



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

**Вариант 09-01**

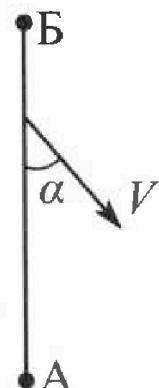


*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту А → Б в безветренную погоду составляет  $T_0=400$  с. Расстояние АБ равно  $S=9,6$  км.

- Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 16$  м/с под углом  $\alpha$  к прямой АБ (см. рис.) таким, что  $\sin \alpha = 0,6$ .



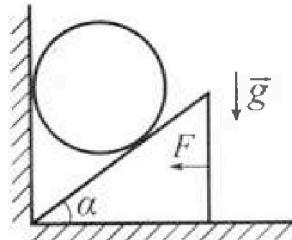
- Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
- При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту А → Б → А максимальная? Движение аппарата прямолинейное.
- Найдите максимальную продолжительность  $T_{MAX}$  полета по маршруту А → Б → А. Движение аппарата прямолинейное.

2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 1$  с и  $t_2 = 2$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол  $2\beta = 60^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

- Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до падения на площадку.
- Найдите максимальную высоту  $H$  полета.
- Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в момент времени  $t_1 = 1$  с.

3. Клин с углом при вершине  $\alpha = 30^\circ$  находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоятся однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m=1$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

- Найдите горизонтальную силу  $F$ , которой систему удерживают в покое.



Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H=0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

- Найдите перемещение  $h$  шара после соударения до первой остановки.
- Найдите ускорение  $a$  клина в процессе разгона.
- При каком значении угла  $\alpha$  ускорение клина максимальное?
- Найдите максимальное ускорение  $a_{MAX}$  клина.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

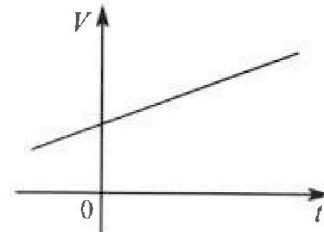
## Вариант 09-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 42^\circ\text{C}$  равно  $L=5$  см. В термометре находится  $m=2$  г ртути.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем ртути в  $\beta = 1,018$  раза больше объема ртути при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Плотность ртути при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  считайте равной  $\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$ . Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

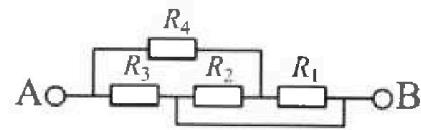


- Следуя предоставленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ ,  $t_0$ ,  $t_{100}$ ,  $t$ .
- Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . 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  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 6 \text{ Ом}$ .

- Найдите эквивалентное сопротивление  $R_{eq}$  цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного напряжения  $U=10$  В.



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



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

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 23

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!

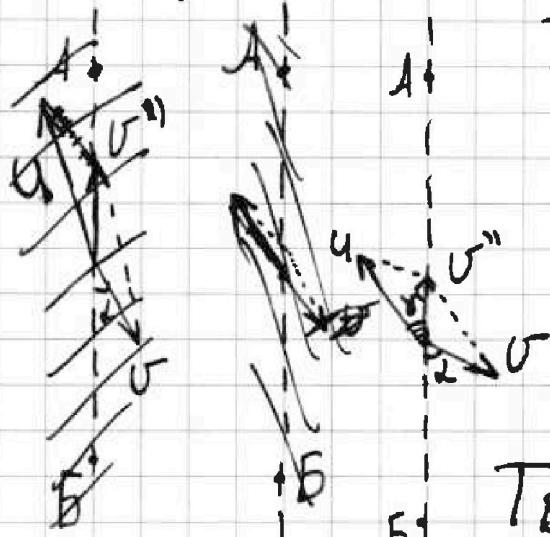
3) Т.к. аппарат движется прямолинейно, берут  
длины векторов его скоростей и сконструируют  
приложенные прямой АБ. Но уже  
рассматривали движение ~~составляющее~~  
~~вектор~~ из пункта А в пункт Б.

Время, которое затратил аппарат на  
этот путь,  $T_{AB} = \frac{S}{U'} = \frac{S}{\sqrt{V^2 - \sin^2 L} + U \sqrt{1 - \frac{V^2 \cdot \sin^2 L}{U^2}}} =$

$$= \frac{S}{\sqrt{V^2 - \sin^2 L} + U \sqrt{1 - \frac{V^2 \cdot \sin^2 L}{U^2}}}$$

+ путь из ~~Б~~ А.  $T_{BA}$  - время пути из ~~Б~~ А.

