



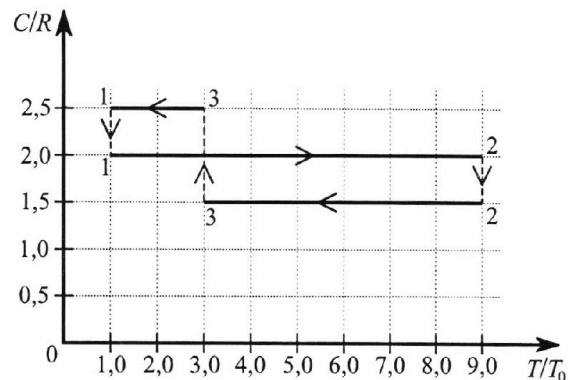
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

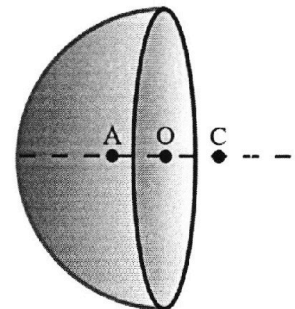


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



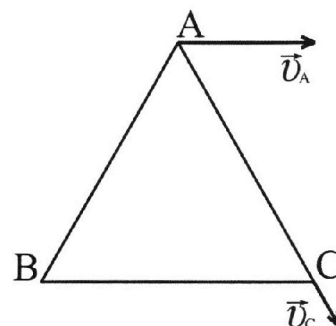
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

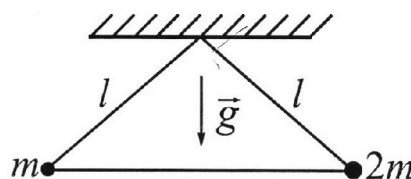
√2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние $L_{\max}$ между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



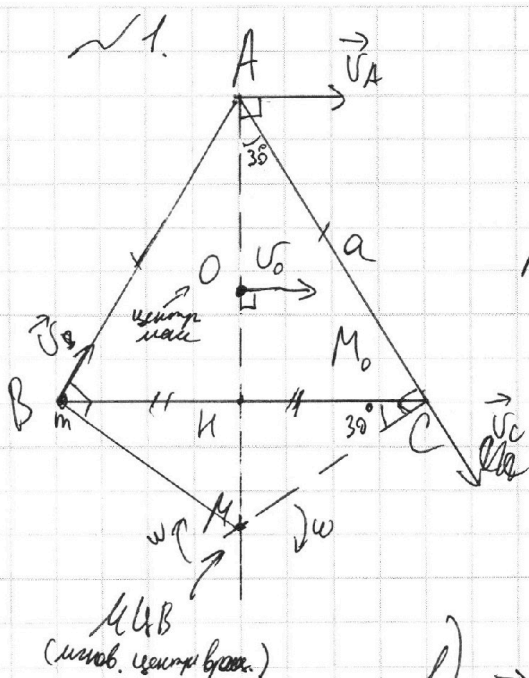
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$W = \frac{v_A}{AM} = \frac{v_C}{MC} \quad AO:OM = 2:1$$

$$OM = \frac{AM}{3} + \text{считаем}$$

$$MC = a \tan 30^\circ = \frac{a \cos 30^\circ}{3} + \frac{a}{2} \tan 30^\circ =$$

$$AM = \frac{a}{\cos 30^\circ} \quad \left[\frac{\sqrt{3}a}{3} = OM \right]$$

$$W = \frac{v_A}{a} \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}v_A}{2a}$$

$$\frac{v_A}{\frac{a}{\cos 30^\circ}} = \frac{v_C}{a \tan 30^\circ} \Rightarrow$$

$$1) \Rightarrow \boxed{v_C = v_A \sin 30^\circ = \frac{v_A}{2} = 0,3 \text{ м/с}}$$

