



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

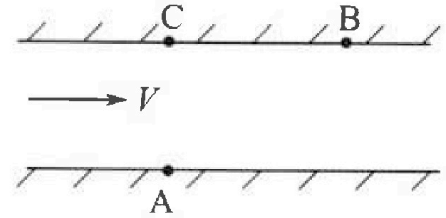
## Вариант 09-01

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  $t_1$  полета мяча от старта до соударения со стенкой.

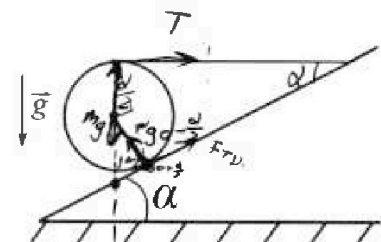
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу со скоростью  $U = 2$  м/с.

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

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

$$T = F_{тр}$$

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  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$ .



1) Найдите силу  $T$  натяжения нити.

2) Найдите силу  $F_{тр}$  трения, действующую на шар.

3) При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 09-01

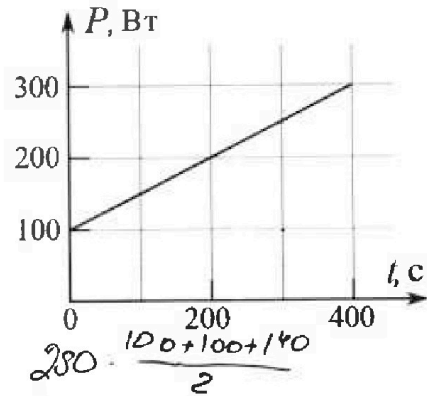
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $t_0 = 14^\circ\text{C}$ , объем воды  $V = 2$  л. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20$  Ом, сила тока в спирали  $I = 5$  А.

$$P = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт.}$$

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

$$P_2 =$$

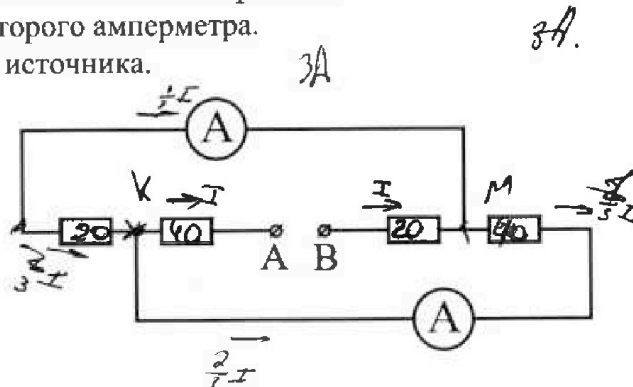
$$V = 2 \text{ л}$$

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

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

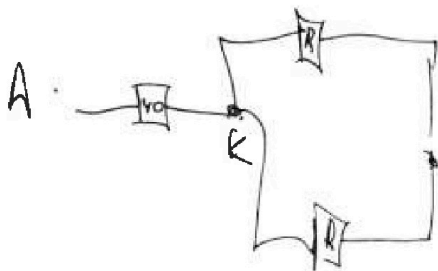
1) Найдите показание  $I_2$  второго амперметра.

2) Найдите напряжение  $U$  источника.



$$\frac{40 \cdot 20}{40 + 20} = \frac{80}{3} = 26 \frac{2}{3}$$

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



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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Задача 1(1)

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

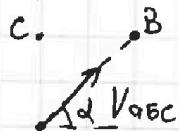
ABC - абсолютная

отн - относительная

пер - переносная

$V$  - скорость

1.) Так плывец переплывает реку из точки A в B то его скорость в лабораторной системе отсчета направлена:



Тогда  $V_n = \frac{L_{AB}}{T_n}$

$L_{AB}$  - расстояние от A до B

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

$$= \sqrt{4^2 + d^2}$$

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

$$= \sqrt{70^2 + 240^2} = \sqrt{7^2 \cdot 100 + 24^2 \cdot 100} = 10 \sqrt{7^2 + 24^2} =$$

$$= 10 \cdot \frac{25}{7} = 250 \text{ м}$$

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

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

2)  $V$  - относительная скорость 400 м/с

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

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

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

$$|\vec{U}_1| = |\vec{U}_2|$$

$$|\vec{V}_1| - |\vec{V}_2| = \frac{250}{192} - \frac{250}{417} = \frac{250}{64 \cdot 3} - \frac{250}{139 \cdot 3} =$$
$$= \frac{139 \cdot 250 - 64 \cdot 250}{139 \cdot 64 \cdot 3} = \frac{75 \cdot 250}{139 \cdot 64 \cdot 3} = \frac{25 \cdot 250}{139 \cdot 64}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

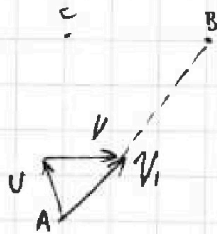
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

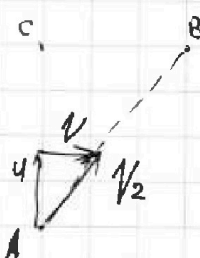
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1(2).

I

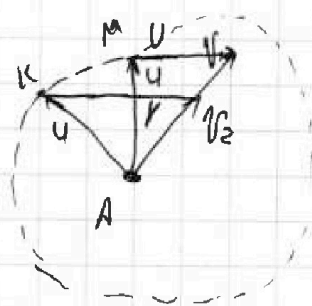


II



Соединим.

C B



лежит на одной окружности K и M.

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



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

$$I: V_y = V_{1y} = V_1 \cdot \sin \alpha$$

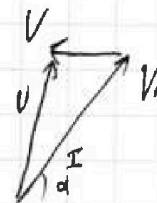
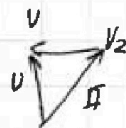
$$V_y = V_1 \cdot \frac{7}{25} = \frac{250}{192} \cdot \frac{7}{25} = \frac{70}{192}$$

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

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

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

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



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

$$= \frac{250}{417} \cdot \frac{7}{25} = \frac{70}{417}$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$\frac{70^2 + 240^2 + 480 \cdot 192 V}{192^2} = \frac{80^2 + 240^2 - 480 \cdot 417 \cdot V}{417^2} \quad (3 \text{ задачи} // 3)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$1903125 = 1819136 V$$

$$\Rightarrow V \approx 1$$

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. Порядок QR-кода недопустим!



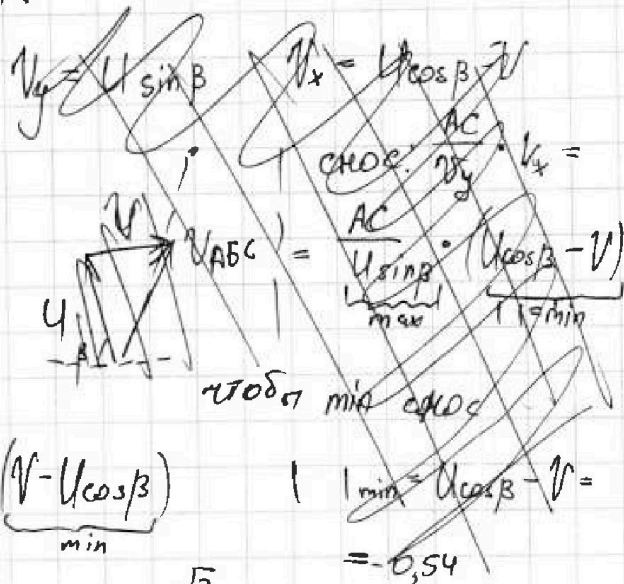
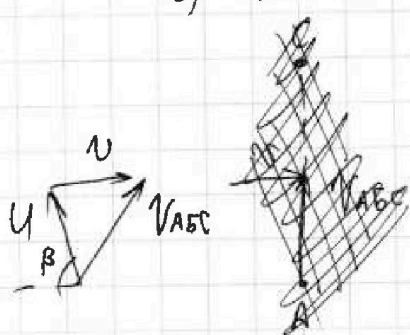
Задача 1 (4)

$$U = \sqrt{V_y^2 + V_x^2} = \sqrt{\left(\frac{70}{192}\right)^2 + \left(\frac{48}{192}\right)^2} = \frac{48}{192} \approx 0,25 \quad \frac{70}{192} \approx 0,36$$

$$= \sqrt{0,13 + 0,06} = \sqrt{0,19} \approx \sqrt{\frac{2}{10}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \approx 0,46$$

$$U = \frac{1}{\sqrt{5}} \text{ м}$$

3) **сход** минимум:



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

**сход!**  $\frac{AC}{V_y} \cdot V_x = \frac{AC}{U \sin \beta} \cdot (U - U \cos \beta)$

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

**сход:**  $\frac{70}{0,7} \cdot (1 - 0,7 \cdot 0,46)$

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

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.



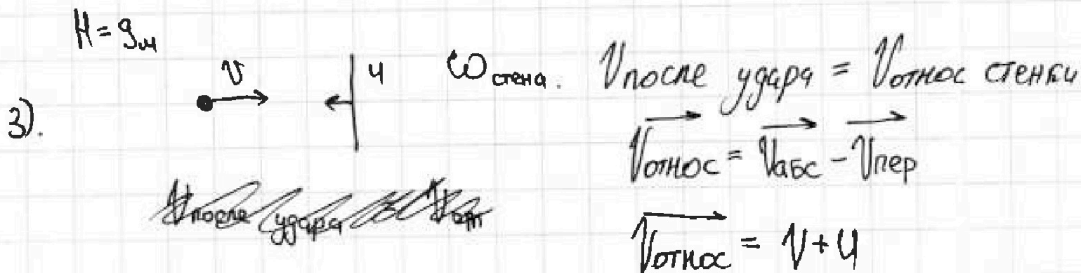
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$H = \frac{10}{2} \cdot \frac{5 \cdot 1}{6 \cdot 6} \cdot t_{оду}^2 = \text{Задача 2(2)}$$

$$= \frac{25}{36} \cdot \frac{36 \cdot 36}{10 \cdot 10} = \frac{36}{4} = 9 \text{ м}$$



$v_{\text{после удара}} = v + 2u$

$\omega_{\text{земля}}$   $v_{\text{после удара}} = v_{\text{после удара}} + v_{\text{стены}}$

$+ v_{\text{пер}} = v + 2u$

Изменится только  $v_{\text{горизонтальная}}$  составляющая скорости.

$\Rightarrow$  тк вертикальная компонента не изменится то и время парения после удара не изменится  $\Rightarrow t_{оду} = \text{const}$ .

Но мяч мог встретиться стенку в двух положениях.

$x_{\text{кон перемещения}} = 5l - l = 4l$



$v_x \cdot \frac{1}{6} t_{оду} = l$

$$d_I = 4l - (l - 5l - \frac{5}{3} t_{оду}^2 u) =$$

$$= 8l + \frac{5}{3} t_{оду}^2 u = 8l + \frac{5 \cdot 72}{3} =$$

$$= 8l + (5 \cdot 24) = 8l + 12$$

$\Delta x_{\text{после стены}} = (v_x^+ \cdot t) =$

$$= (v_x^+ + 2u) t$$

где  $t$  - время падения после удара.

$t_I = t_{оду} - t_{го сетки} = \frac{5}{6} t_{оду}$

$\Downarrow$  после стены пролети

$(v_x^+ + 2u) \frac{5}{6} t_{оду} =$

$= 5l + \frac{5}{3} t_{оду}^2 u$

$t_{оду} u = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ м}$

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

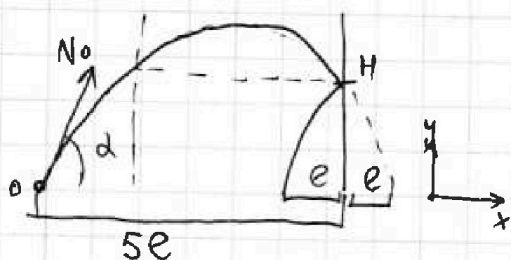
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!

