



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

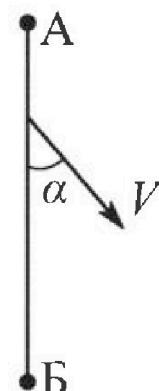


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

1. 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  $\alpha$  к прямой АБ (см. рис.),  $\sin \alpha = 0,8$ .



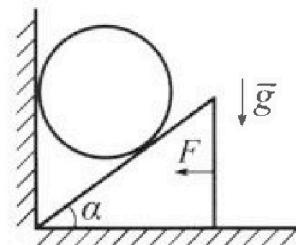
2. Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
3. При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту А → Б → А минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность  $T_{MIN}$  полета по маршруту А → Б → А.

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/с<sup>2</sup>.

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

3. Клин с углом  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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

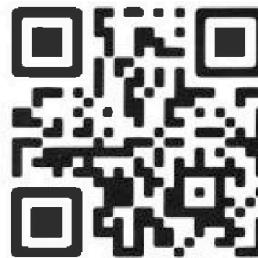
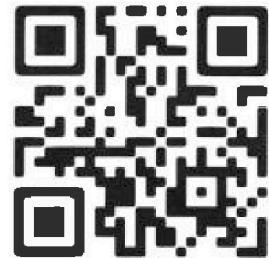


1. Найдите угол  $\alpha$ , который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.

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.

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

**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**  
**Вариант 09-02**

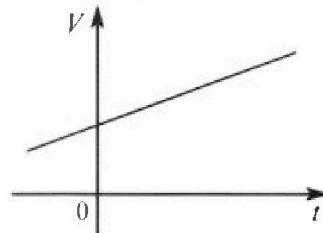


*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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 представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  спирта от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ ,  $t_0$ ,  $t_{100}$ ,  $t$ .



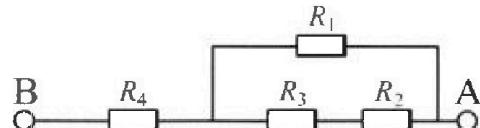
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

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  $\text{мм}^3$ .  
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в  $\text{мм}^2$ .

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

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  $P_{\text{MIN}}$ .



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.

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!

\* так как  $T_{min}$  зависит только от  $\cos \beta$ , а

$$\cos \beta_{\min} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (\text{если } v \text{ близко к } c)$$

$$\Rightarrow T_{min} = \left[ \frac{2S \cdot u \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{u^2 - v^2} \right] = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 20 \cdot \sqrt{1 - \frac{(15m/s)^2}{(20m/s)^2}}}{(20m/s)^2 - (15m/s)^2} =$$

$\Rightarrow \text{ок } 182$

$$= \frac{2 \cdot 2000 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{400 - 225}{400}}}{400 - 225} =$$

$$= \frac{2 \cdot 2000 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{175}{400}}}{175} = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 20}{20} =$$

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2} + \frac{v^2}{c^2} \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)} = \pm \sqrt{}$$