$$2) v_O = W \cdot OM = v_A \cdot \frac{OM}{AM} = v_A \cdot \frac{\sqrt{3}a}{3} : \left(\frac{2a}{\sqrt{3}} \right) = \frac{v_A}{2} = 0,3 \text{ м/с}$$

$$W_0 = \frac{v_A - v_O}{AO} - \text{углов. скорость вращения отк. м. О - центра масс.}$$

$$AO = \frac{2}{3} a \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}a}{3}$$

$$W_0 = \frac{\sqrt{3}v_A}{2a}$$

$$BM = MC$$

$$\boxed{T = \frac{6 \cdot 2\pi}{W_0} = \frac{12\pi \cdot a}{\sqrt{3} v_A} = \frac{32\sqrt{3}\pi a}{3 v_A} \approx \frac{32\sqrt{3} \cdot 3,14 \cdot 0,3 \text{ м}}{3 \cdot 0,6 \text{ м/с}} \approx 30 \text{ с}}$$

$$3) R = F_c = m a_c = m \omega^2 \cdot BM = m \omega^2 \cdot MC = m \omega^2 \cdot a \tan 30^\circ =$$

$$= \frac{\sqrt{3} m a \omega^2}{3} = \frac{\sqrt{3} m v_A^2}{4a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot (0,6 \text{ м/с})^2}{4 \cdot 0,3 \text{ м}} \approx 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

$$\approx 31 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = R$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☒3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~ 2.

1). Есть два случая, когда на высоте h скорость направлена вниз и когда вверх. Рассмотрим оба случая. Пусть нач. скорость V_0 .

$$2). \sqrt{V^2 - \frac{gV_0^2}{2}} = h \Rightarrow V = \frac{h}{\frac{g}{2}} + \frac{gV_0^2}{2} = 15 \text{ м/с} + 5 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с.}$$

Пока: $\frac{V}{g} = \frac{V_0}{g} = 2 \text{ с}$

$$H = V \frac{V_0}{g} - \frac{gV_0^2}{2} = \frac{V^2}{2g} = \frac{400}{20} \text{ м} = 20 \text{ м.}$$

$$II). \frac{gV_0^2}{2} - V^2 = h \Rightarrow V = \frac{h}{\frac{g}{2}} - \frac{h}{\frac{g}{2}} = 5 \text{ м/с} - 15 \text{ м/с} = -10 \text{ м/с} - \text{это противоречит. Значит}$$

$$H = 20 \text{ м}$$

2). На какой высоте H шарик центра масс O ($m_1 V_1 = 0$), а оболочки орбитальной массы $\Rightarrow \vec{p}_1 = -\vec{p}_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow m \vec{V}_1 = m \vec{V}_0 \Rightarrow \vec{V}_1 = -\vec{V}_0! \quad |\vec{V}_1| = |\vec{V}_0|$





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Запишем ур-е для осколков 1 и 2:

$$K = V_0 \tau_1 \sin \alpha + \frac{g \tau_1^2}{2} \Rightarrow \tau_1 = \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK}}{g}$$

$$L_1 = V_0 \cos \alpha \cdot \tau_1 = \frac{(\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK} - V_0 \sin \alpha) V_0 \cos \alpha}{g}$$

$$K = V_0 \tau_2 \sin \alpha + \frac{g \tau_2^2}{2} \Rightarrow \tau_2 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK}}{g}$$

$$L_2 = V_0 \cos \alpha \tau_2 = \frac{(\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK} + V_0 \sin \alpha) V_0 \cos \alpha}{g}$$

$$L = L_1 + L_2 = \frac{2 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK} V_0 \cos \alpha}{g}$$

$$\text{При } L_{\max} L' = 0 = \frac{2V_0}{g} \left(\frac{\cos \alpha \cdot \frac{1}{2}(V_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha)}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK}} - \sin \alpha \cdot \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK} \right)$$

