



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-03



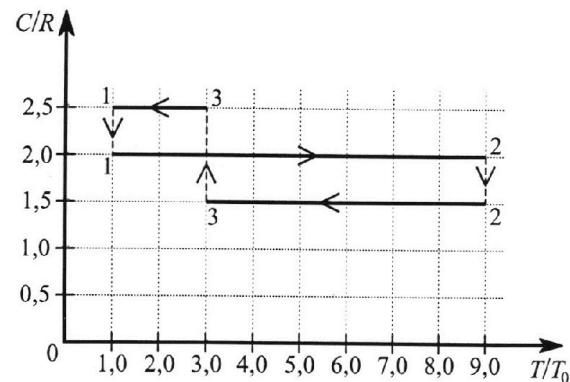
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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

1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где 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?

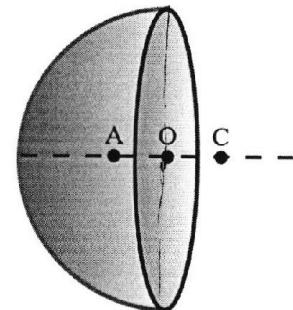
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415\text{ кг}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31\text{ Дж/(моль·К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется 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.



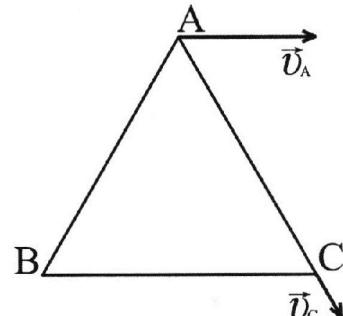
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.



- Найдите модуль v_C скорости вершины C.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов? Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.
- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

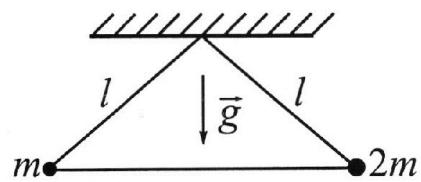
- 2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

- 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.

- 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. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

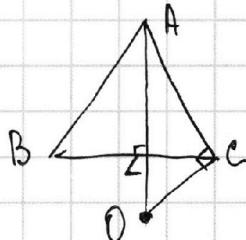
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

1) Найдите мгновенный центр вращения (точку O)

O - пересечение перпендикуляров к \overline{BC} и \overline{AC} , восстановленных в точках

A и C соответственно. $(\overline{CA} \parallel \overline{BC} \Rightarrow AO \perp BC)$



(L - середина BC)

$$OL = \frac{CL}{\cos(30^\circ)} = \frac{EL}{\cos(30^\circ)} = \frac{BC/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{BC\sqrt{3}}{3} = a\frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$AC = a \quad AB \neq OA = \sqrt{AC^2 + OC^2} = a \sqrt{1 + \frac{1}{3}} = \\ = 2a \frac{\sqrt{3}}{3}$$

ω_0 - угловая скорость изменения положения мгновенного центра вращения.

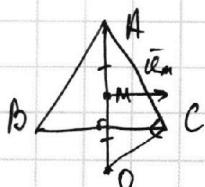
$$\begin{aligned} \dot{\varphi}_a &= \omega_0 \cdot OA \\ \dot{\varphi}_c &= \omega_0 \cdot OC \end{aligned} \Rightarrow \dot{\varphi}_c = \dot{\varphi}_a \cdot \frac{OC}{OA} = \dot{\varphi}_a \frac{a\sqrt{3}/3}{2a\sqrt{3}/3} = \frac{1}{2}\dot{\varphi}_a = 0,3 \text{ м/с}$$

2) M - центр масс пластина

(M - середина AC, т.к. ABC - выпуклый четырехугольник с острой вершиной

на диагонале AO \Rightarrow внешняя окружность ABC - лежит на AO как на диаметре

$\Rightarrow M$ - как центр отложной - середина AO)



$\dot{\varphi}_m$ - скорость точки M $\dot{\varphi}_m \parallel \dot{\varphi}_a$

$$\dot{\varphi}_m = \omega_0 \cdot OM = \omega_0 \cdot \frac{1}{2}OA = \frac{1}{2}\dot{\varphi}_a$$



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!

