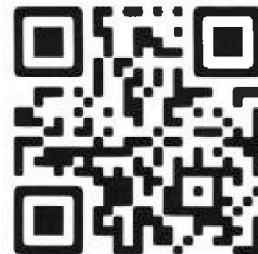


Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

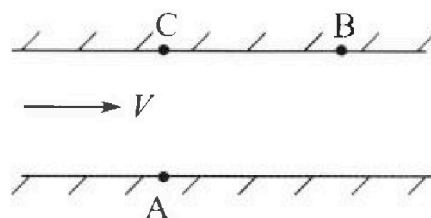
Вариант 09-02

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.

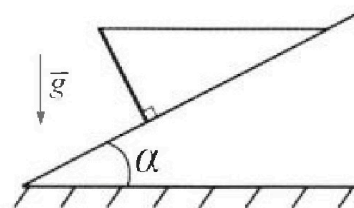
- 1) Найдите наибольшую высоту  $H$ , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время  $t_1$  после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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.

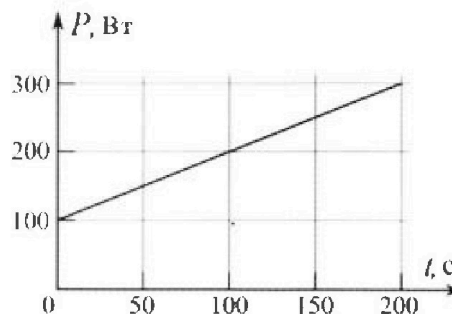


4. Воду объемом  $V = 1$  л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$ . Сопротивление спирали электроплитки  $R = 25$  Ом, напряжение источника  $U = 100$  В. Зависимость мощности  $P$  тепловых потерь от времени  $t$  представлена на графике (см. рис.).

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).

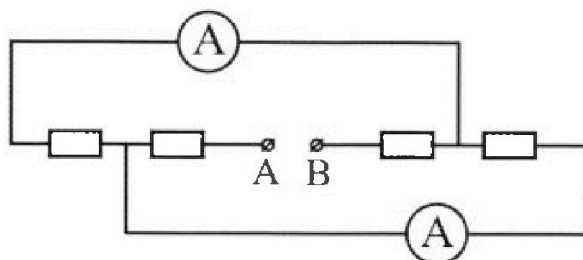


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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?



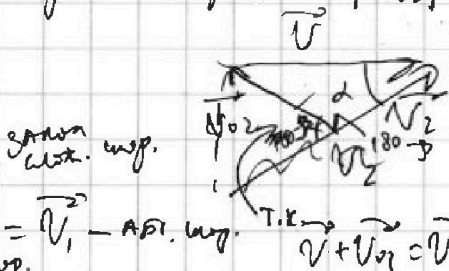
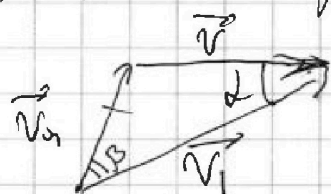


1  2  3  4  5  6  7

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

№1 СР1

Нарисуй векторной треугольник скорости  $V$  в 1-ой и во 2-ой системах,  $V_{01}$  - вектор скорости лодки в лодк. с. (0, возг. с возг. в 1-ой системе,  $V_{02}$  - вектор скорости лодки в лодк. с. (0, возг. с возг. во 2-ой системе.  $V$  - вектор скорости, н.с. вектор скорости возг.  $|V_{02}| = |V_{01}| = V_0$



Угол между  $V$  и  $V_1$   $\alpha$ ,  $V$  и  $V_2$   $\alpha$ ,  $V$  и  $V_0$   $\alpha$

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,

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

между т. А и 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.

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

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

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

$$v_2 = \frac{\sqrt{169} \cdot 10}{240} \frac{m}{c} = \frac{13}{24} \frac{m}{c}$$

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

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  $S_{BC} =$  угол между  $\vec{v}$  и  $\vec{v}_i$ ,

$\vec{v}$  и  $\vec{v}_i$ , через  $\alpha$ .

Тогда восп. к (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  $v_{01}$  и  $v_1$   $\alpha$ ,  $\beta$ , тогда между направлениями  $v_{02}$  и  $v_2$   $180^\circ - \beta$   
 угол

м.н.



направление  $v$  и этот угол  
 вычисляем.

