



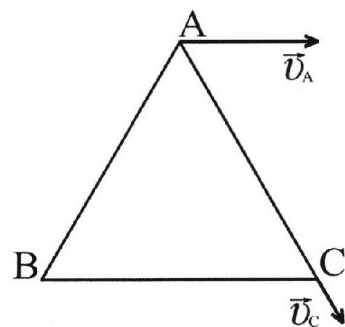
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

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

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

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

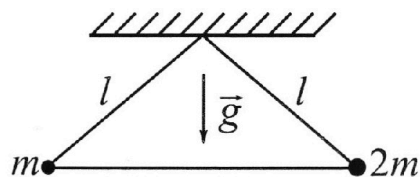
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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

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

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

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



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

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

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



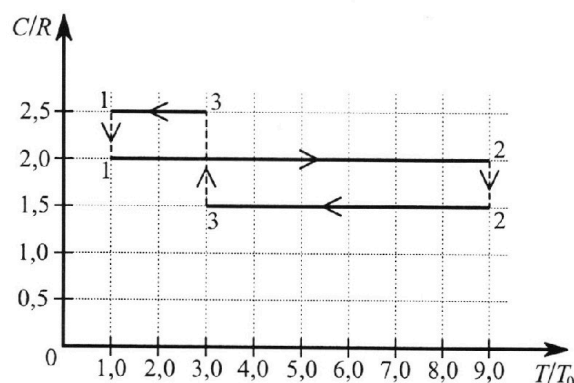
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

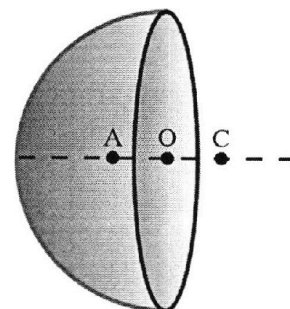


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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.

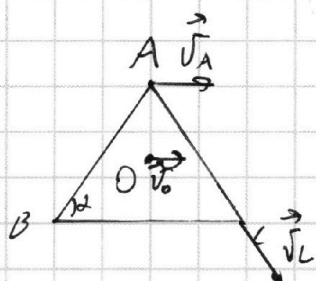


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



N1

$$z=0 \quad a=0,3 \text{ м} \quad v_A=9,6 \text{ м/с}$$

1. v_C - ? 2. $\tau (N_{05}=8)$ - ?
3. R - ?

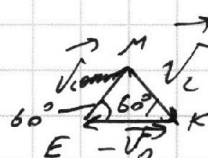
1. Высота шмелю орнитера - 7,0 ц. м. $\triangle ABC$

$$\vec{v}_{\text{лет}} = \vec{v}_{\text{шмелю}} + \vec{v}_{\text{пер.}}$$

$$\vec{v}_A = \vec{v}_A - \vec{v}_0$$

$$v_{\text{лет}} = v_A - v_0$$

$$\vec{v}_{\text{лет}} = \vec{v}_C - \vec{v}_0$$



$\triangle EMK$ - равностор. $\Rightarrow$

$$v_C = v_0 = v_{\text{лет}}$$

$$v_{\text{лет}} = v_{\text{лет}} = v_{\text{лет}}$$

$$v_{\text{лет}} = v_0$$

$$v_A - v_0 = v_0$$

$$v_0 = \frac{v_A}{2} = 4,8$$

$$v_0 = \frac{9,6 \text{ м/с}}{2} = 4,8 \text{ м/с}$$

$$v_0 = v_C = 4,8 \text{ м/с}$$

2. $\tau (N_{05}=8) = T \cdot N_{05} = \frac{2\pi R}{v_{\text{лет}}} N_{05} = \frac{2\pi \sin \alpha \cdot \frac{2}{3}}{v_0} N_{05}$

$$\tau = \frac{2\pi \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot \frac{2}{3}}{4,8 \text{ м/с}} \cdot 8 = \frac{2\pi \sqrt{3} \cdot 8}{3} \text{ с} = \frac{16\pi \sqrt{3}}{3} \text{ с}$$

