



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 09-01

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.

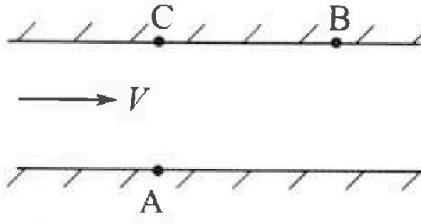
В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V – неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 70$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 240$ м.

Продолжительность первого заплыва $T_1 = 192$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 417$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость U пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.

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

- 3) Найдите продолжительность T третьего заплыва.



2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на площадку. Наибольшая высота, на которой находится мяч в полете, $H = 16,2$ м. Расстояние от точки старта до стенки в 5 раз больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

- 1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?

- 2) Найдите продолжительность t , полета мяча от старта до соударения со стенкой.

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте h , стенка движется навстречу мячу со скоростью $U = 2$ м/с.

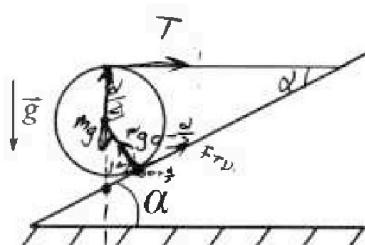
- 3) Найдите расстояние d между точками падения мяча на площадку в случаях: стенка покоятся, стенка движется.

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.

$$T = F_{TP}$$

3. Однородный шар массой $m = 3$ кг удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к шару в его наивысшей точке. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$.

- 1) Найдите силу T натяжения нити.
- 2) Найдите силу F_{TP} трения, действующую на шар.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 09-01

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

4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 14^{\circ}\text{C}$, объем воды $V = 2 \text{ л}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20 \Omega$, сила тока в спирали $I = 5 \text{ A}$.
- $$P = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт.}$$

Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

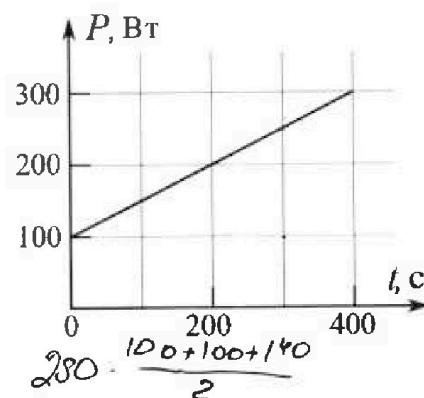
1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Через какое время T после начала нагревания температура воды станет равной $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$?

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

$$P_H =$$

$$\boxed{V = 2 \text{ л}}$$

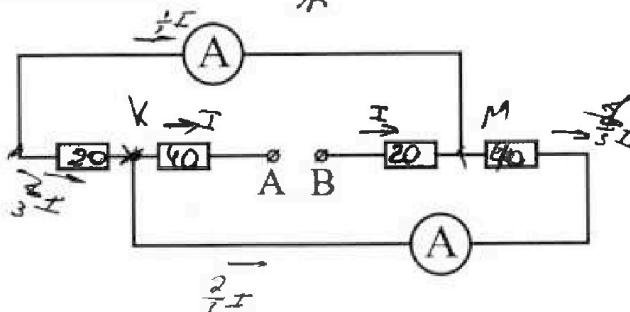


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20Ω , у двух других сопротивление по 40Ω . Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Меньшее показание $I_1 = 1 \text{ A}$.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

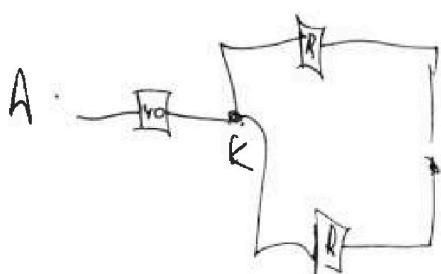
2) Найдите напряжение U источника.



34.

$$\frac{40 + 20 + 40}{60} = \frac{80}{6} = \frac{40}{3}$$

$$\frac{40 + 120 + 60}{3} = \frac{220}{3}$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!

