



**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.

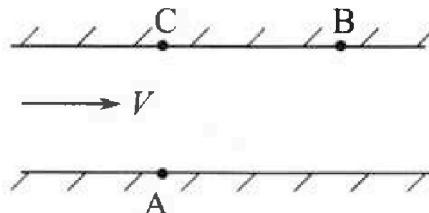
Продолжительность первого заплыва $T_1 = 192$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 417$ с.

1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета 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 покоятся, стенка движется.

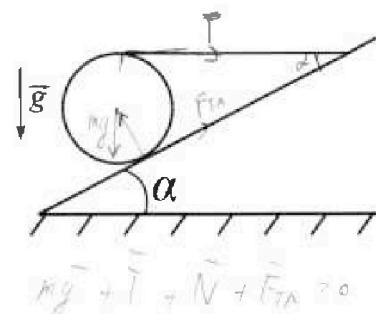
Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

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

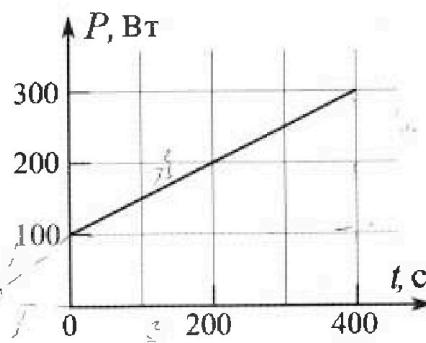


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 14^{\circ}\text{C}$, объем воды $V = 2 \text{ л}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20 \Omega$, сила тока в спирали $I = 5 \text{ А}$.

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

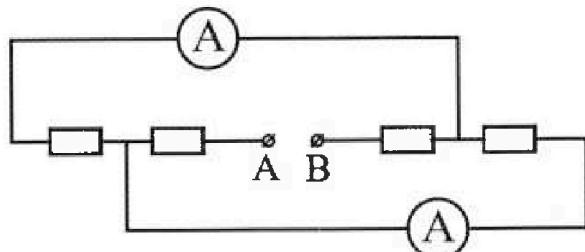
- 1) Найдите мощность P_H нагревателя.
- 2) Через какое время T после начала нагревания температура воды станет равной $\tilde{t}_1 = 25^{\circ}\text{C}$?
Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 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 $I_1 = 1 \text{ А}$.

- 1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
- 2) Найдите напряжение U источника.



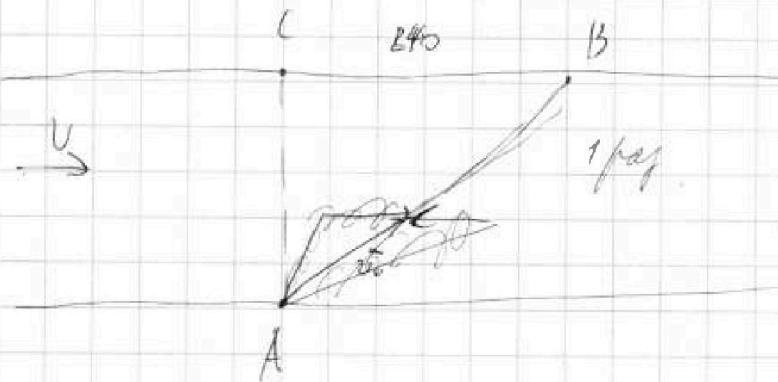
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

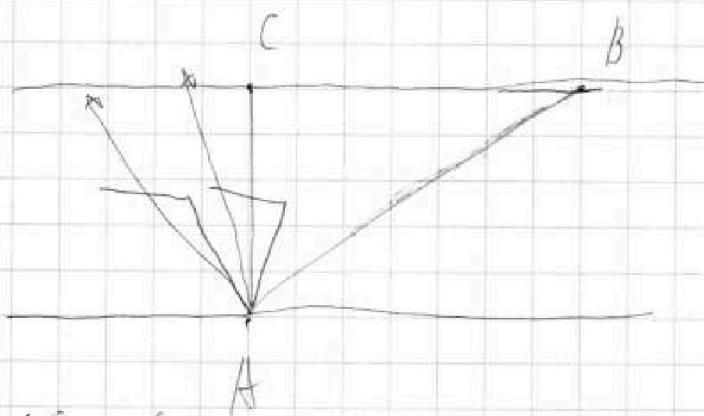
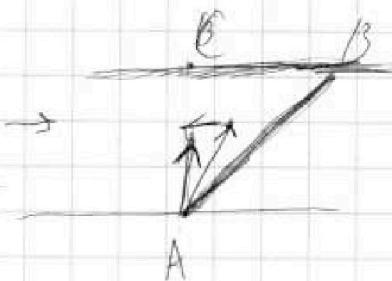
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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



$$v_{\text{отр}} = v_{\text{def}} - v_C$$



$$6 \cdot 5 = 11$$

$3 \cdot 10^{-6}$ 0.6 10

$$K^2 \sqrt{m_K m_{\pi}} = 3 \cdot 10 \cdot 0.6 \cdot 10 \cdot 0.6 / 24 = 0.008$$