3. $\vec{v}_0 \parallel \vec{g}$ $\vec{R} = m \vec{a}$

$$R = m a$$

$$a = \frac{v_{\text{лет}}^2}{r}$$

$$a = \frac{v_{\text{лет}}^2}{r}$$

$$R = \frac{v_{\text{лет}}^2}{r}$$

$$R = \frac{(0,3 \text{ м/с})^2 \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{0,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3} \text{ м}}$$

$$= \frac{0,3 \cdot 6 \cdot 10^{-5}}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3}} \text{ Н} = 18\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$



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**.



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!

Замечание: $\sqrt{L} = 0,9 \text{ мГн}$, $\tau = \frac{16 \pi \sqrt{3}}{3} \text{ с}$, $R = 33 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$.

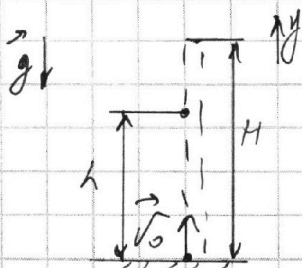


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



N^2
 $h = 15 \text{ м}$ $\alpha = 10^\circ$ $g = 10 \text{ м/с}^2$
1. $H = ?$ 2. $L_{\max} (v_0 = 30 \text{ м/с}) = ?$

1. По 3Л7:

$$\Delta E = 0$$

$$m_1 + K_1 = m_2 + K_2$$

$$0 + \frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$$

$$v_0^2 = 2gh + v^2$$

$$(v_0 - v)(v_0 + v) = 2gh$$

$$(v_0 - v_0 + g\tau)(v_0 + v_0 + g\tau) = 2gh$$

$$2v_0 - g\tau = \frac{2h}{\tau}$$

$$v_0 = \frac{g\tau}{2} + \frac{h}{\tau}$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

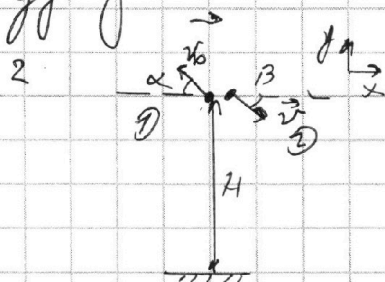
$$s_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$$

$$\begin{aligned} s_y &= H \\ v_y &= 0 \\ v_{0y} &= v_0 \sin \alpha \\ g_y &= -g \end{aligned}$$

$$\Rightarrow H = \frac{-v_0^2 \sin^2 \alpha}{-2g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$H = \frac{(20 \text{ м/с})^2 \sin^2 10^\circ}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 20 \text{ м}$$



По 3Л11 на ОХ:

$$m v_0 \cos \alpha = m v \cos \beta$$

$$\text{ОУ: } m v_0 \sin \alpha = m v \sin \beta$$

$$\tan \alpha = \tan \beta \Rightarrow \alpha = \beta$$

$$m v_0 = m v$$

$$v_0 = v$$

Расстояние между экстремумами будет max, если $v_{0x} = v_{x \max}$

$$\Rightarrow \alpha = \beta = 0$$

$$L_1 = v_0 t$$

$$L_2 = v t$$

$$L = (L_1 + L_2) = 2v_0 t$$

$$H = \frac{g t^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$L = 2v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2 \cdot 30 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 120 \text{ м}$$

