



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

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



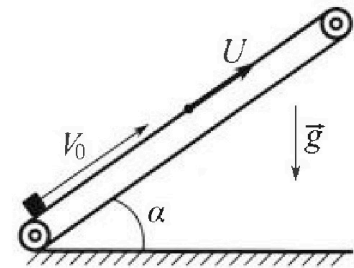
1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

- 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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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?

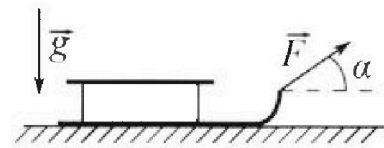
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.

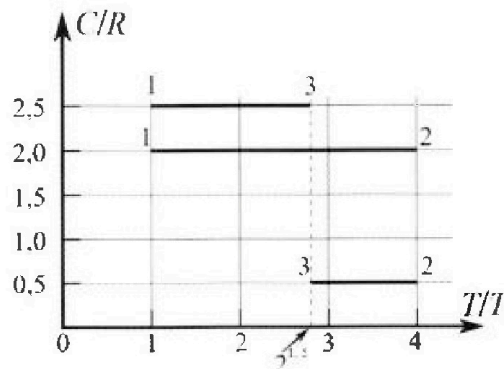
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



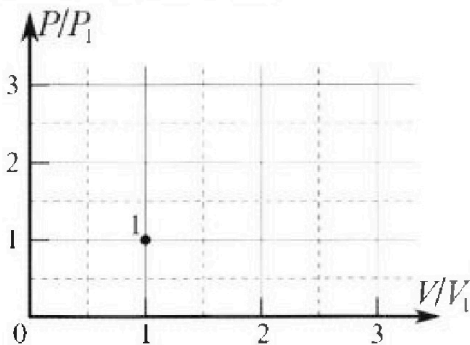
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



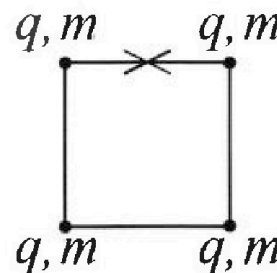
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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,

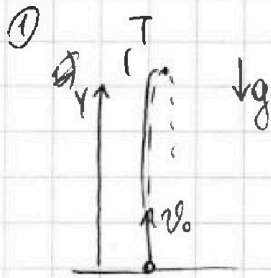
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

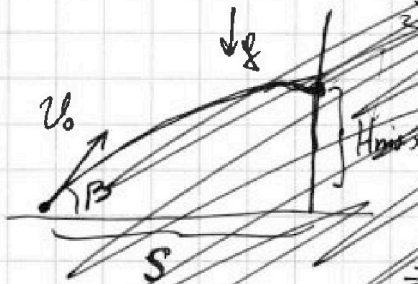
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$S = 200 \text{ м}$   
 $T = 2 \text{ с}$   
 $v_0 = ?$   
 $H_{\text{max}} = ?$



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



~~2)  $S = v_0 \cos \beta \cdot t$~~   
~~3)  $H = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$~~   
 ~~$\Rightarrow H = v_0 \sin \beta \cdot \frac{S}{v_0 \cos \beta} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}$~~   
 ~~$\Rightarrow H = S \tan \beta - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}$~~   
 ~~$\Rightarrow H = S \tan \beta - \frac{g S^2}{2 v_0^2 (1 + \tan^2 \beta)}$~~

~~1)  $S = \frac{v_0^2 \sin(2\beta)}{g}$~~   
 ~~$\Rightarrow \sin(2\beta) = \frac{Sg}{v_0^2} = \frac{200 \cdot 10}{400} = \frac{1}{2} \Rightarrow$~~   
 ~~$\Rightarrow 2\beta = 30^\circ$~~

