



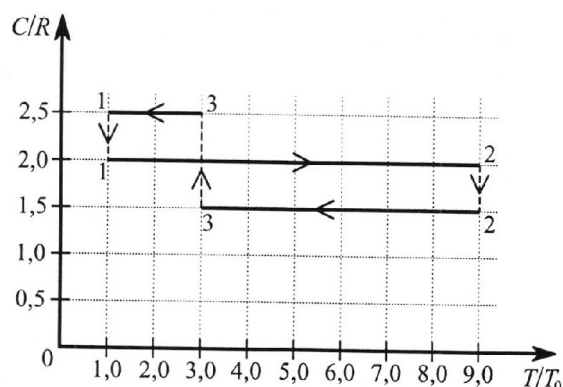
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

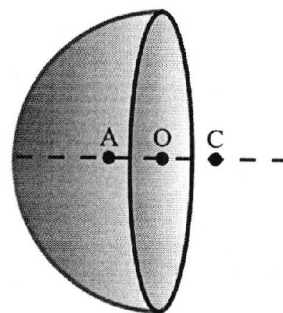


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы одномерно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

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

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



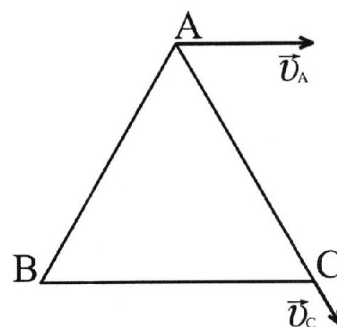
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

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

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

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

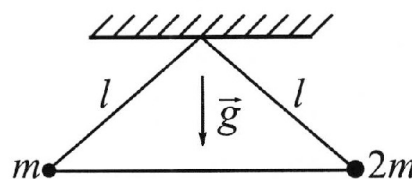
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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

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

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

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся 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.



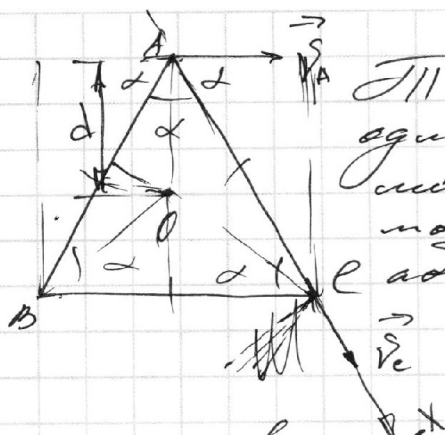
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

$$\begin{aligned} V_A &= 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ a &= 0,5 \text{ м} \\ m &= 60 \text{ кг} \\ V_c &= ? \\ \tau &= ? \\ R &= ? \end{aligned}$$



Т.к. масса у
однородного тела
центра, то её
можно считать
ад. инерц. центр,

может случиться, что проекции
скоростей на ось движения будут равны,
тогда

Т.к. пружина радиусов, то $\alpha = 60^\circ$.

$$\text{Тогда } V_A \cos \alpha = V_c \Rightarrow V_c = V_A \cos 60^\circ = 0,6 \cdot \frac{1}{2} = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{ответ}$$

В 8 оборотов радиально поворачив
массу на 16π , тогда

В точке A скорость V_A перпендикулярна
массе, что соответствует условиям
для углового скорости

$$\vec{V} = [\vec{\omega} \times \vec{R}], \text{ тогда } \omega = \frac{V_A}{d}$$

$d = \frac{a}{\sqrt{3}}$ - т.к. пружина радиусов -
радиусе инерц. м.м.

$$R^2 = d^2 + d^2 + 2d^2 \cos \alpha \Rightarrow R = \sqrt{3} d$$

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{\sqrt{3} V_A}{a} \Rightarrow 16\pi = \omega \tau \Rightarrow \tau = \frac{16\pi a}{\sqrt{3} V_A} = \\ &= \frac{16\pi \cdot 0,5}{\sqrt{3} \cdot 0,6} = \frac{16\pi \sqrt{3}}{3} \text{ с.} \\ &\text{ответ.} \end{aligned}$$



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.

