

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

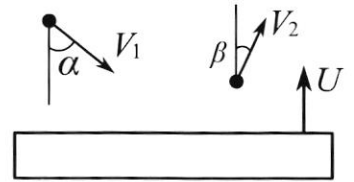
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 18$ м/с, направленную под углом α ($\sin \alpha = \frac{2}{3}$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = \frac{3}{5}$) с вертикалью.

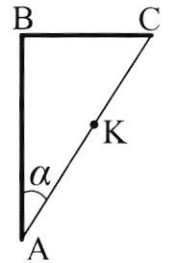


- 1) Найти скорость V_2 .
 - 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.
- Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона $T_1 = 320$ К, а криптона $T_2 = 400$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. $R = 8,31$ Дж/(моль К).

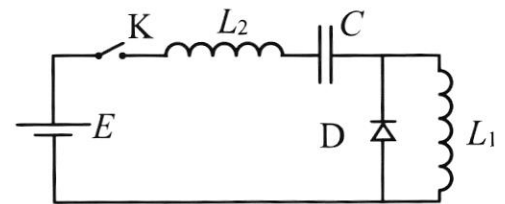
- 1) Найти отношение начальных объемов аргона и криптона.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

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.



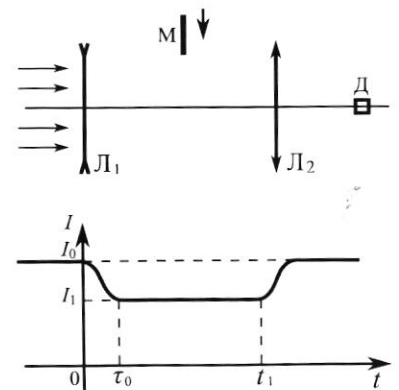
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. 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 $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C , диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2 .



- 1) Найти период T этих колебаний.
- 2) Найти максимальный ток I_{01} , текущий через катушку L_1 .
- 3) Найти максимальный ток I_{02} , текущий через катушку L_2 .

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз L_1 и L_2 (см. рис.) с фокусными расстояниями $-2F_0$ и F_0 , соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. 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 D , на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень M , плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии F_0 от L_1 . На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$



- 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 , τ_0 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$V = \frac{3}{5} \text{ моль}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$T_1 = 320 \text{ К}$$

$$T_2 = 400 \text{ К}$$

№ 2.
Решение:

1) Ур. Менделеева-Клапейрона. В обоих концах:

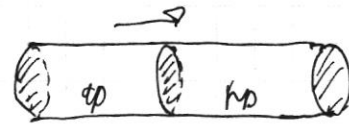
$$p_1 V_{\text{об}} = \nu R T_1$$

$$p_2 V_{\text{кв}} = \nu R T_2$$

отсюда:

$$p = \frac{\nu R T_1}{V_{\text{об}}}$$

$p_1 = p_2 = p$, т.к.: давление аргона и давление криптона
равны, т.к. поршень движется по трубе без трения!



$$\frac{\nu R T_1 V_{\text{кв}}}{V_{\text{об}}} = \nu R T_2$$

$$\frac{V_{\text{об}}}{V_{\text{кв}}} = \frac{T_1}{T_2} = 0,8$$

1) $\frac{V_{\text{об}}}{V_{\text{кв}}}$ - ?

2) T_3 - ?

3) Q - ?

2) температура установившаяся, давление аргона и криптона равно: ур. М-К:

$$p' V_{\text{об}} = \nu R T_3$$

$$p' V_{\text{кв}} = \nu R T_3$$

видно, что $V_{\text{об}} = V_{\text{кв}}$; $V_{\text{об}} + V_{\text{кв}} = V$ (V-объем всего цилиндра).

$$\Rightarrow V_{\text{об}} = V_{\text{кв}} = \frac{V}{2}$$

3) найдём Q , отдаённое криптоном, по модулю равное кал-бу теплотой, полученной аргоном. по 1 з. Первого начала:

$$Q = \Delta U_{\text{ар}} + A$$

$$Q = |\Delta U_{\text{кр}} - A|$$

$$\Delta U_{\text{ар}} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

$$\Delta U_{\text{кр}} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

приравняем Q , получим ΔU_i

$$A + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = |\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) - A|$$

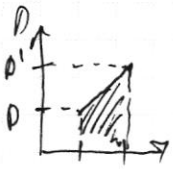
$$T_3 - T_1 = T_2 - T_3$$

$$T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{320 + 400}{2} = 360 \text{ К}$$

Handwritten signature

$$④ Q = \frac{3}{2} \nu R (\bar{T}_3 - \bar{T}_1) + A \quad \underline{A-?}$$

урава $p(V)$:



$$A = S_{\text{трапеции}}$$

$$A = \frac{p+p'}{2} \left(\frac{V}{2} - V_{\text{vap}} \right)$$

$$V_{\text{vap}} = \frac{V}{2} \quad A = \frac{1}{2} (p+p') \left(\frac{V}{2} - V_{\text{vap}} \right)$$

