по площади.

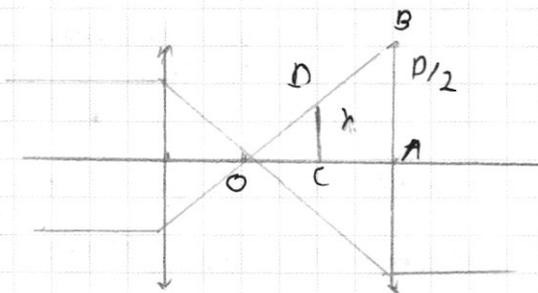
$$S_{\text{ш}} = \pi r^2; S_{\text{л}} = \pi R^2, R - \text{радиус линзы} = \frac{D}{2}$$

$$\frac{r^2}{R^2} = \frac{1}{4} \quad \frac{r}{R} = \frac{1}{2}$$

В  $t = 0$  линза начала выходить в угол света,  
а в  $t = \tau_0$  закончилась. В  $t = \tau_0$  она прошла  $2r = \frac{D}{2}$  (=k)

$$V = \frac{D}{2\tau_0}$$

3) В  $t \in [\tau_0; \tau_1]$  линза  $M$  находится в углу.



Найдём  $h = OC$  - раст. от точки  
входа линзы  $M$  в угол до опт. ос.

$\triangle ODC \sim \triangle OAB$  по 2 углам,

$$\frac{AO}{OC} = 2 = \frac{AB}{DC} \Rightarrow DC = \frac{R}{2} = r$$

Тогда за  $\tau_1 - \tau_0$  линза прошла  $\frac{R}{2}$ ;  $\tau_1 = \tau_0 + \frac{R}{2V} =$

$$= \tau_0 + \frac{D \cdot 2\tau_0}{4 \cdot D} = \tau_0 + \frac{\tau_0}{2} = 1,5\tau_0$$

Ответ: 1)  $2F_0$  2)  $\frac{D}{2\tau_0}$  3)  $1,5\tau_0$ .

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В эти моменты  $V_{из} = V_1 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{8 \cdot \sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7}$

$V_{из} = V_2 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{12 \cdot \sqrt{7}}{2} = 6\sqrt{7}$

Ответ: 1)  $12 \text{ м/с}$  2)  $U \in (-2\sqrt{7}; 3\sqrt{7} - \sqrt{7}) \text{ м/с}$  (или  $50;$   
 $3\sqrt{7} - \sqrt{7}$ ) <sup>м/с</sup> если ~~траектория~~ не может двигаться вниз).

и 2)

1) Ур-е Менделеева - Клапейрона для газов

$P_1 V_1 = \nu R T_1$ ;  $P_2 V_2 = \nu R T_2$  ( $P_1, V_1$  - у азота,  $P_2, V_2$  -

газление и объём кислорода)

$P_1 = P_2$ , т.к. поршень движется почти без ускорения.

Разделим одно ур-е на другое, получим

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5} = 0,6$

2) Запишем закон сохранения энергии

$\frac{5}{2} (\nu R T_1 + \nu R T_2) = \frac{5}{2} \nu R (\nu_1 + \nu_2) T_0$   $T_0$  - температура.

пура в конце.  $\frac{5}{2}$  т.к.  $Q_V = \nu \Delta T C_V = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$ .

В ЗСЭ не совершена работа по перемещению поршня

т.к.  $A_{изл} + A_{азота} = 0$

↓

$\nu (T_1 + T_2) = 2 \nu T_0$  (т.к.  $\nu_1 = \nu_2 = \nu$ ).

