

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

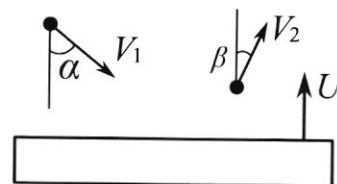
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 12$ м/с, направленную под углом α ($\sin \alpha = \frac{1}{2}$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = \frac{1}{3}$) с вертикалью.

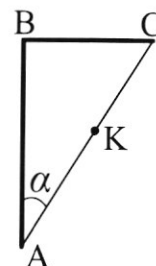


1) Найти скорость V_2 .
 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.
 Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода $T_1 = 350$ К, а азота $T_2 = 550$ 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).

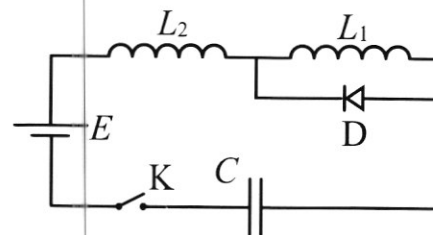
- 1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

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.



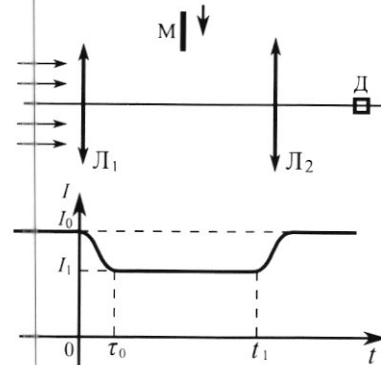
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 3\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. 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 $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, 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_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 фокусными расстояниями $3F_0$ 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 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 F_0 от L_1 . На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 5I_0/9$.



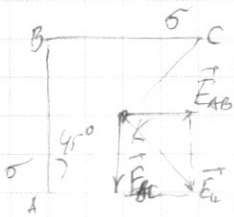
- 1) Найти расстояние между линзой L_2 и фотодетектором.
- 2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1 .

Известными считать величины F_0 , D , τ_0 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

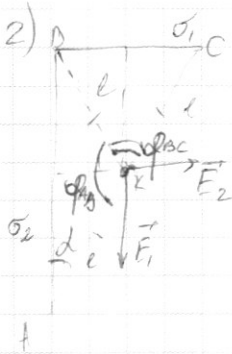
1) $\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow AB = AC$



$\vec{E}_{AB} = E_{AB} - \text{св. ш. м.}$ *окол. заряда*
 $\vec{E}_K = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$ *Рз. суперпоз.*

$E_K = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \sqrt{2} E_{BC}$

$\frac{E_K}{E_{BC}} = \sqrt{2}$



Рз. суперпоз.

$\vec{E}_K = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$; $E_K = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

$E_1 = \frac{2\sigma_1}{4\pi\epsilon_0}$ *перп. к пл. компонента поле, созд. ей*
и-тб Ω - тел. угол, под которым видна

и-тб

$\Omega \sim \phi$



$d_{AB} \phi_{BC} = 2d = \frac{2\pi}{5}$, $\phi_{AB} = \pi - \phi_{BC} = \frac{3\pi}{5}$
 поле вблизи пластин.

$E_{вблизи} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow \sigma_{вблизи} = 2\pi \Rightarrow \phi_{всл.}$

$\frac{E_{BC}}{E_{вблизи}} = \frac{\sigma_{BC}}{\frac{\sigma}{2\pi}} = \frac{\phi_{BC}}{\pi} = \frac{2}{5} \Leftrightarrow E_{BC} = \frac{2}{5} \cdot \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma_1}{5\epsilon_0} = \frac{3\sigma}{5\epsilon_0}$

$\frac{E_{AB}}{E_{вблизи}} = \frac{\phi_{AB}}{\pi} \cdot \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} = \frac{3\sigma_2}{10\epsilon_0} = \frac{3\sigma}{10\epsilon_0}$

$E_K = \sqrt{\left(\frac{3\sigma}{5\epsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{3\sigma}{10\epsilon_0}\right)^2} = \frac{3\sigma}{5\epsilon_0} \frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{3\sigma}{2\sqrt{5}\epsilon_0}$