III.к.  $\vec{U''} \in A B$



$$U \cdot \sin \gamma = V \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \gamma = \frac{V \cdot \sin \alpha}{U}$$

$$U'' = U \cdot \cos \gamma -$$

$$-V \cdot \cos \alpha$$

$$T_{BA} = \frac{S}{U''} = \frac{S}{U \sqrt{1 - \frac{V^2 \cdot \sin^2 \alpha}{U^2}} -$$

$$-V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$



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

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!

$$T_{ABA} = T_{AB} + T_{BA} = \frac{S (2 \cdot 4V^2 - \frac{U^2 \cdot \sin^2 L}{U^2})}{U^2 - U^2 \cdot \sin^2 L - U^2 + U^2 \cdot \sin^2 L} =$$

$T_{ABA}$  - бранч напр.



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

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

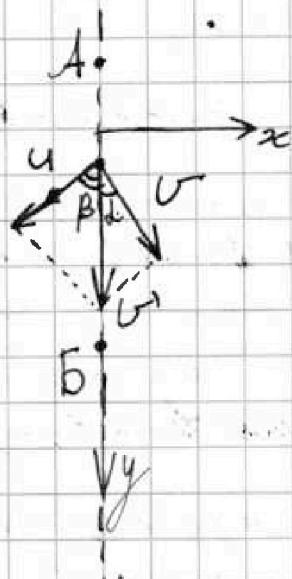
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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!

$$1) U = \frac{S}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{м.к. аэротрам движется со постоянной скоростью и прямолинейно.}$$

Дано:  
 $S = 9,6 \text{ км}$   
 $T_0 = 400 \text{ с}$   
 $U = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $\sin \alpha = 0,6$   
 $U?$   
 $T_1?$   
 $T_{\max}?$   
 $\alpha \rightarrow T_{\max}?$

2) М.к. аэротрам движется прямолинейно, ~~одновременно~~ с той же скоростью векторов его скорости и скорости ветра приложены ~~прямой~~ АБ.



$V'$  - ск-стб с которой движется аэротрам относительно земли.

Введём оси  $x$  и  $y$ . ОУ совп. с прямой АБ, ~~ось~~  $Ox$  лежит в плоскости параллельности земли.

М.к.  $V'$  ~~параллелен~~ прямой АБ,

$$\therefore U \cdot \sin \beta = V \cdot \sin \alpha.$$

$$\sin \beta = \frac{V \cdot \sin \alpha}{U} = \frac{16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,6}{24 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,4$$

$$V' = U \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \beta = U$$

$$= U \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + U \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{1 - 0,36^2} + 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{1 - 0,76^2} =$$

$$= 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,8 + 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{0,84} = \frac{16 \cdot 8}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}} + 24 \cdot 0,92 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{8 \cdot 8}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{24 \cdot 92}{100} \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= \frac{64}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{2208}{100} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx \frac{64 \text{ м}}{5 \text{ с}} + 22 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 12,8 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 22 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 34,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T_1 = \frac{S}{U'} = \frac{9,6 \text{ км}}{34,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 275,8 \text{ с.}$$

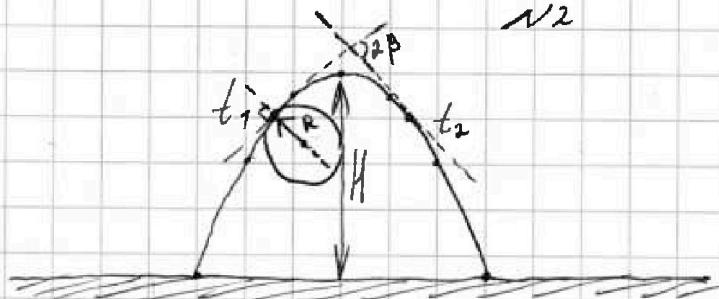


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



N2

Дано:

$$2\beta = 60^\circ$$

$$t_1 = 1c$$

$$t_2 = 2c$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$T - ?$$

$$H - ?$$

$$R - ?$$

М.к. в моменты  $t_1$  и  $t_2$  модуль ск-стн мяча был одинаков, так как в момент  $t_1$  мяч не даетее ~~находясь до вершины~~, а в момент  $t_2$  ~~находясь~~ уже прошел ее. М.к. вектор ск-стн повернулся на  $2\beta$ , ск-стн в моменты  $t_1$  и  $t_2$  сост.

