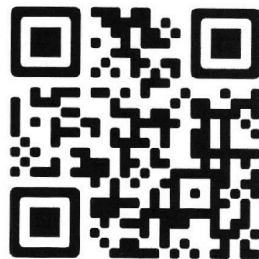




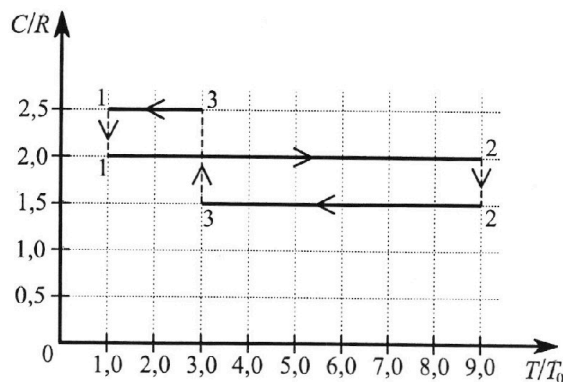
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 2$ 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.



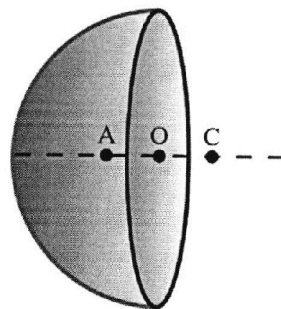
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150$ кг за $N = 10$ 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 частица движется со скоростью V_0 .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

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

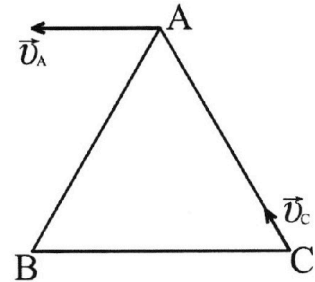
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-01

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 $v_A = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны CA . Длины сторон треугольника $a = 0,2$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C .
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит три оборота?

Пчела массой $m = 100$ 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.

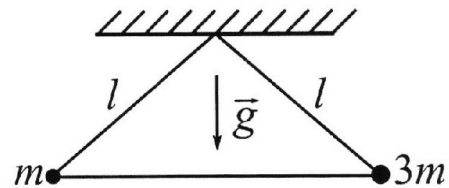
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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 $V_0 = 20$ 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 $m = 0,1$ кг и $3m$ 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 $\vec{a}_1$ 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.



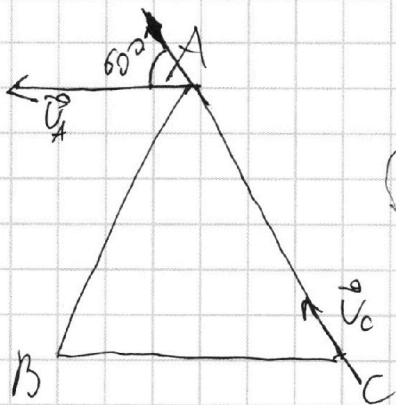
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 34

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. точки A и C всегда находятся на равном расстоянии друг от друга на жесткой фигуре поэтому по правилу жесткого стержня проекции их скоростей на ^{прямую} соединяющую их ~~то~~ есть на AC равны.



$$v_c = v_A \cos 60$$

$$v_c = \frac{1}{2} v_A = 0,2 \text{ м/с}$$

2. найдем мгновенный центр вращения он лежит на пересечении перпендикуляров к скоростям, из оснований расстояний до ~~цента~~ мгновенного центра вращения найдем скорость центра масс треугольника который находится в его центре, это понятно из симметрии.

найти скорость центра масс не является ^{необходимым условием} так как ~~мгновенный центр~~ не действует

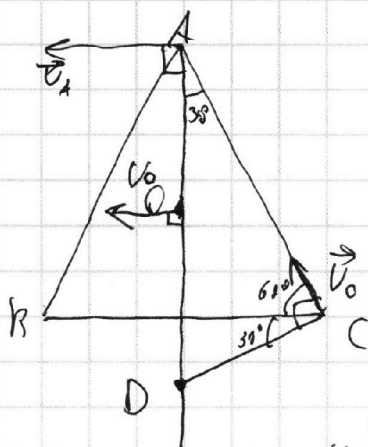


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

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!



$$\text{расстояние } AD = \frac{AC \cdot \sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