$N_{\text{пар}}$
 $N_{\text{пар}}$

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.

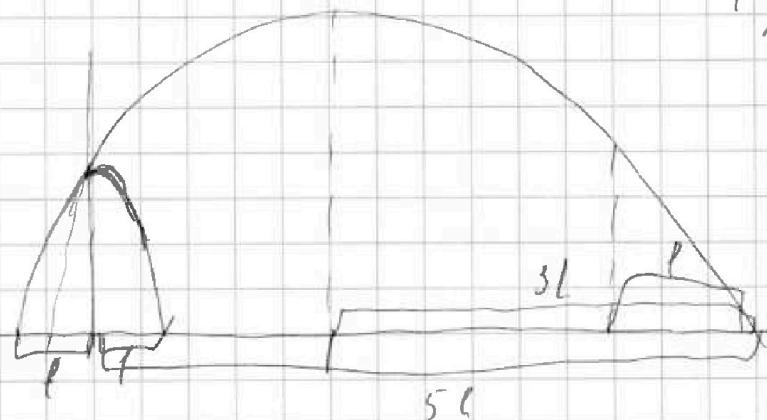
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$H_0 = \frac{(U_0 \sin(\alpha))}{2g}$$

У0 - нач. скорость 2 - угол наклона.

$$U_0 \sin \alpha = \sqrt{H_0 g} = 18 \text{ м/с.}$$

1 - усадка еденица



манят нач. Составление уравнений для определения высоты полета $3l$, а т.к. высота земли $3l$

$$3l = U_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0$$

$$t_0 = \frac{U_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow \text{время бросания мяча}$$

$$R = U_0 \cdot (\cos \alpha) \cdot t_0$$

$$r = \frac{2l \cdot t_0}{3} \Rightarrow \text{расстояние до мяча}$$

$$r = \frac{U_0 \sin \alpha}{3g} \cdot \frac{U_0 \sin \alpha}{g} = \frac{U_0^2 \sin^2 \alpha}{3g} = \frac{18^2 \cdot 0.6^2}{3 \cdot 10} = 0.6 \text{ м}$$

Установка координат

$$y = U_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 18 \cdot 0.6 - \frac{10 \cdot 0.36}{2} = 10.8 - 1.8 = 9 \text{ м} = h$$

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"/> |

МФТИ

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

расстояние между

$$\text{Очерт. } h = g t_1 = 9 \cdot 0,26 = 2,9 \text{ м}$$



вспомогательные величины

последов.

в исчисление попадания

а v_y - константна
 $t_1 = \text{const}$

скорость v удалялась на $\sqrt{2}v$ засчет

перегиба L - от удара до попадания

$$L = v_0 \cos \gamma + 2v_1 \cdot r$$

$$L = v_0 \cos \gamma + 2v_1 r \quad (1) \text{ ограничение}$$

$$L_0 = v_0 \cos \gamma \quad (2)$$

$$1-2 \quad AL = 2v_1 r = 4 \cdot 0,6 = 2,4 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

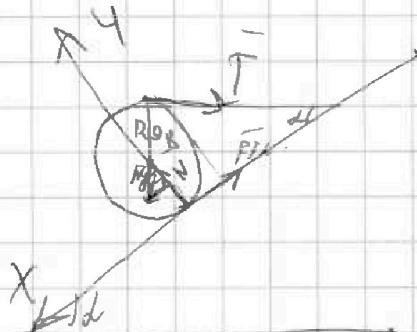
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



$$mg + \bar{T} + \bar{N} + \bar{F}_{fr} = 0 \quad \text{распишем вдоль касательной}$$

$$\cos \alpha \cdot \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$X: T \cdot \cos \alpha + F_{fr} - mg \cos \alpha = 0$$

$$T \cos \alpha = mg \sin \alpha - F_{fr}$$

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

$$Y: N + T \cdot \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0$$

$$T = \frac{mg \cos \alpha}{\cos \alpha + 1} = 10 \text{ H}$$

но для срыва не нужно много

если $\mu g \sin \alpha \leq F_{fr}$ — а это

$$\mu g \sin \alpha \geq \mu mg \cos \alpha \quad \text{то } \mu \geq \tan \alpha$$

$$T \cdot R = F_{fr} \cdot R = 0$$

или сума сил вдоль нормали = 0

$$T = F_{fr} = 10 \text{ H}$$

$$N = 18 \text{ H} \quad F_{fr} = N\mu$$

$$\mu = \frac{F_{fr}}{N} = \frac{10}{18} = 0,555 \approx 0,56$$

$$\text{Ответ: } T = F_{fr} = 10 \text{ H}, \mu = 0,56$$



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!

Все

Если

$$T \leq F_{\text{прим}}$$

10

$\mu_{\min} = \frac{10}{18}$ о учитывая реальную характеристику и ограничения

$$\text{знач} : T = F_{\text{пр}} = 10 \text{Н} ; \mu = \frac{10}{18}$$



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!

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

$$m_0 = 1 \text{ кг}$$

t_0 - огн. угроза

$$P_{\text{нр}} - P_r = Q$$

$$P = \lambda(t - t_0)$$

$$\Delta t = (\tilde{\lambda}t - \tilde{t}_0)$$

~~закон~~

$$Q = m C \Delta t$$

Втулка маш в дужки $P = 100 \text{ Вт}$

$$\lambda(t_0 - t_0) = 100 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{нр}} - P_r = Cm(t - t_0)$$

$$P_{\text{нр}} + Cm t_0 - P_r \rightarrow Cm t$$

$$t = \frac{P_{\text{нр}} + Cm t_0 - P_r}{Cm}$$

$$P_r = \lambda(t - t_0)$$

$$P_r = \lambda \left(\frac{P_{\text{нр}} + Cm t_0 - P_r}{Cm} - t_0 \right)$$

$$P_r = \cancel{\lambda} P_{\text{нр}}$$

$$P_r = \frac{\lambda P_{\text{нр}}}{Cm + \lambda} + P_{\text{нр}}$$

получ. что форма при изм. упрост.

$$P_{\text{нр}} = \frac{\lambda P_{\text{нр}}}{Cm + \lambda}$$

если неизмен.

$$\lambda = \frac{(P - P_0)(Cm + \lambda)}{P_0 C}$$

по уравнению.

$$P = 100 + \frac{14}{2} t. \quad \text{Задача решена из условия (члены)}$$

$$\int P_t dt = 100t + \frac{t^2}{4} \approx Q \text{ решен}$$

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!

$$P_{\text{нр}} - \cancel{Q_0} = Q_0 + Q_{\text{нр}}$$

$$(6 \cdot 0) t - 8400 \cdot 11$$

$$\frac{1}{4} t^2 + 100t + 6400 - P_{\text{нр}} = 0.$$

$$\frac{1}{4} t^2 - 400t + 8800 \cdot 11 = 0.$$

$$T = \frac{400 \pm \sqrt{160000 - 6400 \cdot 11}}{\frac{1}{2}} = \frac{400 \pm \sqrt{67600}}{\frac{1}{2}} =$$

$$= \frac{(400 \pm 260)/2}{660 \cdot 6 / 280} \quad \text{берем положительную}$$

$$T = 180 \text{ минут.}$$

$$\text{Однако: } 180 \text{ минут.} ; P_{\text{нр}} = 500$$

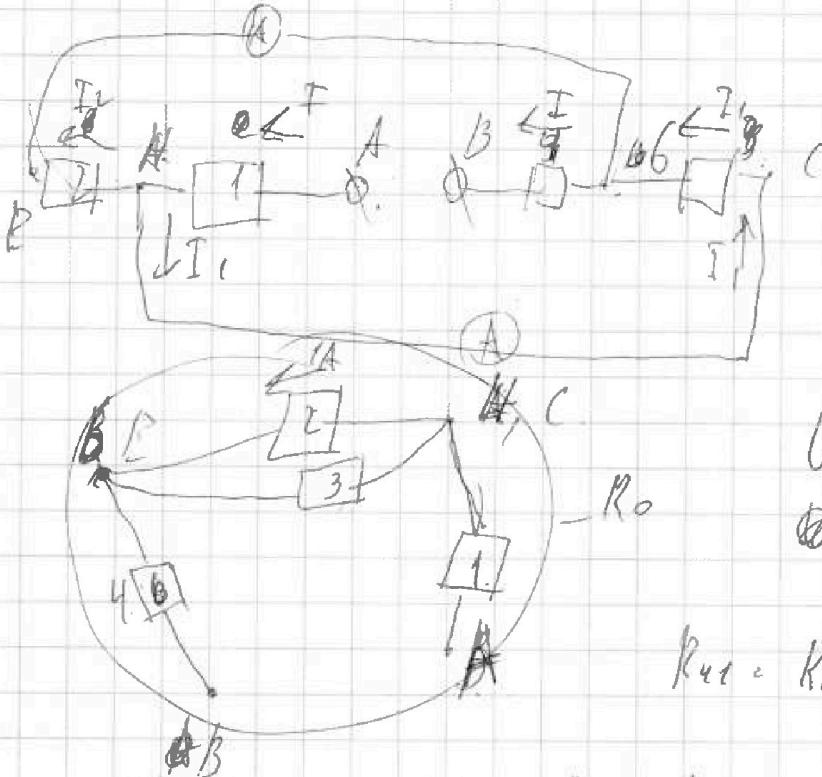
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 checked="" 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!



$$I_2 = 1$$

$$U_2 = 2 \cdot 40 = 80V$$

$$I_4 = \frac{U_2}{R_3} = 2A$$

$$R_{45} = R_4 + R_5 > 60 \text{ омов не залог}$$

Найдем разность потенциалов $R = 16\Omega$ разброс потенциалов $24V$

предположим что левая $R = 40$ значит $R_3 = 20$.

$$I_1 = 1A$$

$$I_0 = 2 + 1 = 3A$$

$$R_0 = R_{45} + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} = 60 + \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{20}} =$$

$$60 + \frac{1}{3} = \frac{180 + 40}{3} = \frac{220}{3} \text{ ома}$$

$$U_0 = I_0 \cdot R = 220V$$

Ошибки: 2A и 20V



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"/> |

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

МФТИ



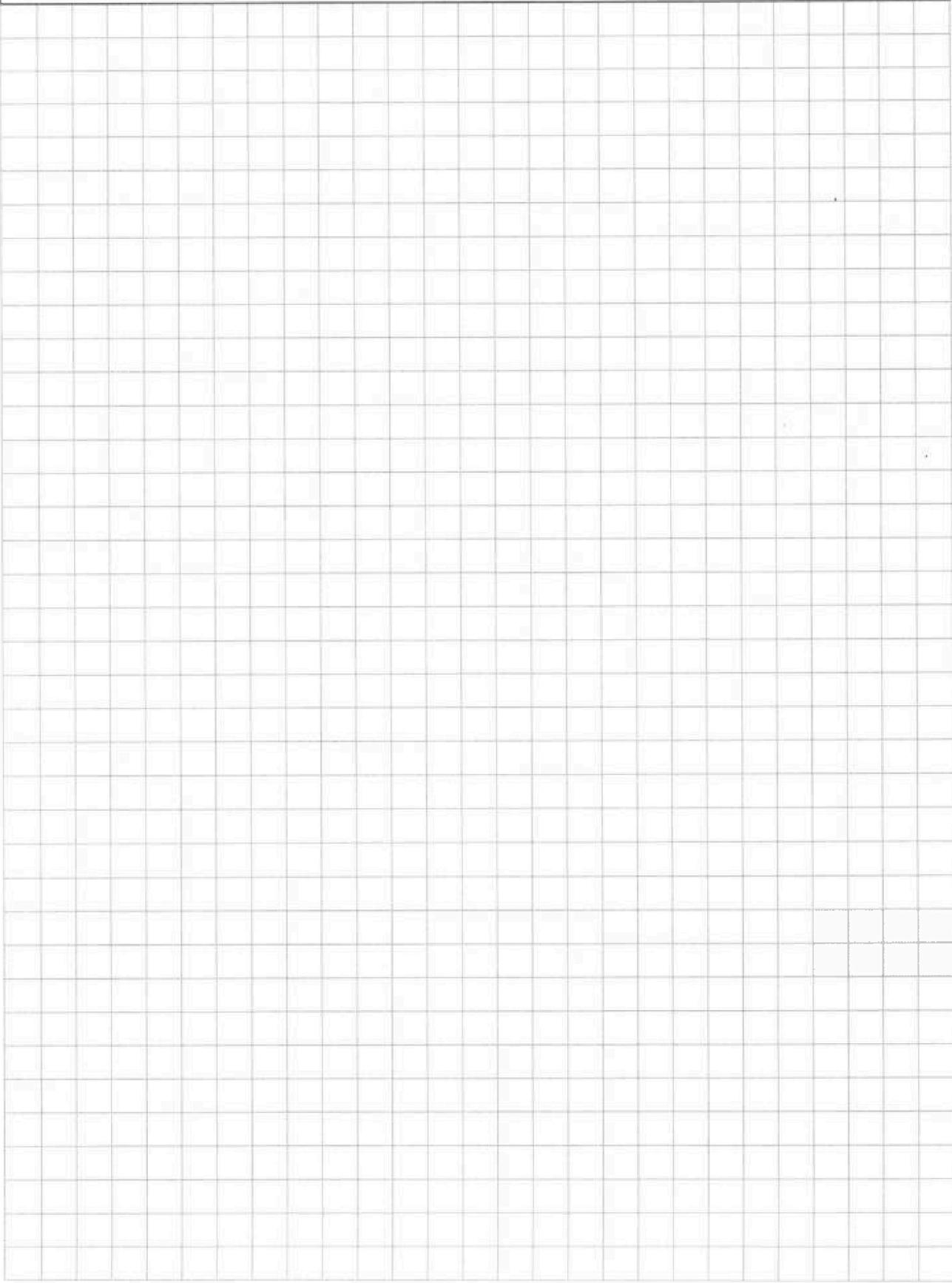
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 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.

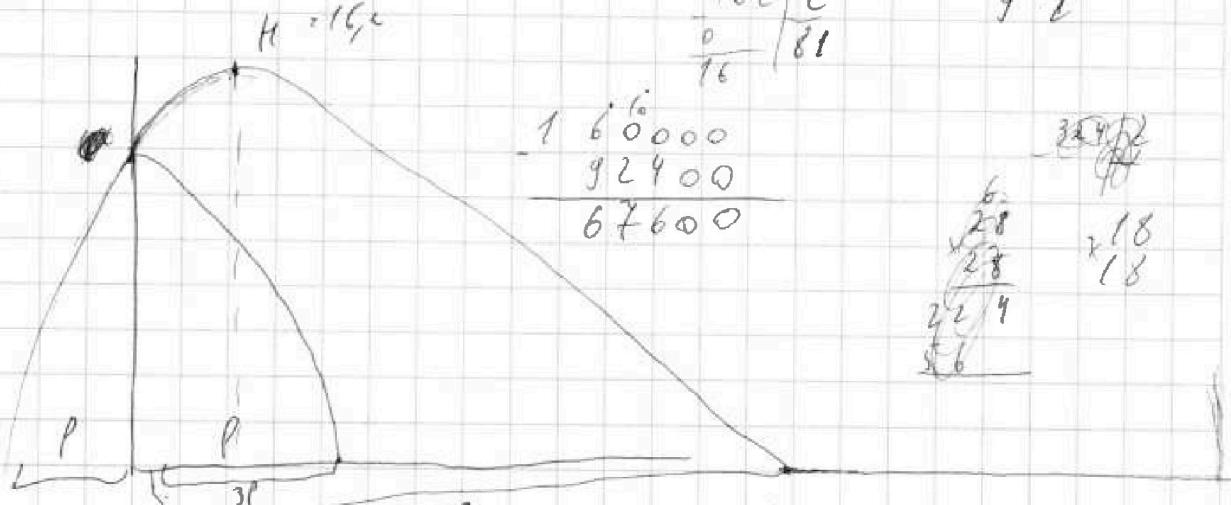
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

ЛМФТИ

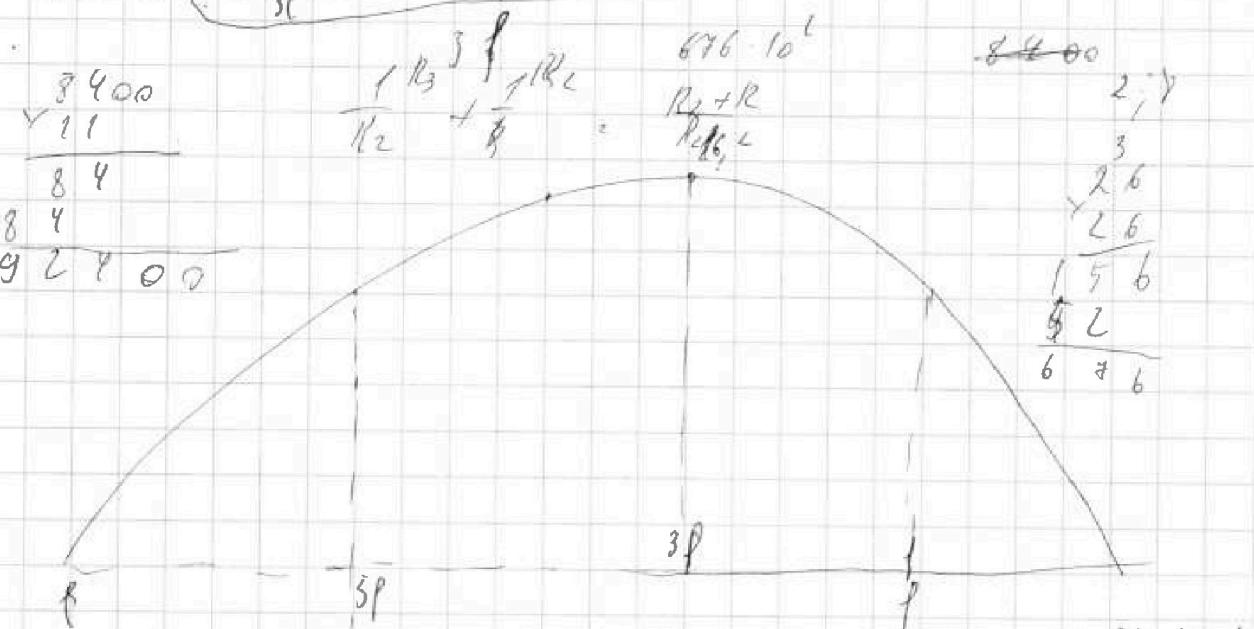
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{array}{r} 162 \\ \times 2 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$9^2 \cdot 2^2$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 18 \\ \hline 28 \\ 28 \\ \hline 56 \end{array}$$



$$816 \cdot 10^3$$

$$2 \cdot 7$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 26 \\ \hline 156 \\ 52 \\ \hline 676 \end{array}$$

$$U_0 \sin \alpha / g$$

$$H_{max} = \frac{(U_0 \sin \alpha)^2}{2g}$$

$$\sqrt{162^2 - 2 \cdot 90} = U_0 \sin \alpha$$

$$\sqrt{324} = U_0 \sin \alpha = \sqrt{9^2 \cdot 1^2 - 18}$$

$$38 = U_0 \cdot 1054 \cdot 2$$

$$x = U_0 \cdot (0.54) \cdot 62$$

$$\frac{s}{t} = \frac{U_0}{2}$$

$$st = U_0$$

$$t = \frac{U_0}{s}$$

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!

$$500 \cdot 2 = 9100 \cdot 2 - 11$$

~~4100~~

$$\frac{300}{88}$$

$$= 46$$

$$\frac{8100 \cdot 11}{500} = 169 \cdot 11$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 18 \\ \times 6 \\ \hline 108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 616 \\ 10 \\ \hline 360 \end{array}$$

$$= 18$$

$$\frac{(m+2)}{cm}$$

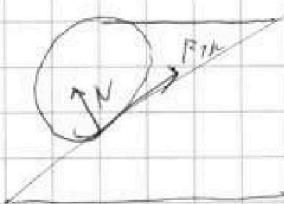
$$\begin{array}{r} 8215 \\ 5 \\ \hline 32 \\ 20 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \cdot 1420 - 170 \\ + 14064 \\ \hline 282 - 270 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} m \\ \hline cm \\ - \\ cm+2 \end{array}$$

$$\frac{cm+2}{cm}$$



$$P_2 = \frac{dP_{k2}}{(m + \frac{r}{cm})} = \frac{P_k}{cm} - \text{точка}$$

$$\frac{dP_k}{cm} = \frac{1}{1 + \frac{r}{cm}}$$

$$P_2 = \frac{dP_{k2}}{cm+2}$$

840.

$$\frac{dP_k}{cm} = \frac{cm}{cm+2}$$

$$\frac{P_k}{85} = \frac{2(14-6)}{2(25-6)}$$

93

$$\begin{array}{r} 1 \ 100 \cdot 860 \\ 2 \ 500 \cdot 800 \end{array}$$

$$\frac{(300 - 100)(8400 + 400)}{500 \cdot 900}$$

$$\begin{array}{r} 1 \ 100 \cdot 8800 \\ 2 \ 500 \cdot 400 \end{array}$$

$$\frac{44}{5} =$$

88