$$\Rightarrow V_0^2 \cos^2 \alpha = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gK \Rightarrow 1 - 2 \sin^2 \alpha = \frac{2gK}{V_0^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin^2 \alpha = -\frac{gK}{V_0^2} + \frac{1}{2} = \frac{10 \cdot 20}{30^2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + \frac{10 \cdot 20}{30^2} = \frac{1}{2} + \frac{2}{9} =$$

$$= \frac{5}{18} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{\frac{5}{18}} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{13}{18}}$$

$$L_{\max} = \frac{2 \sqrt{V_0^2 \cdot \frac{5}{18} + 2gK} \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{13}{18}}}{g} = \frac{2 \cdot 30 \cdot \sqrt{5 \cdot \frac{13}{18} + 2 \cdot 10} \cdot 30 \cdot \sqrt{\frac{13}{18}}}{9.8}$$

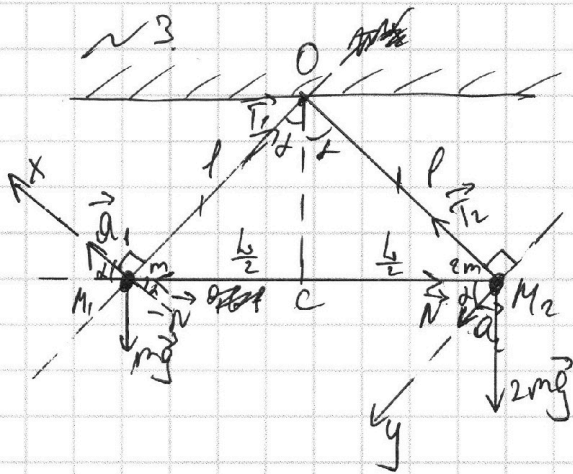
$$= \boxed{200 \sqrt{65} \text{ м}} \approx 1600 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

1
☐2
☐3
☒4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Т.к. в $t=0$ см.
не касались, но за малое время
дт шарик 1 будет иметь
скорость $\Delta \vec{v}_1 = \vec{a}_1 \Delta t$
Тогда также для 2м: $\Delta \vec{v}_2 = \vec{a}_2 \Delta t$

Шары на 2м начнут
движение перпендикулярно своей
поверхности

$\Rightarrow \angle = \angle M_1 OC = \angle M_2 OC$ (из геометрии)

$$\sin \angle = \frac{l/2}{2l} = \frac{1}{4} = 0,25. \quad 1) \left[\sin \angle = 0,25 \right] \Rightarrow \cos \angle = 0,96$$

Тогда закон сохранения: $|\vec{a}_1| \cos \angle = |\vec{a}_2| \cos \angle \Rightarrow$

$$\Rightarrow |\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a.$$

$$\left. \begin{aligned} m\vec{a}_1 &= \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} \rightarrow ox: ma = N \cos \angle - mg \sin \angle \\ m\vec{a}_2 &= \vec{T} + \vec{N} + 2m\vec{g} \rightarrow oy: 2ma = 2mg \sin \angle - N \cos \angle \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = \frac{m(a + g \sin \angle)}{\cos \angle} \Rightarrow \left. \begin{aligned} 2a &= 2g \sin \angle - (a + g \sin \angle) \Rightarrow \\ a &= \frac{g \sin \angle}{3} = 2 \text{ м/с}^2 \end{aligned} \right\} 2).$$

$$3) \left[N = \frac{m \left(\frac{g \sin \angle}{3} + g \sin \angle \right)}{\cos \angle} = \frac{4mg \sin \angle}{3 \cos \angle} = \frac{4 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,25}{3 \cdot 0,96} \right]$$

$$= 2 \text{ Н.}$$



На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☒5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$C_V = \frac{\delta Q}{dT} = C_V \frac{dT}{dT} + p \frac{dV}{dT}$$

Уп-е Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V}$$

Пл.к. газ ~~одноатомный~~, но $C_V = \frac{3}{2}R$, $C_p = \frac{5}{2}R$

$$\frac{C}{R} = \frac{3}{2} + \frac{p}{\nu R} \frac{dV}{dT} \Rightarrow \text{при } C_{\text{из}} = C_V = \frac{3}{2}R - \text{процесс}$$

изохорный, из графика это на 2→3.

