



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

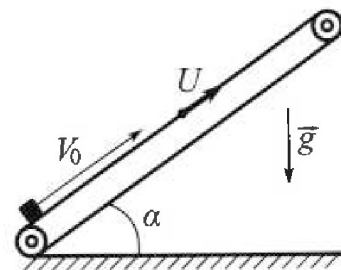
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна

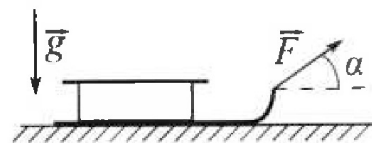
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



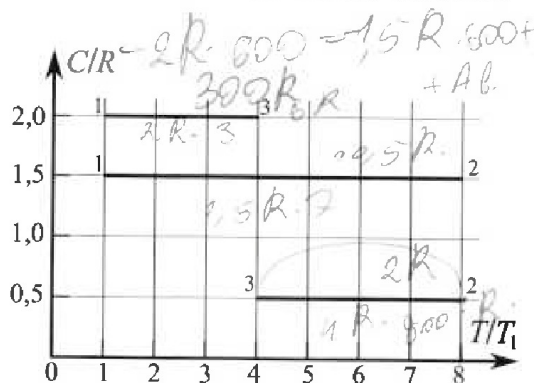
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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

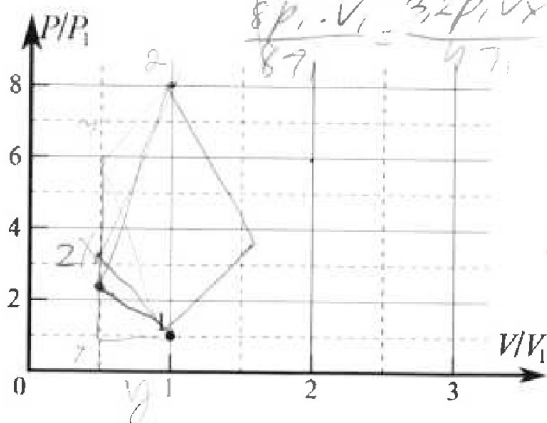


4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объем в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.

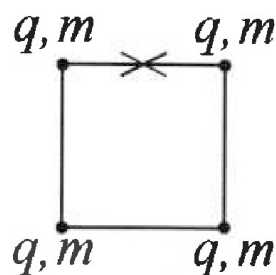
$$\begin{array}{r} 10,5 + 408 \\ 14,5 \\ \hline 5 \\ 21 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,5 \\ 195 \end{array}$$



$$\begin{aligned} A_{1,2} &= 0 \\ A_{2,3} &= +800R \\ A_{3,1} &= 0,5 \cdot 600 = 300R \end{aligned}$$

5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



$$-0,5 \cdot 800R = -400R$$

-2

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

$$t_{\text{полета}} = \frac{S}{v_x} \quad (v_x \text{ const и к то горизонтальное движение не действует})$$

переза

$$H = v_y t_{\text{пол}} - \frac{g t_{\text{пол}}^2}{2}$$

$$H = \frac{S}{v_x} \cdot v_y - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_x^2}$$

$$\text{пусть } f\left(\frac{S}{v_x}\right) = -\frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_x^2} + \frac{S}{v_x} \cdot v_y$$

это параболы с ветвью вниз.

$$\text{значит наиб значение } \frac{S}{v_x} = \frac{v_y \cdot 2g}{2g} = \frac{v_y}{g}$$

$$= \frac{v_y}{g} = 5 - \sqrt{200 - v_x^2}$$

$$f\left(\frac{S}{v_x}\right) = -5 \cdot \frac{S^2}{v_x^2} + \frac{S}{v_x} \cdot \sqrt{200 - v_x^2}$$

$$f_{\text{наиб}} = -5 \cdot \frac{200 - v_x^2}{100} + \frac{200 - v_x^2}{10} =$$

$$= \frac{200 - v_x^2}{20} \text{ и это равно } H = 7$$

$$200 - v_x^2 = 20 \cdot 20$$

$$v_x = 8\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{и к } \frac{S}{v_x} = \frac{\sqrt{200 - v_x^2}}{10} \Rightarrow S = \frac{8\sqrt{2} \cdot \sqrt{72}}{10} =$$

$$= 8 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot 6 = 9,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $v_0 = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ | 2) $S = 9,6 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

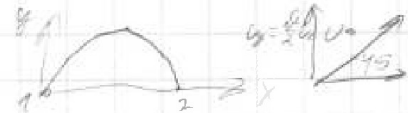
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

1) Заметим, что в начале и в конце полета вертикальная составляющая скорости не будет равна по модулю, но знаки будут разные (из шевелит из ЗСЭ и т.д. и там и там 0).

