



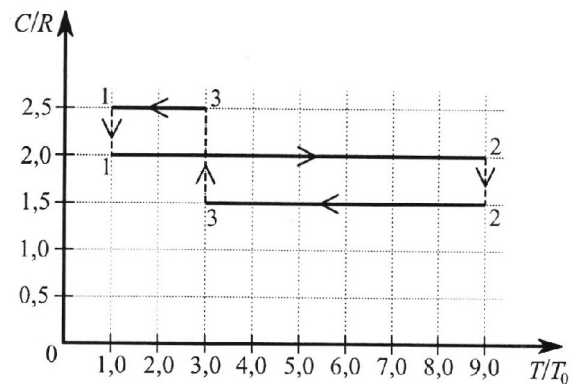
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

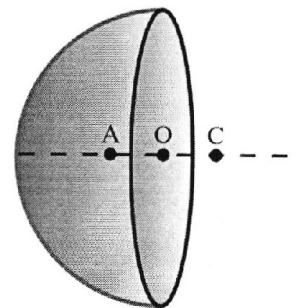
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

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 электрической 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.

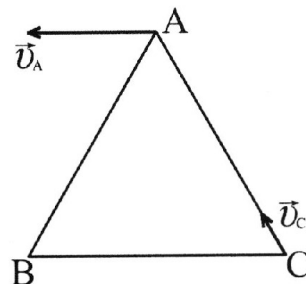
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

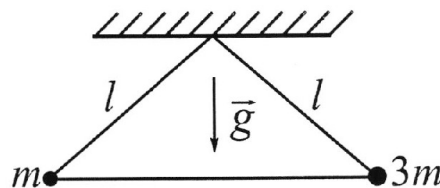
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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.

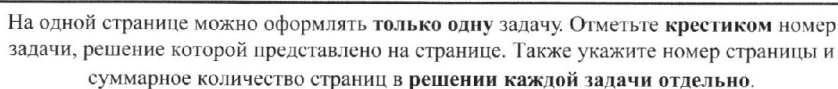
3. Два шарика с массами $m = 0,1$ кг и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



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.



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. Понча ОР-кода недопустима!

1) Пересечём перпендикулярно из А и С к скорости. Тогда 0-потенциальный электр. вращ.

$$AO = \frac{AC}{\cos 30^\circ} = \frac{a}{\cos 30^\circ}$$

$$OC = AC \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = a \operatorname{tg} 30^\circ$$

Тогда угл. скорость $\omega = \frac{v_a}{AO} = \frac{v_a}{r} \cos 30^\circ$.

Косинус $v_c = WR = \frac{v_a}{A} \cos 30^\circ \cdot \operatorname{ctg} 30^\circ = v_a \sin 30^\circ = \frac{v_a}{2} = 0,24 \text{ м/с}$.

2) Рассчитаем скорость удара масс:

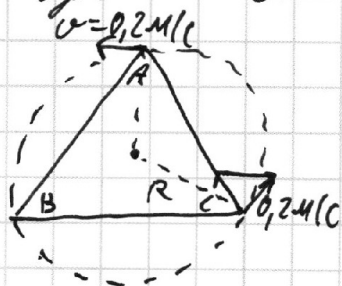
$$V_{u.u.} = W.00$$

$$OD = AQ - AD = AQ - \frac{2}{3}AH = AQ - \frac{2}{3} \cdot AB \cdot \sin 60^\circ =$$

$$= \frac{\alpha}{\cos 30^\circ} - \frac{2}{3} \cdot \alpha \cdot \sin 60^\circ = \frac{2\alpha\sqrt{3}}{3} - \frac{\alpha\sqrt{3}}{3} = \frac{\alpha\sqrt{3}}{3}$$

$$v_{y.m.} = \frac{v_a}{\cancel{\alpha}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cancel{\frac{\sqrt{3}}{3}} = v_a \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ m/c.}$$

Перейдем в с.о. цилиндра масс:



През. брацца по окружности.

$$r = \frac{3 \cdot 2\pi R}{12} = \frac{6\pi \cdot 0.2 \cdot \sqrt{3}}{0.2 \cdot 3} = 2\sqrt{3}\pi.$$



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 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!