Перейдем в систему отсчета точки M.

Тогда относительная скорость точки a - (\bar{v}_{am})

$$\bar{v}_{am} = \bar{v}_a - \bar{v}_m = \bar{v}_a - \frac{1}{2}\bar{v}_a = \frac{1}{2}\bar{v}_a$$

относительное угловое ускорение точки a - (ω_{am})

$$\omega_{am} = \frac{\vartheta_{am}}{MA} = \frac{\frac{1}{2}\bar{v}_a}{\frac{1}{2}OA} = \frac{\bar{v}_a}{OA} = \frac{\bar{v}_a}{2a\sqrt{3}/3} = \frac{3 \cdot 0,6 \text{ м/c}}{2 \cdot 0,3 \text{ м} \cdot \sqrt{3}} = \cancel{\frac{3 \cdot 0,6 \text{ м/c}}{2 \cdot 0,3 \text{ м} \cdot \sqrt{3}}} = \frac{1}{2} \text{ м/c}^2$$

$$\gamma = \frac{16\pi}{\omega_{am}} = \frac{16\pi}{\bar{v}_a} \cdot \frac{2a\sqrt{3}}{3} = \frac{32a\pi\sqrt{3}}{3\bar{v}_a} = \frac{32 \cdot 0,3 \text{ м} \cdot \pi\sqrt{3}}{3 \cdot 0,6 \text{ м/c}} = \underline{\underline{16 \cdot \frac{\pi\sqrt{3}}{3} \text{ c}}}$$

3.) \bar{v}_{bm} - скорость точки B относительно M

$$\bar{v}_{bm} = \bar{v}_{ams} MB \cdot \omega_m = MA \cdot \omega_m = \bar{v}_{am}$$

$$\Rightarrow (\text{a - ускорение точки}) \quad \ddot{a} = \frac{\bar{v}_{bm}^2}{MB} = \frac{\bar{v}_{am}^2}{AO/2} = \frac{\left(\frac{1}{2}\bar{v}_a\right)^2}{(AO/2)} = \frac{\bar{v}_a^2 \sqrt{3}}{4a}$$

по закону Кулона (F - сила действующая) $R = m\ddot{a}_x \Rightarrow$

$$R = m \frac{\bar{v}_a^2 \sqrt{3}}{4a} = 60 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \frac{(0,6 \text{ м/c})^2 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 0,3 \text{ м}} = \underline{\underline{18\sqrt{3} \cdot 10^6 \text{ Н}}}$$

Ответ: 1) $0,3 \text{ м/c}$; 2) $16 \frac{\pi\sqrt{3}}{3} \text{ c}$; 3) $18\sqrt{3} \cdot 10^6 \text{ Н}$.



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

1) И - коническая спираль ^{столб} цепь вертикально, после спирали гибко

$$Ht - \frac{gt^2}{2} = h \Rightarrow H = \frac{2h + gt^2}{2t}$$

$$\Rightarrow H = \frac{gt^2}{g} H \cdot \frac{4}{g} - \frac{g(\frac{4}{g})^2}{2} = \frac{H^2}{2g} = \frac{\left(\frac{2h + gt^2}{2t}\right)^2}{2g} = \frac{(2 \cdot 15m + 10 \frac{m}{s^2} \cdot t^2)^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = 20m.$$

2) Гибко \bar{v}_0 - начальное под углом α к горизонту.