=> высоту h_1 - высота над землей в начале h_2 в конце).



$$|h_1 - h_2| = v_y t_n + \frac{g t_n^2}{2}$$

$$g = \frac{|v_1^y + v_2^y|}{t}$$

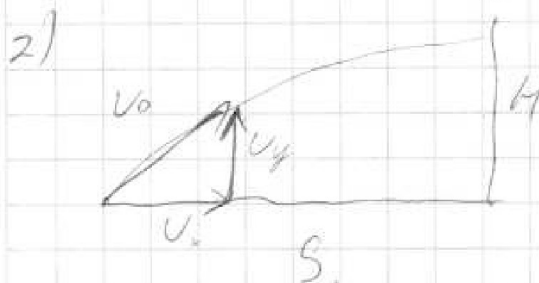
$$t = \frac{v_1^y + v_2^y}{g} = \frac{v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2}{g} = \frac{v_0 \sqrt{2}}{g}$$

а по оси X скорость const = $v_x = v_0 \cos 45^\circ$

$$v_x = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0$$

$$\Rightarrow L = t_n \cdot v_x = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \cdot \frac{v_0 \sqrt{2}}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$20 = v_0 = \sqrt{Lg} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \frac{м}{с}$$



нужно $v_x = v$.

по теореме Пифагора

$$v_y^2 = v_0^2 - v_x^2 = \sqrt{v_0^2 - v_x^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2) таблица скорости отны лабораторным
была 1 м/с. от этой точки летит не
должен вхвать 0 м/с вверх или
2 м/с вниз. т.к $V_1 = V_{\text{отн}} - V_{\text{летит}} = \pm 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $\Rightarrow V \neq 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ будет в самом начале
переза где: в самом начале
таблица, а это $V_{\text{отн}} \text{ летит} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $0 = V_{\text{отн}} \text{ летит} - a \cdot t$
 $t = 0,5 \frac{\text{с}}{\text{с}}$ т.к все время а в
и. когда поездит вниз
 $V_{\text{отн}} - 2 = 0 - a \cdot t_{\text{вниз}}$
 $t_{\text{вниз}} = 1 \frac{\text{с}}{\text{с}} \Rightarrow t_{\text{обн}} = 0,5 + 1 = 1,5 \frac{\text{с}}{\text{с}}$
 $\Rightarrow$ в 0,5 с и 1,5 с
(если это груз это карска)
Ж

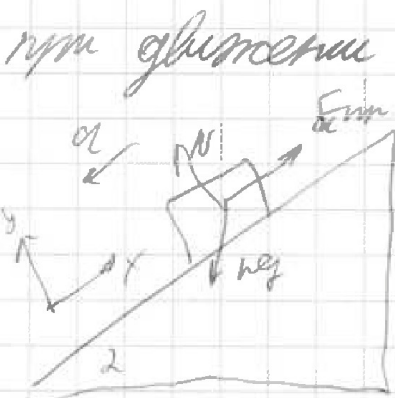
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



вычисл.

23 н

$$x: m a_n = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$y: N = m g \cos \alpha$$

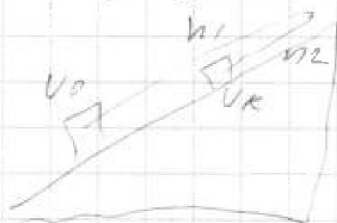
$$m a_n = m g \cdot \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha$$

$$a_n = g (\sin \alpha - \mu g \cos \alpha)$$

$$a_n = g (0,6 - 0,4) = 2 \text{ м/с}^2$$

Заметим, что через 0,6 с $v_x + g t = 0$

и через 1 с $v_k = a t = 0,4 \text{ с} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$$S = h_1 + h_2 = \frac{v_0^2}{2a_n} + \frac{v_k^2}{2a_n} =$$

$$= \frac{6^2}{2 \cdot 2} + \frac{0,8^2}{2 \cdot 2} = \frac{36}{4} + \frac{0,64}{4} =$$

$$= 9 + 0,16 = 9,16 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

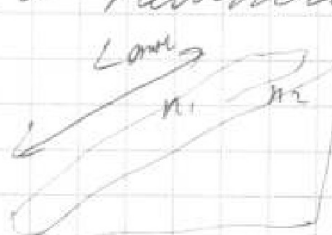
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