$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400 \text{ К}$

3) Из 2)  $\frac{5}{2} (\nu R T_1 + \nu R T_2) = \frac{2 \cdot 5}{2} \nu R T_0$

$\nu R T_1 + \nu R T_2 = 2 \nu R T_0$   $PV = \nu RT$ ,

$P_1 V_1 + P_2 V_2 = 2 P_0 V_0$ , но из 1)  $P_1 = P_2 = P'$   
 $V_0$  - общий объём

$P'(V_1+V_2) = 2P_0V_0$ ;  $V_1+V_2=V_0 \Rightarrow P'=P_0$ . Процесс изобарный

$$Q = \Delta U + A, \quad A = P_0 \Delta V = P_0 \left( \frac{1}{2} - \frac{3}{8} \right) V = \frac{1}{8} \nu R (T_0 - T_1) =$$

$$= \frac{1}{8} \cdot \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 100 = \frac{3 \cdot 831}{8 \cdot 2} \text{ Дж}$$

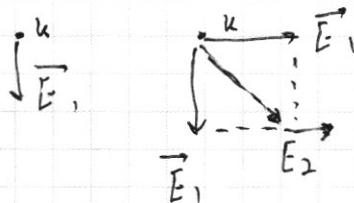
$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5 \cdot 3 \cdot 831}{2 \cdot 2}$$

$$Q = \frac{831 \cdot 3}{2 \cdot 2} \left( 5 + \frac{1}{4} \right) = \frac{117 \cdot 3 \cdot 21}{2} = \frac{831 \cdot 3 \cdot 21}{2 \cdot 4} \approx 312 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) 0,6 2) 400 К 3) 312 Дж.

№3

1) Вблизи бесконечной пластины поле однородно,  $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$   
 Если добавим ещё одну пластину, то  $\vec{E}_2 = \sqrt{E_1^2 + E_1^2} =$   
 $= \sqrt{2} E_1$



2) Аналогично  $E_2 = \sqrt{E_0^2 + E_1^2} = \sqrt{E_0^2 + 4E_0^2} = \sqrt{5} E_0 = \sqrt{5} \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

Ответ: 1)  $\sqrt{2}$  2)  $\sqrt{5} \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ .

№4

Найдём индуктивность  $L_0$  эквивалентной катушки  
 пока дуга закрыта:  $\varphi = L \vec{I}$ ;  $C_0 = C_1 + C_2$ ;  $L_0 \vec{I} = \vec{I} (L_1 + L_2)$   
 $L_0 = L_1 + L_2$

1) При  $\vec{I} = 0$  в цепи будет меняться составные дуга и  
 индуктивность. Правую катушку индуктивность  $L_2$ ,  
 а левую -  $L_1 + L_2$ .  $T = T_1 + T_2$ ;  $T_1 = \frac{2\pi \sqrt{LC}}{2}$ ;  $T_2 = \frac{2\pi \sqrt{(L_1+L_2)C}}{2}$   
 $T = \pi \sqrt{LC} + \sqrt{(L_1+L_2)C}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) В этот момент возникли гармонические колебания, «поло-  
менное равновесие» - тогда  $U_C$  (напряжение на конден-  
саторе) =  $\epsilon$ , тогда  $U_{C \max} = 2\epsilon$ .

По ЗСЭ:  $W_{C \max} = W_{L \max}$ , (и диод закрыт)

Если ток  $\hat{I}$  течёт через  $L_1$ , то он течёт и  
через  $L_2$ .  $W_L = \frac{L_1 \hat{I}_{L1}^2}{2} = \frac{L_2 \hat{I}_{L2}^2}{2} = \frac{\hat{I}_{L1}^2}{2} (L_1 + L_2)$

$$\frac{\hat{I}_{L1}^2}{2} (L_1 + L_2) = \frac{C U_{\max}^2}{2} = \frac{C \epsilon^2}{2}; \hat{I}_{L1} = 2\epsilon \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}}$$

3) В этот момент диод открыт,  $\hat{I}_{L1} = 0$ ;

$$W_L = \frac{L_2 \hat{I}_{L2}^2}{2}; \frac{L_2 \hat{I}_{L2}^2}{2} = \frac{C \epsilon^2}{2}; \hat{I}_{L2} = 2\epsilon \sqrt{\frac{C}{L_2}}$$