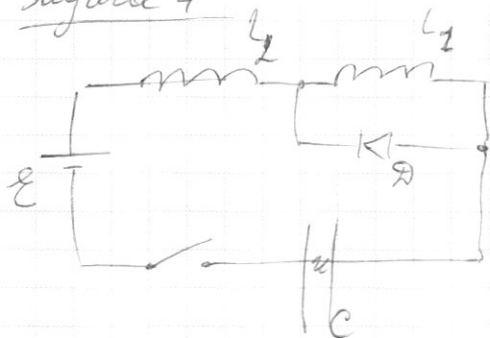


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4



1) При зарядке ток течёт через катушки
и не течёт через диод.

Как только ёмк конденсатор перест. ^{зарядки} разряж. и
начинается разрядка, ток течёт через L_2 и диод
и не течёт через L_1 .

Зарядка конд. \ddot{I} по-м Кирхгофа:

$$\varepsilon = L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = \frac{d\phi}{C}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{d^2 I}{dt^2} = \varepsilon - \frac{\phi}{C} \Leftrightarrow \ddot{I} + \frac{\phi}{(L_1 + L_2)C} = \frac{\varepsilon}{L_1 + L_2} \text{ — УТК}$$

$$\omega_3 = \frac{1}{\sqrt{(L_1 + L_2)C}}; T_3 = \sqrt{(L_1 + L_2)C} \text{ — период колеб. зарядки}$$

Разрядка:

$$\varepsilon = L_2 \frac{dI}{dt} = \frac{\phi}{C} + U_D = 0$$

$$L_2 \ddot{I} = -\frac{\phi}{C} + \varepsilon \Leftrightarrow \ddot{I} + \frac{\phi}{L_2 C} = \frac{\varepsilon}{L_2} \text{ — УТК} \Leftrightarrow T_p = \sqrt{L_2 C} \text{ — период колеб. разр.}$$

$$\text{Полный период колеб. } \left[T = \frac{T_3}{2} + \frac{T_p}{2} = \frac{1}{2} (\sqrt{(L_1 + L_2)C} + \sqrt{L_2 C}) = \frac{1}{2} \sqrt{10LC} = \frac{\sqrt{10LC}}{2} \right]$$

2) I_{M1} достиг. при зарядке конд., когда $\frac{dI}{dt} = 0$.

$\phi_1 = CE$ — заряд на конд. в этот момент

$$\text{ЭСЭ: } \varepsilon \phi_1 = \frac{\phi_1^2}{2C} + \frac{L_1 I_{M1}^2}{2} + \frac{L_2 I_{M1}^2}{2} \Leftrightarrow \frac{CE^2}{2} = \frac{L_1 + L_2}{2} I_{M1}^2$$

$$\boxed{I_{M1} = \sqrt{\frac{C}{L_1 + L_2}} \varepsilon = \sqrt{\frac{C}{7L}} \varepsilon}$$

3) Ток I_{M2} имеет ~~максимум~~ ~~максимум~~ максимума: при зарядке (I_{M1}) и
при разрядке (I_{M2}).

Каждём I_{M2} . ($\frac{dI}{dt} = 0$) $\phi_2 = CE$

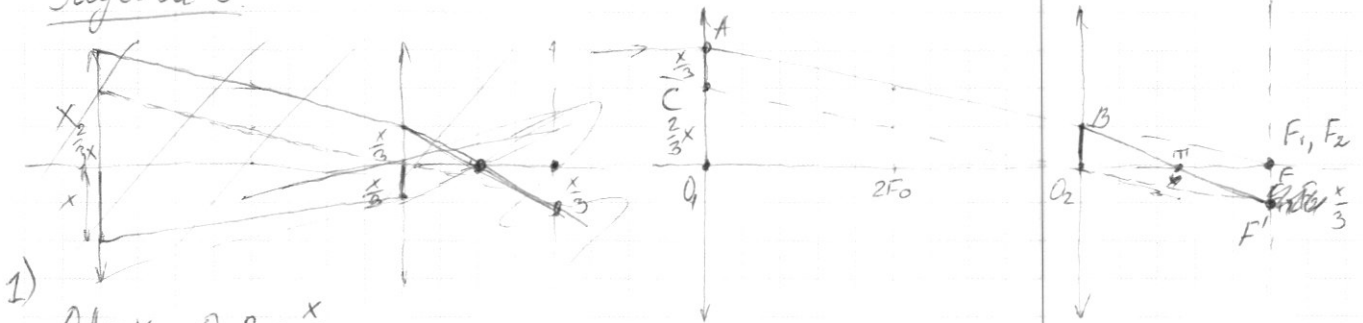
ЗСЭ:

$$\mathcal{E}\varphi_2 = \frac{L_2 I_{M2}^2}{2} + \frac{\varphi_2^2}{2C} \Leftrightarrow \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_{M2}^2}{2} \Leftrightarrow I_{M2} = \sqrt{\frac{C}{L_2}} \mathcal{E} = \sqrt{\frac{C}{3L}} \mathcal{E}$$

$I_{M2} > I_{M1} \Rightarrow I_{M2}$ - исконый макс. ток ветви. кон. L_2 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

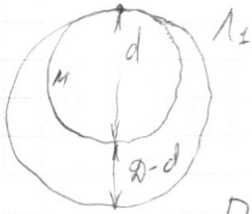
Задача 5



1) $QA = x; O_2B = \frac{x}{3}$
 $FF'_1 = \frac{O_2F}{QO_2} = \frac{x}{3}; \Delta O_2BT = \Delta FTF'_1$
 $O_2T = FT = \frac{F_0}{2}$ в точке T происходит фокусировка.

$$L = \frac{F_0}{2}$$

2) Радиусы ~~мел~~ диаметры ~~мел~~ $d < D$, углы I_1 ~~и~~ I_0 ~~и~~ I_0 .



I_1 - момент начала перекрытия

$$V_{L_0} = d$$

$$I \sim P_{св}$$

$P_{св} = I_{св} \cdot S$, $I_{св}$ - интенсив. света, P - свет. мощность, S - площадь линзы

$$P_0 = I_{св} \cdot \frac{\pi D^2}{4}; P_1 = I_{св} \cdot \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \text{ - в момент макс. перекр.}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = 1 - \frac{d^2}{D^2} \Leftrightarrow d = D \sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}$$

$$V = \frac{d}{L_0} = \frac{D}{L_0} \sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}} = \frac{2D}{3L_0}$$

3) В момент t_1 начнется открытие линзы.

$$V \Delta t = D - d \Leftrightarrow \Delta t = \frac{D - d}{V} = \frac{D(1 - \sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}})}{\frac{2D}{3L_0}} = L_0 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}} - 1 \right)$$

$$\Delta t = t_1 - t_0 \Leftrightarrow t_1 = t_0 + \Delta t = \frac{L_0}{\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}} = \frac{3}{2} L_0$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

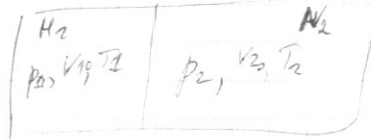
Задача 2. Ур. сост. УГ:

$$1) p_1 V_{10} = \nu R T_1$$

$$p_2 V_{20} = \nu R T_2$$

Усл. равновес. в нач. момент. вр. $p_1 = p_2$

$$\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$$



$$V_{10} = 7V, \quad V_{20} = 11V \quad \left| \quad V_0 = V_{10} + V_{20} = 18V - \text{объём сосуда}$$

$$V_{10} = \frac{7}{18}V, \quad V_{20} = \frac{11}{18}V$$

2) Конечное сост.

$$p' V_1' = \nu R T'$$

$$p' V_2' = \nu R T'$$

$$V_1 + V_2 = V_1' + V_2'$$

1) нач. сост. / 1) нач. Т' для всей с-мы:

$$\Delta U = U' \Leftrightarrow C_V \nu T_1 + C_V \nu T_2 = 2 C_V \nu T_0$$

$$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{350 + 550}{2} \text{ K} = 450 \text{ K}$$

3) 1) нач. Т' для N_2 :

T_0 - чет. темп.

