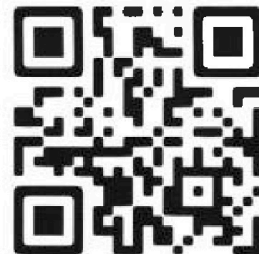


Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

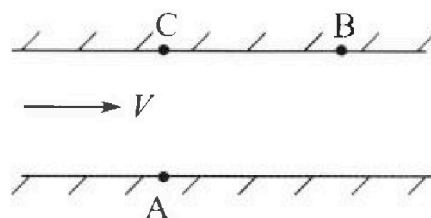
Вариант 09-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные  
дроби и радикалы.



1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис.,  $V$  - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки  $AC = d = 50$  м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега,  $CB = L = 120$  м.



Продолжительность первого заплыва  $T_1 = 100$  с, продолжительность второго заплыва  $T_2 = 240$  с.

- 1) Найдите скорости  $V_1$  и  $V_2$  пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость  $V$  течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии  $S$  от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте  $h = 5,4$  м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

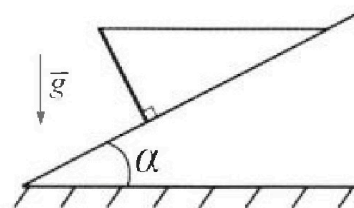
- 1) Найдите наибольшую высоту  $H$ , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время  $t_1$  после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется,  $d = 1,8$  м.

- 3) Найдите скорость  $U$  стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити  $T = 17,3$  Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha = 30^\circ$ .



- 1) Найдите массу  $m$  стержня.
- 2) Найдите силу  $F_{тр}$  трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 09-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

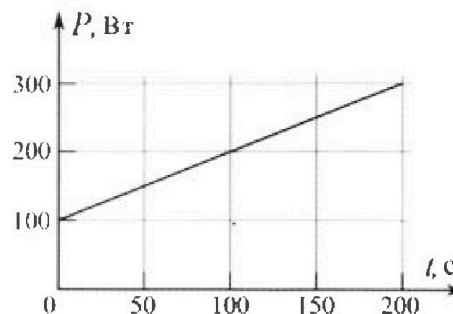


4. Воду объемом  $V = 1$  л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$ . Сопротивление спирали электроплитки  $R = 25$  Ом, напряжение источника  $U = 100$  В. Зависимость мощности  $P$  тепловых потерь от времени  $t$  представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность  $P_H$  нагревателя.

2) Найдите температуру  $\tilde{t}_1$  воды через  $T = 180$  с после начала нагревания.

Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C).

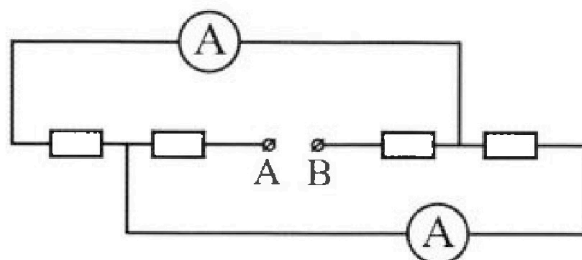


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Больше показание  $I_1 = 2$  А.

1) Найдите показание  $I_2$  второго амперметра.

2) Какую мощность  $P$  развивают силы в источнике?



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



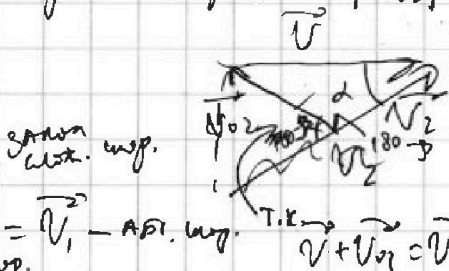
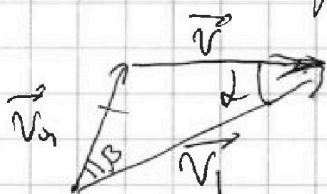
1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№1 СР1

Нарисуй векторный треугольник скорости  $V$  в 1-ой и во 2-ой заливке,  $V_{01}$  - вектор скорости лодки в поф. (0, воз. с возгой в 1-ой заливке,  $V_{02}$  - вектор скорости лодки в поф. (0, воз. с возгой во 2-ой заливке.  $V$  - вектор результирующей скорости, т.е. вектор скорости воды.  $|V_{02}| = |V_{01}| = V_0$



угол между  $V$  и  $V_2$  равен,  $V$  и  $V_1$  равны.

Запишем м. кр. для каждого треугольника:

$$V_{01}^2 = V^2 + V_1^2 - 2 \cos \alpha V V_1 \quad (1)$$

$$V_{02}^2 = V^2 + V_2^2 - 2 \cos \alpha V V_2 \quad (2)$$

$$2 \cos \alpha V V_1 = \frac{V^2 + V_1^2 - V_{01}^2}{V_1}$$

$$2 \cos \alpha V = \frac{V^2 + V_2^2 - V_{02}^2}{V_2}$$

$$\frac{V^2 + V_1^2 - V_{01}^2}{V_1} = \frac{V^2 + V_2^2 - V_{02}^2}{V_2}$$

Тогда этот  $S_{AB}$  - расстояние между т. А и В,

$$S_{AB} = V_1 T_1 = V_2 T_2, \text{ т.к. в обеих заливках}$$

лодки поплыли из т. А в т. В.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$V^2 + V_1^2 - V_{01}^2 = (V^2 + V_2^2 - V_{02}^2) \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_1 V^2 + T_1 V_1^2 - T_1 V_{01}^2 = T_2 V^2 + T_2 V_2^2 - T_2 V_{02}^2 \quad (3)$$



1  2  3  4  5  6  7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

стр. 2

$$S_{AB}^2 = S_{AC}^2 + S_{BC}^2 \quad \text{— по теореме Пифагора для } \triangle ABC,$$

$S_{AC}$  — расстояние между м. А и м. С,  $S_{BC}$  — расстояние между м. В и м. С.

$$S_{AB} = \sqrt{S_{AC}^2 + S_{BC}^2} = \sqrt{d^2 + L^2}$$

т.к.  $v_1$  и  $v_2$  — одн. скорости  
и в обоих направлениях  
или см. ур. 7.А67.8.