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{pV}{2} - pV_{\text{vap}} + \frac{p'V}{2} - p'V_{\text{vap}} \right)$$

из ур. мены. Кван. законная павел:

$$pV_{\text{vap}} = \nu R \bar{T}_1; \quad p' \frac{V}{2} = \nu R \bar{T}_3. \quad \text{тогда:}$$

$$A = \frac{1}{2} \left(\nu R (\bar{T}_3 - \bar{T}_1) + \frac{pV}{2} - p'V_{\text{vap}} \right)$$

из ур. мены. Кван. закон:

$$p = \frac{\nu R \bar{T}_1}{V_{\text{vap}}} \quad p' = \frac{\nu R \bar{T}_3}{\frac{V}{2}} \quad \text{тогда:}$$

$$A = \frac{1}{2} \left(\nu R (\bar{T}_3 - \bar{T}_1) + \frac{\nu R \bar{T}_1 V}{2 V_{\text{vap}}} - \frac{\nu R \bar{T}_3 \cdot 2 V_{\text{vap}}}{V} \right) \quad \text{РР}$$

$$V_{\text{vap}} + V_{\text{vap}} = V$$

$$V_{\text{vap}} \text{ из п. 1.} = \frac{5}{9} V_{\text{vap}}$$

$$V_{\text{vap}} = \frac{4}{9} V \quad \text{поэтому}$$

$$⑤ A = \frac{1}{2} \nu R \left(\bar{T}_3 - \bar{T}_1 + \frac{9}{8} \bar{T}_1 - \frac{8}{9} \bar{T}_3 \right)$$

$$A = \frac{1}{2} \nu R \left(\frac{1}{9} \bar{T}_3 + \frac{1}{8} \bar{T}_1 \right)$$

$$⑥ Q = \frac{3}{2} \nu R (\bar{T}_3 - \bar{T}_1) + \frac{1}{2} \nu R \left(\frac{1}{9} \bar{T}_3 + \frac{1}{8} \bar{T}_1 \right)$$

$$1080 - 960 + 40 + 40$$

$$Q = \frac{1}{2} \nu R \left(3 \bar{T}_3 - 3 \bar{T}_1 + \frac{1}{9} \bar{T}_3 + \frac{1}{8} \bar{T}_1 \right)$$

$$Q = \frac{3 \cdot 6,31 \cdot 200}{2 \cdot 5} \approx 500 \text{ Дж.}$$

ответ: ①: $\frac{A_{\text{vap}}}{V_{\text{vap}}} = 0,8$ ②: $\bar{T}_3 = 360 \text{ К}$;

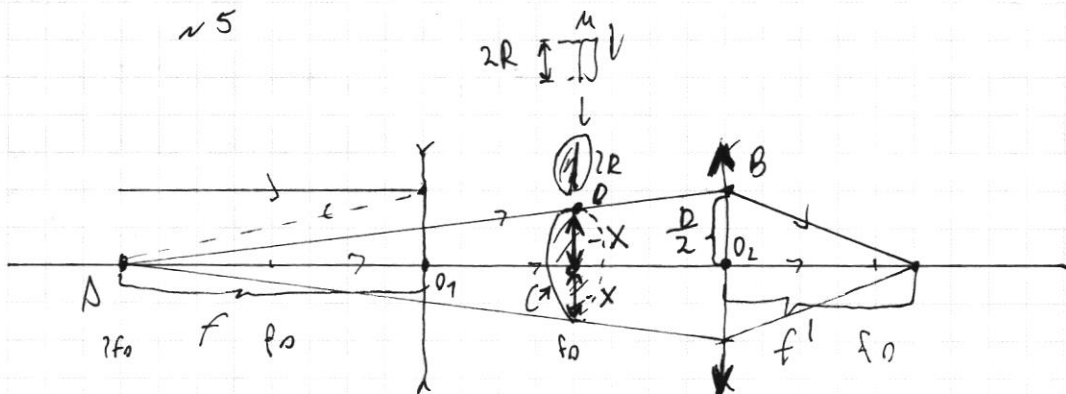
③: $Q = 500 \text{ Дж.}$

$$① \bar{T} = 2 \sqrt{\frac{N U}{2 C}} = 2 \sqrt{\frac{4 \pi \sqrt{U C}}{2 C}} \quad \text{НУ}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5

①



для рассеив. линзы: ф. мощной линзы:

$$-\frac{1}{2f_0} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

$$d = \infty \text{ (источник далеко)} \Rightarrow \frac{1}{d} = 0$$

$$-\frac{1}{2f_0} = -\frac{1}{f}$$

$$f = 2f_0$$

для собир. линзы:

$$\frac{1}{f_0} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{f'} \quad d' = f + 2f_0 = 4f_0$$

$$\frac{1}{4f_0} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{d'} \quad \text{② пусть } x \text{ - радиус}$$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{4f_0}$$

$$f' = \frac{4}{3}f_0$$

сечение пучка света
плоскости геометрии
ммметри.