Ответ: 1)  $T = \pi (\sqrt{LC} + \sqrt{(L_1 + L_2)C})$  2)  $2\epsilon \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}}$

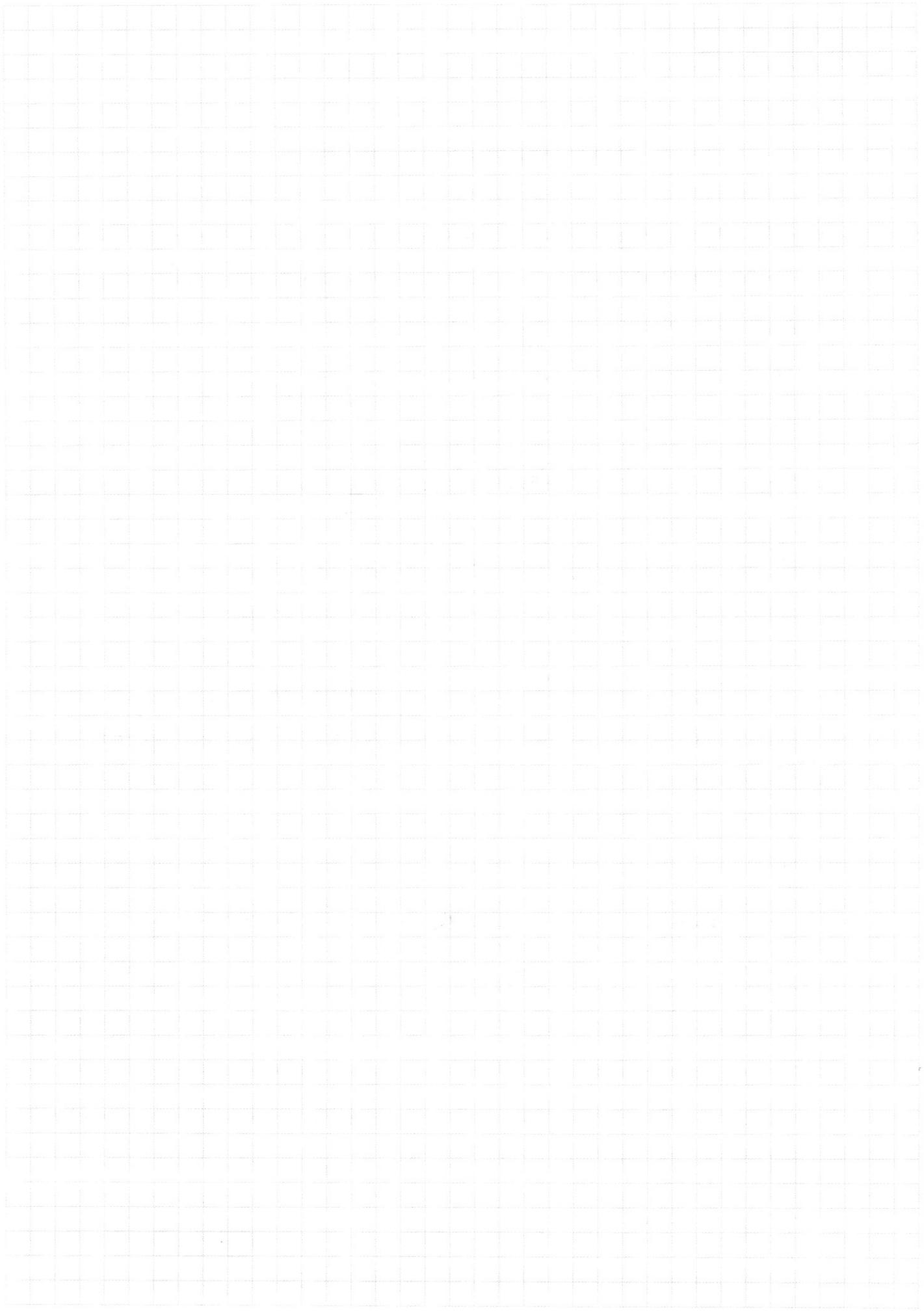
3)  $2\epsilon \sqrt{\frac{C}{L_2}}$ .

