

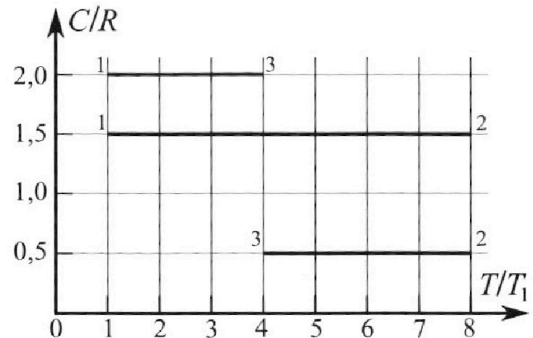
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-02

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



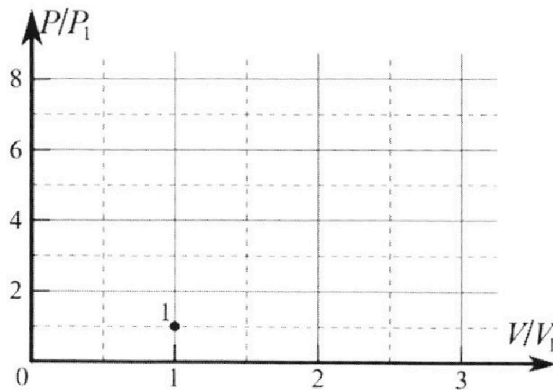
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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



1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.

2) Найдите КПД  $\eta$  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  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

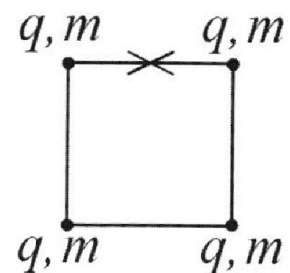
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию  $K$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?

Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



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

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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

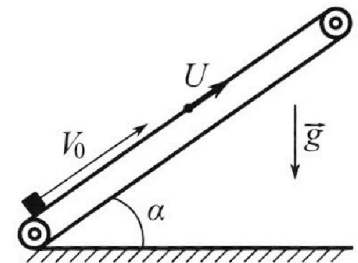
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

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

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

Движение коробки прямолинейное.



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

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

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

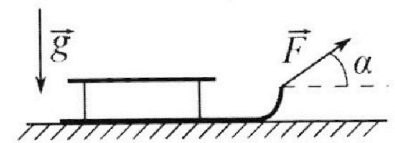
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

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

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

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



1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

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

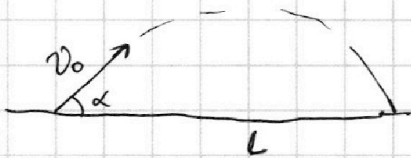
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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.

Решение:

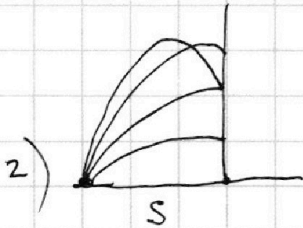


$$1) v_0 \cdot \sin \alpha = gt \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot 2t = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0^2 = \frac{Lg}{\sin 2\alpha} = \frac{20 \cdot 10}{\sin 90^\circ} = 200 \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}$$



$$2) s = v_0 \cdot \cos \beta \cdot t \Rightarrow t = \frac{s}{v_0 \cos \beta}$$

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

$$H = v_0 \cdot \sin \beta \cdot \frac{s}{v_0 \cos \beta} - \frac{g}{2} \cdot \frac{s^2}{v_0^2 \cos^2 \beta} = \frac{2v_0 \cdot s \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta - g \cdot s^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} =$$

$$= \frac{v_0 \cdot s \cdot \sin 2\beta - g \cdot s^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} = \frac{s \cdot \sin \beta}{\cos \beta} - \frac{g s^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} =$$

$$= s \operatorname{tg} \beta - \frac{g s^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$$

Чтобы найти  $H_{\max}$  найдем экстремум функции через производную.