Задача 2.11

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

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 16,2 \text{ м}$$

движение по оси x - равномерное прямолинейное



$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t \text{ (до удара)}$$

t - время

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

$$t_{\text{до удара}} = t_1$$

$$t_1 = \frac{5}{6} t_{\text{обу}}$$

$$t_{\text{обу}} = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$v_0 \sin \alpha = \sqrt{2gH}$$

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

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

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

$$H(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t + H = 0$$

по т. Виета.

$$t_1 + t_2 = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = t_{\text{обу}}$$

~~$$t_1 + t_2 = t_{\text{обу}}$$~~

$$t_1 t_2 = \frac{2H}{g}$$

$$t_1 t_2 = \frac{2H}{g}$$

$$H = \frac{g t_1 t_2}{2}$$

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

на такой-же высоте H он был в точке симметричной точке удара относительно середины параболы (время полета до той точки  $t_3 = \frac{1}{6} t_{\text{обу}}$ )



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 2(3)  
Случай II.

Время после удара =  $\frac{1}{6} t_{\text{поду}}$

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

$$l_{\text{поду}} = v_{\text{ос}} \cos \alpha \cdot t_{\text{поду}}$$

~~$v_{\text{ос}} = 5 \text{ м/с}$~~

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.

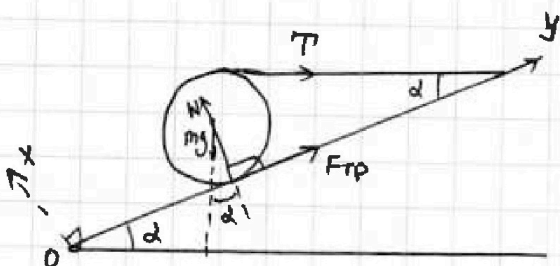
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 3.



$F_{тр}$  - направлена против возможного проскальзывания.

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

$O$  - центр шара.  $R$  - радиус шара

т.к.  $\vec{N} \perp$  касательной.

Правило моментов относительно  $T.O$

$$T \cdot R = F_{тр} \cdot R$$

ось  $Oy$ :

$$T = F_{тр}.$$

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

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

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

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

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

$$m = 3 \text{ кг}$$

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

$$F_{тр} \leq F_{тр\max} = \mu N$$

ось  $Ox$ :

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

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

$$F_{тр} \leq \mu N$$

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

$$\text{Ответ: } T = 10 \text{ Н}; F_{тр} = 10 \text{ Н}, \mu \geq \frac{1}{3}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

Задача 4.

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

$$1) P_H = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$$

$$Q = PT \quad Q - \text{кол-во теплоты}$$

2) УГБ

$\Sigma PCT$  - суммарная теплота потерь

ее можно посчитать как площадь под графиком  $P(T)$

~~$$P_H T = c\rho V(t_1 - t_0) + \Sigma PCT$$~~

$$P_H T = c\rho V(t_1 - t_0) + \Sigma PCT$$

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

$$P_H T = c\rho V(t_1 - t_0) + P_0 T + \frac{kT^2}{2}$$

$$2\lambda = 0,002 \text{ м}^3$$

$$m_B = \rho V = 2 \text{ кг}$$

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

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

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

$$T_1, T_2 = \frac{500 - 100 \pm \sqrt{160000 - 4200 \cdot 1000 \cdot 0,002 \cdot 11}}{\frac{1}{2}}$$

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

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

~~$$T_1 = 1320 \text{ c} \quad T_2 = 280 \text{ c}$$~~

$$\text{Ответ: } P_H = 500 \text{ Вт} ; T = 280 \text{ c} ; T = 1320 \text{ c}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

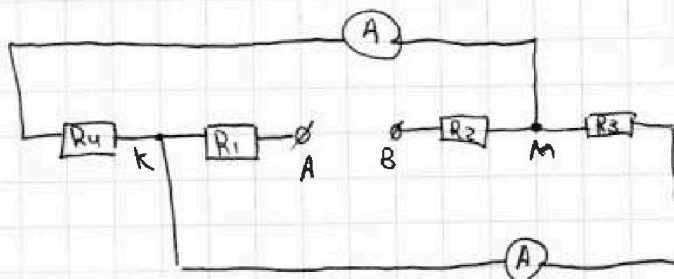
1  2  3  4  5  6  7

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

МФТИ



Задача 5.