Заметим, что чтобы скорость
груза относительно лаборатории
была 0, то груз от ленты
должен ехать вниз со скоростью
1 м/с. т.к. $V_L = V_{\text{от лент}} + 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\Rightarrow$ от начала уедет наверх
и немного вниз



$$L = h_1 - h_2 = \frac{V_0^2}{2ab} - \frac{V_L^2}{2a\sin\alpha} = \frac{36}{20} - \frac{1^2}{2 \cdot 2} = 1,8 - 0,25 = 1,55 \text{ м}$$

$$L_{\text{отм}} = h_1 - h_2 = \left| \frac{(V_0 - 1)^2}{2ab} \right| - \left| \frac{V_L^2}{2a\sin\alpha} \right| = \frac{25}{20} - \frac{1}{4} = 1 \text{ м}$$

По Галилею время покоя грузе.

$$t = \frac{(V_0 - 1) \cdot g t_m}{g} = V_0 - 1 - 0 \quad \begin{matrix} \alpha \\ g t_c = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ t_c = 0,5 \text{ с} \end{matrix}$$

$$t_0 = 0,6 \text{ с}$$

т.к. у нас скорость ленты 1 м/с то

$$L = L_{\text{отм}} + t_0 \cdot V_{\text{ленты}} \text{ т.к. } \begin{matrix} \text{лента goes} \\ \text{to} \\ \text{right} \end{matrix}$$

$$L = 1,6 \text{ м} + 2 \text{ м}$$

Ответ: 1) 1,96 м 2) 0,5 с и 35 с

3) 1,6 м + 2 м.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2) Если перейти в систему отсчета

связанную с лентой, то:

Возза ^{+ V лент} должно быть ^{относительно} ~~м к~~ ^{относительно}

лаборатории $V = 1 \text{ м/с}$, то скорость

относительно ~~от~~ ^{относительно} ленты

должна быть ~~или~~ $0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ или $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Вниз ~~м к~~ у нас $(V_{\text{возза}} + 1 \text{ м/с}) = \pm 1 \text{ м/с}$

м к у нас скорость ~~возза~~ и $V_{\text{лент}}$ ^{м к}

суммируются.

В нашей скорости ~~возза~~ ^{относительно} ленты

$$V_{\text{отн}} = 6 - 1 = 5 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$V_{\text{отн}} = V_{\text{возза}} - u$$

$$-2 = 5 - u$$

$$u = 7$$

$$t = 0,7 \text{ с}$$

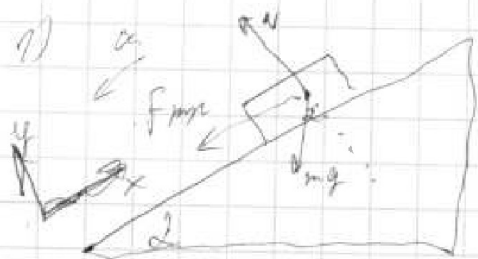
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



~~при~~ при движении ^{вверх} ускорение (a_y) тела будет направлена вдоль поверхности вниз

Запишем ~~по~~ по осям x и y 2 3 М.

$$x: m a_y = F_{\text{fr}} + m g \cdot \sin \alpha$$

$$y: m N = m g \cdot \cos \alpha \quad F_{\text{fr}} = \mu N$$

$\Rightarrow$

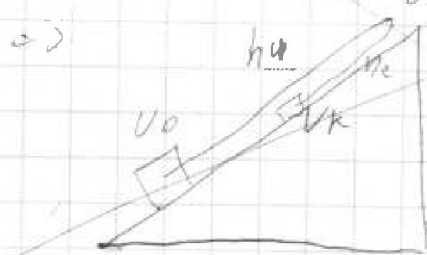
$$m a = \mu (m g \cdot \cos \alpha) + m g \sin \alpha$$

$$a_y = \underbrace{\mu \cos \alpha}_{=0.8} + \sin \alpha = \mu (\underbrace{1 - \sin^2 \alpha}_{0 \leq \alpha \leq 90^\circ}) + \sin \alpha$$

$$a_y = (0.4 + 0.6) \cdot 10 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Заметим что через 0.6 с $v_{x\text{н}} = 0 \cdot v_0 - g t = 0$

а при этом $v_{y\text{н}} = -0.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$$S = h_1 + h_2 = \frac{v_0^2 - v_0^2}{-2g} + \frac{v_{x\text{н}}^2 - v_{K\text{н}}^2}{+2g} = \frac{6^2}{20} + \frac{4^2}{20} = \frac{52}{20} = 2.6 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

