



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

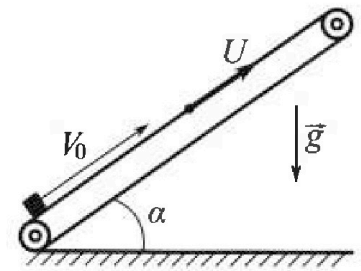
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
- 1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - 2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?
- Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



- 1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

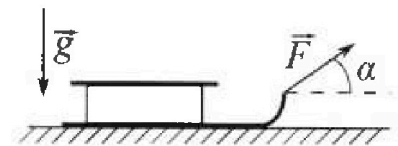
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?
- 3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 скорости V_0 за одинаковое время.

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 скорости V_0 действие внешней силы прекращается.



- 1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- 2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



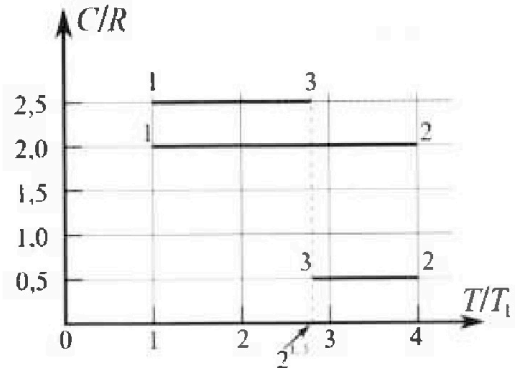
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



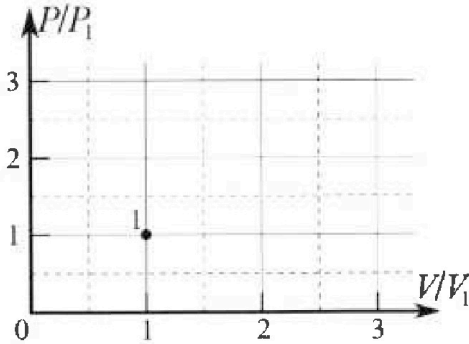
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



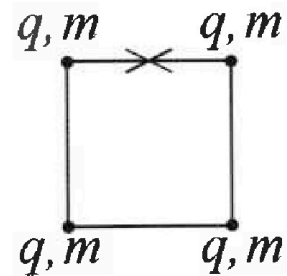
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V 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)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

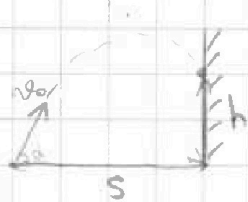
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

№1.

$$T = \frac{v_0}{g} \Rightarrow v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$



$$v_0 \cos \alpha \cdot T = s \Rightarrow T = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} = s \tan \alpha - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= s \tan \alpha - \frac{g s^2}{2 v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = -\frac{g s^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha + s \tan \alpha - \frac{g s^2}{2 v_0^2}$$

Графиком является парабола ветвью вниз \wedge , вершина

которой находится в $x = -\frac{b}{2a} \Rightarrow x = \frac{s}{\tan \alpha} = \frac{v_0^2}{g \tan \alpha}$

$$= \frac{20^2}{20 \cdot 10} = 2 \text{ м} \Rightarrow h_{\max} = -\frac{20 \cdot 10}{2 \cdot 20^2} \cdot 4 + 20 \cdot 2 - \frac{20 \cdot 10}{2 \cdot 20} = 15 \text{ м}$$

Ответ: $h_{\max} = 15 \text{ м}$
 $v_0 = 20 \text{ м/с}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

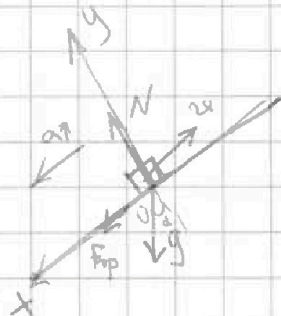
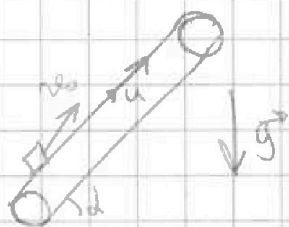
1 2 3 4 5 6 7



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

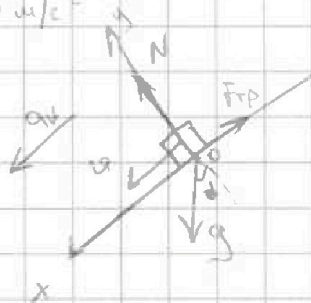


$\sqrt{2}$. $\sin \alpha = 0,8$ $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6$