Затем по м. н. о.с. для системы

углом  $\alpha$  и  $\beta$ :

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

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

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

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

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

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

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

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

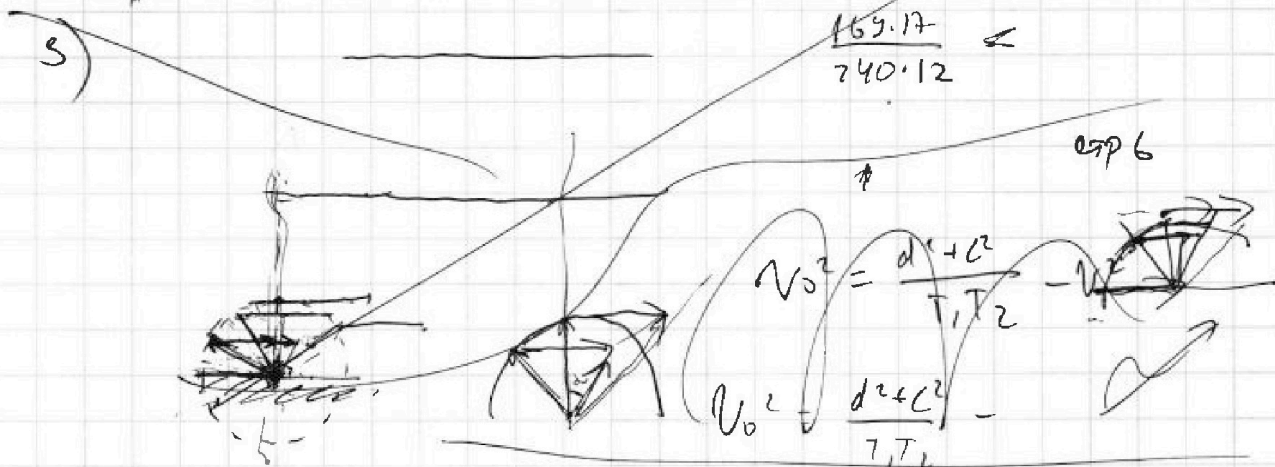
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

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

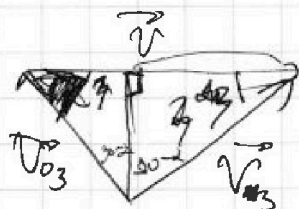


$V_0^2 = d^2 - V^2 - \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}$

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

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

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



$\vec{V}_{03}$  -  $\hat{c}$  к. б.  $\cos \alpha$  в  $\cos \alpha$  б.  $\cos \alpha$  б.  $\cos \alpha$  б.  $\cos \alpha$  б.

$\vec{V}_{03}$  -  $\hat{c}$  к. б.  $\cos \alpha$  в  $\cos \alpha$  б.  $\cos \alpha$  б.  $\cos \alpha$  б.  $\cos \alpha$  б.

$V_{03} \cdot \cos \alpha$   $V_{03}^2 = V^2 + V_0^2 - 2 \cos \alpha V_0 V$   $2 \cos \alpha \cos 2\alpha = V^2 + V_0^2$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

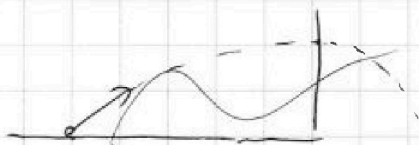
1  2  3  4  5  6  7

ЛФТИ

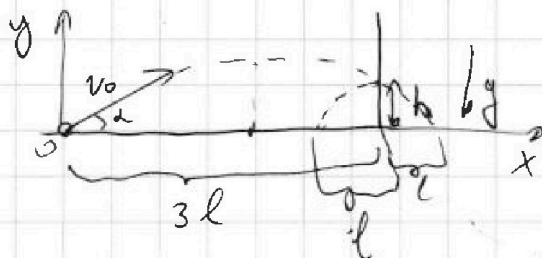
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N2

стр. 8



Предполагаю, что скорость перемещения не параллельна скорости, но если она направлена, то есть она перпендикулярна к оси.



