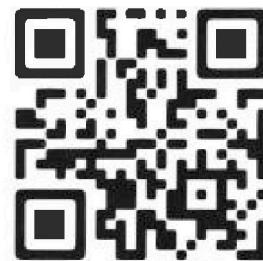


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**  
**Вариант 09-02**



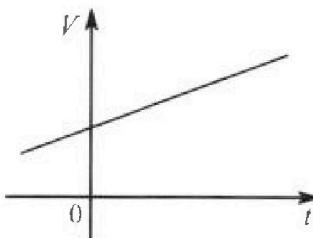
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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.

- Следуя предоставленным 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  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

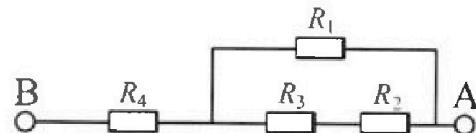


- Найдите убыль  $|\Delta V|$  объема спирта при уменьшении температуры воды от  $t_1 = 50^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в  $\text{мм}^3$ .
- Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в  $\text{мм}^2$ .

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  $r = 5 \text{ Ом}$ .

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

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



- Найдите мощность  $P$ , которая рассеивается на всей цепи.
- На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность  $P_{\text{MIN}}$ .



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



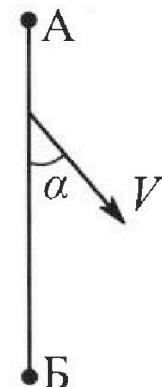
**Вариант 09-02**

*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  $\alpha$  к прямой AB (см. рис.),  $\sin \alpha = 0,8$ .



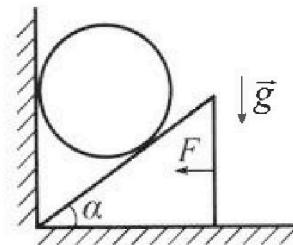
- Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту A → B в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
- При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту A → B → A минимальная?
- Найдите минимальную продолжительность  $T_{MIN}$  полета по маршруту 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/с<sup>2</sup>.

- 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  $\alpha$  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  $F = \sqrt{3}mg$ .



- 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.

- 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  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?
- Найдите максимальную величину  $N_{MAX}$  этой 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 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!

Дано:  $T_0 = 200 \text{ с}$ ;  $S = 2 \text{ км}$ ;  $V = 15 \text{ м/с}$ ;  $\sin \alpha = 0,8$ .

№1\* — значение угла  $\alpha$ , при котором продолжительность подъёма минимальна.

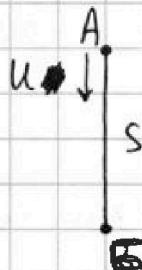
$$U = ?$$

$$T_1 = ?$$

$$\alpha_1 = ?$$

$$T_{\min} = ?$$

①

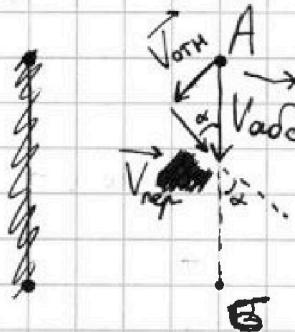


$$T_0 = \frac{2S}{u}$$

$$u = \frac{2S}{T_0} = 0,02 \text{ км/с} = 20 \text{ м/с}$$

$V_{\text{адс}}$  — постоянная скорость бесп. лет. апп.  
в случае  $A \rightarrow B$ .