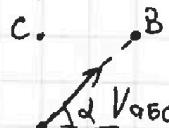
Задача 1(1)

$$\vec{V}_{ABC} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер}$$

ABC - абсолютная
отн - относительная
пер - переносная

V - скорость

1.) Т.к. тело C перевозит реку из точки A в B то его
скорость в лабораторной системе отсчета направлена:



$$\sin \alpha = \frac{AC}{AB} = \frac{7}{25}$$

Точка C $V_n = \frac{L_{AB}}{T_n}$

$$L_{AB} = \sqrt{L_{AC}^2 + L_{CB}^2} = \sqrt{7^2 + d^2}$$

$$= \sqrt{7^2 \cdot 100 + 24^2 \cdot 100} = 10 \sqrt{7^2 + 24^2} =$$

~~$$= 10 \cdot 25 / 192 \text{ м/c} = 10 \cdot \sqrt{625} = 250 \text{ м/c}$$~~

$$V_1 = \frac{L_{AB}}{T_1} = \frac{250}{192} = \frac{250}{192} \text{ м/c}$$

$$V_2 = \frac{L_{AB}}{T_2} = \frac{250}{417} = \frac{250}{417} \text{ м/c}$$

2) V - относительная скорость ЧСО реки

$$\vec{U} = \vec{V}_{ABC} - \vec{V}_{пер}$$

$$\vec{U}_1 = \vec{V}_1 - \vec{V}$$

$$\vec{U}_2 = \vec{V}_2 - \vec{V}$$

$$\vec{U}_1 - \vec{U}_2 = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$

$$|\vec{U}_1| = |\vec{U}_2| \quad |\vec{U}_1| - |\vec{U}_2| = \frac{250}{192} - \frac{250}{417} = \frac{250}{64 \cdot 3} - \frac{250}{139 \cdot 3} =$$

$$= \frac{139 \cdot 250 - 64 \cdot 250}{139 \cdot 64 \cdot 3} = \frac{75 \cdot 250}{139 \cdot 64 \cdot 3} = \frac{25 \cdot 250}{139 \cdot 64}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

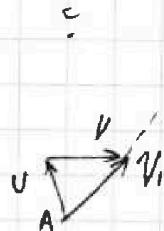
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

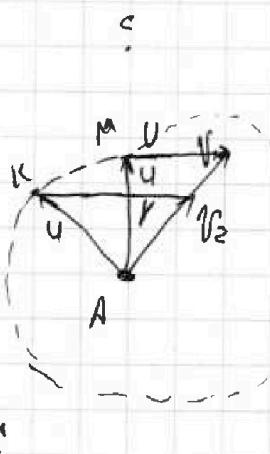
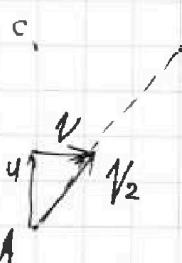
Задача 1 (2).

I



Соединим.

II



Лежат на одной окружности $K_{u, m}$.

$$|\vec{V}_1 - \vec{V}| = |\vec{V}_2 - \vec{V}|$$

$$\cos \alpha = \frac{24}{25}$$

$$I: V_y = V_1 y = V_1 \cdot \sin \alpha$$

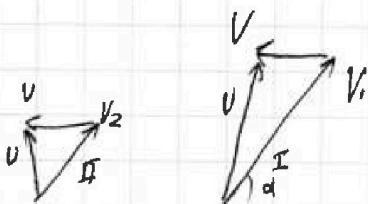
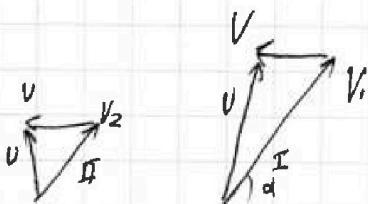
$$V_y = V_1 \cdot \frac{24}{25} = \frac{250}{192} \cdot \frac{24}{25} = \frac{70}{192}$$

$$V_x = V_1 \cdot \cos \alpha - V = \frac{24}{25} V_1 - V = \\ = \frac{240}{192} V - V$$

$$U^2 = V_x^2 + V_y^2$$

$$\left(\frac{70}{192}\right)^2 + \left(\frac{240}{192} - V\right)^2 = \left(\frac{70}{417}\right)^2 + \left(\frac{240}{417} - V\right)^2$$

$$\frac{70^2 + 240^2}{192^2} + \frac{480}{192} V + V^2 = \frac{70^2 + 240^2}{417^2} - \frac{480}{417} V + V^2$$