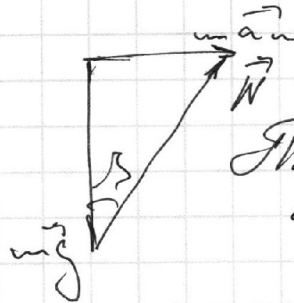
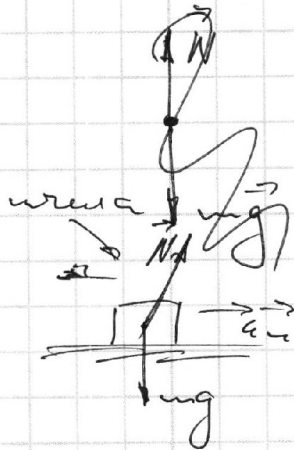
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

Текст задачи пишу: по а.г. Н.:

$$m\vec{a}_n = m\vec{g} + \vec{N}$$



Там же образуем с векторами $m\vec{g}$ и $\vec{N}$ параллелограмм.

$$N^2 = (mg)^2 + (ma_n)^2 = m^2(g^2 + \omega^2 a^2)$$

$$\omega^2 a = \frac{(\sqrt{3}VA)^2}{a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}VA^2}{a}$$

$$N = m\sqrt{g^2 + \frac{3VA^2}{a^2}} = 0,416 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{100 + \frac{3 \cdot 0,36}{0,3^2}}$$

Найдем угол между N и mg

$$\tan \beta = \frac{ma_n}{mg} = \frac{a_n}{g}$$

Тогда $R = m\vec{g} + \vec{N}$

Заменим, что $R \geq ma_n$

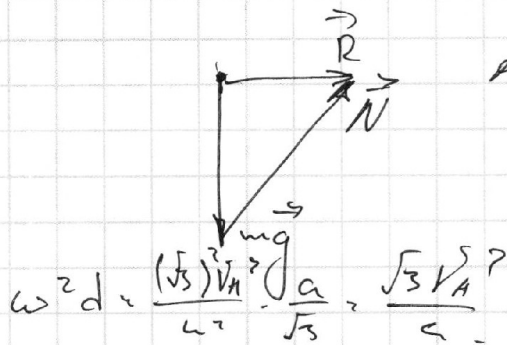
$$R = ma_n =$$

$$= m\omega^2 a = m\omega^2 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{\sqrt{3}VA^2}{a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,36}{0,3}$$

$$= 12\sqrt{3} \text{ Н} \approx 20,78 \text{ Н}$$

answer.





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!

Минимум мы знаем угол и можем записать,

$$h_{\max} = 2V_0 \cos \alpha t$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \text{осн. учм.}$$

Из уравнения скорости:

$$(gt)^2 = w^2 - (2V_0)^2$$

$$g^2 t^2 = 4V_0^2 + 2gH + 4V_0^2$$

$$t = \frac{\sqrt{8V_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$h_{\max} = 2V_0$$

$$\frac{8V_0^2 + 2gH + 2gH}{4V_0^2 + 2gH} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$h_{\max} = 2V_0 \cdot \frac{4V_0^2 + 2gH}{8V_0^2 + 2gH} \cdot \frac{\sqrt{8V_0^2 + 2gH}}{g} \cos^2 \alpha = \frac{4V_0^2 + 2gH}{8V_0^2 + 2gH}$$

$$= \frac{2V_0}{g} \cdot \frac{4V_0^2 + 2gH}{\sqrt{8V_0^2 + 2gH}} = \frac{2 \cdot 30}{10} \cdot \frac{4 \cdot 900 + 2 \cdot 10 \cdot 20}{\sqrt{8 \cdot 900 + 2 \cdot 10 \cdot 20}} =$$

