



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02



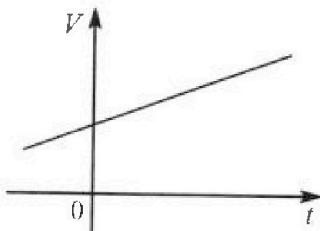
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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

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

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

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

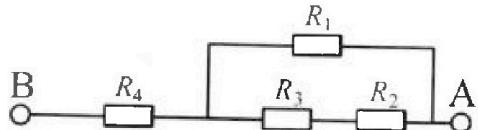


2. Найдите убыль  $|\Delta V|$  объема спирта при уменьшении температуры воды от  $t_1 = 50^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в  $\text{мм}^3$ .
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в  $\text{мм}^2$ .

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  $P_{\text{MIN}}$ .

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

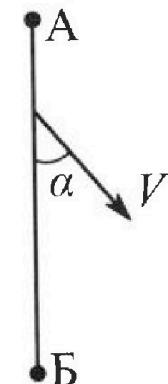
## Вариант 09-02

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.

Х Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

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

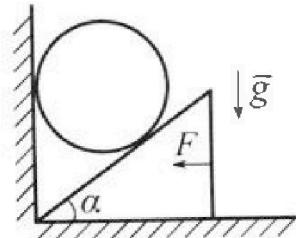


2. Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
3. При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту А → Б → А минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность  $T_{MIN}$  полета по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

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 $^2$ .



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 поскоростью. 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.



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 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!

Дано:

$$T_0 = 200 \text{ с};$$

$$S = 2 \text{ км} = 2000 \text{ м}$$

$$V = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$D_1 = ? \quad T_1 = ?$$

$$3) \Delta A) T_{\min}$$

Решение:

1) При плавании пароходом A-B-A дистанция прямая

путь 2S за время T\_0

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



$$\vec{U}_{\alpha \perp} = \vec{U}_{\text{спр}} + \vec{U}_{\text{всп}}; \quad \text{ACO - земля;} \\ \text{PCO - вспр.}$$

$\vec{U}_\alpha = \vec{U} + \vec{V};$  Скорость  $\vec{U}$  замедляет пароход-лодку на  $\alpha,$  тогда  $\vec{U}_\alpha$  должна направлена по прямой AB

$$\text{По н. косинусов: } U^2 = V^2 + U_\alpha^2 - 2UV \cos \alpha$$

$$U_\alpha^2 - 2UV \cos \alpha U_\alpha + V^2 - U^2 = 0$$

$$D_1 = V^2 \cos^2 \alpha - U^2 + U_\alpha^2 = V^2 \cdot (\cos^2 \alpha - 1) + U^2 = U^2 - U^2 \sin^2 \alpha$$

$$U_\alpha = \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}$$

$$U_\alpha = \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha} \pm \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}$$

$$U_\alpha = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} \pm \sqrt{\left(20 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 - \left(15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{4}{5}\right)^2}$$

$$U_\alpha = -2 \pm j(9 \pm 4.3) \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



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  
2 ИЗ 4

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

$$\sqrt{U_a} = -3 \frac{m}{s} \text{ - не имеет физ. смысла.}$$

$$U_a < 21 \frac{m}{s}$$

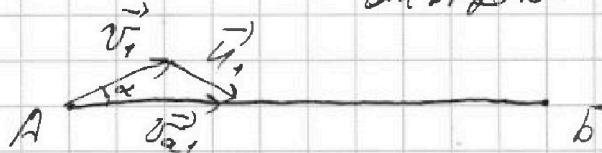
$$U_a = 21 \frac{m}{s}$$

$$T_1 = \frac{s}{U_a}$$

$$T_1 = \frac{2000m}{21 \frac{m}{s}} = 95 \frac{s}{m}$$

3)

от A до B:  $\vec{U}_{a1}$  - скорость падения в A до B



Аналогично пункту 3) решим задачу сложения скоростей

1. условия:  $\vec{U}_{a1}; \vec{U}_1; \vec{U}_r$  - векторы с началами  $B_1; A; B$ .  $\vec{U}$

$$U = U_{a1}^2 + U^2 - 2 U U_{a1} \cos \alpha$$

$$U_{a1}^2 - 2 U \cos \alpha U_{a1} + U^2 - U^2 = 0$$

$$D_1 = U^2 \cos^2 \alpha - U^2 + U^2 = U^2 (\cos^2 \alpha - 1) + U^2 = U^2 - U^2 \sin^2 \alpha$$

$$U_{a1} = U \cos \alpha \pm \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}$$

Н.к. в. в. добавляем интегральное значение, но выходим

наиболее вероятную, то есть первую, остановку „+“

$$U_{a1} = U \cos \alpha + \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}$$

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.