$$v_1 \cdot T_1 = S_{AB} \quad v_2 \cdot T_2 = S_{AB}$$

$$v_1 = \frac{S_{AB}}{T_1} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} \quad v_2 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2}$$

$$v_1 = \frac{\sqrt{14400 + 2500}}{100} = \frac{\sqrt{169} \cdot 100}{100} \frac{м}{с} = 1,3 \frac{м}{с}$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{169} \cdot 10}{240} \frac{м}{с} = \frac{13}{24} \frac{м}{с}$$

$$\begin{array}{r} 14400 \\ + 2500 \\ \hline 16900 \end{array}$$

уз (3):

$$v^2 (T_1 - T_2) = T_2 v_2^2 - T_2 v_{02}^2 + T_1 v_{01}^2 - T_1 v_1^2$$

$$v^2 = \frac{T_2 (v_2^2 - v_{02}^2) + T_1 (v_{01}^2 - v_1^2)}{T_1 - T_2}$$

$$v^2 = \frac{T_2 \left( \left( \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2} \right)^2 - v_{02}^2 \right) + T_1 \left( v_{01}^2 - \left( \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} \right)^2 \right)}{T_1 - T_2}$$

$$v^2 = \frac{\frac{d^2 + L^2}{T_2} - v_{02}^2 T_2 + T_1 v_{01}^2 - \frac{d^2 + L^2}{T_1}}{T_1 - T_2}$$

$$v^2 = \frac{(d^2 + L^2) \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) + v_{01}^2 (T_1 - T_2)}{T_1 - T_2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$v^2(T_2 + T_1) - T_2 v_0^2 - T_1 v_0^2 - T_2 v_2^2 - T_1 v_1^2 = 0$$

$$\left( \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} + v_0^2 \right) (T_2 + T_1) - T_2 v_0^2 - T_1 v_0^2 - T_2 \left( \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2} \right)^2 - T_1 \left( \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} \right)^2 = 0$$

$$\left( \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} + v_0^2 \right) (T_1 + T_2) - v_0^2 (T_1 + T_2) - T_2 \frac{(d^2 + L^2)}{T_2} - T_1 \frac{(d^2 + L^2)}{T_1} = 0$$

$$- \frac{d^2 + L^2}{T_1} = 0$$

$$\frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} T_1 + \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} T_2 + v_0^2 T_1 + v_0^2 T_2 - v_0^2 T_1 - v_0^2 T_2 = 0$$

$$- \frac{d^2 + L^2}{T_2} - \frac{d^2 + L^2}{T_1} = 0$$

Пл. к. скорость теч. реки параллельна берегу, спр4

но  $\cos \alpha = \frac{S_{BC}}{S_{AB}}$ , м.к. абс. скорость воды параллельна

AB, знаешь угол между  $S_{AB}$  и  $S_{BC}$  = углу между  $\vec{v}$  и  $\vec{v}_1$ ;

$\vec{v}$  и  $\vec{v}_2$ , между рекой и  $\alpha$ .

Тогда воспользуемся (1) и (2):

$$v_0^2 = v^2 + v_1^2 - 2 \frac{S_{BC}}{S_{AB}} v v_1$$

$$v_0^2 = v_0^2 + \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} + v_1^2 - 2 \frac{S_{BC}}{S_{AB}} v v_1$$

$$v_1^2 = 2 \frac{S_{BC}}{S_{AB}} v v_1 - \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$v^2 = \frac{(d^2 + L^2) \left( \frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right) + v_0^2 (T_1 - T_2)}{T_1 - T_2}$$

стр 3

$$v^2 = \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} + v_0^2$$

Пункт.  $v_{01} = v_{02} = v_0$ , но угол не один  
между  $\vec{v}_{01}$  и  $\vec{v}_1$   $\alpha$ ,  $\beta$ , тогда между направлениями  $\vec{v}_{02}$  и  $\vec{v}_2$   $180^\circ - \beta$   
угол

м.н.



направление  $\vec{v}$  и этот угол  
внешний.

Заменим м. н.  $v_0$  на  $v_0$  для удобства

угол  $\alpha$  и  $\beta$

$$v^2 = v_{01}^2 + v_1^2 - 2 \cos \beta v_{01} v_1$$

$$v^2 = v_{02}^2 + v_2^2 + 2 \cos (180 - \beta) v_{02} v_2$$

$$\begin{cases} v^2 = v_{02}^2 + v_2^2 + 2 \cos \beta v_{02} v_2 \\ v^2 = v_{01}^2 + v_1^2 - 2 \cos \beta v_{01} v_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2 \cos \beta v_0 = \frac{v^2 - v_{02}^2 - v_2^2}{v_2} \\ 2 \cos \beta v_0 = \frac{v_{01}^2 + v_1^2 - v^2}{v_1} \end{cases}$$

$$\frac{v^2 - v_0^2 - v_2^2}{v_2} = \frac{v_{01}^2 + v_1^2 - v^2}{v_1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} (v^2 - v_0^2 - v_2^2) = v_{01}^2 + v_1^2 - v^2$$

$$T_2 v^2 - T_2 v_0^2 - T_2 v_2^2 = T_1 v_{01}^2 + T_1 v_1^2 - T_1 v^2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\left( \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} \right)^2 = 2 \cdot \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}} \cdot \frac{1}{T_1 T_2} \left( \sqrt{d^2 + L^2} \right) - \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}$$

$$\frac{d^2 + L^2}{T_1^2} = \frac{2L}{\sqrt{L^2 + d^2}} \cdot \frac{1}{T_1 T_2} \left( \sqrt{d^2 + L^2} \right) + \frac{2L}{\sqrt{L^2 + d^2}} v_0^2 -$$

$$- \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} \quad \text{оп 5}$$

$$v_1^2 - 2 \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}} v v_1 + \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} = 0$$

$$v_1^2 + \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} = 2 \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}} v v_1$$

$$v = \frac{v_1^2 + \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}}{v_1 \cdot \frac{2L}{\sqrt{L^2 + d^2}}}$$

$$v = \frac{\frac{d^2 + L^2}{T_1^2} + \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}}{2L \cdot \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{L^2 + d^2}}}$$

$$v = \frac{\frac{d^2 + L^2}{T_1} + \frac{d^2 + L^2}{T_2}}{2L}$$

$$2) \quad v = \frac{(d^2 + L^2) \left( \frac{T_2 + T_1}{T_1 T_2} \right)}{2L} = \frac{(d^2 + L^2) (T_2 + T_1)}{2 T_1 T_2 L} =$$

$$= \frac{169 \cdot 10^8 \cdot 340 \cdot 17}{240 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 120} \frac{m}{c} = \frac{169 \cdot 17}{240 \cdot 12} \frac{m}{c}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