Когда коробка движется вверх по склону (a↑)
 $O_y: N = mg \cos \alpha$
 $O_x: ma \uparrow = F_{тр} + mg \sin \alpha$
 П.к. трение скольжения, μ
 $ma \uparrow = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$

$a \uparrow = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 = 10 \text{ м/с}^2$



Когда коробка движется вниз по склону (a↓)
 $O_y: N = mg \cos \alpha$
 $O_x: ma \downarrow = F_{тр} + mg \sin \alpha$
 μ - трение скольжения, μ
 $ma \downarrow = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$

$a \downarrow = -\frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 = 6 \text{ м/с}^2$

1) Коробка движется вверх $\Rightarrow a \uparrow$ $S = v_0 t - \frac{a \uparrow t^2}{2} \Rightarrow 10 - 5t^2 + 4t - 1 = 0$

$5t^2 - 4t + 1 = 0$

$D = 16 - 20 = -4 < 0 \Rightarrow$ коробка не будет двигаться вниз раньше, чем пройдет путь в 1 м.

$S \uparrow = \frac{v_0^2}{2a \uparrow} = \frac{4}{5} \text{ м}$ $T \uparrow = \frac{v_0}{a \uparrow} = 0,4 \text{ с}$

$S \downarrow = S - S \uparrow = \frac{1}{5} \text{ м} \Rightarrow S \downarrow = \frac{a \downarrow t^2}{2} \rightarrow T \downarrow = \sqrt{\frac{2S \downarrow}{a \downarrow}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{5}}{6}} = \frac{1}{3} \text{ с}$

$T = T \uparrow + T \downarrow = \frac{3}{5} \text{ с}$

2) Относительно транспортера $v_0 = 2 \text{ м/с}$ $v_1 = 0 \text{ м/с}$, значит на высоте L коробка остановится (относительно транспортера). τ - время до остановки

$\tau = \frac{v_0}{a \uparrow} = 0,2 \text{ с}$ $L' = \frac{v_0^2}{2a \uparrow} = 0,2 \text{ м}$ Мы нашли L' отн. кп. т. катков \Rightarrow

$L^2 = L' + \Delta L$, где ΔL - путь транспортера за время τ $\Delta L = \tau v_0 = 0,4 \text{ м} \Rightarrow L = 0,6 \text{ м}$

3) Относительно транспортера коробка будет двигаться со скоростью $v_0' = -2 \text{ м/с}$. Путь до остановки мы знаем, найдем путь до этой точки - 2:

$\tau_0 = \frac{v_0'}{a \downarrow} = \frac{1}{3} \text{ с}$ $H' = \frac{v_0'^2}{2a \downarrow} = \frac{1}{3} \text{ м}$ $\Delta L' = \tau_0 v_0 = \frac{1}{3} \text{ м}$, т.к. коробка движется вниз, τ_0

$H = L - H' + \Delta L' = 0,6 - \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{11}{15} \text{ м}$ O - вер. $T = \frac{3}{5} \text{ с}$ $L = 0,6 \text{ м}$ $H = \frac{11}{15} \text{ м}$

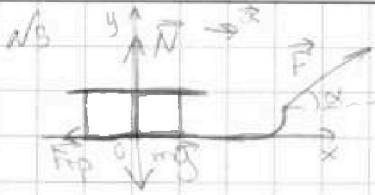
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Пл. трения скольжения, т.е. $F_{тр} = \mu N$

$$Oy: N = mg - F \sin \alpha$$

$$Ox: ma = F \cos \alpha - F_{тр} - F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

$$\text{Пл. } \alpha = 0: ma = F \cos \alpha - \mu mg$$

$$\text{Пл. } \alpha \neq 0: ma = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

$v_0 = a t$, а т.к. v_0 и t равны в обоих случаях, то ma равны \Rightarrow

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

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

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

Поле преобразования действовавшей F за счет ускорения самок $= \mu mg = \mu mg$

$$T = \frac{v_0}{a_{\text{нат}}} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

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

$$T = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

N4.

