



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

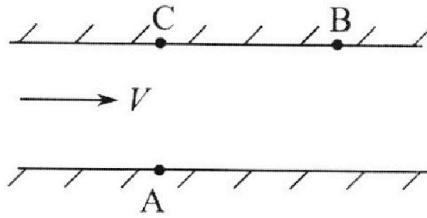
Вариант 09-02



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?

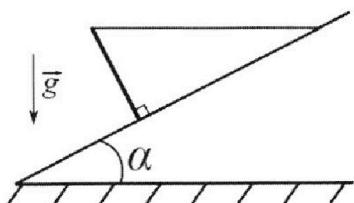
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу.

Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоятся, 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.

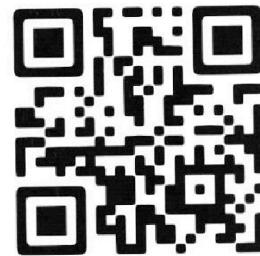
3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



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



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 09-02

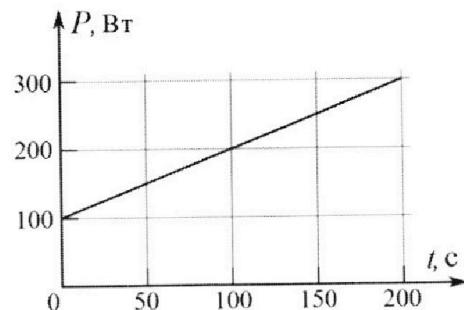


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду объемом $V = 1\text{л}$ нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16^{\circ}\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25\text{ Ом}$, напряжение источника $U = 100\text{ В}$. 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 $T = 180\text{ с}$ после начала нагревания.

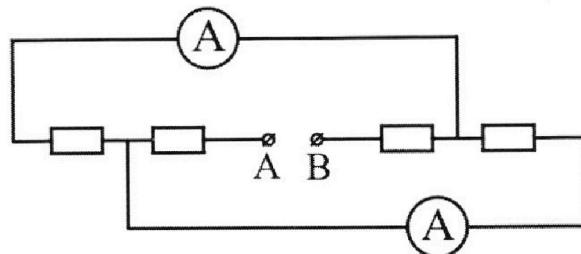
Плотность воды $\rho = 1000\text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 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. Большее показание $I_1 = 2\text{ А}$.

- 1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
- 2) Какую мощность P развивают силы в источнике?



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

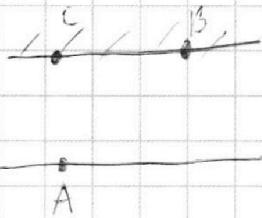
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$AC = 50 \mu$$

$$T_1 = 100 \mu$$

$$BC = 110 \mu$$

$$T_2 = 240 \mu$$

$$1) U_1 - ? \quad U_2 - ?$$

$$2) U - ?$$

$$3) S - ?$$

$$\begin{aligned} 1) AB &= \sqrt{AC^2 + BC^2} = \\ &= \sqrt{2500 + 14400} = \\ &= \sqrt{16900} = 130 \mu \end{aligned}$$

$$U_1 = \frac{130 \mu}{100 \mu} = \frac{13}{10} \mu = 1,3 \mu$$

$$U_2 = \frac{130 \mu}{240 \mu} = \frac{13}{24} \mu$$

$$\text{Ответ. } 1,3 \mu ; \frac{13}{24} \mu$$

$$\begin{aligned} 2) &\quad \text{Diagram showing a circuit with a voltage source } U, \text{ a resistor } R_1 = 100 \mu, \text{ and a resistor } R_2 = 25 \mu. \\ &\quad U = \sqrt{169 \cdot 0,01 - 25 \cdot 0,01} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,1 \sqrt{144} = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \mu \end{aligned}$$

