



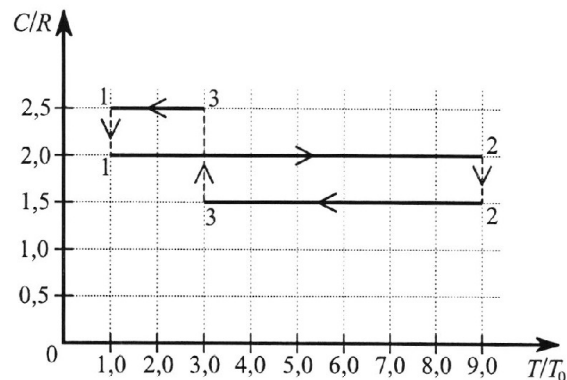
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

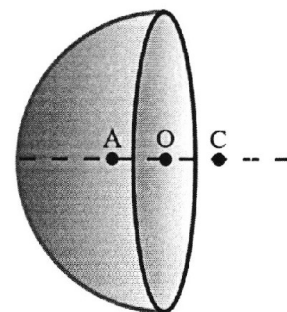


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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.



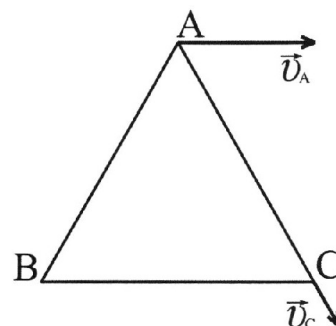
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

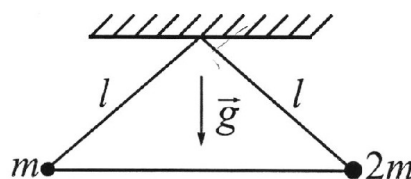
√2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся 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.

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



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

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

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

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

$H = 20 \text{ м}$.

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





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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$L_{\max} = \frac{2 \sqrt{V_0^2 \cdot \frac{5}{18} + 2gK} \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{13}{18}}}{g} = \frac{2 \cdot 30 \cdot \sqrt{50 + 200} \cdot 30 \cdot \sqrt{\frac{13}{18}}}{9.8} \approx 1600 \text{ м}$$

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

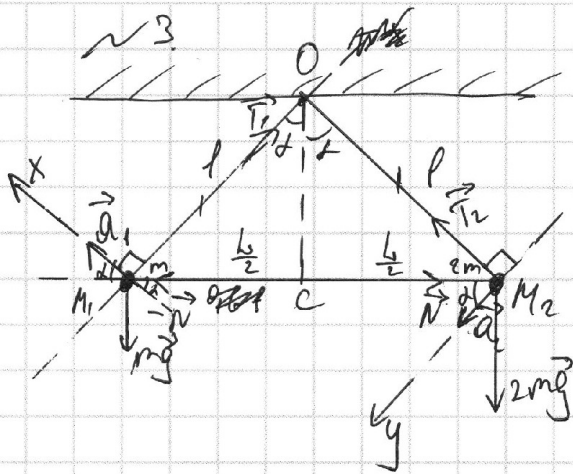


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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
Ат шарик m будет иметь
скорость $\vec{v}_1 = \vec{a}_1 \cdot \Delta t$
Тогда также для 2m: $\Delta \vec{v}_2 = \vec{a}_2 \cdot \Delta t$

Шары на 2m начнут
движение перпендикулярно своей
поверхности

$\Rightarrow \angle = \angle M_1 O C = \angle M_2 O C$ (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: $|\vec{a}_1| \cos \angle = |\vec{a}_2| \cos \angle \Rightarrow$

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

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

$$\Rightarrow N = \frac{m(a + g \sin \angle)}{\cos \angle} \Rightarrow 2a = 2g \sin \angle - (a + g \sin \angle) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{g \sin \angle}{3} = 2 \text{ м/с}^2 \quad 2).$$

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

$$= 2 \text{ Н.}$$



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 $C_V = \frac{3}{2}R$, $C_P = \frac{5}{2}R$

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

изохорный, из графика это на 2→3.