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

он шаг шаг

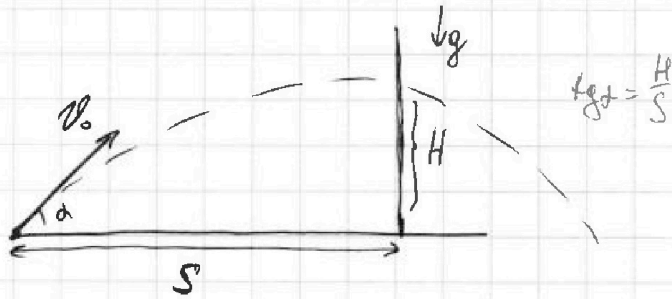
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



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

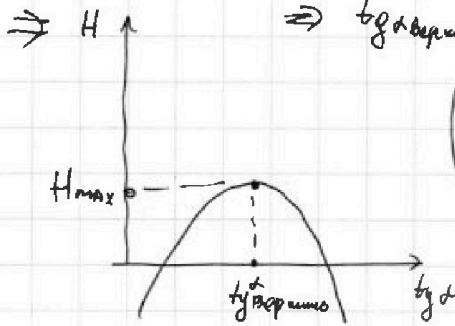
$$y: H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow H = S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow$$

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

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

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

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



~~$H_{\text{max}} = \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{g^2 S^2} + S \cdot \frac{v_0^2}{g S} - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$~~   
 ~~$H_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{4g} + \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{2g}$~~   
 ~~$H_{\text{max}} = \frac{400}{40} + \frac{400}{20} - \frac{400 \cdot 10}{400}$~~   
 ~~$H_{\text{max}} = 10 + 20 - 10 = 20$~~

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

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

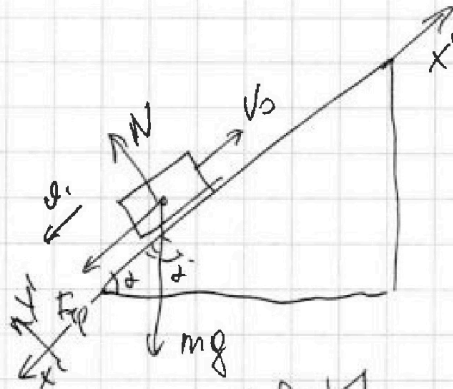
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

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

МФТИ



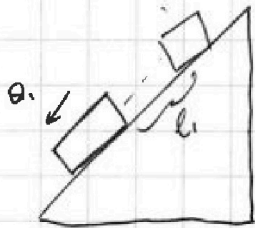
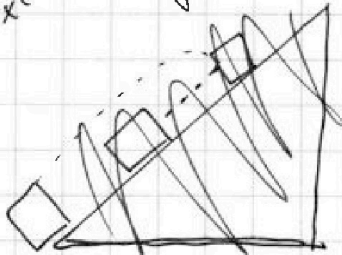
1) 2 3. И две коробки:  
 $x': F_{тр} + mg \sin \alpha = m a_1$   
 $y': N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

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

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

$\Rightarrow \cos^2 \alpha = 1 - \frac{64}{100} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{6}{10} \Rightarrow$

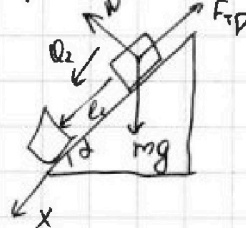
$\Rightarrow a_1 = g(\frac{1}{2} \cdot 0,6 + 0,8) = 10 \frac{м}{с^2}$



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

$x':$   
 2)  $0 = v_0 - a_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4 с$ , затем

коробка поедет вниз:



2 3. И две коробки  $v_0$

2 суммарно:

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

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

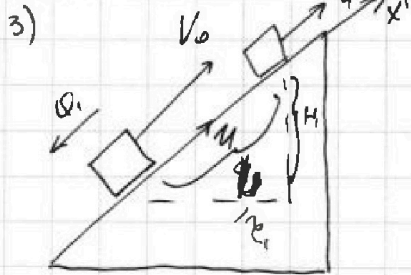
$\Rightarrow a_{2x} = g(0,8 - 0,2) = 6 \frac{м}{с^2}$

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

$\Rightarrow l_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2} \Rightarrow t_2^2 = \frac{2l_2}{a_2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2l_2}{a_2}} \Rightarrow$

$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{0,4}{6}} = \sqrt{\frac{2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$