угол  $\beta$  с горизонтом.

в момент времени  $t_1$  мяч даетее траектории

и м.к. модуль ск-стн в м.тв  $t_1$  и  $t_2$  равен,

$$T - t_1 = t_2 - T.$$

У-модуль ск-стн

в моменты  $t_1$  и  $t_2$ .

М.к. в ~~сврхн.~~ м.т. траектории ск-стн ~~н.горизонта~~:

$$(T - t_1) \cdot g = U \cdot \sin \beta$$

$$(t_2 - T) \cdot g = U \cdot \sin \beta$$

$$(t_2 - t_1) g = 2U \cdot \sin \beta$$

$$\beta = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ; \sin \beta = 0,5$$

$$U = \frac{(t_2 - t_1) \cdot g}{2 \sin \beta} = 10 \frac{m}{c}$$



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

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

СТРАНИЦА  
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!

П.к. в верхн. т. ок-см = горизонтальная:

$$U \cdot \sin \beta + g \cdot t_1 = g \tau$$

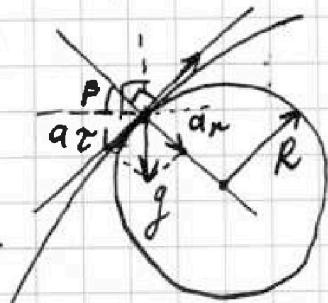
$\tau = \frac{7}{2} T$  в силу симметрии

$$2U \sin \beta + 2g t_1 = g T$$

$$T = \frac{2U \sin \beta}{g} + 2t_1 = 1C + 2C = \underline{\underline{3C}}$$

$$H = \tau \cdot (U \sin \beta + g t_1) = \frac{T}{2} \cdot (U \sin \beta + g t_1) = \\ = 1,5C \cdot (5 \frac{m}{s} + 70 \frac{m}{s}) = 7,5 \cdot 75m = \underline{\underline{22,5m}}$$

Радиус кривизны траектории катёна через нормальное ускорение.



$$a_n = g \cdot \cos(90^\circ - \beta) = g \sin \beta = 5 \frac{m}{s^2}$$

$$a_n = \frac{U^2}{R} \quad \cancel{= \frac{100^2 \frac{m^2}{s^2}}{20m}}$$

$$R = \frac{U^2}{a_n} = \frac{100 \frac{m^2}{s^2}}{5 \frac{m}{s^2}} = \underline{\underline{20m}}$$

← траектория движения тела.

Ответ: 3C; 22,5m; 20m



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

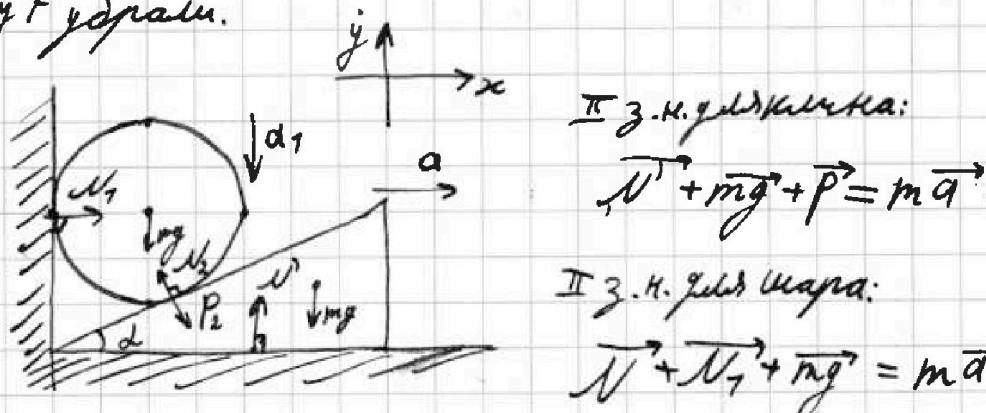
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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!