Занесем в уравнение координат, всегда координаты, y - ось оси земли, x - ось проекции

Вектор нач. скорости на x положителен,  $x \perp y$ , тогда нач. скорость в стрелке.  
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. шаг был горизонтальным, но он отклонился на такое же расстояние по оси Ox, так что оно равно по модулю равно тому расстоянию по оси Oy, которое он бы прошел. Таким образом, если он отклонился на l, то в итоге, когда бы он летел без отклонения он бы прошел 4l, т.е. от точки начала от точки старта в итоге, когда есть отклонение 3l. В итоге получаем максимальная высота, на которую поднялся шарик



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 упереть по высоте на ось  
 'ту же высоту, что и в центре, но уже сдвинуто на  $l$   
 она была так (т.к. отразилась от центра по  
 траектории, симметричной относительно траектории, которой  
 он ее замкнул наит'  $2l$  (центр).  $h_{max}$  - максимальная  
 высота

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

Угол  $h_{max}$  - угол от оси или угол, но угол  $h_{max}$   $0$  или  $2\pi$

высота падения:

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

В точке выстрела машина в центре, но уже сдвинуто

на ось симметрично падает:

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

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

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

$$2gd = \frac{h}{0,75l}$$

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

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

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

$$h = -1,5 \cdot 2gd \cdot 2 = -3gd$$

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!

$$h_{\max} = \frac{h}{0,75} \cdot 2l - \frac{2gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

стр. 10

$$H = h_{\max}$$

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 3,6 \\ 3,6 \\ \hline 7,2 \end{array}$$

$t_2$  - 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~~ параболу, значит  
горизонт. м.с. скорости ~~равна~~ по модулю та же, но направлена  
по отв. м.с. время, которое он летит от ~~стены~~ по параболе это

время равно  $t_3$ . Тогда время, которое он летит  
от ст. до стены  $t_2 + t_3$ .

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

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

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

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

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



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

OX:  $3l = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$

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

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

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

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

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

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

Т.к.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

стр. 113 12

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

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

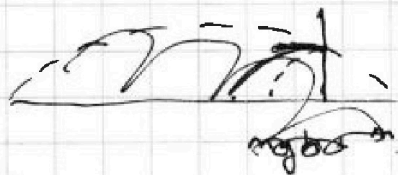
$t_2 + \frac{4}{3}t_2 = 4\sqrt{\frac{2h}{3g}}$

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

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

~~0,6 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!



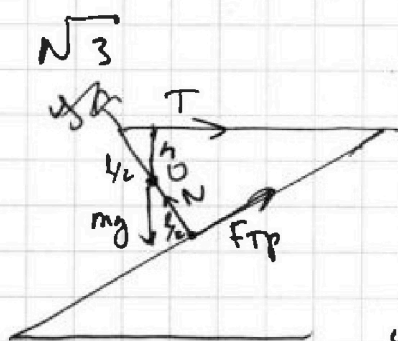
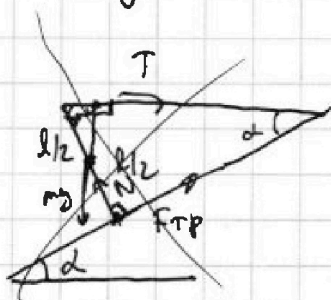
стр. 13

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

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

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

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



Родина  
гидро  
теория - 6 л.  
Турбо, 7. н.  
он оупрощен  
математ., упрощ.

на него нулевая и средняя, но  $l/2$  от верш.

III. к. стержень в равновесии, но линия моментов откл.

но средняя  $\neq 0$ .

Заменим нулевой момент откл. 7. 0 - средняя стержня:

$$T \cdot h = F_{TP} \cdot l/2$$

$h$  - высота  $mg$  0 на нить.  $\frac{h}{l/2} = \sin(\alpha)$

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

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

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

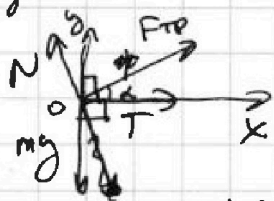
$$F_{TP} = 17,34 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 15$$

$1,73 \cdot 17,3 \cdot \frac{10H}{2} \approx 30H$   
или  $17,3 \cdot 10H$

III. к. мезо в равновесии, но линия центра

вект. мез,  $q_{\text{изб. на нить}} = 0$  (необходимо  $q_{\text{изб. на нить}} = 0$ )

III. о.



OY:  $N \cos \alpha - F_{TP} \sin \alpha - mg = 0$

OX:  $F_{TP} \cos \alpha - N \sin \alpha + T = 0$

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



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. Паскаля

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:  $\frac{3,46}{3,5} = 0,990$
- $\frac{1,73}{1,75} \leq \mu$  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:  $\frac{3,46}{7} = 0,495$