рассм. $\triangle ABO_2$ и $\triangle ADO_2$ ($DO_2 = x$), $BO_2 = \frac{D}{2}$; $AO_2 = 4f_0$; $\angle C = 3f_0$

Они подобны (пучок света на $\triangle ABO_2$ отлучи, $\angle BO_2A = \angle DO_2A = 90^\circ$) \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{x}{\frac{D}{2}} = \frac{AC}{AO_2}; \quad x = \frac{3f_0 D}{4f_0 \cdot 2} = \frac{3D}{8} = x$$

④ R? отношение площадей света, попадающих

③ Пусть R - радиус ммметри, тогда её площадь $S = \pi R^2$.
за время t_0 , как выдоху градиента,
ммметрь полностью захватит в пучок света.

то есть: $2R = v \cdot t_0$; $v = \frac{2R}{t_0}$

$S_1 = \text{площадь сечения с радиусом } x = \pi x^2$

$S_2 = S_1 - S = \pi x^2 - \pi R^2$

пучка вектор до момента времени 0 и после t_0 , равны отношению токов в фотодетекторе:

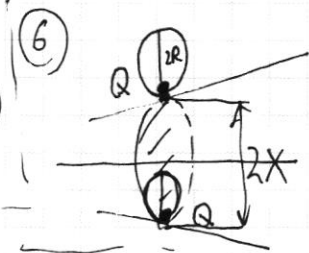
$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{I_0}{I_1}$$

тогда: $\frac{\pi x^2}{\pi x^2 - \pi R^2} = \frac{10.16}{7.70}$

$$7x^2 = 16x^2 - 16k^2 \quad ; \quad k^2 = \frac{9}{16}x^2 \quad ; \quad R = \frac{3}{4}x \quad ; \quad R = \frac{3 \cdot 3D}{4 \cdot 8} = \frac{9}{32}D$$

~~$R = \frac{3}{4}x$~~

$$(5) \quad v = \frac{2 \cdot 9 \cdot D}{20 \cdot 32 \cdot 16} = \frac{9}{16} \frac{D}{20}$$



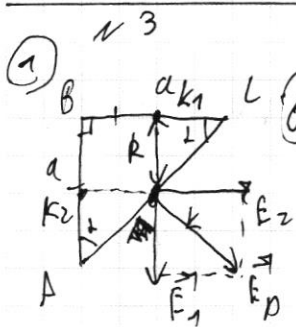
по графику; t_1 - время,
затраченное на движение
"ближе" минимизируется время
до центра "ближе" к началу.

$$t_1 = \frac{2x}{v} = \frac{2 \cdot \frac{9}{32} \cdot \frac{D}{20}}{\frac{9}{16} \frac{D}{20}}$$

$$t_1 = \frac{4}{3} t_0$$

Ответ: (1) $f' = \frac{4}{3} F_0$; (2) $v = \frac{9}{16} \frac{D}{20}$

(3) $t_1 = \frac{4}{3} t_0$



$\alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$; $\angle B = 90^\circ \Rightarrow AB = BC = a$.
Все параметры известны.

$$F_1 \text{ (напряженность, возбуждена пласт. BC)} = \frac{kQ_1}{R^2}$$

$$R = k k_1 = \frac{KB}{2} \text{ (ср. линия ABC)} = \frac{a}{2} \quad E_1 = \frac{4kQ_1}{a^2}$$

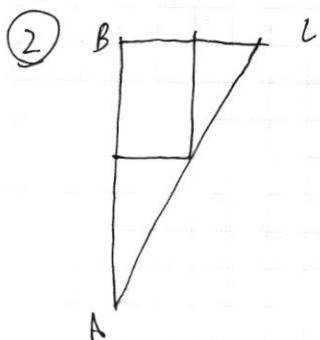
аналогично $E_2 = \frac{4kQ_2}{a^2}$; $Q_1 = Q_2$ ($\sigma_1 = \sigma_2$), $\Rightarrow E_1 = E_2$.