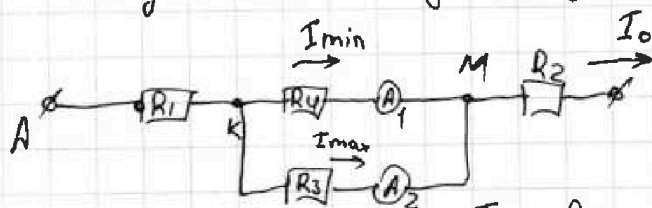


Заметим что если  $R_1 = R_2$   $R_3 = R_4$   
то схема симметрична  
и показания Амперметров  
одинаковы а такого  
быть не может

$$R_1 \neq R_2$$

Тогда пусть  $R_1 = 20 \Omega$   $R_2 = 40 \Omega$   
(если наоборот то показания амперметров  
меняются друг на друга, в силу симметрии)

Нерисуем эквивалентную схему.



$$R_4 I_1 = R_3 I_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$R' = 20 \Omega$$

$\Rightarrow$  там где в КМ резистор меньше ток больше

$I_{min}$  ← там где резистор больше (то есть  $R = 40 \Omega$ )

$$\text{тогда } U_{KM} = I_{min} \cdot R = 40 \text{ В}$$

$$I_0 = I_{min} + I_{max} = 3 \text{ А}$$

$$U_{KM} = R' \cdot I_{max} \quad I_{max} = \frac{40 \text{ В}}{20 \Omega} = 2 \text{ А} = I_2$$

$$R_0 = R_1 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 60 + \frac{80}{6} = 60 + \frac{40}{3} = \frac{220}{3} \Omega$$

$$U = R_0 \cdot I_0 = \frac{220}{3} \cdot 3 = 220 \text{ В}$$

Ответ:  $I_2 = 2 \text{ А}$ ,  $U = 220 \text{ В}$ .



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

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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

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

$$\begin{array}{r} 9216 \overline{) 2304} \\ \underline{18432} \\ 4608 \\ \underline{4608} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9216 \overline{) 16} \\ \underline{18432} \\ 4608 \\ \underline{4608} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2304 \overline{) 1526} \\ \underline{4608} \\ 10656 \\ \underline{10656} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 192 \\ \hline 386 \end{array}$$

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

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

$$0,43$$

$$\begin{array}{r} 20016 \overline{) 4} \\ \underline{40032} \\ 80064 \\ \underline{80064} \\ 0 \end{array}$$

$$2000$$

$$\begin{array}{r} 20016 \overline{) 14} \\ \underline{40032} \\ 80064 \\ \underline{80064} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35212 \\ \times 28424 \\ \hline 64 \\ \hline 113696 \\ + 120544 \\ \hline 191936 \end{array}$$

$$\frac{24}{96} = \frac{12}{48} = \frac{1}{4}$$

$$\begin{array}{r} 4096 \overline{) 17024} \\ \underline{8192} \\ 8832 \\ \underline{8832} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1024 \overline{) 256} \\ \underline{2048} \\ 512 \\ \underline{512} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 510 \\ 70000 \overline{) 192} \\ \underline{35000} \\ 35000 \\ \underline{35000} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,36 \\ \times 0,36 \\ \hline \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 576 \overline{) 144} \\ \underline{1152} \\ 288 \\ \underline{288} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20016 \overline{) 64} \\ \underline{40032} \\ 120064 \\ \underline{120064} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 0,25 \\ \hline 0,5 \end{array}$$

$$0,0625$$

$$\begin{array}{r} 159 \\ \times 172 \\ \hline 1858 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19321 \\ \times 11144 \\ \hline 11144 \\ 193210 \\ 211440 \\ 2114400 \\ \hline 2142204 \\ + 19321 \\ \hline 2161525 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 142120 \overline{) 5} \\ \underline{71060} \\ 71060 \\ \underline{71060} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21121 \\ \times 15225 \\ \hline 1125 \\ \hline 176125 \\ + 30450 \\ \hline 1903125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 \overline{) 125} \\ \underline{125} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 46 \\ \hline 1872 \\ + 1216 \\ \hline 2116 \end{array}$$