$$II: V_y = V_2 \sin \alpha =$$

$$= \frac{250}{417} \cdot \frac{24}{25} = \frac{70}{417}$$

$$V_x = \frac{24}{25} V_2 - V =$$

$$= \frac{240}{417} V - V$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\frac{70^2 + 240^2 - 480 \cdot 192V}{192^2} = \frac{20^2 + 240^2 - 480 \cdot 417V}{417^2} \quad 34 \text{ балла } 1/3$$

$$\frac{4900 + 57600 - 92160V}{192^2} = \frac{4900 + 57600 - 200160V}{417^2}$$

$$\frac{490 + 5760 - 9216V}{192^2} = \frac{490 + 5760 - 20016V}{417^2}$$

$$\left(\frac{417}{192}\right)^2 = \frac{6250 - 20016V}{6250 - 9216V}$$

$$\left(\frac{139 \cdot 3}{64 \cdot 3}\right)^2 = \frac{6250 - 20016V}{6250 - 9216V}$$

$$\frac{19321}{4096} = \frac{6250 - 20016V}{6250 - 9216V}$$

$$19321 \cdot 6250 - 19321 \cdot 9216V = 6250 \cdot 4096 - 20016V \cdot 4096$$

$$(19321 - 4096) \cdot 6250 = V(19321 \cdot 9216 - 20016 \cdot 4096)$$

$$15225 \cdot 6250 = V \cdot 16(19321 \cdot 576 - 20016 \cdot 256) =$$

$$= V \cdot 64(19321 \cdot 144 - 64 \cdot 20016) =$$

$$= 64V(2702224 - 1281024)$$

$$15225 \cdot 6250 = 64V \cdot 1421200$$

$$15225 \cdot 125 = 64V \cdot 28424$$

$$1903125 = 1819136V$$

$$\Rightarrow V \approx 1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

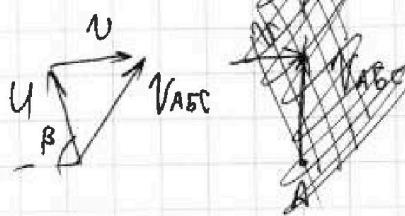
МФТИ

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

$$\begin{aligned}
 & \text{Задача } 1 (4) \\
 U = \sqrt{V_y^2 + V_x^2} &= \sqrt{\left(\frac{30}{192}\right)^2 + \left(\frac{48}{192}\right)^2} = \frac{48}{192} = \frac{1}{4} \\
 &= \cancel{\sqrt{0,13 + 0,06}} = \sqrt{0,13 + 0,06} = \sqrt{0,19} \approx \sqrt{\frac{2}{10}} = \\
 &= \frac{1}{\sqrt{5}} \approx 0,46
 \end{aligned}$$

$$U = \frac{1}{\sqrt{5}} \text{ м}$$

3) снос минимум:



$$V_y = U \sin \beta \quad V_x = U \cos \beta$$

$$\text{снос!} \quad \frac{AC}{V_y} \cdot V_x = \frac{AC}{U \sin \beta} \cdot (U - U \cos \beta)$$

$$\downarrow \sin \beta = \cos \beta = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,7$$

$$\text{снос: } \frac{70}{0,7} \cdot (0,46 + 0,7 \cdot 0,46)$$

$$T = \frac{AC}{U \sin \beta} = \frac{70}{0,7} = 100 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } V_1 = \frac{250}{192} \text{ м/с} ; V_2 = \frac{250}{417} \text{ м/с} ; U = 0,46 \text{ м/с}$$

$$T = 100 \text{ с.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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

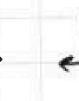
МФТИ

$$H = \frac{10}{2} \cdot \frac{5 \cdot 1}{6 \cdot 6} \cdot t_{\text{одн}}^2 = \\ = \frac{25}{36} \cdot \frac{36 \cdot 36}{10 \cdot 10} = \frac{36}{4} = 9 \text{ м}$$

Задача 2(2)

$$H = 9 \text{ м}$$

3).



ω_{стена}.

V_{после удара} = V_{относ стены}

$$\vec{V}_{\text{относ}} = \vec{V}_{\text{бес}} - \vec{V}_{\text{пер}}$$

$$\vec{V}_{\text{относ}} = V + U$$

$$V_{\text{после удара}} = V + 2U$$

ω_{земля}

$$\text{Но } V_{\text{после удара}} = V_{\text{после удара}} + \\ + U_{\text{пер}} = V + 2U$$

Изменится только
вертикальная
составляющая скорости.

Но мяч мог встретить стенку
в двух положениях.

Т.к. вертикальная компонента не
изменится то и время
падения после удара не
изменится $\Rightarrow t_{\text{одн}} = \text{const.}$

$$\begin{aligned} & \text{(прошлый пункт)} \\ & X_{\text{кон первых способ}} = 5l - l = 4l \end{aligned}$$

$$\Delta X_{\text{стены}} = (V_x \cdot t) = \\ = (V_x + 2U)t$$

т.е. t - время падения после
удара.

$$t_I = t_{\text{одн}} - t_{\text{до стены}} = \frac{5}{6} t_{\text{одн}}$$

После стены пролетит

$$(V_x + 2U) \frac{5}{6} t_{\text{одн}} =$$

$$= 5l + \frac{5}{3} t_{\text{одн}} U$$

$$t_{\text{одн}} U = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ м}$$



Рассмотрим I способ.

$$V_x \cdot \frac{1}{6} t_{\text{одн}} = l$$

$$d_I = 4l - (l - 5l - \frac{5}{3} t_{\text{одн}} U) =$$

$$= 8l + \frac{5}{3} t_{\text{одн}} U = 8l + \frac{5 \cdot 7,2}{3} =$$

$$= 8l + (5 \cdot 2,4) = 8l + 12$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

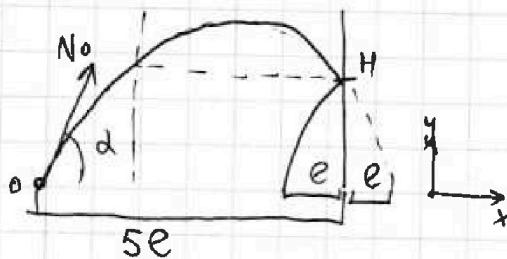
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 219

После удара мяч продолжает двигаться по параболе симметричной изнаночной (удар упругий).

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 d}{2g} = 16,2 \text{ м}$$

движение по оси x -равно-
мерное прямолинейное



$$t_{\text{одн}} = 2 \frac{V_0 \sin d}{g}$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 d}{2g}$$

$$x = V_0 \cos d \cdot t$$

$$x = V_0 \cos d \cdot t \quad (\text{до удара}).$$

t -время

$$\Rightarrow \frac{t_{\text{до удара}}}{t_{\text{после удара}}} = \frac{5}{4} = 5$$

$$t_{\text{после удара}} = t_1$$

$$t_1 = \frac{5}{6} t_{\text{одн}}$$

$$V_0 \sin d = \sqrt{2gH}$$

$$t_{\text{одн}} = \frac{2 \sqrt{2gH}}{g} = h \cdot \frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{g}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 3,6$$

$$t_1 = \frac{5 \cdot 2 \sqrt{\frac{2H}{g}}}{6} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{32,4}{10}} = \frac{5}{3} \sqrt{3,24} = \frac{5}{3} \cdot 1,8 =$$

$$= \frac{5}{3} \cdot 3 \cdot 0,6 = 5 \cdot 0,6 = 3 \text{ сек.}$$

$$H(t) = V_0 \sin d t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{gt^2}{2} - V_0 \sin d t + H = 0$$

no T.Buerger.

$$t_1 + t_2 \approx \frac{V_0 \sin d}{g} = t_{\text{одн}}$$

~~XXXXXX~~ + ~~XXXXXX~~

$$t_1 t_2 = \frac{H}{g}$$

$$H = \frac{gt_1 t_2}{2}$$

$$H = \frac{g}{2} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{6} \cdot t_{\text{одн}}^2$$

на такой же высоте H
он был в точке симметричной
точке удара относительно середины
параболы (время полета до той

$$\text{точки } t_3 = \frac{1}{6} t_{\text{одн}}$$

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 Z₍₃₎

Число II.

время после удара = $\frac{1}{6}$ тобуу

$$d_{II} = 4R - \left(5C - C - \frac{1}{3} \text{тобуу} U \right) = \frac{1}{3} \text{тобуу} U = \frac{3,6}{3} \cdot 2 = 2,4 \text{м}$$

1 тобуу = 1000 м • 1000

~~1000 м~~

Ответ: 1) $h = 9 \text{м}$

2) $t_1 = 3 \text{с}$

3) $d = 2,4 \text{м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

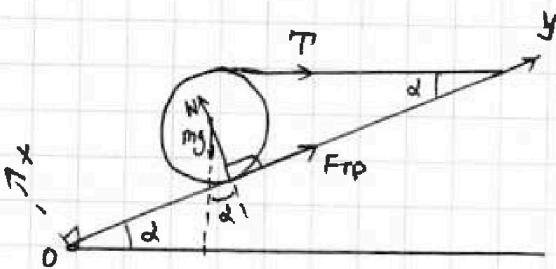
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 3.



F_{tr} - направлена против возможного
прокатывания.

\vec{mg} и \vec{N} пересекаются в точке O

O - центр шара. R - радиус шара
тк $\vec{N} \perp$ касательной.

Правило моментов относ т. O

$$T \cdot R = F_{tr} \cdot R$$

ось OY:

$$F_{tr} + T \cdot \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = 0,6 \quad \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$T(1 + \cos \alpha) = mg \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$$T = F_{tr} = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$T = F_{tr} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6}{1,8} = \frac{18 \cdot 10}{1,8} = 10 \text{ Н}$$

$$F_{tr} \leq F_{tr, \text{кр}} = \mu N$$

ось OX:

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

$$N = 10 \cdot 0,6 + 30 \cdot 0,8 = 6 + 24 = 30 \text{ Н}$$

$$F_{tr} \leq \mu N$$

$$\mu \geq \frac{F_{tr}}{N} \quad \mu \geq \frac{10}{30} \quad \mu \geq \frac{1}{3}$$

$$\text{Ответ! } T = 10 \text{ Н}; \quad F_{tr} = 10 \text{ Н}, \quad \mu \geq \frac{1}{3}$$

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!

Задача 4.

$$P_0 = 100 \text{ Bt} \quad k = \frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2} \frac{\text{Bt}}{\text{C}}$$

1) $P_H = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Bt}$ $Q = PT$ Q - кол-во теплоты

2) УТБ

$\sum P_T$ - суммарная теплота потерь
ее можно посчитать как площадь
под графиком $P(T)$

$$P_H T = c p V(t_1 - t_0) + \sum P_T$$

$$S = \frac{P_0 + P_0 + kT}{2} \cdot \pi$$

$$P_H T = c p V(t_1 - t_0) + P_0 T + \frac{kT^2}{2}$$
$$\frac{kT^2}{2} + \underbrace{c p V(t_1 - t_0)}_{Q_0} + T(P_0 - P_H) = 0$$

$$2\lambda = 0,002 \text{ м}^3$$

$$m_B = V_p = 2 \text{ кг}$$

$$\mathcal{D} = b^2 - 4ac = (P_0 - P_H)^2 - 4 \cdot Q_0 \frac{k}{2} = (P_0 - P_H)^2 - 2kQ_0$$

$$T_1; T_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{P_H - P_0 \pm \sqrt{(P_0 - P_H)^2 - 2kQ_0}}{k}$$

$$T_1; T_2 = \frac{500 - 100 \pm \sqrt{160000 - 4200 \cdot 1000 \cdot 0,002 \cdot 11}}{2} =$$

$$= 2(400 \pm \sqrt{160000 - 8400 \cdot 11}) = (400 \pm 10 \cdot \sqrt{1600 - 924}) \cdot 2 =$$

$$= 2(400 \pm 10 \cdot \sqrt{676}) = 800 \pm 20 \cdot 26 = 800 \pm 520$$

$$T_1 = 1320 \text{ C}, T_2 = 280 \text{ C}$$

Ответ: $P_H = 500 \text{ Bt}$; $T = 280 \text{ C}$; $T = 1320 \text{ C}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

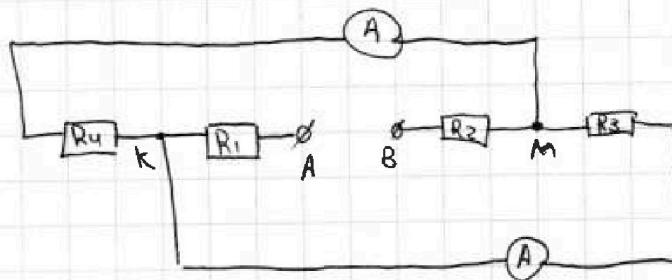


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

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

МФТИ

Задача 5.