$$\text{Ответ. } 1,2 \mu$$

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

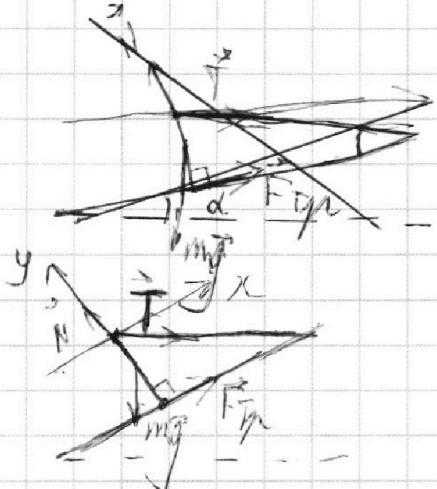
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$\alpha = 30^\circ \quad T = 17,3 \text{ N}$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Мод ОХ:

$$F_{\text{тр}} = 10 \text{ N}$$

$$F_{\text{тр}} + T \cos 30^\circ - mg \cos 60^\circ = 0$$

$$mg \cos 60^\circ \frac{\ell}{2} = F_{\text{тр}} \text{ по ОХ.}$$

$$N = mg \cos 60^\circ + T \cos 60^\circ$$

$$\frac{mg}{2} \cos 60^\circ = F_{\text{тр}}$$

$$T \cos 60^\circ = mg \cos 60^\circ - \frac{mg}{2} \cos 60^\circ$$

$$2) F_{\text{тр}} = \frac{34,653}{2} \text{ N.}$$

$$T \cos 60^\circ = \frac{1}{2} mg \cos 60^\circ$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{17,3}{2} = \frac{17,3 \cdot 17,35}{2} \text{ N.}$$

$$m = \frac{T \cos 60^\circ}{g \cos 60^\circ} = \frac{17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{17,3}{10} = 1,73 \text{ кг}$$

$$\text{ОБР: } \frac{17,3 \sqrt{3}}{2}$$

$$= \frac{17,3 \sqrt{3}}{10} = 3,4653 \text{ кг}$$

$$3) \frac{N}{F_{\text{тр}}} = \frac{17,35}{17,3 \cdot 3 + 17,3 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$\text{ОБР: } 3,4653 / 17,35$$

$$= \frac{2}{17,3 \cdot 3,5} = \frac{2}{17,3 \cdot 3,5} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

$$\text{ОБР: } \frac{\sqrt{3}}{7}$$



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 type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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!

4

$$V = 1 \text{ л} = 0,001 \text{ м}^3$$

$$P = 1000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}, R = 15 \Omega$$

$$\therefore 9000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \frac{1}{15} = 600 \text{ Вт}$$

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

$$P_H = U^2 / R = \frac{U^2}{R} = \frac{100 \cdot 100}{15} = 6667 \text{ Вт}$$

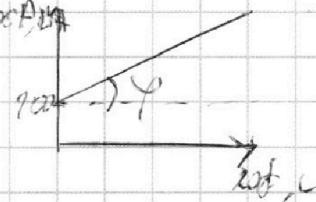
1) Ответ: 600 Вт

$$U = 100 \text{ В}$$

$$2) P(t) = P_0 + kt = 100 + t$$

$$1) P_H - ?$$

$$T = 120, \therefore k = t_0 \varphi = \frac{100}{300} = 300 \text{ Вт/К}$$



$$2) T,$$

$$P_H = \langle P \rangle + C_{M, \Delta T}$$

$$P(t) = 280 \text{ Вт}$$

$$P_0 = 100 \text{ Вт}$$

$$\langle P \rangle = \frac{380}{2} = 190 \text{ Вт}$$

$$C_{M, \Delta T} = P_H - \langle P \rangle$$

$$\langle P \rangle (T, -T_0) = 210$$

$$4200 \cdot 1 \cdot (T_1 - 16) = 210 \cdot 210 \cdot 160$$

$$T_1 = 16 + \frac{210 \cdot 160}{4200} = 16 + 9 = 25^\circ\text{C}$$

Ответ: 25°C

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

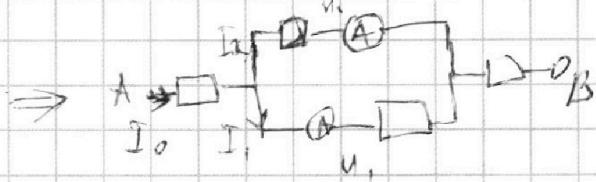
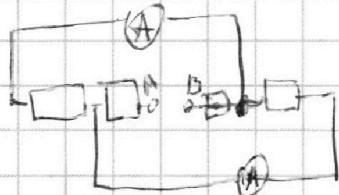
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



