



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

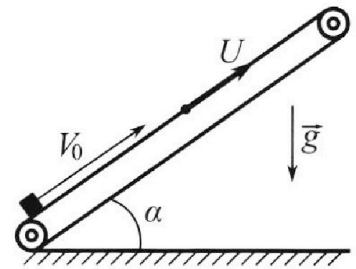
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

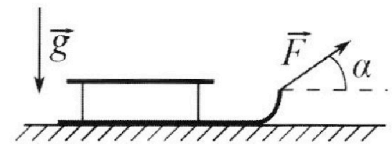
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 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.

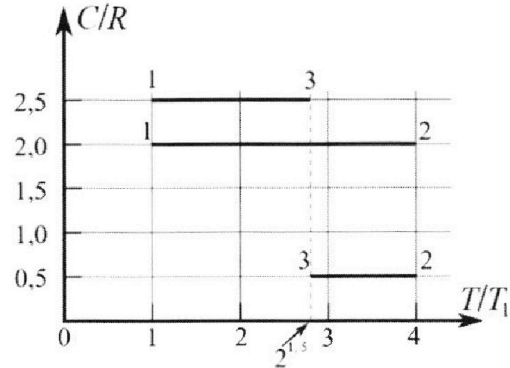
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



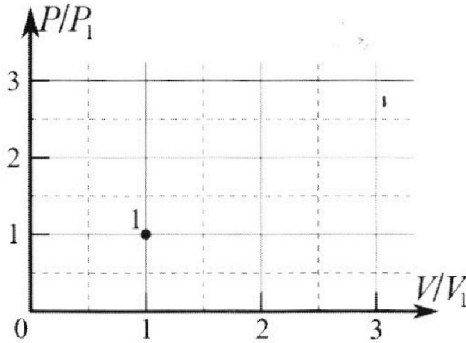
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



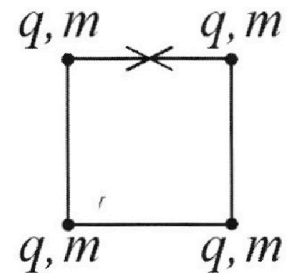
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

- 1 2 3 4 5 6 7

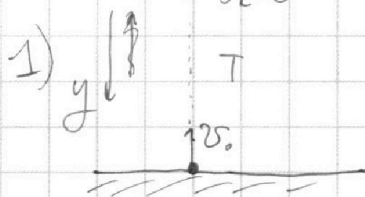
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



2.1

Дано:
 $T = 2\text{c}$
 $S = 20\text{м}$
 $g = 10\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

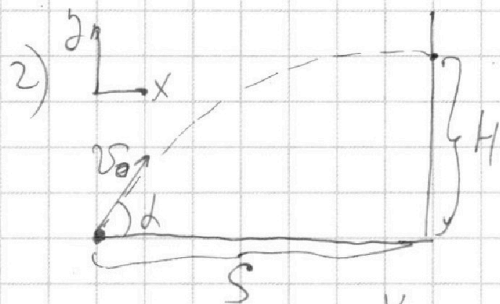
1) $v_x = ?$
 2) $H_{\text{max}} = ?$



$\vec{v}_k = \vec{v}_0 + \vec{g}T$ *формула*

0y: $0 = -v_0 + gT$

$v_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20\frac{\text{м}}{\text{с}}$



0y: $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

0x: $x = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$

Тогда $y(x) = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$y(x) = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)$

$y(x) = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)$

В момент загона: $x = S, y(S) = H$.

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

$H'_{\tan \alpha} = 0 \Rightarrow 0 = S - \frac{gS^2}{v_0^2} \cdot \tan \alpha \Rightarrow 0 = 1 - \frac{gS}{v_0^2} \tan \alpha$

$\frac{gS}{v_0^2} \tan \alpha = 1 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_0^2}{gS}$

Тогда $H_{\text{max}} = S \cdot \frac{v_0^2}{gS} - \frac{gS^2}{2v_0^2} (1 + \frac{v_0^4}{g^2 S^2})$

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

$h_{\text{max}} = \frac{gT^2}{2} - \frac{gS^2}{2gT^2} = \frac{gT^2}{2} - \frac{S^2}{2gT^2}$

$H_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{400}{20} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} =$

