



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.

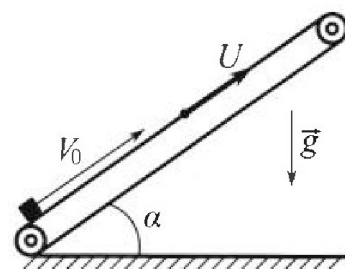
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

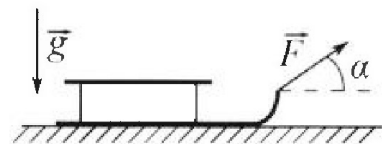
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.

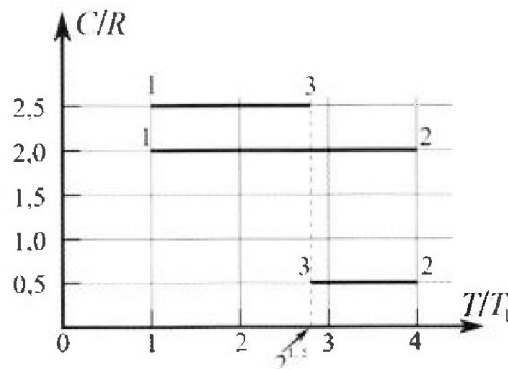


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

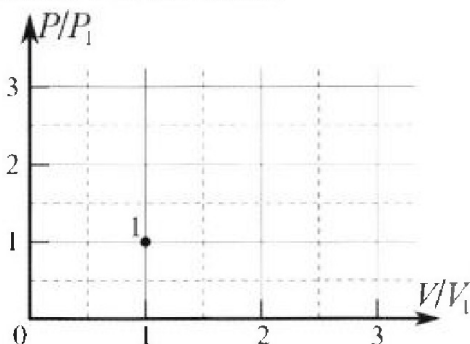
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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.



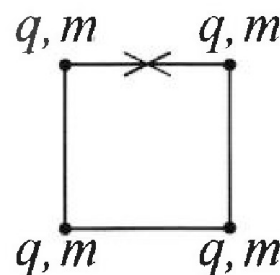
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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:

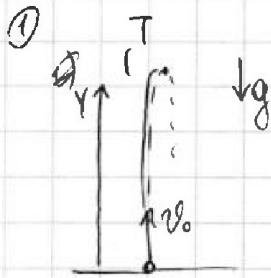
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

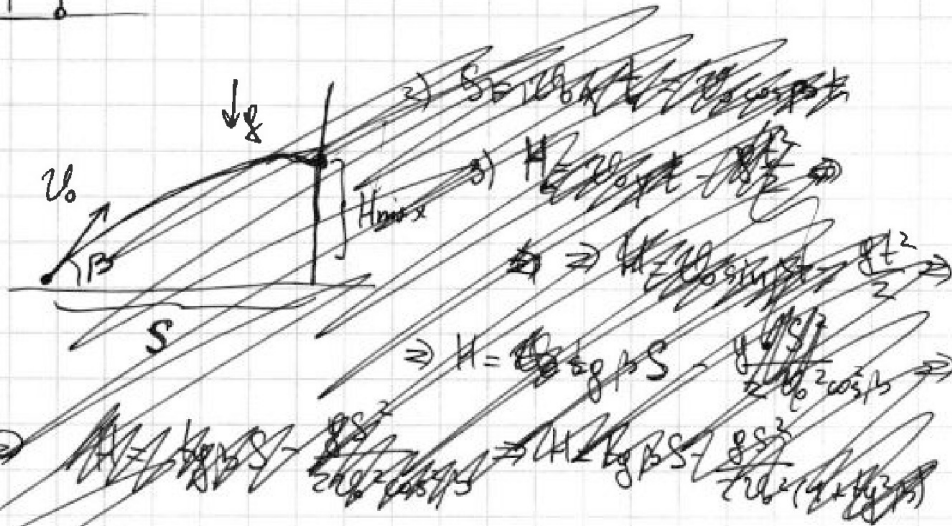


$S = 20 \text{ м}$
 $T = 2 \text{ с}$
 $v_0 = ?$
 $H_{\max} = ?$



1) $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t \Rightarrow y: 0 = v_0 - gT \Rightarrow$
 $\Rightarrow v_0 = gT = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

②



$\Rightarrow H = S \tan \beta - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$

1) $S = \frac{v_0^2 \sin(2\beta)}{g}$
 $\Rightarrow \sin(2\beta) = \frac{Sg}{v_0^2} = \frac{20 \cdot 10}{400} = \frac{1}{2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow 2\beta = 30^\circ$