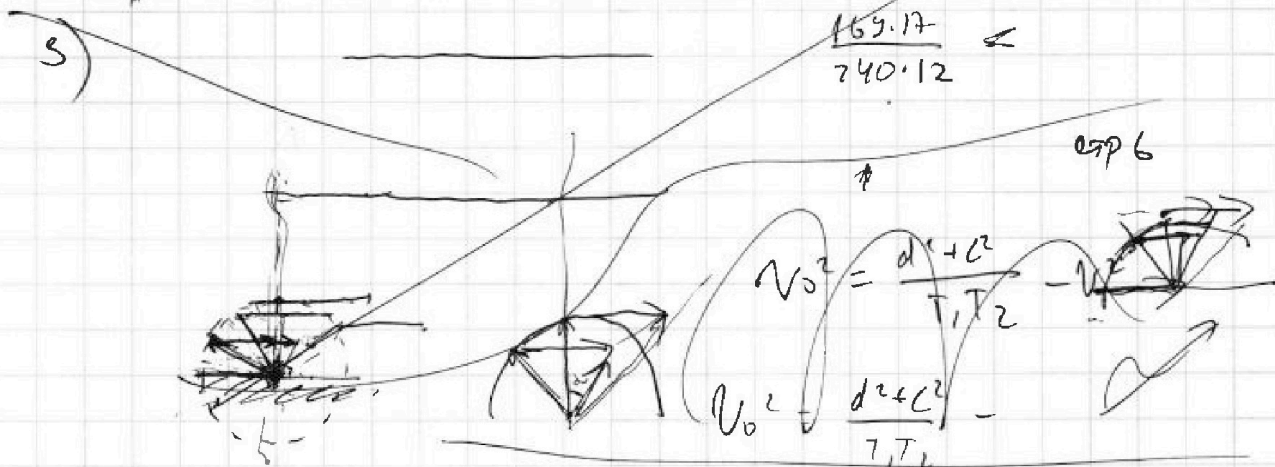
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Решение: 1)  $V_1 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} = 1,3 \frac{m}{c}$ ; 2)  $V_2 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2} = \frac{13}{24} \frac{m}{c}$ ;

3)  $V = \frac{(d^2 + L^2)(T_2 + T_1)}{2LT_1T_2} = \frac{169 \cdot 17}{240 \cdot 12} \frac{m}{c}$ .

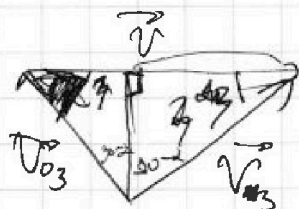


$$V_0^2 = d^2 - V^2 - \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}$$

$$V_0^2 = \frac{(d^2 + L^2)^2 (T_1 + T_2)^2}{4L^2 T_1^2 T_2^2} - \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}$$

$$V_0^2 = \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} \left( \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)^2}{4L^2 T_1 T_2} - 1 \right)$$

$$V_0^2 = \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2} \left( \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)^2 - 4L^2 T_1 T_2}{4L^2 T_1 T_2} \right)$$



$\vec{V}_0$  -  $\hat{c}$  в наст. со  $\vec{V}_1$  и  $\vec{V}_2$   $\vec{V}_0$   $\vec{V}_1$   $\vec{V}_2$

$\vec{V}_0$  -  $\hat{c}$  в наст. со  $\vec{V}_1$  и  $\vec{V}_2$   $\vec{V}_0$   $\vec{V}_1$   $\vec{V}_2$

$V_0 \cdot \cos \alpha$   $\vec{V}_0$   $\vec{V}_1$   $\vec{V}_2$   $\vec{V}_0$   $\vec{V}_1$   $\vec{V}_2$

$$V_0^2 = V^2 + V^2 - 2 \cos \alpha V_0 V$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



итого  
пу

$$\cos \alpha \cdot V_3 = \frac{V^2 + V_3^2 - V_{03}^2}{2 V V_3}$$

~~Типично max/min  $V_3$   $\cos \alpha$   $V_3$  min  $V_3$ ,  $V_{03}$  const  
и  $\cos \alpha = 0$ ,  
иначе  $\cos \alpha = \text{const}$   $V, V_{03} = \text{const} \Rightarrow$~~

~~типично  $\cos \alpha \cdot V_3$  min когда  $V_3$  min.~~

~~Итого. для  $\Delta$  с вер.  $a, b, c$  - en  $\gamma$  - en~~

~~$$V_3^2 = V^2 + V_{03}^2 - 2 V V_{03} \cos \alpha$$~~

~~типично max  $\cos \alpha$   $V_3$  min,  $V, V_{03} = \text{const}$ .~~

~~иначе  $\cos \alpha = 1$ ,  $\alpha = 0$  или  $\pi$~~

~~типично  $\cos \alpha = 0$   $V_3$  min  
и.о. если~~

Order: 1)  $V_1 = \frac{\sqrt{d^2 + l^2}}{T_1} = 1,3 \frac{m}{c}$ ; 2)  $V_2 = \frac{\sqrt{d^2 + l^2}}{T_2} = \frac{13}{18} \frac{m}{c} \approx 0,72 \frac{m}{c}$

3)  $V = \frac{(d^2 + l^2)(T_2 + T_1)}{4 T_1 T_2} = \frac{165 \cdot 17}{2 \cdot 0,12} \frac{m}{c} \approx 117 \frac{m}{c}$

$$\begin{array}{r} 42 \\ 165 \\ \cdot 17 \\ \hline 1121 \\ 168 \\ \hline 2751 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2751 \mid 240 \\ 210 \mid 111 \\ \hline 351 \\ - 240 \\ \hline 111 \end{array}$$

