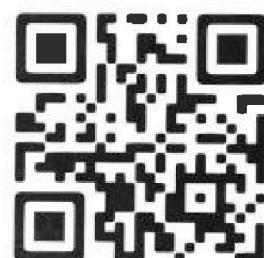




# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2024



## Вариант 09-02

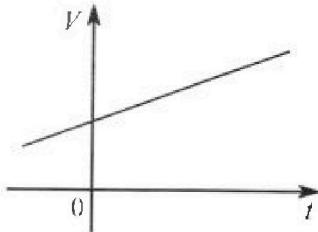
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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

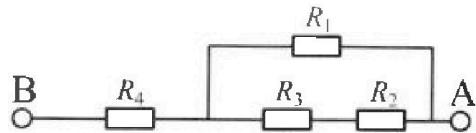


- Найдите убыль  $|\Delta V|$  объема спирта при уменьшении температуры воды от  $t_1 = 50^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в  $\text{мм}^3$ .
- Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в  $\text{мм}^2$ .

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.

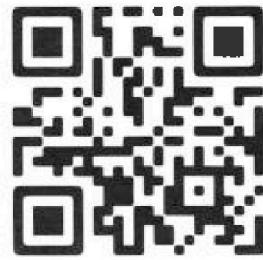
Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока  $I = 4 \text{ А}$ .



- 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**

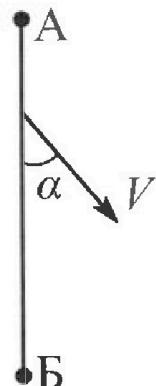


*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту А → Б → А в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние АБ 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 АБ (см. рис.),  $\sin \alpha = 0,8$ .

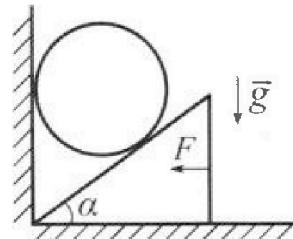


- Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
  - При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту А → Б → А минимальная?
  - Найдите минимальную продолжительность  $T_{MIN}$  полета по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

- 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 покоятся 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.

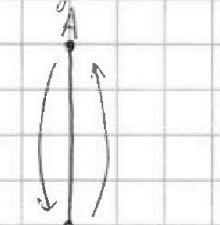
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Задача 1



$$V = 0 \text{ м/c} \Rightarrow A - B - A = U \cdot T_0 = 2 \cdot 5 \Rightarrow U = \frac{25}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3}{200} = \frac{2 \cdot 10^3}{100} = 2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^1 = 20 \text{ м/c}$$

$$V = 15 \text{ м/c}: \\ (\vec{V} + \vec{U}) \parallel AB$$

$A \rightarrow B:$

$$S = (\vec{V} + \vec{U})_x \cdot t_1$$

$$V \cdot \sin \alpha = U \cdot \cos \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \sin \alpha \cdot \frac{V}{U} =$$

$$= 0,8 \cdot \frac{15}{20} = 0,6$$

$$S = t_1 (V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,8^2} =$$

$$= \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,6^2} =$$

$$= \sqrt{0,64} = 0,8$$

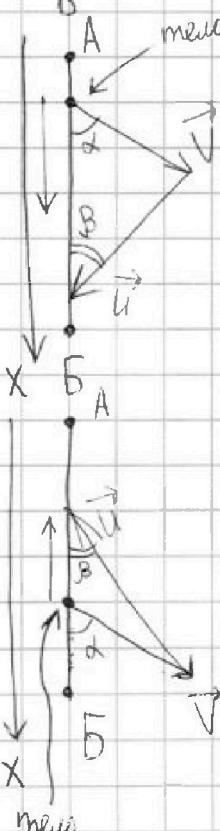
$$t_1 = \frac{S}{V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^3}{15 \cdot 0,6 + 20 \cdot 0,8} = \frac{2 \cdot 10^3}{9 + 16} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^3}{25} = \frac{20 \cdot 10^2}{25} =$$