~~М.к. сила: изначально удерживалась  
потом сила сила  $F_x$ ,  $F=ma \Rightarrow a=\frac{F}{m}=\frac{10}{13} \frac{m}{s^2}$~~

$a_1$  - ускорение с которым шар движется  
до столкновения.

Рассмотрим силы действ. на сист. когда  
силу  $F$  убрали.



$$x: P_2 \cdot \sin \alpha = ma_1$$

~~Из-за  $F \Rightarrow \alpha = 70^\circ$~~

$N_2$  - сила-и спортивн. начин.  
~~или сопротивления~~

$$y: mg = N_2 + ma_1$$

$P_2$  - вес шара ж. начин.

$$P_2 = N_2$$

$$\frac{a_1}{a} = \operatorname{tg} \alpha \text{ - м.к. кон. неожиданн.}$$

Сост. систем. уравнений:

$$\begin{cases} a_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot a \\ N_2 = mg - ma_1 \\ P_2 \cdot \sin \alpha = ma_1 \end{cases}$$

$$a_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot a$$

$$\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{a - a_1}{a}; \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{g - \operatorname{tg} \alpha \cdot a}$$

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

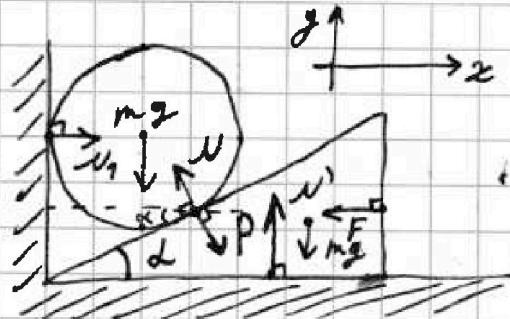


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  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!



Расстановка силы действующие на шар  
и шар.

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

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

$$\mu = 0,8 \text{ м}$$

$$h - ?$$

$$a - ?$$

$$\alpha - ?, a_{\max} - ?$$

$$a_{\max} - ?$$

$$F - ?$$

$N_1$  - сила реакции опоры ск.  
стена действ. на шар.

$N$  - сила р - и опоры ск. Кий действ.  
на шар.

$P$  - вес шара действ. на кий

~~Чтобы мы  $N$  - сила р - и опоры ск.  $\Rightarrow$  нас  $f$ . на  
кии.~~

$$N = P$$

III. к. сис. в плоское:

~~здесь~~

здесь кийка можем записать:

$$x: P \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = F$$

здесь шара можем записать:

$$y: N \cdot \sin(90^\circ - \alpha) = mg$$

Запишем сис. уравнений:

$$\begin{cases} N = P \\ N \cdot \cos \alpha = mg \\ P \cdot \sin \alpha = F \end{cases}$$

$$1. \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{mg}{F} \Rightarrow F = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{10 \cdot 0,5 \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н}$$



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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

~~$$V(t) = V_0 + \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot (t_{700} - t_0)} \cdot (t - t_0)$$~~

$\frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot (t_{700} - t_0)}$  - ~~коэффициент пропорциональности~~ - уравнение прямой на

графике  $V(t)$

$\frac{m}{\rho}$  - ~~коэффициент наклона оси~~ коэффициент наклона оси  $V$  и н.з. прямой  
оси  $V$ .  $\Leftrightarrow$  зависимость  $V(t)$  имеет вид:

$$V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot (t_{700} - t_0)} \cdot t + \frac{m}{\rho}$$

$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot (t_{700} - t_0)} \cdot (t_2 - t_1) =$$

$$= \frac{22 \cdot 0,078}{73,6 \frac{m}{cm^3} \cdot 700^\circ C} \cdot 2^\circ C = \frac{18 \cdot 0,078}{700 \cdot 73,6} cm^3 = \frac{18}{700} cm^3 = 0,026 cm^3$$

Дано:

$$t_1 = 35^\circ C$$

$$t_2 = 42^\circ C$$

$$l = 500$$

$$m = 22$$

$$t_0 = 0^\circ C$$

$$t_{700} = 700^\circ C$$

$$\beta = 0,078$$

$$\rho = 73,6 \frac{m}{cm^3}$$

$$V(t) - ?$$

$$\Delta V - ?$$

$$S - ?$$



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

- 1    2    3    4    5    6    7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!