$H = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2}$

он шаг шаг

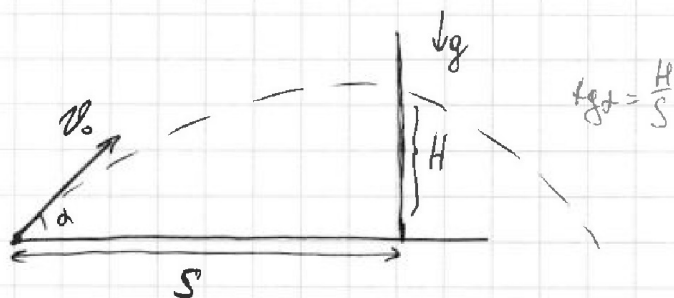
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$X: S = v_0 \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

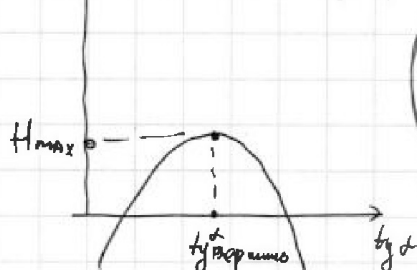
$$Y: H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow H = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = -\frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha + S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H \Rightarrow \tan \alpha_{\text{вершина}} = \frac{-S v_0^2}{-g S^2} = \frac{v_0^2}{g S} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow H_{\text{max}} = \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{g^2 S^2} + S \cdot \frac{v_0^2}{g S} - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$\Rightarrow H_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{4g} + \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$\Rightarrow H_{\text{max}} = \frac{400}{40} + \frac{400}{20} - \frac{400 \cdot 10}{400}$$

$$\Rightarrow H_{\text{max}} = 10 + 20 - 10 = 20$$

Ответ: $H_{\text{max}} = 20 \text{ м}; v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

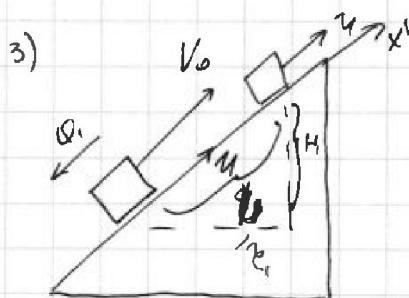
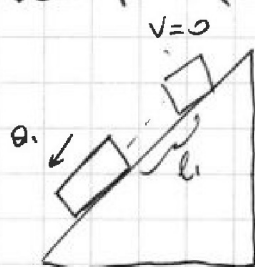
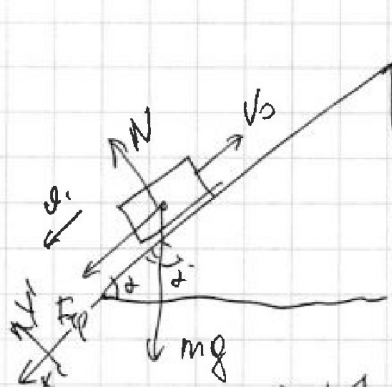
$$H = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = \frac{400}{20} = 20$$

$$H = S \tan \alpha = S \cdot \frac{v_0^2}{g S} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{400}{20} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = 20 \text{ м}$$

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!



1) 2 3. И две коробки;

$$x': F_{тр} + mg \sin \alpha = m a_1$$

$$y': N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = m a_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$\text{по ОТТ: } \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow$$

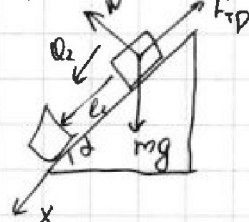
$$\Rightarrow \cos^2 \alpha = 1 - \frac{6^2}{10^2} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{8}{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 = g\left(\frac{1}{2} \cdot 0,8 + 0,8\right) = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$l_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 0,8 \text{ м}$$

$$x': 0 = v_0 - a_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с, затем}$$

коробка поедет вниз:



2 3. И две коробки во 2 ситуации:

$$x: m a_{2x} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_{2x} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_{2x} = g(0,8 - 0,2) = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$\Rightarrow$ чтобы тело прошло путь S, оно должно проехать вниз еще $l_2 = S - l_1 = 0,2 \text{ м} \Rightarrow$

$$\Rightarrow l_2 = \frac{a_{2x} t_2^2}{2} \Rightarrow t_2^2 = \frac{2 l_2}{a_{2x}} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 l_2}{a_{2x}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \Rightarrow T = 94 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

3) ск-ть коробки сползает равна нулю, в случае если коробка осталась отп. земли:

$$x': u = v_0 - a_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0 - u}{a_1} = 0,2 \text{ с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l_1 = v_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,2^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l_1 = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ м} \Rightarrow H_1 = l_1 \cdot \sin \alpha = 0,6 \cdot \frac{8}{10} = 0,48 \text{ м}$$