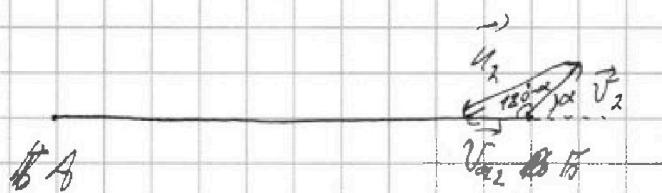


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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!

от боя:  $V_{a_2}$  - скорость полета от боя



Большую задачу слож. супротивн. и т. конусов

$\vec{V}_{a_2}; \vec{U}_2; \vec{V}_1$  - величины подачи  $V_{a_2}, U_2, V$

$$U^2 = V_{a_2}^2 + V^2 - 2 V_{a_2} V \cos(60^\circ - \alpha)$$

$$V_{a_2}^2 + 2 V \cos \alpha V_{a_2} + V^2 - U^2 = 0$$

$$\Delta_r = V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2 = V^2 U^2 - V^2 \sin^2 \alpha$$

$$V_{a_2} = -V \cos \alpha \pm \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

н.к.  $V_{a_2} > 0$ , то выбираем первый знак, +"

$$V_{a_2} = \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \cos \alpha$$

$$T_{min} = \frac{s}{V_{a_1}} + \frac{s}{V_{a_2}}$$

$$\frac{T_{min}}{s} = \frac{1}{V_{a_1}} + \frac{1}{V_{a_2}}$$

$T_{min} \rightarrow$  минимально, когда  $\frac{1}{V_{a_1}} + \frac{1}{V_{a_2}}$  максимален.

то есть.

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  
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!

$$\frac{1}{U_{a_1}} + \frac{1}{U_{a_2}} = \frac{U_{a_2} + U_{a_1}}{U_{a_1} U_{a_2}} = \frac{U \cos \alpha + \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}}{(U \cos \alpha + \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha})(\sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha} - U \cos \alpha)} = \\ = \frac{2 \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha - U^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - U^2}$$

Видно, что выражение минимально при максимальном значении  $\sin^2 \alpha$ . Это значение  $\sin^2 \alpha = 1$ . Тогда  $\sin \alpha = 1; \alpha_{\max} = 90^\circ$

4)  $T_{\min} = \frac{S}{U_{a_1}} + \frac{S}{U_{a_2}} = S \left( \frac{1}{U_{a_1}} + \frac{1}{U_{a_2}} \right)$

$$T_{\min} = S \cdot \frac{2 \sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha_{\max}}}{U^2 - U^2}$$

$$T_{\min} = 2000 \text{ н.} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{(20 \frac{\text{н.}}{\text{с}})^2 - (15 \frac{\text{н.}}{\text{с}})^2} \cdot 1}{(20 \frac{\text{н.}}{\text{с}})^2 - (15 \frac{\text{н.}}{\text{с}})^2} = 2000 \text{ н.} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{175 \frac{\text{н.}^2}{\text{с}^2}}}{175 \frac{\text{н.}^2}{\text{с}^2}} =$$

$$= \frac{4000}{\sqrt{175}} \text{ с} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} \text{ с} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

Ответ: 1)  $U = 20 \frac{\text{н.}}{\text{с}}$ ; 2)  $T_1 = 95 \frac{5}{24} \text{ с}$ ; 3)  $\alpha_{\max} = 90^\circ$ ; 4)  ~~$T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$~~

