



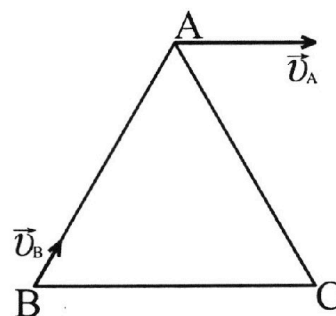
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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

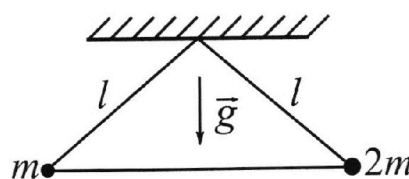
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ 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 $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ 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.



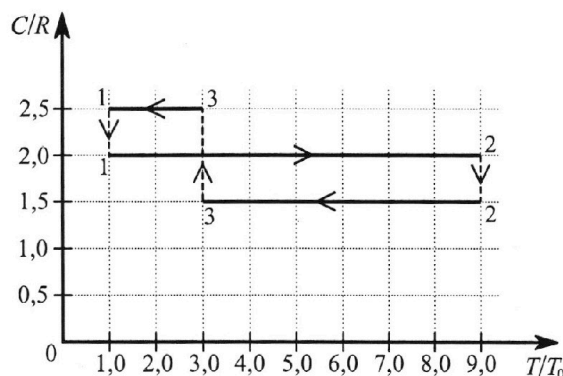
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300$ К.

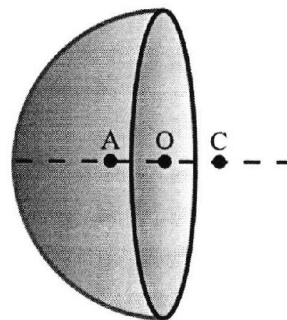


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ 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 . Частица движется по прямой АС и на большем по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы 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.



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 3

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!

№1.

$t=0$
 $v_B = 0.4 \text{ м/с}$
 $v_A = ?$
 $a = 0.4 \text{ м/с}^2$
 $\tau = ?$
 $m = 120 \text{ кг}$
 $R = ?$
 $m \ll M$

М-масса треугольной пластинки.

Решение:

1) Т.к. пластинка однородная $\Rightarrow$ центр масс пластинки расположен в геометрическом центре фигуры, в форме которой пластинка.

Центр. равностороннего треугольника - точка пересечения его медиан.

Рассмотрим сторону АВ длина ребра не изменяется $\Rightarrow$ скорости концов А и В в проекции на АВ равны $\Rightarrow v_B = v_{Ap}$; $v_{Ap} = v_A \cos 30^\circ$

! 30° - угол в равност. * проекция v_A на АВ!

! $v_B = v_A \cos 60^\circ \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{\cos 60^\circ} = \frac{0.4 \text{ м/с}}{\frac{1}{2}} = 0.8 \text{ м/с}$

2) В системе отсчёта, связанной с центром масс:

Для р/с треугольника радиус описанной окружности равен расстоянию от центра до вершин. Вершины лежат на этой окружности, значит их скорости (вм. ц.м) направлены по касательной к окружности $\Rightarrow$ направлены $\perp$ радиусам.

$\Rightarrow v_{Aотм} = v_{Bотм} = v_{Cотм}$ - расстояние между точками не меняется. У них напр. $\perp$ радиусам вписанной около $\triangle ABC$ окружности.

Тогда при первом обращении в с.о. "Земля" получим, что скорости точек А В и С складываются из скорости центра масс и относительной скорости каж. из точек соответ.



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 3

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!

Тогда $\vec{v}_B = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{ц.м}}$
 $\vec{v}_A = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{ц.м}}$

Заметим, что $\vec{v}_A$ складывается из $\vec{v}_{\text{отн}}$, которая перпендикулярна OA
 $OA \perp BC \Rightarrow \vec{v}_A \text{ перпендикулярна } BC$

Тогда $\vec{v}_{\text{ц.м}}$ тоже перпендикулярна BC , т.к.

