



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

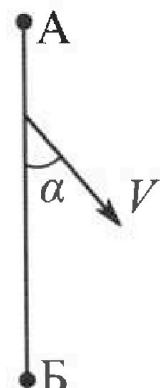


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту A → B → A в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

- Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 15$ м/с под углом α к прямой AB (см. рис.), $\sin \alpha = 0,8$.



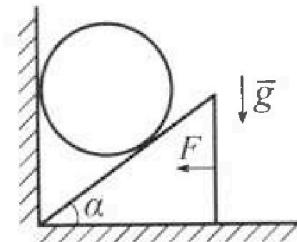
- Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту A → B в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
- При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту A → B → A минимальная?
- Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} полета по маршруту A → B → A.

2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 1,5$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол $2\beta = 90^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

- Найдите продолжительность T полета от старта до подъема на максимальную высоту.
- Найдите дальность L полета от старта до падения на площадку.
- Найдите радиус R кривизны траектории в малой окрестности высшей точки.

3. Клин с углом α при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис.). На наклонной плоскости клина поконится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны $m=0,4$ кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Систему удерживают в покое горизонтальной силой $F = \sqrt{3}mg$.



- Найдите угол α , который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.

Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно $h=0,15$ м.

- Найдите перемещение H шара до соударения.
- Найдите силу N_1 , с которой вертикальная стенка действует на шар в процессе разгона клина.
- При каком значении угла α сила N_1 максимальная по величине?
- Найдите максимальную величину N_{MAX} этой силы.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

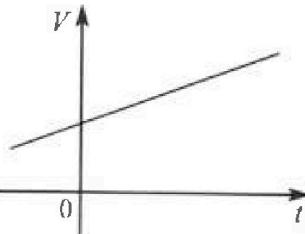


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Для контроля температуры воды в лечебной ванне используют спиртовой термометр. На шкале такого термометра расстояние между отметками $t_0 = 0^\circ\text{C}$ и $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ равно $L=100$ мм. В термометре находится $m=0,04$ г спирта.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем спирта увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V спирта от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем спирта в $\beta = 1,12$ раза больше объема спирта при $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Плотность спирта при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ считайте равной $\rho = 0,8 \text{ г}/\text{см}^3$. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

1. Следуя предоставленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ спирта от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .



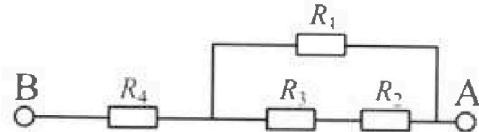
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

2. Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм^3 .
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм^2 .

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов $R_1 = 1,2r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 4r$, $R_4 = r$, здесь $r = 5 \text{ Ом}$.

1. Найдите эквивалентное сопротивление $R_{\text{экв}}$ цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока $I = 4 \text{ А}$.



2. Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.
3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность P_{MIN} .

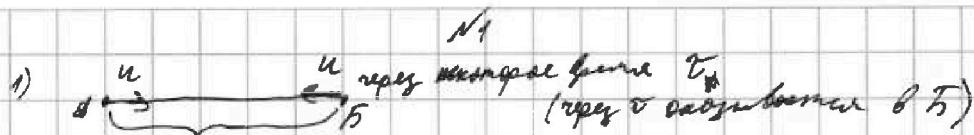


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$S = 2 \text{ km}$$

$$T_0 = 200 \text{ с}$$

П.с. скорость будем считать, что бывшая
напр. между точками A и B .
Он $A \in B$ аппарат можно ~~не~~ забрать

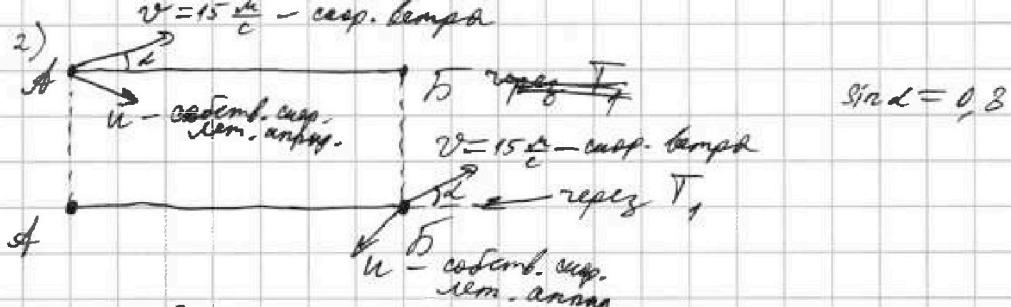
$$t_0 = \frac{S}{u} \quad (1), \text{ откуда } T_0 - t = \frac{S}{u} \quad (2)$$

$$(1) + (2):$$

$$T_0 = \frac{2S}{u} \Rightarrow u = \frac{2S}{T_0}$$

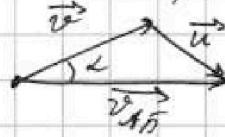
$$u = \frac{2 \cdot 2 \text{ км}}{200 \text{ с}} = 0,02 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{суп. скорость}$$