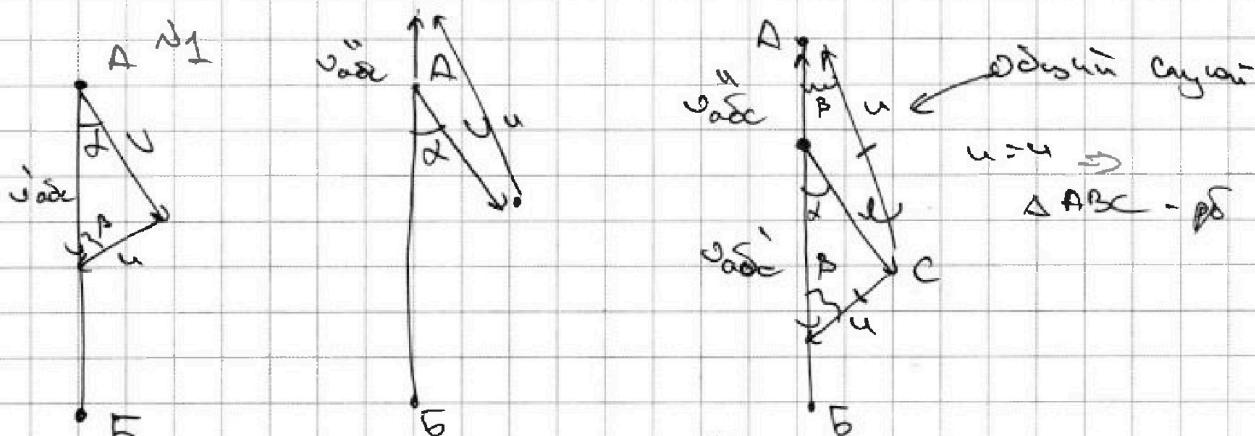


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА  
2 ИЗ 5

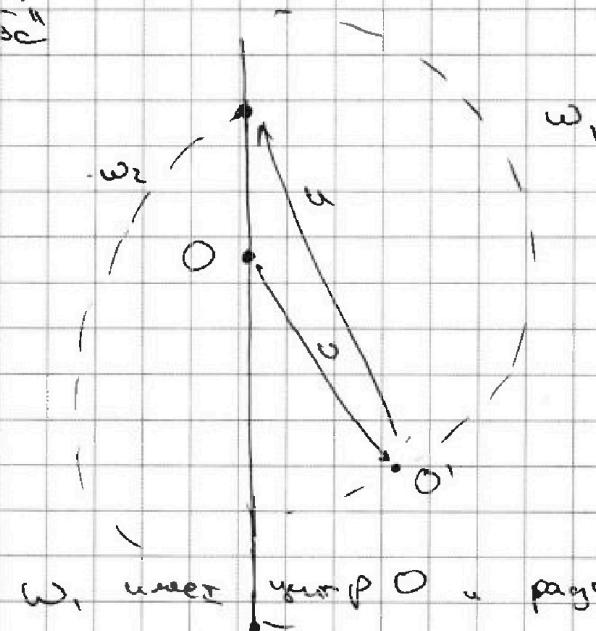
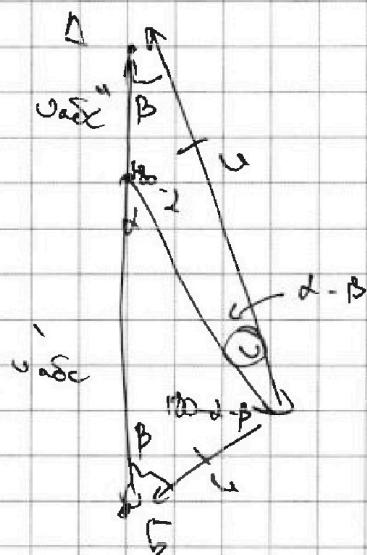
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



тұға ( $A \rightarrow B$ )      өзбекте ( $B \rightarrow A$ )

$$\text{r am: } \textcircled{2} \text{ c}: \frac{u}{\sin \alpha} = \frac{v}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{v}{u} \cdot \sin \alpha$$

$$T_{\text{obs}} = \frac{s}{c_{\text{abs}}} + \frac{s}{c_{\text{abs}}''}$$



W, meet your O & page 5 U

w<sub>2</sub> "meet year 0" a page 6



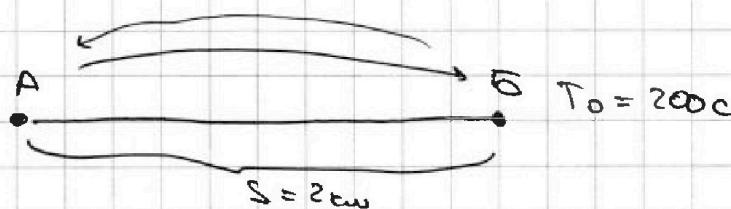
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 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!

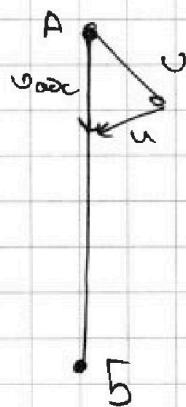
51



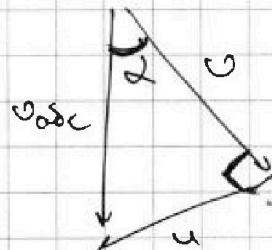
Заметим, что при полете A - B - A, нужно 2 расчетные АБ

$$\Rightarrow U = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \text{ см}}{200 \text{ с}} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$$

Однако:  $U = \frac{2S}{T_0} = 20 \text{ м/с}$



Т.к. необходимо, чтобы полет из А в Б, то  $v_{abs}$  должна быть на линии АБ (против, но которой вдоль  $v_{abs}$  двигается самолёт АБ)



$$\begin{aligned} \sin \alpha &= 0,8 \\ \cos \alpha &= \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \\ &= \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6 \\ \Rightarrow \tan \alpha &= \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3} = \end{aligned}$$

$$\frac{U}{v} = \frac{20 \text{ м/с}}{15 \text{ м/с}} = \frac{4}{3} = \tan \alpha \Rightarrow \Delta \text{ является - прямоугольный} \\ \text{треугольник} \Rightarrow \text{угол между } v \text{ и } U = 90^\circ$$

$$\Rightarrow v_{abs}^2 = U^2 + v^2 + \text{Пифагора}$$

$$v_{abs} = \sqrt{U^2 + v^2} = \sqrt{2000^2 + 225 \text{ м}^2/\text{с}^2} = \\ = \sqrt{625 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 25 \text{ м/с}$$

$$T_1 = \frac{S}{v_{abs}} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = \frac{8000 \text{ с}}{100} = [80 \text{ с}]$$

Однако:  $T_1 = \frac{S}{\sqrt{U^2 + v^2}} = \frac{S}{\sqrt{(25)^2 + 225}} = 80 \text{ с}$



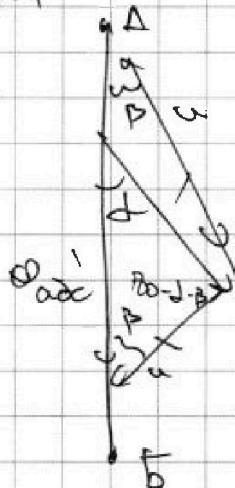
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
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!

№1



Быть!  
Быть!

$$v_{\alpha \beta} = v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta$$

$$v_{\alpha \beta}'' = u \cdot \cos \beta - v \cdot \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} T_{\alpha \beta} &= S \cdot \left( \frac{1}{v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta} + \frac{1}{u \cdot \cos \beta - v \cdot \cos \alpha} \right), \\ &= S \cdot \frac{(u \cdot \cos \beta - v \cdot \cos \alpha + v \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta)}{u^2 \cos^2 \beta - v^2 \cos^2 \alpha}, \end{aligned}$$

$$= \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta - v^2 \cdot \cos^2 \alpha} \rightarrow \min$$

