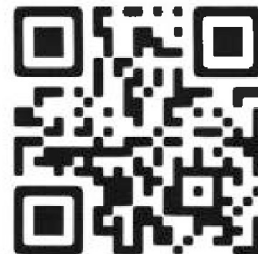


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

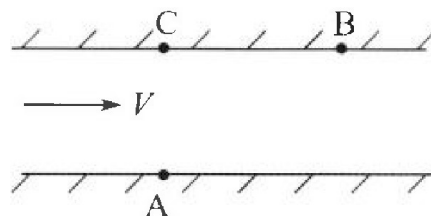
Вариант 09-02

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.

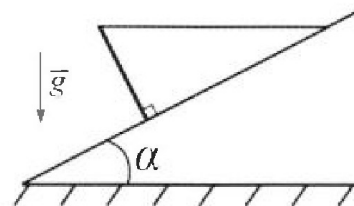
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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/с². 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 $\alpha = 30^\circ$.



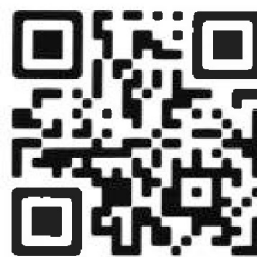
- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02

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

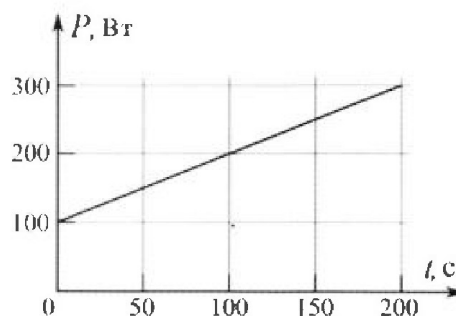


4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

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

Плотность воды $\rho = 1000\text{кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200\text{ Дж/}(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$.

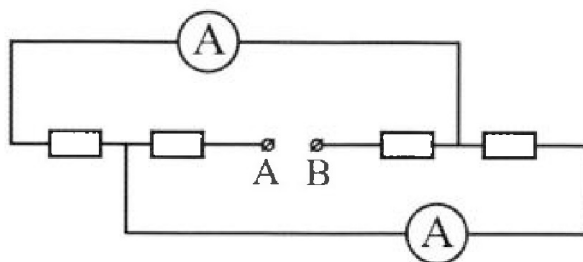


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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

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:



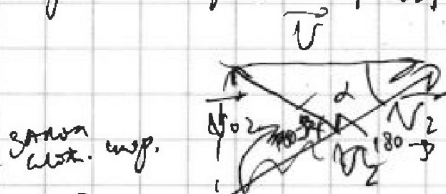
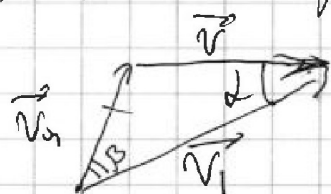
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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 1-ой и во 2-ой заливке, $\vec{V}_1$ - вектор скорости лодки в поф. (0, воз. с возн в 1-ой заливке, $\vec{V}_{01}$ - вектор скорости лодки в поф. (0, воз. с возн во 2-ой заливке. $\vec{V}$ - вектор перпендикуляр скорости, т.е. вектор скорости воды. $|\vec{V}_{01}| = |\vec{V}_{02}| = V_0$



Угол между $\vec{V}$ и $\vec{V}_2$ равен, $\vec{V}$ и $\vec{V}_1$ 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.

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

$$3) \quad V_1 \cdot T_1 = S_{AB} \quad V_2 \cdot T_2 = S_{AB}$$

$$V_1 = \frac{S_{AB}}{T_1} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} \quad V_2 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2}$$

$$V_1 = \frac{\sqrt{14400 + 2500}}{100} = \frac{\sqrt{169} \cdot 100}{100} \frac{м}{с} = 1,3 \frac{м}{с}$$

$$V_2 = \frac{\sqrt{169} \cdot 10}{240} \frac{м}{с} = \frac{13}{24} \frac{м}{с}$$

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

из (3):

$$V^2(T_1 - T_2) = T_2 V_2^2 - T_2 V_0^2 + T_1 V_0^2 - T_1 V_1^2$$

$$V^2 = \frac{T_2(V_2^2 - V_0^2) + T_1(V_0^2 - V_1^2)}{T_1 - T_2}$$

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

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

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

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!