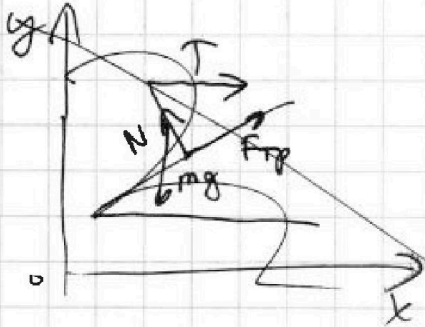
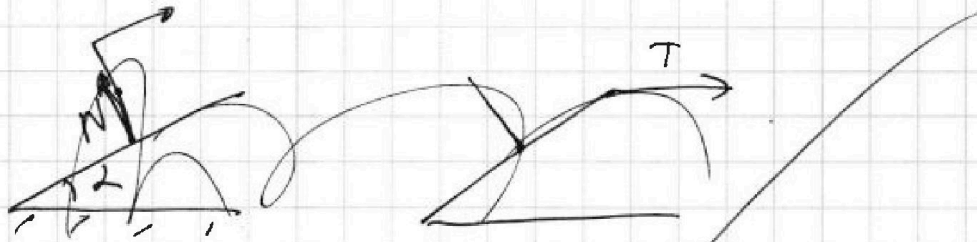
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

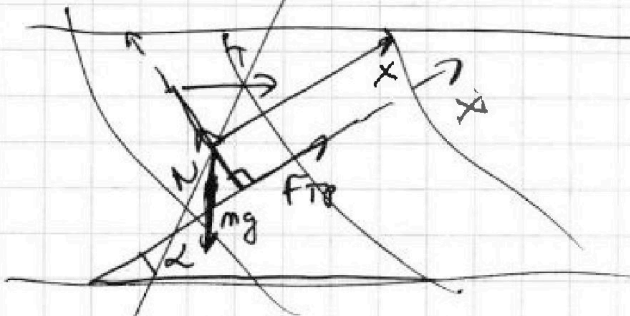
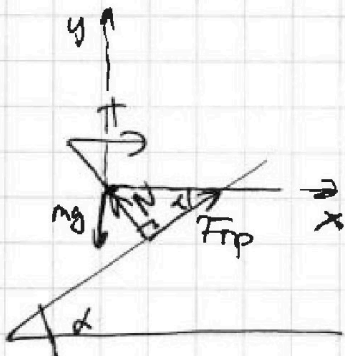
Возьмем ось  $Ox$  и  $Oy$  :  
По второму  $z$ . Ньютона и  
учитывая, что планка в покое:

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

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

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

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



Кернобиш

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

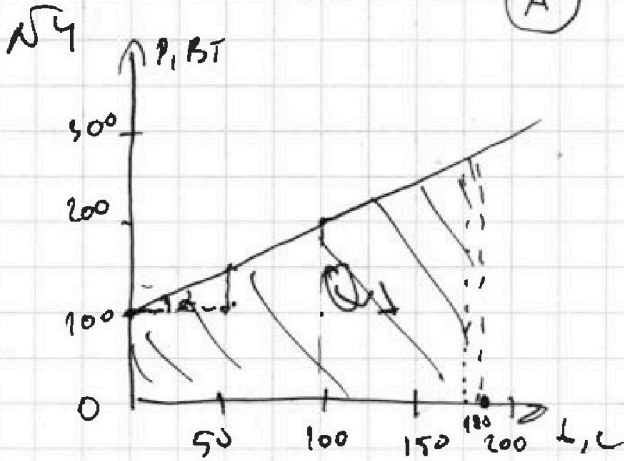
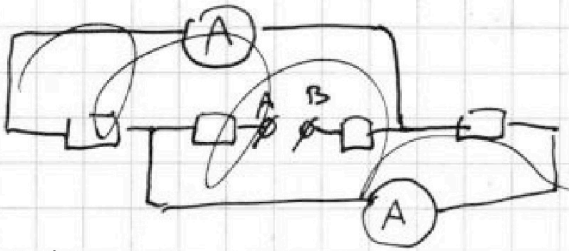
- 1  2  3  4  5  6  7

**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

$$(T_1 - T_0) c_{\text{в}} \cdot V \cdot \rho = Q_1 = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