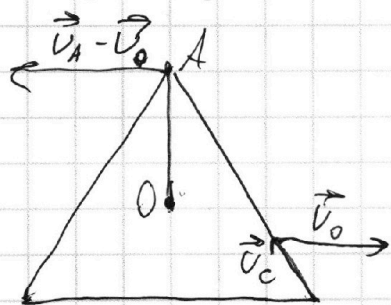
$$\text{расстояние } AO = \frac{a}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

$$\text{тогда } OD = AD - AO = \frac{1}{\sqrt{3}} a$$

$$\omega = \frac{v_A}{AD} = \frac{v_0}{OD} \quad \text{условия шаровости вращения относительно мгновенного центра}$$

$$v_0 = v_A \frac{OD}{AD} = \frac{1}{2} v_A$$

$\vec{v}_c$ тоже должен быть направлен перпендикулярно радиусу OD соединяющего его с мгновенным центром вращения O центра масс.



$$\omega_0 = \frac{v_A - v_0}{OA} = \frac{\frac{1}{2} v_A}{\frac{1}{\sqrt{3}} a} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{v_A}{a}$$

условия шаровости вращения вокруг центра масс, 30 оборотов это 6π

$$T = \frac{6\pi}{\omega_0} = 6 \frac{12\sqrt{3} a}{\sqrt{3} v_A} = 24\sqrt{3} \frac{a}{v_A}$$

3. масса как масса пчелы по направлению скорости

массы не изменяется и центр масс не сместился относительно центра масс пластины



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 24

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!

перейдет в ∞ центра масс системы
пластина + шара, которая является
инерциальной так как не шесту
по предположению не действовал механиче-
ска сила инерции, а значит утверждение
нет и сил инерции при переходе в СД центра
масс не добавится. в этой СД находится
на расстоянии $OB = OA = \frac{1}{\sqrt{3}}a$ от центра
вращения O , угловая скорость такая же
как и в пункте 2 т.к. учтено все оговорен
все необходимые утверждения из пункта 2
остаются верны, угловая скорость остается т.е.
моментов на систему нет.

$$a_y = \omega_0^2 OA = \frac{3U_A^2}{4a^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}a = \frac{\sqrt{3}U_A^2}{4a} \neq$$

по второму закону для шара горизонтальная составляющая

$$R_x = m \ddot{x} = m a_{yx} = \frac{\sqrt{3} m U_A^2}{4a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 0,4}{10 \cdot 10^{-2}} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

Ответ: $\omega = 0,2 \text{ рад/с}$; $\dot{\varphi} = 2\sqrt{3} \text{ рад/с}$; $R = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$



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
4 ИЗ 4

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!

вертикальная составляющая
 $R_y = mg$ т.к. по вертикальной оси движение
равномерно

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = m \sqrt{a_x^2 + g^2} = m \sqrt{\frac{3}{16} \frac{364^4}{16a^2} + g^2} =$$
$$= 10^{-4} \sqrt{\frac{3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,4 \cdot 0,4}{16} + 100} = 10^{-4} \sqrt{\frac{12}{100} + 100} =$$
$$= 10^{-4} \sqrt{100,12} \text{ Н}$$

Ответ: $U_c = 0,2 \text{ м/с}$; $T = 2\sqrt{35} \text{ с}$; $R = 10^{-4} \sqrt{100,12} \text{ Н}$



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 4

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. Путь фрейверк стартовал с начальной скоростью V , тогда по условию из уравнения равноускоренного движения по вертикальной оси направленной вверх

$$h = Vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$Vt = h + \frac{gt^2}{2}$$

$$V = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2} = 10 + 4 = 14 \text{ м/с}$$

Время полета до максимальной высоты $t = \frac{V}{g}$

$$H = \frac{gt^2}{2} = \frac{V^2}{2g} = \frac{196}{20} = \frac{98}{10} = 9,8 \text{ м}$$

$$H = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}\right)^2}{2g}$$

2. В на максимальной высоте скорость фрейверка 0, по ЗСИ

$$\vec{V}_1 m + \vec{V}_2 m = 0 \quad \text{где } m \text{ — массы осколков } \vec{V}_2 \text{ — скорость}$$

вперед

отсюда $\vec{V}_2 = -\vec{V}_1$
осколков

скорости в любую сторону после разрыва равны по модулю и противоположны по направлению

пусть осколки разлетелись под углом α от горизонтали симметрично так, как



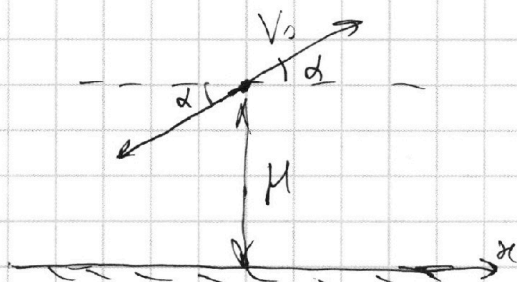
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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!