4)  $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$



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 7СТРАНИЦА  
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:

$$t_1 = 0,5 \text{ с};$$

$$t_2 = 1,5 \text{ с};$$

$$2\beta = 90^\circ;$$

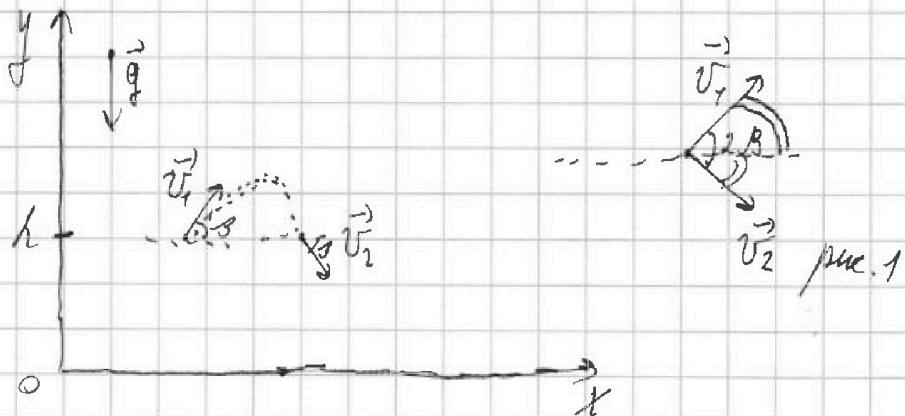
$$\beta = 45^\circ;$$

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

1)  $T$ ; 2)  $L$ 3)  $R$ ?

Решение:

М.р. подъёл спуск мяча в моменты  $t_1$  и  $t_2$ , однажды, но в обратном направлении от в этот момент находился на одинаковой высоте



1) М.р. подъёл мяча в обратном направлении спуск мячей  $V_1$  и  $V_2$  через одинаковый угол с горизонтом, т.к.  $\angle(V_1, V_2) = 2\beta$ ,

то  $V_1$  и  $V_2$  со сп. углами с горизонтом (см. рис. 1)  
он паралл.

Причём, в обратном. зв. время полета  $\sqrt{2}h/g$  между точками и  
он одинак. потому что между з. орбитами и разницей  $\frac{t_2 - t_1}{2}$

$$\text{Но} \quad T = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2} \neq$$

$$T = 0,5 \text{ с} + \frac{1,5 \text{ с} - 0,5 \text{ с}}{2} = 1 \text{ с}.$$



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.

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

$$2) \vec{V}_{0x} = \vec{V}_0 \cos \beta = \text{const} = V_0 \cos \beta$$

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_{0x} + \vec{g}t$$

$$\vec{V}_y = \vec{V}_{0y} - gt$$

$$V_0 \sin \beta = V_{0y} - gt$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \beta + gt$$

$$\Delta \vec{r} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

$$\Delta x = V_{0x} t \quad \Delta x = V_0 x t$$

$$\Delta y = V_{0y} t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{Мн. движ. путь или полет время } T, \text{ а не } t,$$

но ведь путь движется  $2T$

(на обе стороны)

$$L = \Delta x(T_{\text{рак}}) = \Delta x(2T) = 2V_{0x} T$$

$$L = 2V_0 \cos \beta T \quad (+)$$

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t$$

$$\vec{V}_y = \vec{V}_{0y} - gt$$

$$\text{для конв. путь: } 0 = V_0 \sin \beta - g \frac{t_2 - t_1}{2}$$

$$V_0 = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta}. \text{ подставим в (+):}$$

$$L = 2 \cdot V_0 \cdot T = 2 \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta} \cdot \cos \beta \cdot T$$

$$L = g(t_2 - t_1) \cos \beta \cdot T$$



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 6

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

Задача:

для кас.