(14. сущ. мост

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

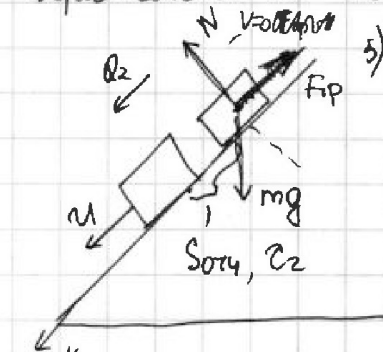
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

2) ~~Решение задачи~~

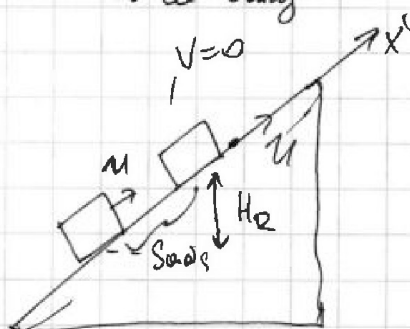


4) $mg \sin \alpha$? $\mu mg \cos \alpha$

$g \sin \alpha$? $\mu g \cos \alpha$

6 ? 2 ?

$\Rightarrow mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ каретки могут
дв-ся вниз



5) Перейдем в СО земли:

В этой ситуации ускорение абсолютно
одно и то же по решению первого пункта:

6) Абсолютная скорость каретки
отн. земли будет равна нулю
когда скорость каретки отн. СО
земли будет в противоположном
направлении и будет равна u .

$\Rightarrow$ в СО земли! (ускорение во всех
ИСО одинаковое):

$x: u = 0 + a_2 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{u}{a_2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ c}$

$\Rightarrow S_{014} = \frac{a_2 t_2^2}{2} = \frac{6 \cdot \frac{1}{9}}{2} = \frac{1}{3} \text{ м}$, за это
время лентя проехала:

$S_{\text{пер}} = u \cdot t_2 = 2 \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \text{ м}$

$\Rightarrow x: S_{\text{оде}} = S_{\text{пер}} - S_{014} = \frac{2}{3} \text{ м} - \frac{1}{3} \text{ м} = \frac{1}{3} \text{ м}$

$\Rightarrow H_2 = S_{\text{оде}} \cdot \sin \alpha = \frac{1}{3} \cdot 0,8 = \frac{8}{30} = \frac{4}{15} \text{ м}$

$\Rightarrow H = H_1 + H_2 = 0,8 \left(\frac{1}{3} + 0,6 \right) = 0,8 \cdot \frac{28}{30} = \frac{56}{75} \text{ м}$

Ответ: $T = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ c}$; $L = 0,6 \text{ м}$; $H = \frac{56}{75} \text{ м}$

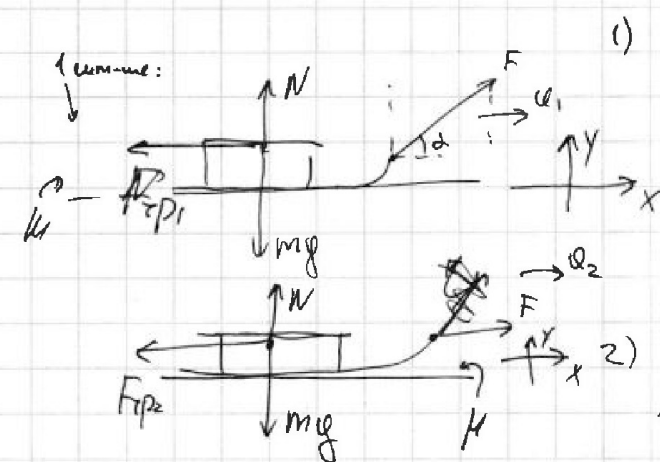
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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) 2 3.4 due 1 sum-m:

$$X: F \cos \alpha - F_{fr1} = m a_1$$

$$Y: N + F \sin \alpha - mg = 0 \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = m a_1$$

$$a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m}$$

2) 2 3.4 due 2 sum-m:

$$X: F - F_{fr2} = m a_2$$

$$Y: N = mg \Rightarrow \frac{F - \mu mg}{m} = a_2$$

$$a_2 = \frac{F}{m} - \mu g$$

3) by coord. in min-sec:

$$\vec{v} = \vec{v}_{rel} + \vec{v}_t \Rightarrow \text{due 1 sum: } v_0 = 0 + a_1 t \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow$$

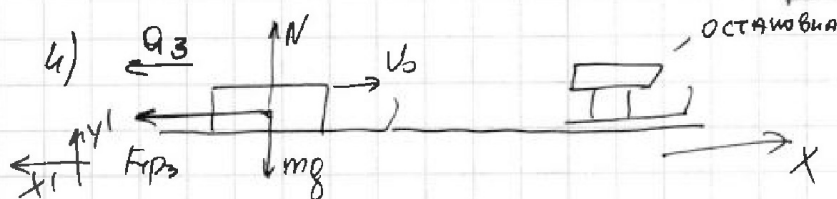
$$\Rightarrow \frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m} = \frac{F}{m} - \mu g \Rightarrow$$

$$\frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m} = \frac{F}{m} - \mu g \Rightarrow$$