Скорость левомоторного аппарата от A к B :

$$\vec{v}_{AB} = \vec{v} + \vec{u} \quad \text{где } \vec{v}_{AB} - \text{скорость от } A \text{ к } B, \\ \vec{u} \text{ направлена как на верхний разрыв} \\ (6 \text{ п. 2}), \vec{v}_{AB} \text{ делает диагональный курс от } A \text{ к } B$$



Но т. к. имеем:

$$u^2 = v^2 + v_{AB}^2 - 2v_{AB}v \cos \alpha$$

$$v_{AB}^2 - 2v_{AB}v \cos \alpha + v^2 - u^2 = 0$$

$$v_{AB} = \frac{2v \cos \alpha \pm \sqrt{4v^2 \cos^2 \alpha - 4v^2 + u^2}}{2}$$

$$= 2v \cos \alpha \pm \sqrt{4u^2 - 4v^2 \sin^2 \alpha}$$

$$v_{AB} = \frac{2 \cdot 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,64 \pm \sqrt{4 \cdot (15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - 4 \cdot (15 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot 0,8^2}}{2} = \frac{18 \frac{\text{м}}{\text{с}} \pm \sqrt{90 - 24 \cdot 90 + 2 \cdot 15^2}}{2}$$

$$= \frac{18 \frac{\text{м}}{\text{с}} \pm \sqrt{16 + 64 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}}{2} = \frac{18 \frac{\text{м}}{\text{с}} \pm 32 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2}$$



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

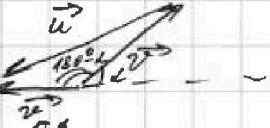
П.н. v_{AB} - модуль скорости, то $v_{AB} \geq 0 \Rightarrow$ время убран.

$$(18-32) \frac{u}{2} \text{ не подходит к } v_{AB} = \frac{18+32}{2} \frac{m}{s} = 25 \frac{m}{s}$$

$$\text{т.н. } AB = S = 2 \text{ м, то } T_1 = \frac{S}{v_{AB}} \Rightarrow T_1 = \frac{2 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{2000}{25} \text{ с} = 80 \text{ с}$$

$$\text{В общем виде } v_{AB} = \frac{2v\sqrt{1-\sin^2\alpha} + \sqrt{(u-v\sin\alpha)(u+v\sin\alpha)}}{2} = \\ = v\sqrt{1-\sin^2\alpha} + \sqrt{(u-v\sin\alpha)(u+v\sin\alpha)}$$

Аналогично $\vec{v}_{BA} = \vec{v} + \vec{u}$, где \vec{v}_{BA} - abs. ехр. нач. аппарата в нач. от B к A , \vec{u} определено как на первом рисунке в п.2.
по п. косинусов:



$$w^2 = v_{BA}^2 + v^2 - 2v_{BA}v \cos(180^\circ - \alpha) = \\ = v_{BA}^2 + v^2 + 2v_{BA}v \cos\alpha$$

$$v_{BA}^2 + 2v_{BA}v \cos\alpha + v^2 - u^2 = 0 \\ v_{BA} = \frac{-2v \cos\alpha \pm \sqrt{4v^2 \cos^2\alpha - 4v^2 + 4u^2}}{2}$$

Карточка с α перед корнем из дисьюнктивы подскажет - $v_{BA} \geq 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow v_{BA} = \frac{-2v\sqrt{1-\sin^2\alpha} + \sqrt{(u-v\sin\alpha)(u+v\sin\alpha)}}{2}$

$$= \sqrt{(u-v\sin\alpha)(u+v\sin\alpha)} - v\sqrt{1-\sin^2\alpha}$$

Время полёта от B к A в этом случае:

$$T_2 = \frac{S}{v_{BA}} = \frac{S}{\sqrt{(u-v\sin\alpha)(u+v\sin\alpha)} - v\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$$

Суммарное время полёта $t \rightarrow B \rightarrow A$:

$$T = T_1 + T_2 = S \left(\frac{1}{\sqrt{(u-v\sin\alpha)(u+v\sin\alpha)} + v\sqrt{1-\sin^2\alpha}} + \right. \\ \left. + \frac{1}{\sqrt{(u-v\sin\alpha)(u+v\sin\alpha)} - v\sqrt{1-\sin^2\alpha}} \right) =$$