$= 15\text{м}$

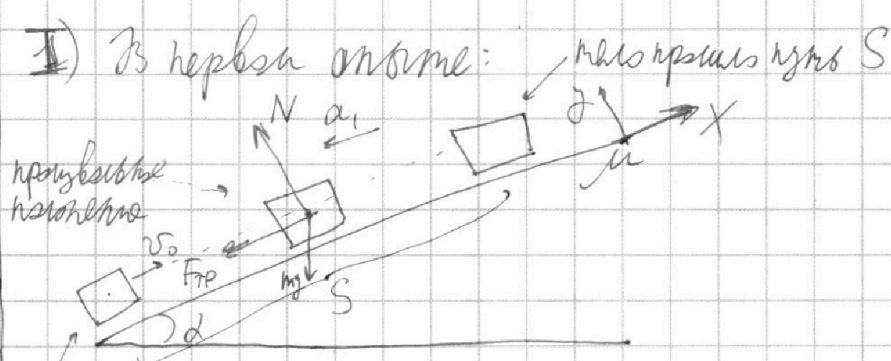
Ответ: 1) $v_0 = gT = 20\frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $H_{\text{max}} = 15\text{м}$; 3) $H_{\text{max}} = \frac{gT^2}{2} - \frac{S^2}{2gT^2} = 15\text{м}$

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!



22
 дано:
 $\sin d = 0,8$
 $v_0 = 4 \frac{m}{c}$
 $\mu = \frac{1}{3}$
 $u = 2 \frac{m}{c}$
 $S = L$
 $l = 10 \frac{m}{c}$



Черновик

1) T = ?
 2) L = ?
 3) H = ?

накло плоскости

1) Вспомог. условие:

$$Ox: -(F_{TP} + mg \sin d) = -ma_1 \Rightarrow F_{TP} + mg \sin d = ma_1$$

$$Oy: N - mg \cos d = 0 \Rightarrow N = mg \cos d$$

$$F_{TP} = \mu N$$
~~$$mg \sin d + \mu mg \cos d + mg = ma_1$$

$$a_1 = 2g$$~~

$$Morga: \mu mg \cos d + mg \sin d = ma_1$$

$$a_1 = g(\sin d + \mu \cos d)$$

~~$$2) S = v_0 T + \frac{a_1 T^2}{2}$$~~

~~$$Ox: S = v_0 T - \frac{g(\sin d + \mu \cos d) T^2}{2}$$~~

~~$$-g(\sin d + \mu \cos d) T^2 + 2v_0 T - 2S = 0$$~~

~~$$g(\sin d + \mu \cos d) T^2 - 2v_0 T + 2S = 0$$~~

~~$$D = 4v_0^2 - 4 \cdot g(\sin d + \mu \cos d) \cdot 2S = 4v_0^2 - 8gS(\sin d + \mu \cos d)$$~~

→ 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!



→
$$T = \frac{2v_0 \pm \sqrt{4v_0^2 - 8gS(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$
 Умножив

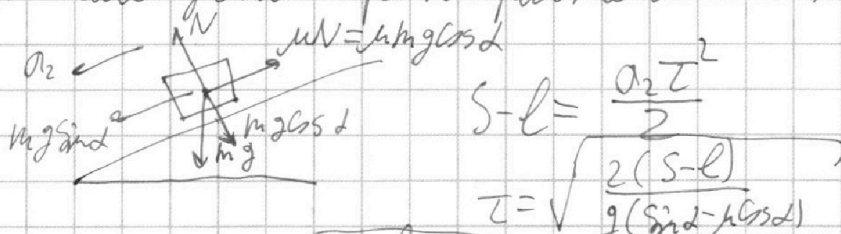
○
$$4v_0^2 - 8gS(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = 4 \cdot 16 - 8 \cdot 10 \cdot 1 \left(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6\right) =$$

$$= 64 - 80 \cdot (0,8 + 0,2) = 64 - 80 = -16$$

○ Найти максимальные расстояние, которое будет проделано пружиной после:

$$l = \frac{v_k^2 - v_0^2}{-2a} \quad v_k = 0 \Rightarrow l = \frac{v_0^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{16}{2 \cdot 10 \cdot 1} = 0,8 \text{ м} < l_0$$

и время: $t_1 = \sqrt{\frac{2l}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}}$
 Масса после этого будет проходить расстояние $(S-l)$ без:



$$S-l = \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2(S-l)}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}}$$