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

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

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



2 3.4 due 3 sum-m: $X': F_{fr3} = m a_3$

$$Y': N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow F_{fr3} = \mu mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu mg = m a_3 \Rightarrow a_3 = \mu g \Rightarrow \text{by coord. in min-sec:}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_{rel} + \vec{v}_t \Rightarrow x: 0 = v_0 - a_3 T \Rightarrow T = \frac{v_0}{a_3} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{Answer: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ



6) Рассмотрим процесс 3-1:

$$Q_{31} = C_{31} p_{31} T_{31} = \frac{5}{2} p R (1 - 2\sqrt{2}) T_1$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{31}}{Q_{12}} = 1 + \frac{Q_{31} + Q_{23}}{Q_{12}} = 1 + \frac{\frac{5}{2} p R (1 - 2\sqrt{2}) T_1 + \frac{1}{2} p R T_1 (2\sqrt{2} - 4)}{6 p R T_1}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\frac{5}{2} (1 - 2\sqrt{2}) + \sqrt{2} - 2}{6} = 1 + \frac{2,5 - 5\sqrt{2} + \sqrt{2} - 2}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\eta = 1 + \frac{0,5 - 4\sqrt{2}}{6}} = 1 + \frac{2\sqrt{2}}{3} - \frac{1}{12} = \frac{8,5 - 4\sqrt{2}}{6}$$

8) в м.1: $p_1 V_1 = p R T_1 \Rightarrow$ в м.2: $p_2 V_2 = p R T_2 \Rightarrow$

~~процесс 3-1~~ $\Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 4 \Rightarrow p_2 V_2 = 4 p_1 V_1, \text{ т.ч.}$

зависимость прямо пропору $\Rightarrow p_2 = 2 p_1, \text{ и } V_2 = 2 V_1$

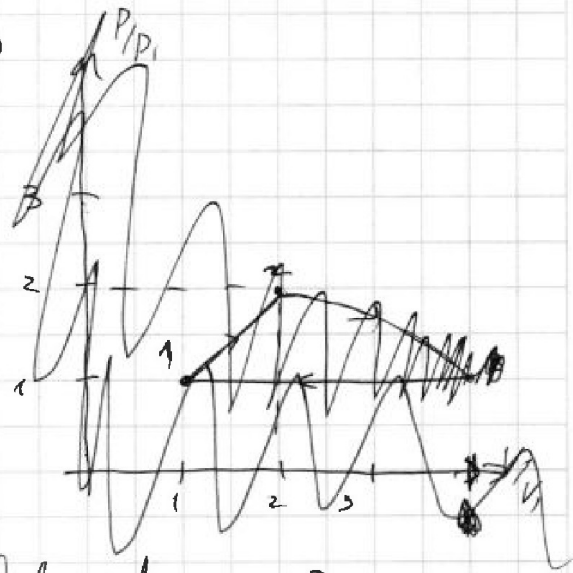
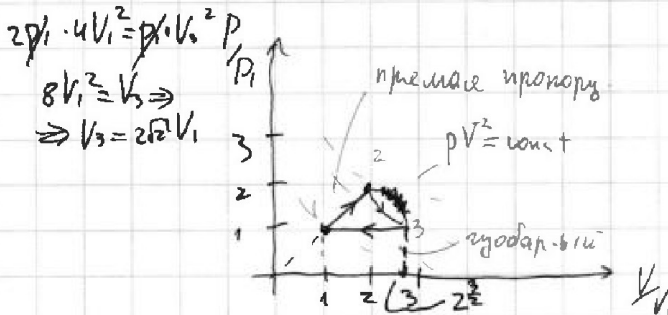
9) ~~процесс 3-1~~ т.ч.

~~процесс 3-1~~ $\Rightarrow$ процесс 3-1 - изобарный $\Rightarrow p_3 = p_1$

10) для м.2 и м.3 в процессе 23:

~~процесс 23~~
 $2 p_1 \cdot 4 V_1^2 = p_1 \cdot V_3^2 \Rightarrow V_3^2 = 8 V_1^2$