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\begin{aligned}
 &= S \frac{\frac{2\sqrt{(u - 2v \sin \alpha)(u + 2v \sin \alpha)}}{(u - 2v \sin \alpha)(u + 2v \sin \alpha) - 2v^2(1 - \sin^2 \alpha)}} = S \frac{\frac{2\sqrt{u^2 - 2v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - 2v^2 \sin^2 \alpha - v^2 + v^2 \sin^2 \alpha}} \\
 &= S \frac{\frac{2\sqrt{u^2 - 2v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - v^2}}{u^2 - v^2}, \text{ очевидно, что числитель} \\
 &\sin \alpha \cdot u \Rightarrow \sin^2 \alpha, \text{ меньшее } v^2 \sin^2 \alpha, \text{ меньшее} \\
 &\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}, \text{ меньшее } T \Leftrightarrow \text{при } \sin \alpha \rightarrow 1, \\
 &\text{т.е. } \sin \alpha = 1 \quad T = T_{\min}: \\
 &T_{\min} = \frac{2\sqrt{u^2 - v^2}}{u^2 - v^2} = \frac{2}{\sqrt{u^2 - v^2}}, \quad \sin \alpha = 1 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \alpha = 90^\circ \\
 &T_{\min} = \frac{2 \cdot 2 \pi}{\sqrt{(20 \frac{\pi}{C})^2 - (15 \frac{\pi}{C})^2}} = \frac{2 \cdot 2 \pi}{\sqrt{5 \cdot 35} \frac{\pi}{C}} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} C = \\
 &= \frac{800}{\sqrt{7}} C
 \end{aligned}$$

- Ответ:
- 1) $u = 20 \frac{\pi}{C}$
 - 2) $T_1 = 80 C$
 - 3) $\alpha = 90^\circ$
 - 4) $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} C$



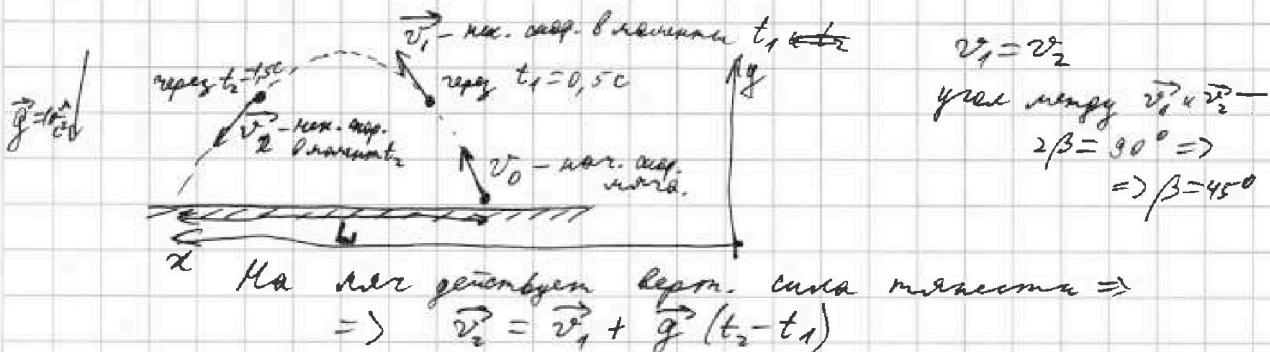
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

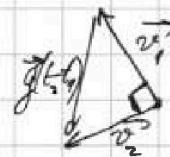
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№2



На лег действует верт. сила тяжести \Rightarrow
 $\Rightarrow \vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{g}(t_2 - t_1)$

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ \text{угол между } \vec{v}_1 \text{ и } \vec{v}_2 &= 2\beta = 90^\circ \Rightarrow \\ \Rightarrow \beta &= 45^\circ \end{aligned}$$

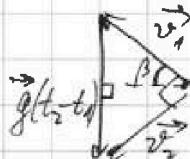


П.з. $v_1 = v_2$, то по т. паралл:

$$\begin{aligned} g^2(t_2 - t_1)^2 &= v_1^2 + v_2^2 \\ 2v_1^2 &= g^2(t_2 - t_1)^2 \end{aligned}$$

$$\text{П.з. } v_1 = \vec{v}_0 + \vec{g}t_1$$

$$v_1 = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}}$$



П.з. этот треуг-к равноб. ($v_1 = v_2$), то
лишне из угла 2β либо следующий
к отражению угла β в \vec{v}_1 .