$$= \frac{4 \cdot 10^2}{5} = \frac{40 \cdot 10}{5} = 800$$

$$T_1 = t_1 = 800$$



$B \rightarrow A:$

$$-S = (\vec{V} + \vec{U})_x \cdot t_2$$

$$(\vec{V} + \vec{U})_x \text{ no m. cos:}$$

$$U^2 = V^2 + (\vec{V} + \vec{U})_x^2 + 2V(\vec{V} + \vec{U})_x \cdot \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$400 = 225 + (\vec{V} + \vec{U})_x^2 + 30 \cdot \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$175 = (\vec{V} + \vec{U})_x^2 + 18(\vec{V} + \vec{U})_x$$

$$X^2 + 18X - 175 = 0$$

$$\text{no m. Время: } X = +25, -75 \text{ м/c} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (\vec{V} + \vec{U})_x = -7 \text{ м/c}$$

$$t_2 = \frac{-S}{(\vec{V} + \vec{U})_x} = \frac{-2 \cdot 10^3}{-7} = \frac{2000}{7} =$$

$$= \frac{2000}{2100 + 100} = 300 - \frac{100}{7} =$$

$$= 300 - \frac{20 + 30}{7} = 280 - \frac{30}{7} = 286 - \frac{2}{7} \approx$$

$$\frac{212}{7} \approx 286 - 0,28 \approx 286 \text{ с}$$

$$\text{Также, } (\vec{V} + \vec{U})_x =$$

$$= \frac{V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta}{\frac{14}{56}} =$$

~~При этом тангенс угла равен единице~~

$$T_{\min} = \frac{S}{V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta} = \frac{S}{V \cdot \cos \alpha - U \cdot \cos \beta} = \frac{S}{V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta + V \cdot \cos \alpha - U \cdot \cos \beta} =$$

$$= \frac{S}{(V \cdot \cos \alpha)^2 - U^2 \cdot (1 - \sin^2 \beta)} = \frac{S}{(V \cdot \cos \alpha)^2 - U^2 \cdot (1 - \sin^2 \beta)} =$$

$$= \frac{S}{(V \cdot \cos \alpha)^2 - U^2 \cdot \sin^2 \alpha - U^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \frac{V^2}{U^2}} = \frac{S}{(V \cdot \cos \alpha)^2 - U^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot (V^2 - V^2) + U^2 \cdot \sin^2 \alpha} =$$

$$= \frac{S}{(V \cdot \cos \alpha)^2 - U^2 \cdot \sin^2 \alpha} = \frac{S}{(V^2 - U^2) \cdot \sin^2 \alpha} = \frac{S}{\sin^2 \alpha \cdot (V^2 - U^2) + U^2 - U^2} =$$

$$= \frac{S}{(V^2 - U^2) \cdot \sin^2 \alpha} = \frac{S}{(V^2 - U^2) \cdot \sin^2 \alpha} = \frac{2US}{V^2 - U^2} \cdot \frac{2US}{1 - \sin^2 \beta} = \frac{2US}{V^2 - U^2} \cdot \frac{2US}{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2US}{(V^2 - U^2) \cdot \sin^2 \alpha} = \frac{2US}{(V^2 - U^2) \cdot \sin^2 \alpha} = \frac{2US}{(V^2 - U^2) \cdot \sin^2 \alpha} =$$

$$\min \text{ при } \sin^2 \alpha = \frac{V^2}{U^2} \max \Rightarrow \sin \alpha \max \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (\alpha = 90^\circ); T_{\min} = \frac{2US}{U^2 - V^2} = \frac{2US}{U^2 - V^2} = \frac{2US}{U^2 - V^2} =$$

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 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!

$$= \frac{2S}{\sqrt{U^2 - V^2}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3}{\sqrt{20^2 - 15^2}} = \frac{4 \cdot 10^3}{\sqrt{5 \cdot 55}} = \frac{4 \cdot 10^3}{\sqrt{175}} = \frac{4 \cdot 10^3}{5\sqrt{7}} =$$

$$= \frac{40 \cdot 10^2}{5\sqrt{7}} = \frac{8 \cdot 10^2}{\sqrt{7}} = \frac{800}{\sqrt{7}}$$

$$T_{min} = \frac{S}{U \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta} + \frac{S}{V \cdot \cos \alpha + V \cdot \cos \beta} = S \cdot \frac{-U \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta + V \cdot \cos \alpha + V \cdot \cos \beta}{U^2 \cdot \cos^2 \beta - V^2 \cdot \cos^2 \alpha} =$$