$$\text{ответ: } H = 20 \text{ м}, L_{\max} = 120 \text{ м.}$$

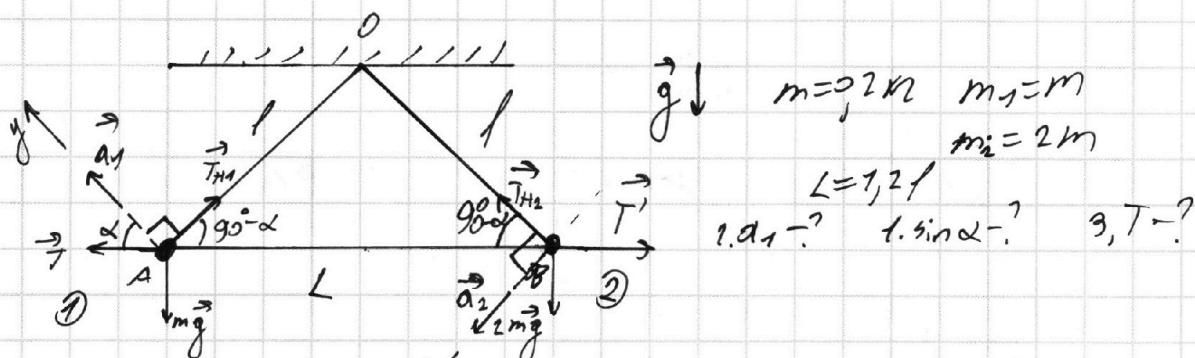


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1. Ускорение $\vec{a}_1 \perp$ нити, м.к. $\vec{a}_2 \perp$ нити, м.к. $\vec{a}_1 = \vec{a}_2$ (по условию шарик 1 и 2 движутся вместе по хор-те $\angle \alpha$). О, а все ускорение направлено на увеличение скорости:
 $\sin \alpha = \cos(90^\circ - \alpha) = \cos \angle OAB = \frac{L}{L}$

$$\sin \alpha = \frac{96}{100} = \frac{3}{5}$$

2. Аналогично м.к. $\vec{a}_2 \perp$ нити.

$\angle OBA = \angle OAB = 90^\circ - \alpha$, м.к. $\triangle AOB$ - рб. (по отп.)

$$AO = OB = L$$

По II $\vec{g}$ на

$$OY \text{ для 1: } ma_1 = T \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$OX \text{ для 2: } 2ma_2 = 2mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

П.к. шарик 1 и 2 закреплены вместе и движутся вместе к точке O, то: $a_1 = a_2$

$$2(T \cos \alpha - mg \sin \alpha) = 2mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

$$3T \cos \alpha = 4mg \sin \alpha$$

$$T = \frac{4}{3} mg \tan \alpha = \frac{4}{3} mg \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{4}{3} mg \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$T = \frac{4}{3} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{3}{5} = 1,6 \text{ Н}$$

$$ma_1 = T \cos \alpha - mg \sin \alpha = T \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} - mg \sin \alpha$$

$$a_1 = \frac{T \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{m} - g \sin \alpha$$

$$a_1 = \frac{1,6 \text{ Н} \cdot \sqrt{1 - (\frac{3}{5})^2}}{0,2 \text{ кг}} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{3}{5} = 2 \text{ м/с}^2$$

ответ: $\sin \alpha = \frac{3}{5}$, $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$, $T = 1,6 \text{ Н}$



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
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!

Задан изм E :

$$\Delta K + \Delta P = VRT_0 N$$

$$P_2 - P_1 = VRT_0 N$$

$$MgH - 0 = VRT_0 N$$

$$H = \frac{VRT_0 N}{Mg}$$

$$Mg$$

$$\Delta E = \Delta K_{\text{мол}} = \Delta n_{\text{ог}} = VRT_0 N$$

$$\Delta K = 0, \text{ т.к. медленный подъем}$$

$$H = \frac{1. \text{ моль} \cdot 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} \cdot 25}{415 \text{ Кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx 10 \text{ м.}$$

$$\text{Answer: } Q_1 = 3324 \text{ Дж}, H = 10 \text{ м}$$



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.