$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \Rightarrow T = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} e$



3) ск-ть коробки становится равна нулю, в этот момент коробка остановится отсюда:

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

$\Rightarrow l_1 = v_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,6 м$

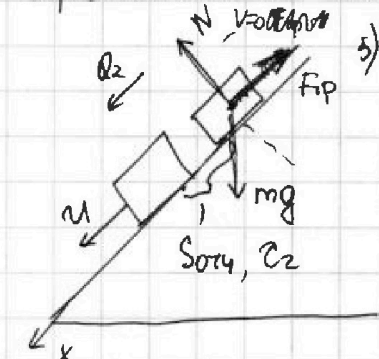
$\Rightarrow l_1 = 0,8 - 0,2 = 0,6 м \Rightarrow H_1 = l_1 \cdot \sin \alpha = 0,6 \cdot \frac{8}{10} = 0,48 м$

(14. мая. 2007)

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!

2) ~~Вопросы~~ ~~по~~ ~~каждому~~ ~~из~~ ~~данных~~ ~~условий~~



5) Перейдем в СО земли:

В этой ситуации ускорение тела относительно земли равно нулю (решение первого пункта):

6) Абсолютная скорость по родной о.ц. земли будет равна нулю тогда скорость по родной о.ц. земли будет в противоположном направлении и будет равна  $u$ .

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

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

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

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

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

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

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

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

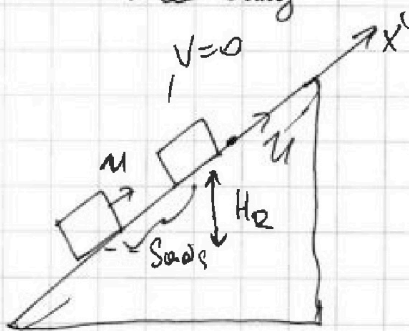
4)  $mg \sin \alpha$  ?  $\mu mg \cos \alpha$

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

$6 ? 2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \mu g \sin \alpha > \mu g \cos \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow$  движение по ленте вправо



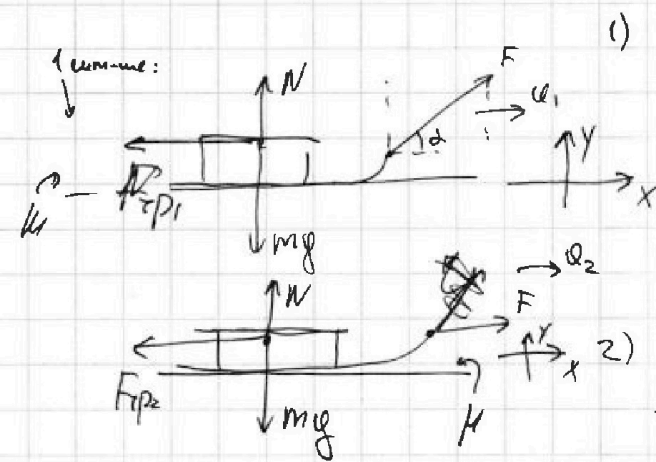
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. И две сум-ки:

$$X: F \cos \alpha - F_{rp1} = m a_1$$

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

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

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

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

2) 2 3. И две сум-ки:

$$X: F - F_{rp2} = m a_2$$

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

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

3) вы соод-ии кин-ки:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{нач}} + \vec{a} t \Rightarrow \text{две сум-ки: } v_0 = 0 + a_1 t \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow$$

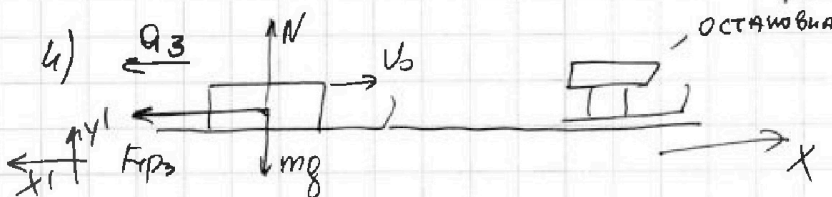
~~$$\frac{F}{m} \cos \alpha - \mu g + \frac{\mu F \sin \alpha}{m} = \frac{F}{m} - \mu g$$~~

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

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

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

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



2 3. И две соноки:  $X': F_{rp3} = m a_3$

$$Y': N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow F_{rp3} = \mu mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu mg = m a_3 \Rightarrow a_3 = \mu g \Rightarrow \text{вы соод-ии кинематики:}$$

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

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

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!



