



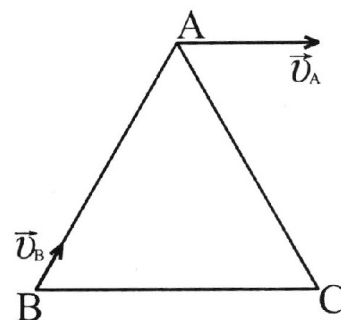
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-02

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 $v_A = 0,8$ м/с, а скорость $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_B скорости вершины B.
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

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

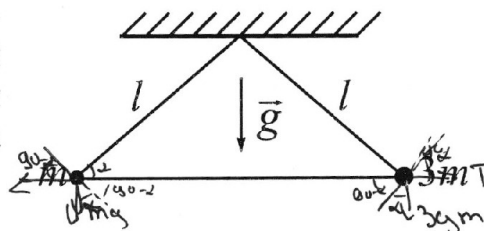
3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 4$ 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 $V_0 = 16$ 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 $m = 80$ г и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик массы m скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик массы m находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ 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.



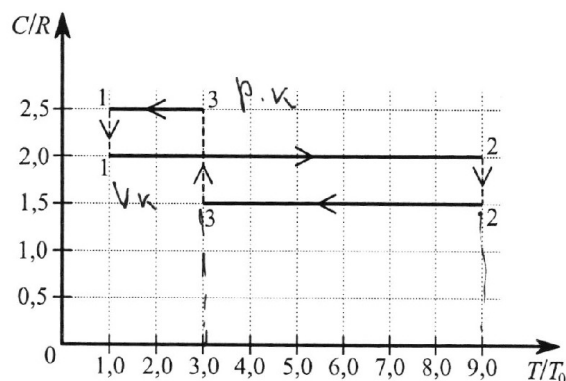
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 3$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270$ К.

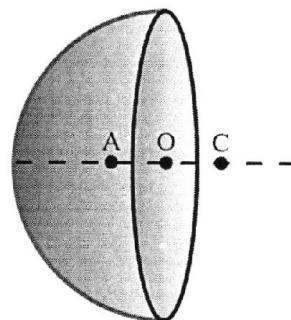


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250$ кг за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой АС и на большем по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.

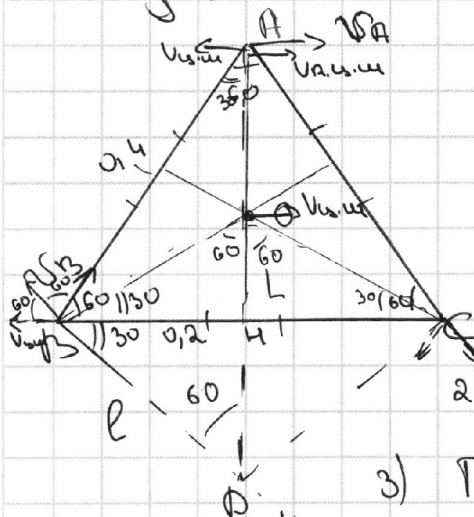


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Задача 1



Дано: $v_A = 0,8 \text{ м/с}$
 $a = 0,4 \text{ м}$, $m = 60 \text{ кг}$
 Найти: $|V_{\text{пл}}|$; ω , R

1) Опустим перпендикуляры к векторам скорости, они пересекутся в т. центра вращения

2) Так ABC - правильный, $\angle B$, $\angle C$, $\angle A = 60^\circ$

3) Пусть $AO = L$, $BO = l$

4) $\omega = \frac{v_A}{L}$ 5) $\omega = \frac{v_B}{l} \Rightarrow \frac{v_B}{l} = \frac{v_A}{L}$

6) $\sin 30^\circ = \frac{l}{L} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_B = \frac{v_A \cdot l}{L} = \frac{v_A}{2} = 0,4 \text{ м/с}$

7) Центр масс пластины находится на пересечении медиан треугольника. Так как треугольник ABC , медианы - высоты, $AO = BO$ $\Rightarrow v_{\text{ц.м.}} = v_B$

8) Перейдем в систему ц.м. пластины, в системе ц.м. пластины вращение будет происходить вокруг т.о