$$Q = \sum Q_{AT} = \Delta \varepsilon + A = \frac{5}{2} \sum Q_{RAT} + A \Rightarrow A = \sum Q_{AT} (C_V - \frac{5}{2} R)$$

$$A_{1-2} = \frac{5}{2} R \Delta T_1 = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot 400 = 4986 \text{ Дж}$$

$$A_{2-3} = (2\sqrt{2} - 4) T_1 \cdot (\frac{1}{2} - \frac{5}{2}) R = (4 - 2\sqrt{2}) R T_1, \quad A_{3-1} = (6,5 - 4\sqrt{2}) R T_1$$

$$A_{2-1} = (2 - 2\sqrt{2}) T_1 \cdot (\frac{5}{2} - \frac{5}{2}) R = (1 - 2\sqrt{2}) R T_1$$

$$Q_{1-2} = 2 \frac{5}{2} R T_1$$

$$Q_{2-3} = (2\sqrt{2} - 4) R \frac{1}{2} T_1 \quad Q = \sum Q = 6 + \sqrt{2} - 2 + \frac{5}{2} - 3\sqrt{2} = (6,5 - 4\sqrt{2}) R T_1$$

$$Q_{2-1} = (1 - 2\sqrt{2}) R \frac{5}{2} T_1$$

$$D = \frac{A_0}{Q_0} = 1$$

Поскольку газ - идеальная, то $C_V = \frac{5}{2} R$, $C_p = \frac{7}{2} R$

Процесс 1-2 - изобарный, 2-3 - процесс

Значения параметров идеального газа 1, 2, 3:

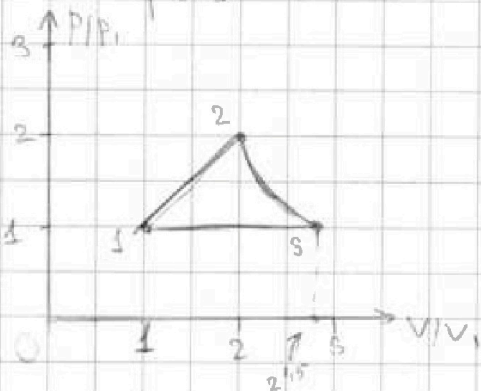
1. $p_1 V_1 = \sum R T_1$

2. $p_2 V_2 = \sum R 4T_1$

3. $p_3 V_3 = \sum R 2\sqrt{2} T_1$

1. $p_1 = p_2 = p_3$ из изобарности

$V_2 = 4V_1$



$$p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$$

$$p_2 V_3 = 2\sqrt{2} p_1 V_1$$

Пусть $p_2 = x p_1$, $V_2 = y V_1 \Rightarrow xy = 4$

$$A_{1-2} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{5}{2} p_1 V_1$$

$$\begin{cases} (x+1)(x-1) = 3 \\ xy = 4 \end{cases} \Rightarrow x=y, \text{ так как } A_{1-2} > 0 \Rightarrow A_2 = 520 \text{ Дж}$$

$V_1 < V_2 < V_3 \Rightarrow x=2, y=2$ и процесс 1-2: $\frac{p}{V} = \text{const}$ процесс

2-3 - процесс - адиабатическому, соответственно выведем приращение

Результат: $A_{1-2} = 4986 \text{ Дж}$ $D = 100\%$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

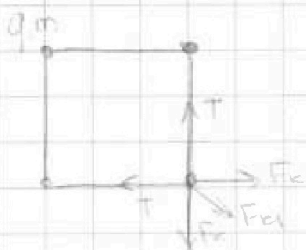


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N5

1)



Р. нулевой массы. Т. будет уравновешивать (q и притяг.)

$$F_k = k \frac{q^2}{a^2}$$

$$F_{el} = k \frac{q^2}{a^2}$$

$$F_{gr} = k \frac{q^2}{2a^2}$$

$$T = F_k + \frac{\sqrt{2}}{2} F_{el} = \frac{1+\sqrt{2}}{2} k \frac{q^2}{a^2}$$

Точка центра масс лежит:



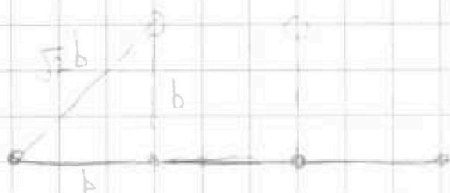
Качение шарика

Будет находиться в равновесии, если и не будет двигаться и т.

Это уравновешивает только горизонтальные силы и заряды (сила?)