показано на рисунке



первый отскок произойдет через t_1

$$H = V_0 \sin \alpha t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$$

второй через t_2

$$H = -V_0 \sin \alpha t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$$

сравнения равноускоренного движения запишем по вертикальной оси направленной вниз

$$\frac{gt_1^2}{2} + V_0 \sin \alpha t_1 - H = 0$$

$$t_1 = \frac{-V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

выбираем знак + потому что время не может быть отрицательным

$$\frac{gt_2^2}{2} - V_0 \sin \alpha t_2 - H = 0$$

$$t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

имеем плюс потому что $\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} > V_0 \sin \alpha$
а время должно быть положительным
их разности по оси x не меняются

и тогда расстояние L между ними будет

$$L = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = V_0 \cos \alpha \left(\frac{2\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

возведем в квадрат



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 4

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!

$$L^2 = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} (4V_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH)$$

L максимально тогда максимальна L^2

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2\sin^2 \alpha = z$$

$$L^2 = \frac{V_0^2 (z+1)}{2g^2} (2V_0^2 (1-z) + 8gH) \quad (*)$$

берем производную по z и приравняем к 0

$$\frac{V_0^2}{2g^2} (2V_0^2 (1-z) + 8gH) - \frac{2V_0^2 V_0^2 (z+1)}{2g^2} = 0$$

$$\frac{V_0^4 (1-z)}{g^2} + \frac{4V_0^2 gH}{g^2} - \frac{2V_0^4 (z+1)}{g^2} = 0$$

$$\frac{V_0^4}{g^2} - \frac{V_0^4 z}{g^2} + \frac{4V_0^2 gH}{g^2} = \frac{V_0^4 z}{g^2} + \frac{V_0^4}{g^2}$$

$$\frac{4V_0^2 gH}{g^2} = \frac{2V_0^4 z}{g^2}$$

$$2H = \frac{V_0^2}{g} z$$

$$2gH = V_0^2 z$$

$$z = \frac{2gH}{V_0^2}$$

вторая производная $-\frac{2V_0^4}{g^2} < 0 \Rightarrow$ это максимум
подставим в (*)

$$L_{\max}^2 = \frac{V_0^2 \left(\frac{2gH}{V_0^2} + 1 \right)}{2g^2} \left(2V_0^2 \left(1 - \frac{2gH}{V_0^2} \right) + 8gH \right)$$



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

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
4 из 4

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!

$$L_{\max}^2 = \frac{2gH + V_0^2}{2g^2} (2V_0^2 - 4gH + 8gH) =$$
$$= \frac{2(2gH + V_0^2)(V_0^2 + 2gH)}{2g^2}$$

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{(2gH + V_0^2)^2}{g^2}} = \frac{2gH + V_0^2}{g} = 2H + \frac{V_0^2}{g} =$$
$$= \frac{\left(\frac{1}{2} + \frac{95}{2}\right)^2}{g} + \frac{V_0^2}{g} = 16 \cdot 10,6 + 40 = 59,6 \text{ м}$$

Ответ: ~~9,8 м~~; $H = 9,8 \text{ м}$; $L_{\max} = 59,6 \text{ м}$



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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

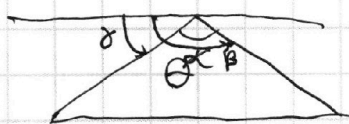
СТРАНИЦА
1 из 4

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. так как стержень лёгкий сумма сил и моментов на него всегда 0, поэтому силы приложенные к концам стержня всегда равны по модулю противоположны по направлению и направлены вдоль него.

центр масс стержня ^(с шариками) расположен на расстоянии $\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{4} L$ от шарика массой m .