Нам известно что р = 2 чеки между делениями, L = 5 см.

$$S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{918 \text{ см}^3}{50 \text{ см}} = 36 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$$

Однако:  $V(t) = \frac{m(B-t)}{\rho(t_{700}-t_0)} \cdot t + \frac{m}{\rho}$

$$\Delta V = \frac{m(B-t)}{\rho(t_{700}-t_0)} (t_2 - t_1) = 918 \text{ см}^3$$

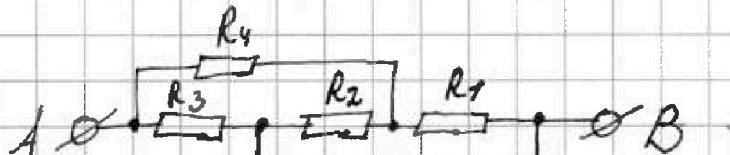
$$S = 36 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$$

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

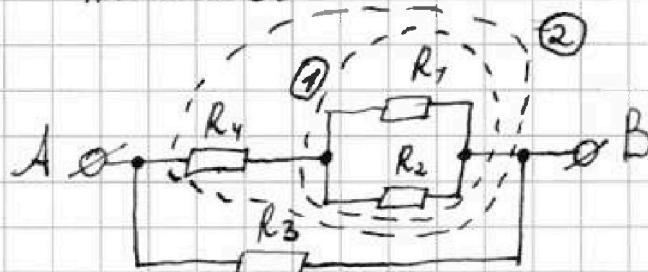
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                                   | 6                        | 7                        |
| <input 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!



Данная схема эквивалентна такой:



Дано:

$$R_1 = 5 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega$$

$$R_4 = 6 \Omega$$

$$U = 70 V$$

$$R_{\text{экв}} = ?$$

$$P = ?$$

$$P_{\min} = ?$$

Найдём сначала сопротивление участка ①, ②.

М.к. на укр. 1 зп-ра соединены ||,

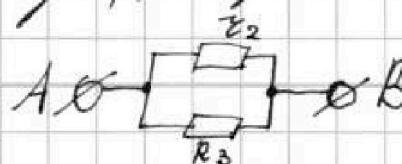
$$r_1 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \Omega}{25} = 4 \Omega.$$

\* Участок 2. Его экв. сопротивление = сумма  $r_1 + R_4$  м.к. 2 участок состоит

из последовательно соединённых резистора сопротивлением  $R_4$  и укр. 1.  $r_2$  - экв. сопротивление 2-го участка.

$$r_2 = R_4 + r_1 = 70 \Omega$$

Таким образом, <sup>нагрузки</sup> получим эквивалентную схему:



$$\text{Её сопротивление} = R_{\text{экв.}} = \frac{R_3 \cdot r_2}{R_3 + r_2} = \underline{\underline{5 \Omega}}$$



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

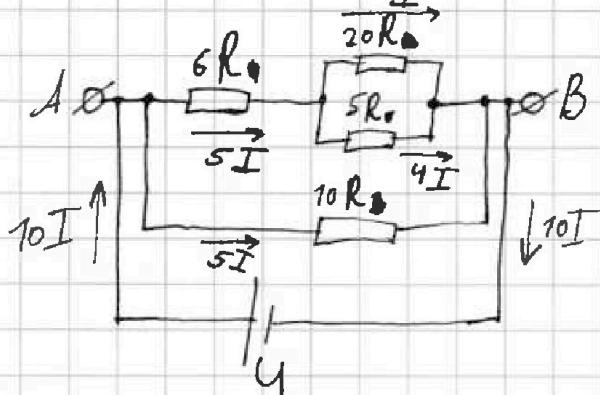
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

$$R = 10 \Omega$$

$$R_1 = 5R$$

$$R_2 = 20R; R_3 = 10R; R_4 = 6R$$



Расставим токи...

$$10I = \frac{U}{R_{\text{экв}}} \Rightarrow I = \frac{U}{10R_{\text{экв}}} = 0,2A$$

Мощность рассеиваемая  
располагается на всей цепи,  $P =$

$$= \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{(10V)^2}{50\Omega} = 20W$$

\* Вычтем мощность на каждой из резисторов.