$$m = 0,9 \text{ кг}$$

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

$$F = \beta mg$$

$$\lambda = 0,15 \text{ м}$$

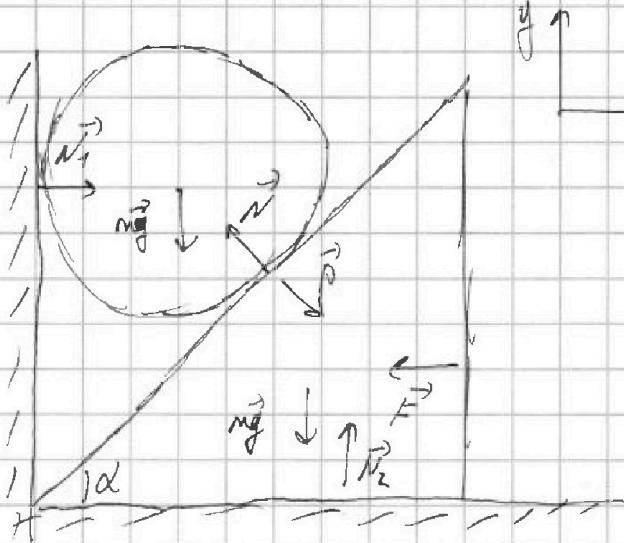
1)  $\alpha$  2)  $F$

3)  $N_1$ ; 4)  $\alpha_{\max}$

5)  $N_{\max}$

Решение:

а)



$$1) \vec{F}_z = m\vec{a} (\text{II}_{z,H})$$

$$\text{две нормы: } \vec{N} + \vec{mg} + \vec{N}_1 = \vec{0}$$

$$\text{на сж: } mg = N \cos \alpha$$

Доказательство:

$$\text{на сж: } \rho \sin \alpha = F$$

$$\rho = N \cos \alpha \text{ (II}_{z,H})$$

$$\begin{cases} N \sin \alpha = F \\ N \cos \alpha = mg \end{cases}; \quad \tan \alpha = \frac{F}{mg}$$

$$\alpha = \arctan \left( \frac{F}{mg} \right)$$

$$\alpha = \arctan \left( \frac{\sqrt{3}mg}{mg} \right) = \arctan (\sqrt{3}) = 60^\circ; \quad \tan \alpha = \sqrt{3}$$

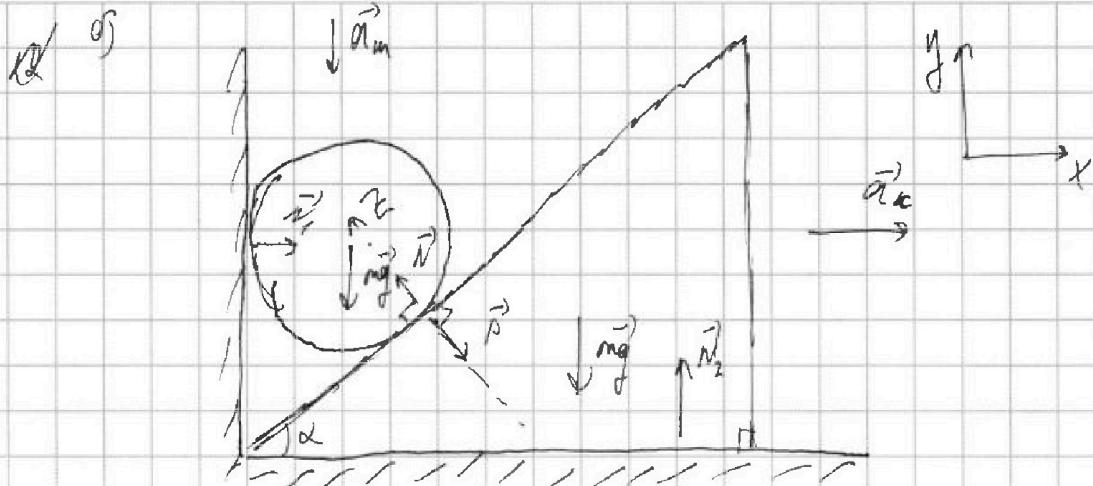


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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  
2 из 6

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



2) В пункте В пункте задачи б) исследующие неизвестные силы суть  $P$ ,  $N$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ , что они имеют модуль, зависящий от силы в пункте а).