при $C = C_p = \frac{5}{2}R$ - процесс изобарный, из графика это на 3→1.

На процессе 1→2: $2 = \frac{3}{2} + \frac{p}{\nu R} \frac{dV}{dT} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} \cdot \frac{T}{dT} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dT}{T}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow p dV + V dp = \nu R dT \Rightarrow \frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \left(\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} \right) \Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dp}{p} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{p} \Rightarrow \ln \frac{V_2}{V_1} = \ln \frac{p_2}{p_1} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p}{V} = \frac{p_1}{V_1} = \text{const} \Rightarrow 1 \rightarrow 2 - \text{мк. график, проходящий через } (0;0).$$



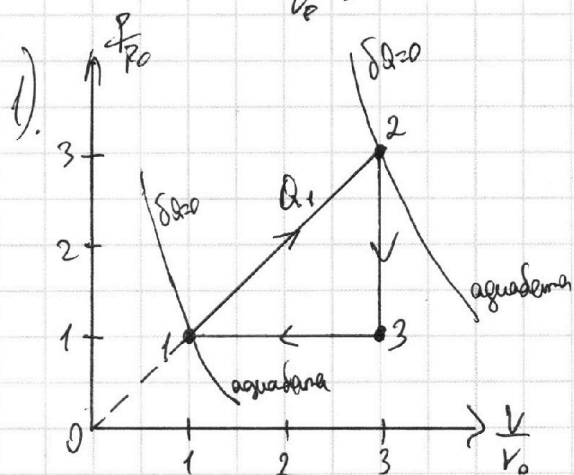
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Определим p_0 и V_0 : $p_0 V_0 = \nu R T_0$ — ка $\frac{C}{R} \left(\frac{I}{T_0} \right) 6 \text{ м. } 1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = 1$,
 В.м. 3: $p_3 V_3 = \nu R T_0 \cdot 3 \Rightarrow V_3 = 3V_0 \Rightarrow \frac{V_3}{V_0} = 3$, $\frac{p_1}{p_0} = 1$, $\frac{p_3}{p_0} = 1$
 В.м. 2: $p_2 V_2 = \nu R T_0 \cdot 2 \Rightarrow p_2 \cdot 3V_0 = p_0 V_0 \cdot 2 \Rightarrow p_2 = \frac{2}{3} p_0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{p_2}{p_0} = \frac{2}{3}$, $\frac{V_2}{V_0} = 3$. Построим график $\frac{p}{p_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$:



Из графика можно видеть, что тепло передается на участке $1 \rightarrow 2$.

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_0 + \frac{2}{3} p_0) \cdot 2V_0 = \frac{5}{3} p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = C_V \nu (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (\frac{2}{3} p_0 V_0 - p_0 V_0) = -\frac{1}{2} p_0 V_0$$

$$2) Q_1 = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{5}{3} p_0 V_0 - \frac{1}{2} p_0 V_0 = \frac{7}{6} p_0 V_0 = \frac{7}{6} \nu R T_0 = 3200 \text{ К} \cdot \text{моль} \cdot \text{К} \approx$$

$$\approx 26592 \text{ Дж}$$

3) Определим работу цикла $A_{123} = \oint p dV$ — площадь,

$$\text{м.л. } S_{\Delta 123} \Rightarrow A_{123} = \frac{1}{2} \cdot (3p_0 - \frac{2}{3} p_0) \cdot (3V_0 - V_0) = \frac{7}{6} p_0 V_0$$

$$\text{Половина работы расширения } A = \frac{A_{123}}{2} = \frac{7}{12} p_0 V_0 = \frac{7}{12} \nu R T_0$$