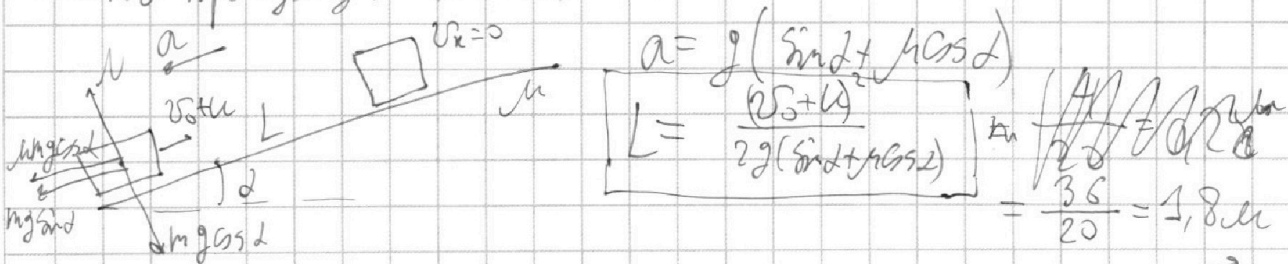
Итого $T = t_1 + t = \sqrt{\frac{2l}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}} + \sqrt{\frac{2(S-l)}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}}$

$$T = \frac{v_0}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} + \sqrt{\frac{2(S - \frac{v_0^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)})}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}} \approx 0,6 \text{ (с)}$$

II) Вспомогательная:

Перезагрузить с со скоростью с левыми пружинами, когда начнется движение пружины с этой со пружиной $(v_0 + u)$ и т.д.

Когда скорость пружины в со Земли станет равной u, в со начнет пружинить обратно.



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

$$L = \frac{(v_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$

$$= \frac{36}{20} = 1,8 \text{ м}$$

→
 (3)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

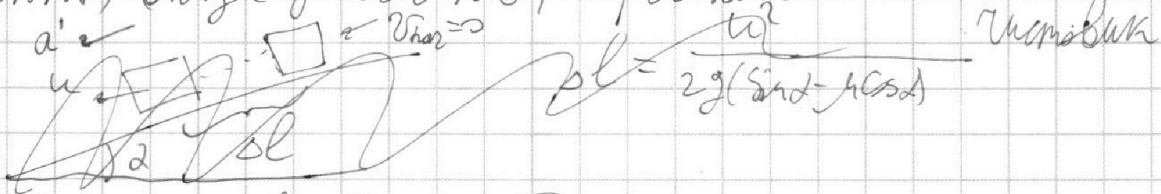
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



→ ○ Скорость воздуха в (○) Эллипс малым равна нулю когда
скорость воздуха в (○) летит вверх направлена вверх (вниз
летит) вниз (вверх летит) и равна u :
↑ скорость



↑ скорость $H = \frac{pl}{\sin\alpha}$ $H = pl \cdot \sin\alpha$



$pl = \frac{(v_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$

$\Delta S = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$

$H = pl \sin\alpha - \Delta S \sin\alpha = \left(\frac{(v_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} - \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} \right) \sin\alpha$

$= 1,2 \text{ м.}$

Ответ: 1) $T = \frac{v_0}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} + \sqrt{\frac{2\left(S - \frac{v_0^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}\right)}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}} \approx 0,60$

2) $L = \frac{(v_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = 1,8 \text{ м}$

3) $H = \left(\frac{(v_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} - \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} \right) \sin\alpha = 1,2 \text{ м}$

(4)

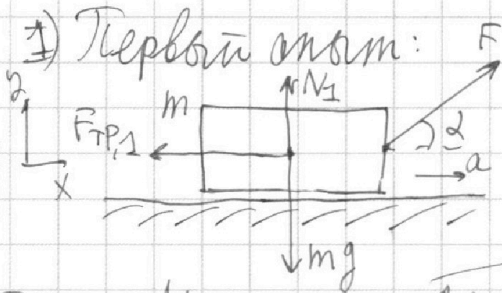
1 2 3 4 5 6 7



23

Методик

Дано:
 d, α_0
 1) $\mu = ?$
 2) $T = ?$

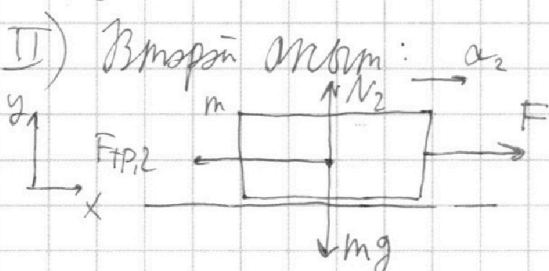


- 1) Силами скольжения, значением $F_{тр1} = \mu N_1$
 2) Второй закон Ньютона:

$Oy: F \sin \alpha + N_1 - mg = 0 \Rightarrow N_1 = mg - F \sin \alpha$

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

Тогда $F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) = m a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)}{m}$



- 1) Силами скольжения, значением $F_{тр2} = \mu N_2$

- 2) Второй закон Ньютона:

$Oy: N_2 - mg = 0 \Rightarrow N_2 = mg$

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

Тогда $F - \mu mg = m a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{F - \mu mg}{m}$

III) В обоих случаях у точек соприкосновения горизонтальная скорость (равна нулю) и угловая скорость всегда равна угловой скорости ω_0 .