$$\text{II з. к. для нормы: } \text{ко сг: } mg - N \cos \alpha = ma_m$$

$$\text{II з. к. для силы нормы: } P \sin \alpha = ma_k$$

$$P = N \text{ (по II з. к.)}$$

$$\begin{aligned} mg - P \sin \alpha &= \frac{ma_k}{\sin \alpha} \\ mg - N \cos \alpha &\equiv \text{силы} \end{aligned}$$

$$mg - ma_k \operatorname{ctg} \alpha = ma_u$$

$$g - g \cdot \alpha_u \operatorname{ctg} \alpha = a_m$$

как.слово „затормаживание силой тяжести“:  $\alpha_{kz} = \alpha_{uz}$

~~$$\alpha_k \sin \alpha = \alpha_m \cos \alpha$$~~

$$\alpha_k = \alpha_m \operatorname{ctg} \alpha$$



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

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

СТРАНИЦА  
3 из 6

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

$$g - a_m \operatorname{ctg}^2 \alpha = a_m$$

$$a_m / (1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha) = g$$

$$a_m = \frac{g}{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha} = \frac{g}{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{10 \frac{4}{c^2}}{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}} = 10 \cdot \frac{3}{4} \frac{4}{c^2} = 7,5 \frac{4}{c^2}$$

$$\Delta a_m = \frac{\sqrt{a_x^2 - \sqrt{a_y^2}}}{2a_m}$$

$$-H = \frac{v_y^2}{2a_m}$$

$$\sqrt{a_y} = \sqrt{2a_m H} \quad v_y^2 = 2a_m H$$

наше  $v_y$  это угол первого квадранта следов нормы  $v_{1y} = -v_y$ .

наше  $v_y$  это следов нормы - земли - кондр.

$$\text{з.с.з. : } \frac{m v_{1y}^2}{2} = mgh$$

$$v_y^2 = 2gh$$

$$2a_m H = 2gh$$

$$H = \frac{2}{a_m} h = \frac{10 \frac{4}{c^2}}{7,5 \frac{4}{c^2}} \cdot 9,75 \text{ м} = 9,24 \text{ м.}$$



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

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 6

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

3) II<sub>3</sub>. К. для шара: на  $\alpha$ :  $N_1 \sin \alpha = N_2$ ,

$$N_1 = \frac{\max}{\sin \alpha} (y_2)$$

$$N_1 = \frac{\max}{\sin \alpha}, \quad a_x = a_m \operatorname{ctg} \alpha (y_2)$$

$$N_1 = m a_m \operatorname{ctg} \alpha; \quad a_m = \sqrt{\frac{q}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} \quad a_m = \frac{q}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} (y_2)$$

$$N_1 = m g \operatorname{ctg} \alpha \cdot \frac{q}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$N_1 = m g \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}}$$

$$N_1 = m g \cdot 10 \frac{4}{C^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}} \approx g \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{4} H = \sqrt{3} H$$

4)

$$N_1 \operatorname{ctg} \alpha \quad N_1 = \frac{m g \operatorname{ctg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$N_1$  максимальна при  $\alpha = \frac{1}{N_1}$  минимальна

$$\frac{1}{N_1} = \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{m g \operatorname{ctg} \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{m g} + \frac{1}{m g \operatorname{ctg} \alpha}$$

$$\frac{1}{N_1} = \frac{1}{m g} \left( \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)$$



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

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
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!

$$\frac{d\left(\frac{1}{N_1}\right)}{d(\operatorname{tg} \alpha)} = \frac{1}{n_2} \cdot \left( 1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \right).$$

Доказано, что  $\sqrt{\frac{1}{n_2}} < \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha}$

$$\frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} > 1$$

Тогда найдем экстремум:

$$\frac{1}{n_2} \cdot \left( 1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \right) = 0$$

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

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = 1$$

$$(\operatorname{tg} \alpha = 1)$$

Доказано, что это экстремум. Далее мы можем

$$\frac{1}{n_2} \left( 1 - \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \right) > 0$$

$$1 > \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \alpha > 1$$

$$\frac{1}{n_2} \left( 1 - \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \right) < 0$$

$$1 < \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\frac{1}{n_2} > \operatorname{tg} \alpha > 1 \quad \operatorname{tg} \alpha < 1 \quad \text{т. м. г.}$$





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  
6 ИЗ 6

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

$$\text{здесь } \operatorname{tg} \alpha_{\min} = t \quad \text{тогда } \operatorname{tg} \alpha_{\max} = 1$$

$$\alpha_{\max}$$

$$\alpha_{\max} = 45^\circ$$

5)

$$N_{\max} = N_1 (\alpha_{\max})$$

$$N_1 = \frac{mg \operatorname{ctg} \alpha_{\min}}{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha_{\max}} = \frac{0,7m \cdot 10 \frac{N}{kg} \cdot 1}{1 + 1} = 2N$$

Одн.: 1)  $\alpha = 60^\circ$ ; 2)  $N = 0,2N$ ; 3)  $N_1 = \sqrt{3}N$  4)  $\alpha = 45^\circ$

5)  $N_{\max} = 2N$ .