$$Q = \Delta H_1 + \Delta U_1; \quad \Delta U_1 = C_V \nu (T_0 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R \frac{T_2 - T_1}{2} = \frac{5}{4} \nu R (T_2 - T_1)$$

В Т.к. поршень движется медленно, то он находится всё время в равновес.

$$p_1 = p_2 = p$$

в какой-то момент времени

$$\text{Ур. сост. УГ: } p V_1' = \nu R T_1', \quad p V_2' = \nu R T_2'$$

$$\Delta H_1 = \int_{V_{10}}^{V_{11}} p dV_1 = \int_{V_{10}}^{V_{11}} \nu R \frac{T_1'}{V_1} dV_1 = \nu R T_1' \ln \frac{V_{11}}{V_{10}}$$

$$p V_2' = \nu R T_2'$$

$$\Delta H_1 = \int_{V_{10}}^{V_{11}} p dV_1 = \int_{V_{10}}^{V_{11}} \nu R \frac{T_1'}{V_1} dV_1$$

V_{10} - нач. объём, V_{11} - конечный

V_{11}, T_1' - парам. N_1

V_2', T_2' - парам. N_2

$$\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{T_1'}{T_2'}$$

$$V_1' + V_2' = \text{const} = 18V$$

$$p V_1' = \nu R T_1'$$

$$p V_2' = \nu R T_2'$$

$$T_1 + T_2 = T_1' + T_2'$$

$$T_2' = T_1' + T_2 - T_1$$

$$\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{T_1'}{T_1' + T_2 - T_1}$$

$$18 V_1' - 18 V_2' = \frac{T_1'}{T_1' + T_2 - T_1} (V_1' + V_2' - V_1')$$

$$V_1' (T_1 + T_2 - T_1) = (18V - V_1') T_1'$$

$$T_1 + T_2 - T_1' = \frac{18V}{V_1'} T_1' - T_1$$

$$\frac{T_1'}{V_1'} = \frac{T_1 + T_2}{18V} = \text{const}$$

а) Постоянство объема сосуда:

$$V_1' + V_2' = V_0 \quad ; \quad V_2' = V_0 - V_1'$$

Из Ур. сост. УГ.: $\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{T_1'}{T_2'}$

Из 1 кан. п/г для всей с-мы: $C_V \nu (T_1 + T_2) = C_V \nu (T_1' + T_2')$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1' + T_2' = T_1 + T_2 \\ T_2' = T_1 + T_2 - T_1' \end{array} \right.$$

$$\frac{V_1'}{V_0 - V_1'} = \frac{T_1'}{T_1 + T_2 - T_1'}$$

$$V_1' (T_1 + T_2 - T_1') = (V_0 - V_1') T_1'$$

$$V_1' (T_1 + T_2) = V_0 T_1' \quad (\Leftrightarrow) \quad \left\{ \frac{T_1'}{V_1'} = \frac{T_1 + T_2}{V_0} \right.$$

$$L_1 = \int_{V_{10}}^{V_{11}} \nu R \frac{T_1'}{V_1'} dV_1' = \int_{V_{10}}^{V_{11}} \nu R \frac{T_1 + T_2}{V_0} dV_1' = \nu R \frac{T_1 + T_2}{V_0} (V_{11} - V_{10})$$

$V_{10} = \frac{7}{18} V_0$; Ур. сост. УГ. при дост. одинаков. темп.

$$\left\{ \begin{array}{l} pV_{11} = \nu RT \\ pV_{21} = \nu RT \end{array} \Rightarrow V_{11} = V_{21} = \frac{V_0}{2} \right.$$

$$A_1 = \nu R (T_1 + T_2) \left(\frac{1}{2} - \frac{7}{18} \right) = \frac{1}{9} \nu R (T_1 + T_2)$$

$$\frac{1}{9} + \frac{5}{4} = \frac{49}{36}$$

$$\frac{1}{9} - \frac{5}{4} = -\frac{41}{36}$$

$$Q = \frac{1}{9} \nu R (T_1 + T_2) + \frac{5}{4} \nu R (T_1 - T_2) = \frac{\nu R}{36} (49 T_2 - 41 T_1) =$$

