



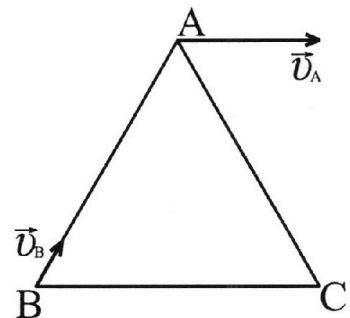
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

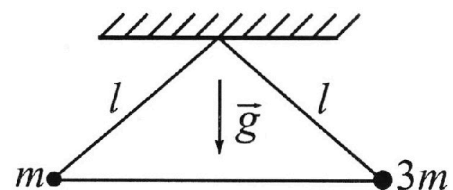
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

- ✓ 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 скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



- ✓ 1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $3m$ 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.



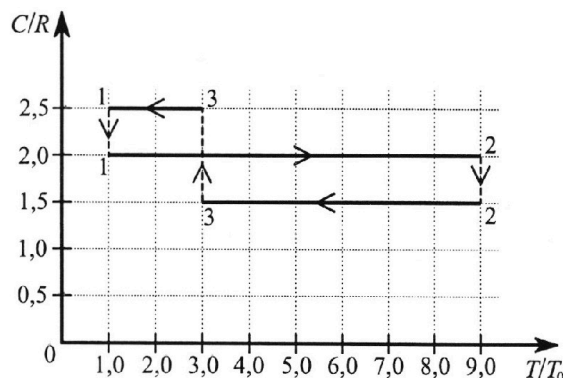
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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, $T_0 = 270 \text{ K}$.

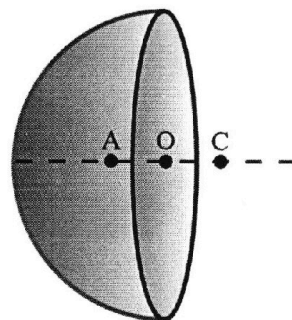


✓ 1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

✓ 2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

✓ 3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250 \text{ кг}$ за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. 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.



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.



2

3

4

5

6

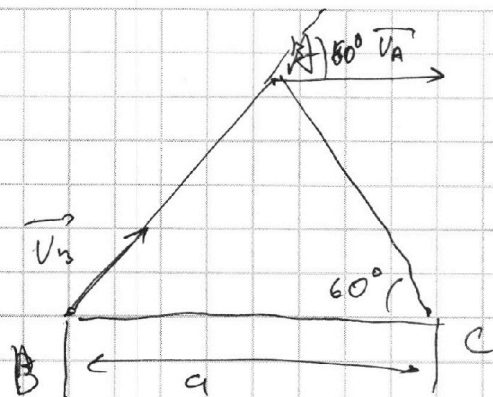
7

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!

3)



$$V_A = 0,8 \frac{м}{с}$$
$$a = 0,4 м$$

Поскольку расстояния между точками A и B не изменяются, то проекции скоростей точек на прямую, их соединяющую равны

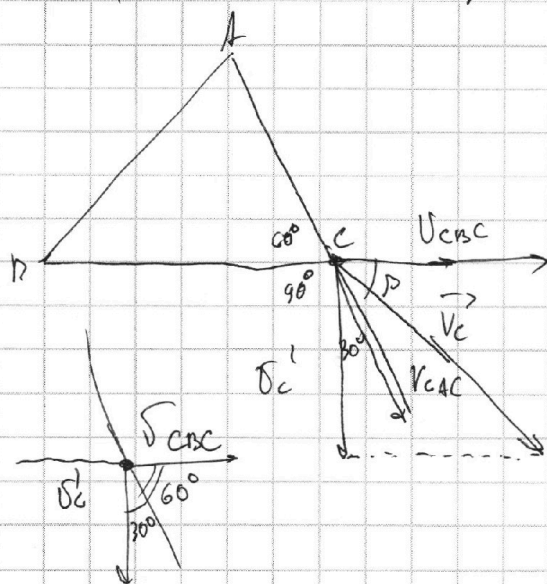
$$V_B = V_A \cos 60^\circ$$

$$V_B = \frac{1}{2} V_A = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \frac{м}{с} = 0,4 \frac{м}{с}$$

по тем же соображениям найдём проекцию скорости точки C на BC (V_{CBC})

$$V_{CBC} = V_B \cos 60^\circ = \frac{1}{2} V_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} V_A = \frac{1}{4} V_A$$

Пусть V_C' — проекция скорости C на ось $\perp$ BC, тогда проекция V_C на AC:



$$V_{CBC} \cos 60^\circ + V_C' \cos 30^\circ = V_A \cos 60^\circ$$

$$\frac{1}{2} \left(V_A - \frac{1}{4} V_A \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} V_C'$$

$$\frac{3}{4} V_A = \sqrt{3} V_C'$$

$$\frac{\sqrt{3}}{4} V_A = V_C'$$



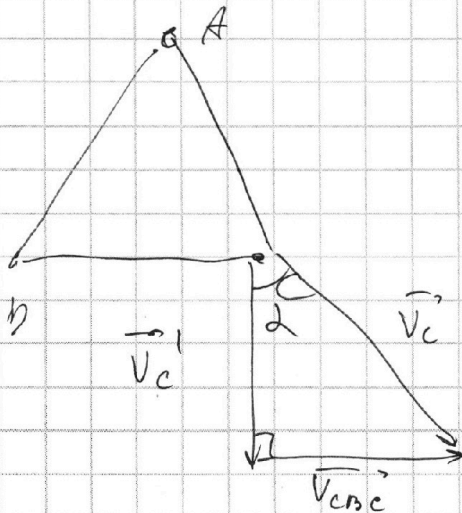
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 5