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!

$$V = 1 \text{ моль}$$

$$T_0 = 200 \text{ К}$$

$$1 \rightarrow 2: C_V = 2R$$

$$\Delta T = 8T_0$$

$$2 \rightarrow 3: C_V = 1,5R$$

$$\Delta T = -6T_0$$

$$3 \rightarrow 1: C_V = 2,5R$$

$$\Delta T = -2T_0$$

$$C_V = \frac{N}{2} = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$Q = C_V \Delta T$$

$$Q_{12} = ?$$

$$H = ?$$

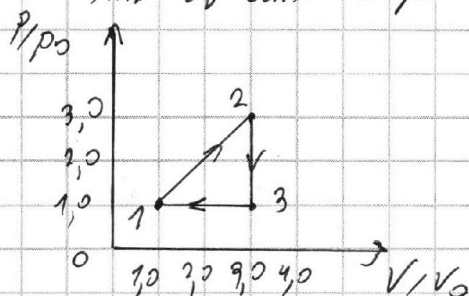
$$Q_{12} = 2R \cdot V \cdot 8T_0 = 16VRT_0$$

$$Q_{23} = 1,5R \cdot V \cdot (-6T_0) = -9VRT_0$$

$$Q_{31} = 2,5R \cdot V \cdot (-2T_0) = -5VRT_0$$

$$Q_1 = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = 2VRT_0$$

П.р. $C_V = \text{const}$ на графиках, но не процессы изотермические.



$$1 \rightarrow 2: Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$A_{12} = 16VRT_0 - \frac{3}{2}VR \cdot 8T_0 = 4VRT_0$$

$$pV = VRT$$

$$p_0V_0 = VRT_0$$

$$p_2V_2 = VR \cdot 9T_0 = 9VRT_0 = 9p_0V_0$$

$$A_{12} = 4p_0 \cdot V_0 = 5 \text{ Дж}$$

т. 2-го уравнения

$$2 \rightarrow 3: Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$A_{23} = 9VRT_0 - \frac{3}{2}VR(-6T_0) = 0 \Rightarrow \text{Изотермический процесс}$$

$$p_3V_3 = VR \cdot 3T_0 = 3p_0V_0$$

т. 3-го уравнения

$$3 \rightarrow 1: Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$A_{31} = -5VRT_0 - \frac{3}{2}VR(-2T_0) = -2VRT_0 = -2p_0V_0$$

$$2. Q_1 = 16VRT_0 + (-9VRT_0) + (-5VRT_0) = 2VRT_0$$

$$Q_1 = 2 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} = 3324 \text{ Дж}$$

$$3. Q_1 = \Delta U + A_1 \quad \Delta U = 0 (T_1 = T_2, \text{цикл}) \quad \Delta T = 0 \quad M = 415 \text{ кг}, N = 259 = 10 \text{ м}^2$$

$$Q_1 = A_1$$

$$A_{\text{avg}} = \frac{1}{2} A_1 \cdot N$$

$$A_{\text{avg}} = \frac{1}{2} Q_1 N \quad A_{\text{avg}} = VRT_0 \cdot N$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