Тогда $a_1 = a_2 \Rightarrow \frac{F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)}{m} = \frac{F - \mu mg}{m}$

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

$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = F \quad | : F$

$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1 \Rightarrow \mu \sin \alpha = 1 - \cos \alpha \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (5)$

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

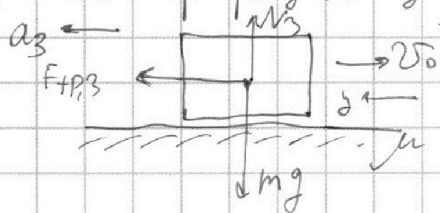
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

IV) После прекращения движения внешней силы: методик



1) $N_3 = mg \Rightarrow F_{тр3} = \mu mg$
 $F_{тр3} = \mu N_3$
2) Вспомог. уравнение:
 $Oy: F_{тр3} = ma_3$

$$\mu mg = ma_3 \Rightarrow a_3 = \mu g$$

3) $\vec{v}_k = \vec{v}_0 + \vec{a}_3 T$ (м.к. движение равноускоренное)

$$Oz: 0 = v_0 - \mu g T \Rightarrow T = \frac{v_0}{\mu g} \Rightarrow T = \frac{v_0}{\frac{1-\cos d}{\sin d} \cdot g} \Rightarrow T = \frac{v_0 \sin d}{g(1-\cos d)}$$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1-\cos d}{\sin d}$, 2) $T = \frac{v_0 \sin d}{g(1-\cos d)}$.

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 checked="" 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!



24

Уставник

$$1) C_{12} = 2R \Rightarrow Q_{12} = 2\sqrt{2}R(T_2 - T_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\sqrt{2}R(T_2 - T_1)$$

$$\text{Поэтому } A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \frac{1}{2}\sqrt{2}R(T_2 - T_1) = \frac{1}{2}\sqrt{2}R(4T_1 - T_1) = \underline{\underline{\frac{3}{2}\sqrt{2}RT_1}}$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 400 = 4986 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}}$$

$$\textcircled{1} A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = \frac{1}{2}\sqrt{2}R(T_3 - T_2) - \frac{3}{2}\sqrt{2}R(T_3 - T_2) =$$

$$= \frac{1}{2}\sqrt{2}R(T_3 \cdot 2\sqrt{2} - 4T_3) - \frac{3}{2}\sqrt{2}R(2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) =$$

$$= -\sqrt{2}RT_1(2\sqrt{2} - 4)$$

$$\textcircled{2} A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = \frac{5}{2}\sqrt{2}R(T_3 - T_1) - \frac{3}{2}\sqrt{2}R(T_3 - T_1) =$$

$$= \sqrt{2}R(T_3 - T_1) = \sqrt{2}R(2\sqrt{2}T_1 - T_1) = \sqrt{2}RT_1(2\sqrt{2} - 1)$$

$$\textcircled{3} Q_{12} = 2\sqrt{2}R(T_2 - T_1) = 6\sqrt{2}RT_1$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{3}{2}\sqrt{2}RT_1 + (-\sqrt{2}RT_1(2\sqrt{2} - 4)) + \sqrt{2}RT_1(2\sqrt{2} - 1)}{6\sqrt{2}RT_1} = \frac{\frac{3}{2} - 2\sqrt{2} + 4 + 2\sqrt{2} - 1}{6} =$$

$$= \frac{4,5}{6} = \frac{45}{60} = \frac{3}{4} = 0,75 = \frac{9}{12} = \frac{3}{4} = 0,75$$

3) Если процесс изотермический, то $pV^{\alpha} = \text{const}$

$$\textcircled{1} - \textcircled{2}: C_{12} = 2R \Rightarrow pV^{\frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R}} = \text{const} \Rightarrow pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow p \sim V$$

$$\textcircled{2} - \textcircled{3}: C_{23} = \frac{R}{2} \Rightarrow pV^{\frac{\frac{R}{2} - \frac{3}{2}R}{\frac{R}{2} - \frac{5}{2}R}} = \text{const} \Rightarrow pV^2 = \text{const} \Rightarrow p \sim V^{-2}$$

$$\textcircled{3} - \textcircled{1}: C_{31} = \frac{5}{2}R \Rightarrow pV^{\frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R - \frac{3}{2}R}} = \text{const} \Rightarrow pV^0 = \text{const} \Rightarrow p = \text{const}$$