3) На тело, движущееся в В, действует центростремительное ускорение к центру траектории, так как она движется по окружности. см. по 2-й формуле Ньютона:

$$F_n = R = m a_n = m \frac{v^2}{R} = m \cdot \frac{0,2^2 \cdot 3}{0,2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{8 \cdot \sqrt{3} m}{5 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} m}{5} = \frac{\sqrt{3}}{50000} m$$

$$\text{Ответ: } |v_c| = 0,2 \text{ м/с}; \tau = 2\sqrt{3}\pi; R = \frac{\sqrt{3}}{50000} \lambda$$



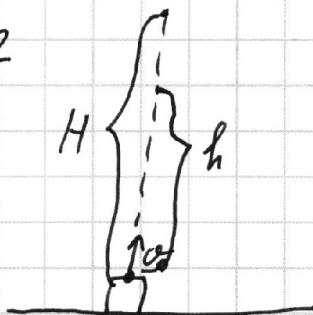
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 2

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

N°2



1) Запишем уравнения кинематики:

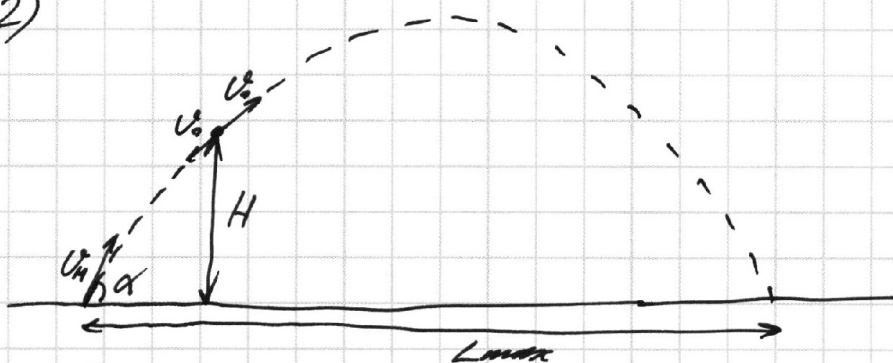
$$h = v_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

$$H = \frac{v_0^2 - 0^2}{2g}$$

$$v_0 = \frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2} = 10 + 4 = 14 \text{ м/с.}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{14^2}{20} = 9,8 \text{ м.}$$

2)



Векторы скоростей в момент разрыва протектора направлены, так как шаре не сохранился бы импульс системы. Движение двух шаров тогда можно представить как одну параболу (скорости в симметричных точках которой одинаковы). Необходимо найти наибольшее расстояние $L_{\max}$.

Скорость v_H фиксирована (из закона сохр. энергии):

$$mgH + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_H^2}{2} \Rightarrow v_H^2 = v_0^2 + 2gH = (400 + 696) = 596 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$



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!

Максимальная дальность полета достигается
при $\alpha = 45^\circ$: $L_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$.

$$\text{Значит } L_{\max} = \frac{596 \cdot 1}{10} = 59,6 \text{ м.}$$

Проверим, что верхняя точка находится выше,
чем H :

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{596 \cdot \frac{1}{2}}{20} = \frac{596}{40} = 14,9 \text{ м} > 9,8 \text{ м.}$$

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



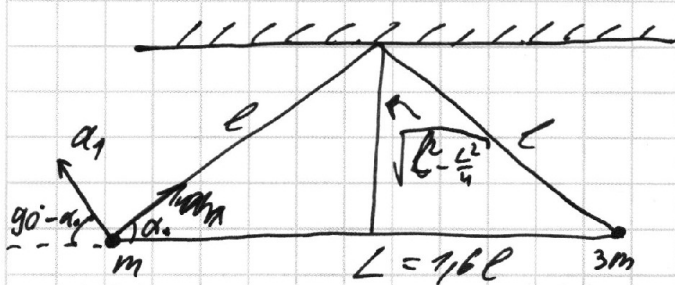
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