1) первая ситуация



$$x: m a_1 = F \cdot \cos \alpha - \mu N_1$$

$$y: N_1 = mg - F \cdot \sin \alpha$$

$$m a_1 = F \cdot \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$x: m a_2 = F - \mu N_2$$

$$y: N_2 = mg$$

$$m a_2 = F - \mu mg$$

В К отки разогнаться на одинаковые
участках пути до одинаковой К то
их скорости в конце разгона

равны $a \cdot K \cdot m \cdot K = K = \frac{a t^2}{2}$

$$K = \frac{a t^2}{2} \quad \text{то} \quad a_1 = a_2$$

$$\Rightarrow F \cdot \cos \alpha - \mu mg + \mu F \cdot \sin \alpha = F - \mu mg$$

$$\cos \alpha + \mu \cdot F \cdot \sin \alpha = 1$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

2) заметим, что вся кинетическая

в начале торможения у нас только К

а в конце санки пройдут S

$$u \quad v_K = 0$$

$$\Rightarrow \text{по ЗСЭ: } K = F \cdot S \Rightarrow K = \mu mg S$$

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K}{\mu mg \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}} \cdot mg$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

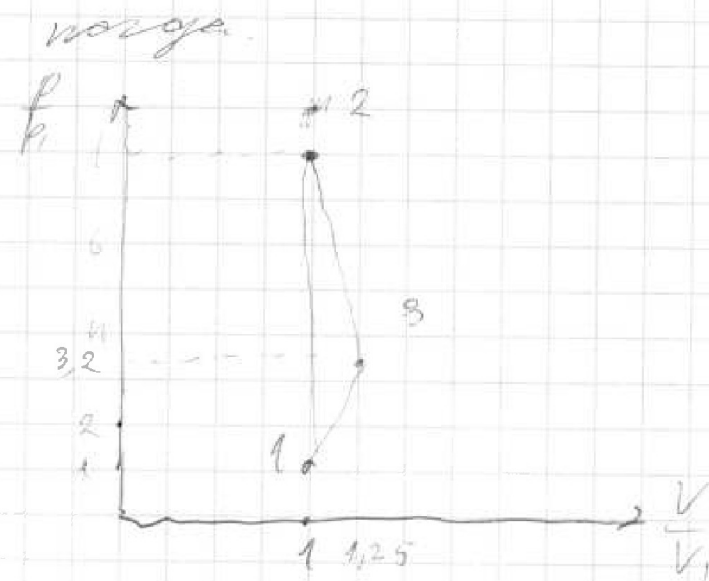
5
☐

6
☐

7
☐

МФТИ

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

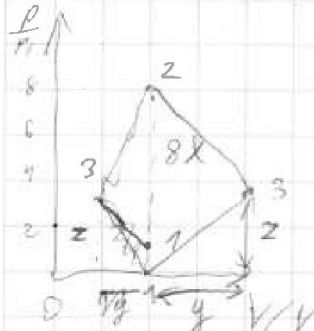
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$A_{2,3} = Q_{2,3} - \Delta V_{2,3} = 95 \text{ Дж} - 15 \text{ Дж} = 80 \text{ Дж}$$

$$A_{3,1} = Q_{3,1} + \Delta V_{3,1} = 2 \cdot 2 \text{ Дж} - 25 \text{ Дж} = -21 \text{ Дж}$$

а работа это площадь под графиком
и т.к. $A_{2,3}$ отрицательна $\Rightarrow$ 3 вехи

7 7 и 2.



$$A_{2,3} = + \frac{8x+2}{2} \cdot y = +800 \text{ Дж}$$

$$A_{3,1} = - \frac{2+x}{2} \cdot y = -300 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow \frac{8x+2}{2+x} = \frac{8}{3}$$

$$24x + 3z = 8z + 8x$$

$$16x = 5z$$

$$z = \frac{16}{5}x = 3,2x \Rightarrow \text{т.е. } \frac{p}{p_1} = 3,2$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \nu R T_2 \quad \text{и} \quad \frac{p_3 V_3}{T_3} = \nu R T_3$$

$$\Rightarrow \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{8p_1 V_1}{8T_1} = \frac{3,2p_1 V_3}{4T_1}$$

$$4 = 3,2 V_3$$

$$V_3 = \frac{4V_1}{3,2} = 1,25 V_1$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐



1) пусть.

$$Q_{31} = \Delta V_{31} + A_{31\text{воз}} \quad (\text{по условию})$$

$$Q_{31} = \nu C_{31} \Delta T_{31} = 2 \text{ К} \cdot (-800 \text{ К} + 200 \text{ К}) = -1200 \text{ К}$$