2) $V_{cm} = 0$

3)



$$d = \sqrt{2} b$$

Ответ: $T = \frac{1+\sqrt{2}}{2} k \frac{q^2}{a^2}$

$$V_{cm} = 0$$

$$d = \sqrt{2} b$$

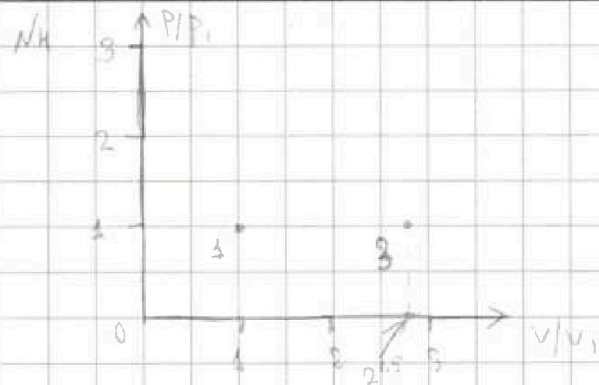
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Для одноатомного газа:
 При $V = \text{const}$: $C_V = \frac{1}{2} R = \frac{5}{2} R$
 При $P = \text{const}$: $C_P = \frac{7}{2} R = \frac{5}{2} R$
 В процессе процесс 3-1 изобарический.

Параметры процесса 1-2: $Q_{1-2} = \int C_V dT = 6RT_1$; $Q = \Delta E + A =$
 $= \frac{3}{2} 2RT_1 + A = \frac{3}{2} 2RT_1 + A \Rightarrow A_{1-2} = \frac{3}{2} RT_1 = 600R = 4986 \text{ Дж}$

$$D = \frac{A_0}{Q_0} = \frac{A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1}}{Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-1}}$$

$Q_{2-3} = C_P \Delta T$ — площадь под графиком в уравнении энтальпии

$$Q_{2-3} = 6RT_1 + (4 - 2\sqrt{2}) \cdot \frac{1}{2} RT_1 + (2\sqrt{2} - 1) \frac{5}{2} RT_1 = 5,5 RT_1 + 4\sqrt{2} RT_1 = (5,5 + 4\sqrt{2}) RT_1$$

$$A_{2-3} = Q_{2-3} - \Delta E_{2-3} = (4 - 2\sqrt{2}) \frac{1}{2} RT_1 - \frac{3}{2} (4 - 2\sqrt{2}) RT_1 = (2\sqrt{2} - 4) RT_1$$

$$A_{3-1} = Q_{3-1} - \Delta E_{3-1} = (2\sqrt{2} - 1) \frac{5}{2} RT_1 - \frac{3}{2} (2\sqrt{2} - 1) RT_1 = (2\sqrt{2} - 1) RT_1$$

$$A_0 = \frac{3}{2} RT_1 + (4\sqrt{2} - 5) RT_1 = (4\sqrt{2} - 3,5) RT_1 \Rightarrow D = \frac{A_0}{Q_0} = \frac{4\sqrt{2} - 3,5}{5,5 + 4\sqrt{2}}$$

$$\textcircled{E} \frac{4\sqrt{2} - 3,5}{4\sqrt{2} + 5,5} = 1 - \frac{9}{4\sqrt{2} + 5,5} \quad \sqrt{2} \approx 1,417 \Rightarrow D \approx 0,29$$

Запишем закон Менделеева-Клапейрона для 1, 2, 3

$$\begin{aligned}
 1 - p_1 V_1 &= 2RT_1 && \text{Как мы уже выяснили, процесс 3-1} \\
 2 - p_2 V_2 &= 4RT_1 && \text{изобарический} \Rightarrow p_3 = p_1 \Rightarrow V_3 = 2\sqrt{2} V_1 \\
 3 - p_3 V_3 &= 2\sqrt{2} 2RT_1 && \text{и процесс 1-2 — процесс 1-2 из}
 \end{aligned}$$