В точке И скорость цепи вертикально (до распора) равна 0 \Rightarrow
 минута в этот момент (\bar{p}_1) - равен 0, \bar{p}_2 ^{шагунок} \Rightarrow
 время 0)

$$\bar{p}_1 = \bar{p}_2 = 0 \quad (И - конец флипера, \bar{v}_1 - скорость 200 \text{ км/ч})$$

$$\bar{p}_2 = \left(\frac{M}{\lambda}\right) \bar{v}_1 + \left(\frac{M}{\lambda}\right) \bar{v}_0 \Rightarrow \bar{v}_1 = -\bar{v}_0$$

$\angle = \angle(\alpha)$ - угол между осями колеса после падения

$$\angle(\alpha) = \arctan \frac{v_0 \cos \alpha}{h + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} t_1 + t_2} \quad (t_1, t_2 - \text{время падения 1 и 2 колес})$$

$$t_1 = v_0 \sin \alpha t_1 + \frac{gt_1^2}{2} = H \quad t_1 = \frac{-2v_0 \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 4H^2/g}}{2g}$$

$$t_2 = t_1^2 + \frac{v_0 \sin \alpha \cdot 2}{g} t_1 - \frac{H}{g} = 0$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{H^2}{g}} - \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g}$$

$$t_2 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} + t_1 =$$

$$= \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{H^2}{g}} + \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow \angle(\alpha) = \arctan \left(\sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{H^2}{g}} \right)$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

\angle_{\max} достигается при $b'(d) = 0 \Rightarrow$

$$L(d) = -2v_0 \sin d \left(\frac{v_0^2 \cos^2 d}{g^2} \right) \left(\sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 d + 2v_0 g}{g^2}} - \frac{1}{2} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 d + 2v_0 g}{g^2}} > 0 \Rightarrow \begin{cases} -2v_0 \sin d = 0 \\ \frac{v_0^2}{g^2} \cos^2 d = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin d = 0 \\ \cos d = 0 \end{cases}$$

При $\sin d = 0$ при $\cos d = 0$ $L(d) = 0 \Rightarrow$ это не является

максимумом $\Rightarrow L(d)$ - максимум при $\sin d = 0 \Rightarrow \cancel{\cos d = 0}, |\cos d| = 1$

$$\Rightarrow \angle_{\max} = \sqrt{2 \frac{v_0^2 \sin d}{g}} = 2 \cdot 30^\circ \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 120 \text{ м.}$$

Ответ: 1) 20 м; 2) 120 м.

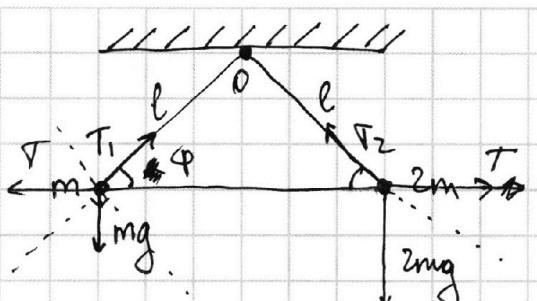


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



(T_1, T_2 - силы набегания шнур
действующие на чуж шнур m и $2m$ соответ.)

φ - угол между струнами и вертикаль
O - точка подвески

(чуж шнур m - первое гено или T_1
чуж шнур $2m$ - второе гено или T_2)

$$\text{по т. кинемат} : L^2 + l^2 - 2LL \cos\varphi = l^2$$

$$L - 2l \cos\varphi = 0$$

$$\Rightarrow \cos\varphi = \frac{L}{2l} = \frac{12l}{2l} = 0,6.$$

1) Разложить ускорение \bar{a}_1 , на генетическое \bar{a}_{1T} и нормальное \bar{a}_{1n} . $\bar{a}_{1n} \parallel T_1, O$; $\bar{a}_{1T} \perp \bar{a}_{1n}$, T_1 вращается θ по окружности с центром в O и радиусом l $\Rightarrow a_{1T} = \frac{v_1^2}{l}$ (где v_1 - скорость θ начальной точки времени)

т.к. мы хотим отыскать $v_1 \approx 0 \Rightarrow \underline{a_{1T} = 0} \Rightarrow \bar{a}_1 = \bar{a}_{1n}$.