N°3



1) Сразу после отпуща-
ния системы у грузов
отсутствует скорость,
а значит и тангенциаль-
ная составляющая

ускорения. Значит, присутствует только
нормальная составляющая, действующая
перпендикулярно к траектории движения по окруж-
ности радиуса l). Тогда:

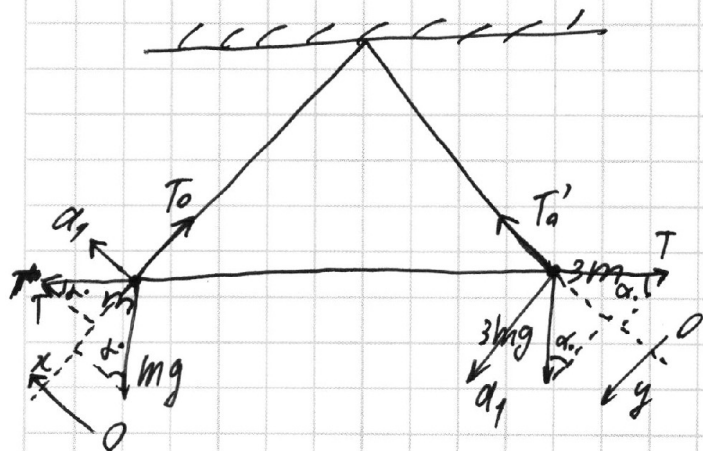
$$\sin \alpha_0 = \frac{\sqrt{l^2 - \frac{L^2}{4}}}{l} = \sqrt{1 - \frac{L^2}{4l^2}} = \sqrt{1 - \frac{1.6^2 l^2}{4l^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{4 - 2.56}{4}} = \sqrt{\frac{1.44}{4}} = \frac{1.2}{2} = 0.6.$$

2)

$$\cos \alpha_0 = \sqrt{1 - 0.6^2} = 0.8 = \sin(90^\circ - \alpha_0) = \sin \alpha.$$

2) Запишем силы на систему:



Ускорения грузов равны,
так как система жёс-
ткая.

Запишем II закон Ньютона
для обоих грузов:

Для левого:
 $Ox: T \cos \alpha_0 - mg \cos \alpha_0 = ma_1.$
Для правого:



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!

$$Oy: 3mg \cos \alpha_0 - T \cos \alpha_0 = 3ma_1$$

Складывая уравнения, получим:

$$3mg \cos \alpha_0 - T \cos \alpha_0 + T \cos \alpha_0 - mg \cos \alpha_0 = 4ma_1$$

$$2mg \cos \alpha_0 = 4ma_1$$

$$a_1 = \frac{g \cos \alpha_0}{2} = \frac{10 \cdot 0,8}{2} = 4 \text{ м/с}^2$$

Выразим T из первого уравнения:

$$T \cos \alpha_0 = ma_1 + mg \cos \alpha_0$$

$$T = \frac{ma_1}{\cos \alpha_0} + mg = m \left(g + \frac{a_1}{\cos \alpha_0} \right) = m \cdot \left(10 + \frac{4}{0,8} \right) =$$
$$= m \cdot (10 + 5) = 15m = 1,5 \text{ кН}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,8$; $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$;
 $|\vec{T}| = 1,5 \text{ кН}$.

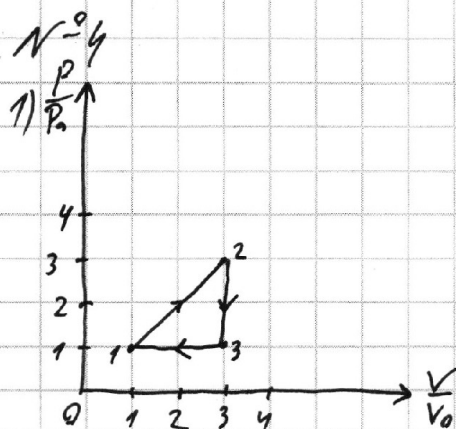


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 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!