13



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

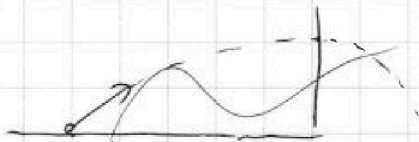
1  2  3  4  5  6  7

ЛФТИ

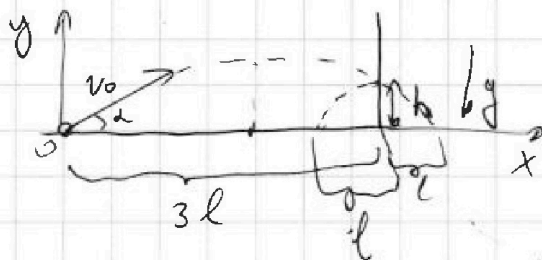
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N2

стр. 8



Предположим, что скорость перемещения не параллельна скорости, но имеет ту же направленность, но если он равен, то это же.



Занесем в уравнение координат, всегда координаты,  $y \perp$  поверхности земли,  $x$  — проекция

вектора нач. скорости на  $x$  положительна,  $x \perp y$ , тогда нач. скорость в направлении  $x$ .

По  $Oy$ : 
$$y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

По  $Ox$ :  $x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y = v_0 \cdot \frac{\sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} x - g \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \cdot \frac{1}{2}$$

$$y = \tan \alpha x - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad \text{— уравнение параболы.}$$

Получили, как если бы по прямой, т.е. угол был нулевым, но он отклонился на такое же расстояние

по оси  $Ox$ , так что оно равно по модулю равно тому расстоянию по оси  $Ox$ , которое он бы прошел. Таким образом, если он отклонился на  $l$ , то в итоге, когда он летит без стены он бы прошел  $4l$ , т.е. от точки ~~начала~~ от точки старта  $x$  в итоге, когда есть стена  $3l$ .

В стене должна максимальная высота, на которую поднялся шар в момент



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МОТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

стр. 129

Площадь машин, расстояние высота, на которую подняли  
 или другие параметры  
 машин по вертикали падает, на оси ее симметрии, т.е.  
 по оси OX на расстоянии  $2l$ .

Площадь, которая т.к. от центра до центра  $3l$ , то  
 в центре осевой или угол поворота на  $90^\circ$   
 ту же высоту, что и в центре, но уже  $3l$  и  
 она была так (т.к. отразилась на высоте по  
 траектории, симметричной осев. осевой траектории, которой  
 он ее замкнул на  $180^\circ$  (ср.).  $h_{max}$  - максимальная  
 высота

$$h_{y_{max}} = \text{Ва.} \cdot l g d \cdot 2l - \frac{g \cdot 4l^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Угол  $h_{max}$  - угол от оси осевой,  
 но при этом угол  $h_{max}$   $0$  или  $180^\circ$

высота падает:

$$h = l g d \cdot 3l - \frac{g(3l)^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

В точке выстрела машина в центре, но уже  $3l$   
 на той же высоте падает:

$$l g d \cdot 4l - \frac{g \cdot 16l^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} = 0$$

$$l g d \cdot 4l = \frac{g \cdot 16l^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{g \cdot 2l}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$l g d = \frac{h}{0,75l}$$

$$\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{l} = \frac{2g}{V_0^2}$$

$$h = l g d \cdot 3l - \frac{g(3l)^2}{2 \cdot 2 \cos^2 \alpha} \sin \alpha \cos \alpha$$

$$h = l g d \cdot 3l - \frac{9l^2 g d}{2 \cdot 2}$$

$$h = -1,5 l g d \cdot \frac{2,2}{0,75 l g d}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$h_{\max} = \frac{h}{0,75} \cdot 2l - \frac{2gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad \text{стр. 10} \quad H = h_{\max}$$

$$h_{\max} = \frac{2h}{0,75} - \frac{l \cdot \sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$h_{\max} = \frac{2h}{0,75} - l \operatorname{tg} \alpha = \frac{2h}{0,75} - l \cdot \frac{h}{0,75 l}$$

$$h_{\max} = \frac{2h}{0,75} - \frac{h}{0,75}$$

$$h_{\max} = \frac{h}{\frac{3}{4}} = \frac{4}{3} h$$

$$1) h_{\max} = \frac{4}{3} \cdot 5,4 \text{ м} = 7,2 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 3,6 \\ 3,6 \\ \hline 7,2 \end{array} \cdot \frac{5}{4} = \frac{18}{4} = 4,5$$

$t_2$  - время, которое шар летит от т. старта до стены

$t_3$  - время, которое шар летит от стены до земли

Т.к. ~~скорость~~ он движется по широтной стене  
отражающей фр. ~~прямую~~ параболы, ~~затем~~ ~~он~~  
упругий, т.е. скорость ~~такая~~ по модулю та же, но направлена  
по отвес., то время, которое он летит ~~он~~ по параболе от

земли равно  $t_3$ . Тогда время, которое он летит  
до ~~до~~ стены  $t_2 + t_3$ .

Тогда  $v_0 \cos \alpha (t_2 + t_3) = T v_0 \cos \alpha$

$$y = v_0 \sin \alpha (t) \quad 0 = v_0 \sin \alpha (t_2 + t_3) - g \frac{(t_2 + t_3)^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha (t_2 + t_3) = g \frac{(t_2 + t_3)^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha = g \frac{(t_2 + t_3)}{2}$$

$$\frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = t_2 + t_3$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$h = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$$

~~стр 181~~  
стр 11

Ох:  $3l = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$

$$4l = v_0 \cos \alpha (t_2 + t_3)$$

~~$$4l = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$4l = 2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \frac{v_0^2}{g}$$~~

$$\frac{3}{4} = \frac{t_2}{t_2 + t_3}$$

$$3t_2 + 3t_3 = 4t_2 \quad 3t_3 = t_2$$

$$h = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

Т.к.

$$\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{l} = \frac{2g}{v_0^2}, \text{ то } v_0^2 \sin^2 \alpha = \frac{2g l \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha = 2g l \tan \alpha$$

$$v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha = 2g l \cdot \frac{h}{0,75l}$$

$$v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha = \frac{2gh}{0,75} = \frac{2gh}{\frac{3}{4}}$$

$$v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha = \frac{8}{3} gh$$

$$v_0 \sin \alpha = \sqrt{\frac{8}{3} gh}$$

~~$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \sqrt{\frac{8}{3} gh} \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$~~

~~$$t_2 = \frac{-\sqrt{\frac{8}{3} gh} \pm \sqrt{\frac{8}{3} gh - 4 \cdot \frac{g}{2} h}}{-g}$$~~

~~$$t_2 = \frac{-\sqrt{\frac{8}{3} gh} \pm \sqrt{\frac{8}{3} gh}}{-g}$$~~

-g



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~~1)  $t_2 = \frac{-2\sqrt{\frac{2}{3}gh} + \sqrt{\frac{2}{3}gh}}{-g} = \frac{-\sqrt{\frac{2}{3}gh}}{-g} = \sqrt{\frac{2h}{3g}}$~~

~~2)  $t_2 = \frac{-2\sqrt{\frac{2}{3}gh} - \sqrt{\frac{2}{3}gh}}{-g} = \frac{-3\sqrt{\frac{2}{3}gh}}{-g} = 3\sqrt{\frac{2h}{3g}}$~~

$2N\cos\alpha = t_2 + t_3$

стр. 113 12

$2\sqrt{\frac{8}{3}gh} = t_2 + t_3$

$t_2 + t_3 = \frac{4\sqrt{\frac{2}{3}gh}}{g}$

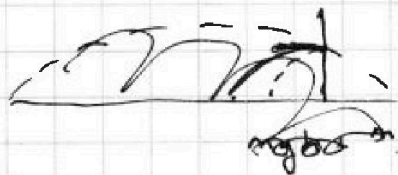
$t_2 + \frac{4}{3}t_2 = 4\sqrt{\frac{2h}{3g}}$

$t_2 = 3\sqrt{\frac{2h}{3g}}$

$t_2 = t_3 = \sqrt{\frac{2h}{3g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4}{30}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,8}{100}} = 0,6 \text{ с}$

$t_3 = 0,6 \text{ с}$

$t_3 = t_1$



Ответ: 1)  $H = 7,2 \text{ м}$ ; 2)  $t_1 = 0,6 \text{ с}$ .



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$mgh + \frac{m(u+v)^2}{2} =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



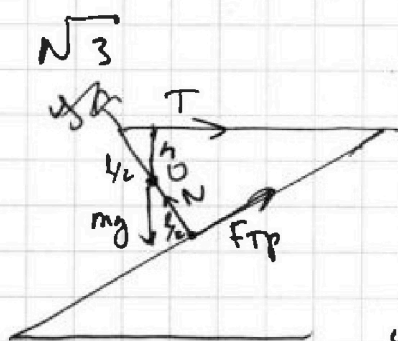
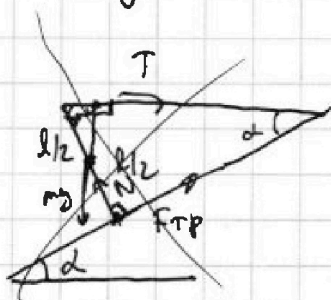
стр. 13

~~$T \cos \alpha - mg \sin \alpha + \mu N = 0$~~

~~$N - mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 0$~~

~~$N = mg \cos \alpha + T \sin \alpha$~~

~~$T \cos \alpha - mg \sin \alpha + \mu (mg \cos \alpha + T \sin \alpha) = 0$~~



Линия  
тяжести  
проходит в л.  
Тогда, т.к.  
он опирается  
на стену, значит.

на него действует и сила реакции, но  $l/2$  от точки.

III.к. стержень в равновесии, но линия момента отн.

к центру  $\tau = 0$ .

Запишем нулевой момент отн. т. O - линия стержня:

$T \cdot h = F_{тр} \cdot l/2$

$h$  - высота  $mg$  O на стену.  $\frac{h}{l/2} = \sin(\alpha)$

$h = l/2 \cdot \cos \alpha$

$T \cdot l/2 \cos \alpha = F_{тр} \cdot l/2$

$T \cos \alpha = F_{тр}$

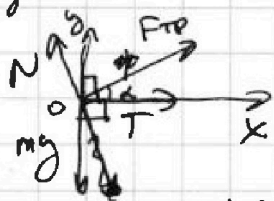
$F_{тр} = 17,34 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 15$

$1,73 \cdot 17,3 \cdot \frac{10}{2} \approx 15$   
Величина  
от  $\alpha = 30^\circ$

III.к. тело в равновесии, но линия стержня

вект.  $mg$ ,  $q_{\text{ш}} \vec{v}_b$  на него  $= 0$ . (не берем  $q_{\text{ш}} \vec{v}_b$ )

III.о.



Oy:  $N \cos \alpha - F_{тр} \sin \alpha - mg = 0$

Ox:  $F_{тр} \cos \alpha - N \sin \alpha + T = 0$

$N = \frac{mg - F_{тр} \sin \alpha}{\cos \alpha}$       $N = \frac{F_{тр} \cos \alpha + T}{\sin \alpha}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



стр 14

$$\frac{mg - F_{\text{TP}} \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{F_{\text{TP}} \cos \alpha + T}{\sin \alpha}$$

$$mg \sin \alpha - F_{\text{TP}} \sin^2 \alpha = F_{\text{TP}} \cos^2 \alpha + T \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha = F_{\text{TP}} (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) + T \cos \alpha$$

и - по т. Пиф.

$$mg \sin \alpha = F_{\text{TP}} + T \cos \alpha$$

$$m g = \frac{F_{\text{TP}} + T \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{2T \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{2T}{\tan \alpha} = \frac{2T \cot \alpha}{g}$$

$$m = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3}}{10} \text{ кг}$$

$$m = 1,73 \cdot 2 \sqrt{3} \text{ кг} \approx 1,73 \cdot 1,73 \cdot \frac{200 \text{ м}}{100} \approx 0,06 \text{ кг}$$

$$F_{\text{TP}} \leq \mu N$$

$$T \cos \alpha \leq \mu N$$

$$T \cos \alpha \leq \mu \cdot \frac{mg - F_{\text{TP}} \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$T \cos^2 \alpha \leq \mu \cdot (2T \cot \alpha - F_{\text{TP}} \sin \alpha)$$

$$T \cos^2 \alpha \leq \mu \cdot (2T \cot \alpha - T \cos \alpha \sin \alpha)$$

$$\frac{T \cos^2 \alpha}{2T \cot \alpha - T \cos \alpha \sin \alpha} \leq \mu$$

$$\frac{\cos^2 \alpha}{2 - \sin^2 \alpha} \leq \mu$$

Откуда 1)  $m = \frac{2T \cot \alpha}{g} = 0,06 \text{ кг}$   
 2)  $F_{\text{TP}} = 15 \text{ Н}$ ; 3)  $0,05 \leq \mu$

$$\frac{1,73 \cdot \frac{1}{2}}{2 - \frac{1}{4}} \leq \mu$$

Handwritten calculations and checks:

- $\frac{1,73}{4 - 1/2} \leq \mu$  with vertical calculation:  $\frac{3,46}{3,5} = 0,99$
- $\frac{1,73}{1,75} \leq \mu$  with vertical calculation:  $\frac{1,73}{1,75} = 0,988$
- $\frac{1,73}{3,46} \leq \mu$  with vertical calculation:  $\frac{1,73}{3,46} = 0,5$
- $\frac{3,46}{7} \leq \mu$  with vertical calculation:  $\frac{3,46}{7} = 0,494$

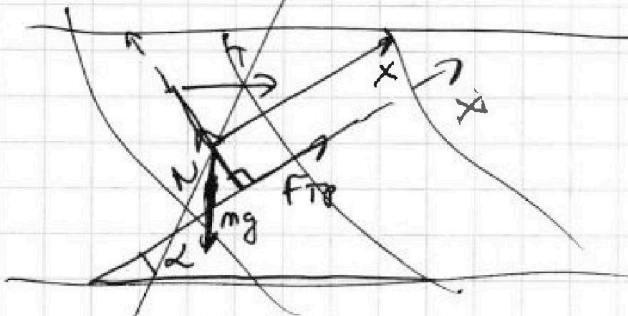
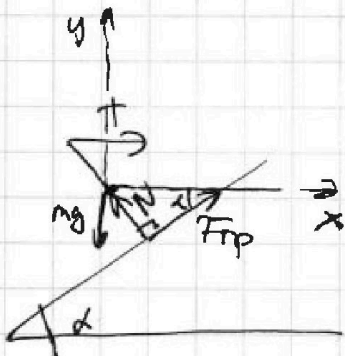
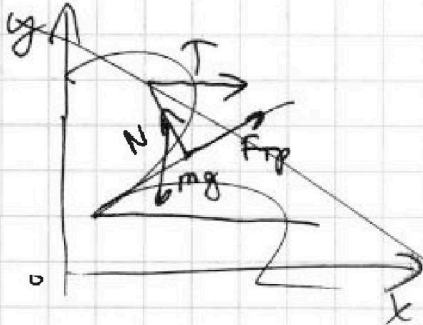
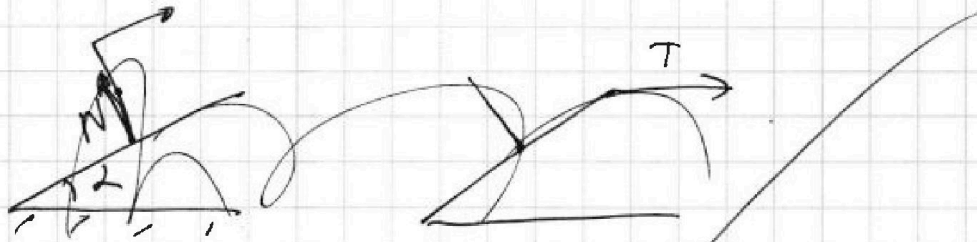
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$N$  - сила реакции опоры  
параллельна плоскости

Возьмем ось  $Ox$  и  $Oy$  :  
По второму  $z$ . Ньютона и  
учитывая, что планка в покое:

$$Ox: F_{тр} \cdot \cos \alpha + T - N \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = 0$$

$$Oy: N \cdot \cos \alpha - mg + F_{тр} \cdot \cos(90^\circ + \alpha) = 0$$

$$F_{тр} \cdot \cos \alpha - N \cdot \sin \alpha = -T$$

$$N \cdot \cos \alpha - mg + F_{тр} \cdot \sin \alpha = 0$$

Кернобиин

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

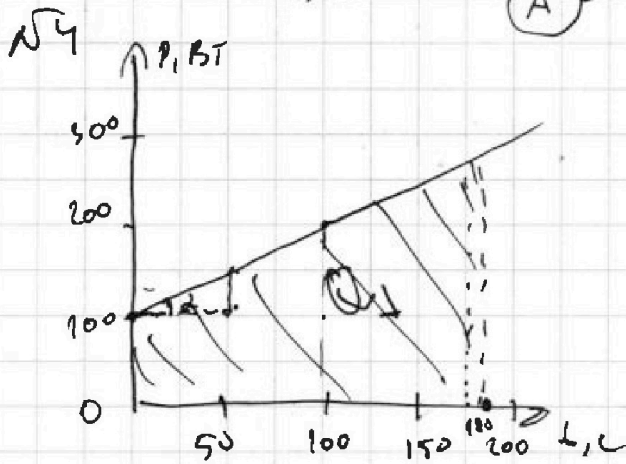
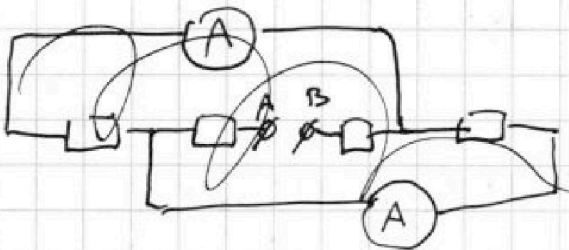
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Стр. 15



$U = 1 \text{ A}$   
 $T_0 = 16^\circ \text{C}$   
 $R = 25 \Omega$   
 $U = 100 \text{ B}$   
 $P_H = IU = \frac{U^2}{R}$   
 $P_H = \frac{10000}{25} = 400 \text{ Вт}$

$$(T_1 - T_0) \cdot c_{\text{в}} \cdot V \cdot \rho = Q$$

$Q \sim S$ , где  $S$  - площадь поверхности (Вт)

$Q + Q_1 = P_H \cdot t$ , где  $t$  - время после начала нагрева

$(T_1 - T_0) c_{\text{в}} \cdot V \cdot \rho = Q_1 = \frac{U^2}{R} \cdot t$   
 $Q_1$  - количество теплоты, полученное телом  
 $Q_1 \sim S$ , где  $S$  - площадь поверхности

$Q_1 = P \cdot t + \frac{\Delta P \cdot \Delta t^2}{2} = tP + \frac{\Delta P \cdot \Delta t^2}{2} = tP + \frac{(200-100)^2}{2} =$   
 $\frac{\Delta P}{\Delta t} = 2 \text{ Вт/с}$   
 $\Delta P = 2 \Delta t$   
 $Q_1 = tP + \frac{t^2}{2} = t(P + \frac{t}{2})$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$S = \cancel{2 \cdot P + 2 \cdot P} \cdot t$$

$(P(t))$   $90.16$   
 $y_2$   $y_1$   $y_2$   $y_1$   $y_2$   $y_1$   $y_2$   $y_1$   
 $t_{зд} = \Delta$   $y = t_{зд} x + b$



$$\frac{a \cdot b \cdot (c-a)}{2} - \frac{2ab + bc + ac}{2} = \frac{a+bc}{2} = \frac{b+ac}{2}$$

$y = t + b$   
 $P = t + 100 \text{ Вт}$

$$S = \cancel{2 \cdot P + 2 \cdot P} \cdot t \quad S = \frac{t \cdot (P + 100)}{2}$$

$Q_1 = \frac{t \cdot (P + 100 \text{ Вт})}{2}$  — мощность транзистора  
 мощность приемника.

$$(T_1 - T_0) C_B V_p + \frac{t (P + 100 \text{ Вт})}{2} = \frac{U^2}{R} t$$

$$T_1 = \frac{U^2}{R} t - \frac{t (P + 100 \text{ Вт})}{2} + T_0 C_B V_p$$

7  
38  
19  
572  
42  
16  
852  
42  
892

$$T_1 = \frac{400 \text{ Вт} \cdot 180 \text{ с} - 180 \text{ с} \cdot \frac{(280 + 100) \text{ Вт}}{2} + 16^\circ \text{C} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}} \cdot 1 \text{ м}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{с} \cdot \text{К}} \cdot 1 \text{ м}}$$

$$T_1 = \frac{400 \cdot 180 \text{ Вт} \cdot \text{с} - 90 \cdot 380 \text{ Вт} \cdot \text{с} + 16 \cdot 4200 \text{ Дж}}{4200 \text{ Дж/}^\circ\text{C}}$$

$$T_1 = \frac{720 \text{ Вт} \cdot \text{с} + 672 \text{ Дж} - 342 \text{ Дж}}{42 \text{ Дж/}^\circ\text{C}}$$

672  
- 342  
330  
42

1050  
42  
25

$$T_1 = \frac{1050}{42} \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C}$$

Ответ:  $T_1 = 25^\circ\text{C}; P_H = 400 \text{ Вт}$

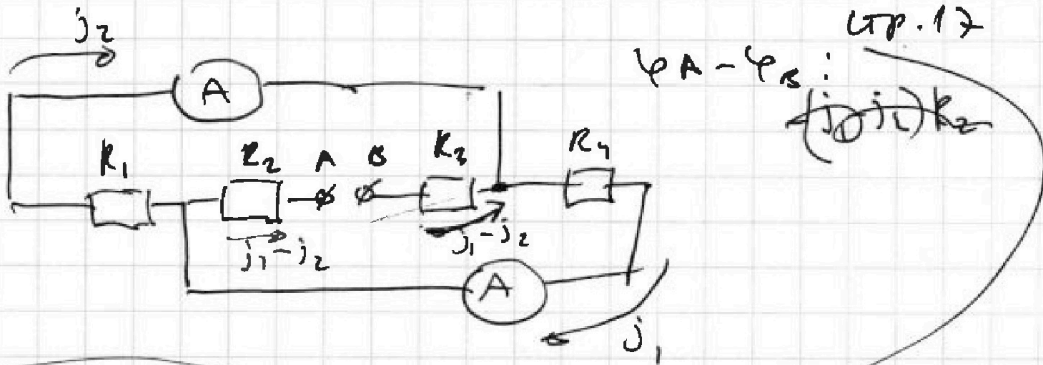
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{cases} -(j_1 - j_2)R_2 - j_1R_4 - (j_1 - j_2)R_3 = \varphi_A - \varphi_B \\ \varphi_A - \varphi_B = -(j_1 - j_2)R_2 + j_2R_1 + (j_1 - j_2)R_3 \end{cases}$$

Т.к. знак отриц., то напр. тока не указан  
 При этом  $j_2 \neq -j_1$ , т.к. амперметры показывают разные токи

⇒ эти резисторы  $R_1$  и  $R_4$  —

имеют разный, противоположный, ток

следовательно, они в 2 раза.  $j_2 = 30 \text{ A} = j_1 = 60 \text{ A}$   
 ток  $j_2$  и), поэтому  $j_2 = -2j_1$

Тогда, т.к. больший из них 2А, то меньший 1А:

$$P = IU$$

$$|j_1 - j_2| \Rightarrow$$

Рез через источник т.к.т.  $j_1 - j_2 = 3 \text{ A}$

т.к. один из них отриц. и у нас 6-2 (т.к. по м.о.)  
 разга, пусть это ток  $j$ , то их разность =  $3j$

т.о. через источник т.к.т. 3А, а напряжение 1А · 60В = 60В  $P = 180 \text{ Вт}$  Ответ:  $I_2 = 1 \text{ A}; P = 180 \text{ Вт}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

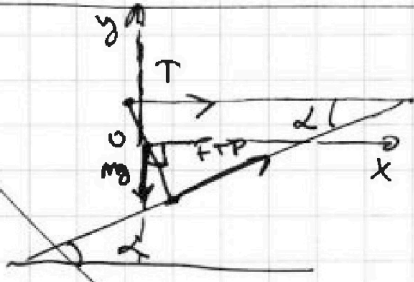
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Т.к. шарик находится в равновесии



Введем оси  $Oy$  и  $Ox$ ,  
 $Oy \perp Ox$ ,  $Oy$  смотрит вверх,  
 $Ox$  - горизонтально,  $Ox$  - по направлению движения шарика.