9) $\vec{v}_A = \vec{v}_{\text{ц.м.}} + \vec{v}_{\text{вращ.}}$ $\Rightarrow v_{\text{ц.м.}} = v_A - \frac{v_A}{2} = \frac{v_A}{2} = 0,4 \text{ м/с}$
 * $AO = \frac{2}{3} \cdot AH$ (т.к. медианы AO и BO пересекаются 2:1)

10) $\omega = \frac{v_{\text{ц.м.}}}{AO}$ 11) $\omega = \frac{v_B}{BO}$

12) $AH = \sqrt{0,4^2 - 0,2^2} = \sqrt{0,16 - 0,04} = \sqrt{0,12} = \sqrt{0,04 \cdot 3} = 0,2\sqrt{3}$

13) $\omega = \frac{v_{\text{ц.м.}}}{AO} = \frac{0,4}{0,2\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$

14) На плиту действует сила реакции опоры и центробежная сила

Or let: $V_m = 0,4 \text{ m/s} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{3 \text{ s}}$; $R = 60 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0,4 \text{ s}}{2 \cdot \pi}$



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.

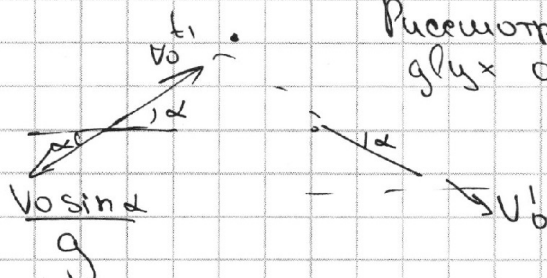
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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!

Задача 2

6)



Рассмотрим движение
двух осколков под
углом α

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

По закону сох. энергии они упадут
на землю с минимальной скоростью касательной.

$$\frac{2m v_0^2}{2} = \frac{m u^2}{2} + \frac{m u^2}{2} \quad v_0 = u$$

$$v'_x = v_0 \cos \alpha + g t_2$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{v'_x - v_0 \cos \alpha}{g}$$

$$t_{\text{ре}} = 2t_1 + 2t_2 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{2v'_x}{g} - \frac{2v_0 \cos \alpha}{g}$$

$$L = v_0 \cos \alpha (2t_1 + 2t_2)$$

$$7) \quad v'_x = v_0 \cos \alpha$$

$$8) \quad v' \sin \beta = v'_x$$

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

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

$$\sqrt{2gH} + v_0 \sin \alpha = v'_x$$

$$9) \quad L_{\text{ре}} = \frac{2 v_0 \cos \alpha v_0^2}{g} + \frac{2gH + v_0 \sin \alpha}{2} - \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$L_{\text{ре}} = \frac{\cos \alpha \sqrt{2gH} + v_0 \sin \alpha}{2}$$

10)

L_{max}

$$\text{Возведем произведение } \sqrt{\cos \alpha \sqrt{2gH} + v_0 \sin \alpha} \cos \alpha = x'$$

$$- \sin \alpha + \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} + \sin^2 \alpha = 0$$

$$\sin \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \alpha = 0^\circ$$



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!

1) $L_{\max} = v_0 \cdot t$



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

2) $L_{\max} = 16 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 64 \sqrt{0,6} \text{ м}$

Ответ: $H = 12 \text{ м}; L_{\max} = 64 \text{ м}$



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
☐

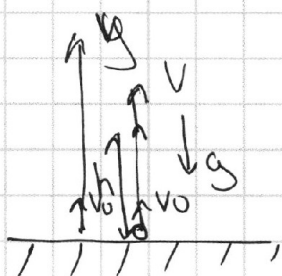
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 из 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)



Дано: $h = 11,2 \text{ м}$; $v = 4 \text{ м/с}$
 $v_0 = 16 \text{ м/с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 Найти: L_{max} ; H

1) Так как F_c - пренебрежимо мало, тело движется по действию только ускорения g

2)

Равноускоренное движение по ось Oy

$$h = \frac{v^2 - v_0^2}{-2g} \Rightarrow -2gh = v^2 - v_0^2 \Rightarrow v_0^2 = v^2 + 2gh$$

3)

Рейсверк разорвется, когда скорость станет равна нулю

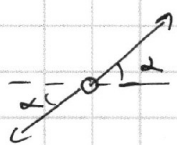
4)

