



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02



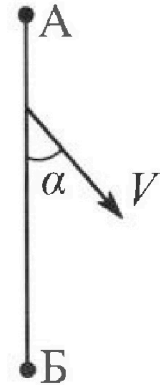
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=2$  км.

1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

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

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



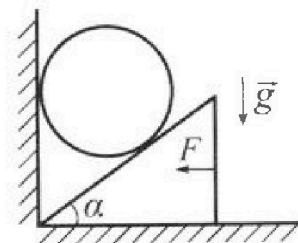
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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 покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m=0,4$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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

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



Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H$  шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно  $h=0,15$  м.

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



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

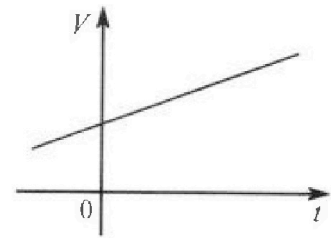


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

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

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



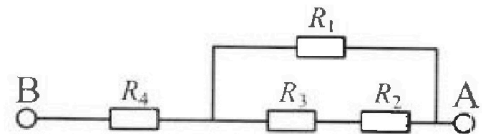
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

- 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 мм<sup>3</sup>.
- Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

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

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

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока  $I = 4$  А.



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



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

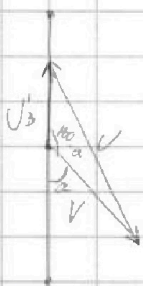
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow T_1 = \frac{S}{U_3} = \frac{2000}{25} = 80 \text{ с}$$

Рассмотрим когда  $B \rightarrow A \Rightarrow v$  там есть

Вектор скор.  $U_3'$  направлен  $B \rightarrow A$  и  $v$  тоже там  $AB$

$$\Rightarrow \text{так же } \vec{U}_3' = \vec{V} + \vec{U}$$



$$\text{по т. косинусов } U^2 = U_3'^2 + V^2 - 2VU_3' \cos(180 - \alpha)$$

$$= U_3'^2 + V^2 + 2VU_3' \cos \alpha = U_3'^2 + V^2 + 2VU_3' \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$U_3'^2 + 2V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} U_3' + V^2 - U^2 = 0$$

$$D = 4V^2 - 4V^2 \sin^2 \alpha - 4V^2 + 4U^2 = 4U^2 - 4V^2 \sin^2 \alpha$$

$$U_3' = U_{31} = \frac{-2V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sqrt{4U^2 - 4V^2 \sin^2 \alpha}}{2} = \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

$$= \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}, \text{ так } U_3' > 0 \Rightarrow U_{32} = \frac{U + V}{2} < 0$$

$$\text{так } U > 0 \Rightarrow U_{32} = \emptyset$$

$$\text{так } \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} > V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}, \text{ так } U^2 - V^2 \sin^2 \alpha > V^2 - V^2 \sin^2 \alpha$$

$\Rightarrow U_3$  имеет одно значение

$$U_3 = U_{32} = \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}, \text{ так } U_{31} < 0 \Rightarrow U_{31} = \emptyset$$

Первично мы не знаем, что  $\sin^2 \alpha = 0,8$

пусть  $T_2$  - продолжительность полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$

$$\text{так же время } \Rightarrow T_2 = \frac{S}{U_3} + \frac{S}{U_3'} = S \left( \frac{1}{U_3} + \frac{1}{U_3'} \right)$$



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!

$$T_2 = S \sqrt{\frac{1}{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}} + \frac{1}{-\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}} =$$
$$= S \frac{2 \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha - V^2 + V^2 \sin^2 \alpha} = \frac{2S \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - V^2}$$

чем больше  $\sin^2 \alpha$  - тем меньше  $T_2$ , но мы  $\sin^2 \alpha \leq 1$

$$\Rightarrow T_2 \geq \frac{2S \sqrt{U^2 - V^2}}{U^2 - V^2}, \text{ так как } T_2 = \frac{2S \sqrt{U^2 - V^2}}{U^2 - V^2} \text{ при } \sin^2 \alpha = 1$$

или при  $\alpha = 90^\circ \Rightarrow T_2 \text{ min при } \alpha = 90^\circ$

$$T_{\text{min}} = T_{2 \text{ min}} = \frac{2S \sqrt{U^2 - V^2}}{U^2 - V^2} = \frac{800}{17} \text{ с}$$

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

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!

$V_0$  - объем воздуха при  $t_0$ ;  $V_{100}$  - при  $t_{100}$

Встр.  $V(t)$  - зависимость  $V = k t + b$ ;

$$V_0 = k t_0 + b, \quad V_{100} = k t_{100} + b$$

$$\beta V_0 = k t_{100} + b \Rightarrow V_0(\beta - 1) = k(t_{100} - t_0)$$

$$V_0 = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \frac{m}{\rho}(\beta - 1) = k(t_{100} - t_0)$$

$$k = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \Rightarrow \frac{m}{\rho} = \frac{m(\beta - 1)t_0}{\rho(t_{100} - t_0)}, \quad b$$

$$\Rightarrow b = \frac{m}{\rho} \left( 1 - \frac{(\beta - 1)t_0}{t_{100} - t_0} \right) = \frac{m}{\rho} \frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0}$$

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

$$\Delta V = V_{50} - V_{40} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho} \frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0}$$

$$= \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t_2 + \frac{m(t_{100} - \beta t_0)}{\rho(t_{100} - t_0)} - \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} (t_1 - t_2) =$$

$$= \frac{0,04 \cdot (1,12 - 1)}{0,8 \cdot (100 - 0)} (50 - 40) = 0,0006 \text{ м}^3 = 0,6 \text{ см}^3$$

Найдем  $\Delta V' = V_{100} - V_0$  - ~~разность~~ разность объема воздуха между

$$\text{тем. } 0^\circ\text{C и } 100^\circ\text{C. } \Delta V' = k t_{100} + b - k t_0 - b = k(t_{100} - t_0) =$$

$$= \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} (t_{100} - t_0) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho} = \frac{0,04 \cdot (1,12 - 1)}{0,8} = 0,006 \text{ м}^3 =$$

$$6 \text{ см}^3 \Rightarrow \Delta V' = S L \Rightarrow S = \frac{\Delta V'}{L} = \frac{6}{100} = 0,06 \text{ см}^2$$

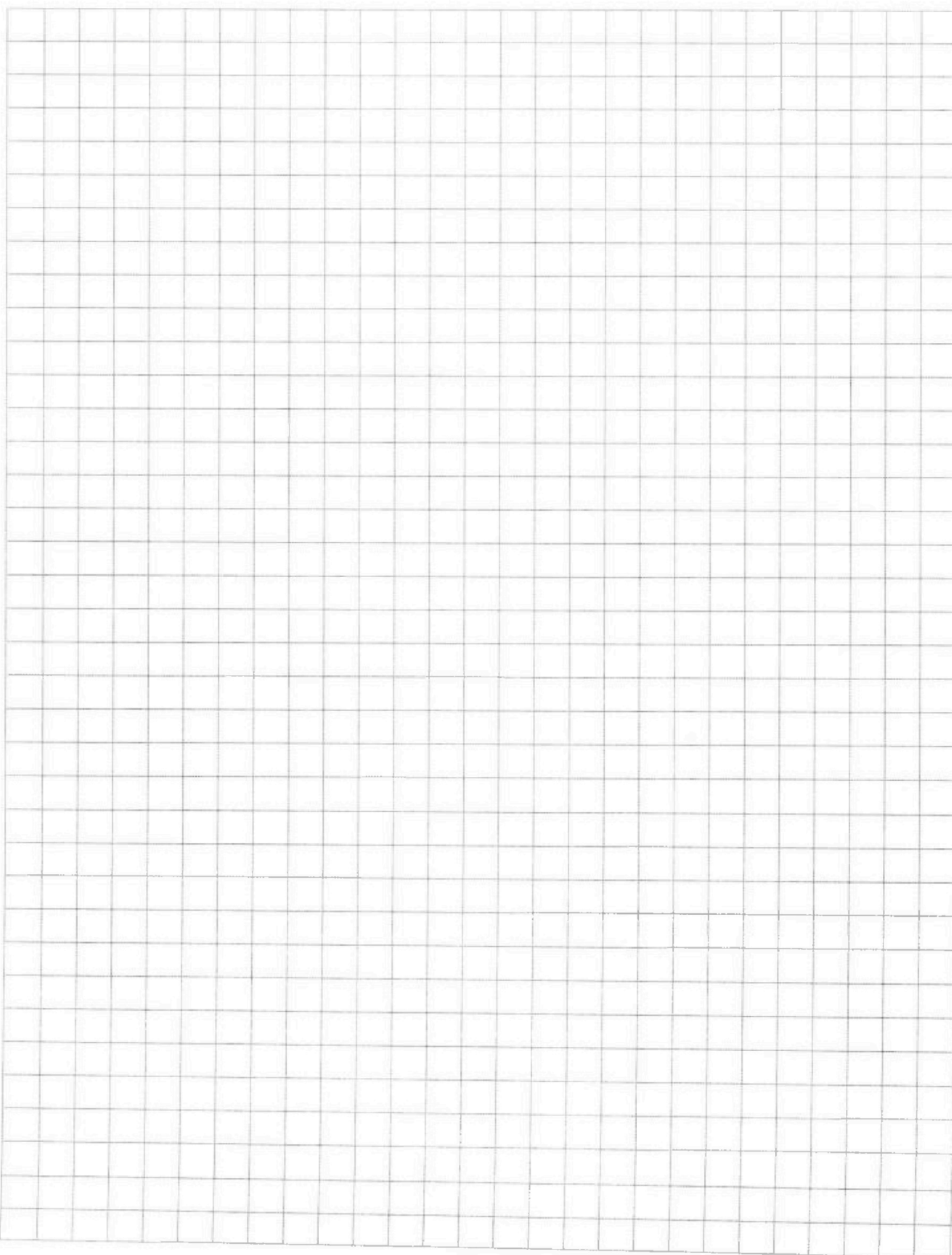


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



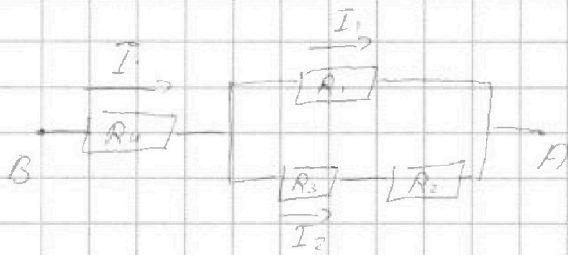


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3} = 1 + \frac{1,2 \cdot (2+4)}{1,2+2+4} = 1,7 \text{ кОм}$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{17}{1,7} = 10 \text{ А}$$

$$P_{AB} = I_{AB} \cdot U_{AB}; \quad U_{AB} = I_{AB} R_{\text{экв}} \Rightarrow P_{AB} = P_{AB} = I_{AB}^2 R_{\text{экв}}$$

$$P_{AB} = I^2 R_{\text{экв}} = 160 \text{ Вт}$$

$$I_1 R_1 = I_2 (R_2 + R_3); \quad I_1 + I_2 = I \Rightarrow I_2 = I - I_1$$

$$I_1 R_1 = I (R_2 + R_3) - I_1 (R_2 + R_3) \quad I_1 = I \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{5}{6} I$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{I}{6}$$

$$P_4 = I^2 R_4 = 80 \text{ Вт} \quad P_1 = I_1^2 R_1 = \left(\frac{5}{6} I\right)^2 \cdot 1,2 \text{ кОм} = \frac{400}{6} \text{ Вт} = 66,7 \text{ Вт}$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = \left(\frac{I}{6}\right)^2 \cdot 2 \text{ кОм} = \frac{40}{9} \text{ Вт} = 4,44 \text{ Вт}$$

$$P_3 = I_2^2 R_3 = \left(\frac{I}{6}\right)^2 \cdot 4 \text{ кОм} = \frac{80}{9} \text{ Вт} = 8,89 \text{ Вт} \Rightarrow P_2 < P_3 < P_1 < P_4$$

$$\Rightarrow P_{\text{min}} = P_2 = 4,44 \text{ Вт}, \text{ на } R_2$$



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!

15  
6

9 -

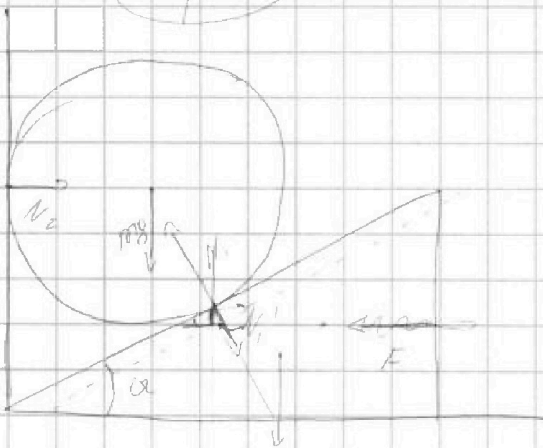
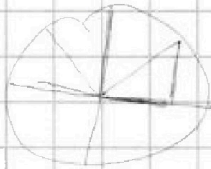
4  
15  
8  
12

~~800~~  
~~87~~  
400  
144  
256  
32  
32

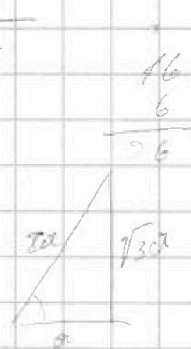
3  
16  
16  
36  
16  
256

1  
1,2  
6  
22

40  $\frac{6}{2,2}$



400  
225  
175



1  
1,2

$\frac{6}{6}$   
 $\frac{6}{5}$

$$\alpha = \frac{16}{21,8}$$

15 | 75

15  
75

3

$$V = kt + b$$

0,05

$$V_0 = k t_0 + b$$

0,4

5 - 22

$$\beta V_0 = k t_{00} + b$$

0,12  
0,05

0,5

$$V_0(\beta - 1) = k(t_{00} - t_0)$$

0,0060  
0,0005

0,5





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!

Т<sub>AB</sub> - продолжительность полета самолета

в направлении от А до В. ⇒ т. маршрут

туда и обратно ⇒ T<sub>AB</sub> =  $\frac{L_0}{v}$  = 100с

⇒ т.к. U - порт U =  $\frac{S}{T_{AB}} = 20 \frac{м}{с} = \frac{20000}{100}$

Т.к. самолет движ. со скоростью  $\vec{U}$  относительно воздуха,

а воздух со скоростью  $\vec{V}$  относительно земли, то

скор. самолета относительно земли ( $U_3$ )  $\vec{U}_3 = \vec{U} + \vec{V}$

Т.к. самолет движется по маршруту A → B ⇒

вектор  $U_3$  направлен вдоль маршрута AB

по т. косинусов.  $U^2 = V^2 + U_3^2 - 2U_3V \cos \alpha$

$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$

$U_3^2 - 2V\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} U_3 + V^2 - U^2 = 0$

$D = 4V^2 - 4V^2 \sin^2 \alpha - 4V^2 + 4U^2 = 4U^2 - 4V^2 \sin^2 \alpha$

$U_{31} = \frac{2V\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} - \sqrt{4U^2 - 4V^2 \sin^2 \alpha}}{2} = V\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} - \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$

$= 15 \cdot \sqrt{1 - 0,8^2} - \sqrt{20^2 - 15^2 \cdot 0,8^2} = -7 \frac{м}{с}$

$U_{32} = \frac{2V\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sqrt{4U^2 - 4V^2 \sin^2 \alpha}}{2} = V\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$

$= 15 \cdot \sqrt{1 - 0,8^2} + \sqrt{20^2 - 15^2 \cdot 0,8^2} = 25 \frac{м}{с}$ , т.к. маршрут

A → B ⇒  $U_3 > 0 \Rightarrow U_3 = 25 \frac{м}{с}$

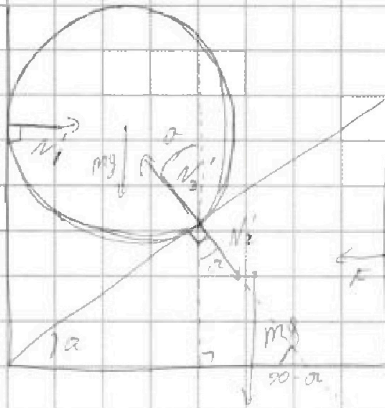


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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!



$N_2$  - сила реакции шара на клин (она перпенд. к поверхности, ит.д.)

сила реакции шара  $N_2$  - сила реакции шара шара о клин, ит.д. в шаре

шар неподвижен  $\Rightarrow$  векторная сумма сил  $= 0$  (закон Ньютона)

проекция углов между  $N_2$  и  $mg$   $= \alpha$  (счит. уг. на рис.)

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

Затем сум. сил, действ. на клин по горизонтальной:  $F - N_2 \sin \alpha =$

$$= 0 \Rightarrow N_2 \sin \alpha = F \Rightarrow mg \tan \alpha = F \Rightarrow \tan \alpha = \frac{F}{mg} \Rightarrow$$

$$\alpha = \arctan \frac{F}{mg} = 60^\circ$$

Когда угол  $F$   $N_1$  и  $N_2$  - вертикаль по  $N_1$  и  $N_2$ ,

нет, нет, по клину. без разгона клин по поверхности.

шаров, на шар действует сила по  $F$  по клину шаров

шар и клин и шар и клин и шар и клин и шар и клин и шар и клин

углы не углы  $\Rightarrow$  все силы равны

по горизонт. по клин. действует шаровой  $N_2 \sin \alpha$

$$\Rightarrow a_k = \frac{N_2 \sin \alpha}{m}$$



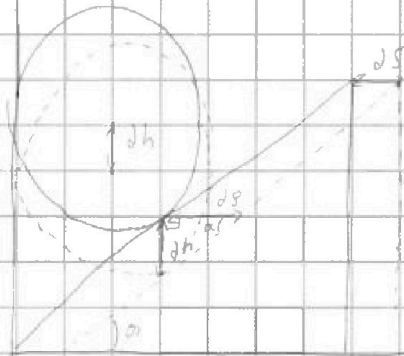
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!

Рассмотрим шарик массой  $m$  на наклонной плоскости под углом  $\alpha$  к горизонту.



$\Rightarrow$  шар движется по

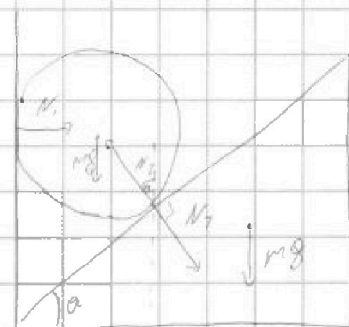
$$h = s \operatorname{tg} \alpha \quad \text{выз}$$

$\Rightarrow$  для любого смещения  $s$

или шар движется по

$$h = \operatorname{tg} \alpha \cdot s \quad \text{выз} \quad \text{по углам} \quad \Rightarrow \quad a_m = \operatorname{tg} \alpha \cdot a_k, \quad \text{выз}$$

$$h = \frac{a_m t^2}{2} \quad s = \frac{a_k t^2}{2} \quad \frac{a_m t^2}{2} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{a_k t^2}{2}$$



Но шар по закону сохранения энергии

$$a - N_2 \cos \alpha \Rightarrow a_m = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m} =$$

$$g - \frac{N_2 \cos \alpha}{m}$$

$$g - \frac{N_2 \cos \alpha}{m} = \operatorname{tg} \alpha \frac{N_2 \sin \alpha}{m}$$

$$N_2 \left( \frac{\operatorname{tg} \alpha \sin \alpha + \cos \alpha}{m} \right) = g \Rightarrow N_2 = \frac{mg}{\operatorname{tg} \alpha \sin \alpha + \cos \alpha}$$

$$a_k = g \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \quad a_m = g \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha} = g \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3} + 1} = g \frac{3}{3+1}$$

$$= 0,75g \quad \Rightarrow H = \frac{\sum v_k^2 \cdot a}{2a_m} \Rightarrow \sum v_k^2 = 2Ha_m \Rightarrow \text{получ}$$

углом шар будет двигаться по поверхности, а именно в направлении с ускорением  $g$ .

$$h = \frac{\sum v_k^2 \cdot a}{2g} = \frac{2Ha_m}{2g} = 14 \cdot 0,75 \Rightarrow H = \frac{h}{0,75} = 0,2 \text{ м}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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

Min по горизонтали шар не движ  $\Rightarrow N_1 = N_2 \cdot \sin \alpha$

min по горизонтали на шар призмы масса это 2 см.

$$N_1 = \frac{mg \sin \alpha}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha + \cos \alpha} = \frac{mg}{\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}} = \frac{mg}{\sqrt{3} + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{4} mg = \sqrt{3} H.$$

Условие  $N$  - max когда  $\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = \min$ ;

$$\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \geq 2 \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \operatorname{tg} \alpha} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \geq 2$$

$$\Rightarrow \min(\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}) = 2 \quad \text{это при } \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \Rightarrow$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$N_{\max} = \frac{mg}{2} = 2H$$

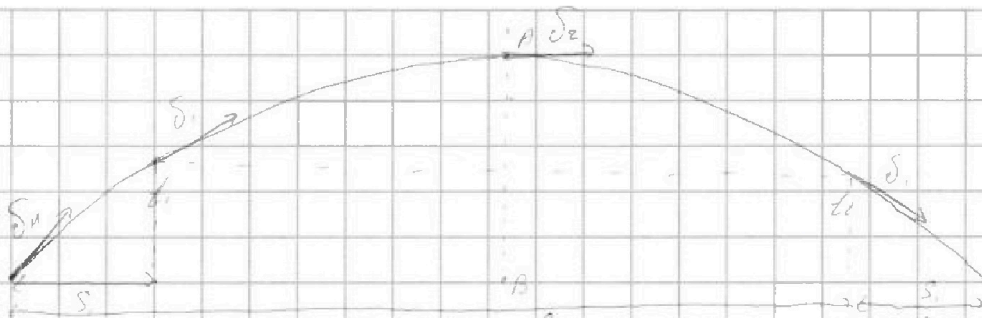


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

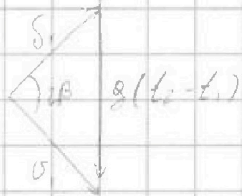
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!



Мн. скорость  $v_0 \Rightarrow$  в нач. в.р.  $t_1$  и  $t_2$  он был по  $v_0$  высоте  $h$  и  $h_2$  соответственно.  $v_0$  и вертикальная - величина  $h$  и  $h_2$ .

построим векторы  $v$  по скорости  $v_0$  и высоте  $h \Rightarrow$



т.к.  $\angle \beta = 90^\circ \Rightarrow$  по т. Пифагора  $2v_1^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$   
 $\Rightarrow v_1 = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}}$

Проекция скорости  $v_0$  по высоте  $h$  и  $h_2$  соответственно  $v_1$  и  $v_2$ .

по закону сохранения энергии  $\Rightarrow$  т.к.  $g$  действует только по

верт. проекция скор.  $\Rightarrow v_2 = v_0 \cos \alpha \Rightarrow t_1 = \frac{v_1}{g}; t_2 = \frac{v_2}{g}$

$\Rightarrow \frac{h}{g} = \frac{v_1 + v_2}{g} = t_1 + t_2 \Rightarrow$   $v_1$  и  $v_2$  связаны по разн.

$\frac{h}{g}$  по горизонт. от нач. точки  $\Rightarrow T = \frac{h}{2v_1} = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1$

$v_1$  и  $v_2$  в нач. проекция скор.  $\Rightarrow v_1$  в нач. и  $v_2$  в нач.

$v_2$  в нач. и  $v_1$  в нач.  $v_1$   $\Rightarrow$  по  $v_2$   $g(T - t_1) \Rightarrow$  по

т. Пифагора  $v_2^2 = v_1^2 - g^2(T - t_1)^2 = g^2\left(\frac{(t_2 - t_1)^2}{2} - (T - t_1)^2\right)$

$\Rightarrow L = (t_1 + t_2)g_0 = 8\sqrt{\frac{(t_2 - t_1)^2}{2} - (T - t_1)^2} (t_1 + t_2) = 10$



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!

В · R можно считать, что центр сферы по окружности,

т.к. это сфера горизонтально  $\Rightarrow$  на высоте и центром сферы.

- Вертикально  $\Rightarrow$  центром сферы  $= g = a_0$

$$a_0 = \frac{g^2}{R} \Rightarrow g = \frac{g^2}{R} \Rightarrow R = \frac{g^2}{g} = \frac{g^2 \left( \frac{(11-1)^2}{2} - (11-1)^2 \right)}{g}$$

$$= g \left( \frac{(11-1)^2}{2} - (11-1)^2 \right) = 2,5 \text{ м}$$