$\Rightarrow V_3 = 2\sqrt{2} V_1$



Объем: $V_2 = 4886 \text{ Дм}^3$
 $\eta = \frac{13}{6} - \frac{4\sqrt{2}}{6}$

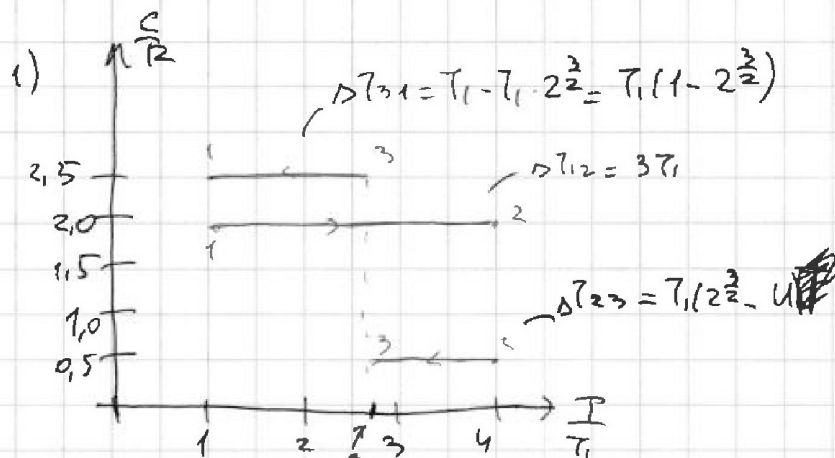
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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



$\nu = 1$
 $i = 3$
 $T_1 = 400 \text{ K}$

1) $A_{12} = ?$
2) $Q = ?$
3) (P/P_1) и (V/V_1)



1) $C_{12} = 2R \Rightarrow n = \frac{C_V - 2R}{C_P - 2R} = \frac{\frac{5}{2}R - 2R}{\frac{7}{2}R - 2R} = \frac{\frac{1}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{4}{2}R} = -\frac{1}{1} = -1 \Rightarrow$

$\Rightarrow pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow p = V \cdot \text{const} \Rightarrow 1-2$: изотермический процесс

2) $C_{31} = 2.5R \Rightarrow n = \frac{C_V - 2.5R}{C_P - 2.5R} = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{7}{2}R - \frac{5}{2}R} = 0 \Rightarrow pV^0 = \text{const} \Rightarrow$

$\Rightarrow p = \text{const} \Rightarrow 3-1$: изобарический процесс

3) $C_{23} = 0.5R \Rightarrow n = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{1}{2}R}{\frac{7}{2}R - \frac{1}{2}R} = \frac{2R}{3R} = \frac{2}{3} \Rightarrow p \cdot V^{\frac{2}{3}} = \text{const} \Rightarrow$

4) Рассчитаем процесс 1-2: $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$

$\bullet Q_{12} = C_{12} \nu \Delta T_{12} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1$
 $\bullet \Delta U_{12} = \frac{3}{2}R \Delta T_{12} = \frac{3}{2}R \cdot 3T_1 = \frac{9}{2}RT_1 \Rightarrow A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = (6 - \frac{9}{2})RT_1$

$\Rightarrow A_{12} = \frac{3}{2}RT_1 = \frac{3}{2} \cdot 8.31 \cdot 400 = 6.831 = 4886 \text{ Дж}$

5) Рассчитаем процесс 2-3:

$\bullet Q_{23} = C_{23} \nu \Delta T_{23} = \frac{1}{2}R \cdot T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) \Rightarrow A_{23} = -\frac{1}{2}RT_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) \Rightarrow$

$\bullet \Delta U_{23} = \frac{3}{2}R \Delta T_{23} = \frac{3}{2}RT_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) \Rightarrow A_{23} = \frac{1}{2}RT_1 (4 - 2^{\frac{3}{2}})$

См. следующие листы

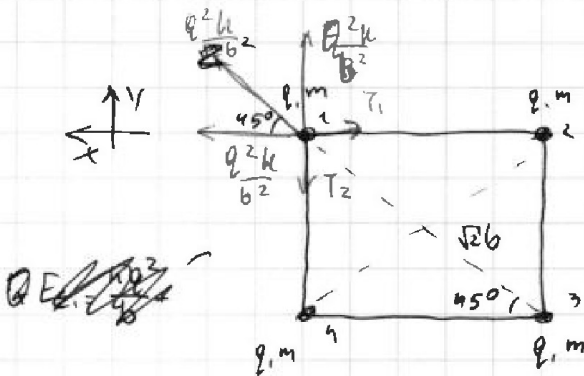
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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) Две заряды:

$$x: \frac{q^2}{b^2} + \frac{q^2}{b^2} \cos 45^\circ = T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{q^2}{b^2} + \frac{q^2 \cdot \sqrt{2}}{4b^2} = T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{q^2(4 + \sqrt{2})}{4b^2}$$

$$T_1 = \frac{q^2(4 + \sqrt{2})}{4b^2}$$

$$y: \frac{q^2}{b^2} + \frac{q^2}{2b^2} \cdot \sin 45^\circ = T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{q^2}{b^2} + \frac{q^2 \cdot \sqrt{2}}{2b^2 \cdot 2} = T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{q^2(4 + \sqrt{2})}{4b^2}$$