②



$$\vec{V}_{\text{неп}} = \vec{V}$$

$$\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{U}$$

$$\vec{V}_{\text{адс}} = \vec{V}_{\text{неп}} + \vec{V}_{\text{отн}}$$

Th.  $\cos$  для треугольника скоростей:

$$V_{\text{отн}}^2 = V_{\text{неп}}^2 + V_{\text{адс}}^2 - 2 \cdot \cos \alpha \cdot V_{\text{неп}} \cdot V_{\text{адс}}$$

$$U^2 = V^2 + V_{\text{адс}}^2 - 2 \cdot \cos \alpha \cdot V \cdot V_{\text{адс}}$$

$$V_{\text{адс}}^2 - 2 \cdot \cos \alpha \cdot V \cdot V_{\text{адс}} + (V^2 - U^2) = 0$$

$$D = 4 \cdot \cos^2 \alpha \cdot V^2 - 4 \cdot (V^2 - U^2)$$

$$2 \cdot \cos \alpha V \pm \sqrt{D}$$

$$V_{\text{адс}_1} = \frac{2 \cdot \cos \alpha V + \sqrt{4 \cos^2 \alpha V^2 - 4(V^2 - U^2)}}{2} = \frac{2}{18 + 32} = 25 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{адс}_2} = \frac{2 \cdot \cos \alpha V - \sqrt{4 \cos^2 \alpha V^2 - 4(V^2 - U^2)}}{2} = \frac{18 - 32}{2} = -7 \text{ м/с} < 0$$



$$2 \cdot \cos \alpha V + \sqrt{4 \cos^2 \alpha V^2 - 4(V^2 - U^2)} = 25 \text{ м/с}$$

$$\frac{36}{32}$$



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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

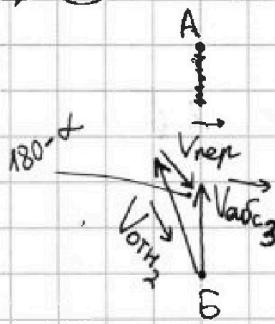
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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!

$$V_{\text{адс}} = \frac{2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{4 \cos^2 V^2 - 4(V^2 - U^2)}}{2} \quad \text{#УДВОЙКА}$$

$$T_1 = \frac{S}{V_{\text{адс}}} = \frac{2S}{2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{4 \cos^2 V^2 - 4(V^2 - U^2)}} = \frac{4000}{2S} = 160 \text{ с}$$

③  $V_{\text{адс}3}$  — абсолютная скорость десн. лич. арм. в случае  $B \rightarrow A$ .  
 $T_2$  — продолжительность подъёма  $B \rightarrow A$ .



$$V_{\text{отн}2} = \vec{U}_2 \quad V_{\text{отн}2} = U$$

$T_1 \cdot \cos \alpha$  где треугольничка скоростей:

$$U^2 = V_{\text{nep}}^2 + V_{\text{адс}3}^2 - 2 \cdot V_{\text{nep}} \cdot V_{\text{адс}3} \cdot (-\cos \alpha)$$

$$U^2 = V^2 + V_{\text{адс}3}^2 + 2 \cdot \cos \alpha \cdot V \cdot V_{\text{адс}3}$$

$$V_{\text{адс}3}^2 + 2 \cos \alpha \cdot U \cdot V_{\text{адс}3} + (V^2 - U^2) = 0$$

$$D = 4 \cos^2 V^2 - 4(V^2 - U^2)$$

$$V_{\text{адс}3} = \frac{-2 \cos \alpha V + \sqrt{D}}{2}, \text{ т.к. } \frac{-2 \cos \alpha V - \sqrt{D}}{2} < 0$$

$$= \frac{-2 \cos \alpha V + \sqrt{4 \cos^2 V^2 - 4(V^2 - U^2)}}{2} \quad T_2 = \frac{S}{V_{\text{адс}3}}$$

пунктка

Уср. средняя скорость десн. лич. арм.

$$U_{\text{ср}} = \frac{V_{\text{адс}} + V_{\text{адс}3}}{2} = \frac{2S}{T_1 + T_2} = \frac{2S}{\frac{S}{V_{\text{адс}}} + \frac{S}{V_{\text{адс}3}}} = \frac{2V_{\text{адс}} \cdot V_{\text{адс}3}}{V_{\text{адс}} + V_{\text{адс}3}}$$