и 5

1)  $L_1$  фокусирует лучи параллельно оси в  
фокусе. Это двойной фокус  $L_2$ . Если в двойном  
фокусе  $2F$  поставит точечный источник света, то  
его изображение появится на расстоянии  $\nu$  от  
линзы:  $\frac{1}{2F} + \frac{1}{\nu} = \frac{1}{F}$ ;  $\nu = 2F$ . Значит, фокусом  
станет на  $2F$  от  $L_2$ , т.е. по усл. свет на нём  
сфокусируется.



~~$\frac{1}{2F} + \frac{1}{\nu} = \frac{1}{F}$~~   
 ~~$\nu = 2F$~~   
 ~~$\frac{1}{2F} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F}$~~



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)

~1 (треугольник)

Значит,  $u \in \left( \frac{V_{2y} - V_{1y}}{2}; V_{2y} \right)$ .

$$V_{1y} = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \cdot V_1 = \frac{8 \cdot \sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7} \text{ м/с}$$

$$V_{2y} = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot V_2 = \frac{12\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3} \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 12 м/с    2)  $u \in (3\sqrt{3} - \sqrt{7}; 6\sqrt{3})$  м/с.

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{V_1 \cos \theta}{V_1 \sin \theta} =$  *Чем меньше угол, тем*

$V_2' \rightarrow 0$ , *тогда*  $U \in \left( \frac{V_{2y} - V_{1y}}{2}; V_{2y} \right)$ .

$V_{1y} + U = V_{2y} - U$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

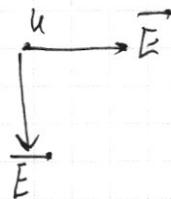
№3

1)  $\vec{E} = \frac{\vec{b}}{2\epsilon_0}$

было:



стало:



Значит, ~~т.к. А равноудалена, в  $\sqrt{2}$  раза~~ т.ч. ~~вдоль~~  
зи бесконечно ~~равнозарядности~~ <sup>мерно</sup> заряженные пластины  
теле однородно, в  $\sqrt{2}$ . ( $\vec{E}_2 = \sqrt{2} \vec{E}$ )

2) Аналогично  $E_2 = \sqrt{E^2 + 4E^2} = \sqrt{5} E = \sqrt{5} \frac{b}{2\epsilon_0}$

№4

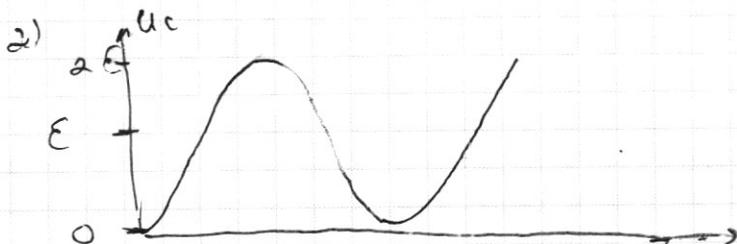
$L \ll r = L$   $\vec{L}_0 = \vec{L}_1 + \vec{L}_2$

$L_0 = L_1 + L_2$

1) Велocities периода будет индивидуальность  $L$ , а  
периоду -  $L_1 + L_2$

$T = T_1 + T_2$ ;  $T_1 = \frac{2\pi\sqrt{L}C}{2}$   $T_2 = \frac{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}{2}$

$T = \pi (\sqrt{L}C + \sqrt{(L_1+L_2)C})$



$U_{C \max} = 2E$

$W_{C \max} = k E W_{C \max}$

Если через  $L_1$  пойдёт  
макс, то  $U$  через  $L_2$

перем мек  $\bar{I}$ .  $\epsilon_k = \frac{L_1 \bar{I}^2}{2} + \frac{L_2 \bar{I}^2}{2} = \frac{\bar{I}^2}{2} (L_1 + L_2)$

$$\frac{\bar{I}^2}{2} (L_1 + L_2) = \frac{CU^2}{2} = \frac{4CE^2}{2} = 2CE^2 \quad | \cdot 2$$

$$\bar{I}^2 (L_1 + L_2) = 4CE^2 \quad ; \quad \bar{I} = \epsilon \sqrt{\frac{4C}{L_1 + L_2}} = 2\epsilon \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}}$$