$$= S \cdot \frac{2U \cos \beta}{U^2(1 - \sin^2 \alpha) - V^2(1 - \sin^2 \alpha)} = \frac{2US \cos \beta}{U^2 - V^2 + V^2 \cdot \sin^2 \alpha - U^2 \cdot \sin^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2US \cos \beta}{U^2 - V^2 + V^2 \cdot \sin^2 \alpha - U^2 \cdot \sin^2 \alpha} = \frac{2US \cos \beta}{U^2 - V^2} = \frac{2US}{U^2 - V^2} \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\min T_{min} \Rightarrow \min \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \frac{U^2}{U^2 - V^2} \Rightarrow \max \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = 90^\circ$$

$$T_{min} = \frac{2US}{U^2 - V^2} \sqrt{1 - \frac{V^2}{U^2}} = \frac{2US}{U^2 - V^2} \cdot \frac{\sqrt{U^2 - V^2}}{U} = \frac{2S}{\sqrt{(U^2 - V^2)^2}} =$$

$$= \frac{2S}{\sqrt{U^2 - V^2}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3}{\sqrt{20^2 - 15^2}} = \frac{4000}{\sqrt{175}} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} \approx \frac{800}{\sqrt{7}} \approx \frac{800}{2,65} =$$

$$= \frac{160}{0,4 + 0,13} = \frac{160}{0,53} = 460 \quad \frac{16}{53} \cdot 10 \cdot 10^2 = \frac{16}{53} \cdot 10^3 = 0,3 \cdot 10^3 = 300^\circ C$$

Ответ:  $U = 20 \text{ В/с}$

$$T_1 = 80^\circ C$$

$$\text{при } \alpha = 90^\circ \quad T_{min} \min$$

$$T_{min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \approx 300^\circ C$$

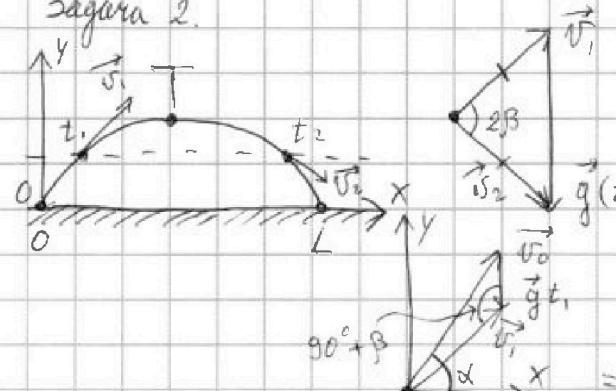
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

Задача 2.



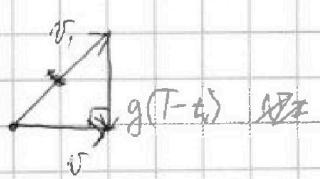
$$\begin{aligned}
 & |v_1| = |v_2| \\
 & \Delta \text{путь} \Rightarrow g(t_2 - t_1) = \sqrt{2} \cdot v_1 \Rightarrow \\
 & \Rightarrow v_1 = g(t_2 - t_1) \\
 & \beta = 45^\circ \quad \sqrt{2} \\
 & v_0^2 = (gt_1)^2 + v_1^2 - 2vg t_1 \cdot \cos(135^\circ) = \\
 & = g^2 t_1^2 + v_1^2 + 2vg t_1 \cdot \cos(45^\circ) = \\
 & = g^2 t_1^2 + v_1^2 + 2vg t_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \\
 & = g^2 t_1^2 + \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{2} + \frac{2g^2(t_2 - t_1)t_1}{2} = \\
 & = g^2 \left( t_1^2 + \frac{(t_2 - t_1)^2}{2} + 2t_1(t_2 - t_1) \right) = g^2 \left( \frac{(t_2 - t_1)^2}{2} + t_1 t_2 \right) = \\
 & = g^2 \left( \frac{t_2^2}{2} - t_1 t_2 + \frac{t_1^2}{2} + t_1 t_2 \right) = g^2 \frac{g^2}{2} (t_1^2 + t_2^2) \Rightarrow v_0 = \frac{g}{\sqrt{2}} \sqrt{t_1^2 + t_2^2} \\
 & \text{также } (v_0)_y = \frac{gt_1}{\sqrt{2}} + gt_1; T = \frac{(v_0)_y}{g} = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} + gt_1 \Rightarrow \frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 =
 \end{aligned}$$

$$= \frac{t_2 + t_1}{2} = 10$$

$$\begin{aligned}
 L &= (v_0)_x \cdot 2T = (t_1 + t_2) \cdot \frac{v_1}{\sqrt{2}} = (t_1 + t_2) \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} = \\
 &= 5 \cdot 2 = 10 \text{ м}
 \end{aligned}$$