$\vec{v}_{\text{ц.м}} \parallel \vec{v}_A$
 $\vec{v}_{\text{ц.м}} = \vec{v}_A - \vec{v}_{\text{отн}}$
 $\vec{v}_{\text{ц.м}} \parallel BC$

Тогда составим треугольники скоростей:

$\vec{v}_A$: $\vec{v}_{\text{отн}}$ $\vec{v}_{\text{ц.м}}$ $\vec{v}_B$: $\vec{v}_{\text{отн}}$ $\vec{v}_{\text{ц.м}}$ $\vec{v}_C$: $\vec{v}_{\text{отн}}$ $\vec{v}_{\text{ц.м}}$

(1) O - центр $\triangle ABC$

Земля - плоскость - инерциальная система отсчета

Значит $v_B = v_{\text{ц.м}} = v_{\text{отн}}$
 $v_A = v_{\text{отн}} = v_{\text{ц.м}} = v_{\text{отн}}$
 Тогда $v_A = 2v_{\text{ц.м}}$

$\Rightarrow$ они составляют равносторонний треугольник

$v_{\text{ц.м}} = v_B = 0,4 \text{ м/с} = v_{\text{отн}}$

Тогда в с.о. центр масс:

r - радиус описанной около $\triangle ABC$ окружности.

$r = \frac{2}{3}$ медианы

$r = \frac{2}{3} OA = OB = OC$

В равностороннем треугольнике медиана равна $\frac{\sqrt{3}}{2}$ от стороны,

тогда $r = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot a$, $r = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,4 = \frac{2}{5\sqrt{3}}$

длина окружности l : $l = 2\pi r = \frac{4\pi}{5\sqrt{3}}$

$T = \frac{l}{v_{\text{отн}}} = \frac{4\pi}{5\sqrt{3} \cdot 0,4} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}$

Когда пчела садится на пластину, действуют силы: $F_{\text{тр}}$, препятствующая её соскальзыванию, сила тяжести и сила реакции (мг) пластины (N)



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
3 ИЗ 3

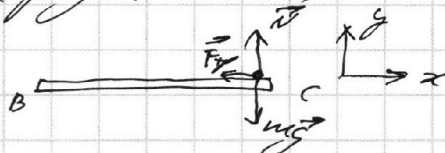
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N1 (продолжение)

По II закону Ньютона:

$$m a_n = R \quad a_n - \text{ускорение}$$

$$R = F_{\text{тр}} + N + m g$$



$$y: N = m g \quad a_y = 0 \quad a_y - \text{центростремительное ускорение}$$

$$x: - m a_y = - F_{\text{тр}} \quad \text{мех.}$$

$$\text{Тогда: } m a_y = a_n \quad a_y - \text{проекция } a_n \text{ на ось } y$$

$$\text{Тогда: } R = m a_y \Rightarrow R = \frac{m v_{\text{сн}}^2}{r} = 0,00012 \text{ кг} \cdot (0,4 \text{ м/с})^2 =$$

$$= \frac{0,00012 \cdot 0,16 \cdot 5\sqrt{3}}{2} = \frac{12}{100000} \cdot \frac{2}{5} \cdot \sqrt{3} = \frac{3\sqrt{3}}{12500 \cdot 5} = \frac{3\sqrt{3}}{62500} \text{ Н}$$

$$R = \frac{3\sqrt{3}}{62500} \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: 1) } v_* = 0,8 \text{ м/с.}$$

$$2) \tau = \frac{4\sqrt{6}\sqrt{3}}{5} \text{ с.}$$

$$3) R = \frac{3\sqrt{3}}{62500} \text{ Н.}$$



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!

№2.

$$h = 142 \text{ м}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$F_{\text{сопр}} \rightarrow 0$$

$$m_1 = m_2 \text{ (} m_1 \text{ и } m_2 \text{ - массы осколков)}$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$L_{\text{max}} = ?$$

$$M = ?$$

Решение:

1) Законом сохранения энергии:

$$mgh + \frac{mv^2}{2} = Mgh$$

$$gh + \frac{v^2}{2} = gH$$

$$M = \frac{gh + \frac{v^2}{2}}{g} = \frac{10 \cdot 142 + \frac{36}{2}}{10}$$

$$M = \frac{1420 + 18}{10} = \frac{160}{10} = 16 \text{ т}$$

$$M = 16 \text{ т}$$

2) Законом сохранения импульса:

ось x:

$$m v_0 + m v_0' = (m+m) v_b; v_b = 0$$

$$v_0 = -v_0'$$

3) v_0 направ под углом α к гориз.