Тсум — суммарное время ( $A \rightarrow B \rightarrow A$ )

$$T_{\text{сум}} = T_1 + T_2 \rightarrow \text{мин}$$

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!

$$T_{\text{сум}} = \frac{2S}{2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{D^2}} + \frac{2S}{-2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{D^2}} = 2S \left( \frac{-2V \cos \alpha + \sqrt{D^2} + 2V \cos \alpha + \sqrt{D^2}}{D^2 - 4V^2 \cos^2 \alpha} \right) = \\ = 2S \left( \frac{2 \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}}{-4(V^2 - U^2)} \right) = \frac{2S}{25} \left( \frac{2 \sqrt{4U^2 \cos^2 \alpha + 4(U^2 - V^2)}}{4(U^2 - V^2)} \right)$$

при  $\cos \alpha_1 = \min$ ,  $T_{\text{сум}} = \max$



$$\cos \alpha_1 = 0 \Rightarrow \boxed{\alpha_1 = 90^\circ}$$

$$T_{\min} = 2S \left( \frac{2 \sqrt{0 + 4(U^2 - V^2)}}{4(U^2 - V^2)} \right) = \frac{8S}{4 \sqrt{U^2 - V^2}} = \frac{2S}{\sqrt{4U^2 - V^2}} = \\ = \frac{4000}{\sqrt{175}} \text{ c}$$

$$\text{Ответ: } U = \frac{2S}{T_0} = 20 \text{ м/c; } T_1 = \frac{2S}{2V \cos \alpha + \sqrt{4 \cos^2 \alpha U^2 - 4(V^2 - U^2)}} =$$

$$= 160 \text{ c; } \alpha_1 = 90^\circ; T_{\min} = \frac{2S}{\sqrt{U^2 - V^2}} = \frac{4000}{\sqrt{175}} \text{ c.}$$

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

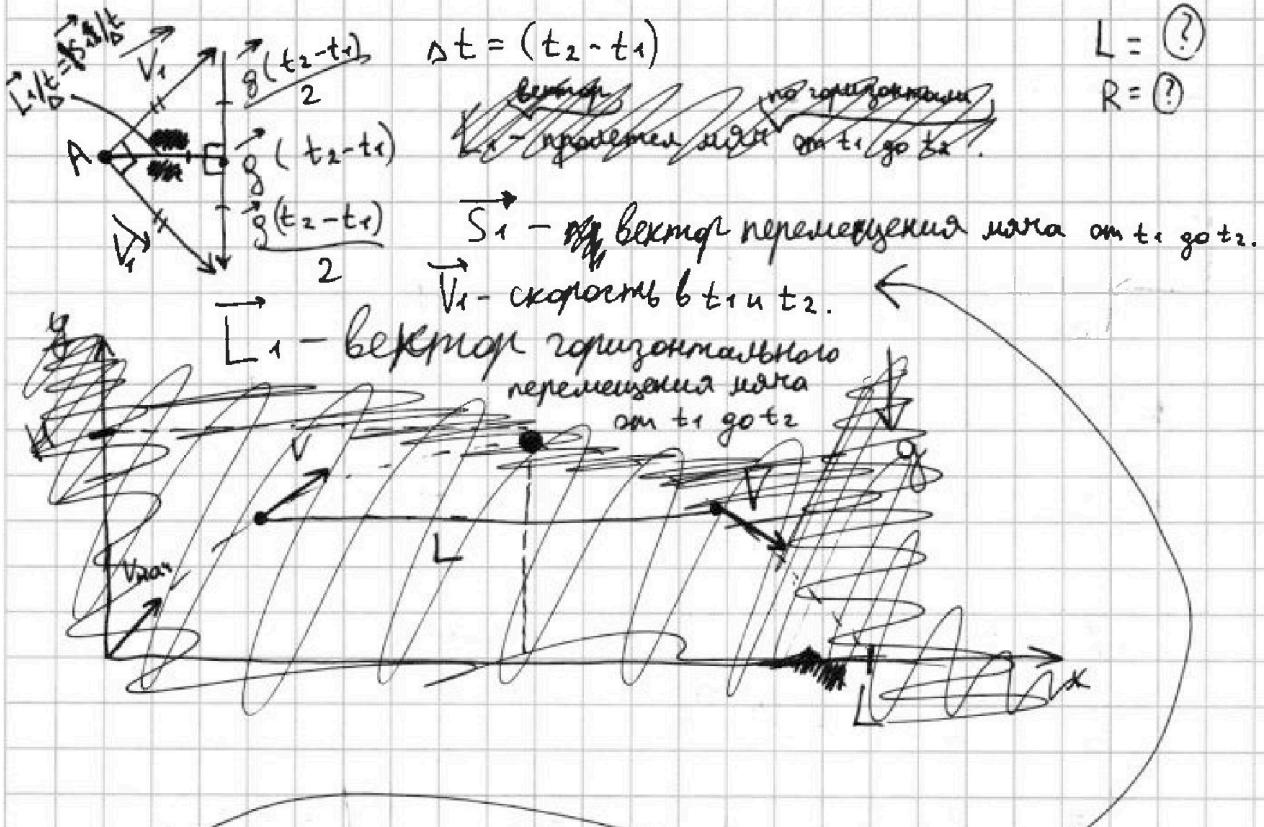
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:  $t_1 = 0,5 \text{ с}$ ;  $t_2 = 1,5 \text{ с}$ ;  $2\beta = 90^\circ$ ;  $g = 10 \text{ м/с}^2$