$$s \cdot (\operatorname{tg} \beta)' - \frac{g s^2}{2v_0^2} \cdot (\cos^{-2} \beta)' = 0$$

$$s \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} - \frac{g s^2}{2v_0^2} \cdot \frac{2 \sin \beta}{\cos^3 \beta} = 0$$

$$1 = \frac{g s \sin \beta}{v_0^2 \cos \beta} = \frac{g s}{v_0^2} \cdot \operatorname{tg} \beta \Rightarrow \operatorname{tg} \beta = \frac{v_0^2}{g s}$$

$$H = s \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{g s^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} = s \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{g s^2}{2v_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \beta + 1)$$

$$H = s \cdot \frac{v_0^2}{g s} - \frac{g s^2}{2v_0^2} \cdot \left( \frac{v_0^4}{g^2 s^2} + 1 \right) =$$

$$= s \cdot \frac{v_0^2}{g} - \frac{g s^2}{2v_0^2} \cdot \left( \frac{v_0^4 + g^2 s^2}{g^2 s^2} \right) = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^4 + g^2 s^2}{2v_0^2 \cdot g} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g^2 s^2}{2v_0^2 g} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g^2 s^2}{2v_0^2 g} = \frac{v_0^4 - g^2 s^2}{2v_0^2 g}$$

$$s^2 = \frac{v_0^4 - 2Hv_0^2 g}{g^2} \Rightarrow s = \sqrt{\frac{v_0^4 - 2Hv_0^2 g}{g^2}} = \sqrt{256} = 16$$

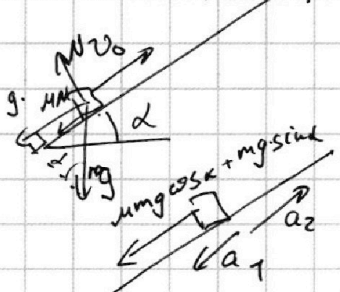
Ответ:  $v = 10\sqrt{2}$  м/с,  $s = 16$  м.

(1)

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!

N 2.  $\sin \alpha = 0,6$   
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$



Решение:  
 1)  $v(t) = v_0 - g \sin \alpha t$   
 $x(t) = v_0 t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$   
 $mg \cos \alpha = N$   
 $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

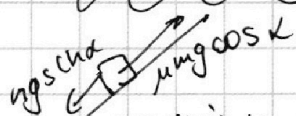
на тело действует ускорение  $\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$  направленное вниз вдоль плоскости

$v(t) = v_0 - t(\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha)$  до тех пор пока тело не остановится

$v(1) = 6 - (10 \cdot 0,5 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,6) = 6 - 10 = -4 \Rightarrow$  тело ~~не~~ остановится

Значит  $s = v_0 t = v(t) = 6 - t \cdot 10 \Rightarrow 10 \cdot t = 6 \Rightarrow t = 0,6$

$s_1 = v_0 \cdot t - \frac{t^2}{2} \cdot a_1 = 6 \cdot 0,6 - \frac{0,6^2}{2} \cdot 10 = 1,8 \text{ м}$



$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 6 - 4 = 2 \text{ м/с}^2 \Rightarrow s_2 = \frac{t^2}{2} \cdot a_2 = \frac{0,4^2}{2} \cdot 2 = 0,16 \text{ м}$

Значит.  $s = s_1 + s_2 = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$ .

2) Если  $u = 1 \text{ м/с} \Rightarrow$  это скорость ленты  $\Rightarrow$  тело останавливается относ. ленты. Перейдем в и.с.о. связ. с лентой  $\Rightarrow$

$\Rightarrow v' = v_0 - u = 5 \text{ м/с} \Rightarrow v(t) = v' - a_1 \cdot t = 0 \Rightarrow$

$\rightarrow v' = a_1 \cdot t \Rightarrow 5 = 10 \cdot T_1 \Rightarrow T_1 = 0,5 \text{ с}$ .