Все процессы в задаче нелинейные, а значит подчиняются закону $PV^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v}$, C - теплоёмкость вещества.

Рассчитаем γ для всех

процессов:

$$\gamma_1 = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{-\frac{R}{2}}{\frac{R}{2}} = -1 \quad (C = 2R \text{ из графика})$$

Значит, $PV^{-1} = \text{const}$, или $\frac{P}{V} = \text{const}$.

Запишем уравнения состояния:

давление и объём в т.2.

$$P_0 V_0 = \nu R T_0 \quad \rightarrow \quad P_1 V_1 = \nu R \cdot 9T_0 \quad \rightarrow \quad P_1 V_1 = \frac{9P_0 V_0}{V_1} \quad \rightarrow \quad P_1 = \frac{9P_0 V_0}{V_1^2}$$

из графика

Также $\frac{P_0}{V_0} = \frac{P_1}{V_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_0 V_0}{V_1}$

$$P_0 V_1 = P_1 V_0$$

$$P_0 V_1 = \frac{9P_0 V_0}{V_1} \cdot V_0$$

$$V_1^2 = 9V_0^2$$

$$V_1 = 3V_0$$

$$P_1 = \frac{9P_0 V_0}{3V_0} = 3P_0$$

Отметим точку 2 на графике.



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!

Далее рассчитали χ_2 для второго процесса.

$$\chi_2 = \frac{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R} = \frac{-R}{0}, \chi_2 \rightarrow -\infty.$$

Но в этом процессе $\epsilon = C_V = \frac{3}{2}R$ значит процесс изохорный.

Значит, из уравнений состояния:

$$P_1 V_1 = \nu R \cdot 9T_0 \quad P_1 V_1 = 3P_2 V_2$$

$$\text{Но } V_1 = V_2:$$

$$P_1 = 3P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{3}. \text{ Выделим точку 3 на графике.}$$

В последнем процессе $\epsilon = C_p = \frac{5}{2}R$. Процесс изобарный.

$$P_3 V_3 = \frac{P_2 V_2}{3} \Rightarrow V_3 = \frac{V_2}{3}.$$

Отметим т. 4 на графике, она совпадает с т. 1.

2) Расширение газа — процесс 1-2.

$$(ИЗ-и \text{ терм.}) \quad Q_1 = \frac{3}{2} \nu R (9T_0 - T_0) + A$$

$$A - \text{площадь под графиком. } A = \frac{(P_0 + 3P_0)}{2} \cdot 2V_0 = 4P_0 V_0$$

$$\text{Тогда } Q_1 = \frac{3}{2} \nu R \cdot 8T_0 + 4\nu R T_0 = 3 \cdot 8,31 \cdot 2400 + 8 \cdot 8,31 \cdot 1000 = 4\nu R T_0$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

3 из 3

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

$$= 8,31 \cdot (7200 + 2400) = 8,31 \cdot 9600 = 831 \cdot 96 = 79776 \text{ Дж}$$

3) Работа газа за цикл равняется площади треугольника 1-2-3. $A = \frac{2P_0V_0 \cdot 2}{2} = 2P_0V_0 = 2V_0RT_0 =$

$$= 8 \cdot 8,31 \cdot 300 = 831 \cdot 24 = 19944 \text{ Дж.}$$

Поднимаемая груз на H медленно, сила подвёса примерно равна силе тяжести: $F = Mg$.

Тогда работа по перемещению $A_{\text{пер}} = F \cdot H =$
 $= MgH$.

Тогда: $MgH = 10 \text{ А}$

$$H = \frac{10 \text{ А}}{Mg} = \frac{A}{M} = \frac{19944 \text{ Дж}}{150 \text{ кг}} =$$

$$= \frac{9972}{75} \text{ м} \approx 132 \frac{72}{75} \text{ м} \approx 133 \text{ м.}$$

Ответ: 79776 Дж; 133 м.