$S$  - площадь поверхности (P)  
 $Q_1$  - кол-во энергии в теплоемкости  
 $Q_1 \sim S$ , где  $S$  - площадь поверхности

$Q_1 = P \cdot t + \frac{\Delta P \cdot \Delta t \cdot E}{2} = tP + \frac{\Delta (I^2 R) \Delta t}{2} = tP + \Delta t^2 \cdot \frac{(200+100)}{200} =$   
 $\frac{\Delta P}{\Delta t} = 2 I \Delta I \Rightarrow \Delta P = 2 I \Delta I \Rightarrow \Delta I = \frac{\Delta P}{2 I}$   
 $\Delta P = I_0 \Delta I$   
 $Q_1 = tP + \frac{t^2}{2} = t(P + \frac{I_0^2 R}{2})$



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!



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

$(P(t))$   $90.16$   
 $y_2$   $\text{прямая}$   
 $b_{y2} = 1$   
 $y = k_{y2}x + b$



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

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

$S = \dots$   $S = \frac{t \cdot (P + 100)}{2}$   $\text{мощность}$

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

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

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

7  
38  
19  
572  
42  
16  
852  
42  
892

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

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

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

672  
- 342  
330  
42

1050  
42  
25

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

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

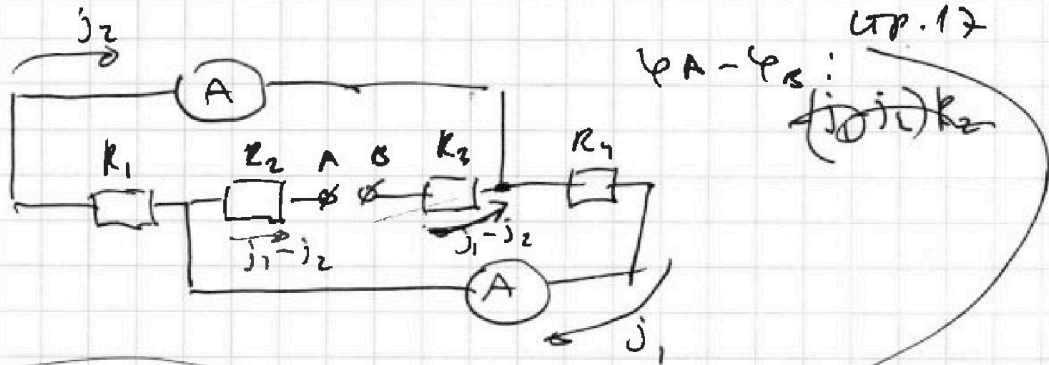
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 знаем  
 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. ~~разность~~

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:  $I_2 = 1 \text{ A}; P = 180 \text{ Вт}$ .



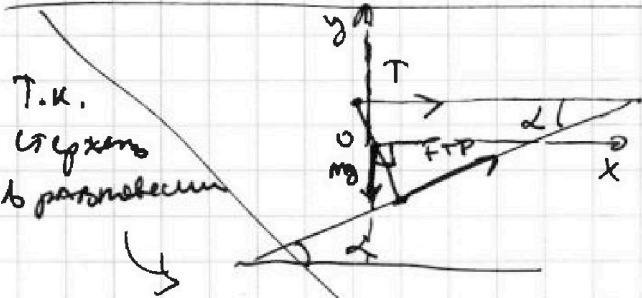
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Введем оси  $Oy$  и  $Ox$ ,  
 $Oy \perp Ox$ ,  $Oy$  смотрит  
 вверх,  $Ox$  - горизонтально,  
 проекция  $mg$  на  $Ox$   
 вверх.

По второй закону Ньютона:

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

$a_y = 0$   
 шарик находится на  $Oy$

$0x: \sin \alpha \cdot F_{тр} = mg$

$F_{тр} = \frac{mg}{\sin \alpha}$

$0x: T + F_{тр} \cdot \cos \alpha = ma_x$

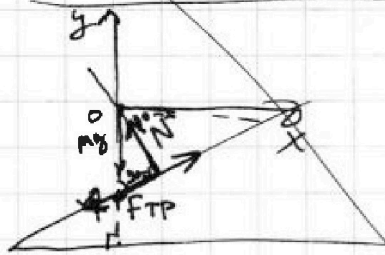
$a_x = 0$

$T = -F_{тр} \cdot \cos \alpha$

шарик находится на  $Ox$

знаки не важны - комп.

