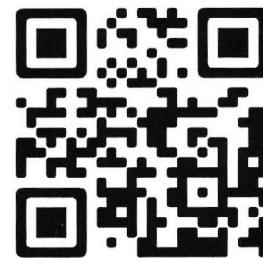




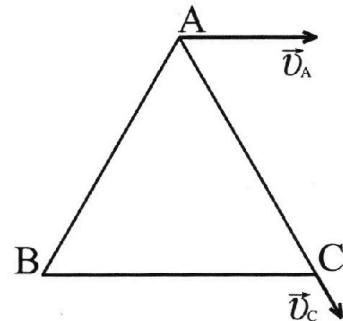
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.

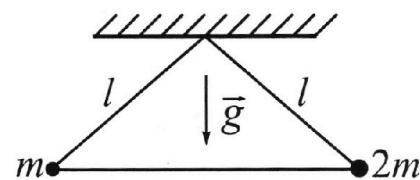
- 2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

- 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.



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

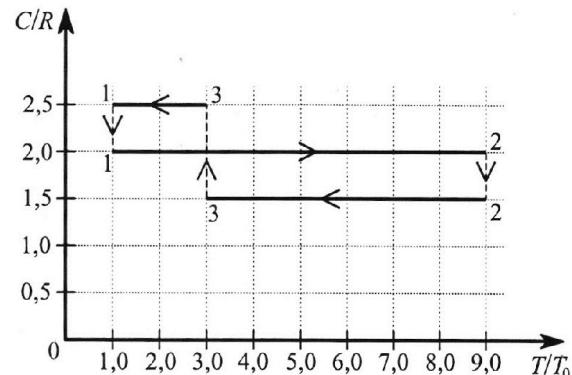
Вариант 10-03



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

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

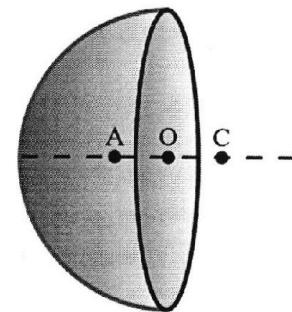
- Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.



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

- 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.



- 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.

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
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!

N₁

$$t=0$$

$$v_A = 0,6 \text{ м/с}$$

$$\vec{v}_A \parallel BC$$

$$\vec{v}_c \parallel AC$$

$$a = 0,3 \text{ м}$$

$$1. v_c - ?$$

$$2. t(N=8) - ?$$

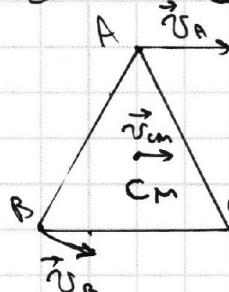
N-коэф одорот в CO ^{cm}
N-коэф одорот в CO ~~из~~

$$3. m_{\text{нр}} = 60 \text{ м}^2$$

$$R_{\text{нр}} - ?$$

$$2. \vec{v}_B = \vec{v}_{B_{AB}} + \vec{v}_{e_{AC}} = \vec{v}_A \cos 60 + \vec{v}_c \cos 60 =$$

$$= \frac{1}{2} \vec{v}_A + \frac{1}{2} \vec{v}_c$$

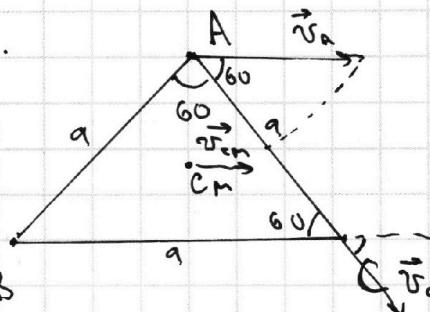


точка A
направлена + "радиус", значит
скорость

Скорость переходила в поступ. движ. по CO, так как

$$v_{\text{нр}} \parallel v_A, \text{ тогда } v_c \text{ не станет } \vec{v}_c \parallel BA$$

4.



Треугольник - ATT, значит

$$v_{A_{AC}} = v_{C_{AC}} = v_c$$

$$v_{A_{AC}} = v_A \cdot \cos 60 = 0,3 \text{ м/с}$$

$$v_c = 0,3 \text{ м/с}$$

~~Ответ:~~ $v_c = 0,3 \text{ м/с}$

В CO см все точки траектории
будут двигаться по конц. окр. с центром
в CO, следовательно скорость будет
+ "радиус", проведенному в ту
точку.

Уже направлена + "радиус", значит

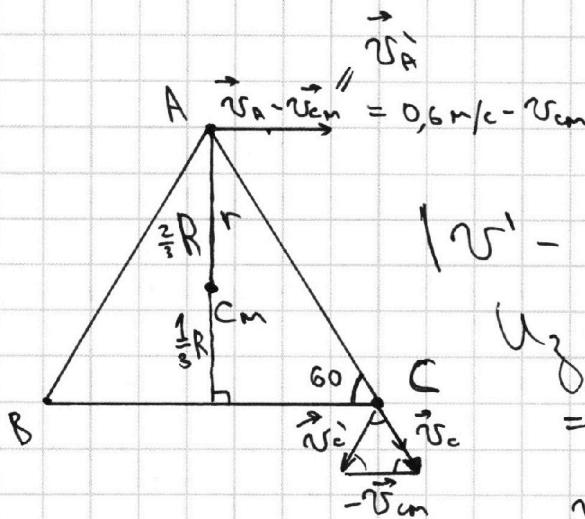


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input 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!



ω' — скорость точки B в O — см.

Из геометрии видно, что $v_m = v_c = 0,3 \text{ м/с}$
 $v_A' = 0,3 \text{ м/с}$

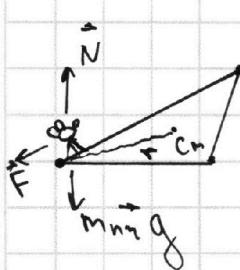
$$R - \text{высота, медиана} \Rightarrow R = a \cdot \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2} a ; r = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

$$\omega = \omega_A = \omega_B = \omega_C = v_A' / r = \frac{0,3 \text{ м/с}}{\frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,3 \text{ м}} = \frac{3}{\sqrt{3}} \text{ рад/с}$$

$$t(N=8) = 8 \cdot T = 8 \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{16\pi \cdot \sqrt{3}}{3} = \frac{16\sqrt{3}}{3}\pi \text{ с.}$$

$t(N=8)$ — время, за которое пластинка совершил 8 оборотов
Ответ: $t(N=8) = \frac{16\sqrt{3}}{3}\pi \text{ с.}$

$m_{nn} \ll m_{\text{пластин}}$ \Rightarrow пластина не повлияет на изменение центра масс системы, и пластинка так и продолжит двигаться с той же центральной скоростью ω .



F — центростремительная; $F = m_{nn} \omega^2 \cdot r$

$$\text{по 2-му У: } \underbrace{m_{nn}g + N}_{\vec{0}} + \vec{F} = \vec{R}_{nr} \Rightarrow$$

$$= R_{nr} = F = m_{nn} \cdot \omega^2 \cdot r = 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \frac{\text{рад}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,3 \text{ м} =$$

$$= 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 18\sqrt{3} \text{ мкН}$$

$$\text{Ответ: } R = 18\sqrt{3} \text{ мкН}$$

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

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!

N₂

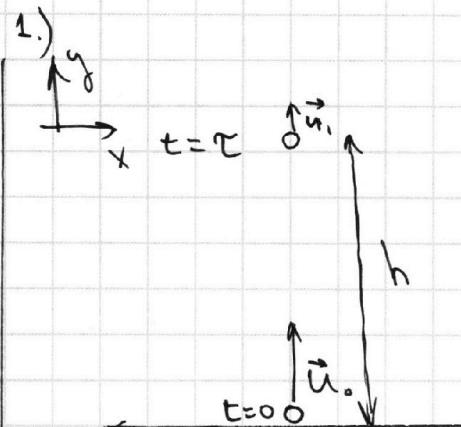
$$h(\tau) = 15 \text{ м}$$

$$\tau = 1 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 30 \text{ м/с}$$

U, L_{max} - ?



$$y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = v_0 \cdot \tau - \frac{g\tau^2}{2} \quad (\Rightarrow \text{X})$$

$$v_0 = \frac{h + \frac{g\tau^2}{2}}{\tau} = \frac{15 + 5}{1} = 20 \text{ м/с}$$

$$v_y(t) = v_0 - gt ; v_y(\tau) = 0 \Rightarrow$$

$$t \uparrow = \frac{v_0}{g} = \frac{20}{10} \text{ с} ; \quad (\tau \text{ - время от вылета до } \text{достижения верхней точки})$$

$$y(\tau) = U = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м.}$$

Ответ: U = 20 м

n. 2 см сн. страницы



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 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.) \exists SCU , если один из ^{из} основов летит с ω скоростью \vec{V}_0 , то другой должен лететь со скоростью $-\vec{V}_0$.

Доказ.

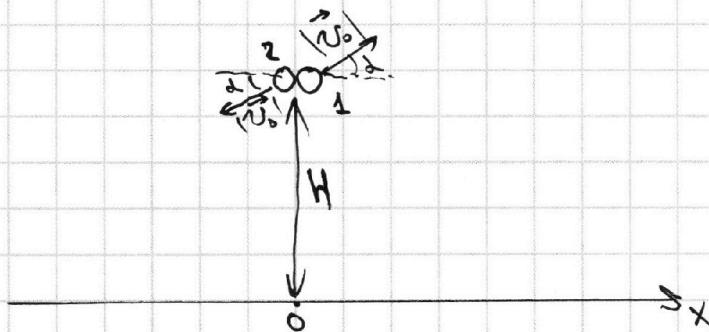
$$\begin{aligned} O - \text{м} \\ \vec{p} = \vec{0} \end{aligned}$$

Сделано:

$$\vec{p} = m\vec{V}_0 - m\vec{V}_0 = \vec{0}.$$

□ Одни "кусок" падают под углом сд к горизонту.

Тогда другой под углом $\angle \alpha$



$$x_1(t) = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$(1) y_1(t) = H + V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x_2(t) = -V_0 \cos \alpha \cdot t \equiv V_0 \cos \alpha \cdot t_2 \quad (2) y_2(t) = H - V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$(1) 20 + 30 \sin \alpha \cdot t_1 - 5t_1^2 = 0$$

$$(2) 20 - 30 \sin \alpha \cdot t_2 - 5t_2^2 = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} t_1, t_2 \\ \rightarrow \end{array} \right.$$

Время падения на землю основов



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
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!

$$(1) \quad 5t_1^2 - 30\sin^2 t_1 - 20 = 0; \quad t_1^2 - 6\sin^2 t_1 - 4 = 0$$

$$D = 36\sin^2 \alpha + 16$$

$$t_1 = \frac{6\sin^2 \alpha \pm \sqrt{36\sin^2 \alpha + 16}}{2} = \underline{3\sin^2 \alpha + \sqrt{9\sin^2 \alpha + 4}}$$

$$(2) \quad t_2^2 + 6\sin^2 t_2 - 4 = 0$$

$$D = 36\sin^2 \alpha + 16 \quad t_2 = \underline{-3\sin^2 \alpha + \sqrt{9\sin^2 \alpha + 4}}$$

$$\begin{aligned} L_{\max} &= |x_1(t_1)| + |x_2(t_2)| = \\ &= v_0 \cos \alpha \left(\underline{3\sin^2 \alpha + \sqrt{9\sin^2 \alpha + 4}} - \underline{-3\sin^2 \alpha + \sqrt{9\sin^2 \alpha + 4}} \right) = \\ &= 30 \cos \alpha \cdot 2 \sqrt{9\sin^2 \alpha + 4} = 60 \cos \alpha \cdot \sqrt{13 - 9 \cos^2 \alpha} \end{aligned}$$

L_{\max} будет тогда, когда $\cos \alpha = 1$,

$$L_{\max} = 120 \text{ м.}$$

Oder: $L_{\max} = 120 \text{ m}$

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.

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



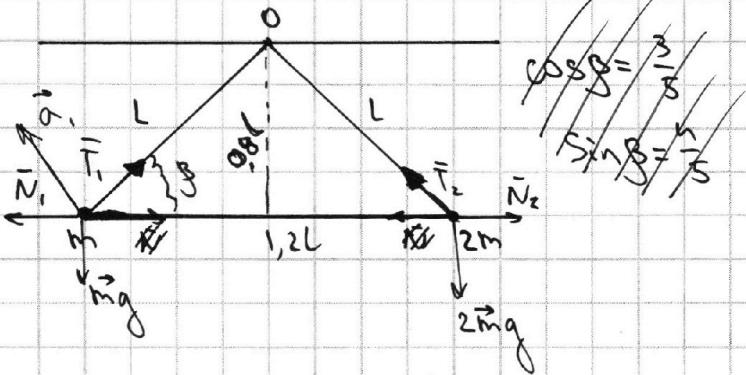
N₃

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$L = 1,2L$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

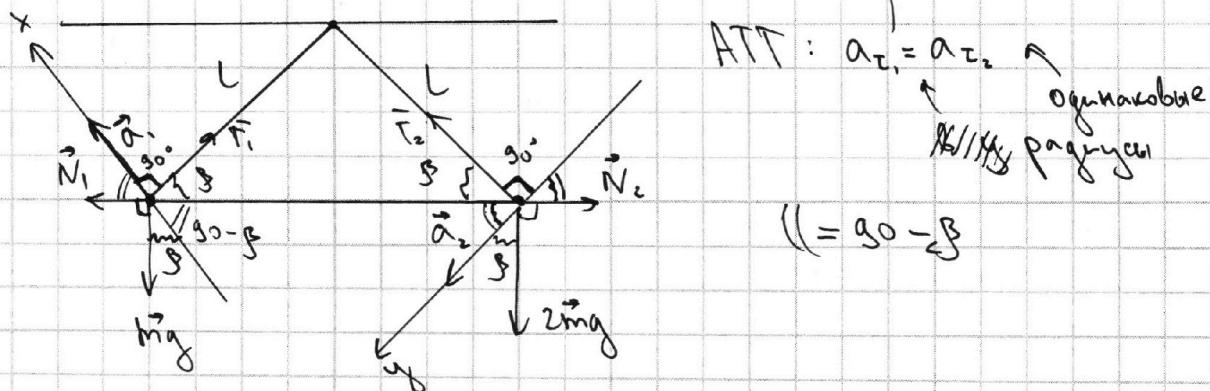
$$\sin \alpha; |\alpha_1|; T - ?$$



$$(*) \vec{\alpha}_1 = \vec{\alpha}_{1n} + \vec{\alpha}_{1t} = \vec{\alpha}_{1t}$$

Причины: $N_1 = -N_2$
1м и 2м будут двигаться по окр-кам радиусом L и центром в т.О.

сразу когда отпускают $V_i = 0, \Rightarrow \vec{\alpha}_{1n} \rightarrow 0$



$$(1) 2 \text{ зу } x: \bar{N}_1 + \bar{mg} + \bar{T}_1 = m \vec{a}_1; x: N_1 \cdot \cos(90 - \beta) - mg \cos \beta$$

$$(2) 2 \text{ зу } y: \bar{N}_2 + 2\bar{mg} + \bar{T}_2 = 2m \vec{a}_2; y: N_2 \cos(90 - \beta) + 2mg \cos \beta = m \vec{a}_2$$

$$\begin{cases} N_1 = N_2 \\ \alpha_{t1} = \alpha_{t2} \end{cases} \Rightarrow mg \cos \beta + m \vec{a}_1 = 2mg \cos \beta - 2m \vec{a}_2 = 2m \vec{a}_{t2}$$

$$\Rightarrow \alpha_{t1} = \alpha_{t2} = \frac{g \cos \beta}{3}$$

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.

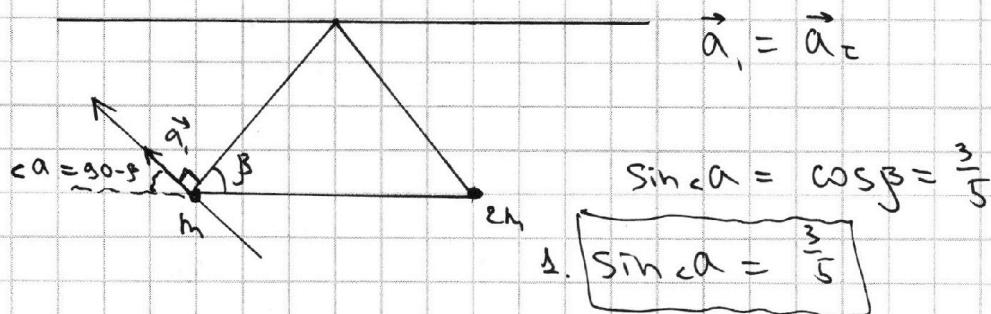
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{4}{5}$$

2. $a_1 = \frac{g \cdot \cos \beta}{3} = 2 \text{ m/c}^2$



3. T - ?

α

β

T

N

mg

$2 \sin \alpha$

$T \cdot \sin \beta - mg = ma_1 \cdot \cos \beta$

$T = \frac{m(g + a_1 \cos \beta)}{\sin \beta} =$

$= \frac{0,2 \cdot 2 \cdot (10 \text{ m/c}^2 + 2 \text{ m/c}^2 \cdot \frac{3}{5})}{\frac{4}{5}} =$

$= \frac{60 + 6}{4} \text{ N} = \frac{56}{4} \text{ N} = \frac{14}{1} \text{ N} ; T = 3,8 \text{ N}$

Очевидно: $\sin \alpha = \frac{3}{5}$; $a_1 = 2 \text{ m/c}^2$; $T = 3,8 \text{ N}$



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

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!

Nn

$$V = 1 \text{ моль}$$

$$T_0 = 200 \text{ K}$$

$$1. \text{ ПГ в осах} \quad \frac{P/P_0}{V/V_0}$$

$$2. Q, -?$$

$$3. M = 415 \text{ кг}; N = 25 \\ g = 10 \text{ м/с}^2; R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

$$\eta = \frac{1}{2}$$

1.

Процессы 1-2, 2-3 и 3-1 — изотермические, т.к. не поддаются изотермическому процессу: $PV^n = \text{const}$, где $n = \frac{C_p - C_v}{C_p + C_v}$, где C_p и C_v — молярные теплоемкости данного газа в изобарном и изохорном процессах соответственно

$$C_p = \frac{5}{2}R; C_v = \frac{3}{2}R$$

$$2-3: C_{23} = \frac{3}{2}R \Rightarrow$$

$$P_{23} V_{23}^{n_{23}} = P_{23} V_{23}^\infty \Rightarrow V_{23} = \text{const}; \quad [2-3 \rightarrow \text{изохорный процесс}]$$

$$3-1: C_{31} = \frac{5}{2}R \Rightarrow P_{31} V_{31}^{n_{31}} = P_{31} V_{31}^\infty = \text{const} \Rightarrow P_{31} = \text{const}$$

[3-1 → изобарный процесс]

$$1-2: C_{12} = 2R \Rightarrow n_{12} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = -1$$

$\frac{P_{12}}{V_{12}} = \text{const} \Leftarrow$ линейный процесс, проходящий через т. (0,0)



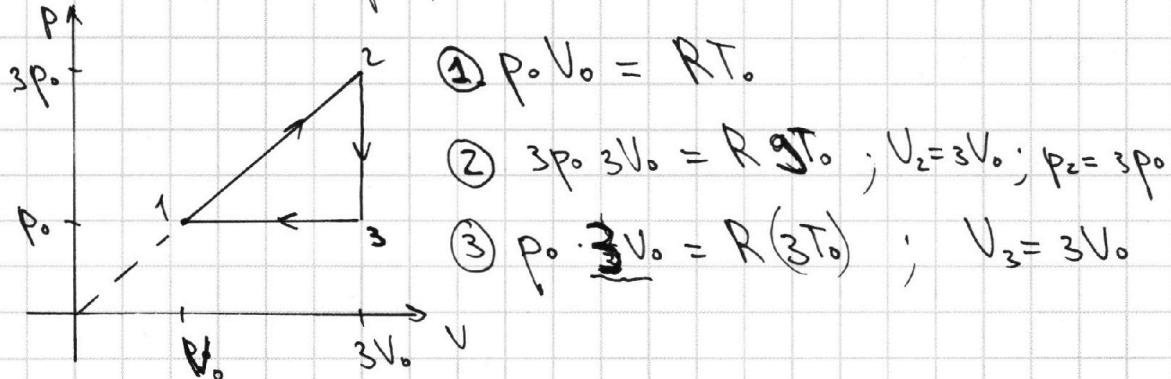
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

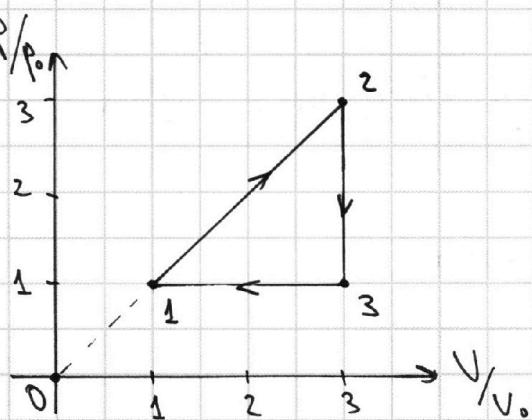
СТРАНИЦА
2 из 3

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!

Схематичный график:



Ответ:



2.

$$Q_1 = Q_{12} \quad (\text{тк. } 3-1 \text{ и } 2-3 \rightarrow \text{не расширение})$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= A_{12} + \Delta U_{12} = \cancel{\lambda_{12}} - \cancel{\lambda_2} (3V_0 - V_0) \cdot \frac{P_0 + 3P_0}{2} + \\ &+ \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = 4P_0 V_0 + \frac{12}{12} P_0 V_0 = 16 P_0 V_0 = 16 R T_0 = \\ &= (2000 R) W_* \end{aligned}$$

~~Ответ. $Q_1 = [3200 R] W_*$~~

Ответ. $Q_1 = [3200 R] W_*$



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!

$$3. \text{ Работа газа за } 2 \text{ часа} \quad A_{\text{газа}} = S_{\text{внуш}} = 2\rho_0 V_0 = \\ = 2RT_0 = [400 \text{ R}] W*$$

$$A_{\text{аналог за } N \text{ часов}} = A_{\text{затр за } N \text{ часов}} \cdot \eta = A_{\text{газа}} \cdot N \cdot \eta =$$

$$= 400 \text{ R} \cdot 25 \cdot 0,5 = 200 \text{ R} \cdot 25 = [5000 \text{ R}] W*$$

$$|A_{\text{аналог за } N \text{ часов}}| = |\Delta E_n| = M g H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{[5000 \text{ R}] W*}{415 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м})^2} = \left[\frac{500 \text{ R}}{415} \right] M = \left[\frac{100}{83} \text{ R} \right] M =$$

$$= \frac{8,31 \frac{W*}{\text{кг.мом}}}{0,83} \approx 10 \text{ м}$$

Ответ: ~~10,000 м~~

$$H = 10 \text{ м}$$

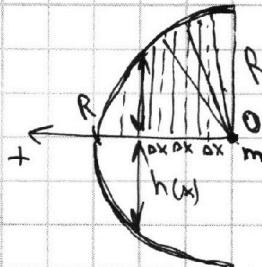
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



Разобьем полусферу на кольца:

$$E_{\text{кольца}}(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

∫ S - поверхность сферы ил. ть заряда : $S = \frac{Q}{2\pi R}$

$$h(x) = \sqrt{R^2 - x^2} ; Q_{\text{кольца}} = S \cdot S_{\text{кольца}} = \int S \cdot 2\pi h \cdot dx =$$

$$= \frac{Q}{2\pi R} \cdot 2\pi \sqrt{R^2 - x^2} \cdot dx = Q \cdot \frac{\sqrt{R^2 - x^2}}{R} \cdot dx$$

$$E_{\text{сфера}_{>0}} = \sum_{i=1}^N E_{\text{кольца}}(x_i) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \left(Q \cdot \frac{\sqrt{R^2 - x^2}}{R} \cdot dx \right) \cdot \frac{x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} =$$

$$\left| \sum_{i=1}^N \frac{(R^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot dx \right| = \int_0^R \frac{(R^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} dx = \left| \sin A = \frac{x}{R} \right| =$$

$$\left| \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \right| = \left| \int_0^R \frac{(R^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} dx \right| =$$

$$= \int \frac{(R^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \cdot x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} dx = \int \frac{x}{(R^2 + R^2 \sin^2 A)^{\frac{3}{2}}} dx =$$

$$(*) = (R^2 - R^2 \sin^2 A)^{\frac{1}{2}} \sin A \cdot R \cdot (\cos A dA)$$

$$\Rightarrow \frac{+Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \int \frac{(R^2 - R^2 \sin^2 A)^{\frac{1}{2}} R \cdot \sin A \cos A}{(R^2 + R^2 \sin^2 A)^{\frac{3}{2}}} dA$$

см. см. лист



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

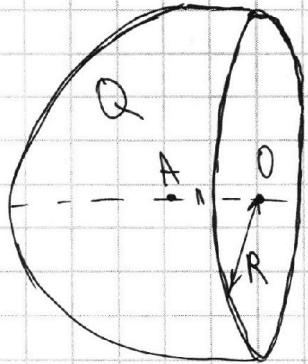
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

N5

$$\exists r \gg R$$

V-?



$$E_{k0} + E_{n0} = E_k + E_{n_r}$$

$$E_{k0} + E_{n0} = E_{k_{\infty}} + E_{n_{\infty}}$$

$$E_{k0} + E_{n0} = E_k \Rightarrow$$

SI/XI

$$\text{при } r \gg R : E_{n-\text{сф}} \rightarrow E_{\text{гол. зар.}}$$

$$\Pi_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

Π_r - потенциальная энергия заряда на расстоянии r от O

$$\text{Задача: } \Pi_0 + K_0 = \Pi_r + K_r \Rightarrow$$

$$\Pi_0 + K_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\Pi_0 + K_0 - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \right)}$$

Π_0 ?

E_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
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!

$$\begin{aligned} &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \int \frac{(R^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \cos^2 \alpha \cdot R \cdot \sin \alpha}{(R^2)^{\frac{3}{2}} \cdot (1 + \sin^2 \alpha)^{\frac{3}{2}}} d\alpha = \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \int \frac{\cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{(1 + \sin^2 \alpha)^{\frac{3}{2}}} d\alpha = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \int \frac{\sin \alpha - \sin^3 \alpha}{(1 + \sin^2 \alpha)^{\frac{3}{2}}} d\alpha = \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \int \frac{1 - \sin^2 \alpha}{(1 + \sin^2 \alpha)^{\frac{3}{2}}} \sin \alpha d\alpha = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \int \frac{(1 - \sin \alpha)(1 + \sin \alpha)}{(1 + \sin^2 \alpha)(1 - \sin^2 \alpha + \sin^2 \alpha)} \sin \alpha d\alpha \end{aligned}$$





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

□

6

1

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

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!

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{A + \Delta H}{\Delta T}$$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} ; \quad pV^n = \text{const}$$

$$p = \text{const} \rightarrow n = 0 \Rightarrow C = C_p$$

$$V = \text{const} \rightarrow n = \infty \Rightarrow C = C_v$$

$$C_p \text{, макс} = \frac{p \Delta V + \frac{3}{2} p_0 V}{\Delta T} = \frac{\frac{5}{2} \pi R \text{, Rot}}{\Delta T} = \frac{5}{2} R$$

$$C_v \text{, макс} = \frac{\frac{3}{2} \pi R \text{, Rot}}{\Delta T} = \frac{3}{2} R$$

$$\frac{C}{R} = 2,5 \Rightarrow C = 2,5 R = \frac{5}{2} R$$



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

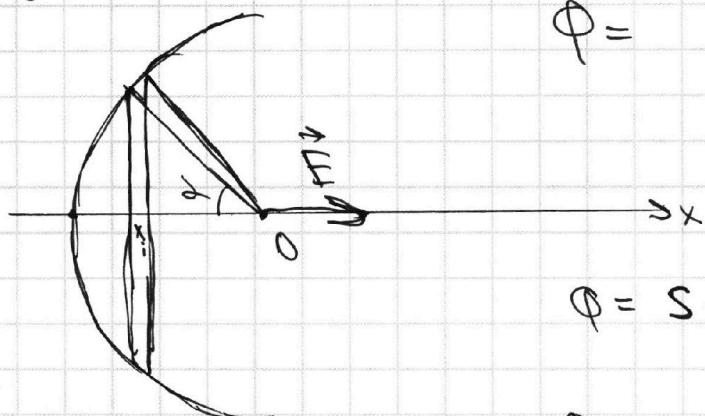
6

7

СТРАНИЦА
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!

№5

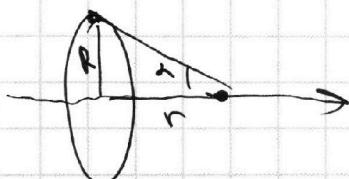


$$\Phi = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$\Phi = S \cdot E \cdot \Delta$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0} = S \cdot E \cdot \Delta$$

$E_{\text{номинальная}} =$



$$\partial E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q \cdot x}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \cos \alpha$$