ЗСЭ:

$$NA = MgH \Rightarrow H = \frac{N \nu R T_0}{Mg} \approx \frac{25 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К}}{415 \text{ кг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} \approx \frac{831}{83} \text{ м} \approx 10 \text{ м}$$



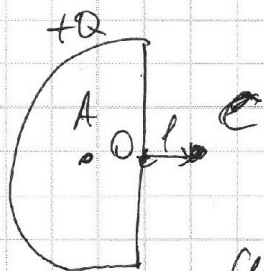
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Можно заметить, что этот рисунок симметричен для точки C:



$\Rightarrow$ изменение пот. энергии $\Delta E_C =$
 $= \Delta E_A = K$ — из симметрии

металл (у полюсов будет равные

заряды, а A соответствует к $-Q$, а C отдалется от $+Q$

$\Rightarrow$ шипусы компенсируются) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow K_C = \Delta E_A + \Delta E_C = 2K \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m v_C^2}{2} = 2K \Rightarrow$$

$$v_C = 2 \sqrt{\frac{K}{m}}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

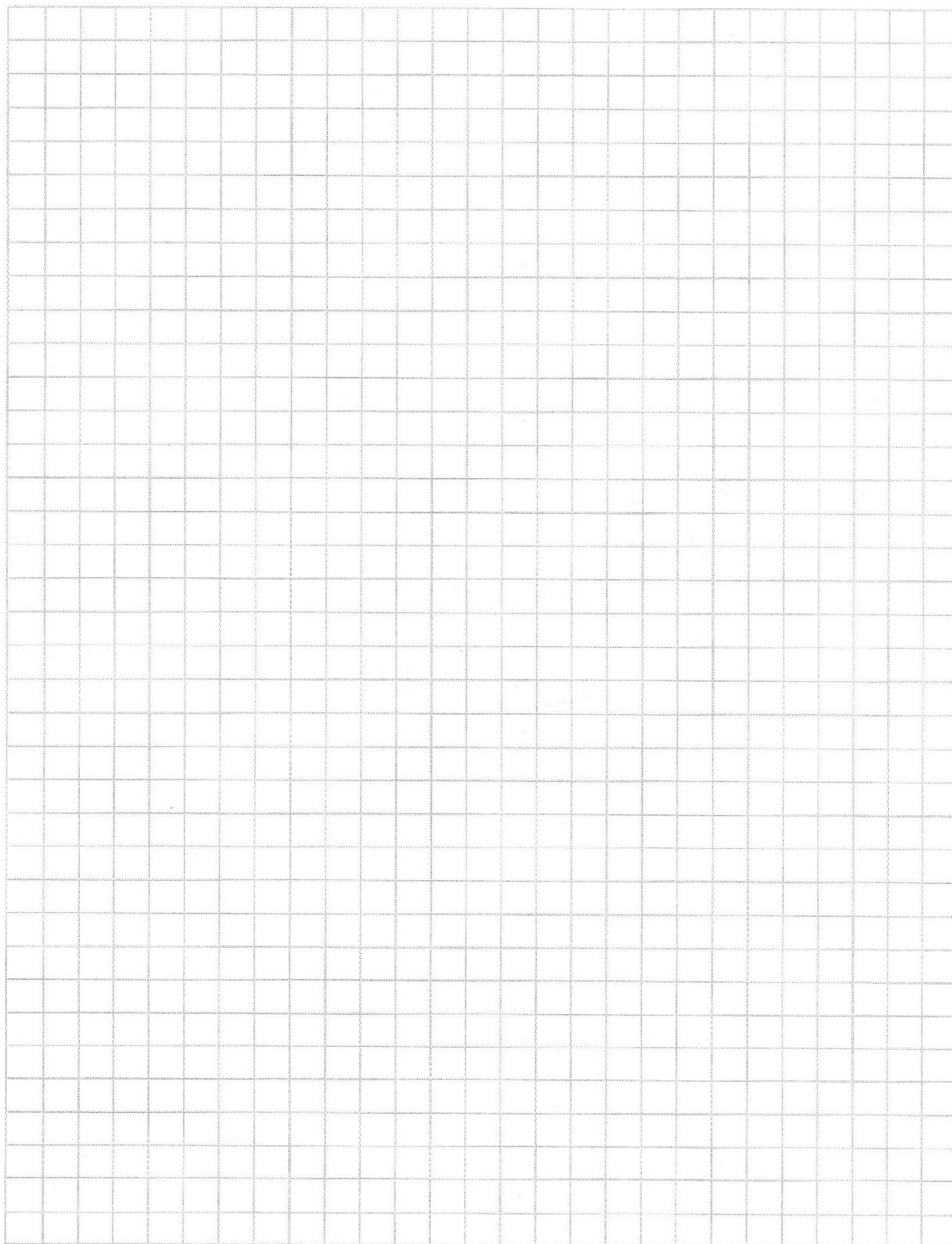
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