6) Рассмотрим процесс 3-1:

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

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

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

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

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

~~$$p_2 V_2 = p R T_2$$~~ 
$$\Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 4 \Rightarrow p_2 V_2 = 4 p_1 V_1, \text{ т.ч.}$$

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

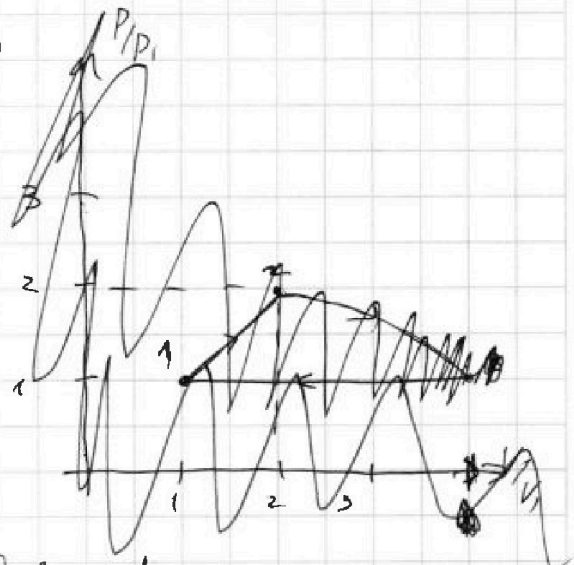
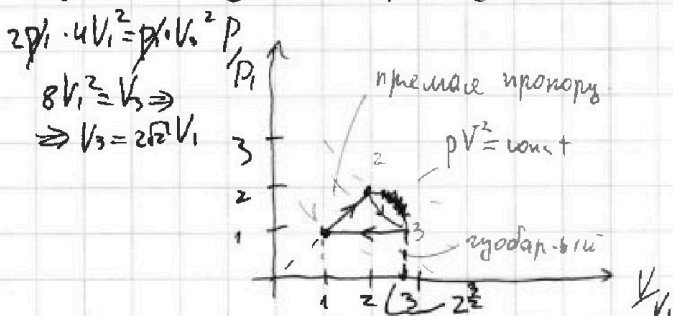
9) ~~процесс~~ ~~идет~~ ~~т.ч.~~

процесс 31 - изобарный  $\Rightarrow p_3 = p_1$

10) две м.2 и м.3 в процессе 23:

~~$$2 p_1 \cdot 4 V_1^2 = p_1 \cdot V_3^2 \Rightarrow V_3 = 2\sqrt{2} V_1$$~~

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



Объем:  $A_{12} = 4886 \text{ Дж}$   
 $\eta = \frac{13}{6} = \frac{4\sqrt{2}}{6}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

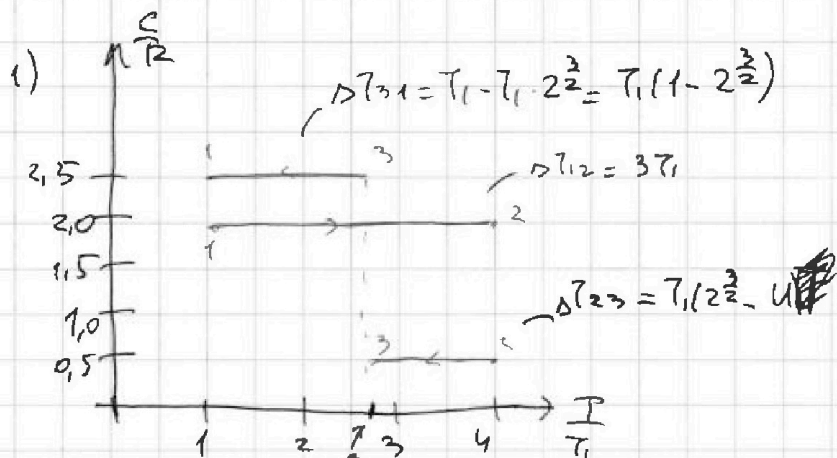
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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)  $U = ?$   
 3)  $(P/P_1)$  or  $(V/V_1)$