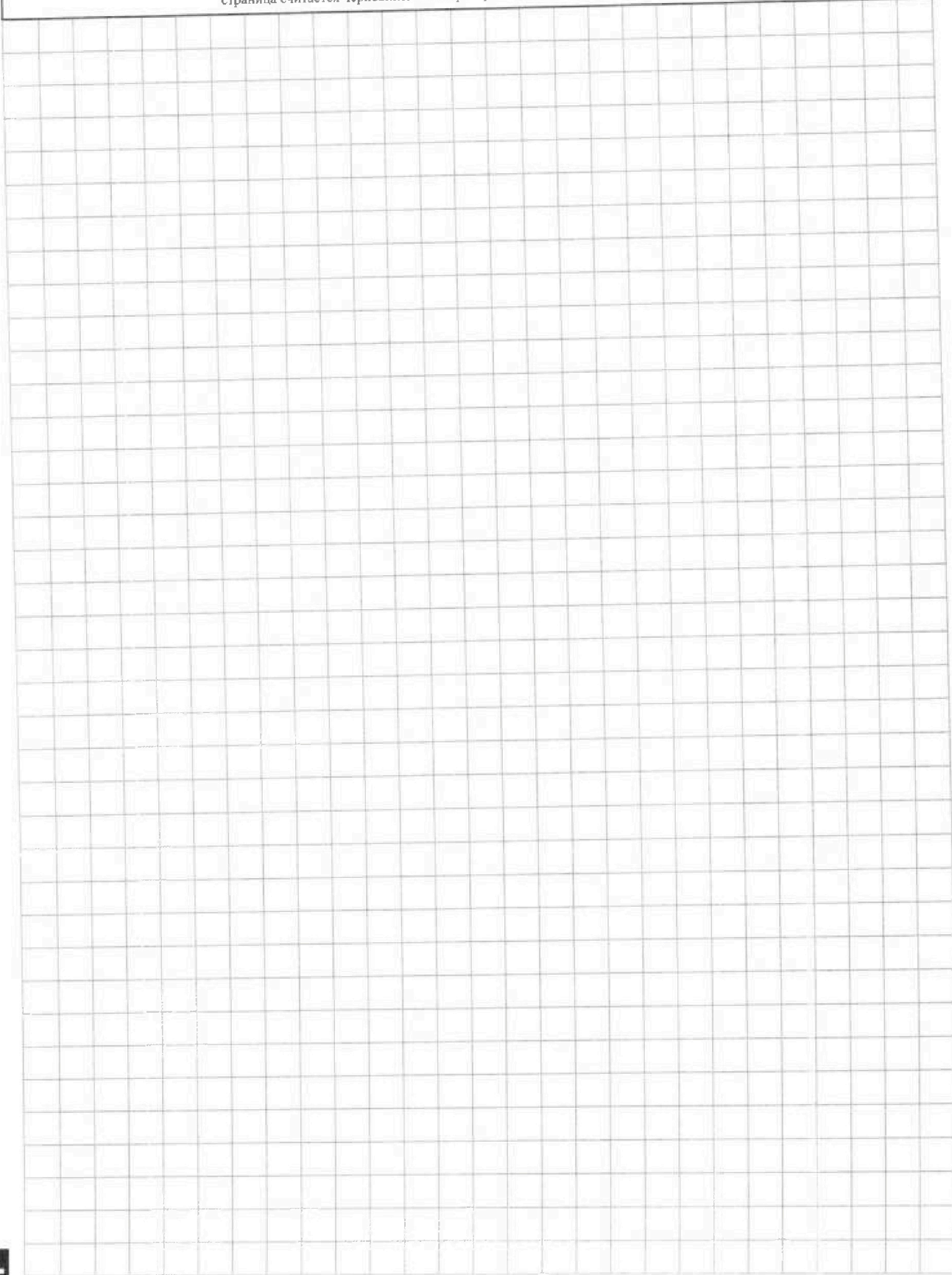


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

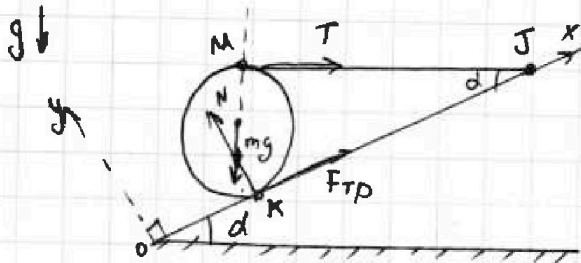
решение которой представлено на странице:

- 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 3.