аналогично для всех зарядов $T = \frac{q^2(4 + \sqrt{2})}{4b^2}$

$$3) E_{\Sigma} = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}b} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\Sigma} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}b} = \frac{2kq^2(2\sqrt{2} + 1)}{\sqrt{2}b}$$

$$\Rightarrow E_{\Sigma 1} = E_{\Sigma 2} + \frac{4m\varphi^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\Sigma 1} - E_{\Sigma 2} = 2m\varphi^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2kq^2(2\sqrt{2} + 1)}{\sqrt{2}b} - \frac{13kq^2}{3b} = \frac{kq^2(12\sqrt{2} + 6 - 13\sqrt{2})}{3\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m\varphi^2 = \frac{kq^2(6 - \sqrt{2})}{6\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi = \sqrt{\frac{kq^2(6 - \sqrt{2})}{6\sqrt{2}m}}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{q^2(4 + \sqrt{2})}{4b^2}; \varphi = \sqrt{\frac{kq^2(6 - \sqrt{2})}{6\sqrt{2}m}}$$



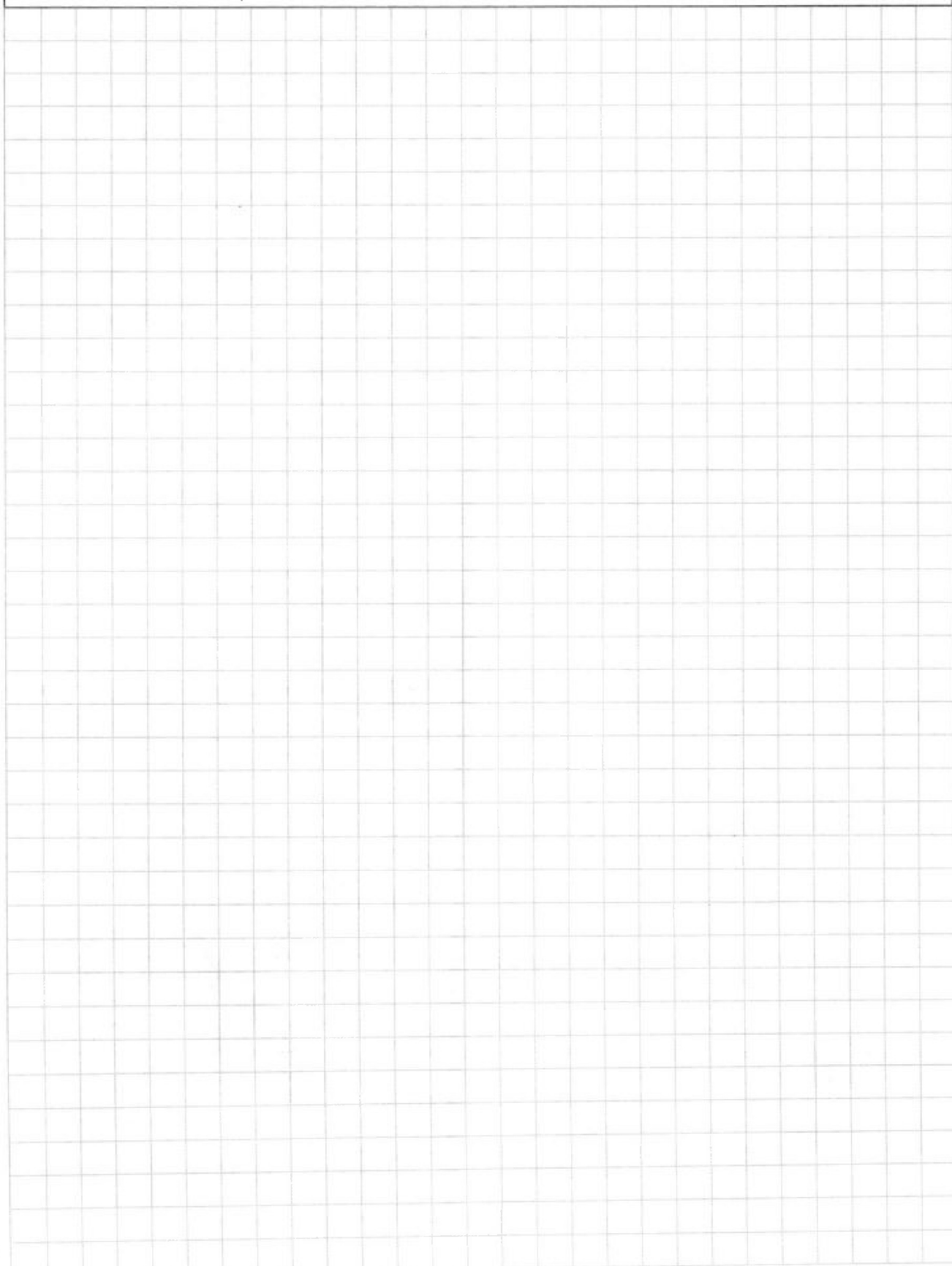
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