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 3

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

Дано:

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

$$t_0 = 0^\circ\text{C};$$

$$t_{100} = 100^\circ\text{C};$$

$$\rho = 990 \text{ кг/м}^3, \gamma = 0.0004$$

$$m = 0.04 \text{ г};$$

$$\beta = 0.12;$$

Решение:

$$\rho = 998 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$t_2 = 90^\circ\text{C}$$

$$\partial V(t), \exists k \partial V / \exists t$$

Решение:

1) ~~Множ.  $V(t)$~~  - линейная зависим., т.к.

$$V = kt + V_0; \quad V_0 - \text{одинак. при } t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$V_0 = \cancel{k}$$

$$V = kt + \frac{m}{\rho}$$

$$\left| \begin{array}{l} V(t_{100}) = \beta \cdot V(t_0) = \cancel{\beta} V_0 = \beta \frac{m}{\rho} \end{array} \right.$$

$$\left| \begin{array}{l} V(t_{100}) = kt_{100} + \frac{m}{\rho} \end{array} \right.$$

$$\left| \begin{array}{l} V(t_0) = kt_0 + \cancel{\frac{m}{\rho}} \end{array} \right.$$

$$\cancel{\beta V_0 = kt_{100} + \frac{m}{\rho}}$$

$$\beta \frac{m}{\rho} = kt_{100} + \frac{m}{\rho}$$

$$kt_{100} = \cancel{\frac{m}{\rho}} (\beta - 1)$$

$$t = \frac{n(\beta - 1)}{\rho t_{100}}$$

$$\text{Итог} \quad V(t) = \frac{n(\beta - 1)}{\rho t_{100}} t + \frac{m}{\rho}$$



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 3

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

$$2) |\Delta U| = |U(t_2) - U(t_1)|$$

$$|\Delta U| = \left| \frac{m(B-1)}{\rho t_{100}} \cdot t_2 + \frac{m}{\rho} - \frac{m(B-1)}{\rho t_{100}} t_1 - \frac{m}{\rho} \right|$$

$$|\Delta U| = \left| \frac{m(B-1)}{\rho t_{100}} (t_2 - t_1) \right|$$

$$|\Delta U| = \left| \frac{0,04 \frac{2}{cm^3} \cdot (912-1)}{0,8 \frac{2}{cm^3} \cdot 100^\circ C} \cdot (40^\circ C - 50^\circ C) \right| =$$

$$= \frac{10 \frac{2}{cm^3}}{100^\circ C} \cdot \frac{0,04 \cdot 912 \frac{2}{cm^3}}{0,8} = \frac{4608 \frac{2}{cm^3}}{8000} \cdot 91 \frac{2}{cm^3} = \frac{6 \frac{2}{cm^3}}{10000} = 0,0006 \frac{2}{cm^3} = \\ = 0,6 \frac{2}{mm^3}$$

3)



$$S = \frac{\Delta U_1}{L} = \frac{U(t_{100}) - U(t_0)}{L}$$

$$S = \frac{\frac{m(B-1)}{\rho t_{100}} \cdot t_{100} + \frac{m}{\rho} - \frac{m(B-1)}{\rho t_{100}} \cdot t_0 - \frac{m}{\rho}}{L}$$

$$S = \frac{\frac{m(B-1)}{\rho} \cdot \left( 1 - \frac{t_0}{t_{100}} \right)}{L} = \frac{0,04 \frac{2}{cm^3} \cdot (912-1)}{98 \frac{2}{cm^3}} \cdot \left( 1 - \frac{0^\circ C}{100^\circ C} \right) =$$