$$T = ?$$

$$L = ?$$

$$R = ?$$



П.к. прямолинейных ~~одинаковых~~ скоростей и перемещений равнобедренный, высота от вершины А ( $\frac{g}{2}(t)$ ) совпадает с медианой из вершины А ( $\vec{L}/(\Delta t)$ ).

→ мяч от  $t_1$  до  $t_2$  не совершал вертикального перемещения

Доказательство:  $\vec{L}/(\Delta t) = \vec{V}_0$

$$\vec{L}/(\Delta t) = \frac{g \Delta t}{2} \quad \left( \begin{array}{l} \text{медиана прямолинейного прямого} \\ \text{равна половине стороны} \end{array} \right)$$

$V_0$  - начальная скорость мяча.

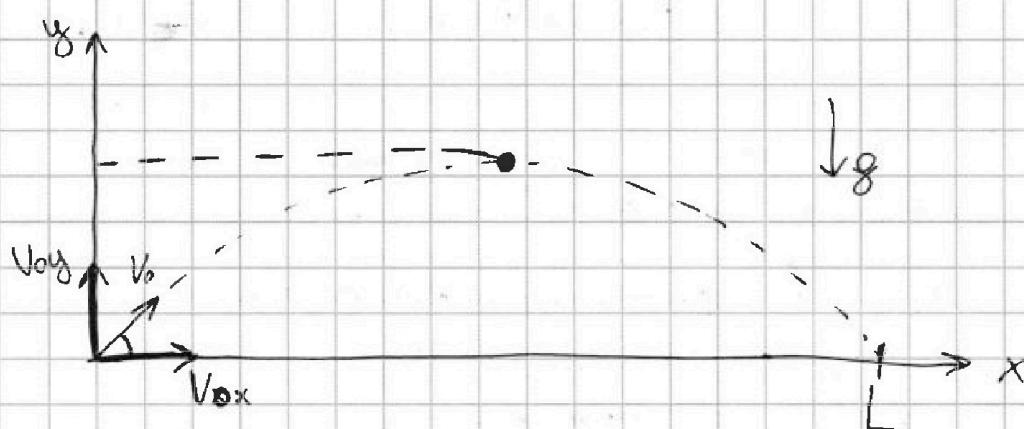


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$V_{0x}(t) = V_{0x} \quad x(t) = V_{0x} \cdot t$$