тогда v_0' направ под углом α к гориз.

$$L_{\text{max}} = L_1 + L_2$$

$$L_1 = v_{0x} t_1$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$-H = v_{0y} t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$L_2 = v_{0x}' t_2$$

$$v_{0x}' = v_0' \cos \alpha$$

$$H = v_{0y}' t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$$

$$v_{0y}' = v_0' \sin \alpha$$

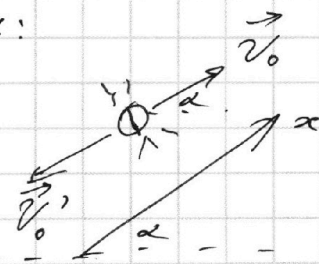
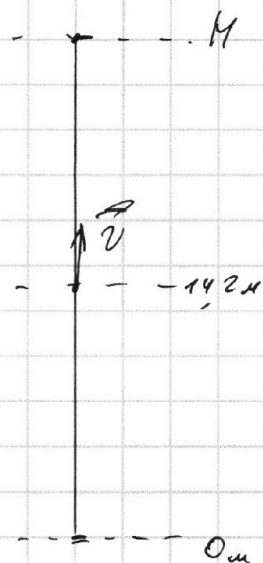
$$\text{Так как: } -v_{0y} t_1 + \frac{gt_1^2}{2} = v_{0y}' t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$$

По закону:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{0x}^2}{2} \quad v_0 = v_{0x}$$

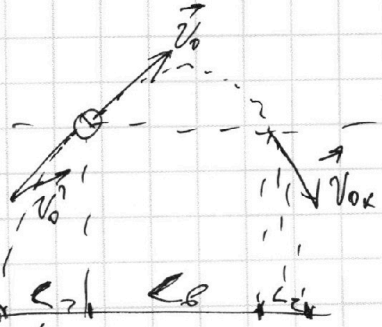
$$\text{Так как: } L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8 + L_9 + L_{10}$$

Макс. дальность:



t_1 - время полёта
1-го осколка после
взрыва.

t_2 - 2-го осколка.





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!

объединив траектории
верха и низа
куска получим одну параболу

т.е. вращая
проекции
вектора

Представим что с ми-
шей точки этой
параболы запустили
пол снаряда со ско-
ростью v' которую



имеет кусок в мишей точке:

$$3 \text{ с.з.: } \frac{m v_0'^2}{2} + m g h = \frac{m v'^2}{2}$$

$$\frac{v_0'^2}{2} + g h = \frac{v'^2}{2}$$

$$v'^2 = v_0'^2 + 2 g h$$

$$v' = \sqrt{v_0'^2 + 2 g h} = \sqrt{400 + 2 \cdot 10 \cdot 16} = \sqrt{400 + 320} = \sqrt{720} \text{ м/с}$$

тогда максимальная дальность полета
будет при $\beta = 45^\circ$ (снаряд летит для макс.
дальности)

$$L_{\max} = v_0'^2 \sin 2\beta = v'^2 \sin 2\beta$$

$$L_{\max} = \frac{720}{20} \cdot 1 = 72 \text{ м}$$

Ответ: 1) $M = 16 \text{ м}$

2) $L_{\max} = 72 \text{ м}$



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!