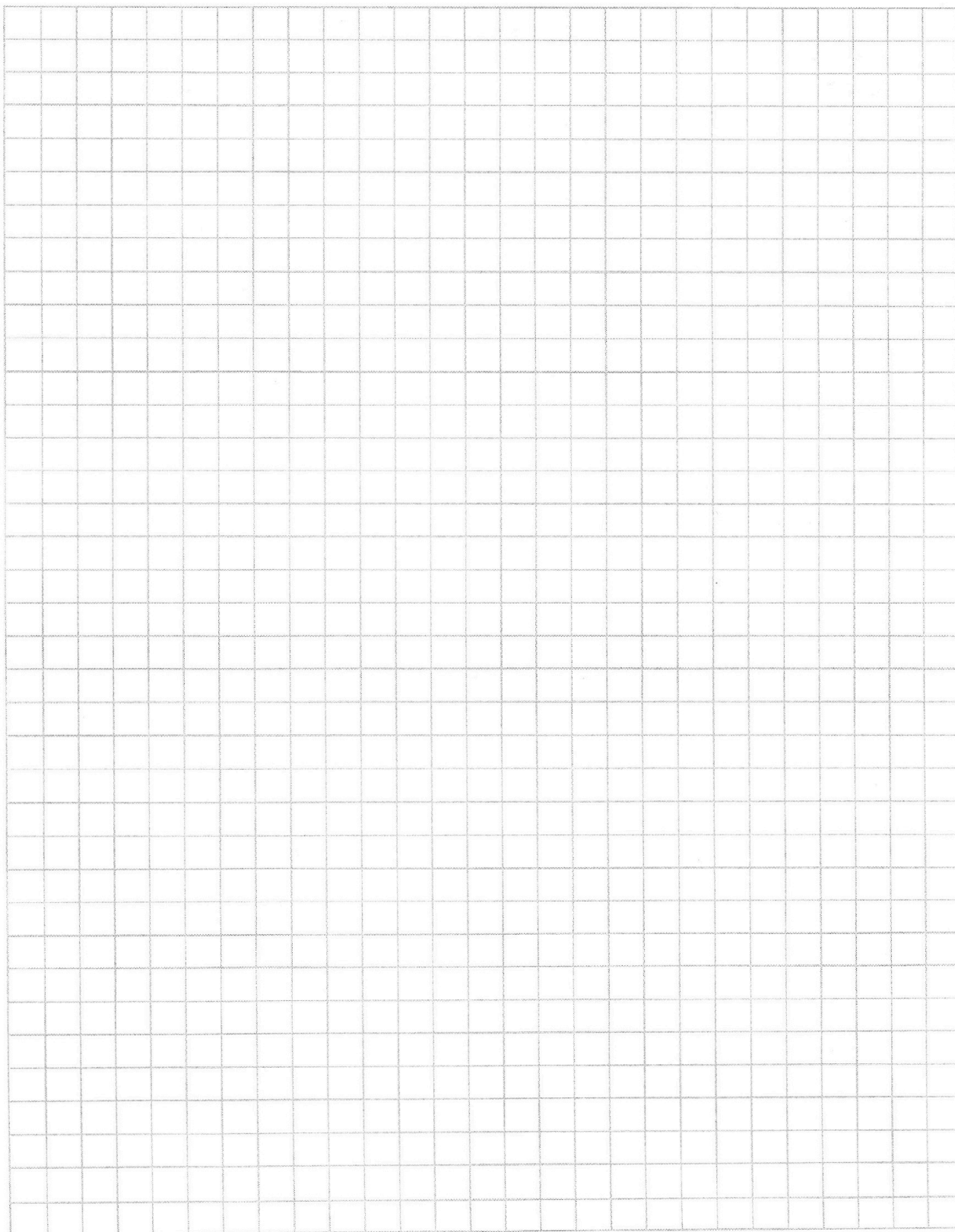


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



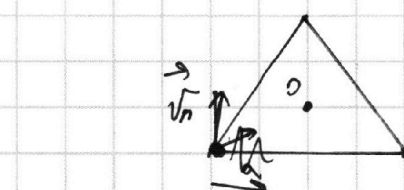


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

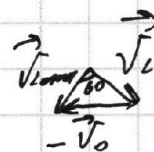
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



$$ma = R$$
$$\frac{mv^2}{R} = R$$

$$\sqrt{4Rv_0} =$$



$$\vec{v}_{AB} = \vec{v}_{nAB} + \vec{v}_{nA}$$
$$\vec{v}_B = \vec{v}_{nAB} + \vec{v}_0$$

$$m\omega^2 r = R$$

$$v_{\text{common}} = v_c = v_0 = v_a - v_0$$

$$v_a = 2v_0$$

$$v_0 = 0,3 \text{ м/с}$$

$$v_c = 0,3 \text{ м/с}$$

$$v_B = \sqrt{2v_0^2 - 2v_0^2 \cos 60^\circ}$$

$$v_B = v_0 = 0,3 \text{ м/с}$$

$$ma = R$$

$$m\omega^2 r = R$$

$$R = 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 0,2 \sqrt{3} \text{ рад/с} \cdot 0,3 \text{ м/с} =$$

$$= 6 \cdot 10^{-5} \cdot 0,06 \cdot \sqrt{3} \text{ Н} = 0,36 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н} =$$
$$= 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