$$V_{0y}(t) = V_{0y} - gt \quad y(t) = V_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$L / \Delta t = V_{0x} \quad (\text{т.к. } V_x \text{ не меняется})$$

$$V_{0x} = \frac{g \Delta t}{2} = \frac{g(t_2 - t_1)}{2}$$

$$V_{0y} = V_y(t_1) = V_{0y} - g t_1 = \cancel{V_{0y}} \quad |V_y(t_1)| = -V_{0y} + g t_1$$

$$2 \cdot V_{0y} = g(t_2 + t_1) \quad V_{0y} = \frac{g(t_2 + t_1)}{2}$$

$$V_y(T) = 0 = V_{0y} - gT$$

$$T = \frac{V_{0y}}{g} = \frac{(t_2 + t_1)}{2} = 1\text{c}$$

$T_{\text{над}}$  — продолжительность всего полёта.

~~$$T_{\text{над}} = 2T$$~~

$$x(T_{\text{над}}) = L = V_{0x} \cdot T_{\text{над}} = 2V_{0x} \cdot T = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} \cdot 2 \cdot \frac{(t_2 + t_1)}{2} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2} = 10\text{ м}$$



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.

1

2

3

4

5

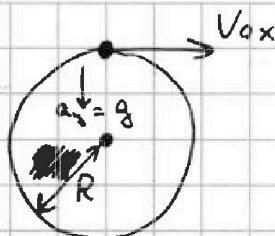
6

7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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

(3)



$$a_y = \frac{V_{ox}^2}{R} = g$$
$$R = \frac{V_{ox}^2}{g} = \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{4 \cdot g} = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4} = 2,5\text{m}$$

Ответ:  $T = \frac{(t_1 + t_2)}{2} = 1\text{c}$ ;  $L = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2} = 10\text{m}$ ;  $R = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4} = 2,5\text{m}$ .



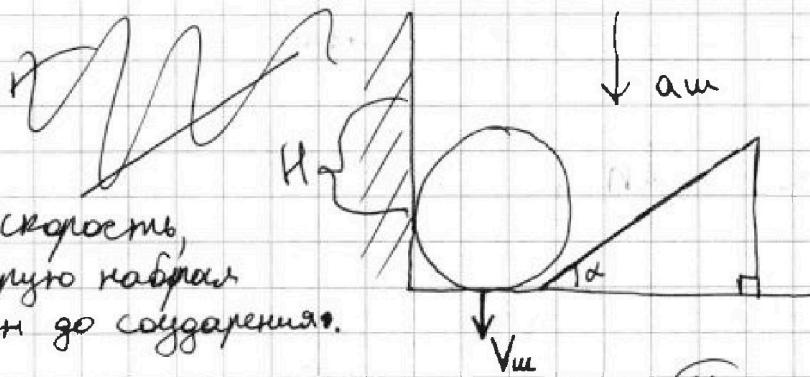
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$$a_k = \frac{g \cdot \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \quad a_m = a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{g \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

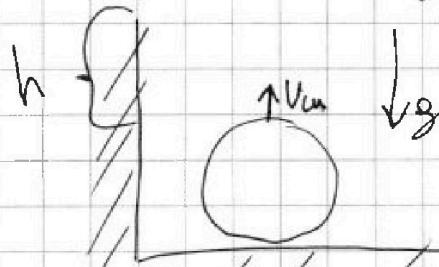


$V_m$  - скорость, которую набрал  
кашн до соударения.

$$H = \frac{V_m^2 - 0^2}{2 a_m} = \frac{V_m^2}{2 a_m}$$

$$h = \frac{0^2 - V_m^2}{-2 g} = \frac{V_m^2}{2 g}$$

После соударения.