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

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!

$$S = \frac{912 \cdot 901}{100} \cdot 1 \text{ см}^2 = \frac{90012}{2} \text{ см}^2 = 90096 \text{ см}^2 = 9,06 \text{ м}^2$$

Ответ: 1)  $V(t) = \frac{n(B-1)}{n t_{100}} t + \frac{n}{n t_{100}}$ ; 2)  $| \Delta V | = 9,06 \text{ м}^3$

3)  $S = 90096 \text{ см}^2 = 9,06 \text{ м}^2$

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 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:

$$R_1 = 32\Omega;$$

$$R_2 = 2\Omega;$$

$$R_3 = 4\Omega;$$

$$R_4 = R_5 = 1\Omega;$$

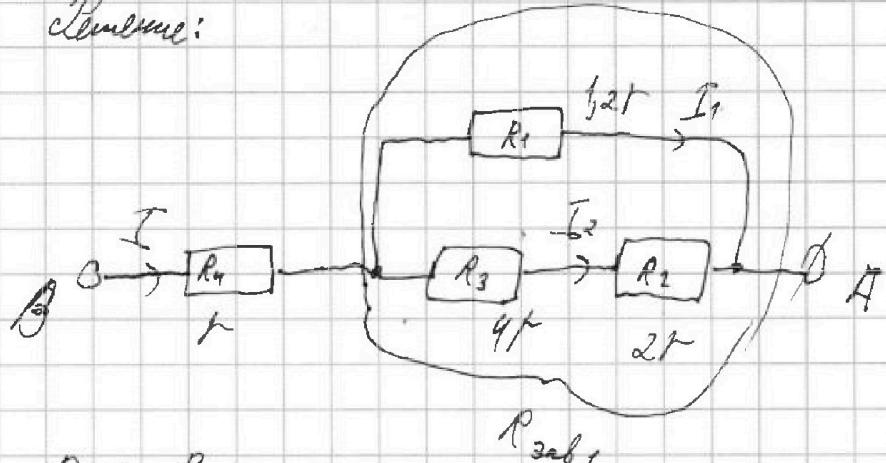
$$I = 8 \text{ Ам}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

$$\Delta R_{3ab} \Delta P$$

$$3) P_{\min}$$

Решение:



$$R_{3ab1} = R_4 + \dots$$

$$1) R_{3ab1} = \frac{R_1(R_3+R_5)}{R_1+R_3+R_5} = \frac{32\Omega \cdot (4\Omega + 2\Omega)}{32\Omega + 4\Omega + 2\Omega} = \frac{32\Omega \cdot 6\Omega}{72\Omega} =$$

$$= \frac{6\Omega}{6} = 1\Omega$$

$$R_{3ab} = R_4 + R_{3ab1} = 1\Omega + 1\Omega = 2\Omega$$

$$R_{3ab} = 2 \cdot 5 \text{ Ам} = 10 \Omega.$$

$$2) \Delta P = \frac{I^2}{R} P = I^2 R_{3ab}$$

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

$$3) I_1 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = I \cdot \frac{32\Omega}{32\Omega + 4\Omega + 2\Omega} = \frac{I}{6}$$

$$I_2 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = I - I_1 = I - \frac{I}{6} = \frac{5}{6} I$$

(I<sub>3</sub>. Кратко)



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!

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \frac{I^2}{36} \cdot 12\Omega = \frac{2I^2}{60} = \frac{I^2}{30}$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{25}{36} I^2 \cdot 2\Omega = \frac{25 I^2}{72}$$

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_3 = \frac{25}{36} I^2 \cdot 4\Omega = \frac{25 I^2}{9}$$

$$P_4 = I^2 R_4 = I^2 r$$

Видно, что  $P_{\min} = P_1 = \frac{I^2 r}{30}$

$$P_{\min} = \frac{(4A)^2 \cdot 5\Omega}{30} = \frac{16}{3} B_m = \frac{8}{3} B_m = 2 \frac{2}{3} B_m$$

Ответ: 1)  $R_{3ab} = 10\Omega$ ; 2)  $P = 160W$ ; 3)  $P_{\min} = 2 \frac{2}{3} B_m$ , рассредоточен  
на 1 разрезце.