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

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

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

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

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

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

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

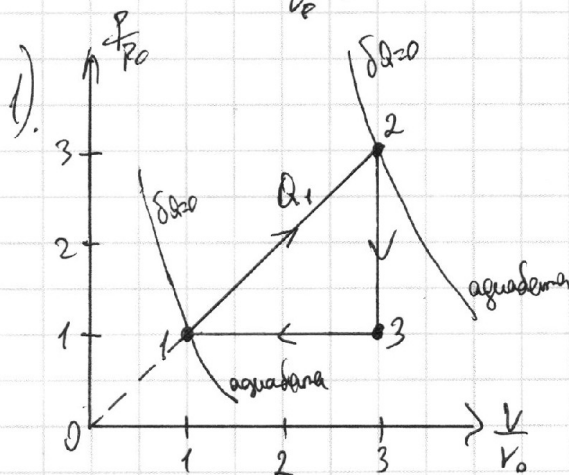


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 $1 \rightarrow 2$.

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

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

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

$$2) Q_1 = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{5}{3} p_0 V_0 - \frac{1}{2} p_0 V_0 = \frac{7}{6} p_0 V_0 = \frac{7}{6} \nu R T_0 = \frac{7}{6} \cdot 25 \cdot 8.31 \cdot 200 \text{ Дж} \approx 26592 \text{ Дж}$$

3) Определим работу цикла $A_{123} = \oint p dV$ — площадь, м.е. $S_{\Delta 123} \Rightarrow A_{123} = \frac{1}{2} \cdot (3p_0 - \frac{2}{3} p_0) \cdot (3V_0 - V_0) = \frac{7}{6} p_0 V_0$.

Половина работы превращается в $A = \frac{A_{123}}{2} = \frac{7}{12} p_0 V_0 = \frac{7}{12} \nu R T_0$.

ЗСЭ:

$$NA = MgH \Rightarrow H = \frac{N \nu R T_0}{Mg} \approx \frac{25 \cdot 1 \cdot 8.31 \cdot 200 \text{ Дж}}{415 \text{ кг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}^2} \approx \frac{831}{83} \text{ м} \approx 10 \text{ м}.$$



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
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!

~5.

$$\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2} - \text{плотность заряда на поверхности.}$$

1) ЗСЭ: из точки O в точку B на расстоянии $h \gg R$

$$\Rightarrow K + \cancel{\frac{kqQ}{R}} = K_B + \frac{kqQ}{R} \xrightarrow{m.u. h \gg R}$$

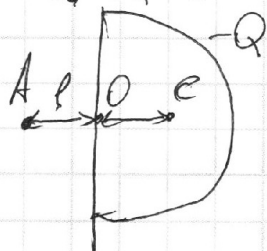
$$\Rightarrow K_B = K + \frac{kqQ}{R} \Rightarrow \frac{mV^2}{2} = K + \frac{kqQ}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{kqQ}{R} \right)}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2K + \frac{Qq}{2\pi R\epsilon_0}}{m}}$$

2). Т.к. т. А находится внутри сферы (задане координаты), то можем добавить сферу зарядом $-Q$ с центром в т. O и радиусом R — она не будет ^{или скажем} ~~действовать~~ на ~~заряд~~ заряд в точке из т. А в т. С, пара соприкасающаяся ~~заряд~~ $+Q$ и $-Q$ с радиусом $-Q$:



$\rightarrow$ пара излучение пот. эл. т. А ^{в т. O} $\Delta E_A = K$.



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
☒

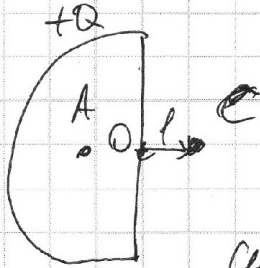
6
☐

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

сетей (у полуокружности будут равные

заряды, а A симметрична к C, а C симметрична к A)

$\Rightarrow$ шарики компенсируются $\Rightarrow$

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

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



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
☐

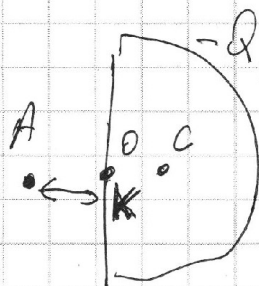
6
☐

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!