Однако можно исключить  $T$  из определения, как движение по окр., тогда:

$$g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{g}; v = g(T - t_1) \Rightarrow 10(1 - 0,5) = 5 \text{ м/с}$$



$$\begin{aligned}
 R &= \frac{g^2(T - t_1)^2}{g} = g \left( \frac{t_2 + t_1}{2} - t_1 \right)^2 = \\
 &= g \left( \frac{t_2 - t_1}{2} \right)^2 = g \frac{(t_2 - t_1)^2}{4} = 10 \cdot \frac{(1,5 - 0,5)^2}{4} =
 \end{aligned}$$

$$= 2,5 \cdot 1^2 = 2,5 \text{ м}$$

Ответ:  $T = 10$   
 $L = 10 \text{ м}$   
 $R = 2,5 \text{ м}$

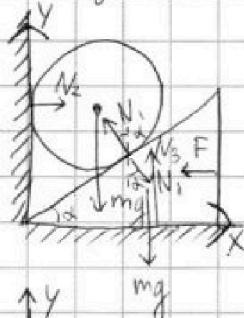
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Задача 3.



Ox для шара:

$$-F + N_1 \sin \alpha = 0 \quad -mg + N_1 \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow N_1 \sin \alpha = F \quad N_1 \cos \alpha = mg$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3}}{mg} = \sqrt{3}$$

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

Примем  $\alpha$ .

~~$$a_1 = a_2$$~~

$$\frac{a_1 = a_2 t^2}{2} = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow a_2 = a_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha =$$

$$= a_1 \cdot \sqrt{3} \Rightarrow a_2 = \frac{a_1^2}{\sqrt{3}}$$

$$N_1 \sin \alpha = ma_1$$

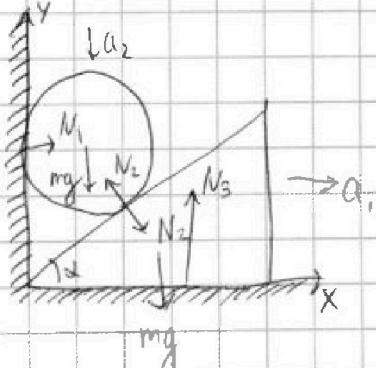
$$-mg + N_1 \cos \alpha = ma_1 \Rightarrow N_1 \cos \alpha = m(g - a_1)$$

$$\frac{N_1 \cos \alpha}{m(g - a_1)} = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow a_1 = \sqrt{3}(g - a_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{a_2}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}(g - a_2) \Rightarrow a_2 = 3(g - a_2) \Rightarrow 4a_2 = 3g \Rightarrow a_2 = \frac{3}{4}g$$

~~to~~ - ~~трансформация~~.  $a_2$  - акселерация шара в ближайшее

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{v_0^2}{2a_2} \\ h &= \frac{v_0^2}{2g} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{\frac{1}{2a_2}}{\frac{1}{2g}} \Rightarrow H = h \cdot \frac{2g}{2a_2} = h \cdot \frac{g}{a_2} = h \cdot \frac{g}{\frac{3}{4}g} = 0,15 \cdot \frac{g}{3} = 0,90 \text{ м}$$



Ox для шара:

$$N_1 - N_2 \sin \alpha = 0 \Rightarrow N_1 = N_2 \sin \alpha \Rightarrow$$

$$N_1 \sin \alpha = N_2 \cos \alpha = m(g - a_2)$$

$$N_1 = \frac{m(g - a_2) \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{m(g - a_2) \sin^2 \alpha}{4 \cos \alpha \sin \alpha} =$$

$$= \frac{mg \cdot \sin^2 \alpha}{4 \cos \alpha} = \frac{mg \cdot \frac{3}{4}}{4 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{mg \cdot \frac{3}{4}}{2} = \frac{3mg}{8}$$

$$= mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$a_2 = \operatorname{tg} \alpha (g - a_2); a_2 = \frac{a_2}{\operatorname{tg} \alpha} \Rightarrow a_2 = \operatorname{tg}^2 \alpha (g - a_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_2 = \operatorname{tg}^2 \alpha g - \operatorname{tg}^2 \alpha a_2 \Rightarrow a_2(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) = \operatorname{tg}^2 \alpha g \Rightarrow a_2 = g \cdot \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