7

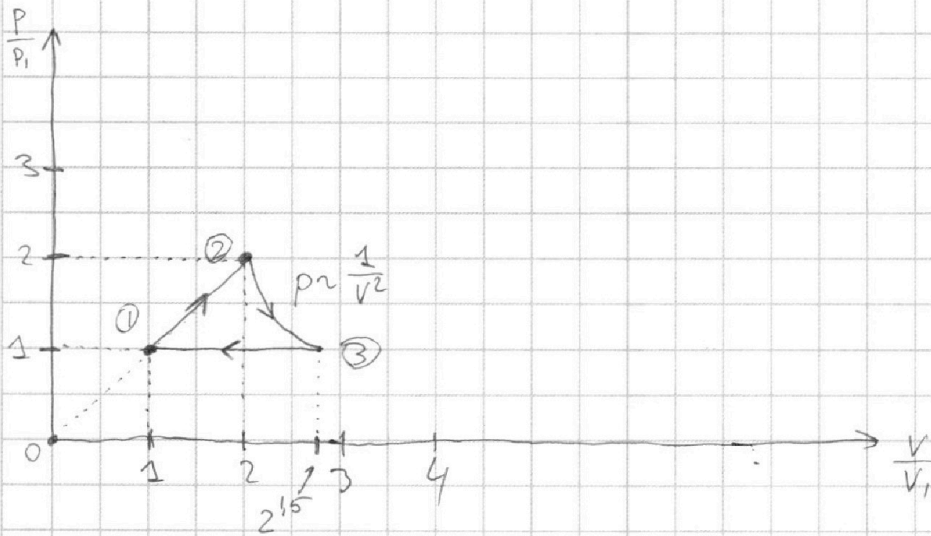
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 checked="" 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!



Ответ: 1) $A_{12} = \frac{3}{22} \sqrt{RT_1} = 4986 \text{ Дж}$

2) $\eta = \sqrt{\frac{13}{20}} = 0,81$

2) $\eta = \frac{3}{4} = 0,75$

(8)

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

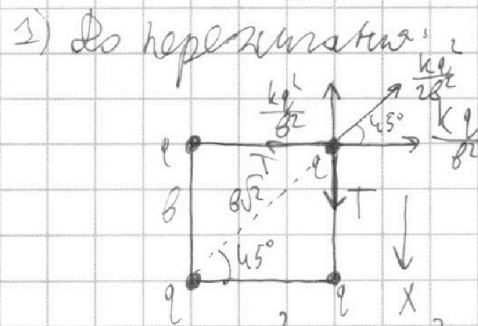
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



25

Ушаев

Дано:
 B, m, g
 1) $T = ?$
 2) $v = ?$
 3) $d = ?$

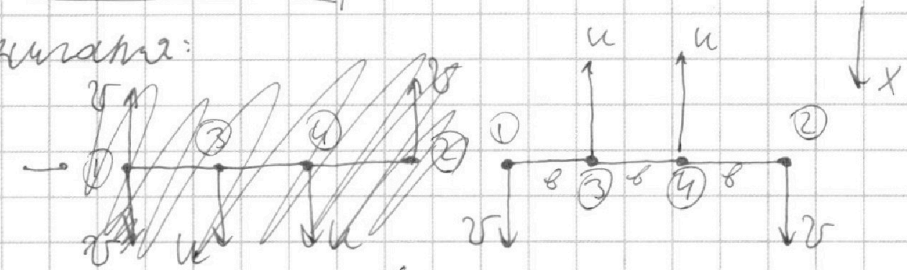
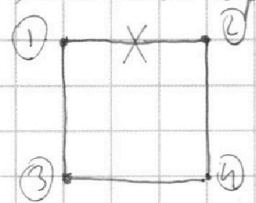


УЗН ($\odot x$): $T - \frac{kq^2}{2l} - \frac{kq^2}{2l} \cdot \sin 45^\circ = 0$

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

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

2) По переменной:



Из симметрии заданного можно утверждать, что $v_1 = v_2 = v$
 $v_3 = v_4 = u$

Закон сохранения импульса по всей системе по $\odot x$:

$$0 = 2mv - 2mu \Rightarrow v = u = v_0$$

Закон сохранения энергии по всей системе:

$$\frac{kq^2}{2l} + \frac{kq^2}{2l} + \frac{kq^2}{2l\sqrt{2}} + \frac{kq^2}{2l} + \frac{kq^2}{2l} = \frac{kq^2}{2l} + \frac{kq^2}{2l} + \frac{kq^2}{3l} + \frac{kq^2}{2l} + \frac{kq^2}{2l} + \frac{kq^2}{2l} + \frac{4mv_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{kq^2}{2l\sqrt{2}} + \frac{kq^2}{2l} = \frac{kq^2}{2l} + \frac{kq^2}{3l} + 2mv_0^2 \frac{kq^2}{2l} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$2mv_0^2 = \frac{kq^2}{2l} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} \right) \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{kq^2}{2l} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} \right)}$$

(9)

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

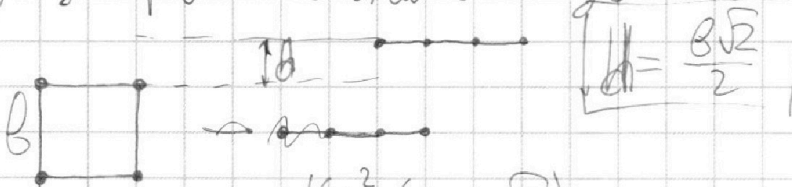
МФТИ

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{kq^2(3\sqrt{2}-2)}{2m\ell}} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{kq^2(3\sqrt{2}-2)}{12m\ell}}$$

Момсвик

3) Центр масс системы неподвижен.



Ответ: 1) $T = \frac{kq^2}{8\ell} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$

2) $v_0 = \sqrt{\frac{kq^2(3\sqrt{2}-2)}{12m\ell}}$

3) б) 3) $d = \frac{3\sqrt{2}}{2}$.

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!



Черновик

$$h_{max} = S \cdot \frac{v_0^2}{gS} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \left(1 + \frac{v_0^4}{g^2 S^2} \right)$$

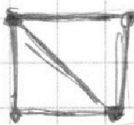
$$h_{max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{gS^2 v_0^2}{2v_0^2 g^2 S^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{2g} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{400}{20} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} = \frac{400}{20} - 5 =$$

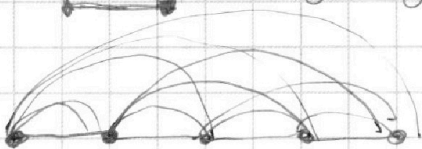
$$= 15 \text{ м}$$

$$h_{max} = \frac{g^2 T^2}{2g} - \frac{gS^2}{2g^2 T^2} = \frac{gT^2}{2} - \frac{S^2}{2gT^2} = 4000 - \frac{400}{2 \cdot 20}$$

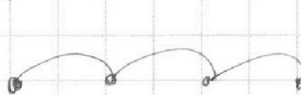
$$= \frac{10 \cdot 4}{2} - \frac{400}{2 \cdot 10 \cdot 4} = 40 - \frac{400}{80} = 40 - \frac{20}{4} = 35$$



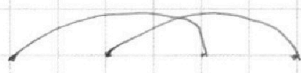
$$\frac{4kq^2}{8} + \frac{kq^2}{8\sqrt{2}} = \frac{kq^2}{8} \left(4 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$