В проекции на ось Ox: $v_{1x} = v_1 \cos \beta$

П.з. но это же горизонт. проекция, то
все же $v_{1x} = v_1 \cos \beta$

$$v_{0x} = v_{1x} = v_1 \cos \beta, \text{ и } a$$

$$v_{1y} = v_{0y} + g t_1 = v_1 \sin \beta + g t_1$$

$$v_{0x} = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{g(t_2 - t_1)}{2}$$

$$\begin{aligned} v_{0y} &= \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + g t_1 = \frac{g t_2 - g t_1 + g t_1}{2} \\ &= \frac{g(t_1 + t_2)}{2} \end{aligned}$$

В верхней м. ~~на~~ скорость $v_u = v_{0x}$, т.к. отсутствует
верт. сост. спр., т.к. иначе верт. сила
была бы перпендикулярна учащимся

$$\begin{aligned} \text{Значит, } v_{uy} &= v_{0y} - g T = 0 \\ gT &= \frac{g(t_1 + t_2)}{2} \\ T &= \frac{t_1 + t_2}{2} \end{aligned}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$T = \frac{0,5c + 1,5c}{2} = 1c$$

Высота полета над землей изменяется по закону

$$H = v_{oy}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{Когда полет закончен, } H=0 \Rightarrow v_{oy}t = \frac{gt^2}{2}$$

$$g(t_1+t_2) = \frac{gt}{2}$$

$$t = t_1 + t_2, \text{ значит время вспышки } t = t_1 + t_2 = 2c.$$

Закон изменения высоты полета над землей

$$l = v_{ox}t, \text{ значит в момент } t = t:$$

$$l = \frac{g(t_2-t_1)}{2}, (t_1+t_2) = \frac{g(t_2^2-t_1^2)}{2}$$

$$l = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot ((1,5c)^2 - (0,5c)^2)}{2} = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 10 \cdot 2c}{2} =$$

$$= 10 \text{ м}$$

Радиус кривизны R какой-либо траектории полета равен сумме радиусов

$$a = \frac{v^2}{R}, \text{ причем в нашем случае}$$

$$a = g, v = v_{ox} = \frac{g(t_2-t_1)}{2}$$

$$R = \frac{g^2/(t_2-t_1)^2}{\frac{g}{4}} = \frac{g(t_2-t_1)^2}{4}$$

$$R = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot (1,5c - 0,5c)^2}{4} = 2,5 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1) } T = 1c$$

$$2) l = 10 \text{ м}$$

$$3) R = 2,5 \text{ м}$$



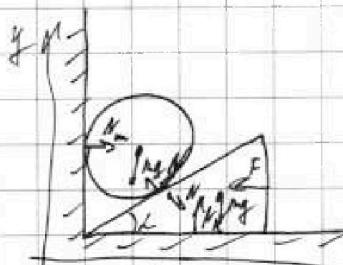
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

№3



На кирпиче сила реакции Земли N_m , кинетика
 N и сила тяж. mg

На кирпиче сила, параллельная N имеет вид нор.,
 N норма, а сила тяж. mg и сила F .

Уч. равнвесия норма по оси Oy и кинетика
по оси Ox :

$$N_m = N \sin \alpha \quad mg = N \cos \alpha \quad (1)$$

$$F = N \sin \alpha \quad (2)$$

$$(2) : (1) :$$

$$\frac{F}{mg} = \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{\sqrt{3} mg}{mg} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

Уч. равнвесия норма по оси Ox ;
после снятия силы F

~~$$N_m = N \sin \alpha \quad (3)$$~~

~~$$(3) : (2) :$$~~

$$\frac{N_m}{F} = 1 \Rightarrow N_m = F = \sqrt{3} mg$$

Снимая силу F не будем на
норм, т.к. это можно представить
как ускор. кинет., но не норма,
которая проходит. оставляем
норма по оси $Ox \Rightarrow N_r = N_m = \sqrt{3} mg$

$$N_r = \sqrt{3} \cdot 0,9 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 4\sqrt{3} \text{ Н}$$

Уч. равн. на норме по Ox после снятия F : $N_r = N_{nr}$
и. нор. снял. норма перпендикулярна
на h , т.к.

$$h = v_{nr} t_h - \frac{g t_h^2}{2}$$

$$v_{nr} - g t_h = 0, \text{ т.к. т.к. норма перпендикулярна к оси нормы}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$t_n = \frac{v_m}{g}$$

$$h = \frac{v_m^2}{g} - \frac{v_m^2}{2g} = \frac{v_m^2}{2g}$$

$$v_m = \sqrt{2gh}$$

3-й сохр. Зн. в шестом кинетич. энергии
силы пр. перемещ. \Rightarrow их работа 0) значит
максимальная энергия v_m не изменяется
~~затраченной на преодоление~~ ~~всего~~ ~~работы~~

$$(5) mgH = \frac{mv_m^2}{2} + \frac{mv_x^2}{2}, \text{ где } v_x - \text{ приведенная}$$