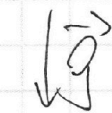
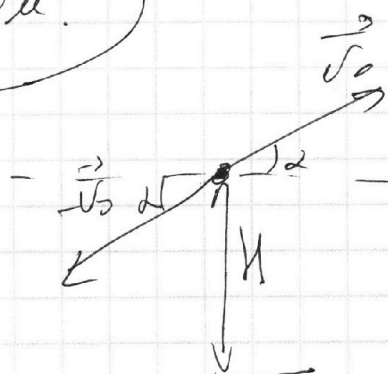
~~а) I~~
I). $U_0^2 - g \frac{L^2}{2} = h \Rightarrow U_0 = \frac{h}{L} + \frac{gL}{2} = 15 \text{ м/с} + 5 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$

$$T_{\text{эл}} = \frac{U_0}{g} = 2.0$$

$$II) U_0^2 - g \frac{L^2}{2} = h \Rightarrow 20^2 - \frac{10 \cdot L^2}{2} = 40 - 20 = 20 \text{ м}$$

II). $g \frac{L^2}{2} - U_0^2 = h \Rightarrow U_0 = \frac{gL}{2} - \frac{h}{L} = 5 - 15 = -10 \text{ м/с}$

II = 20 м



$$L = L_1 + L_2$$

$$U_0^2 \sin^2 \alpha + \frac{gL^2}{2} = H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{-U_0 \sin \alpha + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L_1 = U_0 \cos \alpha \cdot T_1 = \frac{1}{g} (\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} - U_0 \sin \alpha) U_0 \cos \alpha$$

$$L_2 = \frac{1}{g} \frac{U_0 \sin \alpha + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \quad L = L_1 + L_2 =$$

$$L_2 = \frac{1}{g} (\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} + U_0 \sin \alpha) U_0 \cos \alpha = \frac{2 \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} U_0 \cos \alpha}{g}$$

$$L_{\text{max}} = \frac{2}{g} U_0 \cos \alpha \left(\frac{U_0^2 (2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha)}{2 \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} - \sin \alpha \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} \right)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