№3.

$$\begin{aligned} m &= 90 \text{ г} \\ 2m &= 180 \text{ г} \\ l &= 16 \text{ см} \\ L &= 16 \text{ см} \\ \alpha &= ? \end{aligned}$$

Решение:

- 1) т.к. в начальный момент $v=0 \Rightarrow a_t=0$ - центрострем. ускор. тогда $a_2 = a_1$

тангенциальная шарик $2m$ может составлять движение по окружности радиусом l (нить не растягивается), тогда α нить + шарик значит $\alpha = 90^\circ - \angle OBA$

По теореме косинусов ($\triangle AOB$):

$$\begin{aligned} AO^2 &= OB^2 + AB^2 - 2OB \cdot AB \cdot \cos \angle OBA \\ l^2 &= l^2 + 3,56l^2 - 2l \cdot 16l \cos \angle OBA \end{aligned}$$

$$1 = 3,56 - 3,2 \cos \angle OBA$$

$$2,56 = 3,2 \cos \angle OBA$$

$$\cos \angle OBA = \frac{2,56}{3,2} = 0,8$$

$$\alpha = 90^\circ - \angle OBA \Rightarrow \sin \alpha = \sin (90^\circ - \angle OBA) \Rightarrow \sin \alpha = \cos \angle OBA = 0,8 \quad \sin \alpha = 0,8$$

2) По II закону Ньютона:

$$\textcircled{1}: m \vec{a}_1 = m \vec{g} + \vec{T}_1 + \vec{T} \rightarrow$$

$$\textcircled{2}: 2m \vec{a}_2 = 2m \vec{g} + \vec{T}_2 + \vec{T}$$

$$\textcircled{3} x: m a_1 \cos \alpha = T - T_1 \sin \alpha$$

$$y: 2m a_2 \sin \alpha = T_1 \cos \alpha - m g$$

$$\textcircled{4} x: 2m a_2 \cos \alpha = T_2 \sin \alpha - T$$

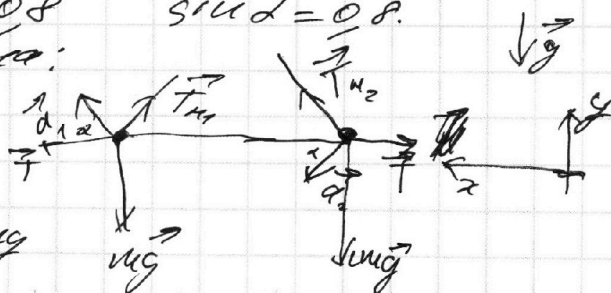
$$y: 2m a_2 \sin \alpha = 2m g - T_2 \cos \alpha$$

$$T_1 = -m a_1 \cos \alpha + T$$

$$T_1 = \frac{m a_1 \sin \alpha + m g}{\cos \alpha}$$

$$-m a_1 \cos \alpha + T = \frac{m a_1 \sin \alpha + m g}{\cos \alpha}$$

$$T = \left(\frac{m a_1 \sin \alpha + m g}{\cos \alpha} + m a_1 \cos \alpha \right) \sin \alpha$$



T - сила нити, т.е. $L = \text{const}$ нить, значит $a_1 = a_2$

По II закону Ньютона сила реакции стержня равна $m a$ оба шарика. $\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$



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**.



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!

$$T_{M2} = 2m a_2 \cos \alpha + T$$

1/3 (продолжи)

$$T_{M2} = \frac{-2m a_2 \sin \alpha + 2mg}{\cos \alpha}$$

$$\frac{2m a_2 \cos \alpha + T}{\sin \alpha} = \frac{-2m a_2 \sin \alpha + 2mg}{\cos \alpha}$$

$$T = \left(\frac{-2m a_2 \sin \alpha + 2mg}{\cos \alpha} - \frac{2m a_2 \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) \sin \alpha$$

$$\left(\frac{-2m a_2 \sin \alpha + 2mg}{\cos \alpha} - \frac{2m a_2 \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) \sin \alpha = \frac{(m a_1 \sin \alpha + mg + m a_1 \cos \alpha)}{\cos \alpha} \sin \alpha$$

$$\frac{-2m a_2 \sin \alpha + 2mg}{\cos \alpha} - \frac{2m a_2 \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{m a_1 \sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{mg}{\cos \alpha} + \frac{m a_1 \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\frac{-3 a_2 \sin \alpha + 2g}{\cos \alpha} - \frac{3 a_2 \cos \alpha}{\sin \alpha} = 0$$