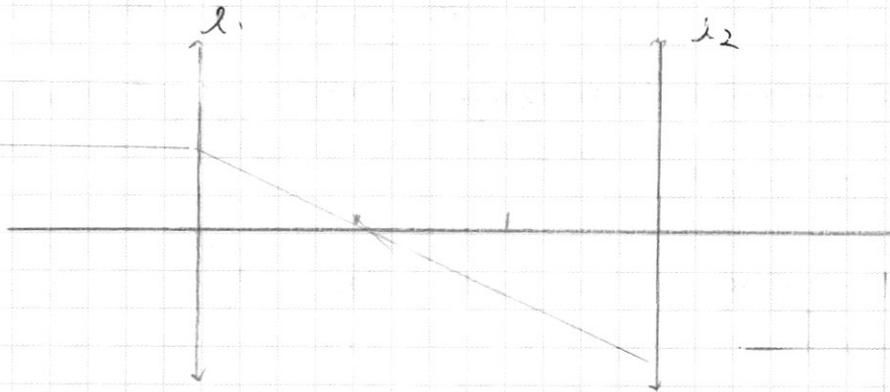
3)

теперь дуга будет открыта,  $\bar{I}_{L_1} = 0$

$$\epsilon_k = \frac{L_2 \bar{I}^2}{2} = \frac{CU^2}{2} \quad L_2 \bar{I}^2 = 4CE^2$$

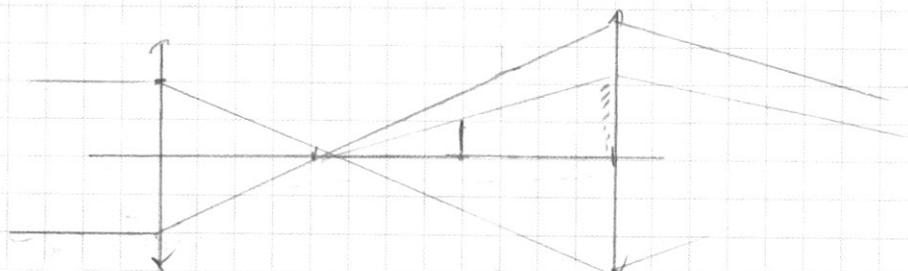
$$\bar{I} = 2\epsilon \sqrt{\frac{C}{L_2}}$$

5



$\bar{I}$  формирует лучи параллельные оптике в фокусе. Это двойной фокус  $L_2$ . Если в двойном фокусе поставить источник света, то его изображение также появится на расстоянии  $2F$  от линзы:

$\frac{1}{2F} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{F}$   $\infty = 2F$ . Значит, фокусометр ставит на  $2F$ , т.е. свет на нем сфокусируется.



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

а) м.к. мита мажале, горизонтальная таялуе  
скарати мого саракатле (ома не зависи от  
упругости удара). До удара  $V_2 = V_1 \sin \alpha$ , после -  $V_2 \sin \beta$

$$V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta$$

$$V_2 = \frac{V_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{8 \cdot \frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 12 \text{ мкс}$$