Пусть $p_2 = \alpha p_1$, а $V_2 = \beta V_1$, тогда $\alpha \beta = 4$ и $\frac{4\alpha}{2} p_1 \frac{\beta}{2} V_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1$
 $2\alpha\beta = 3$
 $2 \times 4 = 3$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\cancel{Q} = \cancel{2} C \Delta T = \cancel{2} \cancel{2} R \Delta T + A \Rightarrow A = \cancel{2} \cancel{2} \cancel{2} \Delta T \left(\frac{1}{2} R \right)$$

$$A_{1-2} = 3 T_1 \left(\frac{1}{2} R - \frac{2}{3} R \right) = \frac{3}{2} R T_1 = 0,009 J$$

$$A_{2-3} = \cancel{2} \cancel{2} \cancel{2} (2\sqrt{2} - 4) \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3} R \right) = (4 - 2\sqrt{2}) R T_1$$

$$A_{3-4} = (4 - 2\sqrt{2}) \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3} R \right) = (1 - 2\sqrt{2}) R T_1$$

$$Q = 6 R T_1 + \cancel{2} \cancel{2} \cancel{2} R T_1 + (4 - 2\sqrt{2}) R T_1 = 6 + \sqrt{2} - 2 + \sqrt{2} - 4\sqrt{2} =$$
$$= 6,5 - 4\sqrt{2}$$

$$A = \frac{3}{2} + 4 - 2\sqrt{2} + 1 - 2\sqrt{2} = 6,5 - 4\sqrt{2}$$

$$Q = \frac{A}{\eta} = 1$$

$$\eta = \frac{20}{9} \rightarrow \eta = 20 \text{ \%/}$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \quad \left| \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right.$$

$$\tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1$$

$$\tan^2 \alpha = 20 - 1 = 19$$

$$\tan \alpha = \sqrt{19} \approx 4,36$$

OK



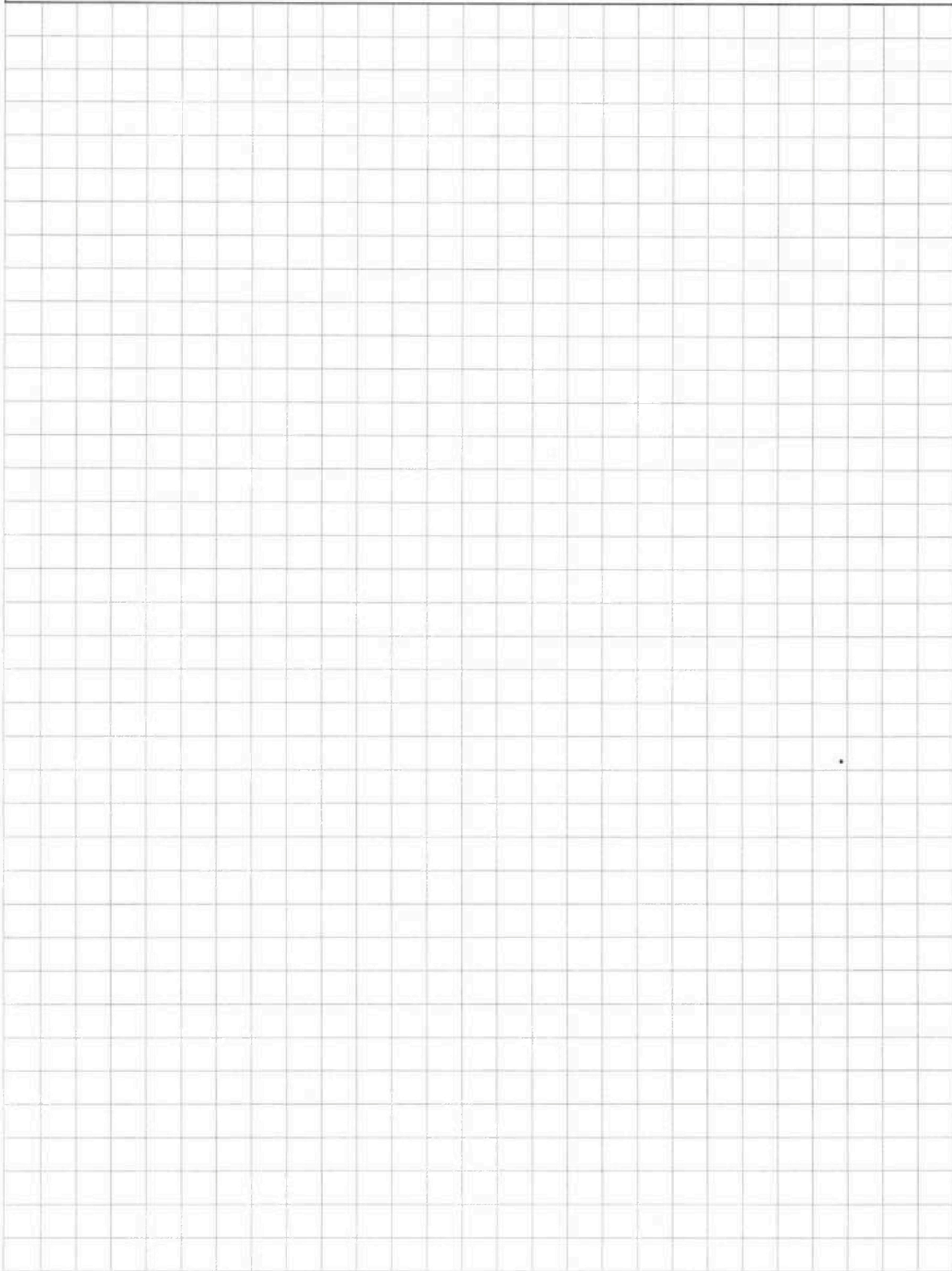
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$T = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_{x1} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{x_1}{r}$$