Тогда:

$$H = \frac{0 - v_0^2}{-2g} \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v^2 + 2gh}{2g} = \frac{v^2}{2g} + h$$

$$= \frac{16}{20} + 11,2 = 0,8 + 11,2 = 12 \text{ м}$$

5)



В момент разрыва, осколки должны полететь по одинаковым углам к горизонту в разные стороны, для того, чтобы выполнялся закон сохранения импульса

Максимум будет достигаться, тогда когда векторы скоростей будут перпендикулярны

6)

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

- время падения оскоков

$$L = v \cdot t = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 16 \sqrt{\frac{2 \cdot 12}{10}} = 16 \cdot \sqrt{2,4} = 32 \cdot \sqrt{0,6}$$

$$L_{\text{max}} = 2L = 2 \cdot 32 \sqrt{0,6} = 64 \sqrt{0,6}$$

Отв: $H = 12 \text{ м}$; $L_{\text{max}} = 64 \sqrt{0,6} \text{ м}$



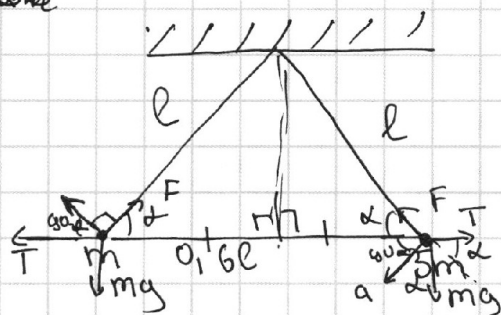
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 3



Дано: $m = 80 \text{ г} = 0,08 \text{ кг}$
 $L = 1,2 \text{ л} ; g = 10 \text{ м/с}^2$
 Найти: β, a_2, T

1) После отпущения освобождения системы, шарик начнет двигаться по окружности, $R = l$

2) Так как в начальный момент ~~ска~~ скорость равна нулю, то и центростремительное ускорение равно нулю, поэтому вектор $a_2 \perp$ нити

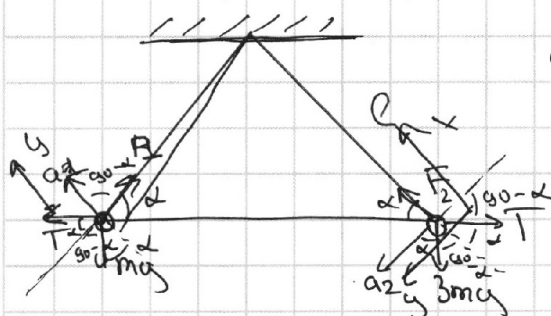
3) ~~Пусть~~ Пусть $90 - \alpha = \beta$

4) Тогда $\sin(90 - \alpha) = \sin \beta = \cos \alpha$

5) $\cos \alpha = \frac{0,6l}{l} = 0,6 \Rightarrow \sin \beta = 0,6$

6) $3ma_2 = 3mg + T + F$

7) Так как шарик движется по окружности, и R равен, то и их ускорения равны



8) Проекция сил на нить
 2.3.8 на ось x грав $3mg$
 $F - T \cos \alpha - 3mg \cos(90 - \alpha) = 0$

$F_2 - T \cos \alpha - 3mg \sin \alpha = 0$
 грав mg :

$F_1 - T \cos \alpha - mg \sin \alpha = 0$

9) ~~Проекция~~ 2.3.8 на ось y грав $3mg$

$3ma_2 = 3mg \cos \alpha - T \sin \alpha$

10) 2.3.8 на ось y грав mg



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!

$$ma_1 = T \sin \alpha - mg \cos \alpha$$

$$a_1 = a_2$$

$$11) \begin{cases} T \sin \alpha - mg \cos \alpha = ma_2 \\ 3mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 3ma_2 \end{cases} \Rightarrow \text{Вычитаем} \\ 2mg \cos \alpha = 4ma_2$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{g \cos \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 0,6}{2} = 3 \text{ м/с}^2$$

$$12) T \sin \alpha = ma_1 + mg \cos \alpha$$

$$T = \frac{m(a_1 + g \cos \alpha)}{\sin \alpha} = \frac{0,08 \cdot (3 + 10 \cdot 0,6)}{0,8}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$13) T = \frac{0,08 (3 + 6)}{0,8} = \frac{0,08 \cdot 9}{0,8} = \frac{3 \cdot 9}{20} = 0,9 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,6; a_2 = 3 \text{ м/с}^2 \\ T = 0,9 \text{ Н}$$



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!