при отпуске системы оба шарика начнут свое движение по окружности с центром в точке крепления причём так как они закреплены стержнем и угол ^(нормаль) между ними всегда равен одинаковый



$$\theta_A = \theta_B = \theta$$

берём производную по времени

$$0 = \omega_2 - \omega_1 \Rightarrow \omega_2 = \omega_1 = \omega (*)$$

где ω_2 и ω_1 угловые скорости шариков

$$\text{берём ещё раз } 0 = \epsilon_2 - \epsilon_1 \Rightarrow \epsilon_2 = \epsilon_1 \Rightarrow \epsilon_2 = \epsilon_1 = \epsilon (**)$$

где ϵ_2 и ϵ_1 угловые ускорения шариков

так как расстояния до шариков



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 4

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!

от точки вращения одинаково то ω (*)

центростремительные ускорения шариков равны

и ω (***) тангенциальные ускорения равны.

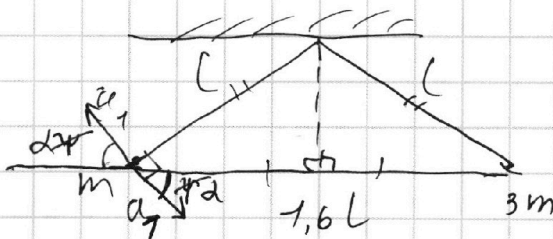
так как в начальный момент скорости

шаров равны 0 значит $\omega=0$ значит мгновенное

тангенциальное ускорение равно 0, но есть

есть только тангенциальное ускорение, которое

направлено перпендикулярно нити
в какую именно сторону пока не учитываемся
или не знаем угол α



$$\cos(90^\circ - \alpha) = \frac{0.8L}{L} = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha = \cos(90^\circ - \alpha) = \frac{4}{5} = 0.8$$

чтобы расписать рассуждения были

верны строится, что в начальный момент

нити перпендикулярны, если они не перпендикулярны,

то стержень будет падать вниз и растянется

до точки крепления ^{от точки крепления шариков} ^{увеличится} ~~будет меньше~~

если ^{нормально} ~~состоит~~ ^{длина} ~~длина~~ ^{нити}

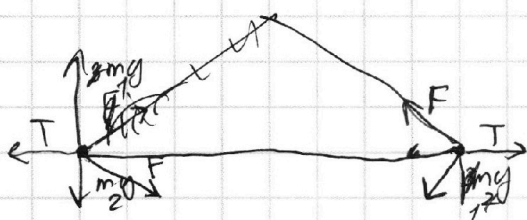


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

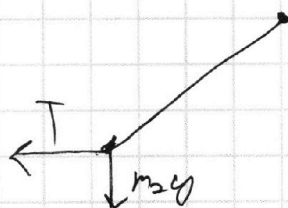
СТРАНИЦА
3 из 4

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!



но перей в EO точку.
вдоль которой нить натянута
отсюда точка будет
удаляться относительно

нее по окружности тогда величина касатель-
ного ускорения a_{τ} и a_{τ} будут
направлены перпендикулярно стержню
и не могут образовать центростремитель-
ное ускорение потому что бы компенсировать
перемещение F сила натяжения нити
 T должна быть направлена от стержня



тогда ускорение точки на крив-
сающей нити в проекции на
нее будет от точки крепления

таким образом расстояние EO будет
увеличиваться a_{τ} и a_{τ} будет направлена

2.



F_1 и F_2 силы натяжения нити
направления a_1 и a_2 совпадают, но по касовой
или против часовой
пока не увеличивается
закон a_1 и a_2 может полу-
читься или наоборот как a_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
4 ИЗ 4

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!

II закон Ньютона
для шарика m в проекции на ось перпендикулярную
поверхности α нити

$$ma_1 = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \quad (1)$$

для шарика $3m$ в пр. II закон Ньютона
в проекции на ось перпендикулярную
его нити.

$$3ma_2 = 3mg \sin \alpha - T \sin \alpha \cos \alpha \quad (2)$$

$a_1 = a_2 = a$ как было оговорено ранее

$$(1) + (2) : 4ma = 2mg \sin \alpha$$

$$a_1 = a = \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{g \cdot 0,8}{2} = g \cdot 0,4 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$3. \quad 3 \cdot (1) - (2) : 0 = 3T \cos \alpha - 3mg \sin \alpha - 3mg \sin \alpha + T \cos \alpha$$

$$4T \cos \alpha = 6mg \sin \alpha$$

$$T = 1,5mg \tan \alpha = 1,5mg \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = 1,5mg \frac{0,8}{0,6} =$$
$$= 1,5mg \cdot \frac{4}{3} = 2mg = 2 \text{ Н}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,8$; $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$; $T = 2 \text{ Н}$

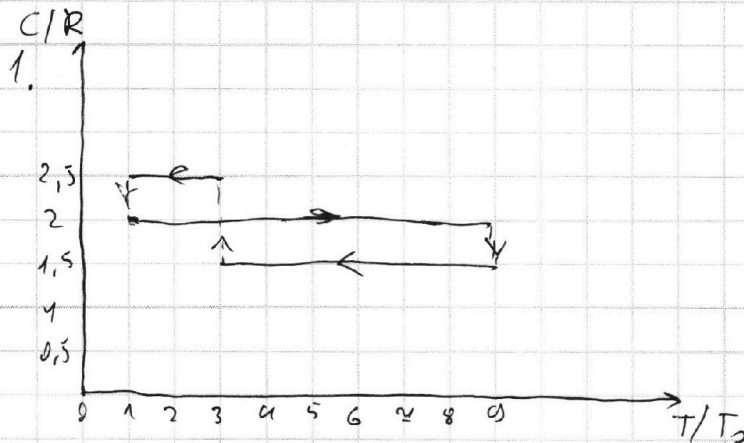


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



для одноатомного газа

процесс с теплоемкостью $2R$ 1-2 это

процесс линейной зависимости P от V

вытекающей из условия (можно получить из уравнения) или политропы $PV^\gamma = \text{const}$

$$P = \frac{P_0}{V_0} V \quad (*)$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 9 \quad (**)$$

$$\text{из } (*) \quad PV = \frac{P_0}{V_0} V^2$$

$$P_1 V_1 = P_0 V_0$$

$$P_2 V_2 = \frac{P_0}{V_0} V_2^2$$

$$\text{Вместе с } (**) \quad \frac{V_2^2}{V_0^2} = 9 \Rightarrow V_2 = 3V_0$$

$$\text{учетом } (*) \quad P_2 = 3P_0$$

построим в $\frac{P}{P_0} \frac{V}{V_0}$ координатах



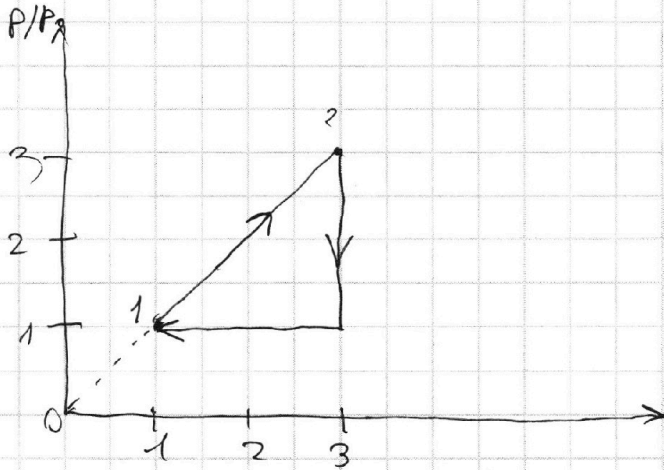
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 с теплоемкостью
для одноатомного газа
1,5 R 2-3 это изохорный

процесс в результате
которого температура
понижалась в три
раза значит из

уравнения состояния давление понизилось в три

$$P_0 = \frac{P_2}{3} = P_0$$

процесс с теплоемкостью 2,5 R 3-1 это изобарный

процесс в результате которого давление понизилось в три

раза значит из уравнения состояния температура понизилась в три

$$V_1 = \frac{V_2}{3} = V_0$$

2. газ расширяется в процессе 1-2

$$Q = A + \Delta U$$

A находим как площадь под кривой для процесса 1-2

$$A = 4 P_0 V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 4 P_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot P_0 V_0 = 12 P_0 V_0$$

$$Q_1 = 16 P_0 V_0 (***)$$



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.



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!

Запишем уравнение состояния для колесика

$$1: P_0 V_0 = \nu R T_0$$

подставим ν (***)

$$Q_1 = 16 \nu R T_0 = 32 \cdot 300 \cdot R = 9600 \cdot 8,31 = 797,76 \text{ Дж} = 79,776 \text{ кДж} \approx 80 \text{ кДж}$$

$$\begin{array}{r} 9600 \\ \times 8,31 \\ \hline 2880 \\ 7680 \\ \hline 79776 \end{array}$$

3. работу за один цикл найдем как произведение давления графика

$$A_{\text{ц}} = 2 P_0 V_0$$

$$\text{колесика } A_n = P_0 V_0 = \nu R T_0$$

Этой работы хватит чтобы поднять

$$N A_n = \frac{1}{2} \nu R T_0 = M g H$$

$$H = \frac{N \nu R T_0}{M g} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300^2}{10 \cdot 150} = 4 \cdot 8,31 = 33,24 \text{ м}$$

Ответ: $Q_1 \approx 80 \text{ кДж}$; $H = 33,24 \text{ м}$



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!

1. поделим сферу на небольшие участки площадью ΔS такие, что их можно будет считать ^{выглядеться центром полушария} точечными зарядами ΔQ , в точке O ^{отсюда} их потенциал равен $k \frac{\Delta Q}{R}$ просуммируем потенциалы и найдем какой потенциал создается полусферой в точке O , это будет

$$\varphi_0 = \sum k \frac{\Delta Q}{R} = \frac{k}{R} \sum \Delta Q = \frac{kQ}{R}$$

^{дальшая половина от полусферы}
на ~~бесконечности~~ потенциал $\varphi_\infty = 0$

тогда по ЗСЭ

$$q\varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2} = q\varphi_\infty + \frac{mV^2}{2}$$

$$mV^2 = \frac{2q\varphi_0}{m} + V_0^2 = \frac{2kQq}{mR} + V_0^2$$

$$V = \sqrt{\frac{2kQq}{mR} + V_0^2}$$

2. пусть потенциал создаваемый ^{всех} однородно заряженной полусферой в точке A будет φ_A

тогда представим ~~а~~ нашу полусферу как ^(наложение, сложение) суперпозицию ^{всех} однородно заряженной ~~полусферы~~ того же радиуса с тем же центром O зарядом $2Q$ ~~ра~~



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!

В полусфере ^{равную} распределенный заряд Q по сфере с центром в O и радиусом R с равномерно распределённым зарядом $-Q$ ~~для~~ для полусферы $-Q$ точка C расположена так же как и точка A для данной в условии полу сферы, но так как заряд противоположный потенциал создаваемый сферой полусферой $-Q$ в точке C равен $-\varphi_A$. Потенциал создаваемый сферой $2Q$ ~~сравн~~ в точке C как каждая из сфер в центре равен $k \frac{2Q}{R}$ и тогда потенциал в точке C $\varphi_C = \frac{2kQ}{R} - \varphi_A$

~~для~~ ЗСЭ для положений частицы в точках A и O

$$q\varphi_A = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_0$$

$$q\varphi_A = \frac{mV_0^2}{2} + \varphi_0$$

ЗСЭ для положений частицы в точках A и C

$$q\varphi_A = q\varphi_C + \frac{mV_C^2}{2} \quad \text{подставляем}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_0 = \frac{2kQq}{R} - \frac{mV_0^2}{2} - q\varphi_0 + \frac{mV_C^2}{2}$$

$$mV_0^2 + \frac{2kQq}{R} = \frac{2kQq}{R} + \frac{mV_C^2}{2}$$



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
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!

$$V_c = \sqrt{2} V_0$$

$$\text{Ответ: } V = \sqrt{\frac{2kQq}{mR} + V_0^2} ; V_c = \sqrt{2} V_0$$



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
☐

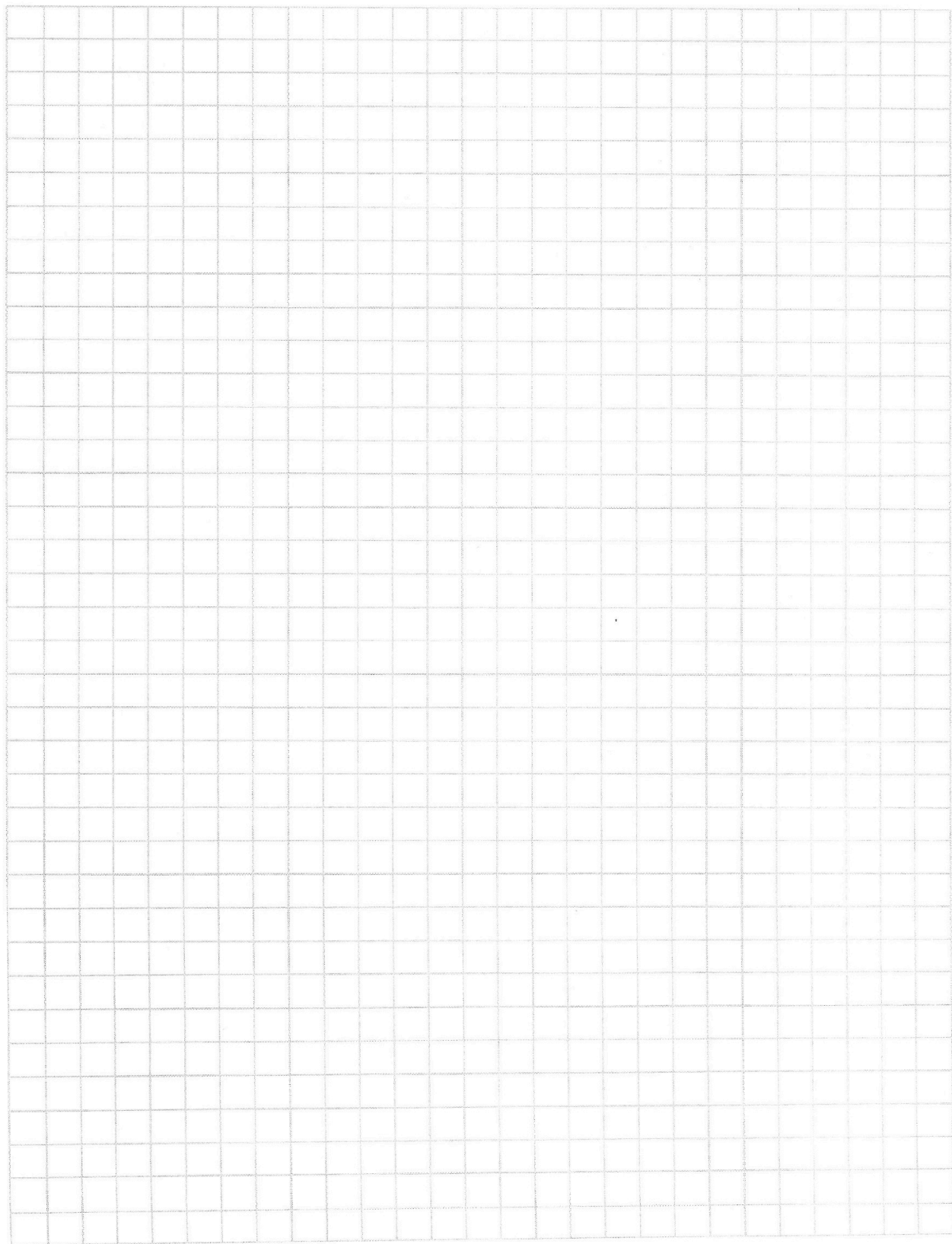
5
☐

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!





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!

$$\frac{2}{3} \cdot \cos \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2}{2\sqrt{3}}$$

$$\begin{array}{r} 9,8 \\ - 9,8 \\ \hline 484 \\ 582 \\ \hline 96,04 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{6\pi \cdot 4}{\sqrt{3} \cdot 4}$$

$$\frac{2\sqrt{3} \cdot 10}{4}$$

$$\frac{4}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 4}$$

$$\frac{6\pi}{\sqrt{3} \cdot 4}$$

$$96,16$$

$$\frac{4 \cdot \sqrt{3}}{2}$$

$$\sqrt{3}$$

$$3 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \text{ m}$$

$$\frac{4 \cdot \sqrt{3}}{2}$$

$$3 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \cdot 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,001$$

$$2\sqrt{3}$$

$$0,2 \cdot 10^2$$

$$10^{-4}$$

$$10^{-6}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ - 8,31 \\ \hline 4 \\ 33,24 \end{array}$$

$$0,2\sqrt{3} = 0,04 \cdot 3$$

$$\frac{4 \cdot 3}{100} = \frac{2\sqrt{3}}{10}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ - 8,31 \\ \hline 4086 \\ 4470 \\ \hline 82470 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ - 831 \\ \hline 4086 \\ 4470 \\ \hline 82470 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 431 \\ 12 \\ \hline 382 \end{array}$$