



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

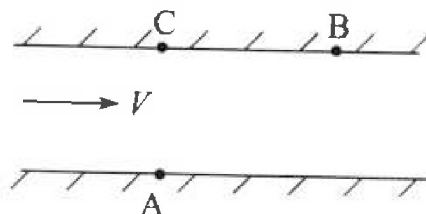
Вариант 09-02

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.

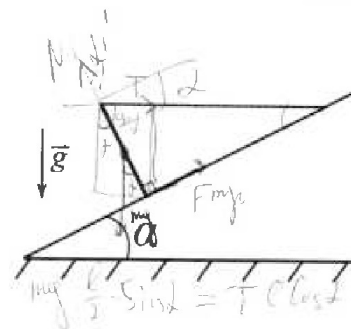
2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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.

$$\begin{array}{r} 28 \\ 28 \\ \hline 156 \\ 82 \\ \hline 546 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 56 \\ \times 56 \\ \hline \end{array}$$

$$\left(\frac{v}{u}\right)' = v \cdot u^{-1} = \frac{v' \cdot u - v \cdot u'}{u^2}$$



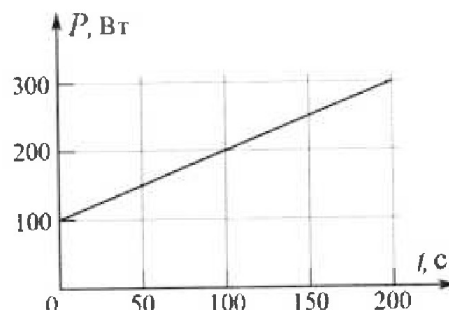
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 $t_0 = 16^\circ\text{C}$. 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 t_1 воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

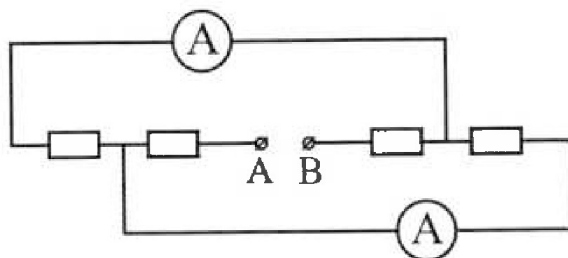
Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

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 $I_1 = 2$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Какую мощность P развивают силы в источнике?



$$\begin{array}{r} 300 \\ \times 90 \\ \hline 27000 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} + 270 \\ 72 \\ \hline 34200 \end{array}$$



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!

N 1

$$e = \frac{\sqrt{0,609}}{\sqrt{0,297}} \cdot 0,1 \approx 50 \mu\text{m} \cdot 1,42 = 71 \mu\text{m}$$

Answer: $S' = l - e = 49 \mu\text{m}$
 $S = 49 \mu\text{m}$ $V_1 = 1,3 \mu\text{m/s}$; $V_2 \approx 5,04 \mu\text{m/s} = \frac{13}{24} \mu\text{m/s}$

$$V = \frac{2873}{2880} \mu\text{m/s} \approx 1 \mu\text{m/s}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

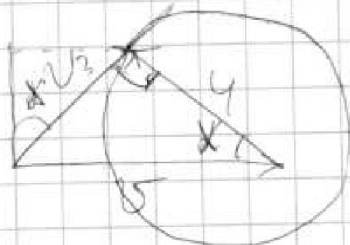
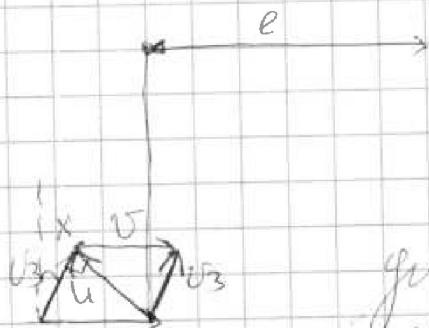
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Задача



где ϵ — мин. расстояние между
лучом и касательной, а угол $\alpha \rightarrow 90^\circ$
между u и u_2

$$\cos \alpha = \frac{u}{v} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{v^2 - u^2}}{v}$$

$$t(v - u \cos \alpha) = e = \frac{v^2 - u^2}{v} T = \frac{\sqrt{v^2 - u^2}}{u} \cdot d$$

$$T = \frac{d}{u \sin \alpha} = \frac{d/v}{u \sqrt{v^2 - u^2}} = \frac{150 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{0,160^2 - 0,125^2}}$$

$$u \cos \alpha = 0,5 \text{ мкс}$$

$$u \sin \alpha = 1,2 \text{ мкс} - \frac{2873}{2880} \text{ мкс} = 0,2 \text{ мкс} + \frac{7}{2880} \text{ мкс}$$

$$\approx 0,2025 \text{ мкс}$$

$$0,25 + 0,04100525 = 0,29100525$$

$$u \approx \sqrt{0,291}$$

$$0,1849$$



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!

№7, продолжение:

$$\frac{d}{T_1} = u \cos \alpha$$

$$\frac{d}{T_2} = u \sin \beta$$

$$\frac{L}{T_1} - v = u \sin \alpha$$

$$v - \frac{L}{T_2} = u \cos \beta$$

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

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

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

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

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

$$v = \frac{(L^2 + d^2) (T_2 + T_1)}{2L T_1 T_2} = \frac{340 \cdot 16900 \text{ м}^2 \cdot \text{с}}{2 \cdot 120 \text{ м} \cdot 240 \cdot 100 \text{ с}} =$$

$$= \frac{17 \cdot 200 \cdot 169 \cdot 10}{200 \cdot 120 \cdot 240} \text{ м/с} = \frac{17 \cdot 169}{2880} \text{ м/с} =$$

$$= \frac{2873}{2880} \approx 1 \text{ м/с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

предложение: из рисунков находим v_1 и v_2

$X = \sqrt{L^2 + d^2}$ пусть найдем пройденный путь в так
замыках v_1 и v_2 скорости

$$\frac{X}{v_1} = T_1 \quad ; \quad X = 130 \text{ м}$$

$$\frac{X}{v_2} = T_2$$

$$v_1 = \frac{X}{T_1} = 1,3 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,4 \\ 2,4 \\ \hline 48 \\ 5,76 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 13,00 & 24 \\ - 120 & \\ \hline 100 & \\ - 96 & \\ \hline 40 & \end{array}$$

$$v_2 = \frac{130}{T_2} = \frac{130}{2,4} \text{ м/с} = \frac{13}{2,4} \text{ м/с} \approx 5,416 \text{ м/с}$$

$$d = 4 \cos 2 T_1$$

$$d = 4 \sin 2 T_2$$

$$\Rightarrow \frac{\cos 2}{\sin 2} = \frac{T_2}{T_1} = 2,4$$

$$L = (v - 4 \cos \beta) T_2$$

$$L = (v + 4 \sin \beta) T_1$$

$$\frac{L}{T_2} = 4 \cos \beta = v$$

$$\frac{L}{T_1} = 4 \sin \beta = v$$

$$\sqrt{\frac{1 - \sin^2 \beta}{1 - \cos^2 \beta}} = 2,4$$

$$\sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 2,4 \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$

$$1 - \sin^2 \beta = 5,76 - 5,76 \cos^2 \beta$$

$$5,76 \cos^2 \beta = 4,76 + \sin^2 \beta$$

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!

N1

Дано

$$AC = ol = 50 \text{ м}$$

$$CB = L = 120 \text{ м}$$

$$T_1 = 100 \text{ с}$$

$$T_2 = 240 \text{ с}$$

$$V_1, V_2, V$$

решение:



по сути V_1 и V_2 должны быть направлены в точку B т.к.

они равны т.к. V - скорость плывца можно менять направление $\Rightarrow$



$$d = V \cos \alpha T_1$$

$$L = (V \sin \alpha + V_1) T_1$$

$$\frac{d}{T_1} = V \cos \alpha \quad (2)$$

$$\frac{L}{T_1} - V_1 = V \sin \alpha \quad (1)$$

$$(1) : (2) \Rightarrow \frac{L - V_1 T_1}{d} = \tan \alpha \Rightarrow V = \frac{L - d \tan \alpha}{T_1} =$$

$$d = V \sin \beta T_2$$

$$L = (V - V_1 \cos \beta) T_2$$

$$\frac{L}{T_2} = V - V_1 \cos \beta$$

$$V \cos \beta = V_1 - \frac{L}{T_2}$$

$$\tan \beta = \frac{d}{V T_2 - L}$$

$$V \sin \beta = \frac{d}{T_2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

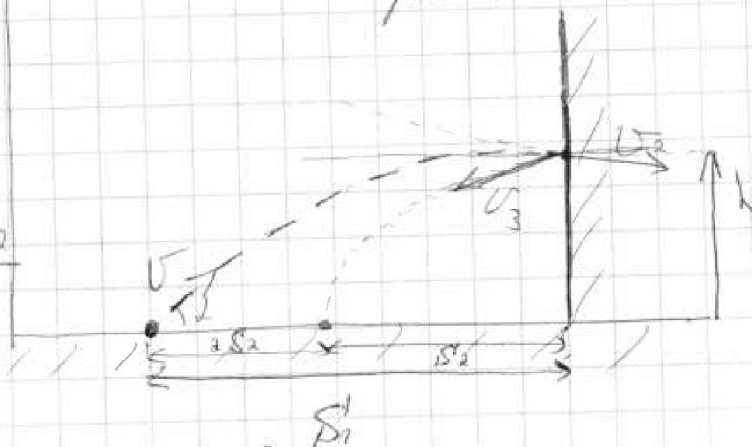
МФТИ

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



№2 Дано
 $h = 5,4 \text{ м}$
 $d = 1,8 \text{ м}$
 $S_1 = 3 S_2$

решение:



1) Скорость до взлета

$$h_{\max} = V \sin \alpha t_0 - \frac{g t_0^2}{2} =$$

$$V \sin \alpha - g t_0 = 0$$

$$H = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$t_0 = \frac{t}{2}$$

$$t_0 = \frac{V \sin \alpha}{g}$$

$$t = \frac{2V \sin \alpha}{g}$$

$$4 S_2 = V \cos \alpha t$$

$$3 S_2 = V$$

$$3 S_2 = V \cos \alpha \frac{3}{4} t$$

$$h = V \sin \alpha \frac{3}{4} t - \frac{g \left(\frac{3}{4} t \right)^2}{2} = \frac{3}{2} \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{9 V^2 \sin^2 \alpha}{8 g} =$$

$$h = \frac{(12 - 9) V^2 \sin^2 \alpha}{8 g} = \frac{3 V^2 \sin^2 \alpha}{8 g}$$

$$h_{\max} = \frac{4 h}{3} = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{2 g} = 7,2 \text{ м}$$

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!

12

Через время $t_1 = \frac{t}{4}$ упадет шар после соударения

Пл. к стенке вылетит только на горизонтальную ось то $d = 2u \cdot \frac{t}{4}$ где u скорость стенки

$$d = \frac{ut}{2} = \frac{uV \sin \alpha}{g}$$

$$h_{\max} = \frac{g \left(\frac{t}{2} \right)^2}{2} = \frac{g t^2}{8}$$

$$t = \sqrt{\frac{8 h_{\max}}{g}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 4,2}{10}} \text{ с} = \sqrt{5,86} \text{ с} = 2,6 \text{ с}$$

$\frac{V_x + u}{\text{после}} \leftarrow \frac{V_x + u + u}{\text{после}} \Rightarrow$ разность $2u$
между скоростями и движением $\Rightarrow$

$$d = 2u \cdot \frac{t}{4} = \frac{ut}{2} \Rightarrow u = \frac{2d}{t} = \frac{2 \cdot 5,4 \text{ м}}{2,6 \text{ с}}$$

$$= \frac{20,8}{2,6} \text{ м/с} = \frac{51,4}{7,3} \text{ м/с} = 4 \frac{2}{73} \text{ м/с} \approx 4,15 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 200 \overline{) 15} \\ - 150 \\ \hline 100 \\ - 95 \\ \hline 5 \end{array}$$

Ответ: $H = 7,4 \text{ м}$; $t_1 = 0,65 \text{ с}$; $u = 4 \frac{2}{73} \approx 4,15 \text{ м/с}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МОТИ

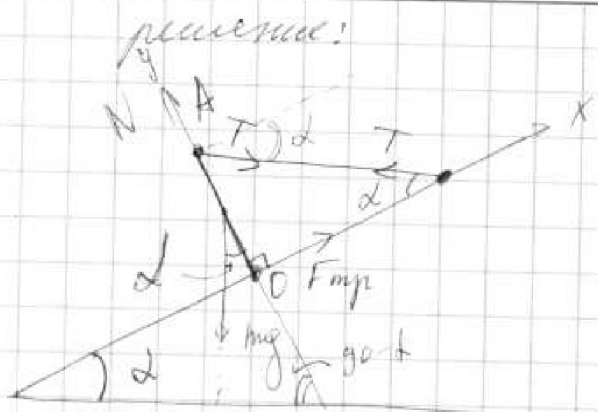
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N3

$$T = 14,3 \text{ Н}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



$F_{\text{тр}} = \mu N$ при скольжении или при критическом угле когда тело будет скользить и не будет.

П.к. нити параллельна горизонтально $\Rightarrow$ нити перпендикулярна и нити l (которая наклонена)

запишем законы Ньютона на оси x и y .

По оси y действует нити на поверхность

$$\text{по оси } y: -mg \cos \alpha + N - T \sin \alpha = 0$$

$$\text{по оси } x: F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha + T \cos \alpha = 0$$

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

$$N = T \sin \alpha + mg \cos \alpha ; T \sqrt{3} \approx 30 \text{ Н}$$

$$\mu = \frac{mg \sin \alpha - T \cos \alpha}{T \sin \alpha + mg \cos \alpha} = \frac{mg - T \sqrt{3}}{T + mg \sqrt{3}} = \frac{60 - 30}{14,3 + 6 \cdot 14,3}$$

$$= \frac{30}{7 \cdot 14,3} \approx \frac{3}{4}$$



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 4

продолжение

посчитаем сколько энергии выделится
с нагреванием $Q_n = P \cdot T = 400 \cdot 180 \text{ Дж} = 72 \text{ КДж}$

далее посчитаем сколько энергии ушло
на нагревание воды это $Q_0 = Q_n - Q = 378 \text{ КДж}$
 $\Rightarrow Q_0 = c m (T_1 - T_0)$

$$T_1 = \frac{Q_0}{c m} + T_0 ; m = V \cdot \rho = 1 \text{ кг}$$

$$T_1 = \frac{378 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{C)} \cdot 1 \text{ кг}} + T_0 = \frac{378 \text{ Дж}}{4200} \text{ C} + 16 \text{ C} =$$

$$= 25 \text{ C}$$

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

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!



N4

Дано

$$V = 100$$

$$T_0 = 26^\circ\text{C}$$

$$R = 25 \text{ Ом}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$P(t)$ - график

$$T = 780^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4100 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$$

$$P_H, T_1 - ?$$

решение:

$$P_H = U \cdot I \quad \text{где} \quad I = \frac{U}{R} = 4$$

$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2 \text{ Вт}}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$P_H = \text{const}$, а вот P_i - мощность
меняется от времени
но у нас есть график $P(t)$,
а как мы знаем мощность
под графиком это Q - энергия
потерянная на нагрев

$$Q_H = P_H \cdot t \quad \text{в нашем случае}$$

$$t = T = 780 \text{ с} \quad \text{а} \quad Q \text{ надо вычитать до}$$

$$\text{времени} \quad T = 780 \text{ с}$$

Найдем зависимость $P(t)$ она линейна

$$K = \frac{P_1 - P_2}{t_1 - t_2} = \frac{200 \text{ Вт}}{200 \text{ с}}$$

$$y = Kx + b \quad \text{где} \quad y = P; \quad x = t$$

$$b = 100 \text{ Вт}$$

$$P = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}} \cdot t + 100 \text{ Вт} \quad ; \quad t - \text{в секундах}$$

для подсчета площади используем формулу
а ее формулу площади.

$$P_0 = 400 \text{ Вт}$$

$$P_{180} = 280 \text{ Вт}$$

$$Q = \frac{P_0 + P_{180}}{2} \cdot T =$$

$$= \frac{380 \text{ Вт}}{2} \cdot 780 \text{ с} = 342 \text{ К Дж}$$

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

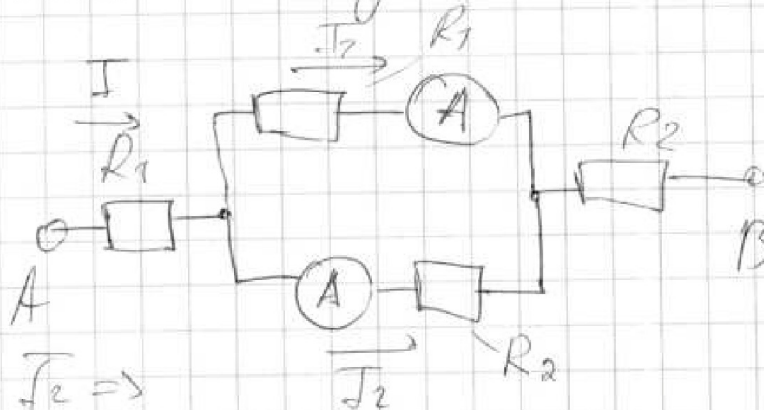
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№5

Дано
 $R_1 = 30 \text{ Ом}$
 $R_2 = 60 \text{ Ом}$
 $I_1 = 2 \text{ А}$
 $I_2, P - ?$

решение:

Во-первых приведем схему в нормальный вид



П.к $I_1 \neq I_2 \Rightarrow$

На этих участках подключены разные резисторы $\Rightarrow R_1$ и R_2 . П.к

$R_2 > R_1$ $\Rightarrow I_1 > I_2 \Rightarrow I_2$ течет через

R_2 П.к $I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow$

$$I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_2} = \frac{2 \cdot \text{А} \cdot 30 \text{ Ом}}{60 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$$

параллельное соединение резисторов
 $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{60 \cdot 30 \text{ Ом}}{90} = \frac{1800}{90} = 20 \text{ Ом}$

$$\Rightarrow R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R = (30 + 60 + 20) \text{ Ом} = 110 \text{ Ом}$$

$$P = I^2 \cdot R_{\text{общ}} \quad \text{где } I = I_1 + I_2 = 3 \text{ А}$$

$$P = 9 \cdot 110 \text{ Вт} = 990 \text{ Вт}$$

Ответ: $I_2 = 1 \text{ А}$; $P = 990 \text{ Вт}$



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!

N7 продолжение

$$T = \frac{d}{u \sin \alpha} = \frac{d \cdot v}{u \sqrt{v^2 - u^2}}$$

$$e = \frac{v^2 + u^2}{v} T = \frac{v^2 + u^2}{4 \sqrt{v^2 - u^2}} \cdot d$$

$$u \cos \alpha = 0,5 \text{ м/с}$$

$$u \sin \alpha = 1,2 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$u^2 = (0,25 + 0,04) \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$u = \sqrt{0,29} \text{ м/с} \approx$$

$$e = \frac{(0,29 + 1) \cdot 50 \text{ м}}{\sqrt{0,29} \cdot \sqrt{0,67}} = \frac{1,29 \cdot 50 \text{ м}}{0,43} = 150 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ 160 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 15 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 179 \\ + 17 \\ \hline 259 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 122 \\ \times 0,1769 \\ \hline 549 \\ 122 \\ 122 \\ 122 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ \times 33 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 99 \\ 99 \\ \hline 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 35 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 175 \\ 175 \\ \hline 105 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 435 \\ \times 435 \\ \hline 2175 \\ 1705 \\ 1740 \\ 0,189225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 43 \\ \times 43 \\ \hline 129 \\ 129 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

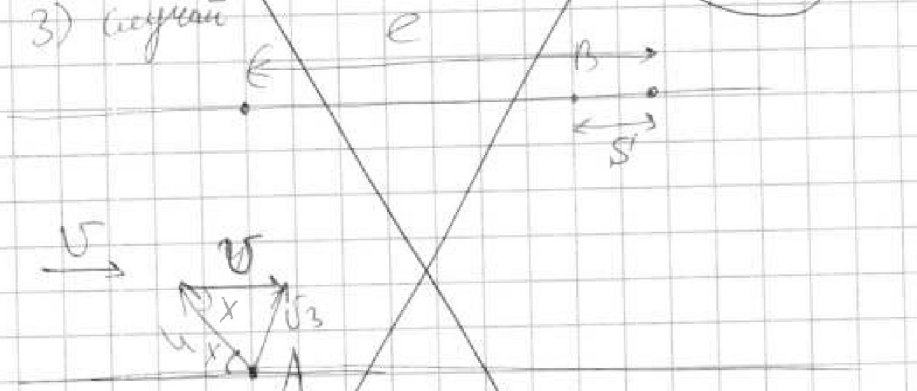
МФТИ

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

Мя продолжение:

$$\begin{array}{r} x \ 169 \\ 17 \\ \hline 1183 \\ 169 \\ \hline 2813 \end{array}$$

3) Случай



$$l = (U - u \cos \alpha) T$$

$$T \cdot u \sin \alpha = d$$

$$T = \frac{d}{u \sin \alpha}$$

$$\Rightarrow l = \frac{Ud}{u \sin \alpha} - \frac{d}{\tan \alpha}$$

возьмем производную. l
при $l_{\min}$ $l' = 0$

$$0 = \frac{Ud}{u} \left(\frac{-\alpha \cdot \sin \alpha - \cos \alpha \cdot 1}{\sin^2 \alpha} \right) - d \left(\frac{-\sin \alpha \cdot \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} \right)$$

$$\frac{U}{u} \cdot \cos \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = -\frac{u}{U} \Rightarrow l = \left(U + \frac{u^2}{U} \right) T$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{u^2}{U^2}} = \sqrt{\frac{U^2 - u^2}{U^2}}$$

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!



~~1) прояснение~~

~~$$L = (U - u \cos \beta) T_2$$~~

~~$$d = u \sin \beta$$~~

~~$$\frac{u \cos \alpha}{u \sin \alpha + u} = \frac{u \sin \beta}{u - u \cos \beta} = \frac{u \cos \alpha - u \cos \alpha \cos \beta}{u \sin \alpha + u \sin \alpha \cos \beta} = \frac{u \sin \alpha (1 - \cos \alpha \cos \beta)}{u (1 + \sin \alpha \cos \beta)}$$~~

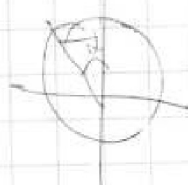
~~$$u^2 + v^2 + 2uv \cos(90 + \alpha) = \frac{L^2 + d^2}{T_1^2} \quad (\cos(90 + \alpha) = -\sin \alpha)$$~~

~~$$u^2 + v^2 - 2uv \cos(\beta) = \frac{L^2 + d^2}{T_2^2}$$~~

~~$$2uv (\cos \beta - \cos(90 + \alpha)) = \frac{L^2 + d^2}{T_2^2} - \frac{L^2 + d^2}{T_1^2} =$$~~

~~$$= \left(\frac{130 \mu}{100/c} \right)^2 - \frac{130 \mu^2}{240 c^2} = \frac{240^2 - 100^2}{100^2 \cdot 240^2} \cdot (130 \mu^2 c^2)$$~~

~~$$= \frac{340 \cdot 144}{100 \cdot 240^2} = \frac{17.4 \cdot 4}{25 \cdot 240}$$~~





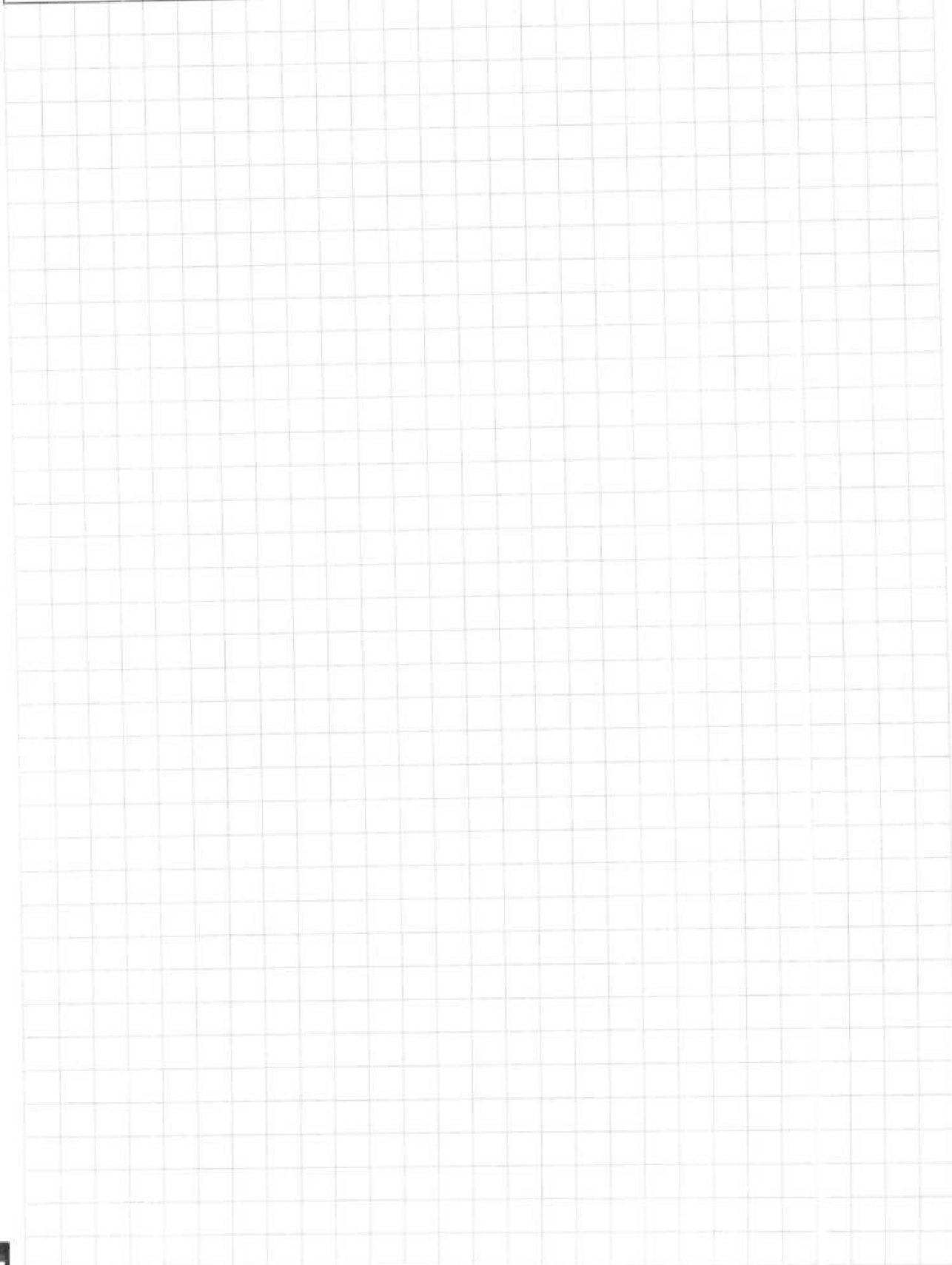
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!





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!

№3

Предположим, что цилиндр упр. с массой m находится в равновесии. Тогда $0 = mg \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \sin \alpha - T \cdot \ell \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow$

$$m = \frac{2T}{g \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 17,3 \text{ Н}}{9,8 \text{ м/с}^2} \cdot \sqrt{3} = \frac{34,6 \cdot \sqrt{3}}{9,8} \text{ кг} =$$

$$= 3,46 \cdot \sqrt{3} \text{ кг} = 2 \cdot 1,73 \cdot \sqrt{3} \text{ кг} \approx 2 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \text{ кг} = 6 \text{ кг}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,73 \\ 1,73 \\ \hline \end{array}$$

$$m \approx 6 \text{ кг} \quad m = 3,46 \sqrt{3} \text{ кг}$$

$$mg = \frac{2T}{\sin \alpha} = 2T \cdot \sqrt{3} \quad \frac{mg}{4} = \frac{T}{2 \sin \alpha} = \frac{T \sqrt{3}}{2}$$

$$mg \sqrt{3} = 6T = 6 \cdot 17,3$$

$$\begin{array}{r} 1,73 \\ 1,73 \\ \hline 4,19 \\ 1,73 \\ 1,73 \\ \hline 2,9829 \approx 3 \end{array}$$

$$\mu = \frac{mg - T \sqrt{3}}{T + mg \sqrt{3}} = \frac{2T \sqrt{3} - T \sqrt{3}}{T + 6T} = \frac{T \sqrt{3}}{7T} = \frac{\sqrt{3}}{7} \approx$$

$$\approx \frac{1,73}{7}$$

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{7} \approx 0,247$$

$$\begin{array}{r} 1,730 \\ 1,730 \\ \hline 0,33 \\ - 0,28 \\ \hline 0,050 \end{array}$$

Затем упр. с массой m находится в равновесии

$$mg \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}} \cdot \ell = 0$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{mg \sin \alpha}{2} = \frac{mg}{4} \approx \frac{60}{4} \text{ Н} = 15 \text{ Н}$$

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

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{7} \approx 0,247$$

Ответ: $m = 3,46 \cdot \sqrt{3} \text{ кг} \approx 6 \text{ кг}$; $F_{\text{тр}} = \frac{T \sqrt{3}}{2} = 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ Н} \approx 15 \text{ Н}$;