1)  $C_{12} = 2R \Rightarrow n = \frac{C\nu - 2R}{Cp - 2R} = \frac{\frac{5}{2}R - 2R}{\frac{7}{2}R - 2R} = \frac{\frac{1}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{4}{2}R} = -\frac{1}{2}R = -1 \Rightarrow$

$\Rightarrow pV = \text{const} \Rightarrow p = V \cdot \text{const} \Rightarrow 1-2$ : изометрическому процессу

2)  $C_{31} = 2,5R \Rightarrow n = \frac{C\nu - 2,5R}{Cp - 2,5R} = \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{7}{2}R - \frac{5}{2}R} = 0 \Rightarrow pV^0 = \text{const} \Rightarrow$

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

3)  $C_{23} = 0,5R \Rightarrow n = \frac{\frac{3}{2}R - \frac{1}{2}R}{\frac{5}{2}R - \frac{1}{2}R} = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2} \Rightarrow p \cdot V = \text{const} \Rightarrow$

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

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

$\Rightarrow A_{12} = \frac{3}{2} R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 400 = 6 \cdot 831 = 4986 \text{ Дж}$

5) Рассчитаем процесс 2-3:

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

$\bullet \Delta U_{23} = \frac{3}{2} R \nu \Delta T_{23} = \frac{3}{2} R T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 4) \Rightarrow A_{23} = R T_1 (4 - 2^{\frac{3}{2}})$

См. следующие листы

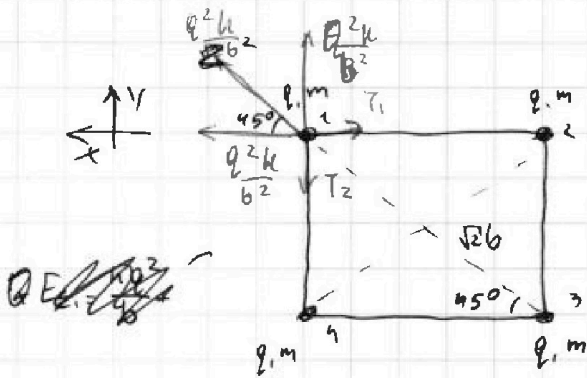
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



1) Две шарика:

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

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

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

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

2) Две шарика:  $y: \frac{q^2 k}{b^2} + \frac{q^2 k}{2b^2} \sin 45^\circ = T_2 \Rightarrow$

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

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

3) Аналогично две шарика  $T = \frac{q^2 k (4 + \sqrt{2})}{4b^2}$

$$3) E_{\Sigma 1} = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{0} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{0} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}b} \Rightarrow$$

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

а)  $E_{\Sigma 2} = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{b} =$   
 $= \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b} =$   
 $= \frac{13kq^2}{3b} \Rightarrow$