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!



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.

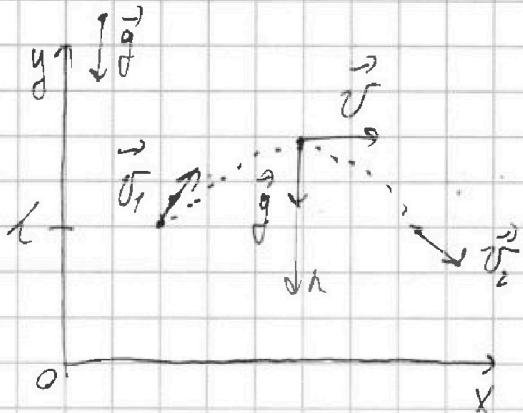
 1 2 3 4 5 6 7

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!

$$C = 10 \frac{4}{c^2} \cdot (1,5c - 0,5c) \cdot C \operatorname{tg} 45^\circ \cdot 1C = 48 \frac{10^4}{c^2} \cdot 1C \cdot 1 \cdot 1C = 10 \text{ м}$$

3)



Рассмотрим нач. движения:  $v_y = 0; v_x = v_1 \cos \alpha = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta} \cdot \cos \alpha = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} \operatorname{tg} \beta.$

$$R_2 = \frac{v^2}{g} \approx \frac{g}{\sin^2 \beta}$$

$$R = \frac{v^2}{g} \text{ и } v = v_x \text{ в нач. момн.}$$

$$R = l = \frac{v_x^2}{g}$$

$$R = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{2^2 g^2} \operatorname{tg}^2 \beta \cdot g$$

$$R = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4} \cdot \operatorname{tg}^2 \beta$$

$$R = \frac{10 \frac{4}{c^2} \cdot (1,5c - 0,5c)^2}{4} \cdot \operatorname{tg}^2 45^\circ = 2,5 \text{ м}$$

Дано: 1)  $T = 1C$  2)  $C = 10 \text{ м}; 3) R = 2,5 \text{ м}$

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



- 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!

8

$$U^2 = U^2 + U_a^2 - 2 \sqrt{U_a} \cos \alpha$$

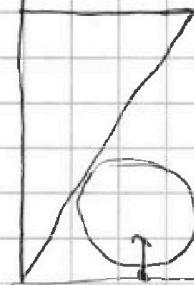
$$U^2 = U^2 + U_a^2 - 2 \sqrt{U_a} \cos \alpha$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha - 1 = -\sin^2 \alpha =$$

900

$$\begin{array}{r} + 15 \\ + 75 \\ + 15 \\ \hline 120 \end{array}$$



$$0,8 = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$

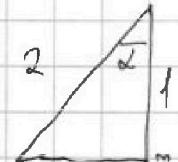
$$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$



$$15 \cdot \frac{3}{5} - \sqrt{900 - 225 \cdot \frac{16}{25}} =$$

$$= 9 - \sqrt{900 - 9 \cdot 16} = 9 - \sqrt{16 \cdot 25 - 9 \cdot 16} =$$

$$20^2 = 4 \cdot 5^2 = 16 \cdot 25$$



$$= 9 - 4\sqrt{9} = 9 - 4 \cdot 3 = -3$$

$$\begin{array}{r} 2000 \\ 189 \\ \hline 110 \\ 105 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$36 \begin{array}{r} 6 \\ | \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 800 \\ 4000 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$U^2 - U^2 \sin^2 \alpha > U^2 \cos^2 \alpha$$

$$U^2 > U^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{\cos^2 \alpha}\right)$$

$$\begin{array}{r} 400 \\ 225 \\ \hline 175 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 7 \\ \hline 175 \end{array}$$

$$T_{min} = \frac{S}{U_{a1}} + \frac{S}{U_{a2}}$$

$$25 \cdot 7$$

$$\frac{T_{min}}{S} = \frac{U_{a2} + U_{a1}}{U_{a1} U_{a2}}$$

$$U = IR$$

$$\begin{array}{r} 72 \\ - 40 \\ \hline 32 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ 5 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{185}{100} = \frac{20}{100} = \frac{2}{10}$$