~~затраченная~~ ~~работа~~

$$mgH = mg h + \frac{mv_x^2}{2}$$

$$2gH = 2gh + v_x^2$$

3-ий угол. зак. Зн. на конек и шар
в том же направлении:

~~$mgH - NH \cos \alpha = \frac{mv_m^2}{2}$~~ (3)

$$N \sin \alpha l = \frac{mv_x^2}{2} \quad (4), \text{ где } l -$$

~~перемещ. конек~~

$$(3) + (4) = (5);$$



$$\text{тогда система } mgH - NH \cos \alpha + N \sin \alpha l = mgH$$

~~шар и конек~~

~~согласовано на~~ ~~об~~ ~~одинаков~~

~~но конек и шар~~

~~на конек и шар~~

~~на конек и шар~~

~~на конек и шар~~

~~на конек и шар~~

$$\sin \alpha = H \cos \alpha$$

$$l = H \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$v_x^2 = \frac{2N \sin \alpha l}{m} = \frac{2N \sin \alpha H \cos \alpha}{m}$$

$$= \frac{2NH \cos^2 \alpha}{m}$$

$$v_x = a t_x = \frac{v_x}{t_x} = \frac{v_x}{\frac{H \cos \alpha}{\sin \alpha}} = \frac{v_x}{H \operatorname{tg} \alpha}$$

$$l = \frac{a t_x^2}{2} \Rightarrow t_x = \sqrt{\frac{2l}{a}}$$

$$v_x = \sqrt{2lx} = \sqrt{2l}$$

$$= \sqrt{2 \cdot \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{H \cos \alpha}{m}} = \frac{2H \cos \alpha}{m}$$

~~Сила тяжести на шар и конек~~ ~~одинакова~~

~~одинакова~~ $N_1 = N_2 = \sqrt{3} mg = 150$

$\text{Однако } 1) \alpha = 60^\circ, 2) \quad (3) N_1 = 4\sqrt{3} N$



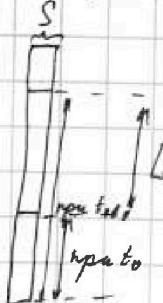
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

$$t_0 = 0^\circ\text{C}, t_{100} = 100^\circ\text{C}, b = 100 \text{ mm}, m = 0.042, \beta = 1.12, g = 0.8 \frac{\text{с}^2}{\text{м}} \\ V(t) - \text{линейная зав.}$$



N4

При t_0 объем спирта $V_0 = \frac{m}{g}$

при t_{100} объем спирта $V_{100} = \beta V_0 = \frac{\beta m}{g}$

М.н. зав. линейная, пусть чл. изм. пропорциональной k , свободный изотр. - б., тогда:

$$\begin{cases} V_0 = kt_0 + b, & k = \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)}, \quad b = \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)}, \\ V_{100} = kt_{100} + b; & b = V_0 - kt_0; \quad b = \frac{m(t_{100}-\beta t_0)}{g(t_{100}-t_0)} \\ V_0 - V_{100} = k(t_0 - t_{100}) & b = \frac{m}{g} - \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)} t_0 - \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)} \end{cases}$$

$$k = \frac{V_{100} - V_0}{t_{100} - t_0} = \frac{\frac{\beta m}{g} - \frac{m}{g}}{\frac{t_{100} - t_0}{g}} = \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)}$$

Тогда $V = \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)} t + \frac{m(t_{100}-\beta t_0)}{g(t_{100}-t_0)}$

При t_1 и t_2 :

$$V_1 = \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)} t_1 + \frac{m(t_{100}-\beta t_0)}{g(t_{100}-t_0)}$$

$$V_2 = \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)} t_2 + \frac{m(t_{100}-\beta t_0)}{g(t_{100}-t_0)}$$

$$\Delta V = V_1 - V_2 = \frac{m(\beta-1)(t_1 - t_2)}{g(t_{100}-t_0)}$$

$$\Delta V = \frac{0.042 \cdot 0.12 \cdot 10^\circ\text{C}}{0.8 \frac{\text{с}^2}{\text{м}} \cdot 100^\circ\text{C}} = \frac{1.2}{2000} \text{ м}^3 = 0.0006 \text{ м}^3$$

$$= 0.6 \text{ мм}^3$$

Разность объемов при t_0 и t_{100} :

$$\Delta S = \frac{m(\beta-1)(t_{100}-t_0)}{g L} = \frac{m(\beta-1)}{g}$$

$$S = \frac{m(\beta-1)}{g L} \Rightarrow S = \frac{0.042 \cdot 0.12}{9.8 \frac{\text{с}^2}{\text{м}} \cdot 10 \text{ см}} = \frac{0.12}{200} \text{ м}^2 = \frac{12}{200} \text{ мм}^2 = 0.06 \text{ мм}^2$$