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

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

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

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

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



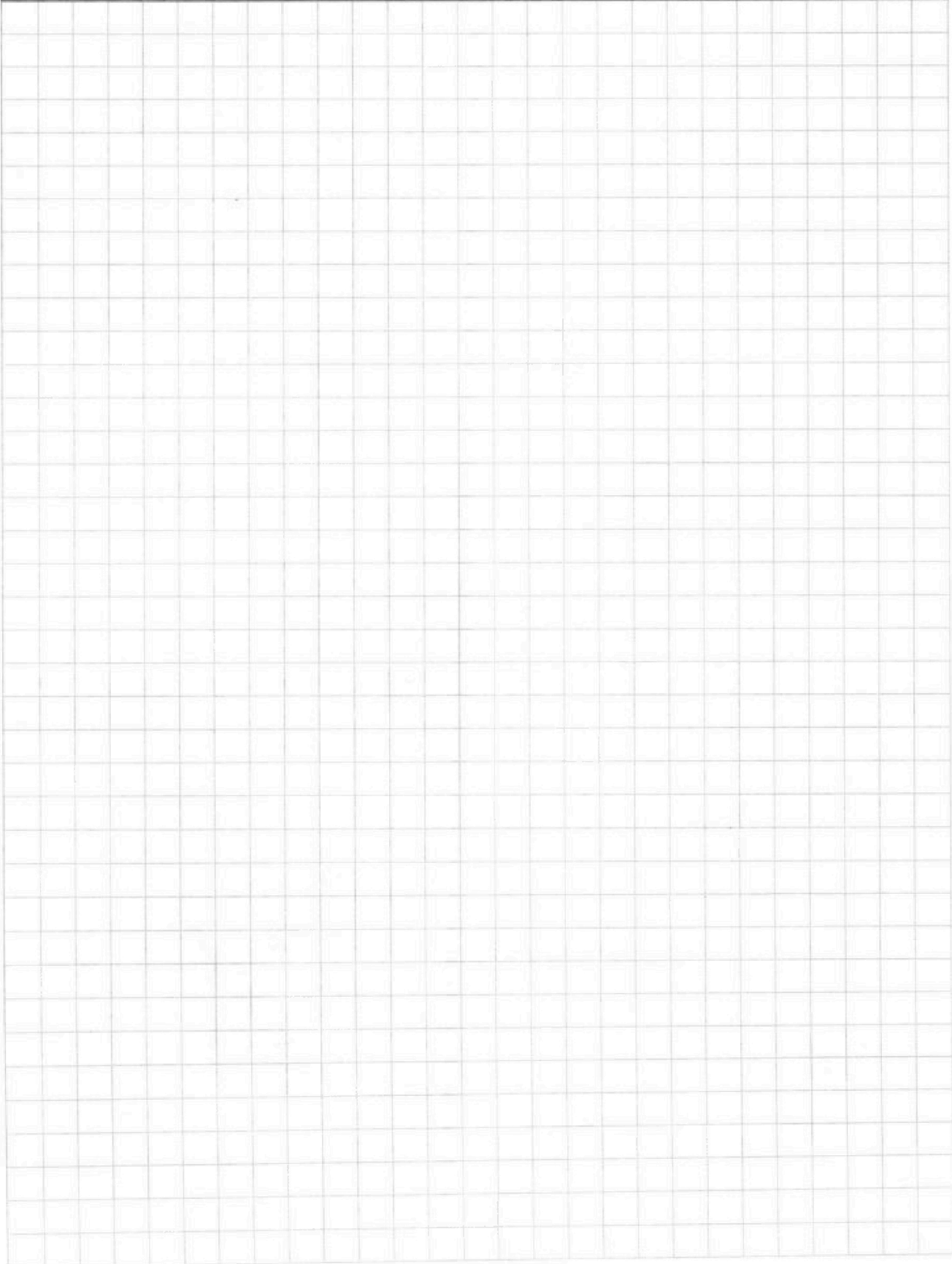
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

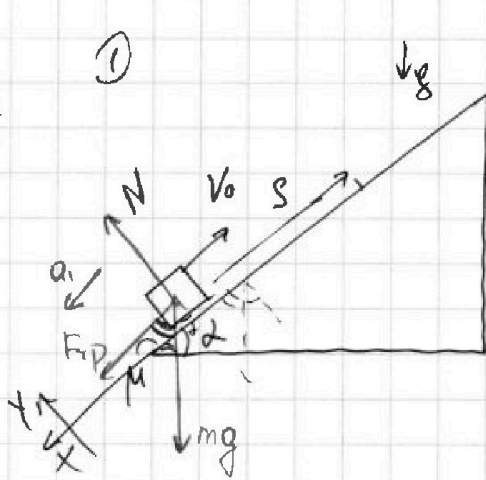


- 1  2  3  4  5  6  7

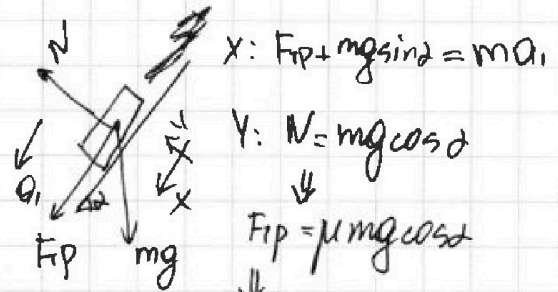
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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