по принципу суперпозиции:

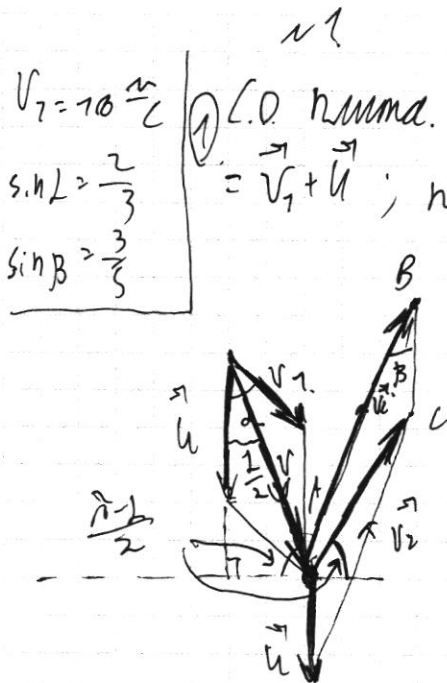
$$\vec{E}_p \text{ (результатирующая напряж.)} = \vec{E}_2 + \vec{E}_1 \quad \text{по П. Пирс: } E_p = E_1 \sqrt{2}$$

д) зарядов только пластинка BC. тогда: $E_1' = \frac{4kQ_1}{a^2}$

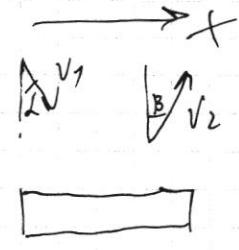
$$\frac{E_p}{E_1'} = \frac{4kQ_1 a^2 \sqrt{2}}{a^2 \cdot 4kQ_1} = \sqrt{2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) С.О. к лямбда. тогда скорости шара в системе = $\vec{V}_1 + \vec{u}$; после = $\vec{V}_2 + \vec{u}$
при этом угол между горизонталью и результирующей скоростью равен $\frac{\alpha - \beta}{2}$



4) u_2

З.с.ц. (2)
ОХ: $mV_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta$
 $V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
 $V_2 = \frac{10 \cdot 2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = 20 \frac{m}{c}$

(3)
 $V = \sqrt{V_1^2 + (u \sin \frac{\alpha}{2})^2}$
~~шар~~
V - скорость в С.О. вынес го центра.

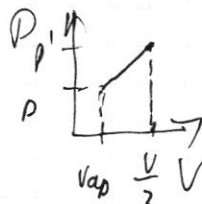
V' - скорость шара в С.О. вынес го центра = V.
для $\triangle ABC$ т.кос
 $V^2 = u^2 + V_2^2 - u \cdot V_2 \cdot 2 \cos \beta$
 $V_1^2 + u^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = u^2 + V_2^2 - u V_2 \cdot 2 \cos \beta$
 $u^2 (1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}) - u (V_2 \cdot 2 \cos \beta) + V_2^2 - V_1^2 = 0$

ответ: $V_2 = 20 \frac{m}{c}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$T_3 = \frac{320 + 400}{2} = 360 \text{ K}$$

ар



$$A = \frac{p+p'}{2} \left(\frac{V}{2} - V_{ap} \right)$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + A$$

$$A = \left(\frac{p}{2} + \frac{p'}{2} \right) \left(\frac{V}{2} - V_{ap} \right)$$

$$V_{ap} + V_{ap} = V$$

$$V_{ap} = \frac{5}{9} V$$

$$A = \frac{1}{2} (p+p') \left(\frac{V}{2} - V_{ap} \right)$$

$$V_{ap} + \frac{5}{9} V_{ap} = V$$

$$V_{ap} = \frac{9}{14} V$$

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{pV}{2} - pV_{ap} + \frac{p'V}{2} - p'V_{ap} \right)$$

$$\frac{9}{14} V_{ap} = V$$

$$V_{ap} = \frac{14}{9} V$$

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{pV}{2} - \nu R T_1 + \nu R T_3 - p'V_{ap} \right)$$

$$A = \frac{1}{2} \left(\nu R (T_3 - T_1) + \frac{pV}{2} - p'V_{ap} \right)$$

$$A = \frac{1}{2} \nu R \left(\frac{1}{9} T_3 + \frac{1}{8} T_1 \right)$$

$$p = \frac{\nu R T_1}{V_{ap}}$$

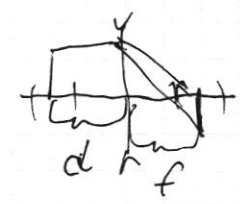
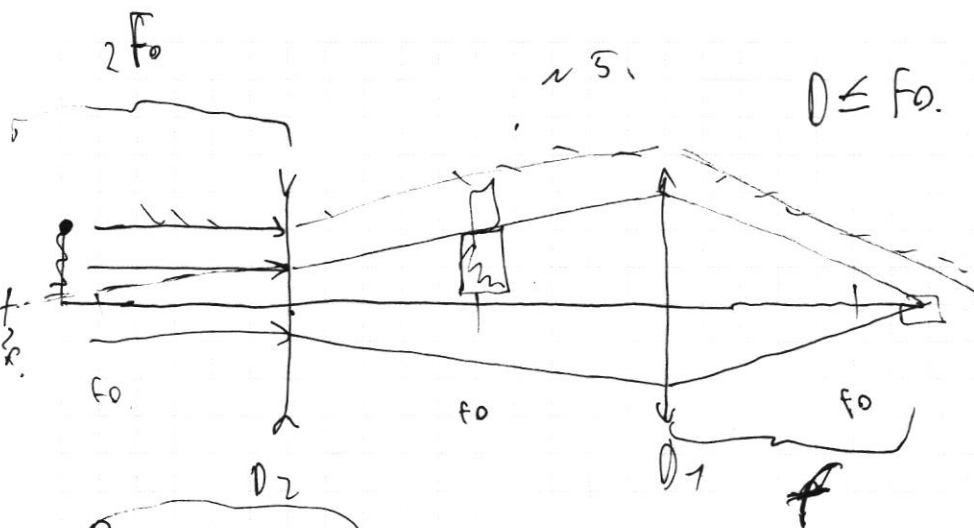
$$p' = \frac{\nu R T_3}{V}$$