Ответ: 1) $V = \frac{m(\beta-1)}{g(t_{100}-t_0)} t + \frac{m(t_{100}-\beta t_0)}{g(t_{100}-t_0)}$; 2) $\Delta V = 0.6 \text{ мм}^3$; 3) $S = 0.06 \text{ мм}^2$



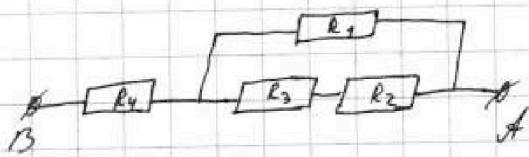
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

№5



$$R_1 = 1,2 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = 2 \Omega$$

$$r = 5 \Omega$$

$$I = 4 A$$

$\boxed{R_2}$ $\boxed{R_3}$ забл. $\rightarrow \boxed{R_{23}}$

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 2 \Omega + 4 \Omega = 6 \Omega$$

$\boxed{R_1}$ $\boxed{R_{23}}$ забл. $\rightarrow \boxed{R_{123}}$

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{1,2 \Omega \cdot 6 \Omega}{1,2 \Omega + 6 \Omega} = \frac{7,2}{7,2} \Omega = 1 \Omega$$

$\boxed{R_4}$ $\boxed{R_{123}}$ забл. $\rightarrow \boxed{R_{24}}$

$$R_{24} = R_4 + R_{123} = 2 \Omega + 1 \Omega = 3 \Omega$$

$$R_{\text{забл.}} = 2 \cdot 5 \Omega = 10 \Omega$$

Уз 3-на Омська-Ленза: $P = UI$, м.н.
но 3-му вар $U = IR$, но $P = I^2 R_{\text{забл.}}$

$$P = (4 A)^2 \cdot 10 \Omega = 16 \cdot 10 \text{ Вт} = 160 \text{ Вт}$$

Напруженість в цепі $U = IR_{\text{забл.}}$

$$U = (4 A) \cdot 10 \Omega = 40 V$$

Через $\boxed{R_1}$ мерім ток I_1 по 2-му спр. засудж.

I_1 - ток чрез верхній kontakt, I_2 - ток чрез нижній.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{U'}{R_1}}{\frac{U'}{R_2+R_3}} = \frac{R_2+R_3}{R_1} = \frac{6 \Omega}{1,2 \Omega} = 5, \text{ т.е.}$$

U' - напруга на зажимах

$$I_1 = 5I_2 \Rightarrow I = 6I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I}{6} \Rightarrow I_2 = \frac{2}{3} A \text{ т.е. } I = \frac{10}{3} A$$

На 1-м розеткові:

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{100}{9} \cdot 1,2 \cdot 5 \text{ Вт} = \frac{200}{3} \text{ Вт}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

На 2-м и 3-м рециклиров:

$$P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{4}{9} \cdot 2.5 \text{ Вм} = \frac{40}{9} \text{ Вм}$$

$$P_3 = I_2^2 R_3 = \frac{4}{9} \cdot 4.5 \text{ Вм} = \frac{800}{9} \text{ Вм}$$

На 4-м рециклиров (так $I=4A$)

$$P_4 = I^2 R_4 = 16 \cdot 5 \text{ Вм} = 80 \text{ Вм}$$

$$P_1 = \frac{600}{9} \text{ Вм}; P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вм}; P_3 = \frac{800}{9} \text{ Вм}; P_4 = \frac{720}{9} \text{ Вм} \Rightarrow$$

$\Rightarrow P_2 < P_1 < P_4 < P_3 \Rightarrow$ наибольшая мощность расщепляется на 2-м рециклире
 $P_{\min} = P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вм}$

Ответ: 1) $R_{\text{раб.}} = 10 \text{ Ом}$

2) $P = 160 \text{ Вм}$

3) на 2-м рециклире, $P_{\min} = \frac{40}{9} \text{ Вм}$

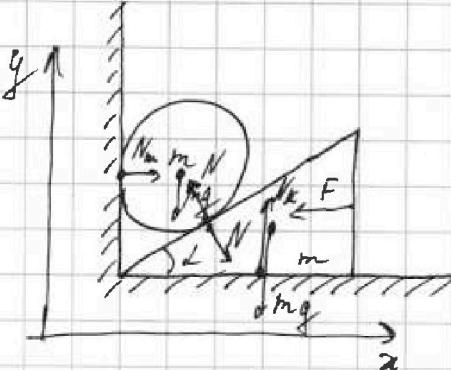


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$F = \sqrt{3} mg$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$\begin{aligned} m g \sin \alpha &= \frac{mg}{2} \\ mg \cos \alpha &= \frac{mg}{2} + \frac{mg}{2} \\ mg \cos \alpha &= mg \end{aligned}$$

№3

На шар действует сила тяжести mg (верт.), сила норм. реакции со стороны стены N (нормальная), сила норм. реакции со стороны стены N' (нормальная, 90° к гор.)