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

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

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

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

Пл. к. скорости тел. при параллельном движении,
 но $\cos \alpha = \frac{S_{BC}}{S_{AB}}$, т.к. абс. скорость тоже параллельна
 AB, значит угол между S_{AB} и S_{BC} = углу между $\vec{v}$ и $\vec{v}_1$;
 $\vec{v}$ и $\vec{v}_2$, между ними α .

Тогда восп. к (1) и (2):

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

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

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

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 3

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

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

Дан. $v_{01} = v_{02} = v_0$, но угол не дан

между $\vec{v}_{01}$ и $\vec{v}_1$ $\angle \beta$, тогда между направлениями $\vec{v}_{02}$ и $\vec{v}_2$ $180^\circ - \beta$

м.н.



поиск - полнот. Δ и этот угол
внешний.

Запишем м. нол. для системы

каждого Δ :

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{16900 \cdot 34017}{240 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 120} \frac{m}{c} = \frac{169 \cdot 17}{240 \cdot 12} \frac{m}{c}$$

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

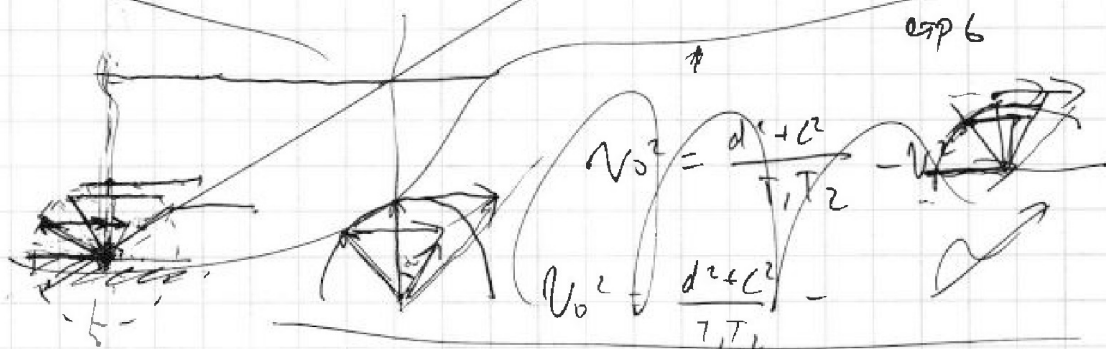
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

5)

$\frac{169 \cdot 17}{240 \cdot 12} <$

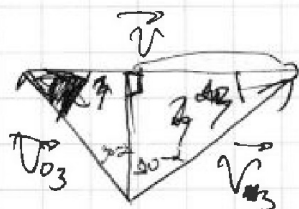


$V_0^2 = d^2 - V^2 = \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}$

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

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

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



$\vec{V}_{03}$ — $\uparrow$ см. в наст. со бугор б-ль α к гориз.

$\vec{V}_{03}$ — $\uparrow$ см. в наст. со б-ль α к гориз.

$V_{03} \cdot \cos 2\alpha$ $\vec{V}_{03}^2 = V^2 + V_0^2 - 2 \cos 2\alpha V V_0$ $\cos 2\alpha = \frac{V^2 + V_0^2 - V_{03}^2}{2VV_0}$

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!



упр 7
9

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

~~Тип задачи max min V_3 от $\cos \alpha$ min V_3 min α , $V_3, V_{03} = \text{const}$
И.о. у функции min., тогда $\cos \alpha = 0$,
max $\cos \alpha - \text{const}$ $V, V_{03} = \text{const} \Rightarrow$~~

тип $\cos \alpha \quad V_3$ min тогда V_3 min.

И.о. Дел Δ max. от α - en γ min.

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

тип max $\cos \alpha \quad V_3$ min, $V, V_{03} = \text{const}$.
13

max. знан. $\cos \alpha = 1$, $\alpha = 0$ или π

тип $\cos \alpha = 0 \quad V \cos \alpha \quad V_3$ min
И.о. если

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

2) $V = \frac{(d^2 + l^2)(T_2 + T_1)}{2 T_1 T_2} = \frac{163 \cdot 17}{2 \cdot 0,12} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 112,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$\begin{array}{r} 42 \\ 163 \\ \cdot 17 \\ \hline 1121 \\ 168 \\ \hline 2751 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2751 \overline{) 240} \\ 210 \overline{) 11} \\ \hline 351 \\ - 210 \\ \hline 141 \end{array}$$

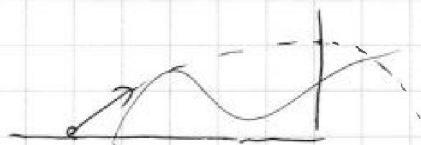
13

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

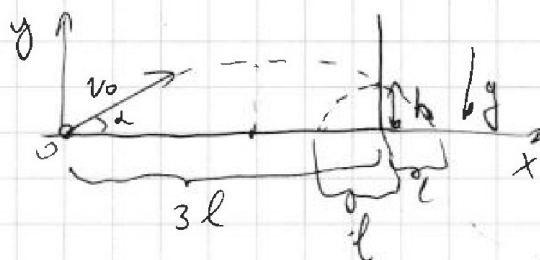
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N2

стр. 8



Предположим, что мячик летит с той же нач. скоростью, но в том же направлении, но с тем же углом, но с тем же углом, но с тем же углом.



Заметим, что координаты мячика, когда он находится в минимуме, всегда координаты мячика, $y \perp$ поверхности земли, x — проекция

вектора нач. скорости на x положительна, $x \perp y$, тогда нач. скорость в гориз. 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, мячик летит по параболе. Т.к. удар был упругим, то он отскочил на такое же расстояние

по оси ox , как что было по модулю. Таким образом, если он отскочил на l , то в сумме, когда он летит без стены он летит $4l$, т.е. от точки запуска до точки удара l в сумме, когда есть стена $3l$.

В стене мячик получает максимальную высоту, на которую поднимется мячик.

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. 129

Ткогва максимално растојание виста, на коју се појавува
на долин ниво, ^{возможна} максимално
буквално брзина пада, на оти се случува, т.е.
по оти ОХ на растојани, 26.

Поняко, когато от стена за стена 3л, то
в една и съща стая от една стая до друга
и т.е. в една стая и в друга, понякога е и
и в една стая (т.е. отразяване на стаята по
транспарентна, симетрична отос. стена транспарентна, която
и в една стая (т.е. отразяване на стаята по
и в една стая (т.е. отразяване на стаята по

$$h_{g_{max}} = \text{wa. } 1 \text{ gd. } 2 \text{ l} - \frac{g \cdot 4 \text{ l}^2}{2 \cdot 1/2 \cdot \omega^2 \cdot 2}$$

your ~~have~~ = Type from the ground,
now some things were 0 many

Hydrogels nazarat:

$$h = 49 \cdot 3 \text{ s} - \frac{9(3 \text{ s})^2}{2 \cdot 10^2 \cos^2 2}$$

А также вышереченные материалы в связи, когда имеют
на то же значение: высшего назначения:

$$\tan 40^\circ - \frac{g \cdot 16 \text{ s}^2}{2 \cdot 10^2 \cos^2 40^\circ} = 0$$

$$492.4 \text{ l} = \frac{216 \text{ l}^2}{29.5 \text{ m}^2 \text{ s}^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{g \cdot 2l}{v_0^2 \omega_{SE}}$$

$$\psi_L = \frac{h}{0,25 \text{ e}}$$

$$\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{l} = \frac{2g}{1.0^2}$$

$$h = 6 \sin 30^\circ - \frac{g(30^\circ)^2}{2 \cdot 2 \cos 40^\circ} \quad \begin{matrix} \text{sin cos} \\ \text{sin cos} \end{matrix}$$

$$h = 1,2 \cdot 31 - \frac{91 \cdot 692}{2,2}$$

$$h = -5,5 \text{ tgd}$$

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!

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

стр. 10

$$H = h_{\max}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{3,6}{\frac{3}{4}} = \frac{3,6 \cdot 4}{3} = \frac{14,4}{3} = 4,8$$

t_2 - время, которое ему идет от т. старта до стены

t_3 - время, которое ему идет от стены до земли

Т.к. ~~скорость~~ он идет по широтному углу
отражающей ст. протекции падает, значит
упругий, т.е. скорость пада по модулю та же, но направле-
на вверх, то время, которое он идет от по падению этот
уголок равно t_3 . Тогда время, которое он идет
от ст. до стены $t_2 + t_3$.

$$\text{Тогда } v_0 \cos \alpha (t_2 + t_3) = T_0 \cos \alpha$$

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

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

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

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

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 121~~
стр 11

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

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

$$\frac{3}{4} = \frac{t_2}{t_2 + t_3} \quad t_2 + t_3 = \frac{4l v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

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

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

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

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

Т.к.

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

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gl \tan \alpha$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gl \cdot \frac{h}{0.75l}$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = \frac{2gh}{0.75} = \frac{8gh}{3}$$

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

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

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

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

$$-2gh \pm gh - g$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

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

$$\textcircled{2} \quad t_2 = \frac{-2\sqrt{\frac{2}{3}gh} - \sqrt{\frac{2}{3}gh}}{-g} = \frac{-3\sqrt{\frac{2}{3}gh}}{-g} = 3\sqrt{\frac{2h}{3g}}$$

$$2\frac{V_0 \sin \alpha}{g} = t_2 + t_3$$

стр. 18, 12

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

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

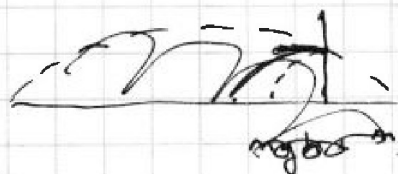
$$t_2 + \frac{4}{3}t_2 = 4\sqrt{\frac{2h}{3g}}$$

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

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

$$t_3 = 0,6 \text{ c}$$

$$t_3 = t_1, \quad t_2 = t_1$$



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



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!

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



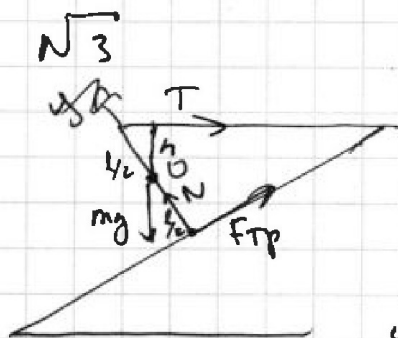
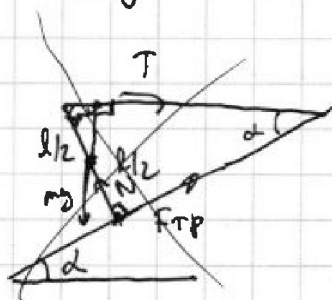
стр. 13

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

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

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

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



Длина
тяги
тяги - 6 л.
Тогда, т.е.
он пропорциона-
лен, значит.

на него пропорциона и середине, но $l/2$ от верш.

П.к. стержень в равновесии, но линия моментов отн.
к середине $\neq 0$.

Значит, нулевой момент отн. т.о. - середина стержня:

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

$$h - \text{высота от } O \text{ на которую } \frac{h}{l/2} = \sin(90^\circ - \alpha)$$

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

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

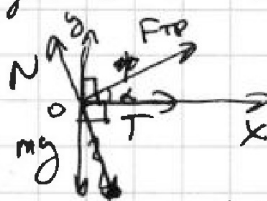
$$T \cos \alpha = F_{\text{тр}}$$

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

П.к. тело в равновесии, но линия

момента не нуль $\neq 0$ (неверно)

П.о.



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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

стр 14

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

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

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

$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$ — по т. Пиф.

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

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

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

$$m = 1,73 \cdot 2 \sqrt{3} \text{ кг} \approx 1,73 \cdot 1,73 \cdot \frac{200}{100} \text{ кг} \approx 0,6 \text{ кг}$$

$$1,73$$

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

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

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

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

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

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

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

Откуда 1) $m = \frac{2 T \cos \alpha}{g} = 0,6 \text{ кг}$
2) $F_{\text{TP}} = 15 \text{ Н}$; 3) $0,05 \leq \mu$

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

$$\begin{aligned} \frac{1,73}{4 - 1/2} &\leq \mu \quad \frac{3,46}{3,5} \approx 0,99 \\ \frac{1,73}{4,5} &\leq \mu \quad \frac{3,46}{4,5} \approx 0,77 \\ \frac{1,73}{3,5} &\leq \mu \quad \frac{3,46}{3,5} \approx 0,99 \end{aligned}$$

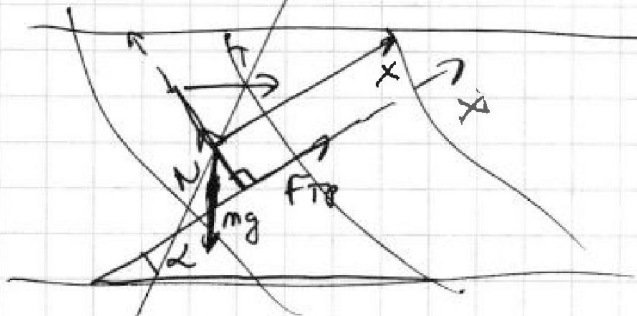
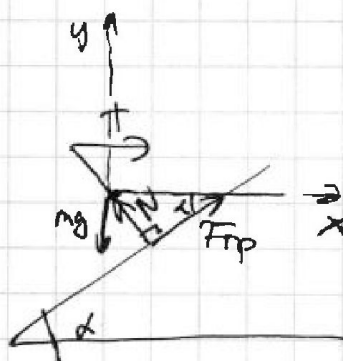
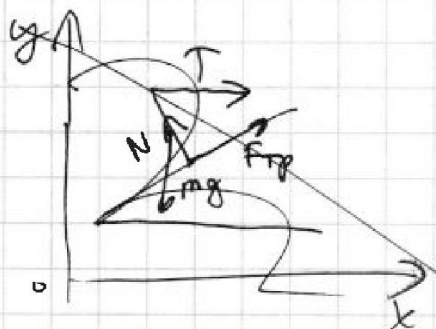
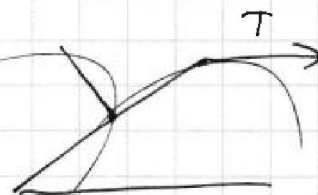
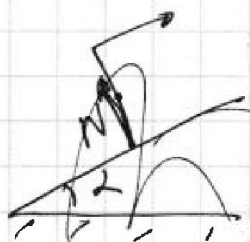
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



N — сила реакции опоры
параллельная плоскости

Возьмем ось Ox и Oy :
По второму з. Ньютона и
умножив на $\sin \alpha$, что параллельно плоскости:

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

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

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

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

Кернелин

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

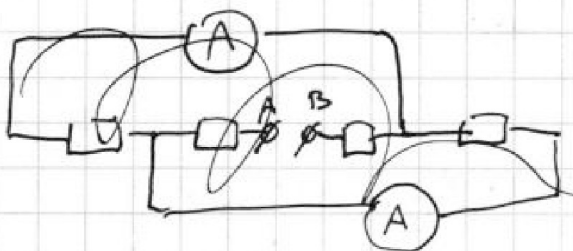
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$U = 1 \text{ В}$$

$$T_0 = 16^\circ \text{C}$$

$$R = 25 \Omega$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$P_H = IU = \frac{U^2}{R}$$

$$P_H = \frac{10000}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$$(T_1 - T_0) \cdot c_B \cdot V \cdot \rho = Q$$

$Q \sim S$, где S - площадь поверхности

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

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

S - площадь поверхности (P)
 Q_1 - количество теплоты

$Q_1 \sim S$, где S - площадь поверхности

$$Q_1 = P \cdot t + \frac{\Delta P \cdot \Delta t^2}{2} = tP + \frac{\Delta t^2 \cdot (200 + 100)}{200} =$$

$$= tP + \frac{\Delta t^2}{2}$$

$$Q_1 = tP + \frac{t^2}{2} = t(P + \frac{t}{2})$$

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!