3) Затем, чтобы в и.с.о. земли  $v_{\text{кор}} = 0 \Rightarrow$  относ. ленты  $\Rightarrow v = -1 \Rightarrow$

$\Rightarrow v(t) = -t \cdot a_2 \Rightarrow +1 = 2 \cdot t \Rightarrow t_2 = 0,5 \Rightarrow$

$t_{\text{сум}} = 0,5 + 0,5 = 1 \text{ с} \Rightarrow$

$L = v' T_1 - a_1 \frac{T_1^2}{2} - a_2 \frac{t_2^2}{2} + u \cdot t_{\text{сум}} = 5 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} - \frac{2 \cdot 0,5^2}{2} + 1 = 2,5 - 1,25 - 0,25 + 1 = 2$

Ответ:  $s = 1,96 \text{ м}$ ;  $T_1 = 0,5 \text{ с}$ ;  $L = 2 \text{ м}$ .

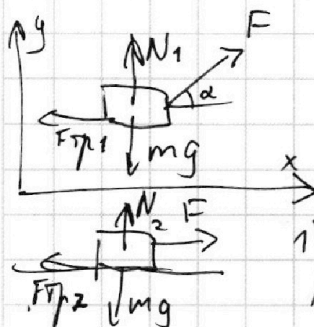
(2)

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!

№ 3.

Решение -



$$mg = N_1 + F \cdot \sin \alpha \quad F_{fr} = \mu N_1 = F \cdot \cos \alpha$$

$$mg = \frac{F \cdot \cos \alpha}{\mu} + F \cdot \sin \alpha \quad F_{fr} = \mu N_1$$

1)  $F \cdot \sin \alpha + N_2 = mg$   
 $F \cdot \cos \alpha - \mu N_1 = ma_1$

$$F \cdot \cos \alpha - \mu (mg - F \cdot \sin \alpha) = ma_1$$

$$N_2 = mg, \quad F_{fr2} = \mu N_2$$

$$F - \mu N_2 = ma_2 \Rightarrow F - \mu mg = ma_2$$

$$a_1 = a_2 \Rightarrow$$

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

$$F(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) = F \Rightarrow 1 = \mu \sin \alpha + \cos \alpha$$

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

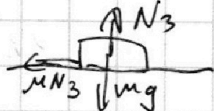
$$\Leftrightarrow \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \mu$$

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

$$2 \sin \alpha \cos \alpha = 1 = \sin 2\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

2)  $\frac{mv^2}{2} = K$   
 $v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$



$$mg = N_3 \quad F_{fr} = \mu N_3 = \mu mg$$

Значит  $a = -\mu g$

$$v(t) = v + at = 0 \Rightarrow \sqrt{\frac{2K}{m}} = \mu g t \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2K}{\mu^2 g^2 m}}$$

$$s = vt + at^2/2 = \sqrt{\frac{2K}{m}} \cdot \sqrt{\frac{2K}{\mu^2 g^2 m}} - \mu g \cdot \frac{2K}{\mu^2 g^2 m} =$$

$$= \frac{2K}{\mu g} - \frac{K}{\mu g} = \frac{K}{\mu g}$$

Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; \quad s = \frac{K}{\mu g}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

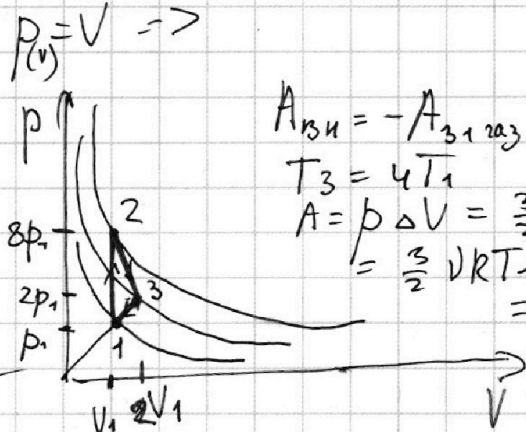
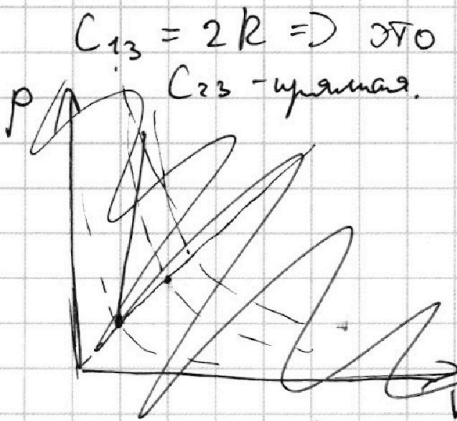