т.к.  $\frac{v}{\sin \beta} = \frac{u}{\sin \alpha}$

$$\frac{v^2}{\sin^2 \beta} = \frac{u^2}{\sin^2 \alpha} \quad \frac{v^2}{\sin^2 \beta} = \frac{u^2}{\sin^2 \alpha}$$

$$\frac{v^2}{1 - \cos^2 \beta} = \frac{u^2}{\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha}$$

$$v^2 - v^2 \cos^2 \alpha = u^2 - u^2 \cos^2 \beta$$

$$v^2 - u^2 + u^2 \cos^2 \beta = v^2 - u^2 \cos^2 \alpha$$

найдено

$$\frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta + v^2 - u^2 + u^2 \cos^2 \beta}$$

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2} \cdot \frac{v^2}{u^2 \cos^2 \beta}}$$

$$T_{\alpha \beta} = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{4 \cdot \cos^2 \beta \cdot (v^2 - u^2 + u^2 \cos^2 \beta)} =$$

$$= \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{4u^2 \cos^2 \beta - u^2 + u^2 \cos^2 \beta} = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \beta}{3u^2 \cos^2 \beta - u^2}$$

лд  
\* - не склад



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  
Ч 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!

должен ограничен в бесконечн

$$\cos \beta = \pm \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{v^2} + \frac{v_2^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta}$$

$$1 - \frac{v_1^2}{v^2} + \frac{v_2^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta \geq 0$$

$$\frac{v_2^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta \geq \frac{v_1^2}{v^2} - 1 \quad | : \frac{v^2}{v^2}$$

$$\cos^2 \beta \geq 1 - \frac{v_1^2}{v^2}$$

$$1 - \frac{v_1^2}{v^2} + \frac{v_2^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta \leq 1$$

$$\frac{v_2^2}{v^2} \cdot \cos^2 \beta \leq \frac{v_1^2}{v^2}$$

$$\cos^2 \beta \leq 1$$

$$\cos \beta \geq \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{v^2}}$$

однако если больше

$$\cos \beta < \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{v^2}}$$

то, не бывает

бывает

отрицательны

$$\rightarrow \cos \beta \leq -\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{v^2}} - \text{не может быть}$$

$$1 \geq \cos \beta \geq \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{v^2}}$$

$$\rightarrow \cos \beta \min = \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{v^2}} \text{ но ограничен}$$

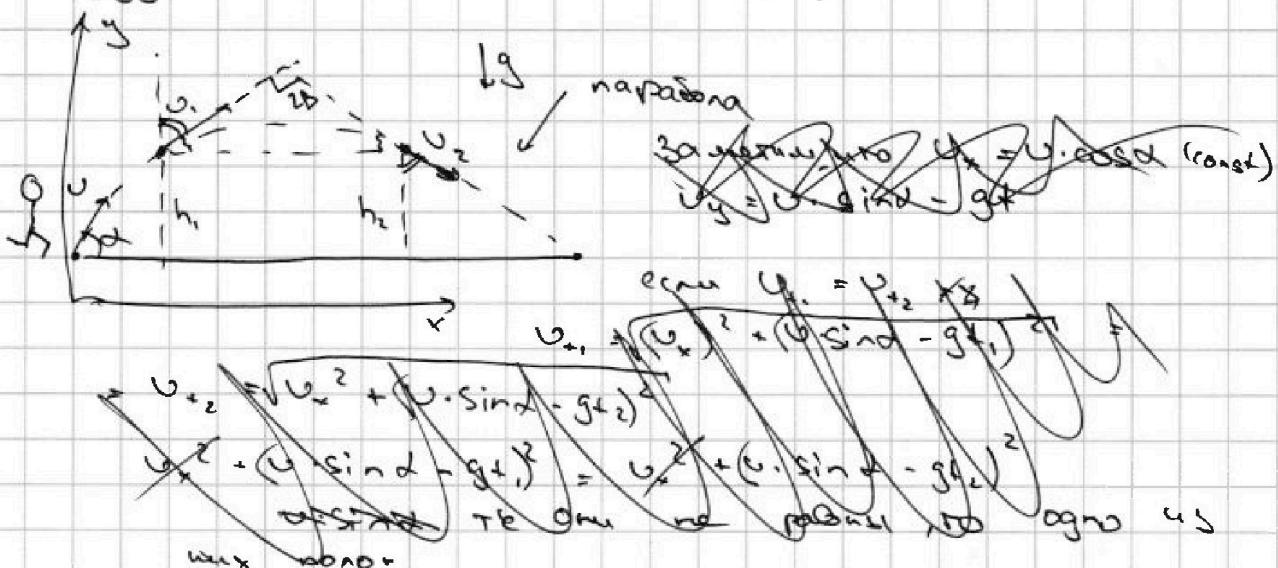
- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

Б2

Заметим, что мяч полетит по параболе, т. е. когда футболист наклоняет мяч, он придает ему скорость  $U$  и угол  $\alpha$ . А это, если мы знаем, движение мяча (сопротивление воздуха нет, это было отвечено выше)



Заметим, что мы имеем:  $mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} = mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2}$

$$\text{так } U_1 = U_2 \text{ по условию} \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\Rightarrow gh_1 = gh_2 \Rightarrow h_1 = h_2$$

$$\text{т.к. } y = 0 + U \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = U \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \leftarrow \text{квадратное уравнение на неизвестную } t$$

$$t^2 - \frac{2U \sin \alpha}{g} t + \frac{2h}{g} = 0 \quad | : \frac{2}{g} \Rightarrow t = \frac{U \sin \alpha}{g}$$

$$t^2 - \frac{2U \sin \alpha}{g} t + \frac{2h}{g} = 0$$

$$+ \text{ Видим: } t_1 + t_2 = \frac{2U \sin \alpha}{g}$$

$$t_1 + t_2 = \frac{2h}{g}$$

$$h = \frac{t_1 + t_2}{2} \cdot g = \frac{0,5C \cdot 1,5C \cdot 10m/s^2}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 9 m = \frac{27}{4} m$$



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!