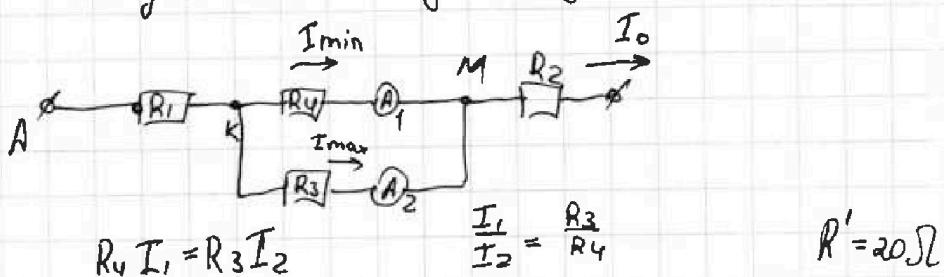
Запишем что если
 $R_1 = R_2$ $R_3 = R_4$
то схема симметрична
и показания Амперметров
одинаковы а такого
быть не может

$$R_1 \neq R_2$$

Тогда пусть $R_1 = 20 \Omega$ $R_2 = 40 \Omega$

(если наоборот то показания амперметров поменяются друг на
друга, в силу симметрии)

Перерисуем эквивалентную схему.



там где в KM резистор меньше ток больше

$I_{\min} \leftarrow$ там где резисторы большие (то есть $R=40 \Omega$)

$$\text{тогда } V_{KM} = I_{\min} \cdot R = 40V$$

$$I_o = I_{\min} + I_{\max} = 3A$$

$$V_{KM} = R' \cdot I_{\max} \quad I_{\max} = \frac{40V}{20\Omega} = 2A = I_2$$

$$R_o = R_1 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 60 + \frac{80}{6} = 60 + \frac{40}{3} = \frac{220}{3} \Omega$$

$$V = R_o \cdot I_o = \frac{220}{3} \cdot 3 = 220V$$

Ответ: $I_2 = 2A$, $V = 220V$.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице.

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

МФТИ

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

$$\begin{array}{r} \times 19321 \\ 9216 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -9216 \\ \hline -12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9216 \\ \hline -2304 \\ \hline -20 \\ \hline -30 \\ \hline -24 \\ \hline 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,4 \\ \times 0,4 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$0,4^3 - \frac{20016}{20}$$

$$\begin{array}{r} 0,36 \\ \times 0,36 \\ \hline 144 \\ 96 \\ \hline 24 \end{array} = \frac{12}{48} = \frac{1}{4}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ 36 \\ \times 36 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 143 \\ 43 \\ \times 3 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 139 \\ 132 \\ + 1858 \\ \hline 1855 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 346 \\ 146 \\ \times 124 \\ \hline 1281200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1246 \\ 184 \\ \times 116 \\ \hline 2116 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 \\ 5 \\ \hline 125 \\ -10 \\ \hline 25 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 192 \\ \hline 1152 \\ 192 \\ \hline 586 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3512112 \\ \times 28424 \\ \hline 64 \\ 113696 \\ + 120544 \\ \hline 1819136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70000 \\ \times 192 \\ \hline 56 \\ 0,36 \\ \hline 1140 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,25 \\ \times 0,25 \\ \hline 25 \\ 5 \\ \hline 0,0625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4096 \\ \hline -4 \\ \hline 0 \\ 9 \\ \hline 16 \\ -16 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1024 \\ \hline -8 \\ \hline 256 \\ -24 \\ \hline 16 \\ -16 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20016 \\ \hline -64 \\ \hline 8656 \\ + 8656 \\ \hline 1281024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 142120 \\ \hline -10 \\ \hline 42 \\ -40 \\ \hline 20 \\ -12 \\ \hline 8 \\ -8 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21121 \\ -15225 \\ 1125 \\ \hline 176125 \\ + 30450 \\ \hline 15225 \\ \hline 1963125 \end{array}$$



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!