На шаре действ. силы норм. - реакц. со стороны стены норм. под. N (верт.), сила тяжести mg (верт.) & сила F (перп.) и сила норм. реакц. со стороны стены N' (нормальная, (90°) к гор.)

Установите равновесие шара по оси Oy :

$$mg = N \cos \alpha \quad (1)$$

Установите равновесие ~~шара~~ шара по оси Ox :

$$F = N \sin \alpha \quad (2)$$

$$(2) : (1) :$$

$$\frac{F}{mg} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{3} mg}{mg} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

Когда приложена сила F , шар начнет движение

Установите равновесие шара по горизонтали (после снятия силы F , шар не движется):

$$N_1 = N \sin \alpha$$

норм. шар перемещается только по вертикальной оси, а сама — по горизонтали, по радиусу окружности, силы реакции равны 0, боковые силы



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

согр. шар. эллипс (0 на высоте полета. т.к. на высоте у.н. шара, когда он касается нижней поверхности):

$$mgH = \frac{mv_m^2}{2} + \frac{mv_k^2}{2}, \text{ где } v_m - \text{ скорость шара при супр. с мин. выс., } v_k - \text{ скорость шара в момент } t_k \text{ не меняется.}$$

~~$$2gH = v_m^2 + v_k^2$$~~

Причем, т.к. после супр. шар поднимается на $h = 0,15 \text{ м}$, то

$$h = v_m t_k - \frac{gt_k^2}{2}$$

$v_k = v_m - gt_k = 0$, где t_k - время полета шара на высоте h , v_k - скор. на выс. h ,

$$v_k = 0:$$

$$v_m = gt_k \\ t_k = \frac{v_m}{g}$$

$$h = \frac{v_m^2}{g} - g \cdot \frac{\frac{v_m^2}{g}}{2} = \frac{v_m^2}{g} - \frac{v_m^2}{2g} = \frac{v_m^2}{2g}$$

$$v_m = \sqrt{2gh} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2gH = 2gh + v_m^2$$

3-я упр. реш. Эллипс шара ~~также не~~ ~~использовано (с учётом что вспомогательные схемы)~~ с учётом

~~$$1) mgH - 0 = NH \cos \alpha$$~~

~~$$mg = N \cos \alpha \Rightarrow N = \frac{mg}{\cos \alpha} \Rightarrow N_y = N \sin \alpha = mg \tan \alpha$$~~

~~$$2) N_x = mg \cdot \sqrt{3} \Rightarrow N_x = \sqrt{3} \cdot 0,981 \cdot 10 \frac{N}{kg} = 4\sqrt{3} H$$~~

3-я упр. реш. 2-я. попытка:

~~$$\frac{mv^2}{2} = N \sin \alpha l, \text{ где } l - \text{ радиус.}$$~~

~~Радиус. сила не постоянна, но можно решить равенство~~ ~~и~~ ~~$l = \frac{at_k^2}{2}$~~ ~~где $a = \frac{N \sin \alpha}{m}$~~

~~t_k - время полета. супр.~~

~~$$3) H = \frac{(mg - N \sin \alpha) t_k^2}{2} - \text{пересеч. шара}$$~~

$$t_k = \sqrt{\frac{2Hm}{mg - N \sin \alpha}}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
3 из 9

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!

$$\ell = \frac{\frac{N_{\text{кос}}}{m} \cdot \frac{2H}{mg - N_{\text{кос}}} \cdot 2}{2} = \frac{2NH \sin L}{mg - N_{\text{кос}}} \quad \cancel{\text{---}}$$

$$\frac{mv_a^2}{2} = \frac{2NH \sin^2 L}{mg - N_{\text{кос}} \cos L} \quad \cancel{\text{---}}$$

$$v_a^2 = \frac{4NH^2 \sin^2 L}{mg - mN_{\text{кос}} \cos L}, \text{ m.e. } N = \frac{mg}{\cos L} : \quad \cancel{\text{---}}$$

$$v_a^2 = \frac{4 \frac{m^2 g^2}{\cos^2 L} H \sin^2 L}{m^2 g - m \cdot \frac{mg}{\cos L} \cdot \cos L} = \frac{4m^2 g^2 H \tan^2 L}{m^2 g - mg \cdot \frac{1}{\cos L}} \quad \cancel{\text{---}}$$