№2

Заметим, что парабола симметрична

$$v_x = v \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v \cdot \sin \alpha - gt$$

$$x = v \cdot \cos \alpha t$$

$$y = v \cdot \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{при } t_{\max} : v_y = 0 \quad v \sin \alpha = \frac{gt_{\max}}{2}$$

$$\frac{v \sin \alpha}{g} = T_{\text{одн}} \quad t_1 + t_2 = T_{\text{одн}} \quad (\text{см продолжительность})$$

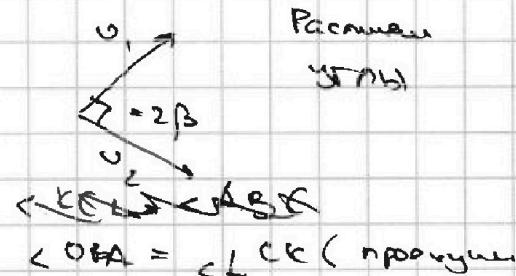
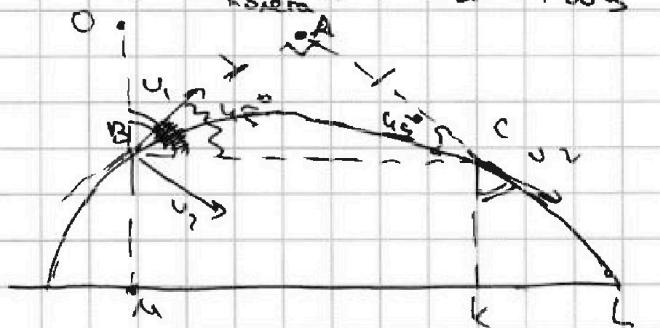
~~Доказательство~~

$$2T = T_{\text{одн}} \quad (\text{см симметрия параболы})$$

$$T_{\text{одн}} = t_1 + t_2 \Rightarrow T = \frac{T_{\text{одн}}}{2} = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ с}$$

$$\text{Однако: } T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ с}$$

$$\text{Пусть } L_{\text{одн}} = v \cdot \cos \alpha \cdot T_{\text{одн}} = v \cdot \cos \alpha \cdot 2T$$



шагают на один и тот же участок)

$$\Rightarrow \angle ACB = \angle ABC \quad (\text{одинаковые углы})$$

$$\Rightarrow \angle ACB = \angle ABC = \beta = 90^\circ \quad AB = AC$$

$$L_{\text{одн}} = v \cdot \cos \alpha (t_2 - t_1) \rightarrow \varphi \cdot \alpha (1)$$



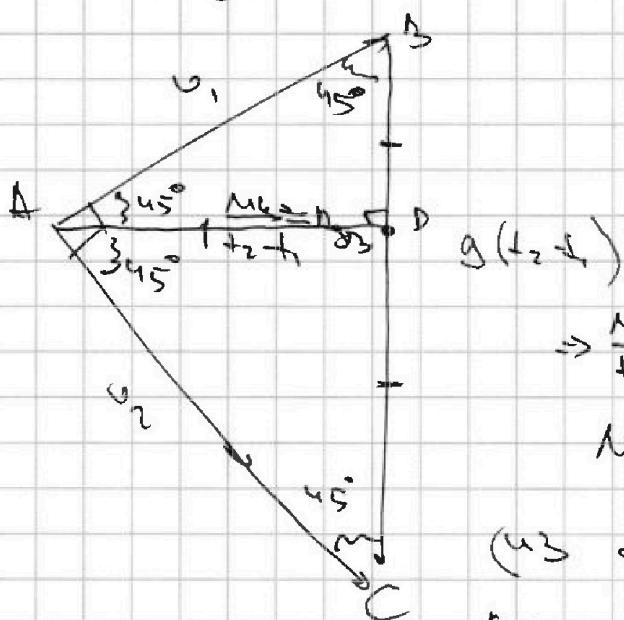
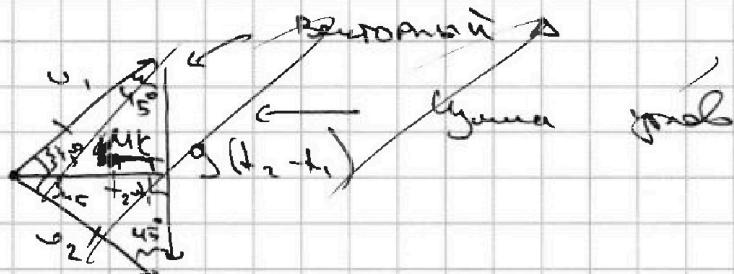
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

№2



Рассчитали углы в верхне  
и в левый векторах:

$\Delta ABC$ ,  $\angle ACB = 90^\circ$

$$\Rightarrow \frac{Mk}{t_2 - t_1} = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1)$$

$$Mk = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1)^2$$

( $v_3$   $\varphi = \pi/2 \pm \cos \alpha$ ):

$$Mk = v \cdot \cos \alpha (t_2 - t_1) = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1)^2$$

$$v \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1) = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с} = 5 \text{ м/с}$$

$$\Rightarrow L = v \cdot \omega_{\text{окр}} \cdot 2\pi = v \cdot \cos \alpha \cdot 2\pi =$$

$$= [10 \text{ м}]$$

$$\text{Оконч.: } L = \frac{1}{2} g (t_2 - t_1) \cdot (t_1 + t_2) = 10 \text{ м}$$