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

$$\begin{aligned}
 N_1 &= \frac{mg \cdot \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \left(1 - \frac{1 + \tan^2 \alpha}{\tan^2 \alpha}\right) \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \cdot \frac{1}{\tan^2 \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha} = \\
 &= mg \cdot \frac{1}{\tan \alpha \cdot \sin^2 \alpha} \\
 N_1 &= \frac{mg \cdot \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \left(1 - \frac{\tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}\right) \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \cdot \frac{1 + \tan^2 \alpha - \tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \alpha} \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = \\
 &= mg \cdot \frac{1}{(1 + \tan^2 \alpha) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha} = mg \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha + \tan^2 \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha} = \\
 &= mg \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha + \tan \alpha \cdot \sin^2 \alpha} \\
 N_1 &= \frac{mg \cdot \alpha}{\cos \alpha} \quad m(g \cdot \alpha) \cdot \tan \alpha = mg \cdot \tan \alpha \left(1 - \frac{\tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}\right) = \\
 &= mg \cdot \tan \alpha \left(\frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}\right) = mg \cdot \frac{\tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha} = mg \cdot \frac{\tan \alpha}{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} = mg \cdot \frac{\tan \alpha}{\frac{1}{\cos^2 \alpha}} = \\
 &= mg \cdot \tan \alpha \cdot \cos^2 \alpha = mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \cos^2 \alpha = mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = mg \cdot \sin(2\alpha) \cdot \frac{1}{2} = \\
 &= \frac{mg}{2} \cdot \sin(2\alpha) \\
 \max N_1 \text{ при } \max \sin(2\alpha); \max \sin - 1, \text{ при } 90^\circ \Rightarrow \sin(2\alpha) = 1 \text{ при} \\
 \underline{\alpha = 45^\circ} \Rightarrow \underline{B} N_{\max} = \frac{mg}{2} \cdot 1 = mg \cdot \frac{1}{2}
 \end{aligned}$$

Ответ:  $\alpha = 60^\circ$

$$H = 20 \text{ см}$$

$$N_1 = mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 10\sqrt{3} \approx 17 \text{ Н}$$

$$\alpha \text{ где } N_{\max} = 45^\circ$$

$$N_{\max} = mg \cdot \frac{1}{2} = 4 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 20 \text{ Н}$$

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



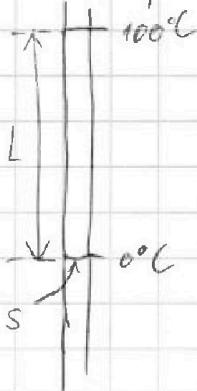
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

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!

Задача 4.

$V(t)$  равнин  $\Rightarrow$  отметка  $100^\circ\text{C}$  для величины отмечки  $0^\circ\text{C}$ .



$$0^\circ\text{C}: \frac{m}{P} = V_0 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_{100}}{P} = \frac{V_0}{V_0 \cdot \beta} \Rightarrow P_{100} = P \cdot \frac{1}{\beta} =$$

$$100^\circ\text{C}: \frac{m}{P_{100}} = V_0 \cdot \beta \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\}$$

$$= \frac{0.8}{1.12} = \frac{80}{112} = \frac{20}{28} = \frac{5}{7} \frac{\text{л}}{\text{мин}^3}$$

$$V(t) = kt + b$$

$$b = V_0$$

$$k = \frac{V_0 \cdot \beta - V_0}{t_{100} - t_0} = \frac{m}{P} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0}$$