Черновик.



$$\frac{32 \cdot 0,8}{\sqrt{3} \cdot 1,4} = \frac{32 \cdot 3,14 \cdot 0,3}{\sqrt{3} \cdot 0,6} = \frac{16 \cdot 3,14}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{16 \cdot 3,14}{1,7} \approx 300.$$

$$\begin{array}{r} 314 \\ - 17 \\ \hline 197 \\ - 136 \\ \hline 61 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 1,8 \\ \hline 128 \\ + 16 \\ \hline 288 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \cdot 0,36}{4 \cdot 0,3} =$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,36}{4 \cdot 0,3} =$$

$$= 6 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,36 = 18 \sqrt{3} \cdot 10^{-6}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 1,8 \\ \hline 128 \\ + 16 \\ \hline 288 \end{array}$$

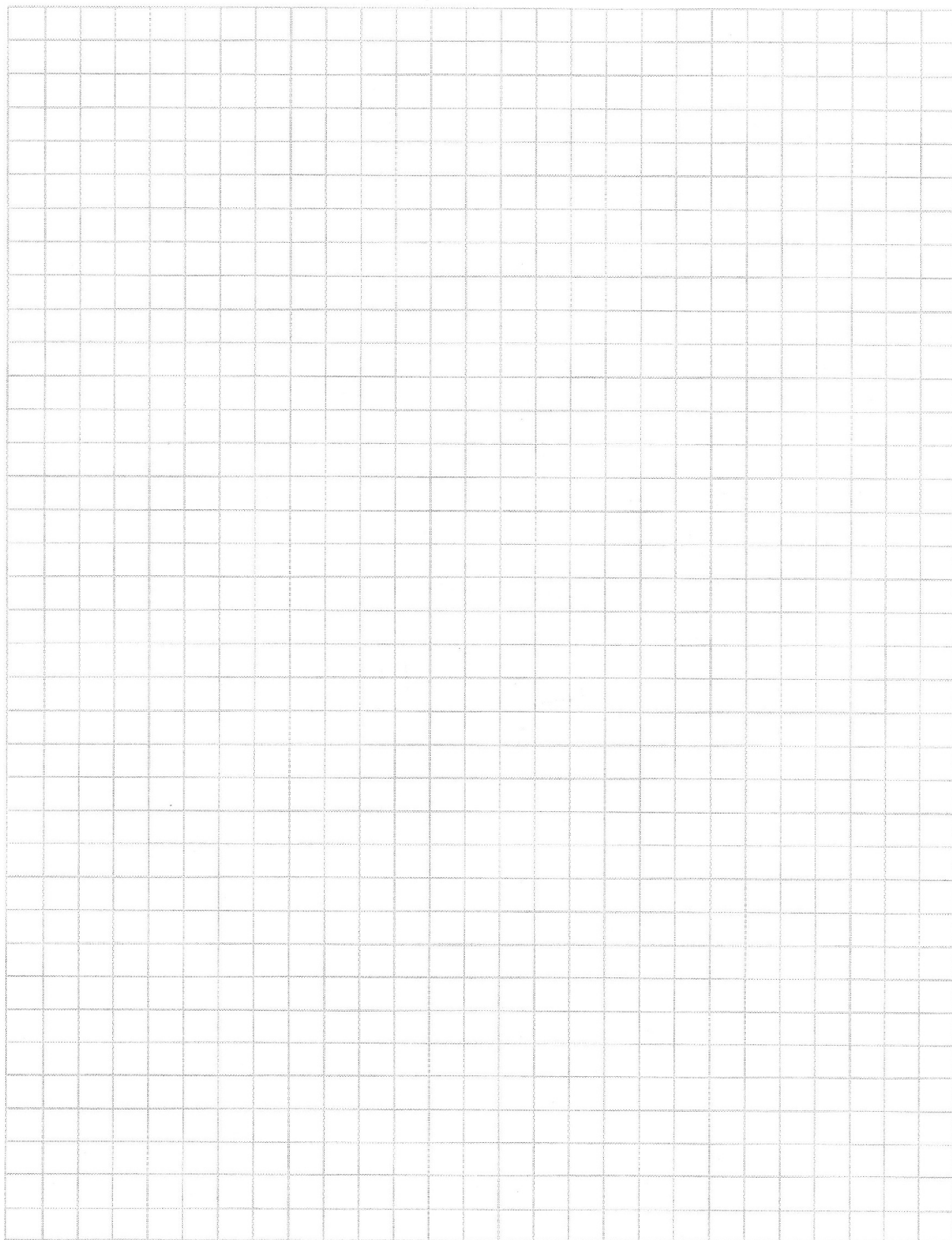


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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!





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

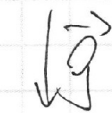
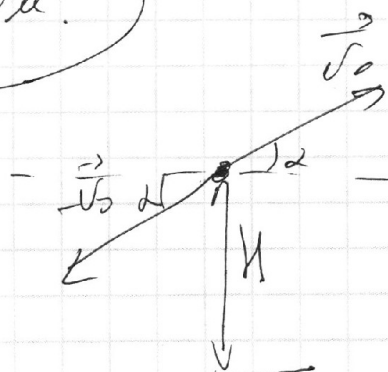
~~а) I~~