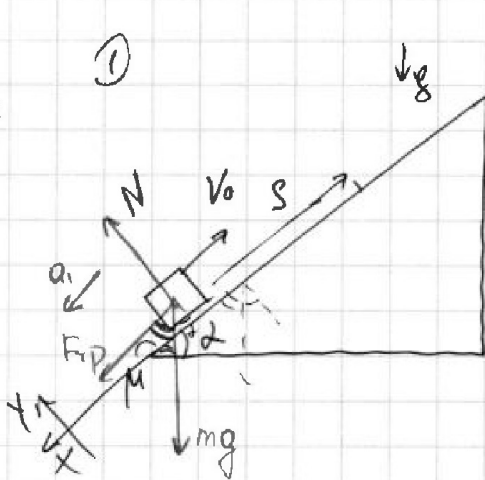


1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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



$\sin \alpha = 0,8$
 1) $V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $\mu = \frac{1}{3}$
 $\tau = ?$



1) Запишем 23.Н для коробки в первом от-ме.

$x: F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = ma_1$
 $y: N = mg \cos \alpha$
 $F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$
 $ma_1 = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow$

$\Rightarrow a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow$

$\Rightarrow a_1 = 10 \cdot (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) \Rightarrow$

$\Rightarrow a_1 = 10(0,8 + \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10}) \Rightarrow$

$\Rightarrow a_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \Rightarrow$

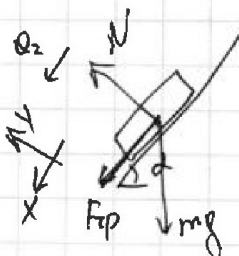
$S = V_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} \Rightarrow \frac{a_1 t^2}{2} - V_0 t + S = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 5t^2 - 4t + 1 = 0 \Rightarrow t = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 20}}{10} = \frac{4 \pm 2i}{10}$

2) ЗСс: $V_{\text{обл}} = V_{\text{отн}} + V_{\text{пер}}$, в машине опыте V_0 - скорость коробки относительно земли; U - переносная скорость земли $\Rightarrow$

$\Rightarrow x': V_n = V_0 + U = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) 23.4 для коробки:



$x: mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = ma_2$
 $y: N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$
 $\Rightarrow mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = ma_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow a_2 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

$L = V_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = 4 \cdot 1,6 - \frac{10 \cdot 0,64}{2} = 0,8$

$\frac{0,4}{1,6}$

$H = 0,8(0,6 + \frac{1}{3}) = 0,8(\frac{6}{10} + \frac{1}{3}) = 0,8(\frac{48}{30} + \frac{10}{30}) = \frac{10 \cdot 58}{5 \cdot 30} = \frac{116}{15} \text{ м}$
 $\Rightarrow \frac{4}{3} \cdot \frac{44}{15} = \frac{176}{45} = \frac{56}{15} \text{ м}$

$\frac{831}{6} = 138,5$

$\frac{10}{10} = \frac{10+18}{30} = \frac{28}{30} = \frac{14}{15}$
 $\frac{1}{3} + \frac{1}{10} = \frac{10+3}{30} = \frac{13}{30}$
 $\frac{14}{15} + \frac{13}{30} = \frac{28}{30} + \frac{13}{30} = \frac{41}{30}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МОТИ

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

6) Рассчитайте процесс $\gamma = 1$:

$$Q_{31} = c_{31} \Delta T_{31} = \frac{5}{2} R T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}}) < 0$$

7) $Q_H = Q_{12}$

$$Q_H = -(Q_{23} + Q_{31}) \Rightarrow \eta = 1 - \frac{Q_H}{Q_{12}} = 1 + \frac{Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\frac{5}{2} R T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) + \frac{5}{2} R T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}})}{6 R T_1}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\frac{5}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 4) + \frac{5}{2} (1 - 2^{\frac{3}{2}})}{6}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\frac{5}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 4) + \frac{5}{2} (1 - 2^{\frac{3}{2}})}{6} = 1 + \frac{5(-4+1)}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{5 \cdot 3}{6} = 1 - \frac{5}{2}$$

$$\eta = 1 + \frac{\frac{1}{2} R T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) + \frac{5}{2} R T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}})}{6 R T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{\frac{1}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 4) + \frac{5}{2} (1 - 2^{\frac{3}{2}})}{6} = 1 + \frac{1 - 4 \cdot 2^{\frac{3}{2}}}{12} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \left(\frac{2^{\frac{3}{2}} - 1}{12} \right) = 1 - \frac{2^{\frac{3}{2}} - 1}{12} = 1 - \left(\frac{8\sqrt{2} - 1}{12} \right)$$

$$\frac{\frac{1}{2} 12 - \frac{5}{2} R}{\frac{1}{2} R - \frac{3}{2} R} = \frac{-2R}{-R} = 2$$