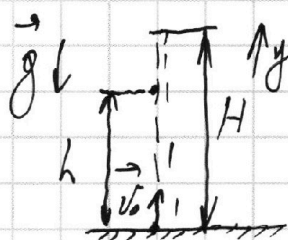


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$H = 15 \text{ м} \quad \tau = 1 \text{ с}$$

по 3-му:

$$\Delta E = 0$$

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2} \quad \Pi_1 + K_1 = \Pi_2 + K_2$$

$$0 + \frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$$

$$v_0^2 = 2gh + v^2$$

$$v_y = v_{y0} + gyt$$

$$\begin{aligned} v_y &= v \\ v_{y0} &= v_0 \\ g_y &= -g \\ t &= \tau \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad v = v_0 - g\tau$$

$$v_0^2 - v^2 = 2gh$$

$$(v_0 - v)(v_0 + v) = 2gh$$

$$(v_0 - v_0 + g\tau)(v_0 + v_0 - g\tau) = 2gh$$

$$g\tau(2v_0 - g\tau) = 2gh$$

$$2v_0 - g\tau = \frac{2h}{\tau}$$

$$2v_0 = g\tau + \frac{2h}{\tau}$$

$$v_0 = \frac{g\tau}{2} + \frac{h}{\tau}$$

$$v_0 = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}}{2} + \frac{15 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$$

$$s_y = v_{y0}t + \frac{g_y t^2}{2}$$

$$s_y = \frac{v_y^2 - v_0^2}{2g_y}$$

$$\frac{4}{5} \cdot 5 =$$

$$\begin{aligned} s_y &= H \\ v_y &= 0 \\ v_{y0} &= v_0 \\ g_y &= -g \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} \frac{0^2 - v_0^2}{-2g} &= H \\ \frac{v_0^2}{2g} &= H \end{aligned}$$

$$H = \frac{(20 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 20 \text{ м}$$

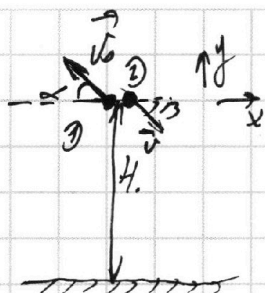


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

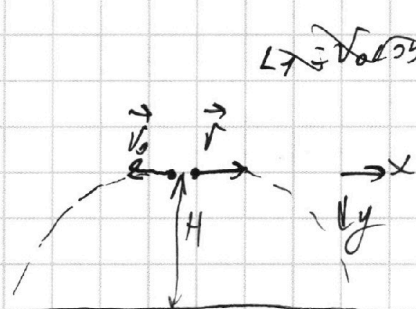
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



III. к. фейерверк разбивается на
2 осколка одинаковой массы, по $F_{\text{выстр}} = 0, F_z = 0$
 $\Rightarrow$ по 3/04:

$$\begin{aligned} \vec{p}_{\text{выстр}} &= \vec{p}_{\text{осколков}} \\ \text{по } OX: 0 &= -m v_0 \cos \alpha + m v \cos \beta \\ \text{по } OY: 0 &= m v_0 \sin \alpha - m v \sin \beta \\ m v_0 \cos \alpha &= m v \cos \beta \\ m v_0 \sin \alpha &= m v \sin \beta \\ \tan \alpha &= \tan \beta \Rightarrow \\ \Rightarrow \alpha &= \beta \\ m v_0 \cos \alpha &= m v \cos \beta \\ m v_0 &= v \end{aligned}$$