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

$$\Delta V = |V(t_2) - V(t_1)| = \left| \frac{m(\beta-1)}{P} \cdot \frac{t_2}{t_{100}-t_0} + \frac{m}{P} - \frac{m(\beta-1)}{P} \cdot \frac{t_1}{t_{100}-t_0} - \frac{m}{P} \right| =$$

$$= \left| \frac{m(\beta-1)}{P} \cdot \frac{1}{t_{100}-t_0} \cdot (t_2 - t_1) \right| = \frac{m(\beta-1)}{P} \cdot \frac{t_1 - t_2}{t_{100}-t_0} = \frac{0.04}{0.8} (1.12-1) \cdot \frac{50-40}{100-0} =$$

$$= 0.05 \cdot 0.12 \cdot 0.1 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0.12 = 0.6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{л}}{\text{мин}^3} = 0.6 \frac{\text{л}}{\text{мин}^3}$$

Следит изображение от  $0^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ , тогда:

$$L \cdot S = V_0 \beta - V_0 = \frac{m}{P} (\beta-1) \Rightarrow S = \frac{m(\beta-1)}{P L} = \frac{0.04(1.12-1)}{0.8 \cdot 10} =$$

$$= \frac{0.04 \cdot 0.12}{8} = \frac{0.01 \cdot 0.12}{2} = \frac{10^{-2} \cdot 0.06}{1} = 0.06 \cdot 10^{-2} = 6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{л}}{\text{мин}^2} = 6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{л}}{\text{мин}^2} =$$

$$= 0.06 \frac{\text{л}}{\text{мин}^2}$$

$$\text{Ответ: } V(t) = \frac{m}{P} (\beta-1) \cdot \frac{t}{t_{100}-t_0} + \frac{m}{P} = 0.06t + 50 \Rightarrow V 6 \frac{\text{л}}{\text{мин}^3}$$

$$\Delta V = 0.6 \frac{\text{л}}{\text{мин}^2}$$

$$S = 0.06 \frac{\text{л}}{\text{мин}^2}$$

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.

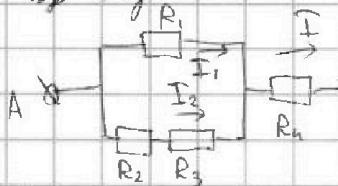


- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

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!

Задача 5.



$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3} = r + \frac{12r(2r+4r)}{12r+2r+4r} = r + \frac{12 \cdot 6r}{12+2+4} = r \left(1 + \frac{7,2}{4,2}\right) = 2r = 10 \Omega$$

$$P = I^2 R_{\text{экв}} = 4^2 \cdot 10 = 160 \text{ BT}$$

$$P_4 = I^2 R_4 = 4^2 \cdot 5 = 80 \text{ BT}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = P - P_4 = 80 \text{ BT} \quad \times$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 = IR_{\text{экв}} \Rightarrow I_1 = I \cdot \frac{R_{\text{экв}} - R_4}{R_1} = 4 \cdot \frac{10 - 5}{5} = \frac{16}{3} \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{2}{3} \text{ A} ; P_1 = I_1^2 R_1 = \left(\frac{16}{3}\right)^2 \cdot 5 = \frac{6400}{9} \text{ BT} = \frac{6200}{3} \text{ BT} = 67 \text{ BT} \quad \times$$

$$P_2 + P_3 = P - P_4 - P_1 = 13 \text{ BT}$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 ; P_3 = I_2^2 R_3 \quad \text{и} \quad R_2 < R_3 \Rightarrow P_2 < P_3 \Rightarrow (P_2 - \min P)$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot 10 = \frac{40}{9} = \frac{36,4}{9} = 4 + \frac{4}{9} \approx 4,44 \text{ BT}$$

$$\text{Ответ: } R_{\text{экв}} = 10 \Omega$$

$$P = 160 \text{ BT}$$

$$2 ; P_2 = 4,4 \text{ BT}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

I-

I-



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 type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$\frac{2 \cdot 20 \cdot 2000}{175} = 0,8 = \frac{8000}{175} \cdot 0,8 = \frac{16000}{35} \cdot 0,8 = \frac{3200}{7} \cdot 0,8 =$$

$$= \frac{320 \cdot 8}{7} = \frac{2560}{7} = \frac{2000 + 560}{7} = \frac{2000}{7} + 80 = 286 \text{ C}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 2,6 \\ \hline 156 \\ + 6,2 \\ \hline 6,76 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 34 \\ \hline 189 \\ + 160 \\ \hline 153 \end{array}$$

Черновик



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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