По второй закону Ньютона:  
 $Oy: \cos(90^\circ - \alpha) \cdot F_{TP} - mg = ma_y$

$a_y = 0$   
 шарик находится в равновесии

$\sin \alpha \cdot F_{TP} = mg$

$F_{TP} = \frac{mg}{\sin \alpha}$

$Ox: T + F_{TP} \cdot \cos \alpha = ma_x$

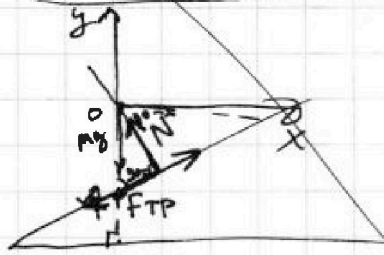
$a_x = 0$

$T = -F_{TP} \cdot \cos \alpha$

шарик находится в равновесии

знаки не важны - комп.

Черновик



Введем оси  $Oy$  и  $Ox$ :

По второй закону Ньютона и условию, что шарик находится в равновесии и  $a_i = 0$ :

$Oy: mg - \cos(90^\circ - \alpha) F_{TP} + N \cos \alpha = 0$

$mg = F_{TP} \sin \alpha - N \cos \alpha$

~~$F_{TP} = \frac{mg}{\sin \alpha}$~~

$Ox: F_{TP} \cdot \cos \alpha - N \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = 0$

$F_{TP} \cos \alpha = N \cdot \sin \alpha$

$N \cdot \cos \alpha = F_{TP} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$   
 $mg = F_{TP} \left( \sin \alpha - \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} \right)$   
 $mg = F_{TP} l$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

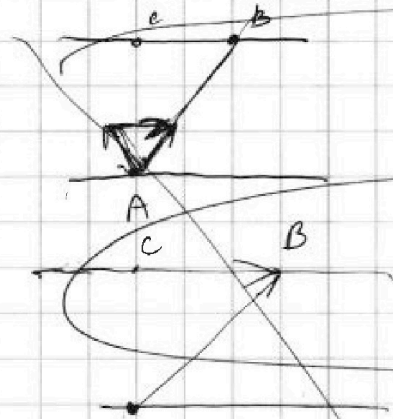
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик



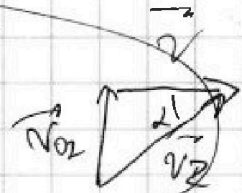
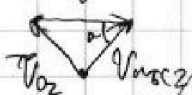
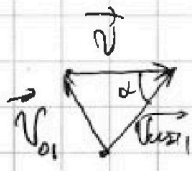
$$2\cos\alpha v = \frac{v_1^2 + v_2^2 - v_0^2}{v_1}$$

$$v_0^2 = v^2 + v_2^2 - 2\cos\alpha v_2$$

$$v_0^2 = v^2 + v_1^2 - 2\cos\alpha v_1$$

$$\frac{v^2 + v_2^2 - v_0^2}{v_2} =$$

$$v_0^2 = \frac{v^2 + v_1^2 - v_0^2}{v_1}$$



$$\frac{S_{AB}}{v_{ABC1}} = T_1, \quad \frac{S_{AB}}{v_{ABC2}} = T_2$$

$$T_1 \cdot v_{ABC1} = T_2 \cdot v_{ABC2}$$

$$v_0^2 + v_2^2 - v_0^2 = v_1^2 - 2\cos\alpha v v_1$$

$$v_0^2 = v^2 + v_2^2 - 2\cos\alpha v v_2$$

$$v_0^2 - v_0^2 = v_1^2 - v_2^2$$

$$v_1^2 = v_2^2$$

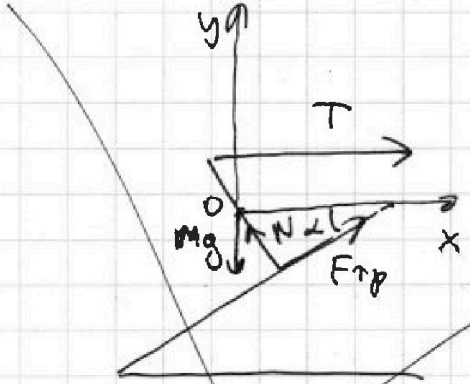
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

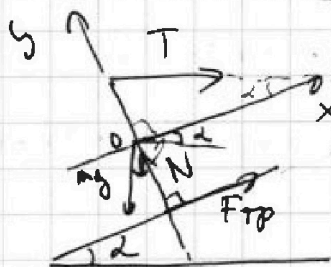
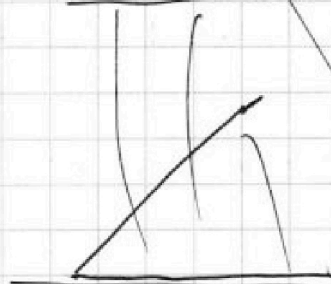
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$Oy$  - смотрит вверх  
 $Ox$  - вправо  
 $N$  - сила реакции опоры, дейст. на паку.  
 $F_{тр}$  - второму закону Ньютона;

и учитываем то, что паку в покое:

$Ox: T - N$



Важно!  $Oy$  и  $Ox$

$Oy \perp Ox$ ,  $Ox$  - по направлению

момента

$Oy \perp$  моменту

(см. рис)

То второму закону Ньютона и учитываем, что паку в покое:

$Ox: T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \cos(90^\circ - \alpha) + F_{тр} = 0$

$T \cdot \cos \alpha - mg \sin \alpha + F_{тр} = 0$

$Oy: -T \cdot \cos(90^\circ - \alpha) - mg \cos \alpha + N = 0$

Итог:

$$\begin{cases} T \cos \alpha - mg \sin \alpha + F_{тр} = 0 \\ N - mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 0 \\ F_{тр} = \mu \cdot N \end{cases}$$