Вектор скорости между осколками будет
максимальным если $v_{\text{оск}} = v_{\text{оск}} - \max \Rightarrow$
 $\Rightarrow \alpha = \beta = 0^\circ$



$$L_1 = v_0 \cos \alpha t_1$$

$$y = v_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

$$\begin{aligned} y &= -H \\ v_0 &= v \sin \alpha \\ g &= -g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= \frac{g t^2}{2} - v_0 t \sin \alpha \\ \frac{g t^2}{2} - v_0 t \sin \alpha - H &= 0 \\ D &= (v_0 \sin \alpha)^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_1 &= v_0 t \\ L_2 &= v t \end{aligned}$$

$$L = L_1 + L_2 = (v_0 + v) t$$

$$H = \frac{g t^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$L = 2 v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$L = 2 \cdot 30 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 120 \text{ м}$$

$$L_{\text{max}} = 720 \text{ м}$$



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.



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!

$$V = 1 \text{ моль}$$

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

$$C_V = \frac{C}{V} = \frac{Q}{\Delta T V}$$

$$Q = C_V \Delta T V$$

$$1 \rightarrow 2: C_V = 2R$$

$$\Delta T = 9T_0 - T_0 = 8T_0$$

$$Q_{12} = 2R \cdot V \cdot 8T_0 = 16 VR T_0$$

$$2 \rightarrow 3: C_V = 1,5R$$

$$\Delta T = 3T_0 - 9T_0 = -6T_0$$

$$Q_{23} = 1,5R \cdot V \cdot (-6T_0) = -9 VR T_0$$

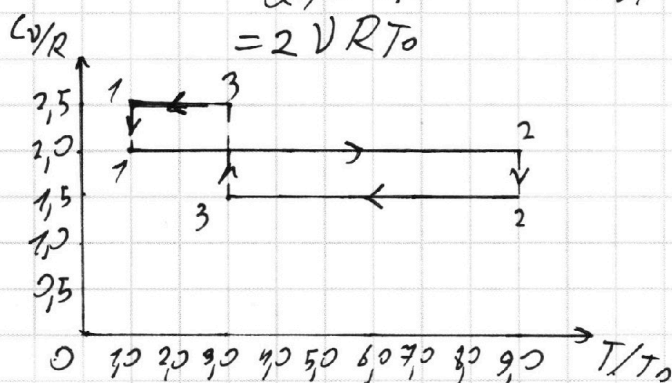
3 → 4

$$3 \rightarrow 1: C_V = 2,5R$$

$$\Delta T = T_0 - 3T_0 = -2T_0$$

$$Q_{31} = 2,5R \cdot V \cdot (-2T_0) = -5 VR T_0$$

$$Q_1 = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = 16 VR T_0 + (-9 VR T_0) + (-5 VR T_0) = 2 VR T_0$$



$$2 \rightarrow 3: Q_{23} = \Delta U + A_{23}$$

$$A_{23} = -9 VR T_0 - \frac{3}{2} VR \Delta T$$

$$A_{23} = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ Изотермический процесс

$$Q_1 = \Delta U + A_1$$

$$Q_1 = A_1$$

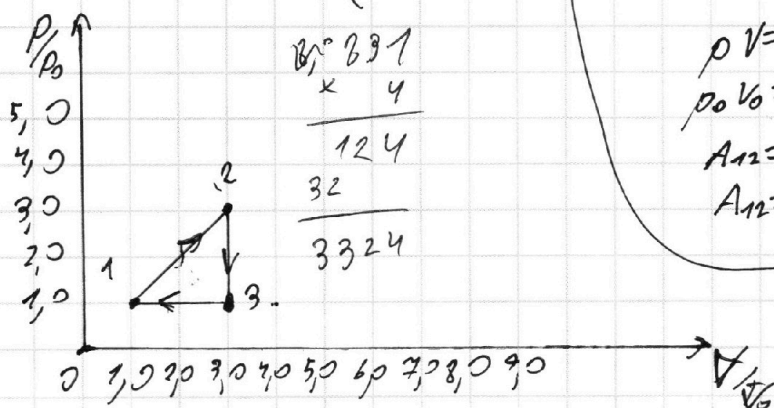
$$831$$

$$\times 4$$

$$124$$

$$32$$

$$3324$$



$$1 \rightarrow 2: Q_{12} = \Delta U + A_{12}$$

$$A_{12} = 16 VR T_0 - \frac{3}{2} VR \Delta T$$

$$pV = \nu RT$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$A_{12} = 4 VR T_0$$