На OX:

т.к. покоиться  $\Rightarrow \sum \vec{F} = 0$

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

На OY

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

$F_{тр}$  - направлена против возможного проскальзывания.

$$m = 3 \text{ кг} \quad \sin \alpha = 0,6$$

$\ell$  - длина MK

MJ = MK (касательная)

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

Правило моментов относительно

точки M:



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

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

~~т.к. покоиться~~ 
$$N = F_{тр} \operatorname{tg}(\frac{\alpha}{2})$$

Правило моментов относительно

точки K:



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!



Handwritten mathematical work on grid paper. It includes various arithmetic problems, algebraic equations, and geometric diagrams.

**Arithmetic problems:**

- $5760 + 490 = 6250$
- $6250 - 19321 = 4096$
- $15225$
- $420 + 200 = 620$
- $160000$
- $192 + 410 = 602$
- $1536 + 68 = 1604$
- $1600 - 924 = 676$
- $480 \cdot 192 = 92160$
- $18 \cdot 18 = 324$
- $6144 \cdot 18 = 110592$
- $324 \cdot 18 = 5832$
- $19213$
- $139 \cdot 139 = 19321$
- $19321 - 64 = 19257$
- $19257 - 417 = 18840$
- $18840 - 139 = 18701$
- $18701 - 139 = 18562$
- $18562 - 139 = 18423$
- $18423 - 139 = 18284$
- $18284 - 139 = 18145$
- $18145 - 139 = 18006$
- $18006 - 139 = 17867$
- $17867 - 139 = 17728$
- $17728 - 139 = 17589$
- $17589 - 139 = 17450$
- $17450 - 139 = 17311$
- $17311 - 139 = 17172$
- $17172 - 139 = 17033$
- $17033 - 139 = 16894$
- $16894 - 139 = 16755$
- $16755 - 139 = 16616$
- $16616 - 139 = 16477$
- $16477 - 139 = 16338$
- $16338 - 139 = 16199$
- $16199 - 139 = 16060$
- $16060 - 139 = 15921$
- $15921 - 139 = 15782$
- $15782 - 139 = 15643$
- $15643 - 139 = 15504$
- $15504 - 139 = 15365$
- $15365 - 139 = 15226$
- $15226 - 139 = 15087$
- $15087 - 139 = 14948$
- $14948 - 139 = 14809$
- $14809 - 139 = 14670$
- $14670 - 139 = 14531$
- $14531 - 139 = 14392$
- $14392 - 139 = 14253$
- $14253 - 139 = 14114$
- $14114 - 139 = 13975$
- $13975 - 139 = 13836$
- $13836 - 139 = 13697$
- $13697 - 139 = 13558$
- $13558 - 139 = 13419$
- $13419 - 139 = 13280$
- $13280 - 139 = 13141$
- $13141 - 139 = 13002$
- $13002 - 139 = 12863$
- $12863 - 139 = 12724$
- $12724 - 139 = 12585$
- $12585 - 139 = 12446$
- $12446 - 139 = 12307$
- $12307 - 139 = 12168$
- $12168 - 139 = 12029$
- $12029 - 139 = 11890$
- $11890 - 139 = 11751$
- $11751 - 139 = 11612$
- $11612 - 139 = 11473$
- $11473 - 139 = 11334$
- $11334 - 139 = 11195$
- $11195 - 139 = 11056$
- $11056 - 139 = 10917$
- $10917 - 139 = 10778$
- $10778 - 139 = 10639$
- $10639 - 139 = 10500$
- $10500 - 139 = 10361$
- $10361 - 139 = 10222$
- $10222 - 139 = 10083$
- $10083 - 139 = 9944$
- $9944 - 139 = 9805$
- $9805 - 139 = 9666$
- $9666 - 139 = 9527$
- $9527 - 139 = 9388$
- $9388 - 139 = 9249$
- $9249 - 139 = 9110$
- $9110 - 139 = 8971$
- $8971 - 139 = 8832$
- $8832 - 139 = 8693$
- $8693 - 139 = 8554$
- $8554 - 139 = 8415$
- $8415 - 139 = 8276$
- $8276 - 139 = 8137$
- $8137 - 139 = 8000$
- $8000 - 139 = 7861$
- $7861 - 139 = 7722$
- $7722 - 139 = 7583$
- $7583 - 139 = 7444$
- $7444 - 139 = 7305$
- $7305 - 139 = 7166$
- $7166 - 139 = 7027$
- $7027 - 139 = 6888$
- $6888 - 139 = 6749$
- $6749 - 139 = 6610$
- $6610 - 139 = 6471$
- $6471 - 139 = 6332$
- $6332 - 139 = 6193$
- $6193 - 139 = 6054$
- $6054 - 139 = 5915$
- $5915 - 139 = 5776$
- $5776 - 139 = 5637$
- $5637 - 139 = 5498$
- $5498 - 139 = 5359$
- $5359 - 139 = 5220$
- $5220 - 139 = 5081$
- $5081 - 139 = 4942$
- $4942 - 139 = 4803$
- $4803 - 139 = 4664$
- $4664 - 139 = 4525$
- $4525 - 139 = 4386$
- $4386 - 139 = 4247$
- $4247 - 139 = 4108$
- $4108 - 139 = 3969$
- $3969 - 139 = 3830$
- $3830 - 139 = 3691$
- $3691 - 139 = 3552$
- $3552 - 139 = 3413$
- $3413 - 139 = 3274$
- $3274 - 139 = 3135$
- $3135 - 139 = 2996$
- $2996 - 139 = 2857$
- $2857 - 139 = 2718$
- $2718 - 139 = 2579$
- $2579 - 139 = 2440$
- $2440 - 139 = 2301$
- $2301 - 139 = 2162$
- $2162 - 139 = 2023$
- $2023 - 139 = 1884$
- $1884 - 139 = 1745$
- $1745 - 139 = 1606$
- $1606 - 139 = 1467$
- $1467 - 139 = 1328$
- $1328 - 139 = 1189$
- $1189 - 139 = 1050$
- $1050 - 139 = 911$
- $911 - 139 = 772$
- $772 - 139 = 633$
- $633 - 139 = 494$
- $494 - 139 = 355$
- $355 - 139 = 216$
- $216 - 139 = 77$