Т.к. показаны ~~одинаковые~~ разные
различные, то раздели
с ~~одинаковыми~~ разными

Еще дальше ~~показаны~~ ~~разные~~ ~~одинаковые~~ ~~одинаковые~~ ~~одинаковые~~.

Потому что Т.е раздели с одинаковыми у которых
магазинские сопротивления будут показаны разными
с одинаковыми и 30 Ом.

$$I_1 = 2 \text{ A} \quad R_1 = 30 \Omega \quad R_2 = 60 \Omega$$

$$1) I_2 = ? \quad U_1 = I_1 \cdot 30 \Omega$$

$$2) P = ? \quad U_2 = I_2 \cdot 60 \Omega$$

$$U_1 = U_2 \quad I_2 = 1 \text{ A}$$

$$1) \text{ Ответ: } 1 \text{ A}$$

$$2) I_0 = I_1 + I_2 = 3 \text{ A}$$

$$R_0 = 30 + 60 + \frac{30 \cdot 60}{90} = 90 + \frac{60}{3} = 110 \Omega$$

$$P = UI = I^2 R = 9 \cdot 110 = 990 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } 990 \text{ Вт}$$



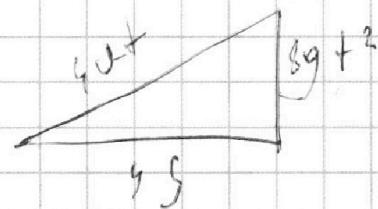
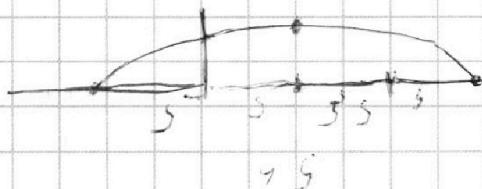
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$H = V_y t$$

$$\begin{cases} 5,4 = V_y t - g t^2 \\ H = V_y t - 2 g t \end{cases}$$

$$\begin{cases} 10,8 = 216 + 9 V_y t - 2 g t^2 \\ H = 2 V_y t - 2 g t^2 \end{cases}$$

$$6 V_y t = 216 + H$$

$$H = 6 V_y t - 216$$

~~$$\begin{cases} 10,8 = 2 V_y t - g t^2 \\ H - 10,8 = - g t^2 \end{cases}$$~~

$$H = 10,8 - g t^2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

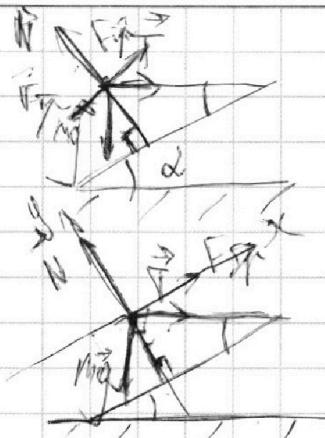
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$\alpha = 30^\circ$$
$$|\vec{T}| = 14\sqrt{3} \text{ Н}$$

на ОХ:

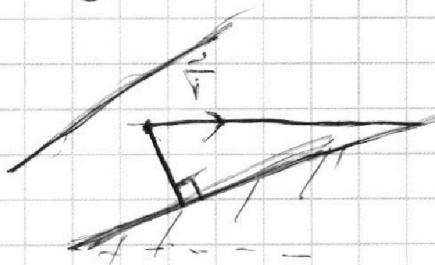
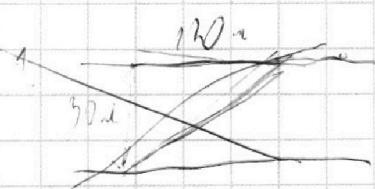
$$mg \cos 60^\circ = F_{Tension}$$

$$mg \frac{\sqrt{3}}{2} = F_{Tension}$$

$$F_{Tension} \neq T$$

$$F_{Tension} + T \cos 60^\circ - mg \cos 60^\circ = 0$$

$$N = T \cos 60^\circ + mg \cos 60^\circ$$



$$\frac{1}{2}mg \cos 60^\circ - mg \cos 60^\circ =$$

$$T \cos 60^\circ = mg \cos 60^\circ - \frac{1}{2}mg \cos 60^\circ$$

$$\begin{cases} 5,4 = 0,5T - 0,5 \\ H = 2V_y + 2g t^2 \end{cases}$$

$$T \cos 60^\circ = \frac{1}{2}g \cos 60^\circ m$$

$$m = \frac{14,3 \sqrt{3}}{\frac{1}{4} \cdot 10} = \frac{14,3 \sqrt{3}}{\frac{1}{10}} = \frac{3465}{10}$$



$$F_{Tension} = 3465 \cdot \frac{1}{4} + 2 \cdot 14,3 \sqrt{3} = 3,46 \sqrt{3}$$

$$(6S^2 + 64g^2t^2) = 160^2 t^2$$

$$16S^2 + 64g^2t^2 = 160^2 t^2$$

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

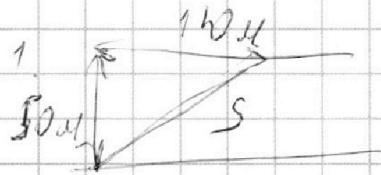
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$S = \sqrt{120^2 + 50^2} =$$

$$= \sqrt{14400 + 2500} =$$

$$1) V_x = \frac{130}{100} = 1,3 \frac{m}{s}$$

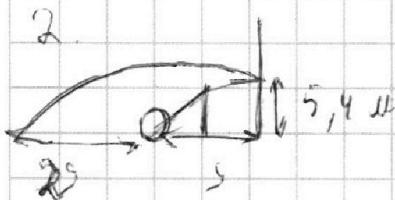
$$V_x = \frac{130}{140} = \frac{13}{14} \frac{m}{s}$$

$$= \sqrt{16900} : 130m$$

$$\frac{1}{R_s} = \frac{1}{30} + \frac{1}{10} =$$

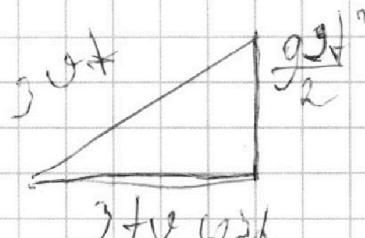
$$= \frac{9}{130} = \frac{1}{20}$$

2)



$$+ V_x = S$$

$$5,4 = V_y t - \frac{gt^2}{2}$$



$$V_y = V \sin \alpha$$

$$H_{\max} = V_0 \sin \alpha / g$$

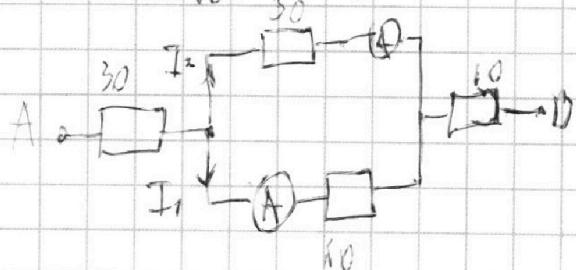
$$V_x = V \cos \alpha$$

$$gV^2 t^2 = \frac{g^2 t^2}{2} + gV^2$$

$$5,4 = V \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = V_0 \sin \alpha / 15 \frac{V^2 \cos^2 \alpha}{200 g} - \frac{g V^2 \cos^2 \alpha}{2} =$$

- 6.



I = 6

15VAB

I = 4



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** 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"/> |

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

 МФТИ