$P_1$  - мощность выд. на р-ре сопр.  $R_1$

$P_2$  - мощность выд. на р-ре сопр.  $R_2$

$P_3$  - мощность выд. на р-ре сопр.  $R_3$

$P_4$  - мощность выд. на р-ре сопр.  $R_4$

$$P_1 = 20R \cdot I^2$$

$$P_1 = 5R (4I)^2 = 16 \cdot 5 I^2 R = 80 I^2 \cdot R$$

$$P_2 = 10R (5I)^2 = 10 \cdot 25 I^2 R = 250 I^2 \cdot R$$

$$P_3 = 6R (5I)^2 = 6 \cdot 25 I^2 R = 150 I^2 \cdot R$$

$$P_1 < P_2 < P_4 < P_3 \Rightarrow P_1 = P_{\min} = 20R \cdot I^2 = 20 \Omega \cdot (0,2A)^2 = 20 \cdot 4 \cdot 10^{-2} W = 0,8 W$$



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!

$$a = \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg}^2 L + 1} \cdot g = \frac{\frac{1}{\sqrt{3}}}{\frac{1}{3} + 1} \cdot g = \frac{4 \cdot 3g}{\sqrt{3} \cdot 4} = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot g = 2,5\sqrt{3} \frac{m}{s^2}$$

$\operatorname{tg} L = \frac{\sin L}{\cos L} \Rightarrow$  при увеличении  $L$   $\operatorname{tg} L$  возрастает.

~~1~~ ~~2~~.  $a = \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg}^2 L + 1} \cdot g$  Числитель этой дроби

возрастает с  $L$ , а знаменатель  $\operatorname{tg}^2 L$  уменьшается с  $L$ ,  
значит значение дроби возрастает  
при  $\operatorname{tg} L$  уменьшении  $L$ .

~~Угол возрастает~~

~~$\operatorname{tg} L - \operatorname{tg} 45^\circ$  уменьшается~~

Числитель этой дроби возрастает  
-  $\operatorname{tg} L$ , а знаменатель -  $\operatorname{tg}^2 L \Rightarrow$  макс зн. а  
будет получено при  $\operatorname{tg} L = 1$ . т.к.  $\operatorname{tg} L = 1, L = 45^\circ$

$$a_{\max} = \frac{1}{1+1} \cdot g = 5 \frac{m}{s^2}$$



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

- 1  2  3  4  5  6  7

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.



СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$\begin{array}{r}
 96000 \\
 -696 \\
 \hline
 2640 \\
 -2436 \\
 \hline
 -20401 \\
 -72401 \\
 \hline
 31200 \\
 348 \\
 \times 3 \\
 \hline
 7044
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 348 \\ \times 78 \\ \hline 2758 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2088 \\ - 398 \\ \hline 1240 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 2088 \\
 + 348 \\
 \hline
 2436
 \end{array}$$

504

0.97

0.92

$$\begin{array}{r} \overset{9}{x} \\ \times \overset{9}{x} \\ \hline 81 \\ + 81 \\ \hline 729 \end{array}$$

0,818

$$\begin{array}{r}
 & 92 \\
 & \hline
 + & 784 \\
 \hline
 & 828
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l}
 96000 & 3648 \\
 \hline
 70 & \\
 \hline
 266 & 23 \\
 \hline
 270 & \\
 \hline
 500 &
 \end{array}$$

~~96000~~ 378  
~~626~~ 212  
~~640~~  
~~348~~  
~~39760~~

$$\begin{array}{r}
 29600 \\
 -70 \\
 \hline
 260 \\
 -2505 \\
 \hline
 150
 \end{array}
 \quad | \quad \begin{array}{r}
 359 \\
 207
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 & \times 92 \\
 184 & \hline
 368 \\
 184 & \hline
 2208
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}(\sin)' &= \cosh \\ (\cosh)' &= -\sinh\end{aligned}$$

$$\frac{t^2}{2} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) - (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)' \operatorname{tg} \alpha}{30} =$$

$$2 \quad (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)^2 - 288,0428 \dots$$

$\frac{20}{19}$   
 $\frac{60}{60}$

$$\frac{tg}{g} \alpha \cdot g - \frac{tg^2}{g} \alpha \cdot q = 0$$

$$tg \alpha \cdot g = a(tg^2 \alpha + 1)$$

$$a = \frac{tg \alpha - g}{tg^2 \alpha + 1} \cdot g$$