$$-3 a_2 \tan \alpha + \frac{g}{\cos \alpha} - 3 a_2 \cot \alpha = 0$$

$$a_2 \cdot 3(\tan \alpha + \cot \alpha) = \frac{g}{\cos \alpha}$$

$$a_2 = \frac{g}{3(\tan \alpha + \cot \alpha) \cdot \cos \alpha} = \frac{10}{3\left(\frac{4}{3} + \frac{3}{4}\right) \cdot 0,6} = \frac{100}{3 \cdot \frac{25}{12} \cdot 6} = \frac{100}{\frac{25}{2} \cdot 6}$$

$$a_2 = \frac{4}{\frac{6}{4}} = \frac{4}{\frac{3}{2}} = \frac{8}{3} \quad ; \quad a_2 = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2$$

$$3) T = \left(\frac{-2m a_2 \sin \alpha + 2mg}{\cos \alpha} - \frac{2m a_2 \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) \sin \alpha$$

$$T = \left(\frac{-2 \cdot 0,09 \cdot \frac{8}{3} \cdot 0,8 + 2 \cdot 0,09 \cdot 10}{0,6} - \frac{2 \cdot 0,09 \cdot \frac{8}{3} \cdot 0,6}{0,8} \right) 0,8$$

$$T = \left(\frac{-0,18 \cdot 0,4 + 1,8}{0,6} - \frac{0,18 \cdot 0,4}{0,8} \right) 0,8$$

$$T = \left(\frac{-0,06 \cdot 0,4 + 1,8}{0,6} - 0,06 \cdot 0,4 \right) \cdot 0,8 = (0,1 \cdot 0,4 + 3) \cdot 0,8 - 0,06 \cdot 0,4$$

$$T = (-0,64 + 3) / 0,6 - 0,06 \cdot 0,4 = 2,36 \cdot 0,8 - 0,06 \cdot 6 \cdot 0,8 =$$

$$= (2,36 - 0,36) \cdot 0,8 = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ Н}$$

$$0,8 \text{ м/с}^2: 1) \sin \alpha = 0,8,$$

$$2) a_2 = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2,$$

$$3) T = 1,6 \text{ Н.}$$



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 3

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!

$$\begin{aligned} \gamma &= 5 \text{ моль} \\ T_0 &= 300 \text{ К} \\ M &= ? \\ A_1 &= ? \end{aligned}$$

1) $Q = C \Delta T$
 $\Delta U = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T$
 $A_{1-2} = Q - \Delta U = C \Delta T - \frac{3}{2} \gamma R \Delta T = \Delta T (C - \frac{3}{2} \gamma R)$
 $A_{1-2} = \gamma R T_0 (2R - R) = \gamma R \Delta T$
 $\Delta T_{1-2} = 8 T_0$
 $A_{1-2} = 8 \gamma R T_0$

$$A_{1-2} = \frac{(P_k + P_n)}{2} \Delta V$$

состояние ① ур мемб - клапейрона!

$$P_0 V_0 = \gamma R T_0$$

$$\textcircled{2}: P_2 V_2 = \gamma R \cdot 9 T_0$$

$$\gamma P_0 V_0 = P_2 V_2$$

$$\begin{aligned} A_{12-3} &= \frac{1}{2} \gamma R \cdot 0.5 R \\ A_{12-3} &= -0.5 \gamma \cdot 6 T_0 R \\ A_{12-3} &= -3 \gamma R T_0 \\ A_{13-7} &= \gamma R T_0 \cdot 1.5 R \\ A_{13-7} &= \gamma \cdot 1.5 R \cdot (-2 T_0) \\ A_{13-7} &= -3 \gamma R T_0 \end{aligned}$$

$$A_1 = A_{12-3} + A_{2-3} + A_{3-7} = 8 \gamma R T_0 - 3 \gamma R T_0 - 3 \gamma R T_0 = 2 \gamma R T_0$$

$$A_1 = 2 \cdot 5 \cdot 8.31 \cdot 300 = 3000 \cdot 8.31 = 831 \cdot 30 = 24930 \text{ Дж}$$