Задача 4

Дано: $T_0 = 270 \text{ K}$

$V = 3 \text{ моля}$

$M = 250 \text{ кг}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$ $N = 15$

циклов 2)

Найти: $H, A,$

Построить график

1) Так как газ одноатомный, $i = 3$

2) при $V = \text{const}$

$$\Delta Q = \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \Delta Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$\Rightarrow$ Процесс $3 \rightarrow 2$ - изохорный

3) при $p = \text{const}$

$$\Delta Q = \Delta U + A$$

$$\Delta Q = \frac{3}{2} \nu R (\Delta T) + p(V_k - V_n) = \frac{3}{2} p \Delta V + p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V$$

$$\Delta T = \frac{p V_k}{\nu R} - \frac{p V_n}{\nu R} = \frac{p(V_k - V_n)}{\nu R}$$

$$\Delta Q = \frac{3}{2} \nu R (T_k - T_n) + \nu R T_k - \nu R T_n = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$\Delta Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \text{Процесс } 3 \rightarrow 1 -$$

изобарный

4) при $p \propto V$

$$Q = \frac{3}{2} (T_k - T_n) + A$$

$$A = \frac{(p_2 - p_1)(V_1 + V_2)}{2} =$$

$$= \frac{p_2 V_1 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_1 V_2}{2}$$

$$= \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} = \frac{T_2 \nu R - T_1 \nu R}{2}$$

$$\Delta Q = \frac{3}{2} \Delta T \nu R + \frac{\Delta T \nu R}{2} = 2 \Delta T \cdot \nu R$$

$\Rightarrow 1 \rightarrow 2$ - процесс

при котором p линейно

но зависит от V

5) Используем уравнения состояния газа крайних точек

$V = \text{const}$

$$\frac{V_1}{V_0} \frac{p_1}{p_0} = \frac{T_1}{T_0} \cdot \nu R$$

$$\Rightarrow p_1 = \frac{3 \nu R}{V_1}$$

$$p_2 = \frac{3 \nu R}{V_2}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 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!

6) $p = \text{const}$

$$\begin{aligned} p_0 V_0 &= \nu R T_1 \\ p_0 V_1 &= \nu R T_2 \end{aligned} \Rightarrow \frac{V_0}{V_1} = \frac{1}{3} \Rightarrow \boxed{V_1 = 3V_0}$$

7) Два процесса

$$\begin{aligned} p_0 V_0 &= \nu R T_3 \\ p_2 V_2 &= \nu R T_4 \end{aligned} \quad p = \alpha V \quad = \quad \frac{p_0 V_0}{p_2 V_2} = \frac{\alpha V_0^2}{\alpha V_2^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow V_2 = 3V_0$$

$$\begin{aligned} p_0 &= \alpha V_0 \\ p_2 &= 3\alpha V_0 = 3p_0 \end{aligned} \quad \boxed{3p_0 = p_2}$$

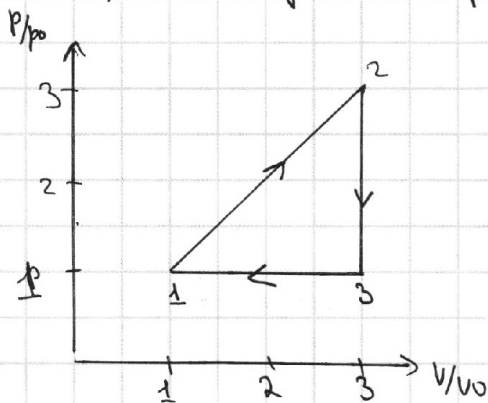
~~2) Два процесса $V = \text{const}$~~

$$\begin{aligned} p_2 V_2 &= \nu R T_4 \\ p_2 V_3 &= \nu R T_5 \end{aligned} \Rightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{1}{3} \Rightarrow V_3 = 3V_2 = V_0$$