$$V_m^2 = 2 h g$$

$$\begin{aligned} H &= \frac{V_m^2}{2 a_m} = \frac{2 h g}{2 a_m} = \frac{h g}{\frac{g \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{h \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \\ &\approx \frac{0,15 \cdot 4}{3} m = 0,2 m \end{aligned}$$

Ответ:  $\alpha = \arccos(\frac{1}{2}) = 60^\circ$ ;  $N_1 = mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \sqrt{3} H$ ;  $\alpha_1 = 45^\circ$ ;

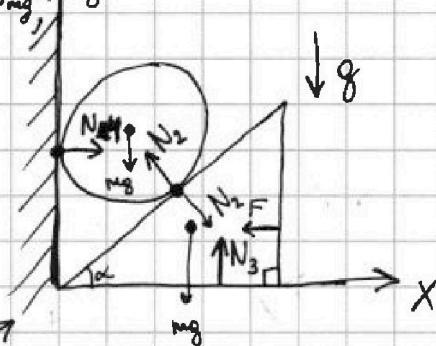
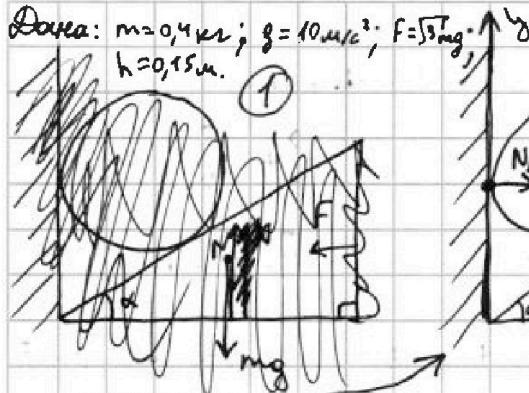
$$N_{\max} = \frac{1}{2} \cdot mg = 2 H.$$

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 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!



$$\alpha = ?$$

$$M = ?$$

$$N_1 = ?$$

$$\alpha_1 = ?$$

$$N_{\max}$$

$\alpha_1$  - значение, при котором  $N_1$  максимально по величине.

2 З.Н. для шарика:  $\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{mg} = \vec{0}$ .

на ось y:  $-mg + N_2 \cos\alpha = 0$

$$N_2 = \frac{mg}{\cos\alpha}$$

2 З.Н. для колеса:  $\vec{N}_2 + \vec{N}_3 + \vec{mg} + \vec{F} = \vec{0}$

на ось x:  $N_2 \cdot \sin\alpha - F = 0$

$$mg \cdot \sin\alpha \cdot \operatorname{tg}\alpha = F = \sqrt{3}mg$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \sqrt{3}$$

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 0$$

$$\operatorname{tg}^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$$

$$\cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tg}^2\alpha + 1}} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{1}{2}\right) = 60^\circ$$

$a_m$  - ускорение шара.

$a_k$  - ускорение колеса.

Do сложия F:

$N_1$  - сила реакции стены стекла.

$N_2$  - сила реакции стены колеса.

$N_3$  - сила реакции стены горизонтальной поверхности.

После сложия F:

$N_1$  - сила реакции стены стекла.

$N_3$  - сила реакции стены колеса.

$N_6$  - сила реакции стены горизонтальной поверхности.

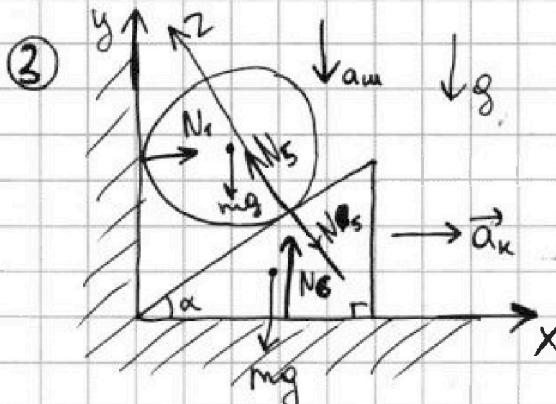


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



Условие геометрии:  $\alpha_{m2} = \alpha_{k2}$

$$a_m \cdot \cos \alpha = a_k \cdot \sin \alpha$$

$$a_m = a_k \cdot \tan \alpha$$

2 З.Н. для кирпича:

$$\vec{N_3} + \vec{N_2} + \vec{mg} = \vec{ma_k}$$

$$\text{на ось } x: N_5 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = m a_k$$

$$N_5 = \frac{m(g - a_k \cdot \tan \alpha)}{\cos \alpha} = \frac{m \cdot a_k}{\sin \alpha}$$

$$N_5 = \frac{m \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot g}{\sin \alpha(1 + \tan^2 \alpha)} = \frac{mg}{\cos \alpha(1 + \tan^2 \alpha)} = \\ = mg \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{a_k}{\tan \alpha} = g - a_k \tan \alpha$$

$$a_k = \frac{g \tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}$$

$$N_1 = \sin \alpha \cdot N_5 = mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot mg = \sqrt{2} H$$

$$N_1 = \frac{\sin 2\alpha}{2} \cdot mg$$

$$N_1 = \frac{\sin 2\alpha}{2} \cdot mg \quad \Rightarrow \sin 2\alpha = \max \Rightarrow \sin 2\alpha = 1$$

$$2\alpha_1 = 90^\circ$$

$$\alpha_1 = 45^\circ$$

$$N_{5\max} = \frac{1}{2} \cdot mg = 2H$$



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

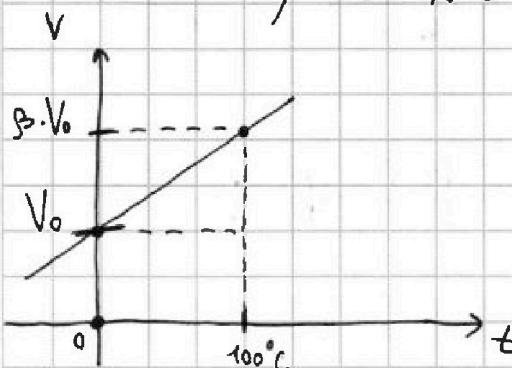
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!

Дано:

$$t_0 = 0^\circ\text{C}; t_{100} = 100^\circ\text{C}; L = 100 \text{ mm}; m = 0,042; \beta = 0,12; \rho = 0,82 \text{ g/cm}^3;$$

$$t_1 = 50^\circ\text{C}; t_2 = 40^\circ\text{C}.$$



$V_0$  - объём стакана при  $t=0^\circ\text{C}$ .  $V(t) = ?$   
 $\Delta V = ?$   
 $S = ?$

$\Delta V = \frac{m}{\rho}$  изменение объёма и температуры.  
 $K$  и  $b$  - коэффициенты прямой.

$$V(t) = K \cdot t + b$$

$$b = V_0 = \frac{m}{\rho}$$

$$K = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\beta V_0 - V_0}{t_{100} - t_0} = \frac{V_0(\beta - 1)}{t_{100} - t_0} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$$

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

$$\Delta V = V(t_1) - V(t_2) = K \cdot t_1 + b - K \cdot t_2 - b = K \cdot (t_1 - t_2) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot (t_1 - t_2) =$$

$$\rho = 0,82 \text{ g/cm}^3 = 0,00082 \text{ kg/mm}^3$$

$$= \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,00082 \cdot 100} \cdot 10 = \frac{4 \cdot 12 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^2} = 6 \cdot 10^{-1} \text{ mm}^3$$

$$= 0,6 \text{ mm}^3$$

$$\Delta V_1 = V(t_{100}) - V(t_0) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot (t_{100} - t_0) =$$

$$= \frac{m(\beta - 1)}{\rho} = S \cdot L$$

$$S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot L} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,00082 \cdot 100} \text{ mm}^2 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2 = 0,06 \text{ mm}^2$$

$$\text{Объём: } V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot t + \frac{m}{\rho}; \Delta V = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot (t_1 - t_2) = 0,6 \text{ mm}^3;$$