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

$(P \cdot t)$ 90.16
 y_2 прямая
 $t_{\text{зд}} = 1$
 $y = k_{\text{зд}} x + b$
 $y = x + b$
 $P = t \cdot \frac{P}{2} + 100 \text{ Вт}$



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 38 \\ 16 \\ \hline 54 \\ 42 \\ \hline 16 \\ 852 \\ 42 \\ \hline 892 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 672 \\ 42 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1050 \\ 42 \\ \hline 25 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

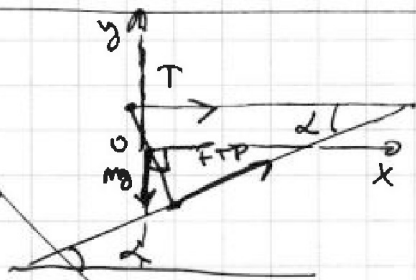
решение которой представлено на странице:

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
в равновесии



Введем оси Oy и Ox ,
 $Oy \perp Ox$, Oy смотрит
наверх, Ox - по горизонтали,
прямую Ox ~~по горизонтали~~
наверх.

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

$a_y = 0$
— шарик находится на Oy

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

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

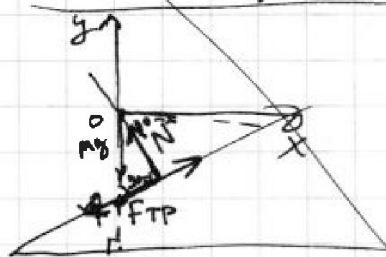
$Ox: T + F_{TP} \cos \alpha = ma_x$

$a_x = 0$

— шарик находится на Ox

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

знаки не нужны — напр.



Введем оси Oy и Ox :

По второй закону
Ньютона и условию,
что шарик в равновесии
— $a = 0$:

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

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

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

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

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

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

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

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

Черновик



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

Handwritten solution on grid paper showing vector diagrams and calculations for the addition of velocities.

Top diagrams show vectors $\vec{v}$, $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$, and $\vec{v}_0$ in various configurations. One diagram shows a vector triangle with vertices A, B, and C.

Formulas derived:

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

Area calculations:

$$\frac{S_{AB}}{v_{ABc1}} = T_1, \quad \frac{S_{AB}}{v_{ABc2}} = T_2$$
$$T_1 \cdot v_{ABc1} = T_2 \cdot v_{ABc2}$$

Velocity relations:

$$v_{01}^2 + v_{02}^2 = v^2 + v_1^2 - 2\cos\alpha v v_1$$
$$v_{02}^2 = v^2 + v_2^2 - 2\cos\alpha v v_2$$
$$v_{01}^2 - v_{02}^2 = v_1^2 - v_2^2$$
$$v_1^2 = v_2^2$$

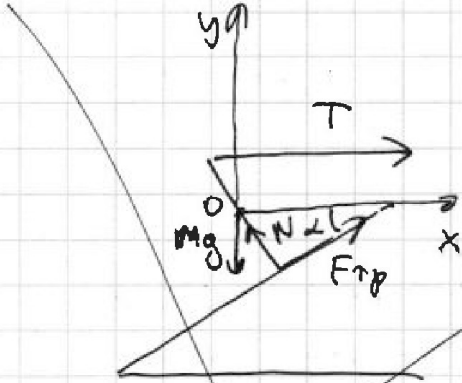
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

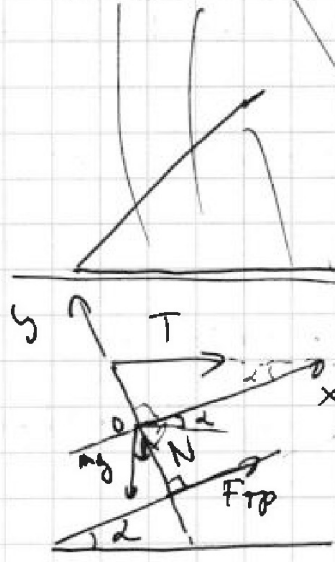
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



и учитывая то, что план в покое:

$Ox: T - N$

Oy считаем нулевым
 Ox - горизонтально
 N - сила реакции опоры, действующая на план.
 Тогда второй закон Ньютона;



Введем OY и Ox
 $OY \perp OX$, Ox по направлению движения
 $OY \perp$ плоскости (см. рис.)

Тогда второй закон Ньютона и учитывая, что план в покое:

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

$OY: -T \cdot \sin(\alpha) - mg \cos \alpha + N = 0$

Итак:

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