$$\frac{4kq^2}{8} + \frac{3kq^2}{28}$$

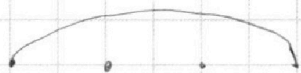


$$\rightarrow \frac{3kq^2}{8}$$



$$\rightarrow \frac{2kq^2}{28} = \frac{kq^2}{8}$$

$$= \frac{4kq^2}{8} + \frac{1}{3} \frac{kq^2}{8} = \frac{13kq^2}{8}$$



$$\Rightarrow \frac{kq^2}{36}$$



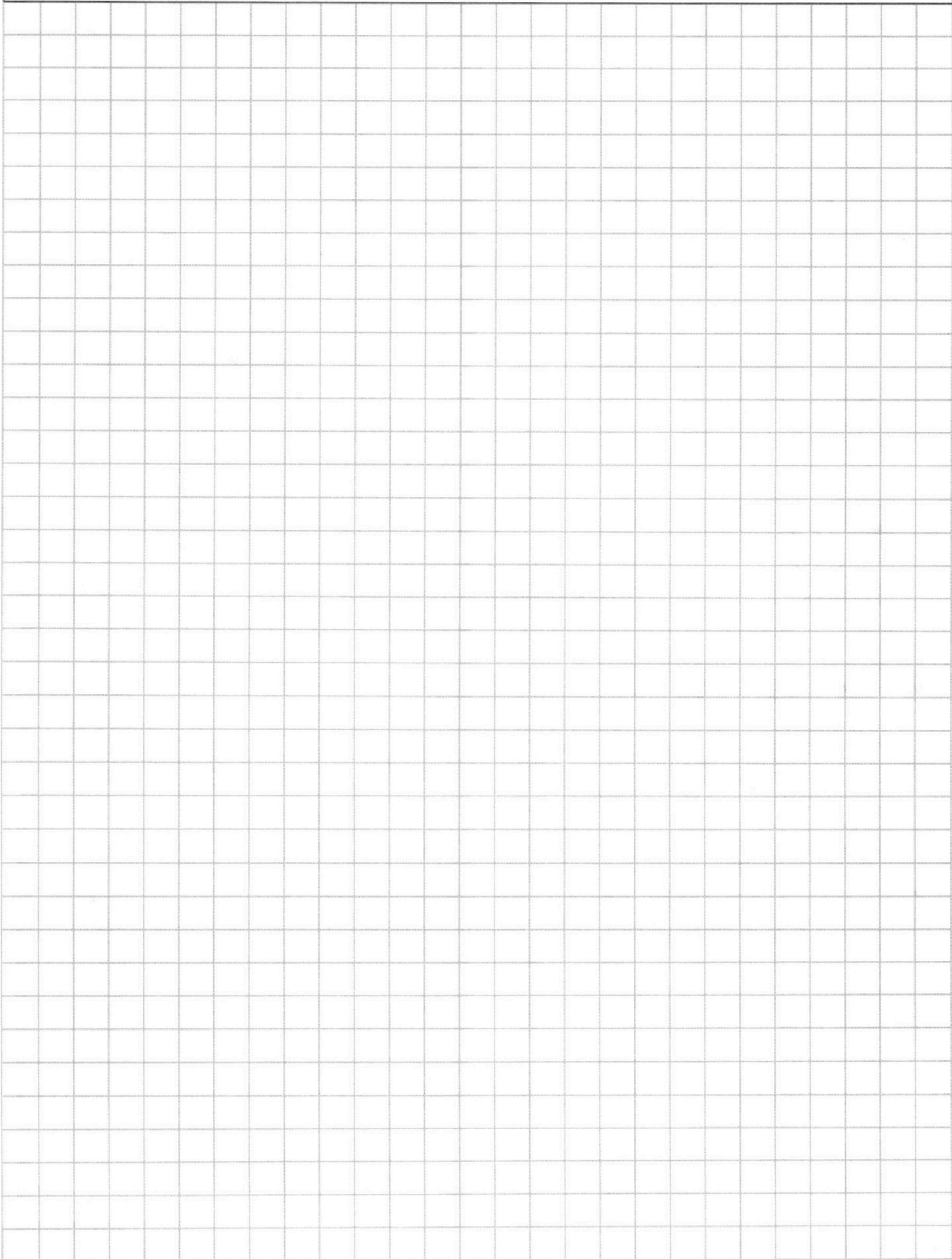
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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:

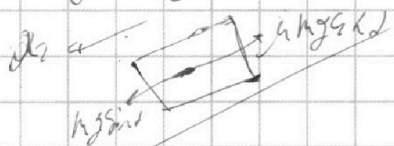
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$S = \frac{v_0^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{16}{20 \cdot (0,8 + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5})} = 0,8 + 0,2 = 1 = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$



$$v = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) t^2}{2}$$

(репробук)

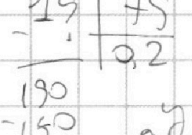
$$\sqrt{\frac{2v_0^2}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}} = \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2}} = \frac{v_0}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$

$$t_1 = \frac{1}{10} = 0,4 \text{ с} \quad \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} = \frac{3\sqrt{2} - 2}{6}$$

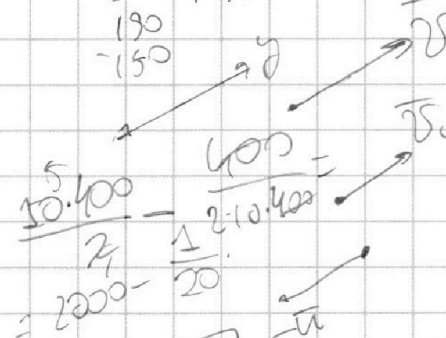
$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{10(0,8 - 0,2)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{10 \cdot 0,6}}$$