б) в со импульсы

$$m u (\cancel{V_{1x}} + V_{1y}) = m u (\cancel{V_{2x}} - V_{2y})$$

$|V_{1y}| = |V_{2y}|$  - необходимо найти массу  $u$ , чтобы

$$V_{1y} + u = V_{2y} - u ; \quad u = \frac{V_{2y} - V_{1y}}{2}$$

$$V_{1y} + u = 0$$

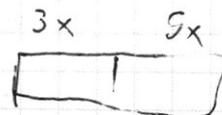
$$V_{1y} = V_1 \cdot \cos \alpha = V_1 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 8 \cdot \sqrt{\frac{16-9}{16}} = 8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7}$$

$$V_{2y} = V_2 \cdot \cos \beta = V_2 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{12 \cdot \sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$$

$$u = \frac{6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}}{2} = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$$

$$V_{2y} + u = 0 - u$$

$$u = -\frac{V_{1y}}{2}$$



$$V_{1y} + u = V_{2y} - u$$

$$pV = \nu RT \quad p_1 = p_2$$

$$p_1 V_1 = \nu RT_1$$

$$p_2 V_2 = \nu RT_2$$

$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{3} = 0.6$$

$$2) \text{ через } 3CE: \rightarrow \frac{5}{2} (\nu R T_1 + \nu R T_2) = \frac{5}{2} \nu R (\nu_1 + \nu_2) R T_0$$

$$\frac{\nu T_1 + \nu T_2}{2} = 2 \nu T_0$$

$$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400 \text{ K}$$

$$\begin{array}{r} - 831 \text{ J} \\ 8 \quad | \quad 104 \text{ J} \\ \hline - 831 \\ 21 \\ \hline 140 \end{array}$$

$$3) \frac{5}{2} (\nu R T_1 + \nu R T_2) = \frac{5}{2} (\nu_1 + \nu_2) R T_0 + A_{\text{мех}} + A_{\text{азема}}$$

$$|A_{\text{мех}}| = |A_{\text{азема}}|$$

$$3) Q = \Delta U + A_{\text{азема}}$$

$$\times \frac{104}{3} \\ \hline 312$$

$$Q = \Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$pV = \nu RT \quad p = \frac{\nu RT}{V} \quad p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1} \quad p_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$$

$$\frac{300}{3} \cdot 8 = 800 \quad 400 \cdot 2 = 800$$

Пусть во время процесса ~~давление~~ температура одного из газов увеличилась в 2 раза:

$$p_{12} = \frac{\nu_2 R T_0}{V_0} \quad p_{22} = \frac{\nu_2 R T_0}{V_1}; \text{ но тогда}$$

$$\text{из (2)} \quad \frac{5}{2} (\nu R T_1 + \nu R T_2) = \frac{5}{2} 2 \nu R T_0$$

$$\nu R T_1 + \nu R T_2 = \nu R T_0 \quad ; \quad \nu R T = pV$$

$$p_1 V_1 + p_2 V_2 = 2 p_0 V_0 \quad \rightarrow \quad p_1 = p_2 \quad p (V_1 + V_2) = p_0 (2V_0)$$

$$p_1 V_1 + p_2 V_0 - p_2 V_1 = 2 p_0 V_0$$

$$p_1 V_1 + p_2 (2V_0 - V_1) = 2 p_0 V_0$$

$$V_1 + V_2 = 2V_0$$

$$p = p_0 - \text{изобара.}$$

В изот. равн  $\nu R T_1 = \nu R T_2 \Rightarrow V_1 = V_2$  - перемещение груза - находится посередине.  $V_{10} = \frac{3}{8} V_0$ ;  $V_{12} = \frac{1}{2} V_0$

$$\Delta V_1 = \frac{1}{8} V_0 \quad A = p_0 \cdot \frac{1}{8} V_0 = \frac{1}{8} \nu_2 R (T_0 - T_1) =$$

$$= \frac{1}{8} \cdot \frac{8}{7} \cdot 8,31 \cdot 100 = \frac{3 \cdot 831}{8 \cdot 7}$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5 \cdot 3}{2 \cdot 7} \cdot 831$$

$$Q = \frac{831 \cdot 3}{2 \cdot 7} (5+1) = \frac{831 \cdot 3 \cdot 6}{2 \cdot 7} = 351 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} - 831 \text{ J} \\ 7 \quad | \quad 7 \\ \hline 13 \\ 7 \\ \hline 51 \\ 49 \\ \hline - 20 \\ 14 \end{array}$$