3) Два процесса $V = \text{const}$

$$V = V_2 = V_1 = 3V_0$$

9) Построим график p/p_0 от V/V_0



10) Работа газа, это площадь треугольника 1-2-3

$$11) A = \frac{(p_2 - p_0)(3V_0 - V_0)}{2} = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{2} = 2p_0 V_0$$

12) Уравнение состояния

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$13) A = 2 \cdot \nu R T_0 = 6 \cdot 270 \cdot 2,31 \approx 10,6 \text{ КДж}$$

16) З.С. Э гня груза

$$\begin{aligned} \frac{m V_0^2}{2} + mgh &= mg(H-h) + m \frac{V_0^2}{2} + A \\ \Rightarrow mgh &= A \end{aligned}$$

17) Так как половина A газа идет на подъем

$$mgh = \nu \cdot \frac{A}{2} \Rightarrow H = \frac{\nu R T_0 \cdot \nu}{mg} \approx 4 \text{ м} \quad A = 10,6 \text{ КДж}$$

Ответ: $H = 4 \text{ м}$



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 ☐

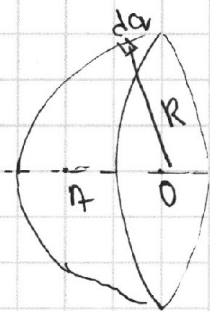
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

Задача 5

Дано: $m, q, \varnothing, V, R, k$

Искать: V_0, V_e



1) Согласно, что на большом расстоянии скорость V . Так как расстояние большое потенциал в этой точке 0 и $E_n = E_k \leftarrow$ Екинетиическая

$$2) E_n = \frac{mV^2}{2}$$

3) Рассмотрим потенциал в точке O.

$$E = \varphi q$$

4) $\varphi = \frac{kQ}{2R}$, так как все точки удалены от сферы на k , то

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{2R}$$

$$E_{pot} = \varphi_0 \cdot q = \frac{kQq}{2R}$$

5) Закон сохранения энергии $E_n = \text{const}$

$$E_n = E_k + E_{pot}$$

$$6) \frac{mV_0^2}{2} + \frac{kQq}{2R} = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V_0^2 = -\frac{kQq}{4Rm} + V^2$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kQq}{2Rm}}$$

7)



$$CP = \vec{E} \cdot \vec{S}$$

$$E_n \text{ Теорема Гаусса для сферы в точ. } \varphi = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow \vec{E} \cdot \vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$



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
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!

Задача 5

а) У сферы E одинаковый во всех точках,

поэтому $E_{\text{сф}} = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot S_{\text{сф}}} = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot 4\pi \cdot r^2}$

$$k = \frac{1}{\epsilon_0 \cdot 4\pi}$$

$$E_{\text{сф}} = \frac{kQ}{2r^2}, \text{ если } r > R \text{ и } E_{\text{сф}} = 0, r < R$$

б) Исходя из симметрии для полусферы

$$E = \frac{kQ}{4r^2} \text{ — и внутри, и снаружи}$$

в) Пусть расстояние от A и C до O равно x

~~г) E_n в точке A~~

~~$E_{\text{сф}} + E_{\text{полусфера}} = 12$~~

~~1) $F = Eq = \frac{kQq}{4r^2}$~~

~~2) $A \in F \cdot dr = \frac{kQq \cdot dr}{4r^2} = \frac{kQq}{2r^2}$~~

1) $\varphi_{\text{полусфера}} = \frac{kQq}{4r}$

З.С.Э

2) $\frac{kQq}{4x} = \frac{mv^2}{2}$

$$\Rightarrow v_c = 0$$

3) Для точки C $\frac{mv_c^2}{2} + \frac{kQq}{4x} = \frac{mv^2}{2}$

$$\text{Отсюда: } v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{kQq}{2km}}$$

$$v_c = 0$$



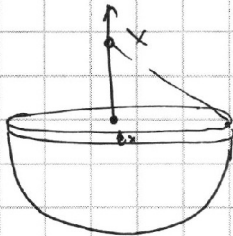
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☐☐☐☐☐

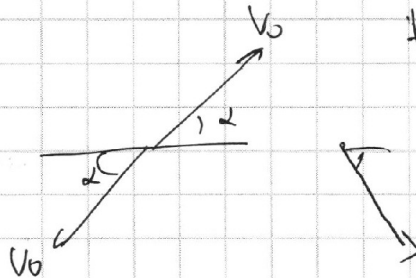
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