I). $U_0 \tau - g \frac{\tau^2}{2} = h \Rightarrow U_0 = \frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2} = 15 \text{ м/с} + 5 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$

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

$$h = U_0 \tau_{\text{эл}} - g \frac{\tau_{\text{эл}}^2}{2} = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = 40 - 20 = 20 \text{ м}$$

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

$h = 20 \text{ м}$



$$L = L_1 + L_2$$

~~$$U_0 \tau_1 \sin \alpha + g \frac{\tau_1^2}{2} = H \Rightarrow$$~~

$$\Rightarrow \tau_1 = \frac{-U_0 \sin \alpha + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L_1 = U_0 \cos \alpha \tau_1 = \frac{1}{g} (\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} - U_0 \sin \alpha) U_0 \cos \alpha$$

~~$$\tau_2 = \frac{1}{g} \tau_2 = \frac{U_0 \sin \alpha + \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$~~

$$L = L_1 + L_2 =$$

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

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



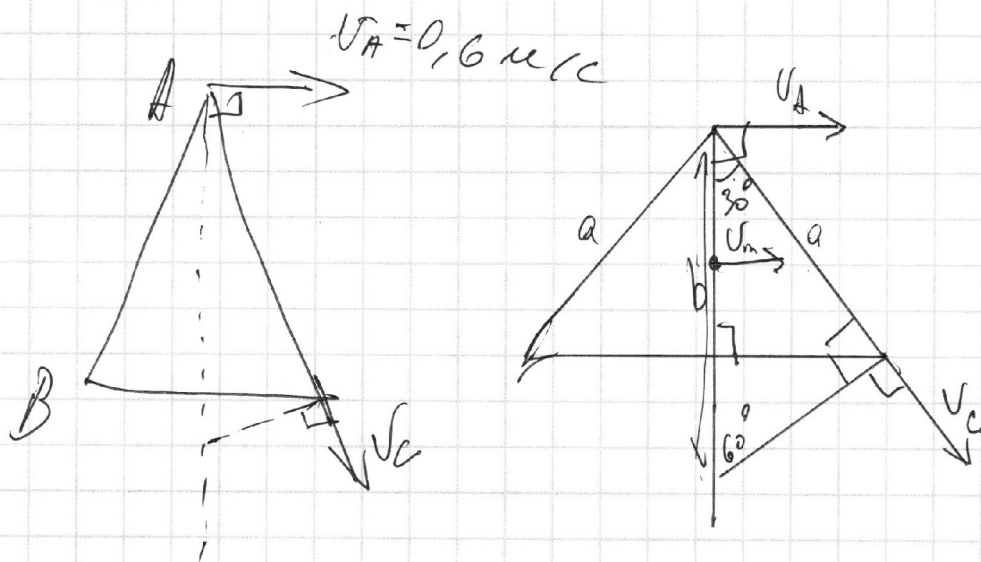
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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.