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№4.  
 $C_{12} = \frac{3}{2}R = C_V$

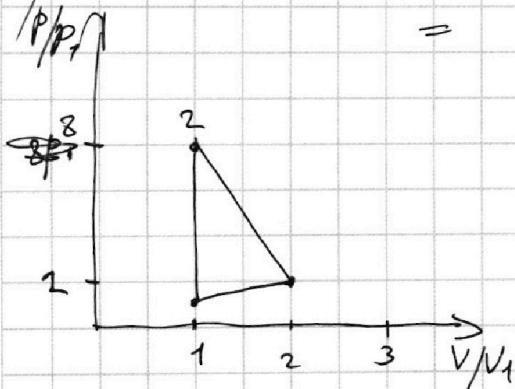
Решение:

$C_{13} = 2R \Rightarrow$  это  
 $C_{23}$  - изохора.



$A_{31} = -A_{31} \text{ раз } a$   
 $T_3 = 4T_1$   
 $A = p \Delta V = \frac{3}{2} p_1 V_1 =$   
 $= \frac{3}{2} \nu R T_1 = 300 \cdot R =$   
 $= 2493 \text{ Дж.}$

$3) \eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_+} \Rightarrow A = \frac{8p_1 + 2p_1}{2} \cdot V_1 - \frac{p_1 + 2p_1}{2} \cdot V_1 =$   
 $= \frac{7}{2} p_1 V_1$



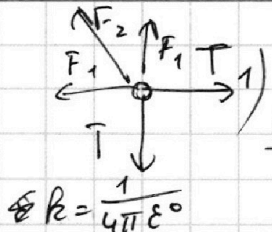
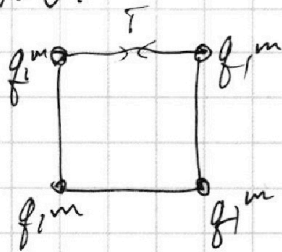
$Q_+ = Q_{12} = \Delta U_{12} = \nu R \cdot 7T_1 = 7p_1 V_1$   
 $\eta = \frac{7}{2} p_1 V_1 \cdot \frac{1}{7 \cdot p_1 V_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \eta = 50\%$

Ответ:  $\eta = 50\%$ ;  $A = 2493 \text{ Дж.}$

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!

№5.



$$F_2 \cdot \cos 45^\circ + F_1 = T$$

$$\frac{kq^2}{a^2} \cdot \cos 45^\circ + \frac{kq^2}{2a^2} = T$$

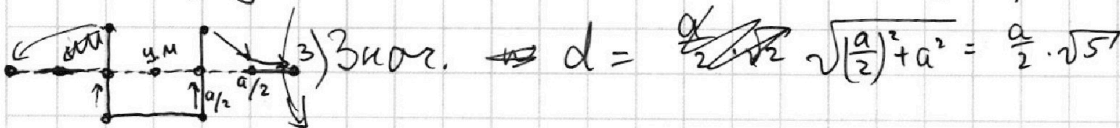
$$\frac{2kq^2 \cdot \cos 45^\circ + kq^2}{2a^2} = T$$

$$q^2 \cdot \frac{2 \cdot \cos 45^\circ + 1}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2a^2} = T$$

$$q^2 = \frac{T \cdot 8\pi\epsilon_0 a^2}{\sqrt{2} + 1}$$

$$q = \sqrt{\frac{T \cdot 8\pi\epsilon_0 a^2}{\sqrt{2} + 1}}$$

2) На систему не действуют внешние силы  $\Rightarrow$  ц.м. системы остается в центре квадрата  $\Rightarrow$  когда все шарик выстраиваются в 1 линию, середина линии лежит на центре квадрата:



Затем энергия всей системы когда она квадрат и линия:

$$\frac{4q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a^2} + \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a\sqrt{2}} = \frac{3q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a} + \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2a} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 3a} + K_{одн}$$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a} \left( 4 + \frac{2}{\sqrt{2}} - 3 - 1 - \frac{1}{3} \right) = K_{одн} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)$$

т.к. под действием системы не движется  $\Rightarrow$  она вращается вокруг ц.м.

т.к. на этой оси остается ц.м.  $\Rightarrow K = \frac{mv^2}{2} = \frac{K_{одн}}{4}$

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 a} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)$$

Ответ:  $q = \sqrt{\frac{T \cdot 8\pi\epsilon_0 a^2}{\sqrt{2} + 1}}$ ;  $d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$ ;

$$K = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 a} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right) = \frac{T \cdot a}{2(\sqrt{2} + 1)} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)$$



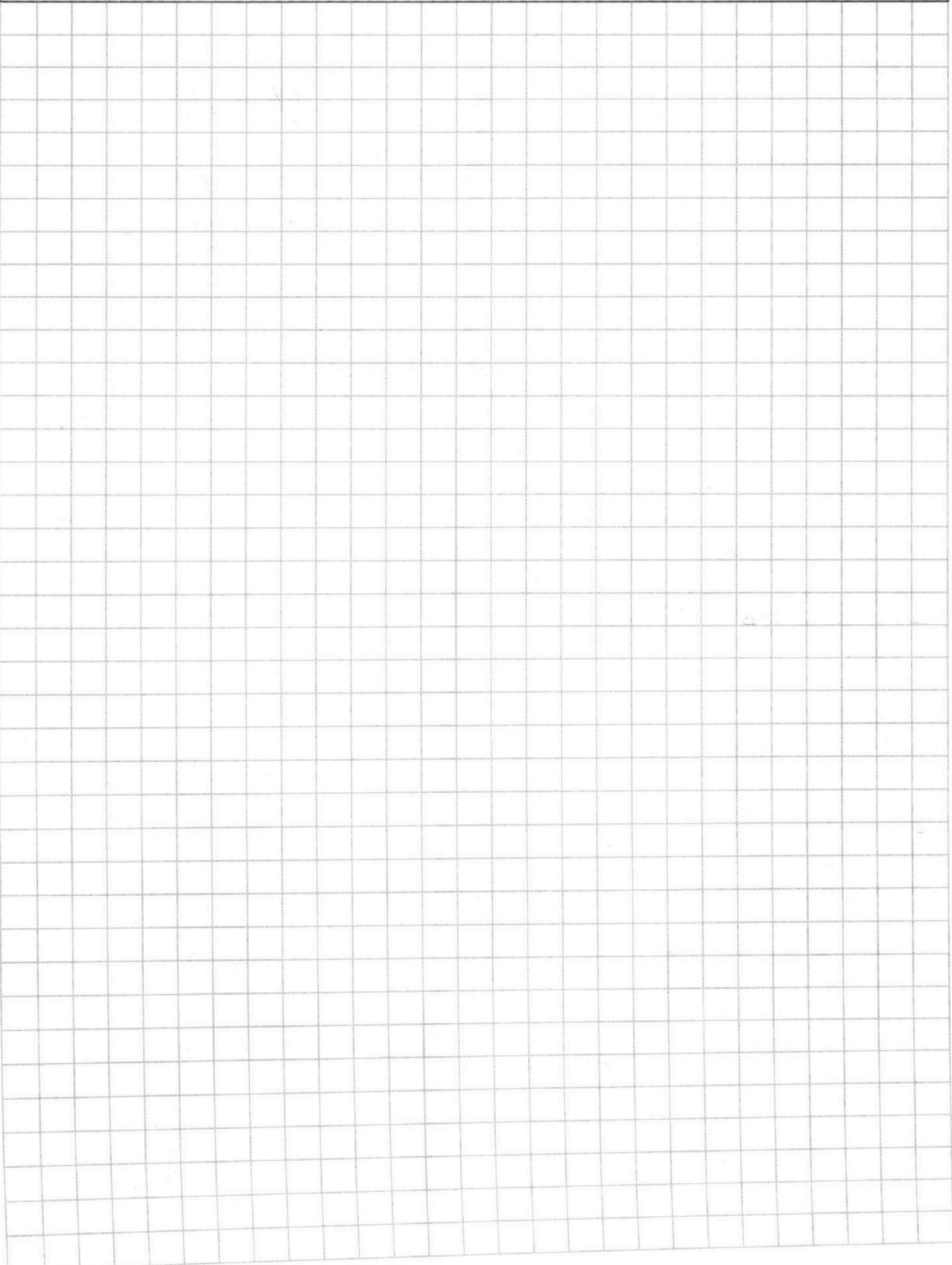
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Черно выкл.