$$= \frac{8}{7} \cdot \frac{1}{36} \cdot 8,31 (49 \cdot 350 - 41 \cdot 350) = \frac{8,31}{6} (7 \cdot 11 - 41) = \frac{8,31}{6} \cdot 50 \cdot 36 = 8,31 \cdot 300 =$$

$$= 2,49 \text{ кДж}$$

8R

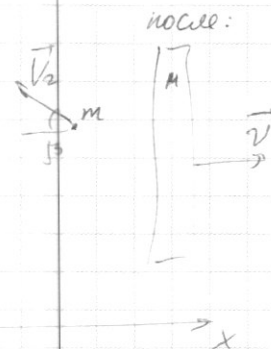
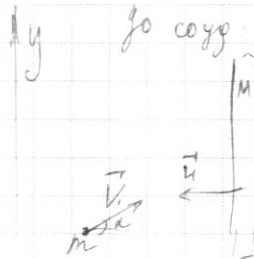
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

1) ЗСУ: $m\vec{V}_1 + M\vec{u} = m\vec{V}_2 + M\vec{v}$

по Oy: $mV_1 \sin \alpha = mV_2 \sin \beta$

$$V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{3}{2} V_1 = 18 \frac{M}{C}$$



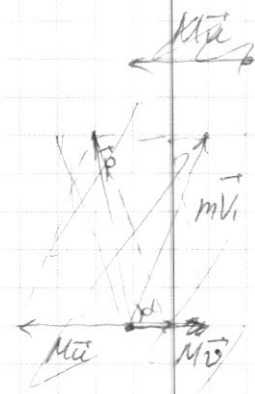
2) ЗСУ: по Ox

$$mV_1 \cos \alpha - Mu = -mV_2 \cos \beta + Mv$$

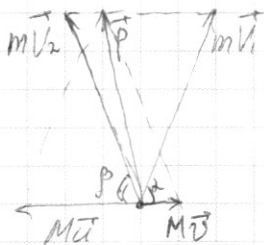
$$\eta V_1 \cos \alpha - u = v - \eta V_2 \cos \beta, \quad \eta = \frac{m}{M}$$

$$v = \eta(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) - u$$

Графический метод
 $\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}; \cos \beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$



Графич. метод



из Th. cos:

$$p^2 = m^2 V_1^2 + M^2 u^2 - 2mMu V_1 u \cos \alpha$$

$$p^2 = m^2 V_2^2 + M^2 v^2 - 2mM V_2 v \cos \beta$$

$$\eta^2 V_1^2 + u^2 - 2\eta V_1 u \cos \alpha = \eta^2 V_2^2 + v^2 - 2\eta V_2 v \cos \beta$$

$$\eta^2 V_1^2 + u^2 - 2\eta V_1 u \cos \alpha = \eta^2 V_2^2 + \eta^2 (V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta)^2 + u^2 - 2\eta u (V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) - 2\eta V_2 (\frac{1}{2} \eta (V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) - u) \cos \beta$$