ΔV_{31} в К. из уравнения:

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = -900 \text{ К}$$

$$A_{31\text{воз}} = -300 \text{ К} \quad \text{а} \quad A_{\text{воз}} = -A_{31\text{воз}}$$

$$\Rightarrow A_{3,1} \text{ в см} = 300 \text{ К} = 2493 \text{ Дж}$$

$$2) Q_{1,2} = \nu C_{12} \Delta T_{1,2} = 1,5 \text{ К} \cdot 1400 = 2100 \text{ К}$$

$$Q_{2,3} = \nu C_{23} \Delta T_{2,3} = 0,5 \text{ К} \cdot (-800) = -400 \text{ К}$$

$$Q_{3,1} = \nu C_{31} \Delta T_{3,1} = 2 \text{ К} \cdot (-600) = -1200 \text{ К}$$

$$\eta = \frac{Q_{1,2} + Q_{2,3} + Q_{3,1}}{Q_{1,2}} = \frac{500 \text{ К}}{2100 \text{ К}} = \frac{5}{21}$$

3) Заметим, что

$$Q_{1,2} = \Delta V_{1,2} + A_{1,2}$$

$$1,5 \cdot \text{К} \cdot \Delta T_{1,2} = 1,5 \text{ К} \Delta T_{1,2} + A_{1,2}$$

$$\Rightarrow A_{1,2} = 0 \Rightarrow \text{м. 1 и 2 изосорный}$$

$\Rightarrow$ корпус параллельно оси симметрии.

$$\text{а в К} \quad T_2 = 8 T_1 \quad \text{и в К} \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \nu R \Rightarrow p_2 = 8 p_1$$

$$\text{а в К} \quad T_2 = 8 T_1 \Rightarrow \text{и в К} \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \nu R \Rightarrow p_2 = 8 p_1$$

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. Порча QR-кода недопустима!

Заметим, что $F = \frac{k_0 q_1 q_2}{R^2}$

т.к. нити в натяжении, то q_1 и q_2 нити все время на-
пряжены.



по 2 3 н.

$a = 0$

$$X: m a = F_1 \cdot \sqrt{2} + F_2 = T \cdot \sqrt{2}$$

$$F_1 = \frac{k_0 q^2}{a^2} \cdot \sqrt{2} + \frac{k_0 \cdot q^2}{2a^2} = T \cdot \sqrt{2}$$

$$T = \frac{k_0 q^2}{a^2} + \frac{k_0 q^2}{2\sqrt{2} a^2}$$

из симметрии $U_1 = U_2$ $U_3 = U_4$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\frac{3}{2} J R_0 T = \frac{3}{2} \cdot 1400 \cdot R = 2100 R$$

$$\frac{3}{2} \cdot 800 \cdot R = 1200 R$$

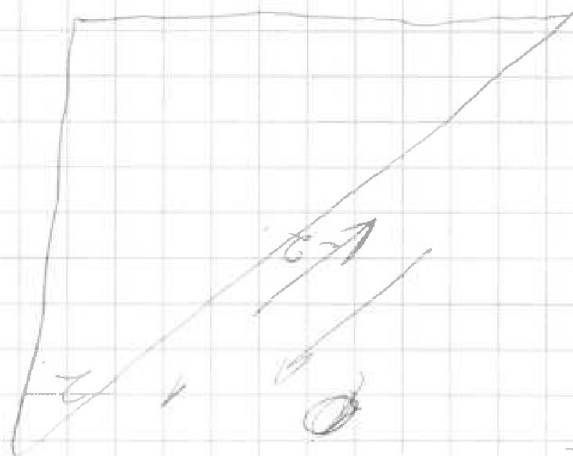
$$8 \frac{p_1 V_1}{T_1} = p_2 \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{8 p_1 V_1}{1600} = \frac{32 p_1 \cdot 4}{800}$$

$$8 = 6,4 \times$$

$$\frac{40}{32} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{80}{64} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4} \cdot 1,25$$





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!