$$A_{12} = 4 p_0 V_0$$



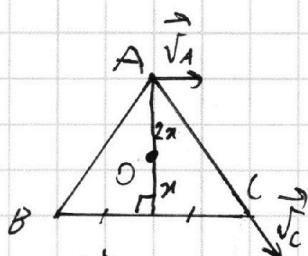
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$t=0 \quad V_A = 0,6 \text{ М/с} \\ a = 0,3 \text{ М}$$



$$V_C = ?$$

$$z(N_{\text{ос}}=8) = ?$$

2-й. $\triangle ABC$

$V_O = \text{const}$

$$\omega_A = \omega_B = \omega_C \quad (\text{отм. у Т. О})$$

$$\omega = \frac{V}{R}$$

$$V = \omega R \quad \omega_A = \frac{a \cdot \sin 60^\circ \cdot V_A \cdot 2}{\sqrt{3}}$$

$$\omega_A =$$

$$\omega_A = \frac{0,3 \text{ М} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,6 \text{ М/с}}{2} = 0,09$$

$$\omega_A = \frac{V}{R}$$

$$\omega_A = \frac{V_A}{R_A} = \frac{0,6 \text{ М/с}}{0,3 \text{ М}} = 2 \text{ рад/с}$$

$$\omega_C = \frac{V_C}{R_C}$$

$$V_A = \sqrt{V_O^2 + a}$$

$$V_C = \frac{4,328}{\sqrt{3}} = 2,5 \text{ М/с} = 2,5 \text{ М/с}$$

$$\omega_A = \frac{0,6 \text{ М/с}}{0,3 \text{ М} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2} = \frac{0,6 \text{ М/с}}{0,3 \cdot \sqrt{3} \text{ М}} = 0,3 \text{ рад/с}$$

$$V_C = \omega_C \cdot R_C$$

$$V_C = 0,3 \text{ рад/с} \cdot 0,3 \text{ М} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,03 \text{ М/с}$$

$$z(N_{\text{ос}}=8) = 8T = 8 \frac{2\pi R}{V} = 8 \frac{2\pi \cdot 0,3 \text{ М}}{0,3 \text{ М/с}}$$

$$z = 8 \frac{1,6\pi}{0,3}$$

$$z = \frac{16 \cdot 3,14}{0,3} = 167,7$$

$$z = \frac{80\pi \sqrt{3}}{3}$$



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.

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!

$$Q_{31} = \Delta U + A_{31}$$

$$A_{31} = -5RT_0 - \frac{3}{2}VR(2T_0) = -2VRT_0$$

3. $M = 475 \text{ кг}$ $N = 25$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ $H = ?$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$$A_{\text{ог}} = \frac{1}{2} A_{31} N$$

$$Q_4 = 2VRT_0$$

$$Q_1 = \Delta U + A_1 \quad \Delta U = 0 \quad (\text{цикл замкнут, } T_1 = T_2)$$

$$A_1 = Q_1$$

$$A_{\text{ог}} = \frac{1}{2} 2VRT_0 N = VRT_0 N$$

$$A_{\text{ог}} =$$

закон изм. E:

$$\Delta E = A_{\text{мех}} = A_{\text{ог}} = VRT_0 N$$

$$T_2 - T_1 = VRT_0 N$$

$$MgH = VRT_0 N$$

$$H = \frac{VRT_0 N}{Mg}$$

$$1,002 \cdot 10 \cdot 25$$

$$H = \frac{1,002 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} \cdot 25}{475 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx 10 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 0,02 \\ \hline 50 \\ \hline 500 \\ \hline 5000 \end{array}$$

$$25,20$$

$$\sqrt{2,5}$$