**Algebraic equations:**

- $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$
- $660 \cdot 660 = 924 \cdot 100 + 2 \cdot 660 \cdot 11$
- $66 \cdot 660 = 924 \cdot 10 + 132 \cdot 11$
- $6 \cdot 660 = 94 \cdot 10 + 132$
- $660 \cdot 660 + 924 \cdot 100 = 400 \cdot 660 \cdot 2$
- $66 \cdot 66 + 924 = 660 \cdot 4 \cdot 2$
- $6 \cdot 66 + 84 = 60 \cdot 4 \cdot 2$
- $3 \cdot 66 + 42 = 60 \cdot 4$
- $5 \cdot 33 + 21 = 100$
- $99 + 21 = 120$
- $280 \cdot 500 = 92400 + 140 \cdot 340$
- $280 \cdot 5 = 924 + 14 \cdot 34$
- $140 \cdot 5 = 462 + 7 \cdot 34$
- $70 \cdot 5 = 231 + 7 \cdot 17$
- $10 \cdot 5 = 33 + 17$

**Geometric diagrams:**

- A circle with a vertical diameter and a horizontal chord. A right angle is marked at the center between the radius to the top of the chord and the chord itself.
- A circle with a vertical diameter and a horizontal chord. A right angle is marked at the center between the radius to the left of the chord and the chord itself.