600

$$\lambda = h = \frac{h c}{2 e k}$$

$$v = \sqrt{2 a \phi} \quad h = \frac{k}{a m}$$

$$k = a m h$$

$$-0.5 R \cdot 800 = -\frac{3}{2} R \cdot 800 + A$$

$$600 R = A$$

$$\begin{array}{r} 1831 \\ 3 \\ \hline 24.93 \end{array}$$

$$-2 R \cdot 600 = -\frac{3}{2} R \cdot 600 + A$$

$$0.5 \cdot 600 R \quad (300 R) \quad (m = (1.7) \mu$$

3 8.

$$V_1 - V_2$$

$$x y - \frac{2 x y}{2} = 3 a$$

$$2 y + 2 + x - x y \left(\frac{2.2}{2} \right) = 3$$

$$\frac{(2+1)x + 8x}{2} \cdot y \cdot x y$$

$$\frac{2+2}{2+9} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{(2+1)+8}{2} = 8$$

$$82 + 16 = 32 + 22$$

$$52 = 11$$

$$2 = \frac{12}{5} = 2.2$$

$$\frac{3.2+1}{2} = \frac{4.2}{2} = 2.1$$

$$\frac{3.2+8}{2} = \frac{11.2}{2} = 5.6$$

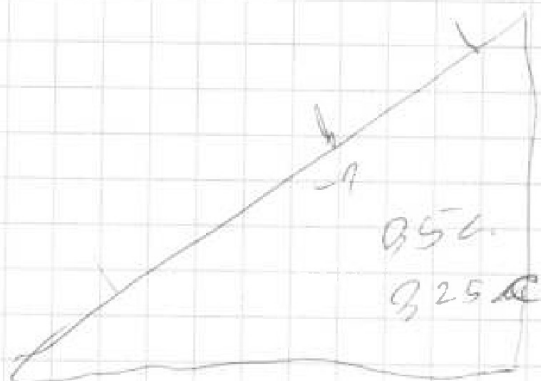
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$0,5 \cdot 0,5$$

$$0,25 -$$

$$0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0,25$$

1 м.

$$0,5 - \frac{1}{2}$$



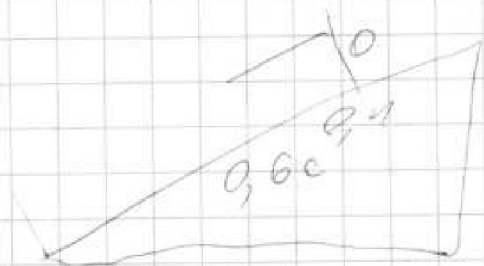
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\frac{0.6 + 0.4}{2} = 0.5$$

$$0.4 + 0.8$$

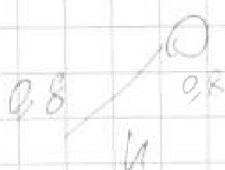
$$1.2$$

$$0.6 \cdot 3$$

$$1.8$$

$$0.4 + 0.4$$

$$0.8$$



$$\frac{0.8}{1}$$

$$\frac{0.4}{1}$$

$$\frac{0.8}{1} \quad \frac{0.4}{1}$$

$$0.4 \cdot 0.4$$

$$0.16$$

$$3 \cdot 0$$

$$3 \cdot 0$$

$$0 = 5 - 10t$$
$$t = 0.5$$

$$12.5 - 2 = 10 - 2t$$
$$12.5 - 10 = 10 - 2t$$

$$2.5 = 10 - 2t$$

$$2.5 = 10 - 2t$$

$$2.5 = 10 - 2t$$

$$\frac{2.5}{20}$$

$$\frac{2.5}{20} + \frac{1}{4} = 3.5 + 0.25$$
$$0.75$$

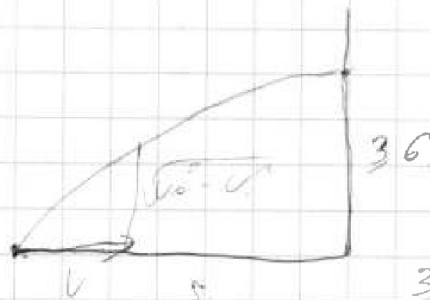
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{array}{r} 200 - 72 \\ - 72 \\ \hline 128 \end{array} \quad 64 - 2$$

$$36 = \frac{\sqrt{v_0^2 - v^2} \cdot 8 - \frac{g \cdot 5^2}{2 \cdot v^2}}{v}$$

$$\frac{g \cdot 5^2}{2 \cdot v^2} - \frac{5}{v} \cdot \sqrt{200 - v^2} + 36 = 0$$

$$5 \cdot \frac{5^2}{v^2} - \frac{5}{v} \sqrt{200 - v^2}$$

$$2 \cdot \frac{\sqrt{200 - v^2}}{2}$$

$$\frac{5}{v} = \frac{\sqrt{200 - v^2}}{2}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{2}{4}$$