Учар имеет ускорение $a_m = \frac{mg - N}{m}$

~~$\frac{m v_a^2}{2} - mgH = -NH \cos L$~~

Задача упр. мес. Учар имеет ускорение

$$a = \frac{mg - N_{\text{кос}}}{m}$$

внешн. на H за вр. t₂ и превр.
спр. v_m, мес.

$$H = \frac{a t_m^2}{2}, v_m = at_2$$

$$v_m = \sqrt{2gh} = \frac{mg - N_{\text{кос}}}{m} \cdot t_2$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{2gh}}{mg - N_{\text{кос}}}$$

$$H = \frac{a \cdot \frac{t_m^2}{2}}{2} = \frac{v_m^2}{2a} =$$

$$= \frac{\sqrt{2gh} \cdot h}{2mg - 2NH \cos L} \Rightarrow 2mgh - 2NH \cos L \cancel{=}$$

$$2NH \cos L = m(2gh + 2gH) \Rightarrow N = \frac{mg(H-h)}{H \cos L}$$

$$\frac{m \cdot 2gh}{2} - mgH = -NH \cos L$$

$$+N = \frac{mgh}{H \cos L} - \frac{mg}{\cos L} \cancel{*}$$

$$N = \frac{mg(H-h)}{H \cos L}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Ч.4. если N не изм., то какая должна быть скорость с ускорением $a = \frac{N \sin \alpha}{m}$, при этом

$$v_a = a t_2 = \frac{N \sin \alpha}{m} \cdot \frac{\sqrt{2gh + m}}{mg - N \cos \alpha} = \frac{N \sin \alpha \sqrt{2gh}}{mg - N \cos \alpha}$$

$$2gH = 2gh + \frac{2ghN^2 \sin^2 \alpha}{(mg - N \cos \alpha)^2}$$

$$2gH(mg - N \cos \alpha)^2 = 2gh(mg - N \cos \alpha) + 2ghN^2 \sin^2 \alpha$$

$$2gH \cdot m^2 g^2 - 4ghmgN \cos \alpha + N^2 \cos^2 \alpha = 2ghm^2 g^2 -$$

$$- 4ghmgN \cos \alpha + N^2 \cos^2 \alpha + 2ghN^2 \sin^2 \alpha$$

$$2ghN^2 \sin^2 \alpha + 4g^2 m \cos \alpha N(H-h) + 2g^3 m^2 / h = 0$$

$$\begin{aligned} D &= 16m^2 g^4 \cos^2 \alpha (H-h)^2 + 16m^2 g^4 (H-h)h \sin^2 \alpha = \\ &= 16m^2 g^4 (H-h)(H \cos^2 \alpha - h \cos^2 \alpha + h \sin^2 \alpha) = \\ &= 16m^2 g^4 (H-h)(H \cos^2 \alpha + h - 2h \cos^2 \alpha) = \\ &= 16m^2 g^4 (H-h)(H \cos^2 \alpha + h - 2h \cos^2 \alpha) \end{aligned}$$

$$N = \frac{-4g^2 m \cos \alpha (H-h) + \sqrt{16m^2 g^4 (H-h)(H \cos^2 \alpha + h - 2h \cos^2 \alpha)}}{4gh \sin^2 \alpha}$$

$$= \frac{-4mg^2 \cos \alpha (H-h) + mg^2 \sqrt{(H-h)(H \cos^2 \alpha + h - 2h \cos^2 \alpha)}}{4gh \sin^2 \alpha}$$

$$= \frac{mg^2 \cos \alpha (\cos \alpha (H-h) + \sqrt{(H-h)(H \cos^2 \alpha + h - 2h \cos^2 \alpha)})}{h \sin^2 \alpha}$$

$$\frac{mg(H-h)}{H \cos \alpha} = \frac{mg(\cos \alpha (H-h) + \sqrt{(H-h)(H \cos^2 \alpha + h - 2h \cos^2 \alpha)})}{h \sin^2 \alpha}$$

$$h(H-h) \sin^2 \alpha = H(H-h) \cos^2 \alpha + H \cos^2 \alpha \sqrt{(H-h)(H \cos^2 \alpha + h - 2h \cos^2 \alpha)}$$

$$H^2 \cos^2 \alpha (H-h)(H \cos^2 \alpha + h - 2h \cos^2 \alpha) = (H-h)^2 / (h \sin^2 \alpha - H \cos^2 \alpha)$$

$$\text{Однако ?! } \alpha = 60^\circ$$