$A=0 \rightarrow Q = \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$

$C_V = \frac{i}{2} \nu R$

$C_P = \frac{i}{2} \nu R + \nu R = \frac{i+2}{2} \nu R$

$Q = A + \Delta U = p(\Delta V) + \frac{3}{2} \Delta(pV) =$

$= \frac{3}{2} \Delta p V + \frac{3}{2} p \Delta V + p \Delta V = \frac{3}{2} \Delta p V + \frac{5}{2} p \Delta V =$

$= \frac{3}{2} V_0 (p - p_0) + \frac{5}{2} p_0 (V - V_0)$   
 $\frac{3}{2} V_0 (k p_0 - p_0) + \frac{5}{2} p_0 \left( \frac{V_0}{k^{1/n}} - V_0 \right)$

$\frac{Q}{\Delta T} = c = \frac{i}{2} \nu R$

$p V^n = \text{const} = p_0 V_0^n$

$\frac{p}{p_0} = \left( \frac{V_0}{V} \right)^n = k$   
 $\frac{V_0}{V} = k^{1/n}$

$V_0^n = k V^n$   
 $V_0 = V \cdot k^{1/n}$

$Q = \frac{3}{2}$

$pV = \text{const}$

$p \propto V^{-1}$

$\frac{p}{V} = \text{const}$

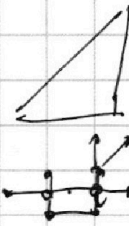
$p = \frac{V_0 p_0}{V}$

$\left( \frac{p_0 V_0}{p V} \right)^n = \frac{p_0 V_0}{p V}$

$\frac{C_P - C_V}{C_P + C_V} = \frac{R}{\frac{3}{2}R + R} = \frac{2}{7}R$

$\frac{C_P - n}{C_V - n} = \frac{R - n}{R - n}$

$p_0 V_0 = \nu R T_0$



$\frac{3}{2} V_0 (k - 1) p_0 + \frac{5}{2} p_0 V_0 \left( \frac{1}{k^{1/n}} - 1 \right)$

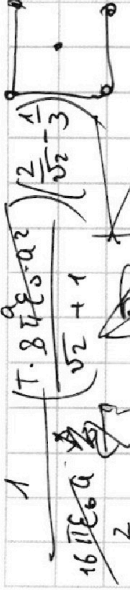
$c = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k - 1) + \frac{5}{2} \nu R T_0 \left( \frac{1}{k^{1/n}} - 1 \right)$