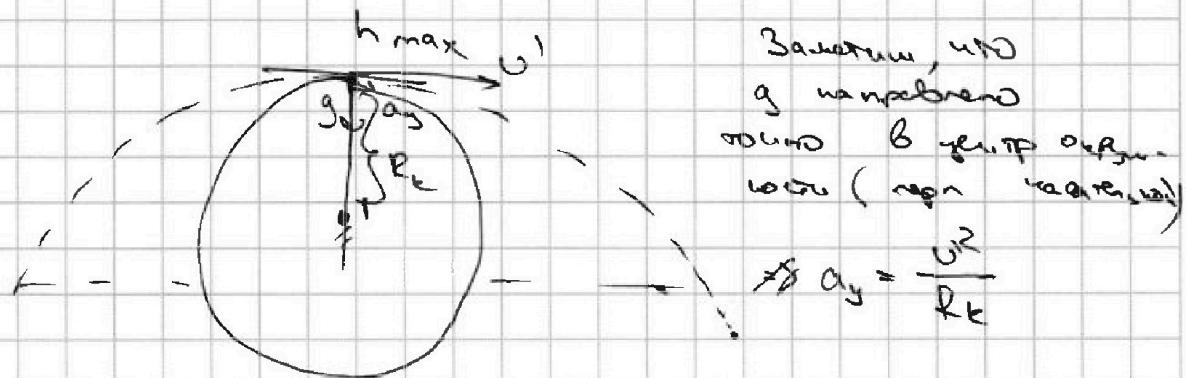
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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  
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!

№2



Заметки, что  
g направлен  
точно в центр окруж-  
ности (не касательно)  
 $\Rightarrow a_y = \frac{v^2}{R_k}$

$$R_k - радиус кривизны = R_k$$

находим  $v_1 = v \cdot \cos \alpha_1$  (нет верт проекции)

$$a_y = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_y} = \frac{v^2}{g} \quad \text{и} \quad g = a_y \quad (\text{тогда } g \text{ на ось } a_y = g)$$

$\Rightarrow$  (если  $g$  не ось проекции та же в центр окружности  
и  $a_y$  тоже вертикально)

$$R = \frac{(v \cdot \cos \alpha_1)^2}{g} = \frac{(\frac{1}{2}g(t_2 - t_1))^2}{g} = \frac{g}{4} (t_2 - t_1)^2 = 2,5 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{g}{4} (t_2 - t_1)^2 = 2,5 \text{ м}$$

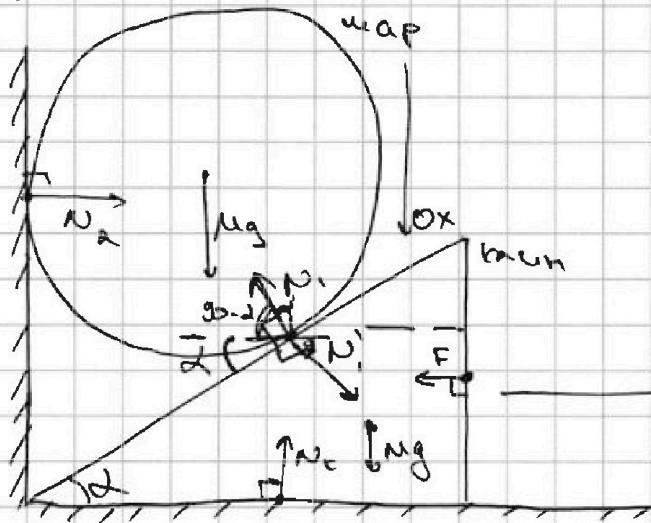
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

№ 3



Запишем II закон для шара,  $O_x$ :

$$N_1 \cdot \cos \alpha = mg$$

$$N_1 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

Запишем II закон для клина

$$\text{на } O_y: N_1' \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = F$$

$$N_1' = \frac{F}{\sin \alpha}$$

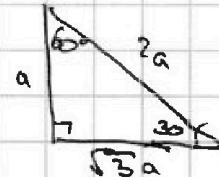
Запишем, что  $N_1 = N_1'$  (равнущий опоры) - условие неподвижности

$$\frac{mg}{\cos \alpha} = \frac{F}{\sin \alpha}$$

$$\tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \tan 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$$

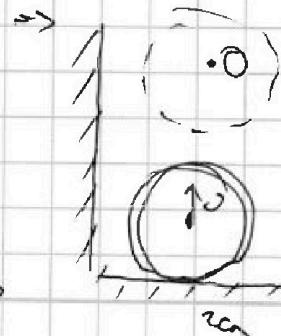
$$\Rightarrow \alpha = 60^\circ \rightarrow \text{ОБЕР}$$



Запишем, что если угол абсолютно упругий, то



мы разогнули спасая гд  
скорости и  
далее абсолютно упруго отрыгну



$v = \text{const}$  (абсолютно  
упругий)



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

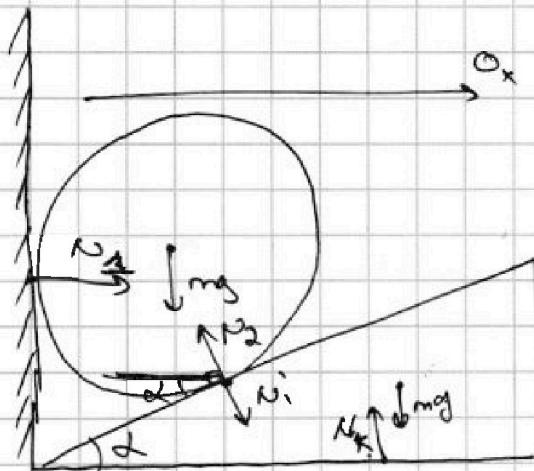
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow \text{horizontal, no } g\text{-butene } \frac{mgh}{2} = \frac{mg\cdot 2}{2} = \frac{mg^2}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta qH = mgh$$

$$\Rightarrow H = h = 0,15m$$

$$\text{Volumen: } \boxed{H = 0,15 \text{ m} = h}$$



Замечаем, что равнодействующая  $F$  уравновешивается в центре из  $N$ , т.к. это и уравновешивает (затемне).

Задание, что надо  
X упаковать боком  
так же (как) не насыщая  
но окн. X)

$$\Rightarrow N_2 \cdot \cos(30 - \alpha) = N_{\text{f},1}$$

$$N_2 = N_1' = \frac{F}{\sin \alpha} = \frac{2mg}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 2mg$$

$$N_1 = \frac{F}{\sin \alpha} \cdot \sin \beta = \boxed{\sqrt{3} mg}$$

$$O_{\text{beam}}: N_1 = \sqrt{3} mg - F$$

Tension across the string and, the free, and  $\theta = 60^\circ$ :

$$n_2 \Rightarrow \sin \alpha =$$



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.

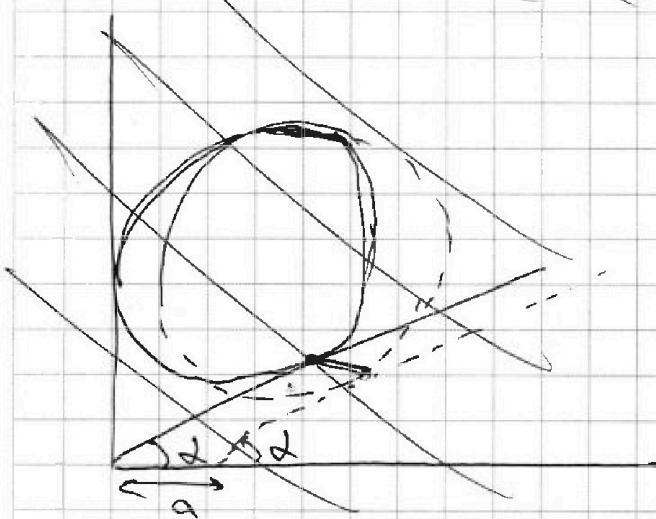
- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
ЗИЗ 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!

53

Метод малых перемещений.



Метод малых перемещений

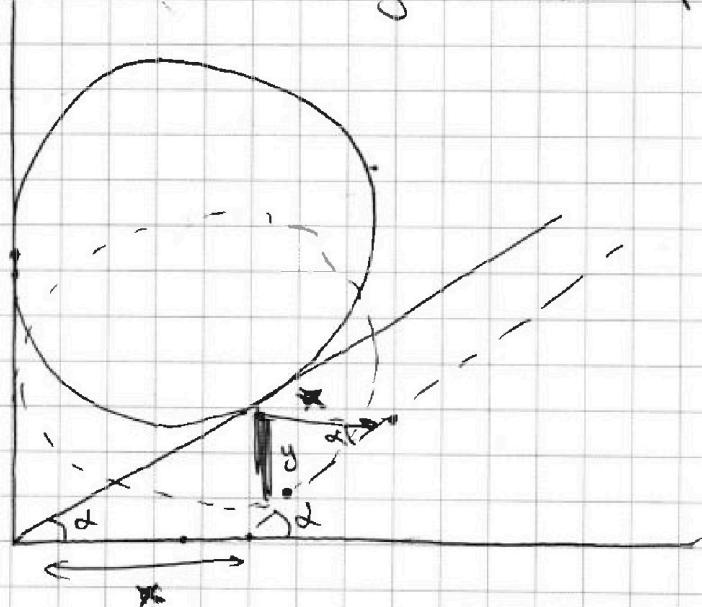
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x}$$

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad \left(\frac{x}{\operatorname{tg} \alpha}\right)^2$$

$$a_u = a_x \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$a_x = \frac{F}{m} = \frac{F}{m} =$$

$$= \frac{\rho g r_3}{m} = \rho_3 g$$





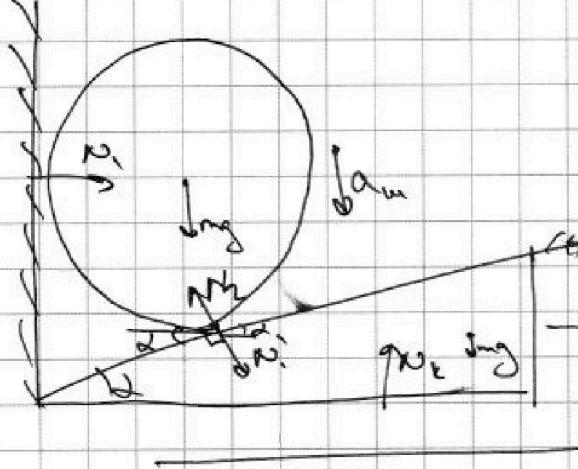
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

№3  
Сфера по -ковому:



$$\text{№3н ОХЗ кин:} \\ \rightarrow a_{ex} m = N_1 \cdot \cos(\alpha - \varphi)$$

$$N_1 = \frac{a_{ex} m}{\sin \varphi}$$

$$N_1 = N_2 \text{ (гидротр)}$$

№3н Оy, час:

$$mg - N_2 \cdot \cos \alpha = m a_y$$

$$mg - \frac{a_{ex} m}{\sin \varphi} \cdot \cos \alpha = m \cdot \tan \alpha$$

$$g - \frac{a_{ex}}{\sin \varphi} \cdot \cos \alpha = a_y \tan \alpha$$

№3н Оx, час:  $N_1 = N_2 \cdot \sin \alpha$

~~$$N_2 = \frac{a_{ex} m}{\sin \alpha}$$~~

$$N_2 = \frac{m g - m a_y}{\cos \alpha} = \frac{a_{ex} m}{\sin \alpha}$$

$$\frac{g - a_y}{\cos \alpha} = \frac{a_{ex}}{\sin \alpha}$$

Буд

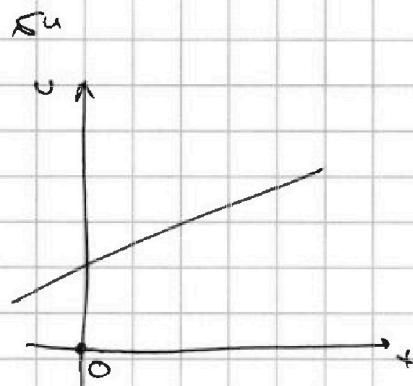


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$t_{100} : \beta v_0$$

$$v_{\text{спирта}} = v_0 (1 + \alpha (t_x - t_0))$$

где  $\alpha$  - коэффициент  $t_x$  - температура

спирта

$v_{\text{спирта}}$  - объем спирта при темп.  $t_x$   
температура

$$\beta \% = \frac{\%}{(1 + \alpha (t_{100} - t_0))}$$

$$\beta = \alpha + \frac{1}{t_{100} - t_0}$$

$$\frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} = \alpha$$

$$v_0 = \frac{m}{P} \quad v_0 - \text{объем при } 0^\circ\text{C}$$

$$v = v_0 (1 + \alpha (t_x - t_0))$$

$$\boxed{v = \frac{m}{P} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t - t_0) \right)}$$

$$\text{Одн.: } 3-\text{мл см}^3 \quad v(t): \quad v = \frac{m}{P} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t - t_0) \right)$$

$$v_{50} - v_{40} = \Delta v$$

$$\Delta v = \frac{m}{P} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0) \right) - \frac{m}{P} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{40} - t_0) \right) =$$

$$= \frac{m}{P} \left( \cancel{1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0)} - \cancel{1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{40} - t_0)} \right) =$$

$$= \frac{m}{P} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0 - t_{40} + t_0) = \frac{m}{P} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_{40})$$

$$= \frac{0,04 \text{ г}}{0,37 \text{ г/см}^3} \cdot \frac{1,12 - 1}{100^\circ\text{K}} \cdot 10^\circ\text{K} = \frac{4}{30} \text{ см}^3 \cdot \frac{0,12}{10} \cdot \frac{4 \cdot 12}{30 \cdot 10 \cdot 100} \text{ см}^3 =$$

$$= \frac{4 \cdot 12}{300 \cdot 10 \cdot 100} \cdot 7000 \text{ см}^3 = \frac{48}{300} \text{ см}^3 = \boxed{0,6 \text{ см}^3}$$



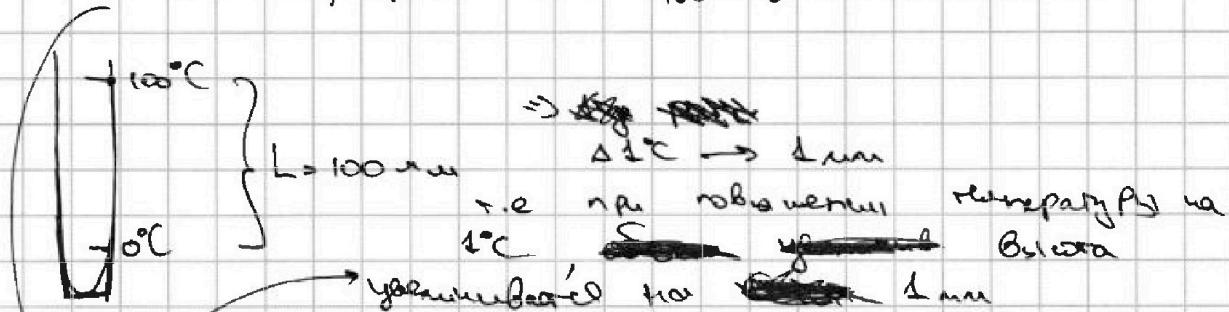
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$$\text{Orber: } \Delta V = \frac{m}{p} (t_{50} - t_{40}) \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} = [0,6 \text{ mm}^3]$$



$$\Delta V = S \cdot \Delta h$$

$$\Delta h = \Delta t \cdot k, \text{ где } k = 4 \frac{\text{mm}}{\text{°C}}$$

$$\Delta V = S \cdot \Delta t \cdot K = \frac{m}{p} (t_{50} - t_{40}) \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0}$$

$$\Delta t = t_{50} - t_{40}$$

$$S = \frac{m}{p} (t_{50} - t_{40}) \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot \frac{1}{(t_{50} - t_{40}) \cdot k} =$$

$$= \frac{m}{p} \cdot \frac{\beta - 1}{(t_{100} - t_0) \cdot k} = \frac{0,04 \text{ kg}}{0,3 \text{ kg/cm}^3} \cdot \frac{1,12 - 1}{100 \text{ mm} \cdot 1 \frac{\text{mm}}{\text{°C}}} =$$

$$= \frac{4}{80} \text{ cm}^3 \cdot \frac{0,12}{100 \text{ mm}} = \frac{4}{80} \cdot 1000 \text{ mm}^3 \cdot \frac{0,12}{100 \text{ mm}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 0,12 \cdot 1000}{80 \cdot 100} \cdot \text{mm}^2 = \frac{4 \cdot 0,12}{80} \text{ mm}^2 = [0,06 \text{ mm}^2]$$

$$\text{Orber: } S = \frac{m}{p} \frac{\beta - 1}{(t_{100} - t_0) \cdot k} = 0,06 \text{ mm}^2$$



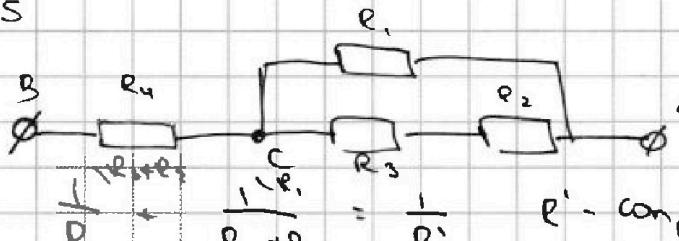
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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



$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_3 + R_2} = \frac{1}{R'} \quad R' - \text{сопротивление на участке AC}$$

$$\cancel{\frac{R_3 + R_2 + R_1}{R_1 (R_3 + R_2)}} = \frac{1}{R'} \quad \frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{3}{2}}$$

$$R' = \frac{R_1 (R_3 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} \quad \frac{1,2 \cdot (2r + 4r)}{1,2 + 2 + 4} = \frac{1,2 \cdot 6r}{7,2} = r$$

$$R_{AB} = R_{2+3} = R_1 + R' = R_1 + \frac{R_1 (R_3 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} = R_1 + r = 2r =$$

$$= \boxed{10 \Omega_{\omega}}$$

$$\text{Orben: } R_{2+3} = R_1 + \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = \boxed{10 \Omega_{\omega}}$$

Заметим, что  $R_{2+3}$  — эквивалентное напряжение, то есть если заменить цепь на резистор с сопротивлением  $R_{2+3}$ , то ток и напряжение (на его концах) будут такие же, как и в схеме. То есть, заменив схему на  $R_{2+3}$ , получим, что  $I_{\text{вход}} (\text{выходной ток})$  и  $I_{\text{выход}} (\text{выходной ток})^* \Rightarrow P = \text{const}$  (то есть  $P$  — сопротивление на одинаковом эквивалентном резисторе (то есть, та же  $P$  на  $U$ ))

$\Rightarrow$  найдем мощность  $P_{2+3} = P$  (на  $U$ )

$$P = I^2 U = I^2 R_{2+3} = (4A)^2 \cdot 10 \Omega_{\omega} = 16 A^2 \cdot 10 \Omega_{\omega} =$$

$$= \boxed{160 \text{ Вт}} \quad \text{Orben: } P = I^2 \cdot R_{2+3} = 160 \text{ Вт}$$

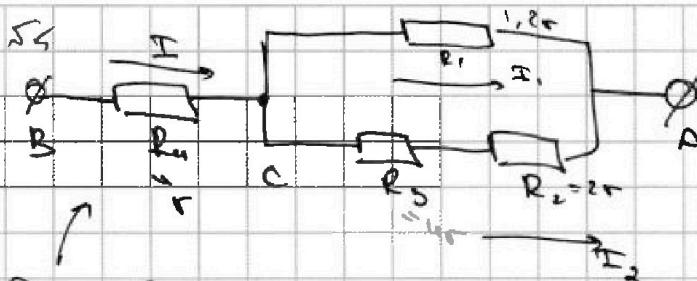


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!



Расставим токи.  $I = I_1 + I_2$  (правило бирюса)

Различия нет, где именно подается ток ( $\tau.A$  или  $\tau.B$ ), так как на всех элементах будет одно и то же напряжение и те же токи ( $R = \text{const}$  где константа  $= n \cdot \pi$  данной цепи)

~~Узел~~ (- точка) Узла соединены  $R_1$ , ~~или~~  $R_2$ ,  $R_3$ .

Те же  $R_1$  и  $R_2 + R_3$  соединены одно и то же напряжение (т.к. одна и та же разность потенциалов), то

$$\cancel{R_1} \cdot I_1 = (R_2 + R_3) \cdot I_2 \quad (\text{3-ты Оно - равенство})$$

$$\frac{R_1}{R_2 + R_3} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{1,2\pi}{2\pi + 4\pi} = \frac{1,2\pi}{6\pi} = \frac{1}{5}$$

$$5I_2 = I_1$$

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 = 6I_2 \quad I_2 = \frac{I}{6} \quad I_1 = \frac{5}{6}I$$

$$P_1 = R_1 \cdot (I_1)^2 = 1,2\pi \left(\frac{5}{6}I\right)^2 = 1,2\pi \cdot \frac{25}{36}I^2 = \frac{5}{6}\pi \cdot \left(\frac{5}{6}I\right)^2 \cdot \pi = \frac{5}{6}I^2 \pi > \frac{15}{18}I^2 \pi$$

$$P_2 = (I_2)^2 \cdot R_2 = \frac{I^2}{36} \cdot 2\pi = \frac{1}{18}I^2 \pi \quad *$$

$$P_3 = (I_2)^2 \cdot R_3 = \frac{I^2}{36} \cdot 4\pi = \frac{1}{9}I^2 \pi = \frac{2}{18}I^2 \pi$$

$$P_4 = R_4 \cdot I^2 = \pi \cdot I^2 = \frac{8}{18}I^2 \pi \Rightarrow \text{наибольшее} = P_2$$

$$P_{\min} = P_2 = \frac{1}{18}I^2 \pi = \frac{1}{18}A^2 \cdot \frac{1}{18\pi} \cdot 50\pi = \frac{40}{3}B_T = \boxed{\frac{40}{3}B_T} \quad \text{- ответ}$$



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.

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!