3) A_{1-2} - работа по подвигу груза

$$A_{1-2} = 0.5 A_1 = 12465 \text{ Дж}$$

$$\text{Тогда } 20 A_{1-2} = m g h$$

$$20 A_{1-2} = m g h$$

$$M = \frac{A_{1-2} \cdot 20}{g} = \frac{12465 \cdot 20}{9.8} = \frac{12465}{49} = 254.38$$

$$= \frac{62325}{100} = 623.25 \text{ Н}$$

$$M = 623.25 \text{ Н}$$

$$1) P_0 V_0 = \gamma R T_0$$

$$P_2 V_2 = \gamma R 9 T_0$$

$$P_3 V_3 = 3 \gamma R T_0$$

$$A_{1-2} = 8 \gamma R T_0 \Rightarrow A_{1-2} = \frac{P_k + P_n}{2} \Delta V$$

$$A_{1-2} = P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_0 V_0$$

$$\frac{P_0 V_0}{P_2 V_2} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{P_2}{P_0} = \frac{V_0}{V_2}$$



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
☒

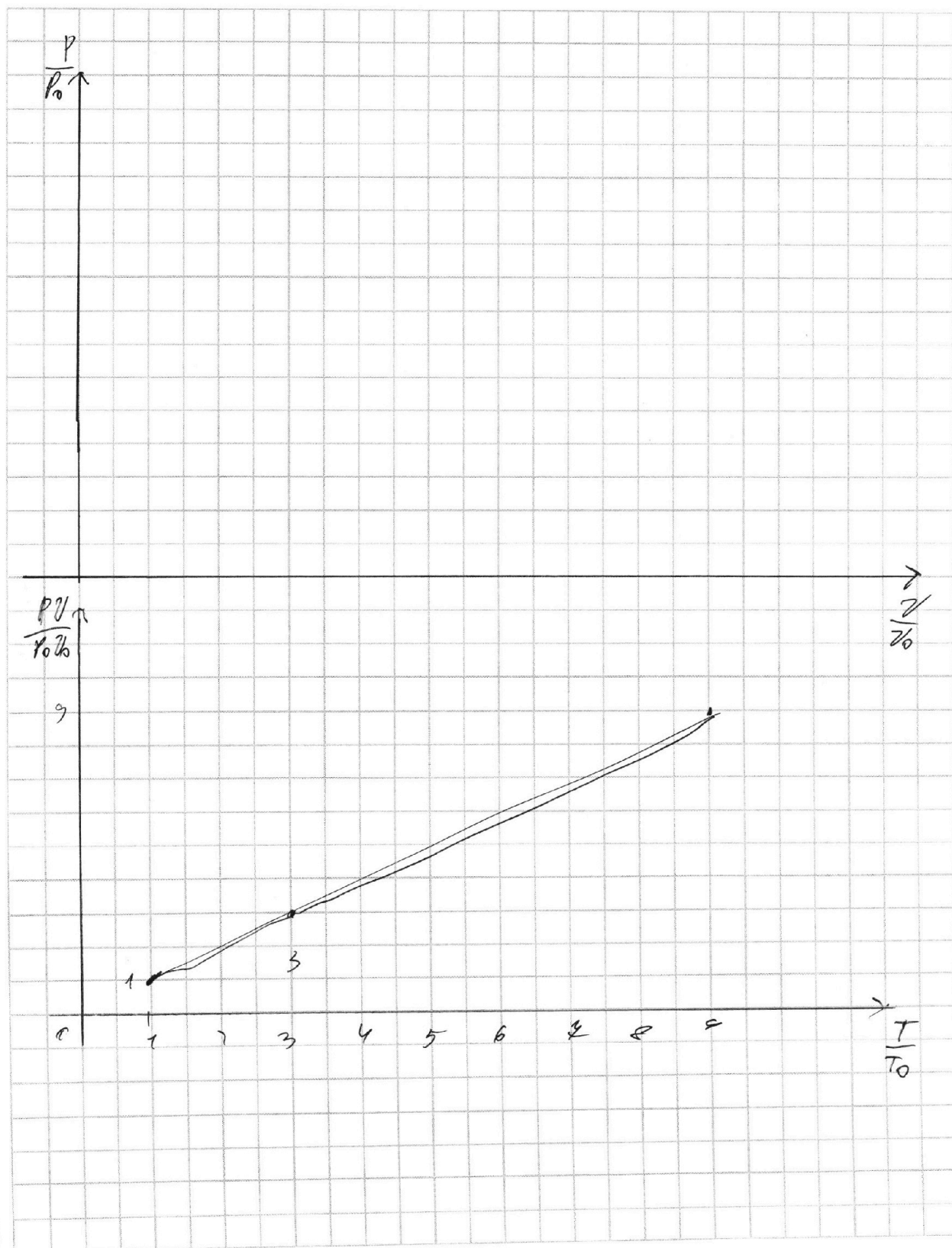
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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
3 из 3