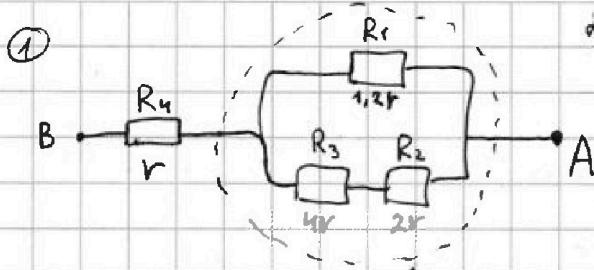
$$S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot L} = 0,06 \text{ mm}^2.$$



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

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!



Дано:  $R_1 = 1.2r$ ;  $R_2 = 2r$ ;  $R_3 = 4r$ ;  $R_4 = r$ ;  $U = 12V$ ,  
 $I = 4A$

$$R_{\text{экв}} = ?$$

$$P = ?$$

$$P_{\min} = ?$$

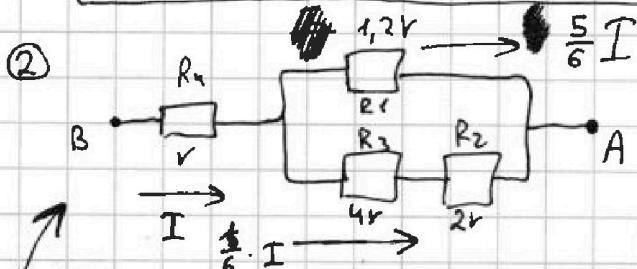
Параллельное соединение:

$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} = \frac{1}{1.2r} + \frac{1}{2r + 4r} = \frac{1}{1.2r} + \frac{1}{6r} = \frac{6}{6r} = \frac{1}{r}$$

$$R_{\text{экв}} = r$$

Последовательное соединение:

$$R_{\text{экв}} = R_4 + R_{\text{экв}} = r + r = 2r = 10 \Omega \text{м.}$$



$$P = I \cdot U = I \cdot (I \cdot R_{\text{экв}}) = I^2 \cdot 2r = 160 \text{ Вт.}$$

# Рассставим токи в параллельных ветвях

обратно пропорционально сопротивлению резисторов и по ЗСЗ (закону сохранения заряда).

$$P_1 = U \cdot I_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \left(\frac{5}{6}I\right)^2 \cdot \frac{6}{5}r = \frac{5}{6}I^2r$$

$$P_2 = U \cdot I_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \left(\frac{1}{6}I\right)^2 \cdot 2r = \frac{1}{18}I^2r$$

$$P_3 = U \cdot I_3 = I_3^2 \cdot R_3 = \left(\frac{1}{6}I\right)^2 \cdot 4r = \frac{1}{9}I^2r$$



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!

$$P_4 = I_4 \cdot U_4 = I_4^2 \cdot R_4 = I^2 \cdot r$$

$$P_4 < P_3 < P_1 < P_4 \Rightarrow P_{\min} = P_4 = \frac{1}{18} \cdot I^2 \cdot r = \frac{80}{18} \cdot B_T = \cancel{\text{_____}}$$

$$= \frac{40}{9} B_T = 4, (4) B_T = 4, 44 B_T$$

$$\frac{40}{9} B_T \\ \frac{36}{40} \cancel{\frac{40}{9}} \\ \frac{36}{4}$$

40/9  
36/40  
36/4

Ответ:  $R_{\text{экв}} = 2r = 10 \Omega$ ;  $P = 2I^2r = 160 \text{ Вт}$ ;

$$\cancel{P_{\min} = \frac{1}{18} \cdot I^2 \cdot r = \frac{40}{9} B_T = 4, 44 \text{ Вт.}}$$