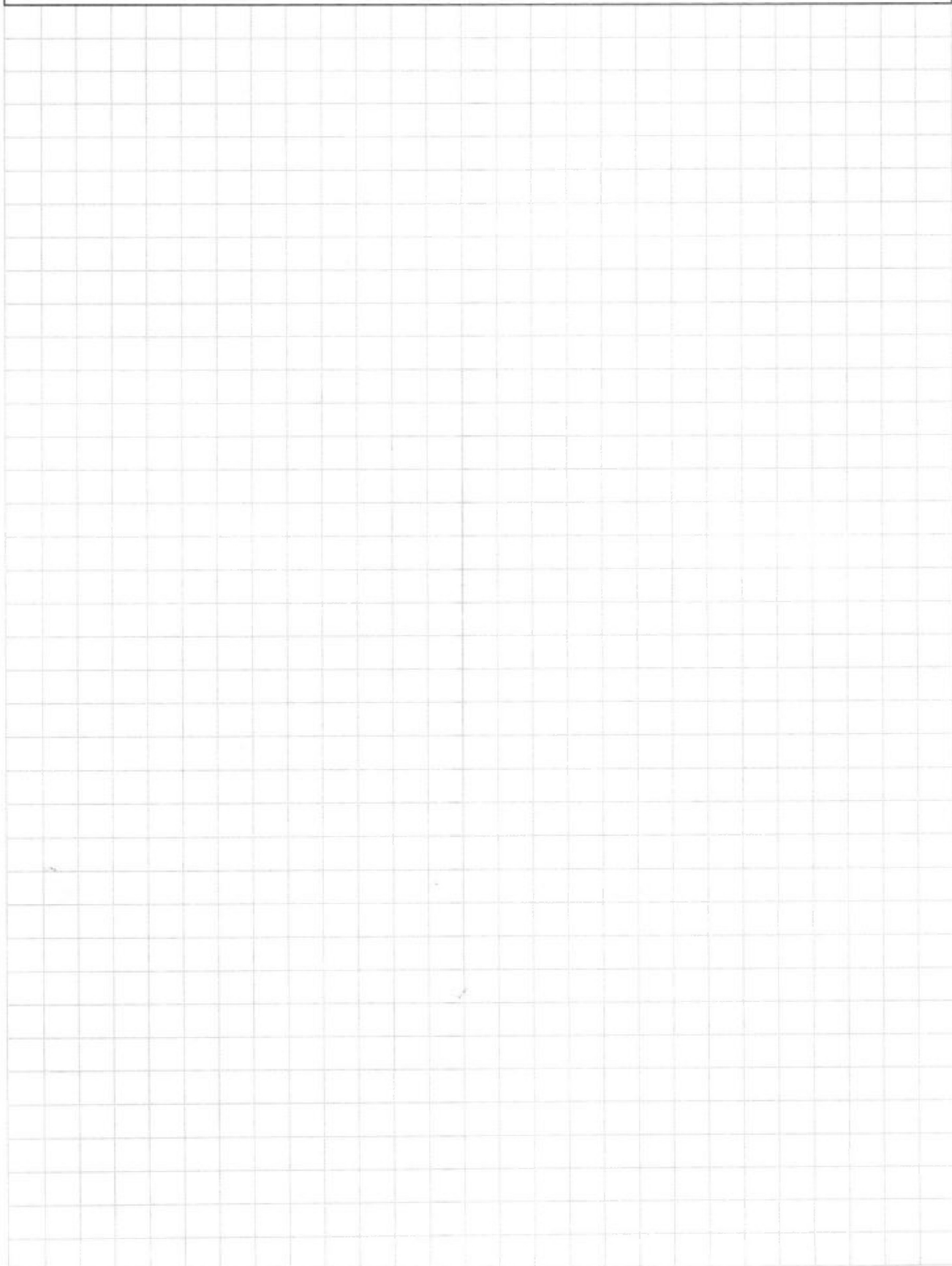
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

6

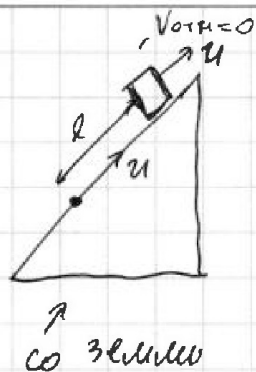
☐

7

☐

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

8



и) Перейдем в со земли:

решение которой представлено на странице: