



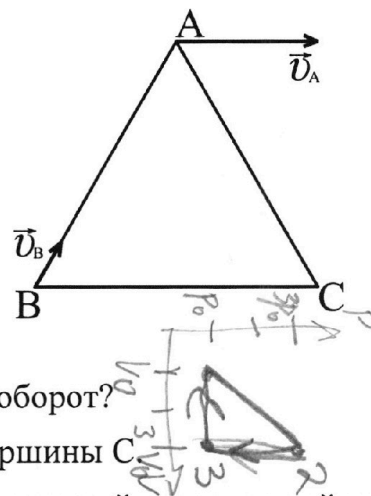
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

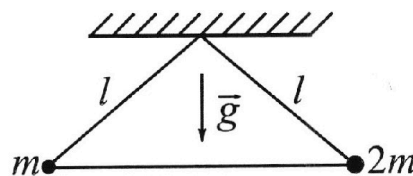
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится 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.

$$\frac{2493}{20}$$

$$\frac{185}{26}$$

$$\frac{498614}{121014}$$



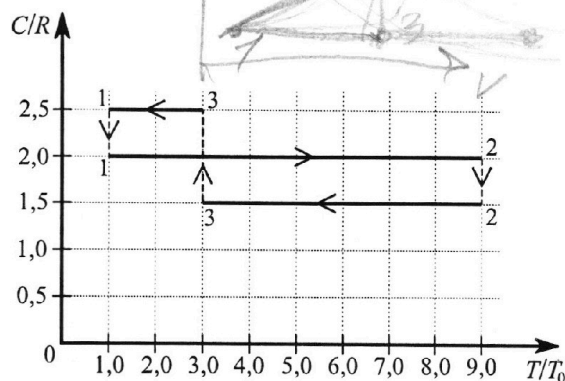
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

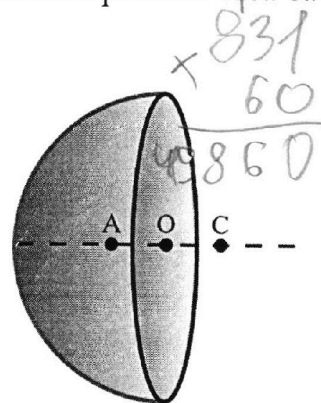


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .

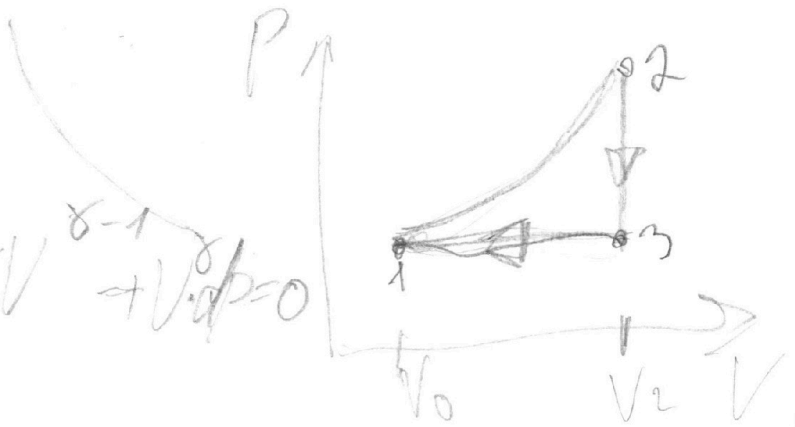


1. Найдите скорость V_0 частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

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.

$$pV = \text{const}$$
$$pdV + Vdp = 0$$
$$pV^\gamma = \text{const} \quad p dV^\gamma + V^\gamma dp = 0$$





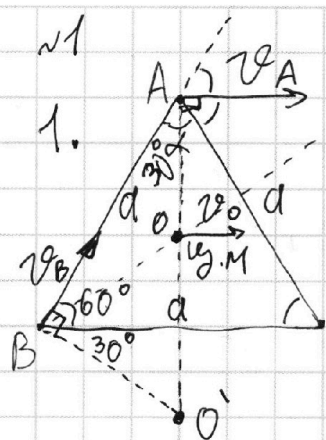
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!



Расстояние $AB = \text{const} = a \rightarrow$
запишем кин. связь.

$$v_B = v_A \cdot \cos \alpha$$

$$\alpha = 60^\circ \quad |v_A| = \frac{v_B}{\cos \alpha} = 2 v_B$$

$$|v_A| = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{ответ.}$$

• O — центр масс. $\vec{v}_O \parallel \vec{v}_A$ (AO сохраняется)

• O' — мгновенный центр вращ. — точка пересек. перпендикуляров к $\vec{v}_B$ и $\vec{v}_A$.

$$2. \quad AO' = \frac{a}{\cos(30^\circ)} = \frac{2}{\sqrt{3}} a$$

$$\omega' - \text{угловая скор. от-но } O' \quad \omega' = \frac{v_A}{O'A}$$

$$\omega' = \frac{0,8 \cdot \sqrt{3}}{2a} = 0,4 \frac{\sqrt{3}}{a} \quad OA = \frac{2}{3} \cdot a \cdot \cos(30^\circ)$$

$$v_O = \omega' \cdot (AO' - AO) = \frac{0,4 \cdot \sqrt{3}}{a} \cdot a \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

$$v_O = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad AO = OO' \quad \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Перейдем в С.О. центра масс.

$$\vec{v}_{A \text{ отн}} = \vec{v}_A - \vec{v}_O \quad v_{A \text{ отн}} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ω_0 — угловая скор отн-но центра масс в системе отсчёта центра масс.

$$|\omega_0| = \frac{v_{A \text{ отн}}}{\frac{2}{3} a \cdot \cos(30^\circ)} = \frac{\sqrt{3} v_{A \text{ отн}}}{a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,4}{a} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$a = 0,4 \text{ м}$$



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.

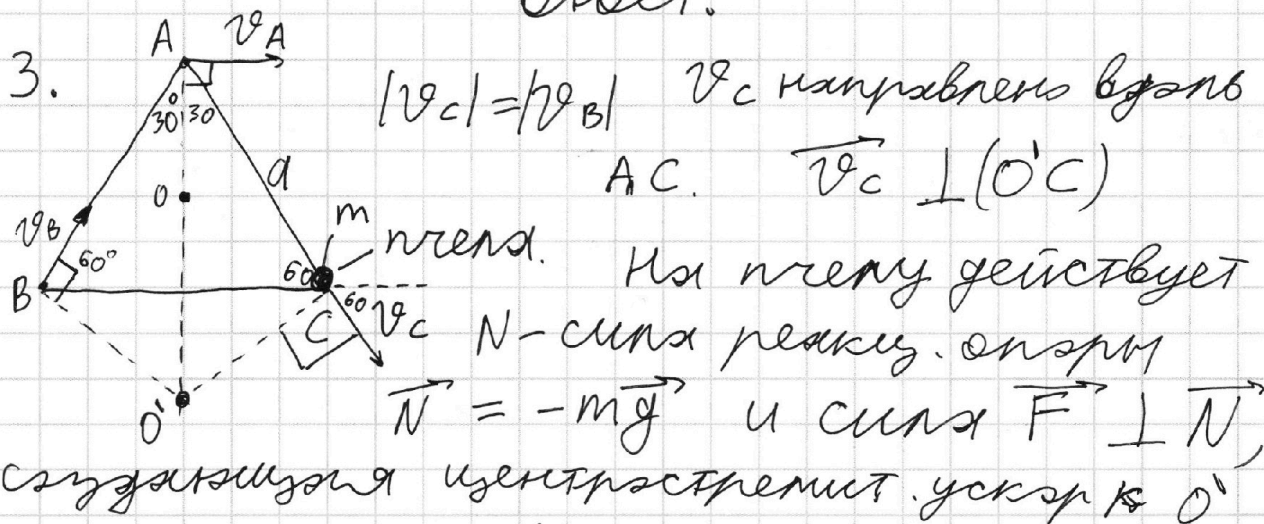
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

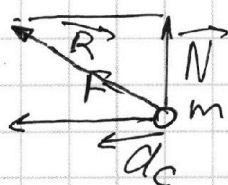
$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2}{\sqrt{3}} \pi \text{ секунд}$$

2π - полный один оборот.
Ответ.



$$O'C = \tan(30^\circ) \cdot d = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 0,4 \text{ м}$$

$$a_c = a_{ц.с} = \frac{v_C^2}{O'C} = \frac{0,4^2}{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 0,4} = \sqrt{3} \cdot 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{F} \quad R = \sqrt{N^2 + F^2}$$

$$F = a_c \cdot m = \frac{v_C^2}{O'C} \cdot m$$

$$R = m \sqrt{g^2 + 0,4^2 \cdot 3}$$

Так как в задаче

нигде не сказано про g, то наверно его нет $\rightarrow R = m \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4^2 = 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3} \text{ Н}$

$$R = 48 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} - \text{Ответ.}$$

$M_{\text{масс}} \gg m$

скорости не измен.



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!

12

~~Фейерверк~~ фейерверк разорвался на максимальной высоте.

$$H - h = \frac{v^2}{2g} \quad H = h + \frac{v^2}{2g}$$

$$H = 14,2 + \frac{36}{20} = \boxed{16 \text{ м}} - \text{Ответ}$$

2. y

На высоте H $v_{\text{перв}} = 0 \rightarrow$

ЗСУ: $\vec{v}_{0x} \cdot m = -\vec{U}_x \cdot m$
 $\vec{v}_{0y} \cdot m = -\vec{U}_y \cdot m$

$$|U| = |v_0| = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \alpha - \text{угол между } U \text{ и } \vec{v}_0$$

x: $l_1 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$

y: $-H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g}{2} t^2$

$$v_0 \sin \alpha \frac{l_1}{v_0 \cos \alpha} + H - \frac{g}{2} \frac{l_1^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = 0$$

$$l_1 \cdot \tan \alpha + H - \frac{g l_1^2}{2 v_0^2} - \frac{g l_1^2}{2 v_0^2} \cdot \tan^2 \alpha = 0 \quad \left| \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha \right.$$

Для 2-го случая:

y: $-H = -v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g}{2} t_2^2$

$$l_2 \tan \alpha - H + \frac{g l_2^2}{2 v_0^2} + \frac{g l_2^2}{2 v_0^2} \cdot \tan^2 \alpha = 0$$

~~Сложно~~

$$l_1 \cdot \tan \alpha + H - \frac{g}{2 v_0^2} \cdot l_1^2 \cdot (1 + \tan^2 \alpha) = 0$$

$$\tan \alpha \cdot l_1 + H - \tan^2 \alpha \cdot \frac{g l_1^2}{2 v_0^2} - \frac{g l_1^2}{2 v_0^2} = 0$$

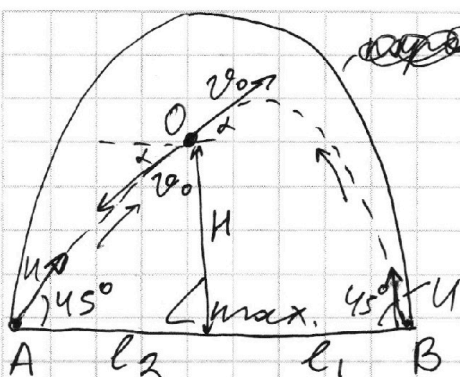


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Мяч со скоростью v_0 и запустить из А и упадет в В.

Для L_{max} U должно

быть направлено под 45° к горизонту.

$$3C3. U^2 \cdot \frac{m}{2} = \frac{m}{2} gH + \frac{v_0^2}{2} \cdot \frac{m}{2}$$

$$\frac{U^2}{2} = gH + \frac{v_0^2}{2} \quad \boxed{U = \sqrt{v_0^2 + 2gH}}$$

L_{max} пролетит осклаж $\frac{m}{2}$, если его запустить из А под 45° к горизонту.

$$U \cdot \cos 45^\circ t = L$$

$$U \cdot \sin 45^\circ \cdot t = \frac{g}{2} t^2$$

$$L = \frac{g}{2} \frac{L^2}{U^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2}$$

$$U \cdot \sin 45^\circ \cdot \frac{L}{U \cdot \cos 45^\circ} = \frac{g}{2} \cdot \frac{L^2}{U^2 \cdot \cos^2 45^\circ}$$

$$L = \frac{2 \cdot U^2 \cdot \frac{1}{2}}{g} = \frac{v_0^2 + 2gH}{g} = \frac{20^2 + 20 \cdot 16}{10} =$$

$$= 40 + 32 = \boxed{72 \text{ метра} = L_{max}}$$

Ответ!



~3. Сразу после освобождения $v_1 = v_2 = 0$. Они не успеют набр. скор. В момент освобож. шарики имеют тангенциальные ускорения $\perp$ нитям.

$a_{ц.с1} = \frac{v_1}{l} = 0 = a_{ц.с2}$

$\vec{a}_2 \perp \text{нити 2}$ $\vec{a}_1 \perp \text{нити 1}$.

$\alpha = 90^\circ - \delta$, где δ — угол между нитью и стержнем.

$$\sin \alpha = \cos(\delta) = \frac{L}{2l} = \frac{1,6l}{2l} = \boxed{0,8}$$

$\sin \alpha = 0,8$ — Ответ.

Запишем кин. связь на стержне.

$$a_2 \cdot \cos \alpha = a_1 \cdot \cos \alpha \rightarrow |a_1| = |a_2|$$

Расставим силы:

Стержень лёгкий и давит на шарики с одинаков. силой N

Запишем 2й закон Ньютона для 1го и 2го шарика в осн $\parallel \vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$ соответственно.



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!

$$\begin{aligned} \text{Для 1го: } & y) T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha = m a_1 \\ \text{2го: } & x) a_2 m \cdot 2 = 2mg \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} + -$$

$$3m a_2 = mg \sin \alpha$$

$$a_1 = a_2$$

$$a_2 = \frac{g}{3} \cdot \sin \alpha = \frac{10 \cdot 0,8}{3} = \frac{8}{3} \frac{m}{c^2} - \text{Ответ}$$

3. Выведем уравнения системы, $a_2 = \frac{8}{3} \frac{m}{c^2}$ заменив 1 на 2.

$$0 = 3 T \cdot \cos \alpha - 4mg \sin \alpha$$

$$T = \frac{4mg \cdot \sin \alpha}{3 \cos \alpha} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 0,090 \cdot 0,8}{3 \cdot \sqrt{1 - 0,64}}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$T = \frac{32 \cdot 9}{300 \cdot 0,6} = \frac{9 \cdot 32}{30 \cdot 6} = \frac{16 \cdot 3}{30} = \frac{16}{10} = 1,6 \text{ Н} - \text{Ответ}$$



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
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. В каждом цикле $\frac{1}{2}$ работы газа
преобраз. в напр. раб $\rightarrow$ увеличивает
потенциальную энергию груза M .

За цикл $A_1 = 49860 \text{ Дж}$

За N циклов пот. энергия груза
увелич. на $N \cdot \frac{A_1}{2} = \Delta E_n = M g H$

Подъём происходит медленно.

$$H = \frac{N \cdot A_1}{2 g \cdot M} = \frac{20 \cdot 49860}{2 \cdot 10 \cdot 400} = \sqrt{\frac{4986}{40}} \text{ Метров}$$

100



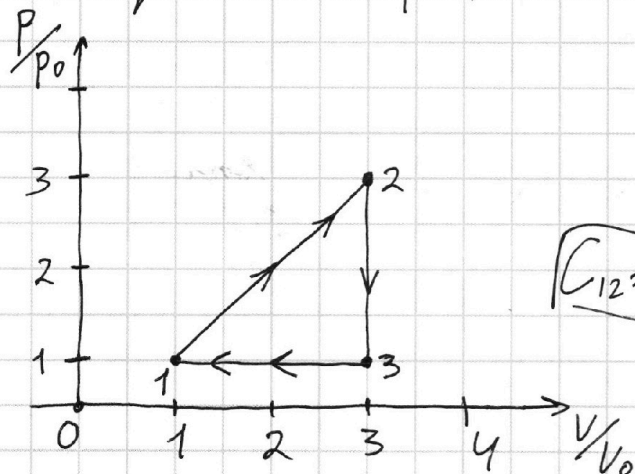
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Процесс в P/p_0 ; V/V_0



$$dQ = dA + dU$$

$$C_V dT = p dV + C_V dT$$

$$p dV = dT \cdot (C - C_V)$$

на (1-2):
 $C_{12} = 2$

$$p dV = dT \cdot 0, SR$$

$$p dV = \frac{p dV}{2R} + \frac{V dp}{2R}$$

$$pV = \nu RT \quad \nu R dT = p dV + V dp$$

$$2 p dV = p dV + V dp$$

$$V dp = (2R - 1) p dV$$

на (1-2)

на участке (1-2):

$$\frac{dp}{p} = \frac{dV}{V} \quad p(V) - \text{линейная зависимость на (1-2)}$$

2. A_1 - работа газа за 1 цикл.

на (2-3) газ не совершает работу ($V = \text{const}$)

на (1-2) газ совершил полн. раб. $W = \int p dV =$

$$6 p_0 V_0$$

на (3-1) газ совершил отриц. работу $W = p_1 \Delta V =$

$$= -2 p_0 V_0$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$A_1 = 4 p_0 V_0 = |A_{12}| - |A_{31}| = 4 \cdot \nu R T_0 = 8,31 \cdot 20 \cdot 300 =$$

Ответ: $A_1 = 49860 \text{ Дж}$



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.



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. Q $\varphi = \frac{E_n}{q}$ $E_0 = \frac{kQ}{R^2}$ $\left(\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \right)$ - т.к. масса
суммируем заряды сфер...
В начале частицы

1. m находится в A и нач. скор. = 0
→ у частицы есть только потенциальная энергия E_{nA} . На большем по сравн. с R расстоянии от O можем пренебречь E_{nA} → только K . → E_{nA} перешла потн. в K .
 $E_n = -A_{\text{эп.сил}} \text{ по перем с } \infty \text{ до } R$

ЗСЭ: $E_{nA} = E_{n0} + \frac{m}{2} v_0^2$

Т.к. частица отталкивается от плюсовой сферы, то q и Q имеют одинаковые знаки зарядов.

$$E_{n0} = \frac{kQq}{R} = q \cdot \varphi_0 \quad K = \frac{k}{R} Qq + \frac{m}{2} v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \cdot \left(K - \frac{Qq}{R \cdot 4\pi\epsilon_0} \right)} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

— Ответ.

2. ЗСЭ: $v_c = 2 \sqrt{\frac{1}{m} \cdot \left(K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$
 $K = E_{nA} = \frac{m}{2} v_c^2 + E_{nc} \quad AO = OC = R$

~~$E_{nc} = \frac{kQq}{R}$~~ $v_c = \sqrt{\frac{2}{m} \cdot (K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R})}$ ~~$\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$~~
 $(E_{n0} - E_{nc}) = (E_{nA} - E_{n0}) \quad E_{nc} = 2E_{n0} - K$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$l_1 = \frac{-t_0^2 \pm \sqrt{t_0^4 + 4H \cdot \frac{g}{2v_0^2} \cdot (1+t_0^2)}}{-\frac{g}{v_0^2} \cdot l_1^2 \cdot (1+t_0^2)}$$

$$D_1 = 0 = b^2 - 4ac = \cancel{0} l_1^2 - \frac{2gl_1^2}{v_0^2} \cdot \left(H - \frac{gl_1^2}{2v_0^2}\right)$$

$$1 = \frac{2g}{v_0^2} \cdot H - \frac{g^2 l_1^2}{v_0^4}$$

$$l_1 = \sqrt{\frac{\frac{2gH}{v_0^2} - 1}{g^2} \cdot v_0^4}$$

$l_1 = \frac{v_0}{g} \cdot \sqrt{2gH - v_0^2}$ — максимальное расстояние по горизонтали для 1-го сканера.

$$D_2 = l_2^2 - \frac{2gl_2^2}{v_0^2} \cdot \left(\frac{gl_2^2}{2v_0^2} - H\right)$$

$$l_2 = \frac{v_0}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 - 2gH}$$

$$20^2 - 20 \cdot 16 > 0$$

вместе

Оба сканера не смогут попасть на парашюта безопасности.



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!

$$l_1 = v_0 \cdot t \quad \frac{g}{2} t^2 = H$$

$$H \cdot 2 = g \frac{l_1^2}{v_0^2} \quad l_1 = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} =$$

$$= 20 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16}{10}} = 20 \cdot \sqrt{3,2}$$

$$l_1 = v_0 \cdot \cos \alpha \quad l_1 + H - l_1^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2} = 0$$

$$l_1 + 16 - l_1^2 \cdot \frac{10}{400} = 0 \quad l_1 = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 16 \cdot 4 \cdot \frac{1}{40}}}{-\frac{2}{40}} =$$

$$= \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 1,6}}{-\frac{1}{20}} =$$

$$l_1 = (1 + \sqrt{2,6}) \cdot 20$$

$$l_2 - H + \frac{10}{2 \cdot 400} \cdot l_2^2 = 0$$

$$l_2 - 16 + \frac{1}{40} l_2^2 \quad l_2 = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 4 \cdot 16 \cdot \frac{1}{40}}}{\frac{1}{20}} =$$

$$40 \cdot \sqrt{2,6} < 40 \sqrt{3,2}$$

$$= (-1 \pm \sqrt{2,6}) \cdot 20$$

$$l_2 = (\sqrt{2,6} - 1) \cdot 20$$

Для максимального $\angle$ между
 векторами после падения
 им надо рассчитать ~~разность~~
 так, чтобы точки падения лежали
 на некоторой параллели безопасности.