$$\Rightarrow \bar{a}_1 \perp T_1, O \Rightarrow \alpha = 90^\circ - \varphi = 90^\circ - \arccos(0,6)$$

2) \bar{a}_2 - ускорение T_{12}

\bar{a}_{2T} и \bar{a}_{2n} - генетическое
и нормальное ускорение T_{12}

аналогично T_{11}, \bar{a}

$\bar{a}_2 = \bar{a}_{2n}$. Это II гр. Кинематика $\bar{F} = m\bar{a} \Rightarrow$ прямолиней, одноди-
намич. лин T_{12} , но это $T_{11} O$ и прямолиней, одноди-
намич. лин $T_{12} O$, но $T_{12} O$ подвеш. O. \Rightarrow



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\Rightarrow T_1 - T \cos \varphi - mg \sin \varphi = 0$$

Перейдём в н.в.0. Гн1.

$$T_2 - T \cos \varphi - 2mg \sin \varphi = 0$$

в ней T_{n2} будет двигаться
погонами
с ускорением $\vec{a}_2 - \vec{a}_1$,

причём его погонная скорость будет равна 0 $\Rightarrow (\vec{a}_2 - \vec{a}_1) \perp \Gamma_{n1}, \Gamma_{n2}$

* * . Сформулируем условием

$$\Rightarrow a_2 \cos \varphi \Rightarrow |a_2| \cos \varphi - |\vec{a}_1| \cos \varphi = 0 \Rightarrow |a_1| = |a_2| \quad \Rightarrow$$

(найдем из н.в.0 в сфероидную $\Rightarrow CO$)

$$\Rightarrow |a_2| \cos \alpha = |a_1| \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\frac{F_{1x}}{m} = \frac{F_{2x}}{2m} \quad (F_{1x}, F_{2x} - регулирующие силы
действующие на Γ_{n2} Гн1 и Гн2 соответ-
ственно (по Закону Ньютона $F=ma$)
или параллельной вертикалью Γ_{n1}, Γ_{n2})$$

$$\Rightarrow 2F_{1x} = F_{2x}$$

$$2(T_1 \cos \varphi - T) = T - T_2 \cos \varphi \Rightarrow$$

$$\begin{cases} T_1 - T \cos \varphi - mg \sin \varphi = 0 \\ T_2 - T \cos \varphi - 2mg \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow T_2 = T_1 + mg \sin \varphi$$

$$2(T_1 \cos \varphi - T) = T - T_2 \cos \varphi \Rightarrow (2T_1 + T_2) \cos \varphi = 3T$$

$$\Rightarrow (3T_1 + mg \sin \varphi) \cos \varphi = 3T \Rightarrow T_1 = \frac{T}{\cos \varphi} - \frac{mg \sin \varphi}{3} = T \cos \varphi + mg \sin \varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T(1 - \cos^2 \varphi) = mg \cos \varphi \sin \varphi \frac{4}{3}$$

$$T = mg \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} \frac{4}{3} = 92 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м/с}}{\text{м}} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{0.6}{10.6 \text{ м}} = \underline{\underline{2 \text{ Н}}}.$$



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
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!

2) $\Rightarrow \alpha = \frac{F_1 - F_{\text{阻力}}}{m} = \frac{mg \cos \varphi - T \sin \varphi}{m}$

$$a_1 = \frac{|mg \cos \varphi - T \sin \varphi|}{m} = \frac{24 \cdot 0,6 - 0,8}{0,2 \text{ кг}} = 2 \frac{\text{м/с}^2}{\text{кг}}$$

(но π не .Изоген)

Отвей: 1) $\pi/2 - \arccos(0,6)$; 2) $-2 \frac{\text{м/с}^2}{\text{кг}}$; 3) -2 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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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) $\text{O} = (P_{1,2,3}; V_{1,2,3}; T_{1,2,3} - \text{давление, температура и геометрия газа в точках } 1, 2, 3)$

$(C_{1-2}; C_{2-3}; C_{3-1} - \text{коэффициенты пруска})$

$$C_{1-2} = 2R$$

$$T_1 = T_0 \quad T_2 = gT_0$$

$$C_{1-2} = \frac{P_{1-2}(T_2 - T_1)}{Q_{1-2}/D} = \frac{T_2 - T_1}{U_{1-2} + A_{1-2}/D} = \frac{T_2 - T_1}{\frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + A_{1-2}/D}$$

(но $I \propto F$)

$$\Rightarrow 2R \Rightarrow 2R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + A_{1-2} \Rightarrow A_{1-2} = \frac{1}{2}R(T_2 - T_1)^2$$

$$(dP_{1-2}; dT_{1-2}; dV_{1-2} - \text{коэффициенты пруска}) = \frac{1}{2}R(4RT_0)^2.$$

$$\Rightarrow (P_1 + P_2). C_{1-2} \text{ во время пруска - const} \Rightarrow dH_{1-2} = \frac{1}{2}R(dT_{1-2})$$

~~$$dH_{1-2} = dPV = \frac{1}{2}R((P_1 + dP)(V_1 + dV) - PV) \quad dH = \frac{1}{2}R(dT)$$~~

~~$$dH = PdV = \frac{1}{2}R((P + dP)(V + dV) - PV)$$~~

~~$$PdV = \frac{1}{2}R(PdV)(VdP) \Rightarrow PdV = VdP$$~~

~~$$P/P_0 = 1 - \frac{V/V_0}{V/V_0} \Rightarrow \frac{P/P_0}{V/V_0} = 1.$$~~

\Rightarrow уголок 1-2 на графике P/T : $P/P_0 (V/V_0)$ - прямая

под углом $45^\circ \Rightarrow P_2 = 3P_1; P_2V_2 = 3P_1V_1; T_2 = gT_1 \Rightarrow P_2V_2 = gP_1V_1$

$$\Rightarrow P_2 = 3P_1; V_2 = 3V_1$$

теперь решим уголок 2-3.

$$C_{2-3} = \frac{(Q_{2-3}/D)}{\frac{1}{T_3 - T_2}} = \frac{U_{2-3} + A_{2-3}/D}{\frac{1}{T_3 - T_2}} = \frac{\frac{3}{2}R(T_3 - T_2) + A_{2-3}/D}{\frac{1}{T_3 - T_2}} = 1,5R \Rightarrow$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

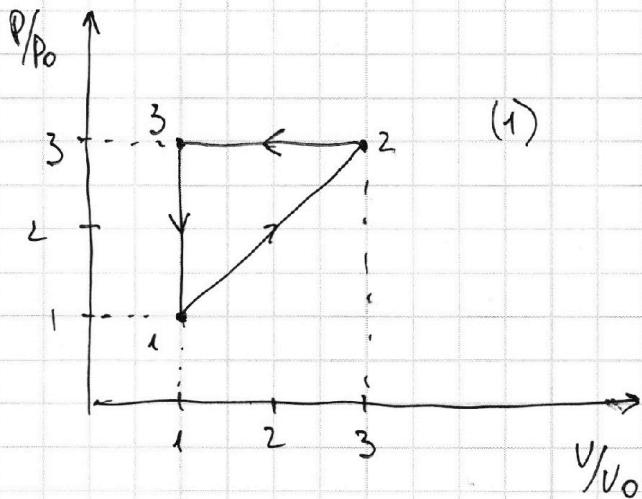
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$A_{2-3}/V = 0 \Rightarrow \text{процес 2-3 изобарный}$$

$$P_3 V_3 = V_3 = 3V_1 = 3V_0$$

$$P_3 T_3 = T_3 = 3T_1 \Rightarrow P_3 V_3 = 3P_0 V_0 \Rightarrow P_3 = P_1 = P_0.$$

(процес 3-1 изобарный)



a) ~~Q~~ $\neq Q = Q_1 + Q_2$ (зде Q - тепло за цикл, Q_2 - тепло когда
открыты ($Q_2 \neq 0$)
и-все работают за цикл

$$\Delta U = 0 = Q - A$$

ΔU - изменение в. энергии

$$\Rightarrow A = Q$$

$$A = \frac{2P_0 \cdot 2V_0}{2} = 2P_0 V_0 = 2T_0 \cdot 0R$$

тепло подводится тепло 6
изделие 1-2 =>

$$Q_1 = Q_{12} = (T_2 - T_1) \cdot C_{1-2} = 2kV \cdot 8T_0 = 16kVRT_0$$

$$Q_1 = 16 \cdot 0.02T_0 = 16 \cdot 1 \text{ монет} \cdot 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} = 26,292 \text{ Дж.}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

3) $\eta - \text{кнг} \text{ шкив}$

$$\eta = \frac{A}{\dot{Q}_1} = \frac{2T_0 DR}{16 T D R} = \underline{0,125}.$$

$A = 2T_0 DR \Rightarrow A' - \text{рабочая нагрузка на подъем груза}$

$$A' = \frac{1}{2} A = T_0 DR$$

$$NA' = MgH \Rightarrow H = \frac{NA'}{mg} = \frac{N T_0 DR}{mg} = \frac{25 \cdot 200k \cdot 1 \text{мог} \cdot 8,31 \text{кН/км}^3}{415 \text{кН/м}^2 \cdot 10^3 \text{кг/м}^3} \approx 113 \text{м}$$

Ответ: 1) 1); 2) 26,292 кНм 3) 113 м.



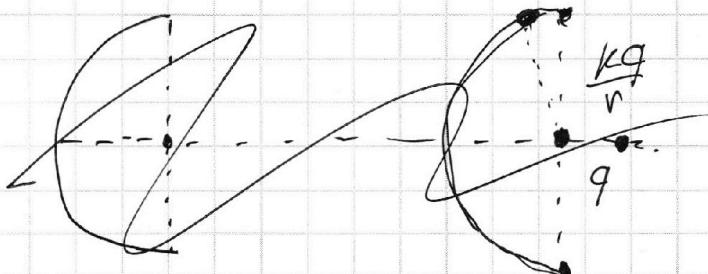
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

1)



Уз 3.с.7. K_1 - кинетическая энергия в точке диполей сf с φ_0, φ_1 - потенциал в точках сf

$$K_1 + \varphi_1^q = K + \varphi_0^q$$

$K_1 - K = (\varphi_0 - \varphi_1)q$ (при расстоянии $l \gg 0$ от центра $l \gg R$,

$\varphi_1 \ll \varphi_0$; $\varphi_1 \ll K$; $\varphi_1 \leq K \Rightarrow \varphi_1 \approx 0$)

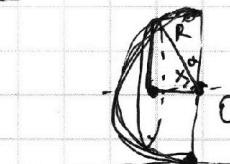
$$K_1 - K = \varphi_0 q \Rightarrow$$

$$\cancel{K_1} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{\varphi_0 q + K}{m}}$$

Найдем φ_0 :

у.н.с.н. складываясь по
концам параллель
от 0.

$$0 - \varphi_0 = \int_{x=0}^{R} \frac{kQ \cdot dx \sqrt{R^2 - x^2}}{\pi R^2 / 2} \frac{x}{R} =$$



$$= \frac{2kQ}{\pi R^4} \int_{x=0}^{R} dx \cdot x \sqrt{R^2 - x^2} = \frac{2kQ}{\pi R^4} \frac{R^3}{3} = \frac{2kQ}{3\pi R^2}.$$

2) K_c - кин.энергия в точке с $q \cdot \varphi_a = K + q \cdot \varphi_0 = K_c + q \cdot \varphi_c$

φ_c - пот. в точке с

φ_a - пот. в точке а

$$V_c = \sqrt{\frac{K + q\varphi_0 - q\varphi_c}{m}}$$



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

1

6

□

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!

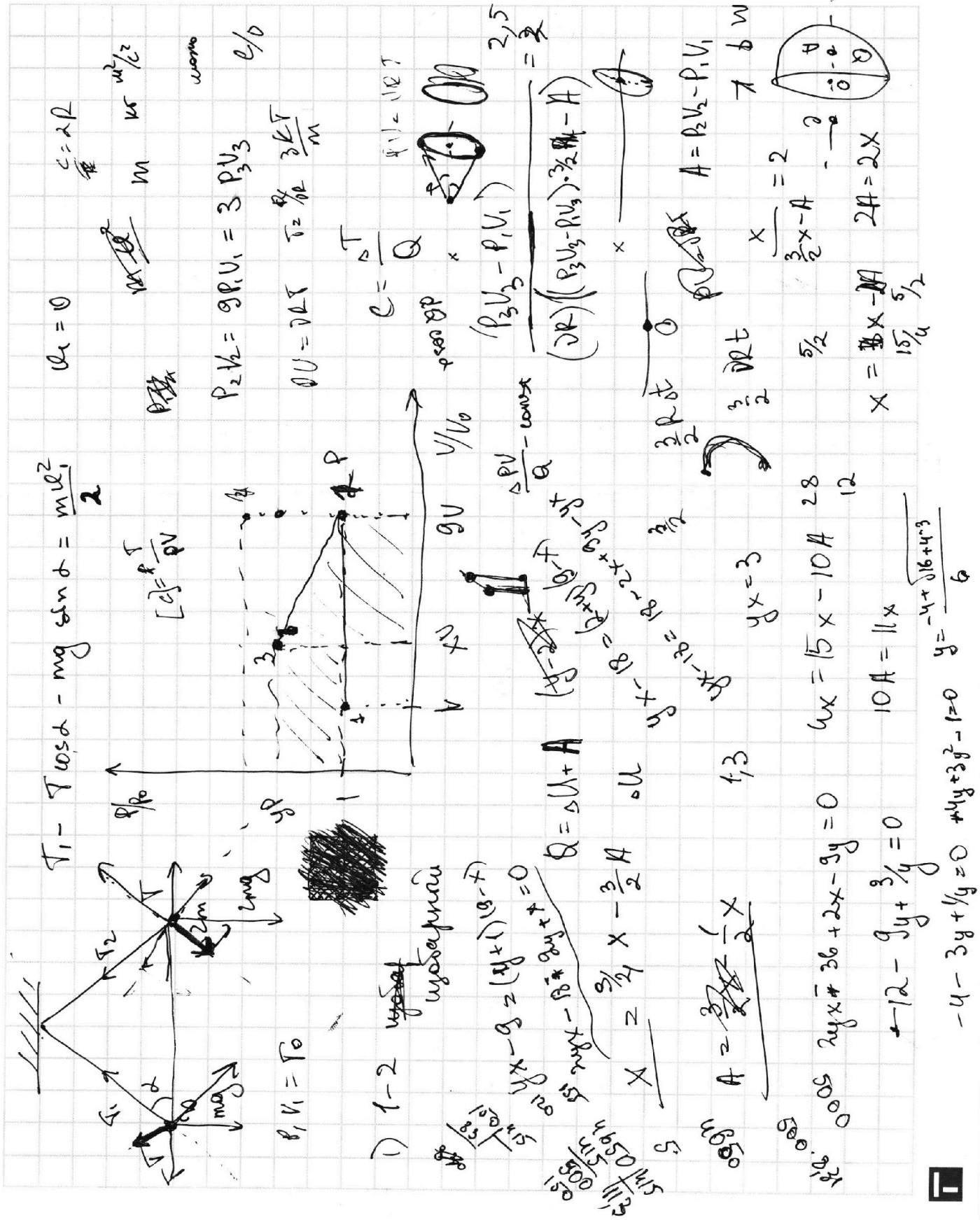




На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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**.

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!