$$\frac{2V_0}{g} \cdot \frac{4V_0^2 + 2g \cdot \left(\frac{h}{c} + \frac{g}{c^2}\right)^2}{\sqrt{8V_0^2 + 2g \cdot \left(\frac{h}{c} + \frac{g}{c^2}\right)^2}} \Rightarrow \frac{2V_0}{g} \cdot \frac{4V_0^2 + \left(\frac{h}{c} + \frac{g}{c^2}\right)^2}{\sqrt{8V_0^2 + \left(\frac{h}{c} + \frac{g}{c^2}\right)^2}}$$

$$= \frac{6 \cdot 4000}{\sqrt{7600}} = \frac{2400}{\sqrt{76}} = \frac{1200}{\sqrt{19}} \text{ м. - ответ.}$$



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.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

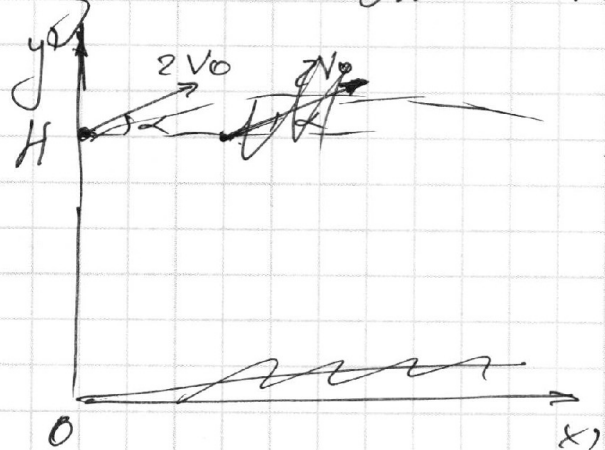
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Перемещение в СО одного из атомов

ЗСС: $\vec{V}_{пер.} = \vec{V}_{адс.} - \vec{V}_{вол.}$
там же соо

$$x: \vec{V} = 2V_0$$

Минус необходимо минимизировать
амплитуду колебаний:



В этой СО амплитуда массово
увеличена от нуля до
 x ?

Массовый эффект
гравитации не имеет
при перемещении
центра массовой
системы координат.

По ЗСЭ:

$$M \cdot (2V_0)^2 + Mgh = \frac{M \cdot W^2}{2}$$

$$4V_0^2 + 2gH = W^2$$

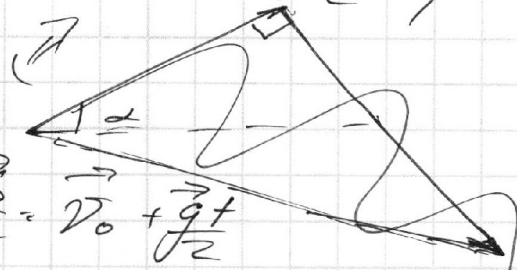
W - скорость в конце
периода

$$W = \sqrt{4V_0^2 + 2gH}$$

$$L = 2V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$0 = H + 2V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\vec{S} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}; \quad \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g} t$$



$$\frac{\vec{S}}{t} = \vec{V}_0 + \frac{\vec{g} t}{2}$$

Путь масс в СО изменил
на $g \sin \alpha$, масса

$$\frac{W}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{W}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{2V_0}{\cos \alpha}$$

$$W \approx 2V_0 = \frac{W}{2} \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{2V_0}{W}$$





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!

$$h = 15 \text{ м}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

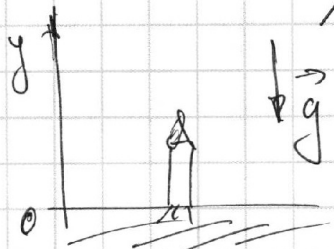
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = ?$$

$$h_{\text{max}} = ?$$

П.к. можно многократно считать, но если времени можно сэкономить.



$$y: h = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$V_0 = \frac{h + g \frac{t^2}{2}}{t}$$

$$\frac{g t^2}{2} - V_0 t + h = 0$$

$$t = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2gh}}{g}$$

$$= \frac{h + g \frac{t^2}{2}}{t} = \frac{15 + 10 \cdot 1}{2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

V_0 - начальная скорость при запуске.