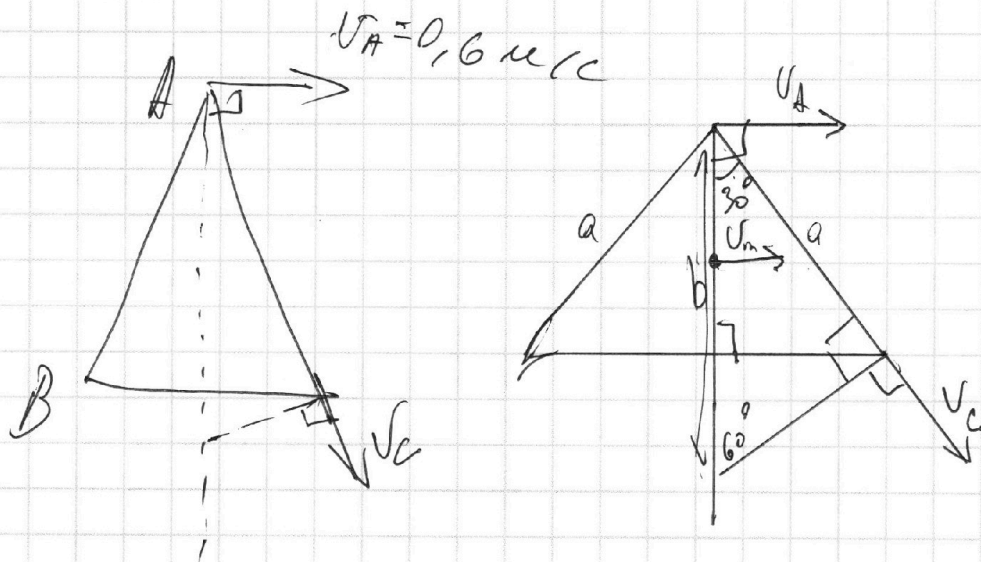
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик.



$$\frac{u_A}{b} = \frac{u_C}{b \sin 30^\circ} \Rightarrow u_C = u_A \sin 30^\circ = \frac{u_A}{2} = 0,3 \text{ м/с.}$$

$$\omega = \frac{u_A}{b} = \frac{3 \text{ м/с}}{2\sqrt{3}a} \quad b = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}a}{3}$$
$$2\sqrt{3}a = \frac{3 \cdot 0,6}{2\sqrt{3} \cdot 0,3} \text{ м/с} = \sqrt{3} \frac{\text{м/с}}{\text{с.}}$$

2). $\varepsilon = 2\pi.$

$$a = a_B + [\omega^2, r] + [\varepsilon, \dots]$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

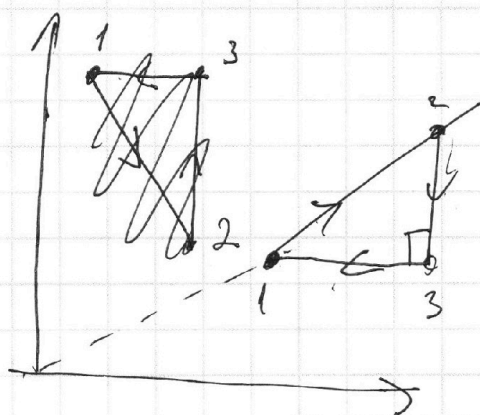
Черновик

$$C_{\text{мол}} = \frac{\delta Q}{dT} = C_v \frac{\partial T}{\partial T} + \frac{P dV}{dT} = C_v + P \frac{dV}{dT}$$

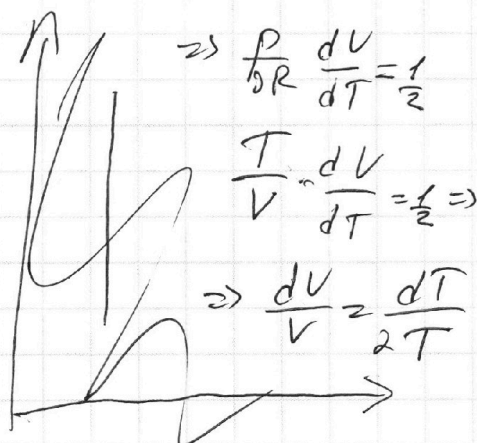
$$C_{\text{мол}} = C_v = \frac{3}{2} R - \text{циклонный}$$

$$C_p = C_v + \frac{P dV}{dT} \text{ на } C_p = C_v + \frac{5}{2} R - \text{изобразил}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{3}{2} + \frac{P}{R} \frac{dV}{dT}$$



$$1-2: 2.8 = 1.5 + \frac{P dV}{R dT} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow \frac{P}{R} \frac{dV}{dT} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{T}{V} \frac{dV}{dT} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dT}{2T}$$

$$P dV + V dP = R dT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{1}{2} \left(\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dP}{P} \Rightarrow \frac{dP}{dV} = \frac{P}{V}$$

$$\frac{25.831 \cdot 20}{415} = \frac{5.831}{415} = \frac{831}{83} \approx 10.4$$

$$3200 \cdot 8.31 = 32.831$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 32 \\ \hline 1662 \\ + 2493 \\ \hline 26592 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик.