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

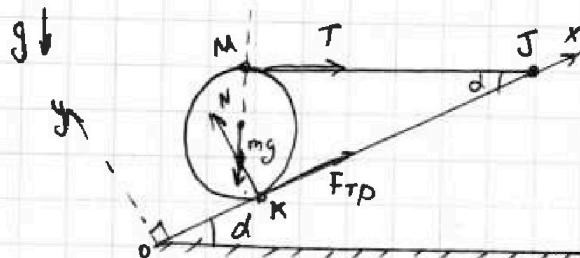
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 3.



F_{Tp} - направлена против возможного проскальзывания.

$$m = 3k\tau \quad \sin \alpha = 0,6$$

ℓ -длина MK

$MJ = MK$ (расательные)

$$\angle JMK = \angle JKM = \frac{180 - \alpha}{2} = 90 - \frac{\alpha}{2}$$

На OX:

$$\text{т.к. } \sum \vec{F} = 0$$

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

На OY

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

Правило моментов относительно точки M:



$$MK \cdot F_{Tp} \cdot \cos(90 - \frac{\alpha}{2}) = Mk \cdot N \cos(\frac{\alpha}{2})$$

$$F_{Tp} \sin(\frac{\alpha}{2}) = N \cos(\frac{\alpha}{2})$$

$$N = F_{Tp} \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Правило моментов относительно точки K:



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ \hline 24 \\ + 96 \\ \hline 48 \\ \times 49 \\ \hline 525 \\ 5760 \\ + 490 \\ \hline 6250 \\ - 19321 \\ \hline 408 \\ 15225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ \hline 24 \\ + 96 \\ \hline 48 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 525 \\ + 96 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ \hline 24 \\ + 96 \\ \hline 48 \\ + 576 \\ \hline 69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ \hline 24 \\ + 96 \\ \hline 48 \\ 160000 \\ 48 \end{array}$$

$$1600 - 920576$$

$$\begin{array}{r} \times 10 \\ \hline 910 \\ - 1600 \\ \hline 924 \\ 0+6 \\ \hline 216 \\ 192 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ \hline 18 \\ 618 \\ 418 \\ \hline 6144 \\ 324 \\ \hline 417 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 6 \\ \hline 6 \\ + 64 \\ \hline 256 \\ 964 \\ + 1259 \\ \hline 19321 \\ 64 \\ \hline 164 \\ + 164 \\ \hline 328 \\ 152 \\ \hline 176 \\ 176 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ \hline 18 \\ 324 \\ 152 \\ \hline 64 \\ 3336 \\ + 1668 \\ \hline 20016 \end{array}$$

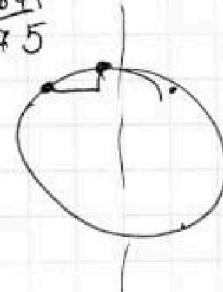
$$\begin{array}{r} \times 24 \\ \hline 24 \\ + 96 \\ \hline 48 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 525 \\ + 96 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ \hline 12 \\ + 96 \\ \hline 12 \\ \hline 417 \\ 13 \\ \hline 139 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ \hline 24 \\ + 96 \\ \hline 48 \\ 16 \\ 24 \\ \hline 24 \\ 24 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ \hline 24 \\ + 96 \\ \hline 24 \\ 24 \\ 44 \\ \hline 84 \\ 84 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ \hline 12 \\ + 96 \\ \hline 12 \\ \hline 139 \\ 64 \\ \hline 75 \end{array}$$



$$\sin 2d = 2 \sin d \cos d$$

$$660 \cdot 660$$

$$660 \cdot 660 = 924 \cdot 108 + 2 \cdot 660 \cdot 11$$

$$66 \cdot 660 = 924 \cdot 10 + 132 \cdot 11$$

$$6 \cdot 660 = 924 \cdot 10 + 132$$

$$660 \cdot 660 + 924 \cdot 100 = 400 \cdot 660 \cdot 2$$

$$66 \cdot 66 + 924 = 666 \cdot 4 \cdot 2$$

$$6 \cdot 66 + 84 = 60 \cdot 4 \cdot 2$$

$$3 \cdot 66 + 42 = 60 \cdot 4$$

$$3 \cdot 33 + 21 = 120$$

$$99 + 21 = 120$$

$$280 \cdot 5 = 924 + 14 \cdot 34$$

$$140 \cdot 5 = 460 + 7 \cdot 34$$

$$70 \cdot 5 = 231 + 7 \cdot 17$$

$$10 \cdot 5 = 33 + 17$$