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

$9 < 15 < 16$
 $3 < \sqrt{15} < 4$



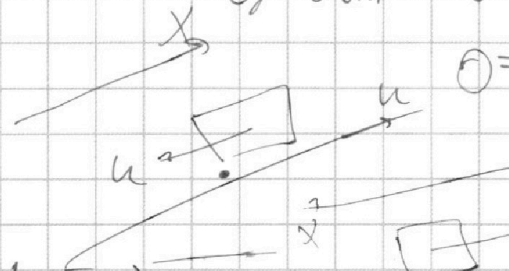
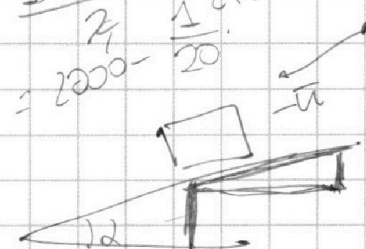
$$\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} = \frac{3,8}{15} = \frac{38}{150} = \frac{19}{75}$$



$$a_y: v_{0 \text{ cos } \alpha} = v_0 - u$$

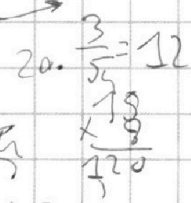
$$a_x: v_{0 \text{ sin } \alpha} = v_0 + u$$

$$0 = -u + u$$



$$\left(1,8 - \frac{4}{20(0,8 - 0,2)}\right) \cdot 0,8$$

$$\left(1,8 - \frac{4}{20 \cdot 0,6}\right) \cdot 0,8 = \left(1,8 - \frac{1}{3}\right) \cdot 0,8 = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ м}$$



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!



Решение

1) $C = 2R$

$\frac{1}{2} - \frac{3}{2} = -1 \Rightarrow C = C_V + \frac{R}{2} = 2R \quad (p \sim V)$

$P_3 V_3 = 2R \cdot 2\sqrt{2} T_1$

$P_1 V_1 = 2R T_1$

2) $C = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{1}{2} R \frac{1}{2} V R \Delta T = \frac{3}{2} V R \Delta T + A$

$\frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = 2\sqrt{2}$

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

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

$C_{12} = 2R \Rightarrow Q_{12} = 2\sqrt{2} R \Delta T \quad Q_{12} = 2\sqrt{2} R (T_2 - T_1)$

$Q_{12} = \frac{3}{2} V R (T_2 - T_1)$

$A_{12} = \frac{1}{2} V R (T_2 - T_1)$

1-2: $C = 2R \Rightarrow (p \sim V)$

2) $\eta = ? \quad ; \quad \eta =$

2-3: $C = \frac{1}{2} R$

$\frac{3 \cdot 400}{2} = 600 \cdot 8,31$

$C_{32} V \Delta T = \frac{1}{2} V R \Delta T = \frac{3}{2} V R \Delta T + p \Delta V$

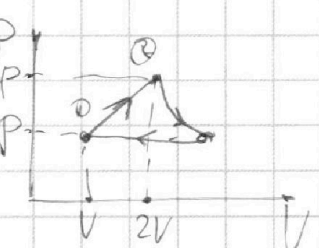
$p \Delta V = -2 V R \Delta T$

$V \Delta T = \Delta T$

$p \Delta V + V \Delta p = V R \Delta T$

$p \Delta V = -p \Delta V - V \Delta p$

$2p \Delta V = -V \Delta p \Rightarrow$



$pV^n = \text{const} \Rightarrow pV^{\frac{C-C_p}{C-V}} = \text{const} : 1-2 : pV^{\frac{1}{2}-\frac{5}{2}}$

$\frac{1}{2} - \frac{5}{2} = -2 \Rightarrow pV^2 = \text{const}$

$\frac{1}{2} - \frac{3}{2} = -1$

2-3: $\frac{C-C_p}{C-C_V} = \frac{\frac{5}{2}-\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}-\frac{3}{2}} = 0$

$pV^0 = \text{const} \Rightarrow p = \text{const}$

1-2: $\frac{C-C_p}{C-C_V} = \frac{\frac{1}{2}-\frac{5}{2}}{\frac{1}{2}-\frac{3}{2}} = \frac{-2}{-1} = 2 \quad \frac{2-\frac{5}{2}}{2-\frac{3}{2}} = \frac{-\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = -1$