$$5 \cdot \frac{200 - v^2}{4} = \frac{200 - v^2}{2}$$

$$\frac{12}{8}$$

$$(200 - v^2) \left(\frac{3}{4} \right) = 36$$

$$200 - v^2 = \frac{4}{3} \cdot 36 = 48$$

$$200 - 48 = v^2$$

$$5 \cdot \frac{5^2}{v^2} - \frac{5}{v} \cdot \sqrt{v_0^2 - v^2} + 36 = 0$$

$$\frac{5}{v} = \frac{\sqrt{v_0^2 - v^2}}{10}$$

$$5 \cdot \frac{\sqrt{400 - v^2}}{100} = \frac{200 - v^2}{10}$$

$$\begin{array}{r} 200 \\ - 36 \\ \hline 164 \end{array}$$

$$\frac{200 - v^2}{10} = 36$$

$$200 - v^2 = 36$$

$$\frac{5}{\sqrt{164}} = \frac{\sqrt{36}}{10}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ + 16 \\ \hline 52 \end{array}$$

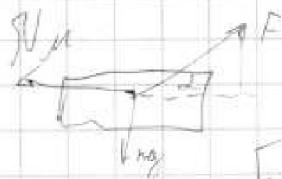
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$N = mg - F \cdot \sin \alpha$$

$$F \cdot \cos \alpha - (mg - F \cdot \sin \alpha) \cdot \mu = ma$$

$$F \cos \alpha = mg - F \sin \alpha \cdot \mu$$

$$F - mg \sin \alpha \mu = ma$$

$$K = F \cos \alpha - mg \mu + F \sin \alpha \mu = F - mg \mu$$

$$F \cos \alpha + F \sin \alpha = F$$

$$F \cos \alpha + mg \mu + F \sin \alpha \mu = F - mg \mu$$

$$\cos \alpha + \sin \alpha \mu = 1$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$K = F S$$

$$K = mg \mu S$$

$$S = \frac{K}{mg \mu}$$

$$\frac{m v^2}{2}$$

$$K =$$

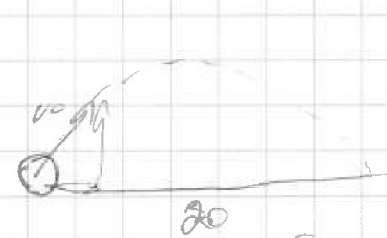
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\alpha = \frac{v - v_0}{20l}$$

$$t = \frac{v_0 \cdot \sqrt{2}}{g}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$S = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{v_0 \sqrt{2}}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$200 = \frac{v_0^2}{10 \cdot \sqrt{2}}$$

$$0 = g v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

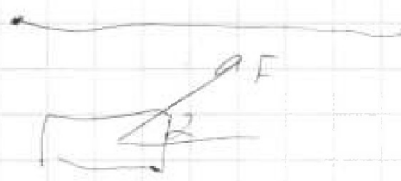
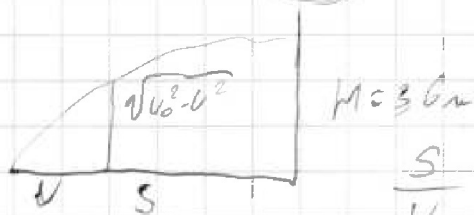
$$v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t = \frac{g t^2}{2}$$

$$t = \frac{v_0^2}{20} \quad 20 = \frac{v_0^2}{10}$$

$$t = \frac{v_0 \sqrt{2}}{g} \cdot v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$v_0^2 = 200$$

$$10 \sqrt{2}$$



$$H = \sqrt{v_0^2 - v^2} \cdot \frac{S}{v} - \frac{g \cdot S^2}{2 v^2}$$

$$N = mg - F \cdot \sin \alpha$$

$$36 = \sqrt{200 - v^2} \cdot \frac{S}{v} - \frac{g \cdot S^2}{2 v^2}$$

$$m \alpha =$$

$$\frac{g S^2}{2 v^2} - \frac{\sqrt{200 - v^2}}{v} \cdot S + 36 = 0$$

$$1,5 R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot R \cdot T_{1,2}$$

$$A_{1,2} = 0$$

$$+ 0,5 R \cdot \Delta T = - \frac{3}{2} \cdot R \cdot T_{1,2} + A$$

$$A = R \cdot T$$



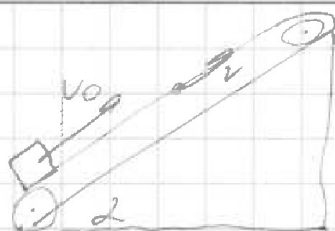
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