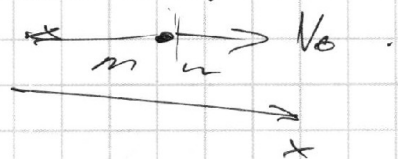
$$V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

На максимальной высоте скорости горючего будет равно нулю, тогда

$$2(-g)H = 0 - V_0^2 \Rightarrow H = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{(20)^2}{2 \cdot 10} = 20 \text{ м} - \text{ответ}$$

Далее на макс. высоте горючее разлетается на 2 осколка так, чтобы расстояние между осколками было максимальным:

Заменим g на $2g$: (нулевая масса осколка, скорость равна)



$$x \geq 0 = m V_0 - m V \Rightarrow V = V_0$$

Но если у осколка скорость будет V_0 .

П.к. ситуация симметричная, то они разлетятся в разные стороны противоположно.



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!

Задание gold нар. масса m $\rightarrow$ H. gold
маркировка m i

$$mg = T \cos \alpha$$

$$T = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$\tan \alpha = \frac{T}{mg}$$

$$T = mg \tan \alpha$$

$$3ma_1 = mg \sin \alpha \Rightarrow a_1 = \frac{g \sin \alpha}{3} = \frac{10 \cdot 0.6}{3} = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$T = ma_1 + mg \sin \alpha$$

$$T = \frac{ma_1 + mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{m g \sin \alpha \cdot \frac{1}{3} + mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$= \frac{4}{3} mg \tan \alpha = \frac{4}{3} \cdot 0.2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} = 2 \text{ H.}$$

анкет.



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!

$$m = 200 \text{ г}$$

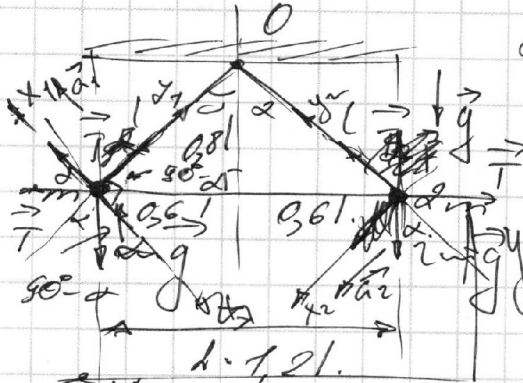
$$L = 1,2 \text{ м}$$

$$L = 1,2 \text{ м}$$

$$S_{\text{ш}} = ?$$

$$a_1 = ?$$

$$T_2 = ?$$



П.к. нить лёгкая
нечесущая, а шнур
лёгкий? то по
всей длине сила
натяжения и угловая
сила будут одинаковы.

Пусть T_1 левая нить сила натяжения T_1 ,
на правой нить - сила натяжения T_2 , тогда

Заметим из г.н. $g \cdot m \cdot \cos \alpha$ действующая
сила равна $g \cdot m \cdot \cos \alpha$.
 $g \cdot m \cdot \cos \alpha = T_1 - T_2$
 $0 = T_2 \cdot \sin \alpha - T_1$

Используем закон сохранения энергии
сначала найдем, что расстояние от
0 до центра $O, 6 \text{ л.}$

по арх. м.м., т.е. сила, действующая

$$T \cdot 0,6 \text{ л.} + mg \cdot 0,6 \text{ л.} = mg \cdot 0,6 \text{ л.} + T \cdot 0,6 \text{ л.}$$

$$T \cdot 0,6 \text{ л.} = mg \cdot 0,6 \text{ л.} \Rightarrow T = mg$$

Аналогично из г.н.:

$$m \cdot g = T \cdot \cos \alpha$$

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

После этого получим!



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!

Вражде по часовой стрелке!
Вражде будет $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$
точнее $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$
горизонтальной составляющей, т.е. $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$.

Теперь мы рассчитаем $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$
 $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha} = \frac{0,6}{1} = 0,6$ - ответ.

$$\text{по } \vec{F}_H: x_1: m a_1 = -m g \sin \alpha + T \cos \alpha$$

$$y_1: 0 = T_1 - m g \cos \alpha - T \sin \alpha$$

Т.к. система $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$
(замкнута), то $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$
составляющие, а $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$
по модулю $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$
Эквивалент $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$
 $x_2: 2 m a_2 = 2 m g \sin \alpha - T \cos \alpha$ т.к. $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$ $\frac{m \cdot g \sin \alpha}{m \cdot g \cos \alpha}$

$$y_2: 0 = T_2 - 2 m g \cos \alpha - T \sin \alpha$$

$$m a_1 = T \cos \alpha - m g \sin \alpha$$

$$2 m a_2 = 2 m g \sin \alpha - T \cos \alpha \Rightarrow 2 m a_1$$

$$m(a_1 + a_2) = m g \sin \alpha \Rightarrow a_1 + a_2 = g \sin \alpha$$

$$2 T \cos \alpha - 3 m g \sin \alpha = m(a_1 + a_2)$$

$$2 T \cos \alpha - 3 m g \sin \alpha = 2 m a_1 - m g \sin \alpha$$

$$T \cos \alpha - m g \sin \alpha = 2 m a_1$$

$$2 m \cdot \frac{g \sin \alpha}{2} = 2 m g \sin \alpha$$



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!

$$\tau = 1 \text{ мкс} \quad \mu = 415 \text{ нм}$$

$$T_0 = 200 \text{ K} \quad N = 25$$

$$(P/P_0, V/V_0) = ? \quad \gamma = 10 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$Q_{12} = ?$$

$$H = ?$$

$$C = \frac{i}{2} R$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p V = \nu R T$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}$$

В точке 1. $\frac{C}{R} = 2 \Rightarrow \text{одноатомный}$. $i = 3$

Но в процессе всегда увеличивается 1 моль
адиабатический процесс $i = 3$

Пуская $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (9T_0 - T_0) =$$

$$= 12 \nu R T_0$$

Но на всём процессе имеем $i = 4$, а не $i = 3$,
значит $Q_{12} = \frac{4}{2} \nu R (9T_0 - T_0) =$

$$= 2 \nu R \cdot 8T_0 = \frac{i}{2} \nu R \cdot 8T_0$$

$$Q_{12} = C \nu (T_2 - T_1) = C \nu \cdot 8T_0 = 2 \nu R \cdot 8T_0 = 16 \nu R T_0$$

значит $A_{12} = 4 \nu R T_0$. т.к. $\frac{C}{R} = 2$

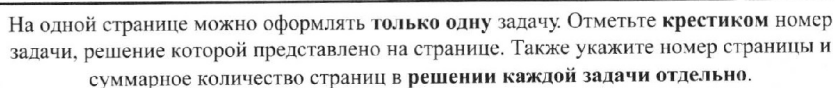
Аналогично для всех остальных процессов.

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$Q_{23} = 1,5 \nu R (3T_0 - 9T_0) =$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (3T_0 - 9T_0) = -9 \nu R T_0$$

$$A_{23} = 0$$



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!

$$Q_1 = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = 16200 - 9000 - 5200 = 2000 = 2 \text{ 万磅} = 2 \cdot 1.851 \cdot 200 = 4.851 = 3524 \text{ 美元, 亏本?}$$



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!

$$\varphi_A = \varphi_0 - \Delta\varphi$$

$$\varphi_B = \varphi_0 + \Delta\varphi$$

$$\Rightarrow \varphi_A + \varphi_B = 2\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R^2}$$

и.е. $W = \frac{kqQ}{R^2}$

$$\text{по ЗСЭ (у 0 в Б):}$$

$$K + q\varphi_0 = q\varphi_B + \frac{mV_c^2}{2}$$

$$q + q\varphi_A = q\varphi_0 + K$$

$$\varphi_A = \varphi_0 + \frac{K}{q}$$

$$\varphi_0 + \frac{K}{q} + \varphi_B = 2\varphi_0$$

$$\varphi_B = \varphi_0 - \frac{K}{q}$$

$$K + q\varphi_0 = q\varphi_0 - \frac{K}{q}q + \frac{mV_c^2}{2}$$

$$\frac{mV_c^2}{2} = 2K \Rightarrow V_c = \sqrt{\frac{4K}{m}} = 2\sqrt{\frac{K}{m}} - \text{округл.}$$



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.

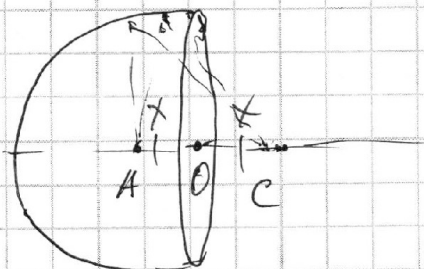
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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!

Q
R
m
g
R
E₀



$V_z?$
 $V_c?$

Рассмотрим точку O.

На данном расстоянии от центра имеет значение потенциал $\varphi = \varphi_0$, тогда

по ЗСЭ (у точки O):

$$K + q\varphi_0 = \frac{mv^2}{2}$$

П.к. В точке O для данного потенциала будет равно $\varphi_0 = k \frac{Q}{R}$

$W_{\text{эл. вез.}}$

$$K + \sum_i k \frac{q_i q}{R} = \frac{mv^2}{2}$$

$$K + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R} \sum_i \frac{1}{r_i} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2K + \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}}{m}} - \text{ответ}$$

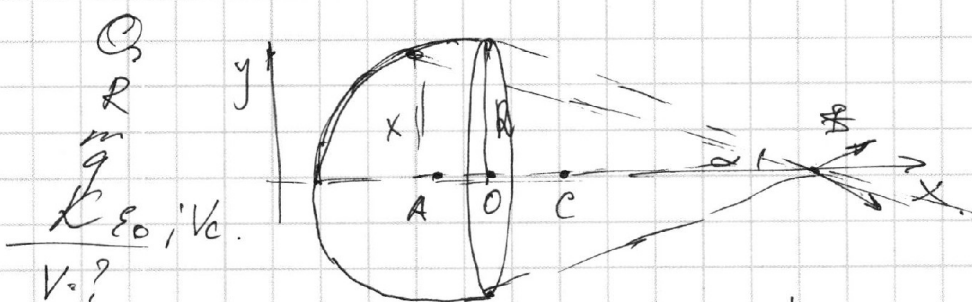
Теперь рассмотрим ситуацию для точки A и C:

В точке A потенциал можно задать как:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
1 из 1

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



Рассмотрим элемент поверхности с зарядом на расстоянии x .

Заметим, что проекция на ось y будет компенсирована, значит нам необходимо на ось x .

Рассмотрим элемент заряда на поверхности dq .

$dq = \sigma dS$, где dS - элем. пов. элемента $dS = 2\pi R^2$ - элем. поверхности

$$dE = k \frac{dq}{r^2}$$

П.к. это сферическая поверхность, то векторы на заряд будут направлены по радиусу к центру, п.к. ось x будет направлена горизонтально.

Найдём поле элемента на расстоянии r .

$$dE = E_x = k \frac{dq}{r^2} \cos \alpha, r = \sqrt{R^2 + x^2}, \cos \alpha = \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$dq = \sigma dS$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\sigma}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \times$$