$$xy + x - y = 4$$

$$xy = 4$$

$$x = y$$

$$T = F_{x1} = \frac{F_{y1}}{x_1} = k \frac{q^2}{r^2} + k \frac{F_{y1}^2}{(x_1^2)^2}$$

$$(2\sqrt{2} - 2) \left(\frac{1}{2} - 1 \right) = \frac{4 + \sqrt{2}}{4} = k \frac{q^2}{r^2}$$

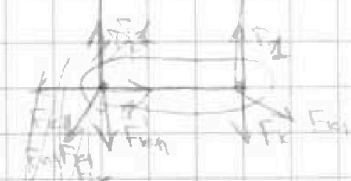
$$F_{x1} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$



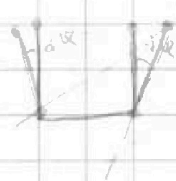
$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$



$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$



$$\frac{831}{4980}$$



$$F_{x1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$$

$$F_x = \frac{1}{\sqrt{2} \sqrt{2}} = \frac{1}{2}$$

$$x^2 + 2bx + b^2 = 2b^2 + 20x$$

$$\Delta E + A$$

$$F_x = \frac{1}{2b + 20x} = \frac{1}{b^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



condition

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

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{1}{\frac{85}{100}} = \frac{100}{85}$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1$$

$$A = C_{AT} - \frac{2R}{T}$$

$$2,00000 = 4$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \operatorname{tg}^2 \alpha + 1$$

$$A = \Delta T (C - \frac{2R}{T}) = \frac{2}{2+1,5} R T$$

$$5,6 + 3,5$$

$$\left[\frac{u}{v} \right] = \frac{u^2}{v^2}$$

$$h = \frac{2e^2}{5g} = \frac{2 \cdot 10^{-18}}{5 \cdot 10^{-8}} = 4 \cdot 10^{-11}$$

$$11,$$

$$\frac{6}{10} + \frac{1}{3}$$

$$14$$

$$\sqrt{2} = 1,414$$

$$\frac{18+10}{30}$$

$$\frac{28}{20}$$

$$C = \frac{Q}{S T}$$

$$\begin{array}{r} 90000 \\ - 380 \\ \hline 120 \\ - 111 \\ \hline 900 \end{array} \quad \begin{array}{r} 111 \\ 0,810 \end{array}$$

~~15~~

$$-5 \cdot 4 + 20 \cdot 4 = 5$$

$$5,5 + 3,5$$

$$(20 \cdot 4) \cdot 4$$

$$\frac{9}{2}$$

$$\sqrt{TC} = \frac{2R}{T} + A$$

$$\frac{80}{25}$$

$$50 + 30$$

$$25 + 30$$

$$4 \cdot 5 = 20$$

$$A = 2 \Delta T (C - \frac{2R}{T})$$

$$Q = C T = 2 C \Delta T$$

$$Q = 2 R \frac{Q}{S T} \cdot 3 \Delta T$$

$$C = \frac{Q}{S T} = \frac{\Delta E + A_{12}}{S T} = \frac{2 \Delta R \Delta T + A_{12}}{S T}$$

$$8 - 2,5 = 5,5$$

$$xy + x - y = 7$$

$$x - y = 3$$

$$xy = 4$$

$$x = 5 + y$$

$$y^2 + 3y = 4$$

$$y^2 + 3y - 4 = 0$$

$$D = 9 + 16 = 25 = 5^2 \Rightarrow \sqrt{D} = 5$$

$$y = \frac{-3 \pm 5}{2} = 1 \Rightarrow y = 1$$

$$x = 4$$