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!



$$V_{c'}' = \frac{\sqrt{3}}{4} V_c$$

$$V_{csc} = \frac{1}{4} V_c$$

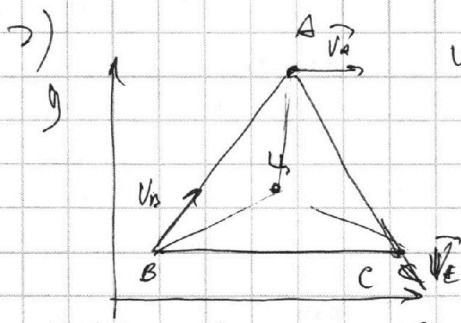
$$\tan \alpha = \frac{V_{csc}}{V_{c'}'} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \tan 30^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

$\Rightarrow V_c$ (полная скорость точки X) направлена вдоль AC

$$V_c = \sqrt{(V_{c'}')^2 + (V_{csc})^2}$$

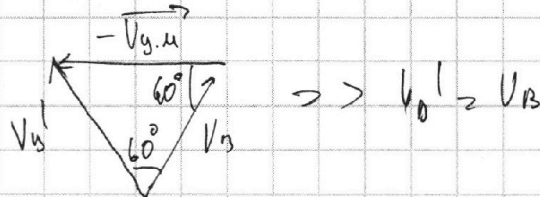
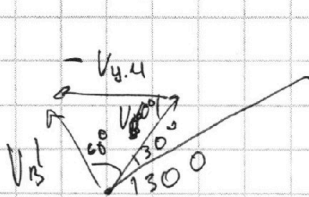
$$= \frac{1}{4} \sqrt{3V_c^2 + V_c^2} = \frac{V_c}{2} = V_B$$



$V_{ц.м.}$ - скорость ц.м. в лоб со.
ц - центр масс $V_{ц.м.х}$ - проекция
с-ти ц.м. на ось x
 $V_{ц.м.у}$ - проекция на ось y.

В со ц.м. треугольника просто крутится $\Rightarrow$
 $\rightarrow$ скорости точек, в лоб со

отрезкам, соединяющим точки с точкой ц
 $V_A \perp CA \Rightarrow V_{ц.м.} \parallel V_A$, предположим, что $V_{ц.м.} \parallel V_A$



V_A', V_B', V_C' - скорости точек в со ц.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.



СТРАНИЦА
3 из 5

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!

аналогично $V_a' = V_a$

У.м. из предыдущих сообр. $V_{ум} = V_b = V_c = \frac{1}{2} V_a$

поскольку $\vec{V}_{ум} \parallel \vec{V}_a$

$$V_a' = V_a - V_{ум} = \frac{1}{2} V_a$$

$V_a' = V_b' = V_c' \Rightarrow$ наше предположение, что $\vec{V}_{ум} \parallel \vec{V}_a$ верно.

ω — угловая скорость вершины треугольника

Поскольку пластины однородны, то O — центр треугольника $\Rightarrow V_a' = V_b' = V_c' \perp n.m. \quad V' = \omega R$

$$OA = OB = OC = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{V_a'}{OA} = \frac{\frac{1}{2} V_a}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{V_a}{a}$$

$$J = \frac{4 \cdot 2J}{\omega} = \frac{8J}{\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{V_a}{a}} = \frac{16}{\sqrt{3}} \cdot \frac{Ja}{V_a}$$

ℓ — расстояние, проходящее вершиной за 4 оборота

$$\ell = 8\pi \cdot \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$J = \frac{\ell}{V_a'} = \frac{\frac{8\pi Ja}{\sqrt{3}}}{\frac{V_a}{2}} = \frac{16}{\sqrt{3}} \frac{Ja}{V_a} = \frac{\pi}{\sqrt{3}} \cdot 8J = \frac{8}{\sqrt{3}} J$$



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 5

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

$$t = \frac{r}{v_3} \approx 43 \text{ с}$$

3) Пчела села на пластину, поскольку её масса пренебрежимо мала, по сравнению с массой пластины, то на её импульс, а следовательно и скорость она не повлияла, также она не влияет и на положение Ц.М.

Пчела дв-ся с ускорением a , из-за того, что пластину крутит

→ Если перейти во вращ. СО, где пластину движется (не вращ.) то пчела, при R_n - ничего не чувствует (т.е. пластину в этой СО дв-ся без ускорения)

$R_n \neq$ сила возм. Перейдем в ИСО Ц.М.

т.к. это ИСО и лоб. ось тоже ИСО

то R_n не изменяется в ИСО Ц.М.

В ИСО Ц.М. от Ц.М. пластину с пчелой крутит. В СО лоб. Ц.М. движется без ускорения (в момент $t=0$), т.е. в СО Ц.М. R - сохраняется

(т.к. переход между СО без уск их сохраняет, а $F = \text{const}$, если $ma = \text{const}$)



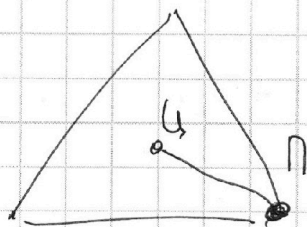
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
5 ИЗ 5

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!

со у.м.



Плечи не влияют на площадь, т.ч.

$$V_n \approx V_c' = \frac{1}{2} V_u \quad a = \frac{V_n^2}{a_s} = \frac{\sqrt{3} V_u^2}{4a}$$

$$R = m \overset{\text{ускорение плеча}}{a} = m \frac{\sqrt{3} V_u^2}{4a}$$

$$\approx 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot \frac{0,16 \cdot 0,4}{0,64} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{4 \cdot 0,4 \text{ м}} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx$$

$$\approx 4 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

$$R \approx 24\sqrt{3} \text{ мН}$$

Ответ: 1) $V_n = \frac{1}{2} V_u = 0,4 \text{ м/с}$

2) $t = \frac{L}{\sqrt{3}} \cdot \pi \text{ с} \approx 43 \text{ с}$

3) $R \approx 4 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$ или $R \approx 24\sqrt{3} \text{ мН}$.



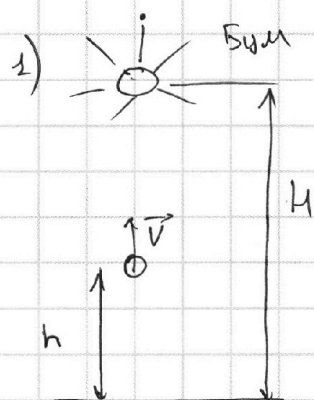
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

4 из 5

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!



$$v = 4 \text{ м/с}$$

$$h = 11,2 \text{ м}$$

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

Поскольку сопротивление воздуха пренебрежительно мало, и других сил, кроме $F_{\text{тяг}}$, то можно использовать ЗСЭ:

ЗСЭ:

$$E_1 = E_2$$

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

$$gh + \frac{v^2}{2} = gH$$

$$H = h + \frac{v^2}{2g} = 11,2 \text{ м} + \frac{16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2} = 11,2 \text{ м} + 0,8 \text{ м} = 12 \text{ м}$$

2) Поскольку на максимальной высоте $\delta = 0$, то и $p = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{p}_1 = -\vec{p}_2$, где $\vec{p}_1$ и $\vec{p}_2$, импульсы 2 частей,

поскольку массы 2 частей равны

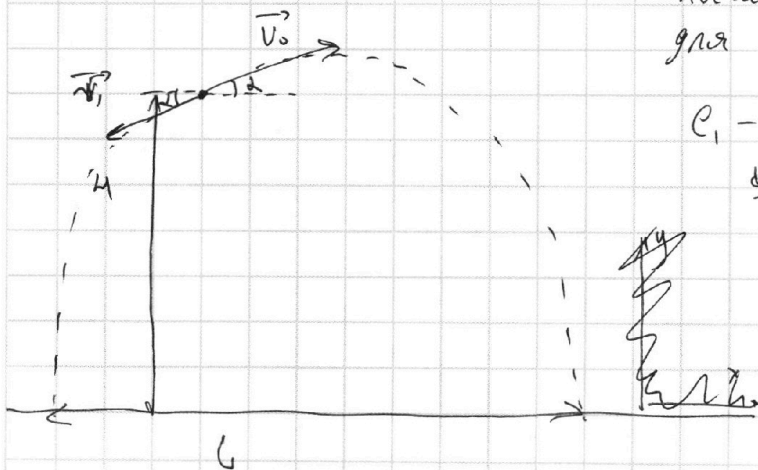
$$\frac{m}{2} \vec{v}_0 = -\frac{m}{2} \vec{v}_1 \Rightarrow \vec{v}_0 = -\vec{v}_1 \quad \text{скорости 2-ой части}$$

$$\Rightarrow |\vec{v}_0| = |\vec{v}_1|$$

Посчитаем дальность полёта для обеих частей фрейсверка

s_1 - дальность полёта фрейсверка, у которой скорость $\vec{v}_0$ в начале.

s_2 - дальность полёта части, у которой начальная скорость $\vec{v}_1$.





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 5

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

$$l_1 = V_0 \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{l_1}{V_0 \cos \alpha}$$

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

$$-H = V_0 \sin \alpha \cdot \frac{l_1}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g \frac{l_1^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha}}{2}$$

$$-H = \tan \alpha \cdot l_1 - \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} l_1^2$$

$$l_1^2 \cdot \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} - \tan \alpha \cdot l_1 - H = 0$$

$$D = \tan^2 \alpha + 4H \cdot \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + \frac{2Hg}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{\sin^2 \alpha V_0^2 + 2Hg}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$l_1 = \frac{\tan \alpha + \frac{1}{V_0 \cos \alpha} \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}}{2 \cdot \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}} = \frac{\sin \alpha + \frac{1}{V_0} \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}}{\cos \alpha \cdot \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

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

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

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g/2}, \text{ не подходит, т.к. } V_0 \sin \alpha < \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g/2} \quad t < 0, \text{ а } t > 0.$$



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**.



СТРАНИЦА

3 ИЗ 5

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

$$l_1 = V_0 \cos \alpha t = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

полёт 2-ой части:

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

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

$$11,2 \cdot 2 + 27,2 =$$

$$= 22,4 + 27,2 =$$

$$= 49,6 \text{ м}$$

$$2 = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

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

$t < 0$ не подходит
пог. уст.

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

$t > 0$ подходит

$$l_2 = V_0 \cos \alpha t = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L = l_1 + l_2 = V_0 \cos \alpha \left(\frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} + \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

$$L = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} = \frac{2V_0}{g} \cos \alpha \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$25,6 \text{ м} + 24 \text{ м} = 49,6 \text{ м}$$

$$\frac{256 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{272}{10} \text{ м} = 27,2$$



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**.

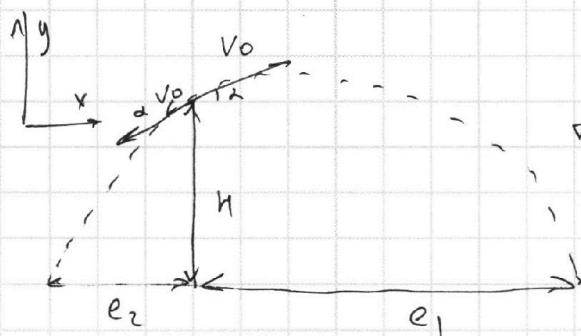
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

4 ИЗ 5

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 полёт шара (обе ~~сторони~~ стороны) (т-ри)



такой полёт аналогичен тому,

такому полёту, что тело

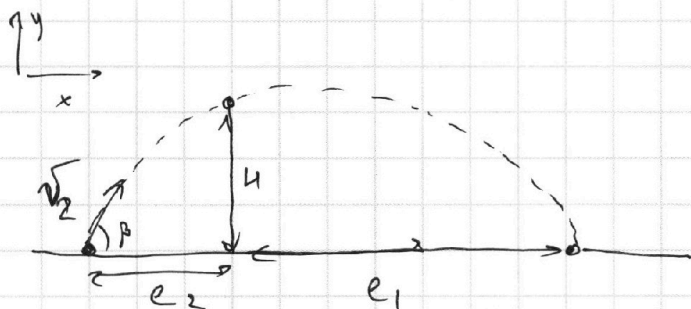
идет со скоростью $\sqrt{gH}$

бросают с н-ти земли

под углом β . и в ~~бывшей~~ точке т-ри

где высота H проекции скорости равны:

$$V_x = V_0 \cos \alpha, \quad V_y = V_0 \sin \alpha$$



Рассмотрим полёт такого тела:

V_1 - минимальная скорость такого полёта
 L - дальность полёта

$$L = V_0 \cos \beta \cdot t$$

$$0 = V_0 \sin \beta \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$

$$t = 0$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g}$$

$$\beta = 45^\circ$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$L = V_0 \cos \beta \cdot \frac{2V_0 \sin \beta}{g} =$$

$$\frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g} \Rightarrow L_{\max} \text{ при}$$

по 3СЗ:

$$\frac{m}{2} \cdot \frac{V_1^2}{2} = \frac{m}{2} gH + \frac{m}{2} \frac{V_0^2}{2} \Rightarrow V_1 = \sqrt{2gH + V_0^2}$$

$$\Rightarrow V_1^2 = V_0^2 + 2gH$$



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
5 ИЗ 5

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!

$$\begin{aligned} l_{\max} &= \frac{v_1^2}{g} = \frac{v_0^2 + 2gh}{g} = \frac{v_0^2}{g} + 2h = \\ &= \frac{v_0^2}{g} + 2\left(h + \frac{v^2}{2g}\right) = \frac{v_0^2}{g} + 2h + \frac{v^2}{g} = \frac{v_0^2 + v^2}{g} + 2h = \\ &= \frac{\left(16 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 + \left(4 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + 2 \cdot 11,2 \text{ м} = 49,6 \text{ м} \end{aligned}$$

Ответ: пункт 1: $h = 12 \text{ м}$

пункт 2: $l_{\max} = 49,6 \text{ м}$

$$16^2 + u^2 = 16(16 + 1) = 16 \cdot 17$$

расчеты к задаче 2

$$\frac{16 \cdot 17}{10} + \frac{2 \cdot 112}{10} = \frac{16 \cdot 17 + 4 \cdot 56}{10} =$$

$$= \frac{16(17 + 14)}{10} = \frac{16 \cdot 31}{10}$$

$$11,2 + \frac{16}{10 \cdot 2} = \frac{8}{10} + \frac{112}{10} = \frac{31}{10}$$

$$= \frac{120}{10} = \underline{\underline{12}}$$

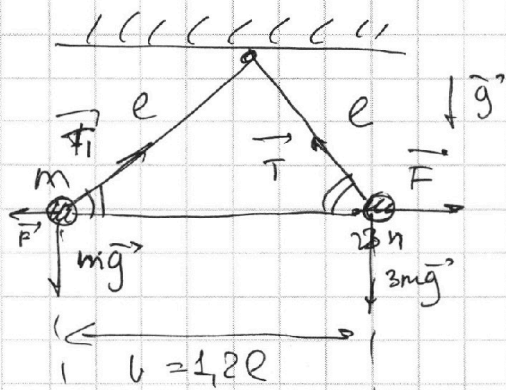


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Поскольку трение лёгкий,
то $\sum \vec{F} = 0$ (на него
которые действуют)

Поскольку когда систему
удерживали

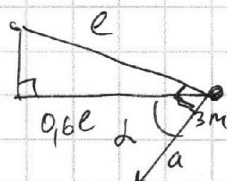
После того, как

В начальный момент
времени после отпущения
системы грузы начнут

двигаться по окружности радиуса e .

Поскольку скорость в момент времени $t=0$
 $\vec{v}=0$, то $a_y=0$, т.е. есть только a

$\vec{a}_2$ - ускорение $3m$, $\vec{a}_2 \perp$ нити e .



$$\cos(90^\circ - \alpha) = \frac{0,6e}{e} = 0,6$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

Поскольку шарик $3m$ тяжелее его нити
всегда будет натягивать $\Rightarrow$ он будет двигаться
по окружности радиусом e .



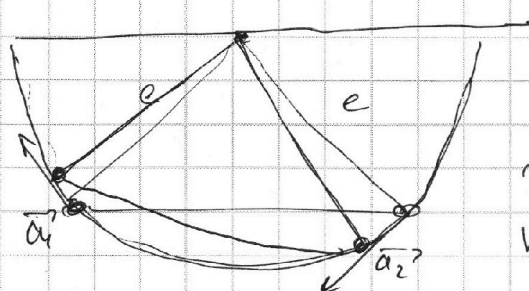
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

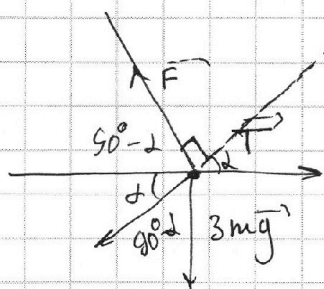
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) В шаровый м.в. катить ~~два~~ шарика и
будет вытянуты 2, шарик движется по окружности с радиусом ρ . Векторы нулевая $\vec{a}_1 = 0$ —
ускорение шарика и $\vec{a}_2$ нити.



Поскольку $l = \text{const}$,

то $d\vec{r}$ — перемещения шариков
за dt в н.м.в. одинаковы
 $v = 0 \Rightarrow |\vec{a}_1| = |\vec{a}_2|$



запишем 2ой з.Н. в проекции
на ось $\uparrow \vec{a}_2$:

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

запишем 2й з.Н. в проекции на
ось $\uparrow \vec{a}_1$:

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

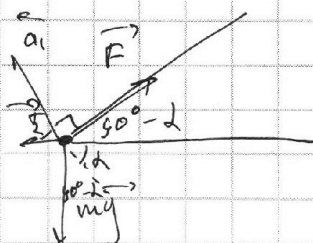
$$a_1 = a_2$$

$$ma_1 = ma_2$$

$$T \cos \alpha - mg \sin \alpha = mg \sin \alpha - \frac{T}{3} \cos \alpha$$

$$2mg \sin \alpha = \frac{4}{3} T \cos \alpha \quad \frac{T \cos \alpha}{3m} = g \sin \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \frac{T \cos \alpha}{3m} = \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 0.3}{2} = 3 \frac{m}{c^2}$$





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.

☐☐☒☐☐☐☐

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!

T - модуль упругой сил стержня

$$\frac{T \cos \alpha}{3m} = \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$T = 1,5 \tan \alpha \cdot mg = 1,5 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} \cdot 0,08 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= 1,5 \cdot 0,8 \text{ Н} \cdot \frac{0,6^3}{0,8^4} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{10} \cdot \frac{3}{4} \text{ Н} =$$

$$= 0,9 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,6$

2) $a_2 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

3) $T = 0,9 \text{ Н}$



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 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!

1) Если $\frac{C}{R} = 2,5$, то работа не совершается

т.е. ~~$W = \frac{3}{2} p \Delta V$~~ $\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$

если работа $A = 0$, то $V = \text{const} \Rightarrow$

$\rightarrow$ в процессе 2-3 $V = \text{const}$

$$dQ = dA + dU$$

$$d(pV) = p dV + V dp$$

$$p dV = p dV + \frac{3}{2} d(pV)$$

$$dV = \frac{d(pV)}{p}$$

$$p dV = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} dp V$$

$$\frac{C}{R} (p dV + dV p) = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} dp V$$

$$\frac{C}{R} = \frac{\frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} dp V}{p dV + dV p} \Rightarrow \text{если } \frac{C}{R} = 2,5,$$

то $dp V = 0 \Rightarrow p = \text{const} \Rightarrow$ в процессе

3-1 $p = \text{const}$

$$dp = 0$$

Предполагая, что ~~1-2~~ - линейный в координатах $p(V)$, тогда $dp = 2 dV$

$$2 = \frac{\frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} \cdot 2 dV V}{p dV + 2 dV V}$$

$$2p + 2dV = \frac{5}{2}p + \frac{3}{2}dV$$

$$\frac{dV}{2} = \frac{p}{2}$$

$$dV = p$$

$$2 = \frac{\frac{5}{2}p + \frac{3}{2}dV}{p + dV}$$

$$d = \frac{p}{V}$$



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!

$$dp = \frac{p}{V} dV$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{dV}{V}$$

$$\int \frac{dp}{p} = \int \frac{dV}{V}$$

$$\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$$

где V_1, p_1 - в начале
 V_2, p_2 - в конце

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{p_1}$$

$$V_2 p_2 = p_1 V_1$$

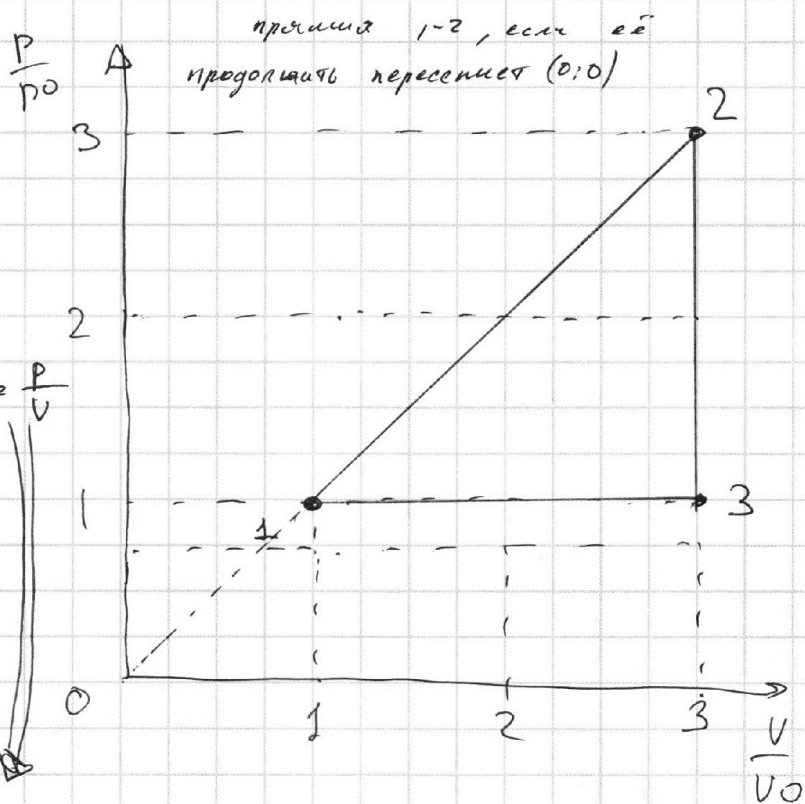


график в $p(V)$ координатах, это
прямая, проходящая через
начало координат. (процесс 1-2)

p_0, V_0 - давление и объём газа в состоянии 1

p_2, V_2 - в состоянии 2 p_3, V_3 - в состоянии 3

также из предыдущих соотношений

$$V_2 = V_3 \quad (\text{т.н. в } 2-3 \text{ пр. } V = \text{const})$$

$$p_0 = p_3 \quad (\text{т.н. в } 1-3 \text{ пр. } p = \text{const})$$



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 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!

T_1, T_2, T_3 — температуры в с-ниях 1, 2, 3 соотв.

$$T_1 = T_0$$

$$T_2 = 9T_0$$

$$T_3 = 3T_0$$

$$V_0 p_0 = 2RT_0$$

$$V_3 p_3 = 2RT_3$$

$$\text{т.к. } p_0 = p_3 \quad \frac{V_0}{V_3} = \frac{T_0}{T_3} = \frac{1}{3}$$

$$V_3 = 3V_0$$

$$V_3 = V_2 = 3V_0$$

$$V_2 p_2 = 2RT_2$$

$$3V_0 p_2 = 2R \cdot 9T_0$$

$$V_0 p_0 = 2RT_0$$

$$\frac{p_2}{p_0} = 9$$

$$p_2 = 9p_0$$

2) работу посчитаем, или площадь под графиком $p(V)$

$$A_1 = \frac{1}{2} 2V_0 \cdot 2p_0 = 2V_0 p_0 =$$

$$= 2 \cdot 2RT_0 = 8 \cdot 3 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot$$

$$270 \text{ К} = 13462,2 \text{ Дж} \approx 13,5 \text{ кДж}$$

← полезная работа

$$3) \eta = 0,5 \quad A_n = \eta A_1$$

← КПД

A — работа, сов. над грузом

$$A = N A_n = N \eta A_1$$

$$A_1 \approx 13,5 \text{ кДж}$$

$$A = M g H$$

$$H = \frac{A}{Mg} = \frac{N \eta A_1}{Mg} = \frac{N \eta \cdot 2RT_0}{Mg}$$

$$= \frac{15 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 3 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 270 \text{ К}}{250 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 10,3866 \text{ м} \approx 10,4 \text{ м}$$



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.

☐☐☐☒☐☐☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 6

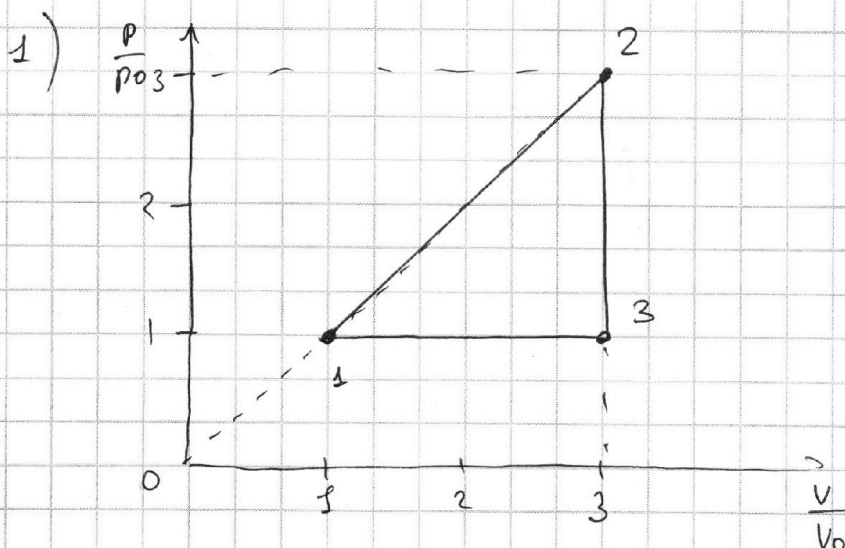
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Ответы на задачу №4:

~~Длина есть на странице №2~~

2) $A_1 = 13462,2 \text{ Дж}$ и $13,5 \text{ нДж}$

3) $h = 40,3866 \text{ м} \approx 40,4 \text{ м}$

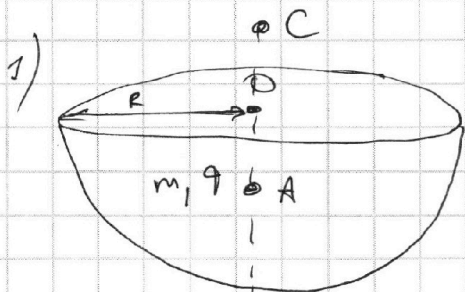




На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

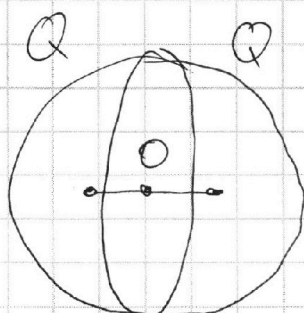
1
☐2
☐3
☐4
☐5
☒6
☐7
☐СТРАНИЦА
1 из 2

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!



потенциал поля в
сфере $\varphi'_0 = \frac{kq}{R}$,

где q - заряд сферы



$$\varphi'_0 = \frac{2kQ}{R}$$

тогда φ_0 - потенциал точки
O у полусферы равен

$$\varphi_0 = \frac{\varphi'_0}{2} = \frac{kQ}{R}$$

φ_A - потенциал поля в точке A полусферы

φ_C - потенциал поля в точке C полусферы

когда 2 полусферы сложили потенциал в точке
A стал равным φ'_0 , поскольку $AO \perp OC$,

$$\text{то } \varphi_A + \varphi_C = \varphi'_0 = 2\varphi_0$$

Потенциал поля на расстоянии большом
по сравнению с R $\varphi'_0 \approx 0$.

ЗСЭ:

$$\frac{mV_0^2}{2} + \varphi_0 q = \frac{mV^2}{2} + \varphi'_0 q$$

$$V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2\varphi_0 q}{m}}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2\varphi_0 q}{m}}$$

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



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!

2) V_A — скорость в точке A $V_A = 0$

ЗСЭ:

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

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

$$q(\varphi_A - \varphi_0) = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$q(\varphi_C - \varphi_0) = \frac{m}{2}(V_0^2 - V_C^2)$$

$$q(\varphi_A - \varphi_0 + \varphi_C - \varphi_0) = \frac{m}{2}(V_0^2 + V_0^2 - V_C^2)$$

$$q(\varphi_A + \varphi_C - 2\varphi_0) = \frac{m}{2}(V_0^2 + V_0^2 - V_C^2)$$

$$\varphi_A + \varphi_C = 2\varphi_0$$

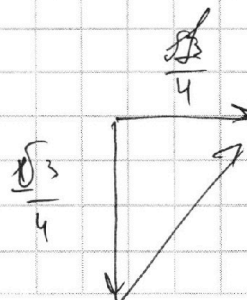
$$0 = \frac{m}{2}(V_0^2 + V_0^2 - V_C^2)$$

$$2V_0^2 = V_C^2$$

$$V_C = \sqrt{2} \cdot V_0 = \sqrt{2V_0^2 - \frac{2kQq}{Rm}}$$

$$\text{Ответ: 1) } V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kQq}{Rm}}$$

$$2) V_C = \sqrt{2} \cdot V_0 = \sqrt{2V_0^2 - \frac{2kQq}{Rm}}$$





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!

Черновики:

$$11,24 + \frac{16 \frac{m^2}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 11,24 + \frac{8}{10} = 12$$

$$H-h = vt - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$v = gt$$

$$t = \frac{v}{g}$$

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

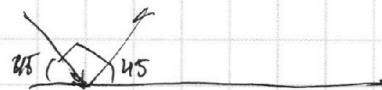
$$\frac{2v_1^2}{52g}$$

$$\frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{8}{10} = 0,8$$

$$SQ = SA + 2U$$

$$\frac{Q}{T} = \frac{SA}{T} + \frac{3}{2} 2R$$

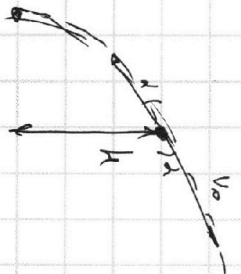
$$v_1 \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2} v_1}{g}$$



$$2R + \frac{5}{2} 2V = \frac{5}{2} R + \frac{3}{2} 2V$$

$$\frac{9207}{98} = 94$$

$$\frac{1}{g} = \frac{1}{9.8}$$

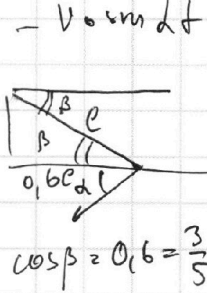


$$\frac{M}{c^2} = \frac{M}{c^2}$$

$$\frac{gt^2}{2} - \frac{v \cos \alpha t}{2} + H$$

$$0.00229629$$

$$v_0 \cos \beta = v_1 \cos \beta$$



$$v_1^2 = v_0^2 + 2gH$$

$$\frac{v_0^2}{2} + gH = \frac{v_1^2}{2}$$

$$188 \times 162000$$

$$2.831 \cdot 3.270$$



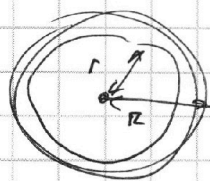
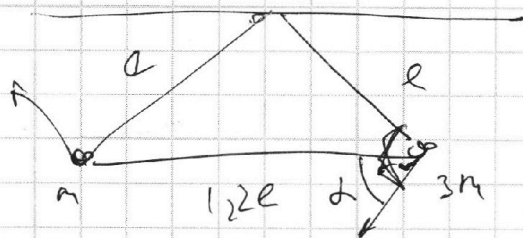
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

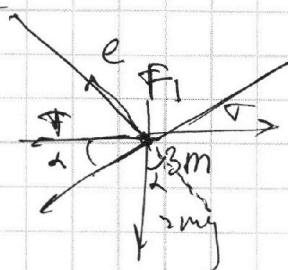


$R > r$

$$\phi = 0$$

$$ES = 0$$

$$K = 0$$



$$3mg \cos \alpha = T \sin \alpha + F_1$$

$$T \cos \alpha + 3mg \sin \alpha = 3ma$$

$$-\frac{T \cdot \frac{4}{5}}{3m} + \frac{3}{5}g = a$$

$$-\frac{4T}{15m} + \frac{3}{5}g = a$$

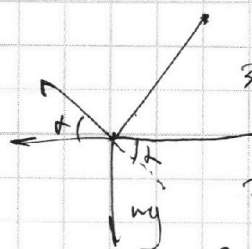
$$\frac{T \cdot \frac{4}{5}}{m} - \frac{3}{5}g = a$$

$$-\frac{4T}{15m} + \frac{3}{5}g = -\frac{3}{5}g + \frac{4T}{5m} \cdot \frac{T \cos \alpha}{3m} = \frac{a \sin \alpha}{2}$$

$$\frac{4}{5} \frac{T}{m} \left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{6}{5}g$$

$$\frac{T}{m} = \frac{g}{2}$$

$$T = \frac{mg}{2}$$



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

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

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

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

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

$$\frac{T \cos \alpha}{3m} =$$

$$T \cdot \frac{4}{5} = \frac{T \cdot \frac{4}{5}}{3m} = \frac{g \cdot \frac{3}{5}}{2}$$

$$T = mg \frac{g}{8} =$$



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.

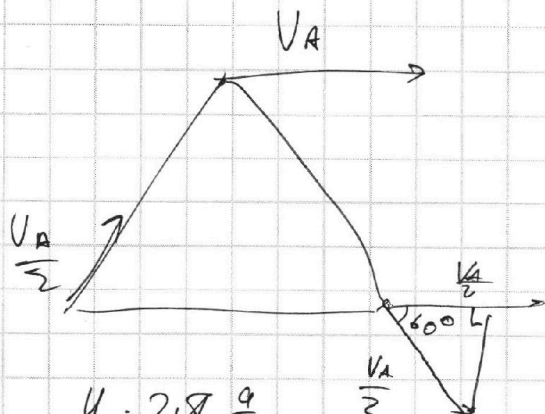
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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:

$$V_1 = V_{0 \text{ max}} + g \cdot t$$



$$\frac{4 \cdot 2 \cdot \frac{9}{\sqrt{3}}}{\frac{V_A}{2}}$$

$$= \frac{8 \cdot 9}{\sqrt{3}}$$

$$\sqrt{3} = 1,732$$

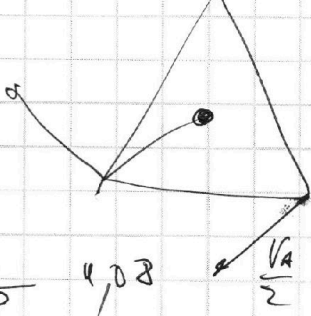
$$\begin{array}{r} 1521 \\ 1014 \\ \hline 169 \\ 28561 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 342 \\ \times 1,695 \\ \hline 8475 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14255 \\ 10170 \\ \hline 1695 \\ 2863025 \end{array}$$

$$\sqrt{3} \frac{(0,4)^2}{0,4} = \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 24\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

со см. $\frac{V_A}{2}$



$$\begin{array}{r} \frac{V_A}{2} \\ 24 \\ \times 17 \\ \hline 168 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 3,7 \\ \hline 139 \\ 17 \\ \hline 3,09 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6,4 \\ \times 0,8 \\ \hline 5,12 \end{array}$$

$$\frac{(0,4)^2}{\sqrt{3}} = \frac{0,16}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{5} \cdot 12 \cdot 10^{-6}$$

$$= 12\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ м}$$