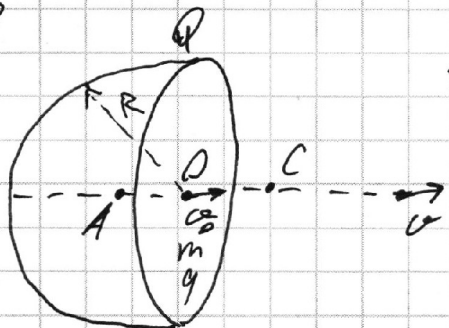
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N-5



1) На газетку в зависимости от ее расстояния до полусферы ~~на~~ действует сила F .

Когда газетка вне сферы, можно сконцентрировать весь заряд Q в середине полусферы (на расстоянии $\frac{R}{2}$ от точки O по оси симметрии).

Тогда $F = k \frac{Qq}{r^2}$, r - расстояние из центра полусферы. По II 3-н Ньютона:

$$F = mg$$

$$\frac{kQq}{r^2} = ma \Rightarrow a = \frac{kQq}{mr^2}$$

Принтегрируем обе части:

$$\int_0^v a dt = \int_{\frac{R}{2}}^{\infty} \frac{kQq}{mr^2} dr$$

$$v - v_0 = \frac{kQq}{m} \cdot \left(-\frac{1}{r} \right) \Big|_{\frac{R}{2}}^{\infty} = \frac{kQq}{m} \cdot \left(0 - \left(-\frac{2}{R} \right) \right) = \frac{2kQq}{mR}$$

$$\text{Откуда } v = v_0 + \frac{2kQq}{mR}.$$



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
☒

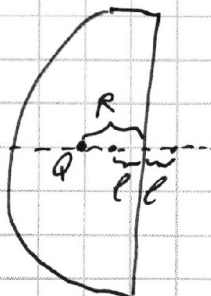
6
☐

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!

2)



От начала движения до пересечения м.О толщина участка l.

~~Решение~~

Тогда:

$$\int_0^{\pi} a dt = \int_{R-l}^R \frac{kqQ}{mz^2} dz$$

$$v_0 = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(-\frac{1}{z} \right) \Big|_{R-l}^R = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{R-l} \right) =$$

$$= \frac{kqQ}{m} \left(\frac{1}{R-l} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kqQ}{m} \cdot \frac{R - R + l}{(R-l)R} = \frac{kqQl}{m(R-l)R}$$

$$mv_0 R(R-l) = kqQl$$

$$mv_0 R^2 - mv_0 Rl = kqQl$$

$$mv_0 R^2 = l(kqQ + mv_0 R)$$

$$l = \frac{mv_0 R^2}{kqQ + mv_0 R}$$

Значит, где $R+l$ (м.с):

$$\int_0^{t_1} a dt = \int_{R-l}^{R+l} \frac{kqQ}{mz^2} dz$$

$$v_c = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(-\frac{1}{z} \right) \Big|_{R-l}^{R+l} = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(-\frac{1}{R+l} + \frac{1}{R-l} \right) =$$

$$= \frac{kqQ}{m} \cdot \left(\frac{1}{R-l} - \frac{1}{R+l} \right) = \frac{kqQ}{m} \cdot \frac{R+l - R+l}{R^2 - l^2} = \frac{2kqQl}{m(R^2 - l^2)}$$



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
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

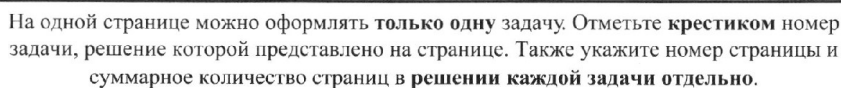
СТРАНИЦА
3 из 3

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!