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!

$$Q = C \Delta T$$

$$\Delta U = 3 R \Delta T$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U$$

$$A_{12} = R \Delta T$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T$$

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

$$\frac{3}{5} Q = \Delta U \quad \frac{2}{5} Q = A_{12}$$

Ответ: 2) $A_{12} = 24930 \text{ Дж}$
3) $62,325 \text{ Дж}$ $M = 62,325 \text{ Дж}$



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.

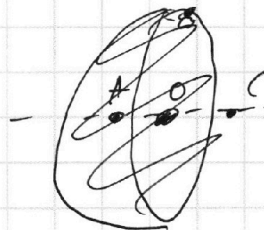
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

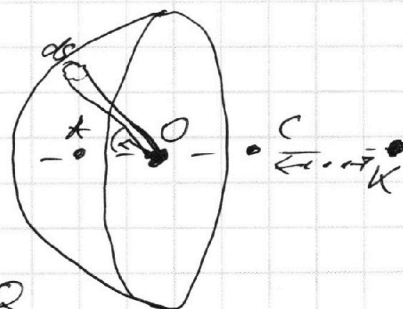
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

15.

Взаимодействие
1) Майгём φ_0



Из (1) φ по телесному углу $d\Omega$
 $d\Omega = \frac{dS}{R^2}$ $S = 4\pi R^2$
 $d\varphi = \frac{\sigma dS}{R}$ $\sigma = \frac{Q}{S}$ $S = 4\pi R^2$
 $dS = d\Omega \cdot R^2$



$$\varphi_0 = \sum d\varphi = \sum \frac{\sigma dS}{R} = \frac{\sigma}{R} \sum dS = \frac{\sigma}{R} S$$

$$\varphi_0 = \frac{\sigma Q}{4\pi R} \quad \varphi = \frac{\sigma Q}{4\pi R}$$

$$\varphi_0 = \frac{\sigma Q R}{4\pi R^2} = \frac{\sigma Q}{4\pi R}$$

$$\varphi_0 = \frac{\sigma Q}{4\pi R}$$

$$\varphi_{\text{век}} = 0$$

Законом сохранения энергии:

$$\frac{m v_0^2}{2} + \varphi_0 q = K + \varphi_{\text{век}} q$$

$$v_0^2 = 2(K - \varphi_0 q) \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2(K - \varphi_0 q)}{m}}$$

2) Майгём φ_A

СВЗСЭ:

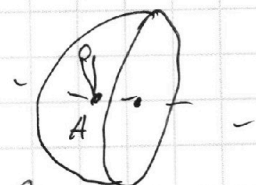
$$\varphi_A q + \frac{m v_A^2}{2} = \varphi_0 q + \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\varphi_A q = \varphi_0 q + K - \varphi_0 q \Rightarrow \varphi_A q = K \quad \varphi_A = \frac{K}{q}$$

Майгём φ_A и φ_0 через σ и R :

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

$$d\varphi_A = \frac{\sigma dS}{R}$$



Ответ:

$$1) v_0 = \sqrt{\frac{2(K - \varphi_0 q)}{m}}$$



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**.



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!