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

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

2) $\tau = 2\pi$

$$a_A = a_B + [\omega^2, r] + [\epsilon, \dots]$$



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!

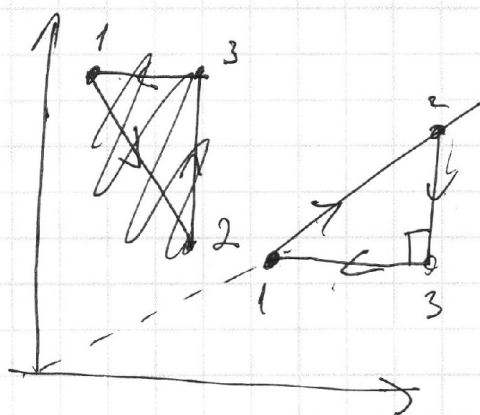
Черновик

$$C_p = \frac{\delta Q}{dT} = C_v \frac{\partial T}{\partial T} + \frac{P dV}{dT} = C_v + P \frac{dV}{dT}$$

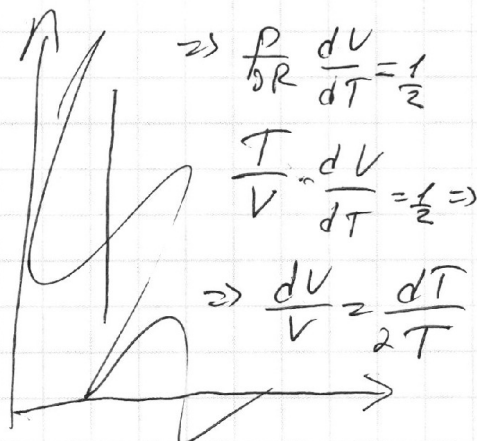
$$C_p = C_v = \frac{3}{2} R - \text{циклонный}$$

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

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



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



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

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

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

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

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

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

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

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

$$3200 \cdot 8.31 = 32.831$$

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

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.

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

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

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

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

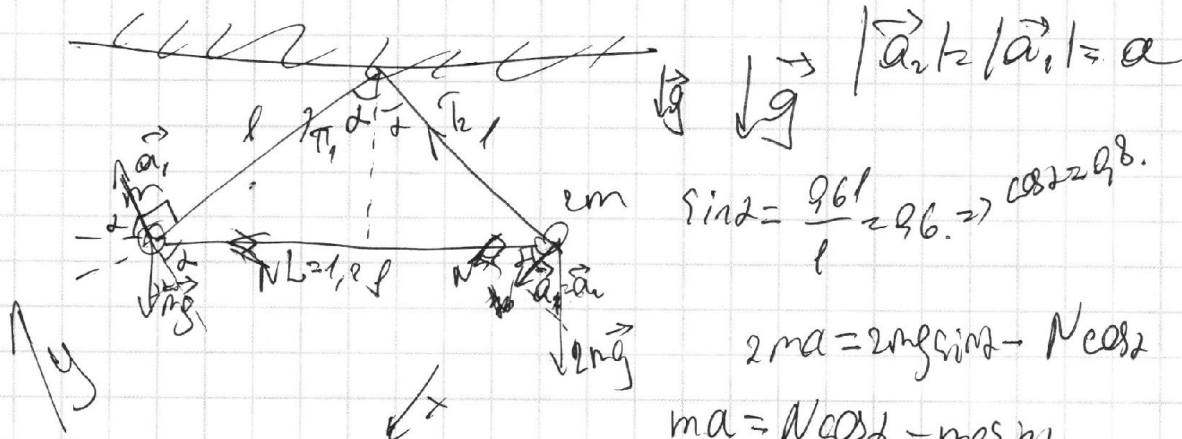
$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{\frac{13}{18}}$$

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

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

$$= 200 \sqrt{65} \text{ м.}$$

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



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

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

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

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

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