$$Q = \frac{1}{2} \nu R \left(3T_3 - 3T_1 + \frac{1}{9} T_3 + \frac{1}{8} T_1 \right)$$

$$A = \frac{1}{2} \left(\nu R (T_3 - T_1) + \frac{\nu R T_1 V}{2 V_{ap}} - \frac{\nu R T_3 \cdot 2 V_{ap}}{V} \right)$$

$$Q = \frac{3 \cdot 8,3 \cdot 200}{2 \cdot 5} \approx 500 \text{ J}$$

$$A = \frac{1}{2} \nu R \left(T_3 - T_1 + \frac{T_1 \cdot 9}{2 \cdot 8} - \frac{T_3 \cdot 2 \cdot 9}{9} \right)$$



$$D_{\text{max}} = D_1 - D_2$$

$$2 \frac{1}{f_0} - \frac{1}{2f_0} = \frac{1}{2f_0}$$

$$D_{\text{obj}} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{f}$$

$$-\frac{1}{2f_0} = -\frac{1}{f'}$$

$$f' = 2f_0$$

$$\frac{1}{2f_0} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{4}{4f_0} = \frac{1}{4f_0} + \frac{1}{f'}$$

$$f' = 2f_0$$

$$\frac{3}{4f_0} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{4}{3} f_0$$

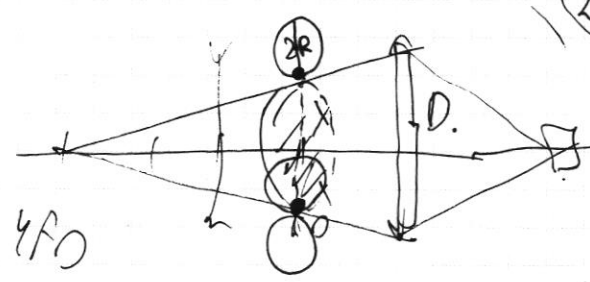
$$d = 2f_0$$

R - max. диаметр
 $S = \pi R^2$ $S = \pi D^2$

$$2R = \sqrt{2} \cdot r_0$$

$$V = \frac{2R}{20}$$

за 20



$$\frac{1}{f'} = \frac{4-13}{4f_0}$$

$$\frac{x}{D} = \frac{3f_0}{4f_0}$$

$$x = \frac{3}{4} D$$

$$\frac{\pi x^2}{\pi R^2} = \frac{76}{710}$$

$$7x^2 = 76x^2 - 76R^2$$

$$76R^2 = 76x^2 - 7x^2$$

$$V = \frac{S}{t_1} = \frac{2x}{t_1}$$

$$t_1 = \frac{2x}{V}$$

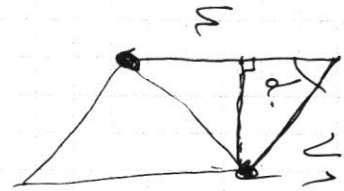
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E_1 = \frac{4kQ_1}{r^2} \quad E_2 = \frac{4k}{r^2} \sqrt{Q_1^2 + Q_2 \left(\frac{4g}{g} \right)^2}$$

$$E_2 = \frac{kQ_2 \cdot 4 \left(\frac{4g}{g} \right)^2}{r^2}$$

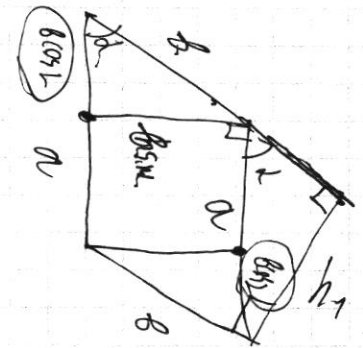
$$\frac{BE}{r_2} = \frac{4g}{g} \quad \text{[scribbles]$$