$p_0 V_0 = p V^n$

$p_0 V_0 = \nu R T_0$

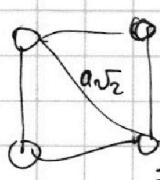
$p V = \nu R T$

$\nu R T_0 = p V - p_0 V_0 = k p_0 V - p_0 V_0 = p_0 (k V - V_0)$



$\frac{A + \Delta U}{\Delta t} =$

$W = \int p dV = \int \frac{p_0 V_0}{V} dV = p_0 V_0 \ln \frac{V}{V_0}$



$4q^2 + \frac{2q^2}{\sqrt{2}} = m^2 a^2$

$= k + \frac{3q^2}{a} + \frac{2q^2}{2a} + \frac{q^2}{3a}$

$4 + \frac{2}{\sqrt{2}} - 3 - 1 - \frac{1}{3} = k \cdot \frac{a}{q^2}$

$\frac{6 - \sqrt{2}}{3\sqrt{2}} = k \cdot \frac{a}{q^2}$

$H = \frac{m v^2}{2} = \frac{m \omega^2 r^2}{2}$

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)*

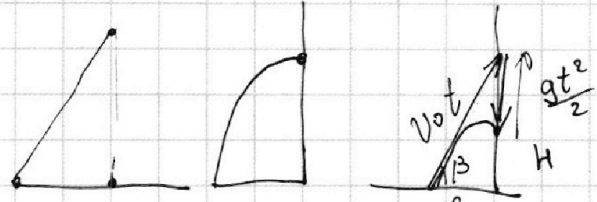
$$(\sin \beta \cdot \cos^{-1} \beta)' = \frac{(\sin \beta)'}{\cos \beta} + \sin \beta \cdot \cos^{-2} \beta = \frac{\cos \beta}{\cos^2 \beta} + \frac{\sin \beta \sin^{-1}}{\cos^2 \beta}$$

$$= \frac{\cos^2 \beta + \sin^2 \beta}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

*2,5 - 1,25 = 0,25 + 1*

$$(\sin \beta)' \cos \beta - \sin \beta (\cos \beta)' = \frac{\cos^2 \beta + \cancel{\cos^2 \beta} \sin^2 \beta}{\cos^4 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \beta} = \cos^2 \beta = -2 \cdot \cos^3 \beta \cdot (-\sin \beta) = \frac{2 \sin \beta}{\cos^3 \beta}$$



$$t = \frac{s}{v_0 \cos \beta}$$

$$\frac{g}{2} \cdot \frac{s^2}{v_0^2 \cos^2 \beta} + H = \frac{g s}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} + \frac{H}{s} = \text{tg } \beta$$

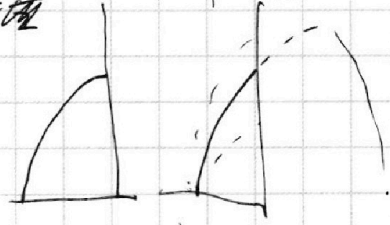
$F \cdot \cos \alpha - \mu mg + \mu$

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

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

$pV^2 \Rightarrow C = \text{const}$

$\frac{CP}{CV} = R$



$$\frac{g s}{2 v_0^2} (1 + \text{tg}^2 \beta) + \frac{H}{s} = \text{tg } \beta$$

$$\frac{g s}{2 v_0^2} + \frac{H}{s} = \frac{2 v_0^2}{g s} - \frac{g s}{2 v_0^2}$$

$$\frac{g s}{2 v_0^2} + \frac{H}{s} = \frac{2 v_0^2}{g s} - \frac{g s}{2 v_0^2}$$

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

$$s = v_0 \cos \beta \cdot t \Rightarrow t = \frac{s}{v_0 \cos \beta}$$

$$H = \frac{s \cdot \text{tg } \beta}{2} - \frac{g s}{2 v_0^2} (1 + \text{tg}^2 \beta)$$

$$\frac{s}{\cos^2 \beta} = \frac{g s}{2 v_0^2} \cdot 2 \cdot \text{tg } \beta \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} - \frac{v_0^4 - H \cdot 2 v_0^2 g}{g^2}$$

$$\frac{M^2}{C^4} \cdot M^2 = \frac{M^4}{C^4} \cdot \frac{M^2}{C^2} \cdot \frac{M^2}{C^2} = \frac{M^8}{C^8}$$

$$1 = \frac{2 g \text{tg } \beta}{2 v_0^2} \quad v_0^2 = \text{tg } \beta$$

$$H = \frac{v_0^4 - g^2 s^2}{2 v_0^2 g} \Leftrightarrow H \cdot 2 v_0^2 g = v_0^4 - g^2 s^2$$