$$\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}} = \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0^2 \cos^2 \alpha = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh \Rightarrow$$

$$V_0^2 \cos 2\alpha = 2gh \Rightarrow \cos 2\alpha = \frac{2gh}{V_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{900} = \frac{4}{9}$$

$$1 - 2\sin^2 \alpha = \frac{4}{9} \Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{5}{18} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{5}{2}} = \sqrt{\frac{5}{18}}$$

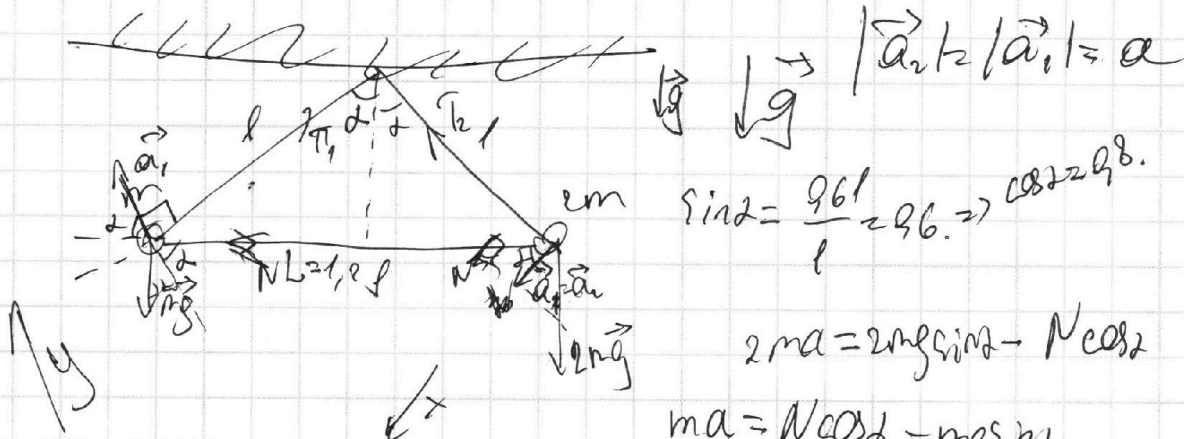
$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{\frac{13}{18}}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{900 \cdot \frac{5}{18} \cdot 2020} \cdot 3 \cdot \sqrt{\frac{13}{18}} = 2 \cdot \sqrt{50 \cdot 5 \cdot 400} \cdot 3 \sqrt{\frac{13}{18}} =$$

$$= 20 \cdot \sqrt{20 \cdot 53} \cdot 3 \sqrt{\frac{13}{18}} = 600 \sqrt{\frac{130}{18}} = 600 \sqrt{\frac{65}{9}} =$$

$$= 200 \sqrt{65} \text{ м.}$$

$$V_{\text{ш}} = a \cdot t \quad N_2 = \frac{2m(g \sin \alpha - a)}{\cos \alpha} = \frac{2 \cdot 0,2(6-2)}{0,8} = 2 \text{ Н.}$$



$$\sin \alpha = \frac{96}{1} = 96 \Rightarrow \cos \alpha = 98.$$

$$2ma = 2mg \sin \alpha - N \cos \alpha$$

$$ma = N \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$N \cos \alpha = 2mg \sin \alpha - 2m(g \sin \alpha - a) \quad a = 2g \sin \alpha - 2a - g \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{g \sin \alpha}{2} = 2 \text{ м/с}^2.$$