14

$$pV = \nu RT$$

$$p_0 \mu^3 = \mu_{\text{max}} \quad 7$$

200 800

600

$$Q = \Delta U + A$$

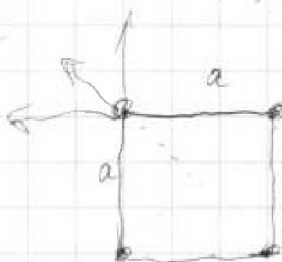
$$C \cdot \Delta T =$$

$$2R_1 = \nu R_1 T + A$$

$$R_1 T = 8,31 \cdot 600$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 8,31 \\ \hline 6 \\ 49,86 \end{array}$$

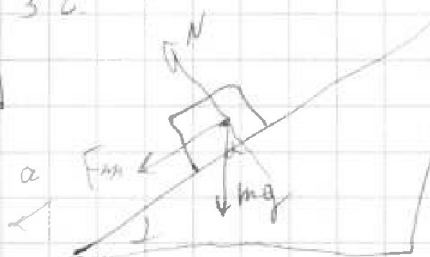
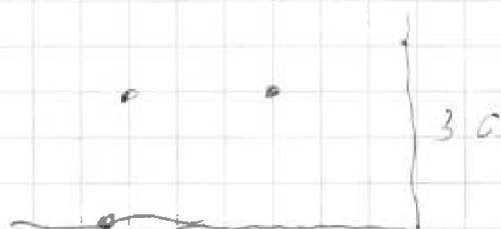
$$F = \frac{kq_1q_2}{R^2}$$



$$F = \frac{kq_1q_2}{R^2}$$

$$F = \frac{kq^2}{a^2} \cdot \sqrt{2} + \frac{kq^2}{2a^2} = T \cdot \sqrt{2}$$

$$\frac{kq^2}{a^2} \cdot \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2} \right) = T \cdot \sqrt{2}$$

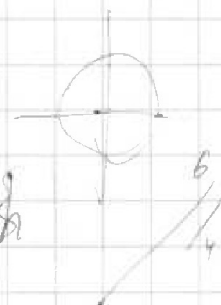


$$mg \cos \alpha \cdot \mu + mg \sin \alpha$$

$$ma = mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu + mg \sin \alpha$$

$$a = g (\cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha)$$

$$a = g (0,8 \cdot 0,5 + 0,6) = g$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

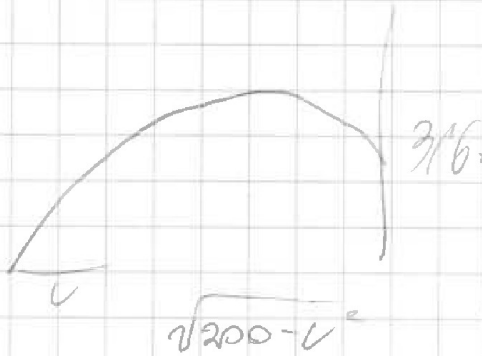
МФТИ

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

$$\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = V_0 \sin \alpha = \frac{2}{g} \cdot \frac{V_0^2}{2} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$200 = V_0^2$$

(10√2)



$$3.6 =$$

$$h = \sqrt{200 - V^2} \cdot \frac{S}{V} + \frac{g S^2}{2 V^2}$$

$$\frac{S}{V} = \frac{\sqrt{200 - V^2} \cdot 2}{g}$$

$$\frac{200 - V^2}{10} = \frac{200 - V^2}{20}$$

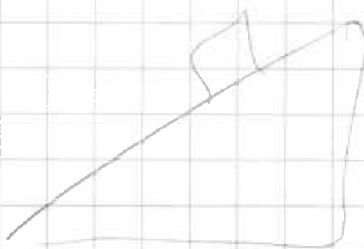
$$\frac{200 - V^2}{20} = 3.6$$

$$S = \frac{\sqrt{200 - 72} \cdot \sqrt{72}}{10}$$

$$72 = 200 - V^2$$

$$\frac{6 \cdot \sqrt{2} \cdot 8 \cdot \sqrt{2}}{5 \cdot 10} = \frac{96}{5}$$

$$\frac{48}{5} = 9.6$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

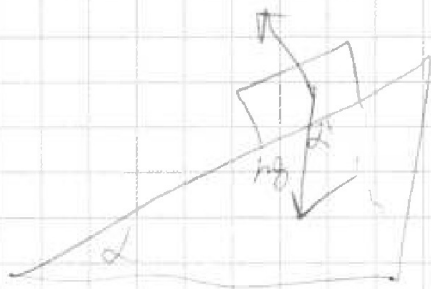
5
☐

6
☐

7
☐

МФТИ

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



$$-mg \cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha \cdot mg$$

$$0.8g \quad 8 \cdot (4 + 6)$$

②

10