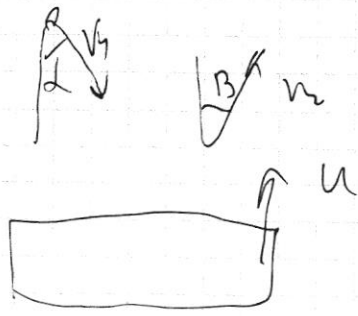
$$AB = \frac{BS \cdot b}{2 \cdot \frac{4g}{g}}$$



$$S = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{a \cdot b \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$S = a \cdot h = a \cdot b \cdot \sin \alpha$$





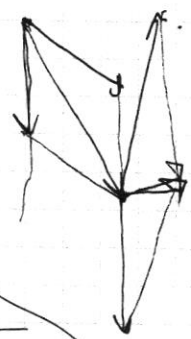
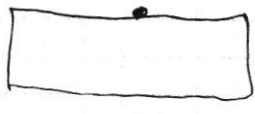
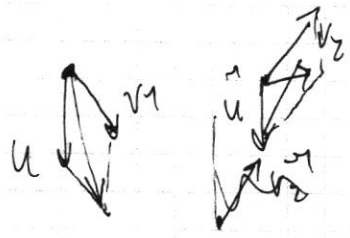
$$m v_1^2 = m v_2^2 + Q$$



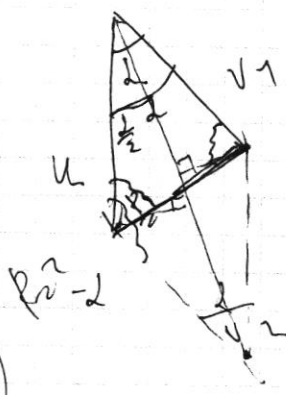
С.В. Мухомов

Ох: $m v_1 \sin \alpha = m v_2 \sin \beta$

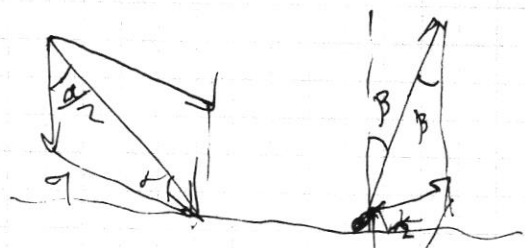
$$v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$



$$v_2 = \frac{2.5}{3} = 20 \frac{m}{s}$$



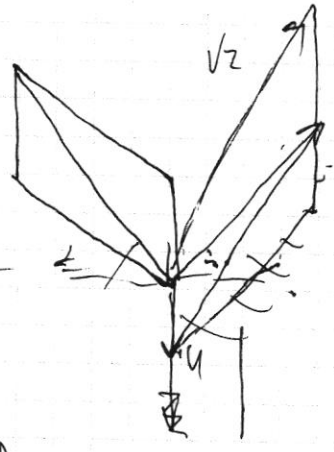
$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$



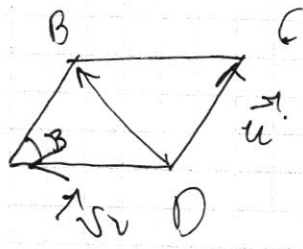
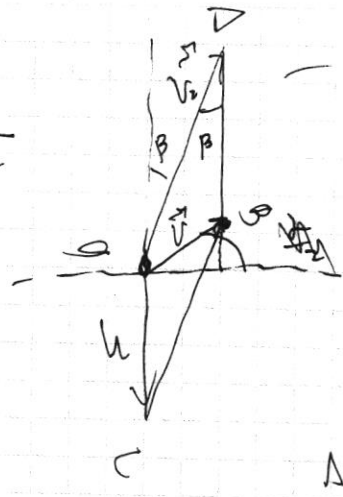
$$\frac{10-2}{2}$$



$$\frac{h}{a} = u \sin \frac{\alpha}{2}$$

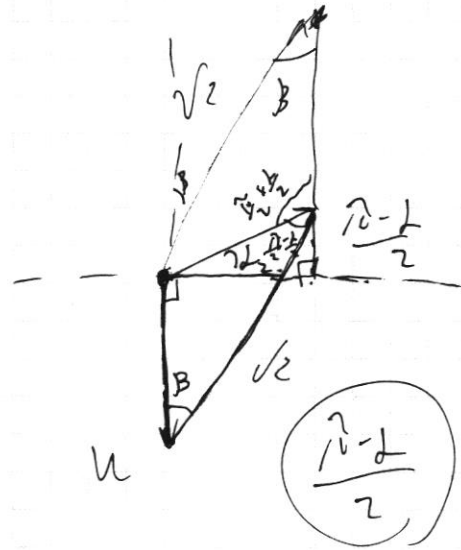
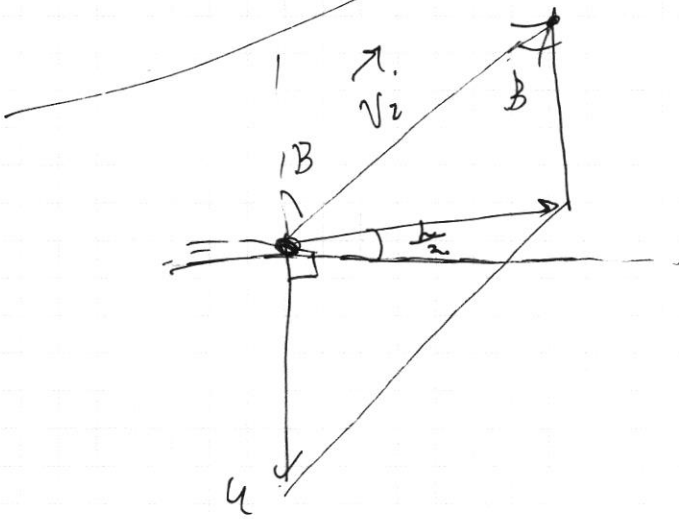


$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + (u \sin \frac{\alpha}{2})^2}$$



$$b = \frac{9}{5}$$

$$R_{AB} = \frac{2}{7} b \cdot 5$$



Т. Синус

$$\frac{v_2}{\sin(\frac{\pi - \alpha}{2})} = \frac{u}{\sin(\frac{\pi - \beta}{2})}$$



$$\alpha = \left(\frac{\pi - \beta}{2} \right)$$

$$\beta = \frac{\pi}{2} + \frac{\alpha}{2}$$

$$0 \cdot \alpha \cdot \beta =$$

$$2 \cdot \beta \cdot \alpha = 2 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\alpha}{2} = \alpha \cdot \pi$$

$$R = \frac{2 \cdot \beta \cdot \alpha}{\sin \beta} = \frac{2 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\alpha}{2}}{\sin(\frac{\pi}{2} + \frac{\alpha}{2})} = \frac{\pi \cdot \alpha}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\frac{v_2}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{u}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$R = \frac{2 \cdot \beta \cdot \alpha}{\sin \beta} = \frac{2 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\alpha}{2}}{\sin(\frac{\pi}{2} + \frac{\alpha}{2})} = \frac{\pi \cdot \alpha}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$R = \frac{3}{4} \times \frac{9}{6} = \frac{9}{8}$$

$$R = \frac{3}{4} \times \frac{9}{6} = \frac{9}{8}$$

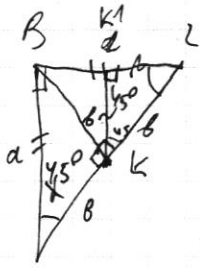
$$R^2 = x^2 \left(7 - \frac{7}{6} \right) = x^2 \cdot \frac{35}{6}$$

$$16R^2 = 16x^2 \cdot \frac{35}{6}$$

$$R^2 = \frac{9 \cdot 9}{7 \cdot 9} = \frac{9}{7}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$a = BL = AB$



$\sigma = \frac{q}{S}$

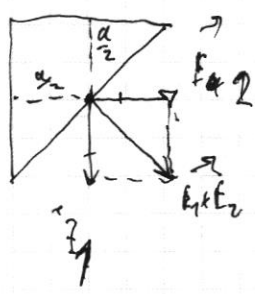
$kk_1 = R = \frac{BL}{2} = \frac{a}{2}$

$E = \frac{kQ}{R^2}$

$E_1 = \frac{4kQ}{a^2}$

$\alpha = \frac{780}{4} = 45^\circ$

по правилу суперпоз.
 $E = E_1 + E_2$



$E_1 = \frac{4kQ}{a^2}$

$E_2 = \frac{4kR}{a^2}$

$E_3 = \frac{4kR}{a^2} \sqrt{2}$

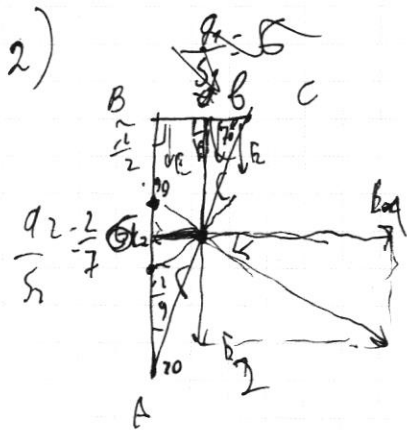
$\frac{E_3}{E_1} = \frac{\sqrt{2}}{1}$

$\sqrt{2}$

1.414 раз

≈ 1.414 раз

$Cu = q \quad E = \frac{q}{d}$



$C = \frac{q}{u} \quad \frac{q}{u} = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad u = \frac{q d}{\epsilon_0 S}$

$E = \frac{kQ}{R^2}$

$E = \frac{q}{\epsilon_0 S d}$

$\frac{760}{9} = 20^\circ$

$\frac{760}{9} = 20^\circ$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$k_{11} - \text{ср. линия} = \frac{AB}{2}$$

$$k_{11} = \frac{BC}{2}$$

нужно

$$AB = b \quad k_{11} = \frac{b}{2}$$

$$\frac{BC}{AB} = 2b \tan^2 \frac{\alpha}{2}$$

$$E_1 = \frac{4k Q_1}{b^2}$$

$$k_{11} = \frac{b}{2} \tan^2 \frac{\alpha}{2}$$

~~$$E_2 = \frac{4k Q_2}{b^2}$$~~

$$E_2 = \frac{4k Q_2}{b^2 \left(\tan^2 \frac{\alpha}{2}\right)^2}$$

по Т. теор.

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$E = \sqrt{\frac{16k^2 Q_1^2}{b^4} + \frac{16k^2 Q_2^2}{b^4 \left(\tan^2 \frac{\alpha}{2}\right)^4}} = \frac{4k}{b^2} \sqrt{Q_1^2 + \frac{Q_2^2}{\left(\tan^2 \frac{\alpha}{2}\right)^4}}$$

нужно найти радиус r

~~$$Q_1 = \sigma \cdot S \quad S =$$~~

~~$$Q_1 = \sigma \cdot S$$~~

$$Q_1 = \sigma \cdot AB = \frac{2}{7} \sigma \cdot b \cdot l$$

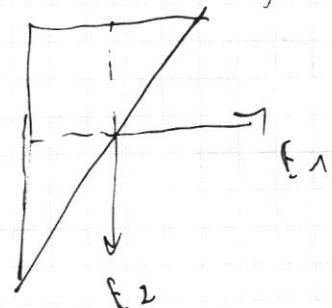
$$E = \frac{4k}{b^2} \sqrt{\frac{4}{49} \sigma^2 b^2 l^2 + \frac{\sigma^2 l^2}{\left(\tan^2 \frac{\alpha}{2}\right)^4} \times 2}$$

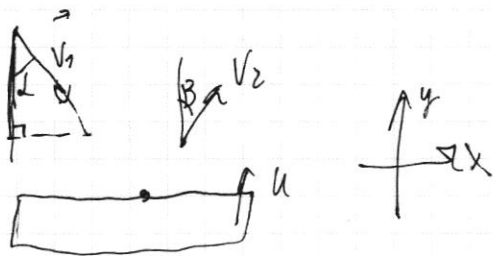
$$Q_2 = \sigma \cdot l \cdot b \tan^2 \frac{\alpha}{2}$$

$$E = \frac{4k \sigma l b}{b^2} \sqrt{\frac{4}{49} + \frac{1}{\left(\tan^2 \frac{\alpha}{2}\right)^2}}$$

Сила притяжения = ~~...~~

$$E =$$





$$0 y + m V_1 \cos 2 + M U = M U +$$

3. с. u.

от

уравнение энергии = 7

$P_1 = P_2$ (н.т. поперек потока переоб. без потерь)

$$1) \rho V = \nu R T_1$$

$$\rho V_{ap} = \nu R T_2$$

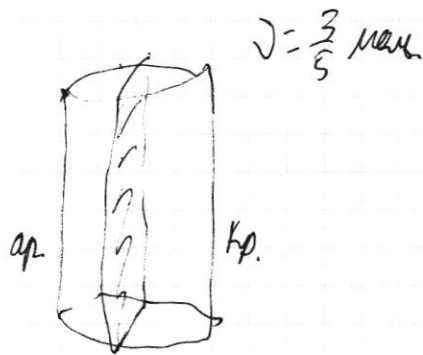
$$\rho V_{kp} = \nu R T_2$$

$$\frac{\rho V_{ap}}{\nu R T_1} = \frac{\rho V_{kp}}{\nu R T_2}$$

$$\frac{V_{ap}}{V_3} = \frac{T_1}{T_2} =$$

$$= \frac{320}{400} = \frac{8}{10}$$

$$= 0.8$$



$T_1 = 320K$

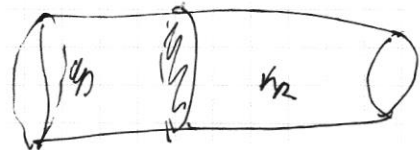
$T_2 = 400K$

$T_3 = 320K$

$$2) \begin{cases} \rho' V'_{ap} = \nu R T_3 \\ \rho' V'_{kp} = \nu R T_3 \\ V'_{ap} + V'_{kp} = V_{ap} + V_{kp} \end{cases}$$



$$V'_{ap} = V'_{kp} = \frac{V}{2}$$



$$T_3 - T_1 = T_2 - T_3$$

$$T_3 = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$\frac{\rho' V}{2} = \nu R T_3$$

$$Q_{ap} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + A$$

$$\frac{\rho' V}{2} = \nu R T_3$$

$$Q_{kp} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A$$

3) $Q_{ap} \rightarrow Q_{kp}$

$$A + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) - A$$