$$= \frac{2kqQ \cdot m v_0 R^2}{m \cdot (kqQ + m v_0 R) \left(R^2 - \frac{m^2 v_0^2 R^4}{(kqQ + m v_0 R)^2} \right)}$$

$$\text{Ответ: } v = v_0 + \frac{2kqQ}{mR};$$

$$v_c = \frac{2kqQ v_0 R^2}{(kqQ + m v_0 R) \left(R^2 - \frac{m^2 v_0^2 R^4}{(kqQ + m v_0 R)^2} \right)}$$



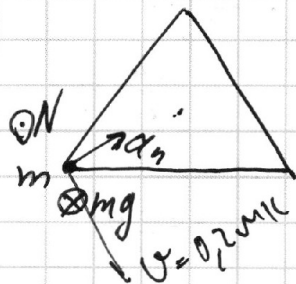
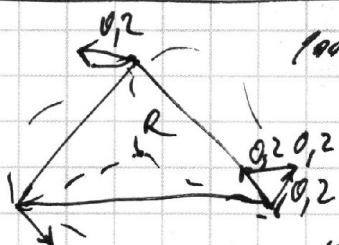
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$N=1$
 $0,9 \text{ Mpc}$
 A
 $0,2 \text{ Mpc} = d$
 300
 1 Mpc?
 300
 $\frac{2d}{\sqrt{3}}$
 $\frac{d\sqrt{3}}{2B}$
 d
 $\cos 30^\circ$
 $m=100\%$
 $w =$
 $u =$

$$= d \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \dots$$

	0°	30°	45°	60°	90°
$\sin$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
$\tan$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	-
$\cot$	-	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0



R-7

$$F = ma_n = m \cdot \frac{v^2}{R} =$$

$$= m \cdot \frac{0,2^2 \cdot 3}{\alpha \cdot \sqrt{3}}$$

$$= m \cdot \frac{0,2^2}{\cancel{g}} \cdot \frac{3}{\sqrt{3}} = m \cdot \frac{0,6}{\sqrt{3}} = m \cdot \frac{3}{5\sqrt{3}} = \frac{2}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\cancel{3}} = \frac{\sqrt{3}}{5} m$$

$$V_a \cos 60^\circ = V_c$$

$$W = \frac{U}{R} = \frac{U_0 \cos 30^\circ}{R}$$

$$V_c = \omega \cdot R = \frac{V_a \cos 30^\circ}{\cancel{R}} \cdot \cancel{R} \sin 30^\circ = V_a \cdot \cos 30^\circ \cdot \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} = V_a \sin 30^\circ$$

1
10000

$$\frac{29}{\sqrt{3}} - \frac{9\sqrt{3}}{3} = \frac{29\sqrt{3}}{3} - \frac{9\sqrt{3}}{3} =$$

$$\frac{120}{1000} = 0,12$$

$$Q = QR = \frac{Q \cos 30^\circ}{\frac{Q \sqrt{3}}{3}} = \frac{Q \sqrt{3}}{3} = R$$

$$= (a_1 \cdot a_2) 30^\circ \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = a_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$= \frac{3}{5} Q_4 =$$

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

$$\tau = \frac{3.2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot 9\sqrt{3}}{v \cdot 3}$$

$$= \frac{2\sqrt{3}a}{a} = 2\sqrt{3}$$



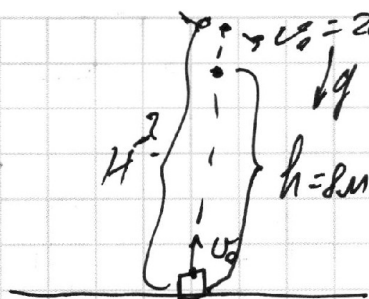
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N°2



Черновик

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{14^2}{2 \cdot 10} = \frac{196}{20} = \frac{98}{10} = 9.8 \text{ м}$$

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

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

$$v_0 = \frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2} = \frac{8}{0.8} + \frac{10 \cdot 0.8}{2} =$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$= 10 + 10 = 20 \text{ м/с}$$

$L_{\max} = ?$

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

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = \frac{2gH}{1}$$

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

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

$$2mgh + mv_0^2 = mv^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gH =$$

$$= 400 + 196 = 596$$

$$L = \frac{596}{20} = 29.8 \text{ м}$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{596 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = \frac{596}{40} = 14.9 \text{ м}$$

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$

$$H = x - \frac{gx^2}{2v_0^2} = x - \frac{gx^2}{v_0^2}$$

$$H = \frac{L}{2} - \frac{gL^2}{4v_0^2}$$

$$\frac{gL^2}{4v_0^2} = \frac{L}{2} - H$$

$$4v_0^2 = \frac{gL^2}{\frac{L}{2} - H}$$

$$v_0^2 = \frac{gL^2}{2L - 4H}$$

$$\frac{gL^2}{2L - 4H} = 2g$$

$$L^2 = 4L - 8H$$

$$L^2 - 4L + 8H = 0$$

$$L^2 - 4L + 7.84 = 0$$



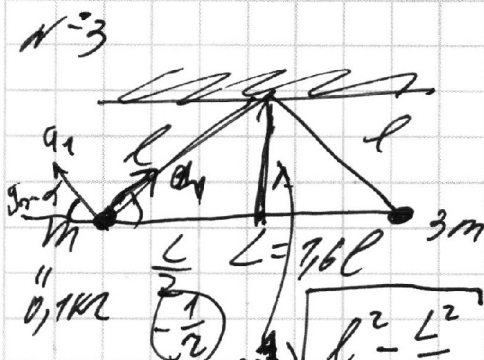
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик



$$a_2 = 0, \text{ т.к. } v = 0.$$

$\sin \alpha = ?$

$a_1 = ?$

$T = ?$

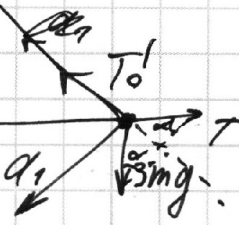
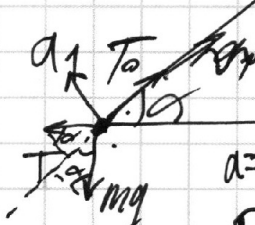
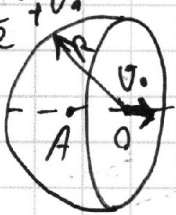
$$\vec{r} = (-1) \cdot \vec{r}^2 \quad a_1 = a_m$$

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \sin 90^\circ \cos \alpha - \cos 90^\circ \sin \alpha = \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - \frac{L^2}{4}}}{l} = \sqrt{1 - \frac{L^2}{4l^2}} = \sqrt{1 - \frac{16^2}{4 \cdot 16^2}} = \cos \alpha$$

$$v = \frac{2kgR}{mR} + v_0 = \frac{2kgR}{mR} + 0 = \frac{2kgR}{mR}$$

$$a_1 = \frac{v}{R} = \frac{2kgR}{mR^2} = \frac{2kg}{mR}$$



$$T_0 - mg \sin \alpha - T \sin \alpha = ma_1$$

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

$$T = mg$$

$$F = ma$$

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

$$F_{\text{грав}} = \frac{kqQ}{m r^2}$$

$$T_0 - 3mg \sin \alpha - T \sin \alpha = 0$$

$$3mg \cos \alpha - T \cos \alpha = 3ma_1$$

$$\begin{cases} T_0 - mg \sin \alpha - T \sin \alpha = 0 \\ T \cos \alpha - mg \cos \alpha = ma_1 \end{cases}$$

a_1, T, T_0, T_0'

$$3mg \cos \alpha - T \cos \alpha + T \cos \alpha - mg \cos \alpha = 4ma_1$$

$$0.8T - 0.8mg = 4ma_1$$

$$2mg \cos \alpha = 4ma_1$$

$$T = \frac{4m + 0.8mg}{0.8} = \frac{4m + 0.8m}{0.8} = \frac{4.8m}{0.8} = 6m$$

$$a_1 = \frac{2g \cos \alpha}{4} = \frac{g \cos \alpha}{2} = 0.8 \cdot 5 = 4$$