$$\left(\frac{s}{2} - \frac{3s}{2}\right) \frac{v_0^2 \cos^2 \beta}{1} \cdot \frac{1 + 2v_0^2}{2 v_0^2 g}$$

$$\frac{2}{2 v_0^2} = \frac{2}{2 v_0^2}$$

100-2 = 200  
40000 - 2 \cdot 10 \cdot 36 \cdot 200 = 400 - 36 = 36  
36 \cdot 2 = 72  
400 - 36 = 364  
36 \cdot 2 = 72  
5 \cdot 9 = 4 + 6 = 10  
3,6  
1,8  
3,6

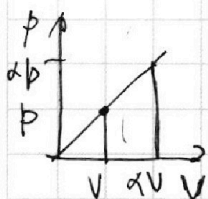
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$A = \frac{p + \alpha p}{2} \cdot V(\alpha - 1) = \frac{pV}{2} \cdot (\alpha^2 - 1) \quad (\text{Черновик})$$

$$\frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} \quad \frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} = k$$

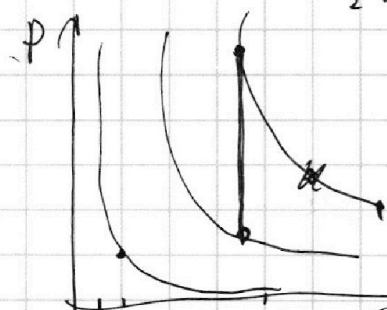
$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$pV = \nu R T$$

$$\Delta T = \frac{(k^2 - 1) p_0 V_0}{\nu R} = k^2 p_0 V_0 - p_0 V_0 = (k^2 - 1) p_0 V_0$$



$$\frac{3}{2} \nu R + \frac{3}{2} (k^2 - 1) p_0 V_0 + \frac{p_0 V_0}{2} (\alpha^2 - 1)$$



$$T_2 = 8T_1$$

$$T_3 = 4T_1$$

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{3} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{C_p - C_v}{C_p + C_v} = \frac{\frac{5}{2} - \frac{3}{2}}{\frac{5}{2} + \frac{3}{2}} = \frac{2}{7}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_0$$

$$\Delta A = p_0 V = \frac{p + 2p}{2} \cdot V = \frac{3}{2} pV = \frac{3}{2} \nu R T$$

$$Q = \frac{9}{2} T_0 \nu R + \frac{3}{2} \nu R T_0 = \frac{3}{2} \nu R T_0 \left( \frac{3}{1} + 1 \right) = 2 \nu R T_0$$

$$\frac{p}{V} = 1$$

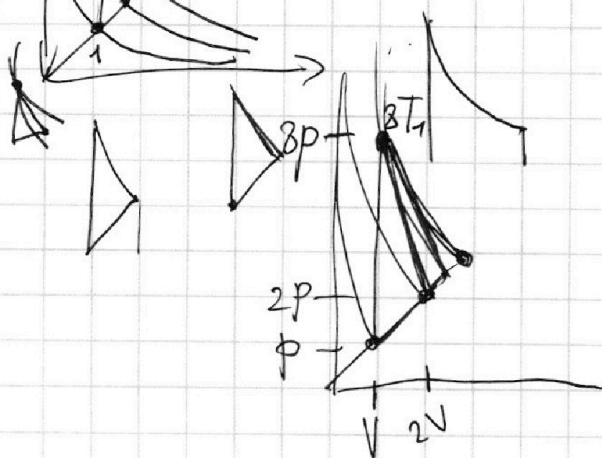
$$pV = \text{const}$$

$$\frac{C_p - C_p n}{C_v - C_v n} = \frac{5 - 3n}{3 - 2n}$$

$$pV = \text{const} \quad n = 1$$

$$\frac{5 - 2n}{3 - 2n} = \frac{C_p - n}{C_v - n}$$

$$p_2 V = 8 T_1$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