Черновик



~~XXXXXX~~



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

$$t_1 + 2t_2 =$$

$$v_0 \sin \alpha \left(\frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} + \right) + v_0 \sin \alpha$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha + v_0 \sin \alpha}{t_2} \cdot t$$

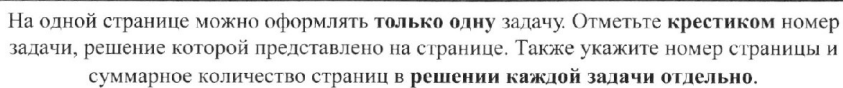
$$\frac{v_0 \sin \alpha \cos \alpha}{2g}$$

$$\frac{H \cdot 2}{v_0 \sin \alpha + v_0 \sin \alpha}$$

$$H = v_0^2 - 2g$$

$$v_0 \sin \alpha = v_0 \sin \alpha + gt$$

$$gt = v_0 \sin \alpha$$



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!

243

$$V_0 \cos \alpha = V_1 \cos \theta \quad 7 \quad 2 \quad 9$$

$$V_0 \sin \alpha = V_2 \sin \frac{\alpha}{2} \quad 4 \quad 4$$

$$H_{\text{test}} = \log_{10} 20 \approx 9,13$$

$$H = V \quad V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = S$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

243

$$\begin{array}{r} 231 \\ 443 \end{array}$$

$\vec{v}$
 α
 $2019/50$
 $\frac{1}{4}$

$$V_{01} \cos \alpha + V_{02} \cos \alpha = S$$

~~Voss~~

$$\left(\frac{v_{\text{max}} \sin \alpha}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g}} \right) \rightarrow \text{resd} +$$

~~No send work + work 2M~~

$$\frac{\frac{4}{3} \pi R^2}{2 \epsilon_0}$$

$$= \frac{S}{2E_0}$$

U.S.N.

$$F = \frac{qQ}{r^2}$$

$$2 \pi R \cdot dr$$

$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 r^2} \cdot dr$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot r^2}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!

Черновик

$$y = 4x - x = \sqrt{3}x^2 = x\sqrt{3}$$

$$V \cdot \cos 60 + V \cos 60 = \frac{V}{2} + \frac{V}{2} = V$$

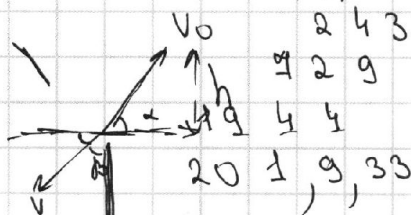
$$\begin{array}{r} 243 \\ 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 364 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 264 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 165 \\ 0,80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \\ 243 \\ 29 \end{array}$$



$$h = \frac{(V_0 \cdot \sin \alpha)^2}{2g}$$

$$\begin{array}{r} 2019 \\ 200 \\ 19 \end{array}$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 12}{10}} = 1,6$$

$$\begin{array}{r} 270 \\ 6 \\ 1620 \\ 8,31 \\ 42860 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \\ 1620 \\ 4866 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 0,16 \\ 3 \\ 0,48 \\ 148 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100,48 \\ 100 \end{array}$$

$$p_0 V_0 = 1$$

$$p_0 V_3 = 3$$

$$\frac{V_0}{V_3} = \frac{1}{3}$$

$$V_3 = 3$$

$$V_0^2 \alpha = 1$$

$$V_0^2 \alpha = 9$$

$$V_2 = 3V_0$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ 9 \\ 243 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ 8,31 \end{array}$$

$$\frac{15 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 27}{25 \cdot 10} =$$

$$= \frac{3 \cdot 8,31 \cdot 27}{5 \cdot 2}$$

$$= \frac{8 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 27}{5 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 2}$$

$$\begin{array}{r} 9960 \\ 10562,20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9960 \\ 10562,20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9960 \\ 10562,20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9960 \\ 10562,20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75,33 \\ 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75,33 \\ 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75,33 \\ 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75,33 \\ 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75,33 \\ 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75,33 \\ 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75,33 \\ 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75,33 \\ 5 \end{array}$$