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

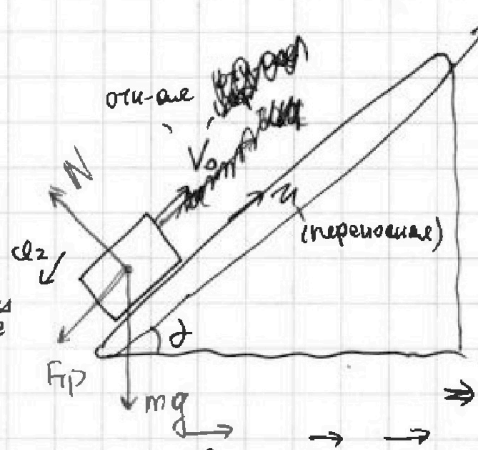


$x: F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = ma_1$   
 $y: N = mg \cos \alpha$   
 $F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$   
 $ma_1 = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow$   
 $\Rightarrow a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow$

$\Rightarrow a_1 = 10 \cdot (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) \Rightarrow$   
 $\Rightarrow a_1 = 10(0,8 + \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10}) \Rightarrow$   
 $\Rightarrow a_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \Rightarrow$

$S = V_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} \Rightarrow \frac{a_1 t^2}{2} - V_0 t + S = 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow 5t^2 - 4t + 1 = 0 \Rightarrow t = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 20}}{10}$

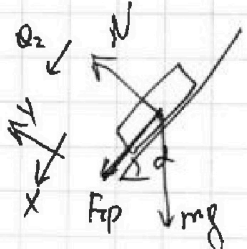
2)  $U = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 1)  $h = ?$   
 при  $U = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 2)  $H = ?$



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

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

3) 2 3.4 для коробки:



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

$l_1 = V_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = 4 \cdot 1,6 - \frac{10 \cdot 9 \cdot 16}{2} = 0,8$

$\frac{2,4}{1,6}$

$H = a_1 t (0,6 + \frac{1}{3}) = 0,8 ( \frac{6}{10} + \frac{1}{3} ) = 0,8 ( \frac{48}{30} + \frac{10}{30} ) = \frac{10 \cdot 58}{5 \cdot 30} = \frac{116}{15} = 7 \frac{14}{15} \text{ м}$   
 $\Rightarrow \frac{4}{3} \cdot \frac{44}{15} + \frac{14}{15} = \frac{154}{45} + \frac{14}{15} = \frac{154}{45} + \frac{42}{45} = \frac{196}{45} = 4 \frac{14}{15} \text{ м}$

$\frac{10 \cdot 58}{5 \cdot 30} = \frac{10 \cdot 18}{30} = \frac{28}{30} = \frac{14}{15}$   
 $\frac{14}{15} + \frac{7}{15} = \frac{21}{15} = \frac{7}{5} = 1 \frac{2}{5}$   
 $\frac{14}{15} + \frac{7}{15} = \frac{21}{15} = \frac{7}{5}$

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"/>

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  $\rightarrow -1$ :

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

7)  $Q_H = Q_{12}$

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

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{2^{\frac{3}{2}} + 2 - 1}{12} = 1 - \frac{\sqrt{2^3} - 1}{12} = 1 - \frac{8\sqrt{2} - 1}{12}$$