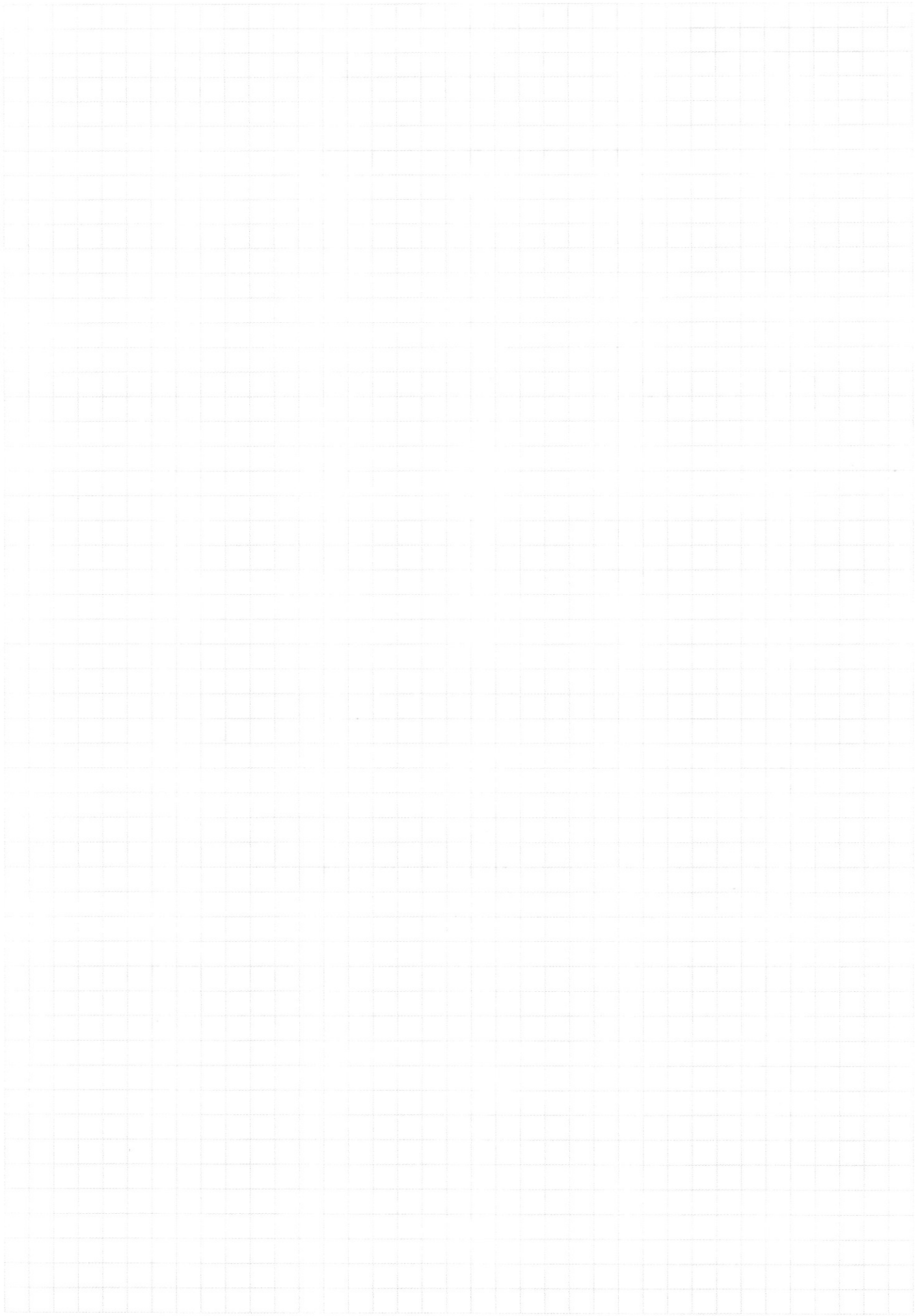
$$\eta^2 V_1^2 = \eta^2 V_2^2 + \eta^2 (V_1^2 \cos^2 \alpha + V_2^2 \cos^2 \beta + 2V_1 V_2 \cos \alpha \cos \beta) - 2\eta V_2 u \cos \beta - 2\eta^2 V_2 (V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) \cos \beta +$$

$$+ 2\eta V_2 u \cos \beta$$

$$\eta^2 V_1^2 = \eta^2 V_2^2 + \eta^2 (V_1^2 \cos^2 \alpha + V_2^2 \cos^2 \beta) - 2\eta^2 V_2^2 \cos^2 \beta$$

$$V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

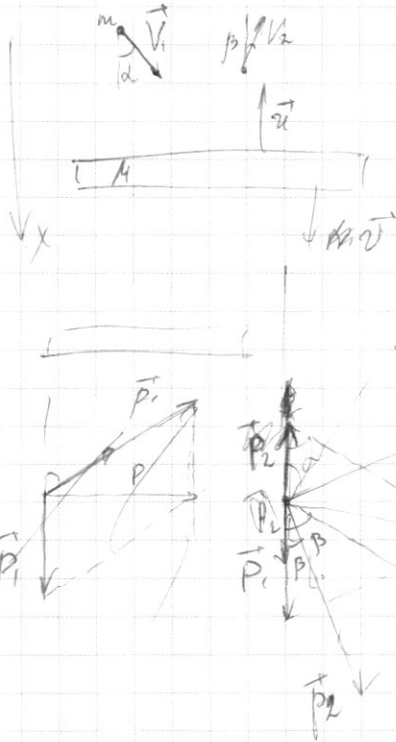
$$ЗСЭ: \frac{mV_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} + Q$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$mV_1 \cos \alpha + Mu = mV_2 \cos \beta + Mv$$

$$\eta(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) = u + v$$

$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} + Q$$

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_2' + \vec{P}_1'$$

$$p^2 = (Mu)^2 + (mV_2^2) - 2MmuV_2 \cos \beta$$

$$p^2 = (Mv)^2 + (mV_1^2) - 2MmvV_1 \cos \alpha$$

$$Mv^2 + \eta^2 V_2^2 - 2\eta vV_2 \cos \beta = u^2 + \eta^2 V_1^2 - 2\eta uV_1 \cos \alpha$$

$$u^2 + \eta^2 (V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta)^2 - 2\eta u(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) + \eta^2 V_2^2 - 2\eta V_2 \cos \beta (\eta(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) - u) = u^2 + \eta^2 V_1^2 - 2\eta uV_1 \cos \alpha$$

$$\eta^2 (V_1^2 \cos^2 \alpha + V_2^2 \cos^2 \beta + 2V_1 V_2 \cos \alpha \cos \beta) - 2\eta V_2 u \cos \beta + \eta^2 V_2^2 - 2\eta^2 V_1 V_2 \cos \alpha \cos \beta - 2\eta^2 V_2^2 \cos^2 \beta - 2\eta^2 V_2 u \cos \beta = \eta^2 V_1^2$$

$$\eta^2 V_1^2 \cos^2 \alpha - \eta^2 V_2^2 \cos^2 \beta - 2\eta V_2 u \cos \beta + \eta^2 V_2^2 + 2\eta^2 V_2 u \cos \beta = \eta^2 V_1^2$$

$$2V_2 u \cos \beta (\eta - 1) = \eta V_1^2 - \eta V_2^2 + \eta V_2^2 \cos^2 \beta - \eta V_1^2 \cos^2 \alpha$$

$$2V_2 u \cos \beta (\eta - 1) = \eta (V_1^2 \sin^2 \alpha - V_2^2 \sin^2 \beta)$$

$$u = \frac{\eta}{\eta - 1} \frac{V_1^2 \sin^2 \alpha - V_2^2 \sin^2 \beta}{2V_2}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 323 \\ \hline 2493 \end{array}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

Переходим в ИСО, связ. с плитой

$$\vec{V}'_1 = \vec{V}_1 - \vec{u}; \quad \vec{V}'_2 = \vec{V}_2 - \vec{u}$$

ЗСУ:

$$O_x: m(V_1 \cos \alpha + u) = Mv - \frac{mV_2 \cos \beta}{m} u$$

$$O_y: mV_1 \sin \alpha = mV_2 \sin \beta \Rightarrow \left| V_2 = V_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{3}{2} V_1 = 18 \frac{M}{C} \right.$$

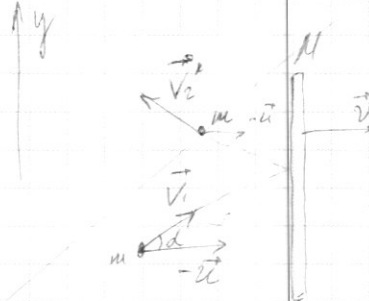
$$\text{БЛД} \quad \eta = \frac{m}{M}; \quad \eta(V_1 \cos \alpha + u) = v - \eta(V_2 \cos \beta - u)$$

$$\eta(V_1 \cos \alpha + u + V_2 \cos \beta - u) = v$$

$$v = \eta(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta)$$

$$-Mu + mV_1 \cos \alpha = Mv_0 - mV_2 \cos \beta$$

$$mV'_1 x = Mv_0 - mV'_2 x$$



$$v_0 = v + u \quad \left| \begin{array}{l} V_0 = V + u \\ v_0 = v + u \end{array} \right.$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)