Черновик



Введем оси  $Oy$  и  $Ox$ :

По второй закону Ньютона и условию, что шарик в равновесии и  $ii$  условие  $= 0$ :

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

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

~~$F_{тр} = \frac{mg}{\sin \alpha}$~~

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

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

~~$N \cdot \cos \alpha = F_{тр} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$~~

$mg = F_{тр} (\sin \alpha - \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha})$

$mg = F_{тр} l$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

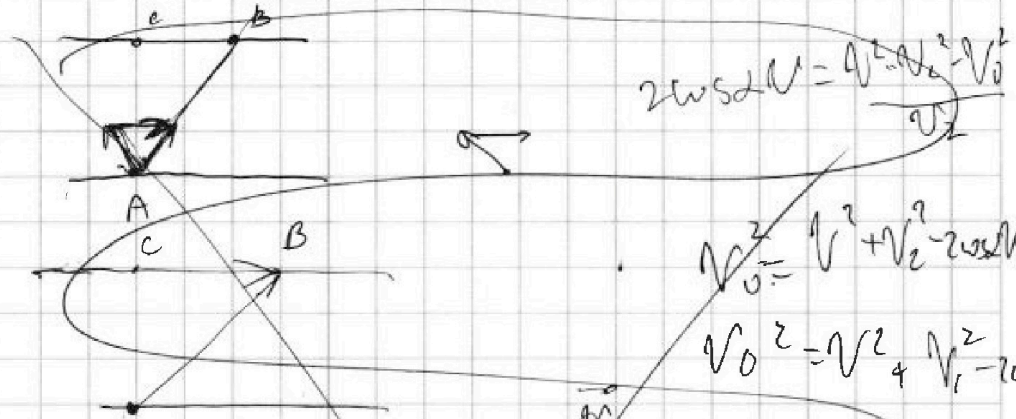
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Черновик



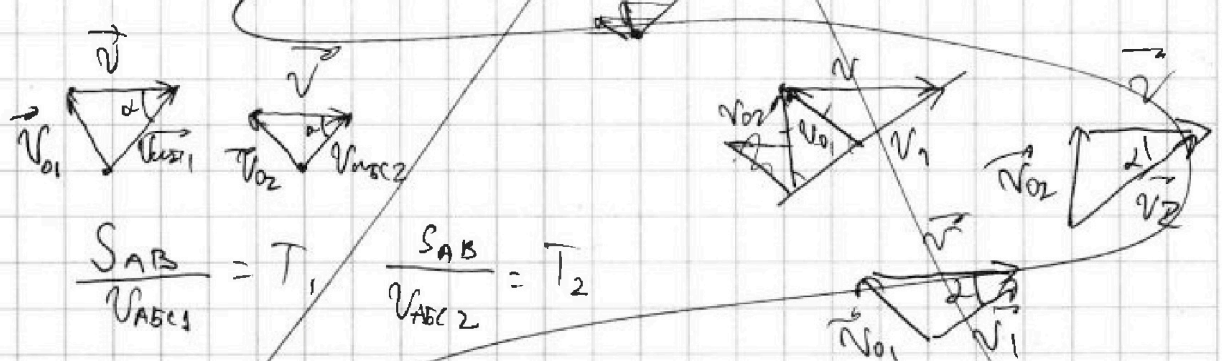
$$2\cos\alpha v = \frac{v^2 + v_2^2 - v_0^2}{v_2}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

$$v_0^2 - v_2^2 = v^2 - v_2^2$$

$$v_1^2 = v_2^2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



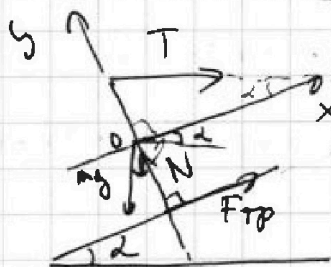
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$Oy$  - вертикаль  
 $Ox$  - горизонтально  
 $N$  - сила реакции опоры, действующая на поверхность.  
 $F_{тр}$  - второму закону Ньютона;

и учитываем то, что планка в покое:

$Ox: T - N$

*Упрощение*



Важно! При  $Oy$  и  $Ox$

$Oy \perp Ox$ ,  $Ox$  - это направление

поверхности

$Oy \perp$  нормали

(см. рис)

По второму закону Ньютона и учитывая, что планка 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:

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