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



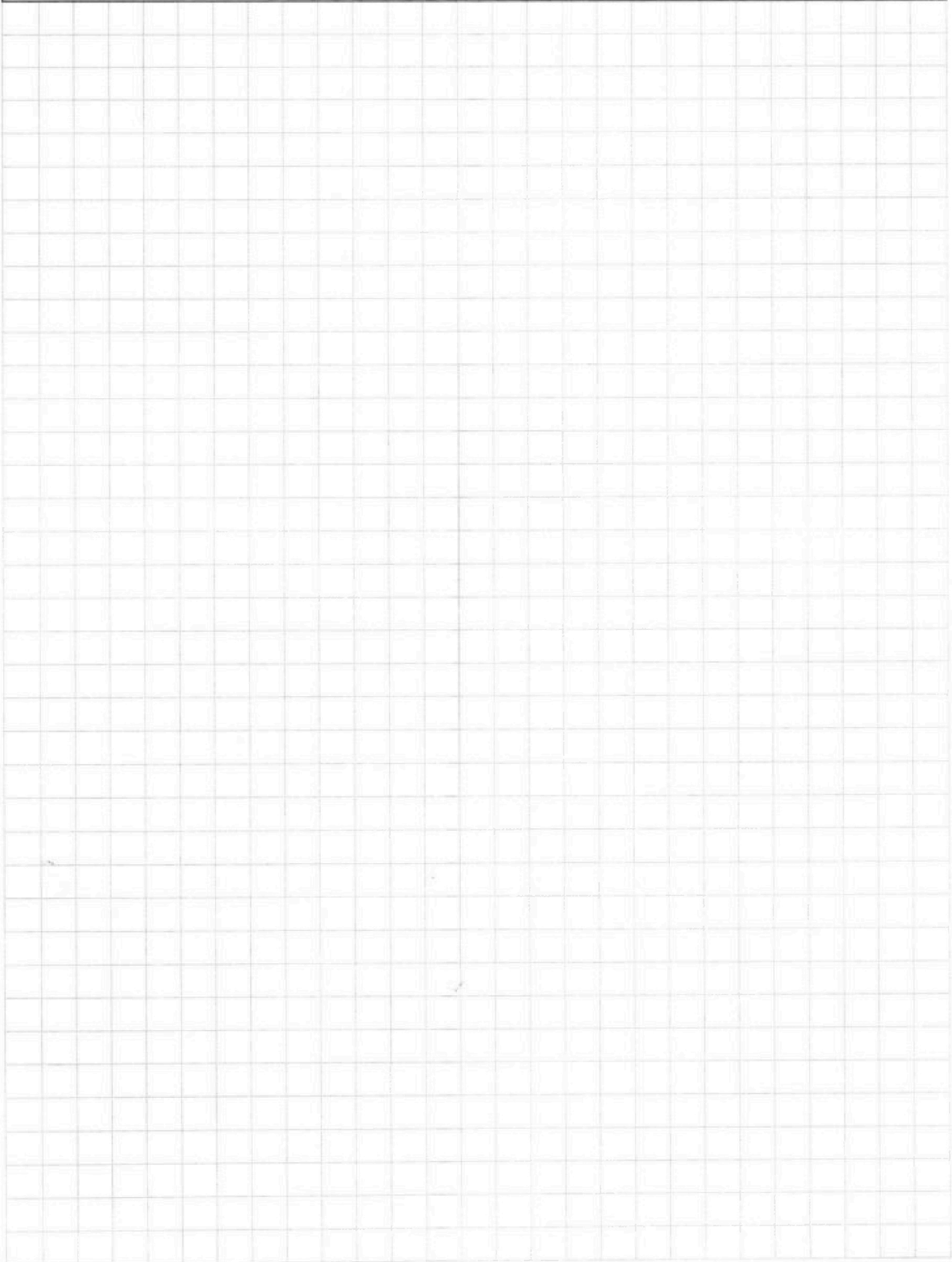
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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:

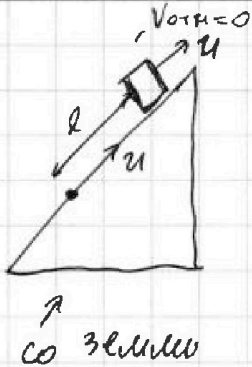
1  2  3  4  5  6  7



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



*В*



и) Перейдем в со земли:



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!

