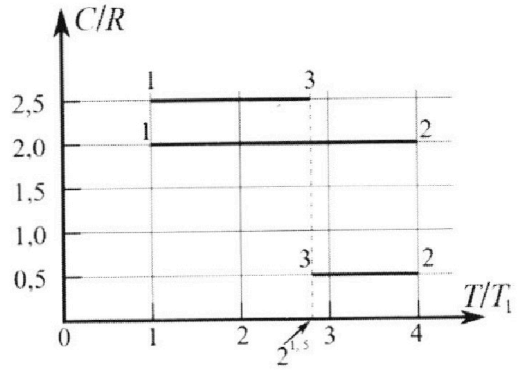
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

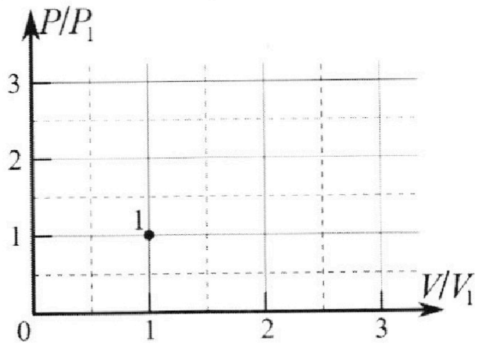


4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

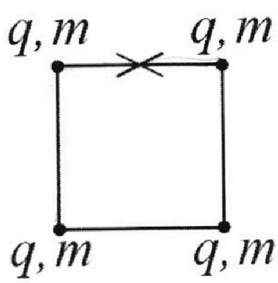
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД η цикла.

3) Пос тройте 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 вверху (на рисунке)?

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

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

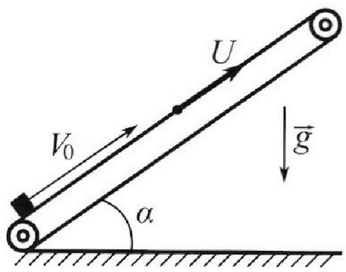
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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^2. 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.).



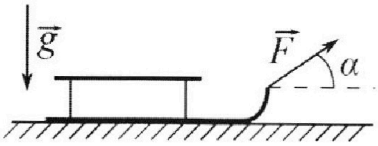
В первом опыте небольшую коробку ставят на *покоящуюся* ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.

1) За как ое 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^2. 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.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 [X] 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) $h = v_0 T - \frac{gT^2}{2}$

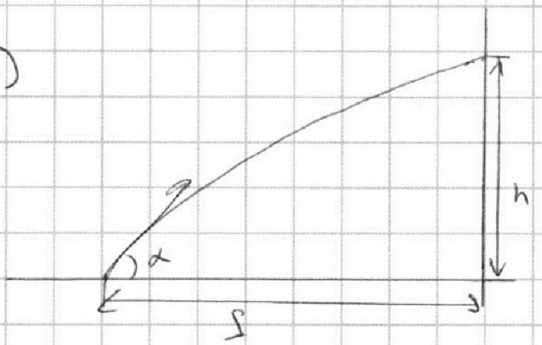
$v = v_0 - gT$, где v – конечная скорость шарика

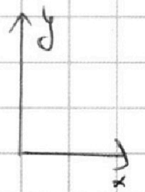
В максимальной точке подъема $v = 0$

Значит: $v_0 - gT = 0$

$v_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20$ м/с

2)





Запишем уравнение движения шарика на оси y и x:

$$\begin{cases} S = v_0 \cos\alpha\, t \ (1) \\ h = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} \ (2) \end{cases}$$

Из (1):

$t = \frac{S}{v_0 \cos\alpha} = S \qquad h = S\,tg\,\alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2\alpha} = S\,tg\,\alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2}(1 + tg^2\alpha)$

Получили квадратное уравнение относительно $tg\,\alpha$:

Пусть $\frac{gS^2}{2v_0^2} = \beta$, тогда: $h = S\,tg\,\alpha - \beta(1 + tg^2\alpha)$

$-\beta\,tg^2\alpha + S\,tg\,\alpha - (\beta + h) = 0$

$\beta\,tg^2\alpha - S\,tg\,\alpha + (\beta + h) = 0$

Возьмем от данного выражения производную и приравняем к 0:

$2\beta\,tg\,\alpha - S = 0 \Rightarrow tg\,\alpha = \frac{S}{2\beta} = \frac{2v_0^2 S}{2gS^2} = \frac{v_0^2}{gS} = \frac{400}{10 \cdot 20} = 2$

Значит h будет максимально при $tg\,\alpha = 2$:

$h = S\,tg\,\alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2}(1 + tg^2\alpha) = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400}(1+4) = 40 - 25 = 15$ м

Ответ: 1) 20 м/с, 2) 15 м.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

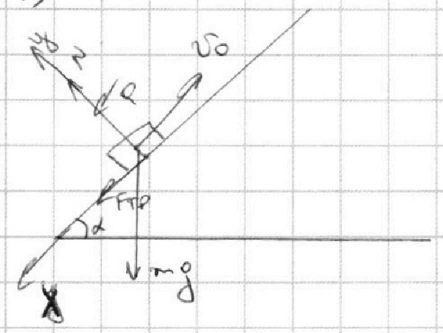
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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

МФТИ

1)



Ox:

$ma = F_{тр} + mg\sin\alpha$

Oy:

$N = mg\cos\alpha$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$

$ma = \mu mg\cos\alpha + mg\sin\alpha$

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

$S = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} = v_0 t_1 - \frac{(\mu g\cos\alpha + g\sin\alpha) t_1^2}{2}$

Получили квадратное уравнение относительно t:

~~$\mu g\cos\alpha \cdot t^2 - 2v_0 t + 2S = 0$~~

$(\mu g\cos\alpha + g\sin\alpha) t_1^2 - 2v_0 t_1 + 2S = 0$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - 0{,}64} = \sqrt{0{,}36} = 0{,}6$

$(\frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0{,}6 + 10 \cdot 0{,}8) t_1^2 - 8t_1 + 2 = 0$

$10t^2 - 8t + 2 = 0$

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

$D = 16 - 20 = -4 < 0$

т.к. дискриминант меньше нуля, то коробка не пройдет путь S.

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) Расстановка сил с прошлого пункта не изменилось

Значит ускорение мы также можем найти по формуле: $a = \mu g\cos\alpha + g\sin\alpha = 10$ м/с²

$u = v_0 - at \Rightarrow t_2 = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{4-2}{10} = \frac{2}{10} = 0{,}2$ с.

Значит скорость станет равна $u = 2$ м/с через $t_2 = 0{,}2$ с.

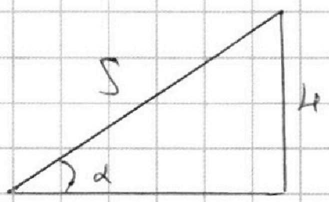
По ленте транспортёра относительно земли коробка движется со скоростью $(u+v_0)$,

$L = (u+v_0)t_2 - \frac{at_2^2}{2} = 6 \cdot 0{,}2 - \frac{10 \cdot 0{,}04}{2} = 1{,}2 - 0{,}2 = 1$ м.

3) $t_3 = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0{,}4$

$S_1 = (u+v_0)t_3 - \frac{at_3^2}{2} = 6 \cdot 0{,}4 - \frac{10 \cdot 0{,}16}{2} = 2{,}4 - 0{,}8 = 1{,}6$

$H = S_1 \sin\alpha = 1{,}6 \cdot 0{,}8 = 1{,}28$ м



Ответ: 2) 1 м, 3) 1,28 м.

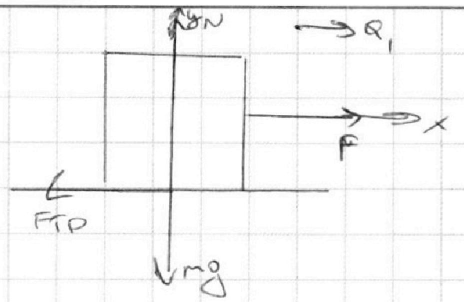
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

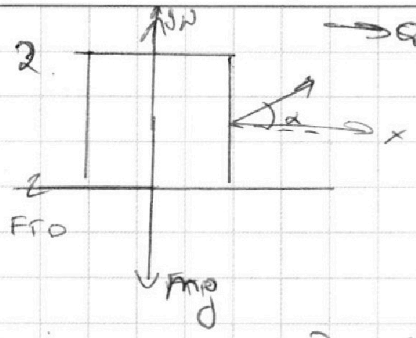
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)

1.



2



2 Закон Ньютона для 1-ого случая:

$$\begin{cases} ma_1 = F - F_{тр_1} \\ mg = N_1 \\ F_{тр} = \mu N_1 \end{cases} \Rightarrow F_{тр_1} = \mu mg$$

Для 2-ого:

$$\begin{cases} ma_2 = F\cos\alpha - F_{тр_2} \\ N_2 + F\sin\alpha = mg \\ F_{тр_2} = \mu N_2 \end{cases}$$

$$F_{тр_2} = \mu(mg - F\sin\alpha)$$

$$ma_1 = F - \mu mg$$

$$ma_2 = F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)$$

$$ma_2 = F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - \mu mg$$

т.к. и в 1 и во 2 случае санки достигают скорости v_0 за одинаковое время, то $a_1 = a_2$

$$ma_1 = ma_2$$

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

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

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

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

2) ~~$v_0 = at_k \Rightarrow t_k = \frac{v_0}{a}$~~

~~$a_1 = a_2 = a$~~

~~$\begin{cases} ma = F - \mu mg \ (1) \\ ma = F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - \mu mg \ (2) \end{cases}$~~

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

из (1)

$F = m(\mu g + a)$ (3)

из (3) и (2):

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

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

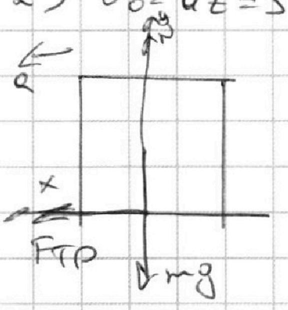
$a = g\mu\cos\alpha + g\mu^2\sin\alpha + a\cos\alpha + \mu a\sin\alpha - \mu g$

$a(1 - \cos\alpha - \mu\sin\alpha) = \dfrac{\mu(g\cos\alpha + g\mu\sin\alpha - g)}{\cancel{1 - \cos\alpha - \mu\sin\alpha}}$

Значит:

$$a = \frac{\mu(g\cos\alpha + g\mu\sin\alpha - g)}{1 - \cos\alpha - \mu\sin\alpha} = \frac{(1-\cos\alpha)g(\cos\alpha + \sin\alpha - 1)}{\sin\alpha(1 - \cos\alpha - (1 - \cos\alpha))}$$

2) $v_0 = at \Rightarrow t = \dfrac{v_0}{a}.$



$$\begin{cases} ma = F_{тр} \\ N = mg \\ F_{тр} = \mu N \end{cases}$$

$F_{тр} = \mu m g$

$ma = \mu m g$

$a = \mu g.$

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

Ответ: 1) $\mu = \dfrac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha}$, 2) $\dfrac{v_0\sin\alpha}{g(1 - \cos\alpha)}$

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!

1) Запишем первое начало термодинамики для процесса 1-2:

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12}$

Q_{12} – площадь под прямой 1-2 на графике:

$Q_{12} = 2R \cdot (4T_1 - T_1) = 6RT_1$

$\Delta U_{12} = C_V \Delta T$, где C_V – теплоемкость газа в процессе с постоянным объемом

т.к. газ 1-атомный, то $C_V = \frac{3}{2}R$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = \frac{9T_1R}{2}$

$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \frac{12RT_1}{2} - \frac{9RT_1}{2} = \frac{3RT_1}{2} = \frac{3 \cdot 8{,}31 \cdot 400}{2} \approx \frac{25 \cdot 400}{2} =$

$= 25 \cdot 200 = 25 \cdot 2 \cdot 100 = 50 \cdot 100 = 5000$ Дж.

2) $\eta = \frac{A}{Q_+}$

$A = A_{12} + A_{23} + A_{31}$

$Q_+ = Q_{12}$, т.к. на всех остальных процессах газ отдает тепло

$Q_+ = Q_2 = 6RT_1$

т.к. в процессе 1-3 $C = \frac{5}{2}R = C_p$, то мы можем что это изобара.

Значит $P_3 = P_1$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = RT_1 \\ P_1 V_3 = 1{,}5 RT_1 \end{cases} \Rightarrow V_3 = 1{,}5 P_1$$

т.к. на процессах 3-1 и 2-3 работу производят над газом, то их берём со знаком минус

$$A_{13} = -P_1 (V_1 - V_3) = 0{,}5 P_1 V_1 = 0{,}5 RT_1$$

$$A_{12} = 1{,}5 RT_1$$

$$A_{23} = \Delta U_{23} - Q_{23} = 1{,}5R \cdot 2{,}5T_1 - 0{,}5R \cdot 2{,}5T_1 = 2{,}5RT_1$$

$$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_+} = \frac{2{,}5RT_1 + 0{,}5RT_1 + 1{,}5RT_1}{6RT_1} = \frac{4{,}5}{6} = \frac{45}{60} = \frac{3}{4}$$

$\eta = 75\%$

3) из предыдущих пунктов мы уже знаем координаты точек $1(P_1, V_1, T_1)$ и $3(P_1, 1{,}5V_1, 1{,}5T_1)$

Во всех процессах $C = const$

Запишем 1-ое начало термодинамики в дифф. форме:

$dQ = dA + dU$, где $dQ = CdT$, $dA = PdV$, $dU = C_V dT$

Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона для малых приращений

$$PdV + Vdp = RdT \Rightarrow dT = \frac{PdV + Vdp}{R}$$

$$C\left(\frac{PdV + Vdp}{R}\right) = PdV + C_V(PdV + Vdp)$$, по формуле Майера: $R = C_p - C_V$

$$C \cdot PdV + C \cdot Vdp = C_p \cdot PdV - C_V PdV + C_V \cdot PdV + C_V \cdot Vdp$$

$$(C_p - C)PdV = -(C_V - C)Vdp \Rightarrow \int \frac{dp}{p} = -\frac{C_p - C}{C_V - C} \int \frac{dV}{V}$$

после интегрирования получим:

~~$\frac{C_p - C}{C_V - C} \ln pV$~~ $\quad \ln pV^{\frac{C_p - C}{C_V - C}} = const \Rightarrow pV^{\frac{C_p - C}{C_V - C}} = const$

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

Пусть $\frac{c_p - c}{c_V - c} = n$, тогда:

$pV^n = const$.

$\frac{RT}{V} V^n = const \Rightarrow T V^{n-1} = const$.

Применим это ур-ие для процесса 2-3:

$4T_1 V_2^{n-1} = 1{,}5T_1 (1{,}5V_1)^{n-1}$

$n = \frac{c_p - c}{c_V - c} = \frac{2{,}5 - 0{,}5}{1{,}5 - 0{,}5} = 2$

$n - 1 = 1$

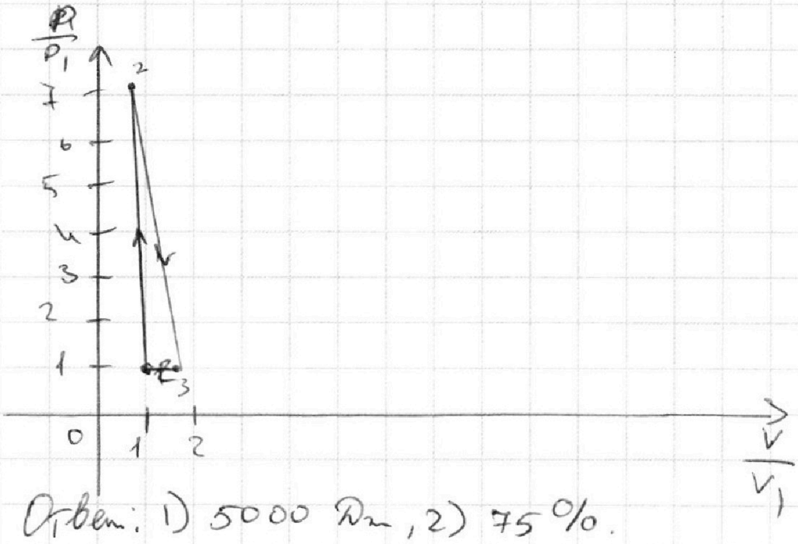
$4T_1 V_2 = 1{,}5 T_1 \cdot 1{,}5 V_1$

$4V_2 = 2{,}25 V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{225}{400} V_1 = \frac{9}{16} V_1$

$\begin{cases} P_2 \cdot \frac{9}{16} V_1 = 4RT_1 \\ P_1 V_1 = RT_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{9}{16} = 4$

$P_2 = \frac{64}{9} P_1$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{64}{9} P_1$ $\qquad 2\left(\frac{64}{9} P_1, \frac{9}{16} V_1, 4T_1\right)$



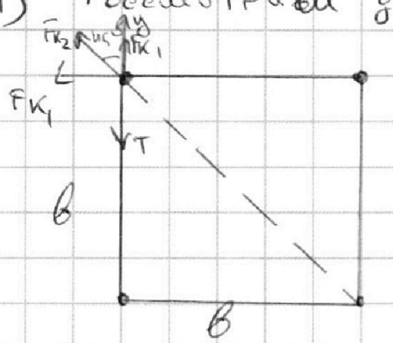
Ответ: 1) 5000 Дж, 2) 75 %.

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!

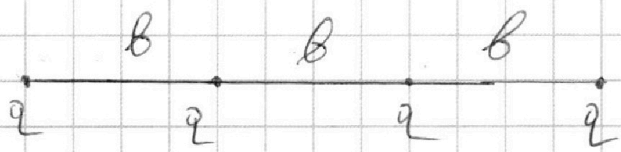
1) Рассмотрим действие сил на 1 из шариков



Oy:

$T = F_{k_2}\cos 45^\circ + F_{k_1} = \frac{kq^2}{2b^2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{kq^2}{b^2} = \frac{kq^2}{b^2}\left(\frac{\sqrt{2}}{4}+1\right)$

2) $W_н = \frac{1}{2}\sum q_i \varphi_i = \frac{kq^2}{b}\left(4+\sqrt{2}\right)$, где $W_н$ - начальная энергия системы



$W_к = \frac{kq^2}{b}\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+1+\frac{1}{2}+1+1\right) + 2mv^2 = \frac{kq^2}{b}\left(\frac{1}{3}+4\right) + 2mv^2$

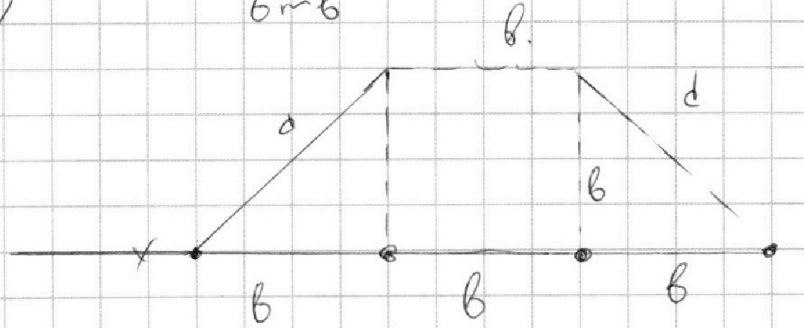
$W_н = W_к$

$2mv^2 = \frac{kq^2}{b}\left(\sqrt{2}-\frac{1}{3}\right)$

$v = q\sqrt{\frac{k(\sqrt{2}-\frac{1}{3})}{2mb}} = q\sqrt{\frac{k(\sqrt{2}-\frac{1}{3})}{2mb}} =$

$= q\sqrt{\frac{k(3\sqrt{2}-1)}{6mb}}$

3)



Нарисуем совместную картинку до и после по т. Пифагора.

$d = b\sqrt{2}$

Ответ: 1) $\frac{kq^2}{b^2}\left(\frac{\sqrt{2}}{4}+1\right)$, 2) $q\sqrt{\frac{k(3\sqrt{2}-1)}{6mb}}$ 3) $b\sqrt{2}$

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!

МФТИ

$ma = \mu mg$

$a = \mu g$

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

$h_k = k\left(\frac{2kq}{b} + \frac{kq}{\sqrt{2}b}\right) = \frac{8kq}{b} + \frac{2\sqrt{2}kq}{b} = \frac{kq}{b}(8 + 2\sqrt{2})$

$S = v_0 t - \frac{\mu g t^2}{2}$

$1 = 4t - 5t^2$

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

$v_0 = at \Rightarrow t = 0{,}4$ с.

$P_1 = P_3$

$4 \cdot 10^{-1} \cdot 4 \cdot 10^{-1} = 16 \cdot 10^{-2} = 0{,}16.$

$S = 4 \cdot 0{,}4 - 5 \cdot 0{,}16 = 1{,}6 + 2 = 0{,}8$

$P = \alpha(t - t_{окр})$

1 (P_1, V, T_1)

2 (

3 $(P_1, 1{,}5V, 1{,}5T)$

$2 = 4 - 8t$

$PV^n = const.$

$\frac{T_1}{V_1} = \frac{1{,}5T}{V_3}$

$\frac{T}{V} = const$

$2 = 4 - 10t \Rightarrow t = 0{,}2$ с.

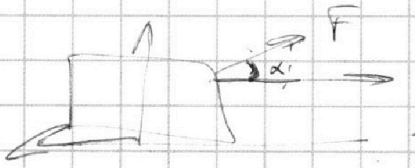
$\cos\alpha + \sin\alpha = 1$

$\sin\left(\frac{\pi}{4} + \alpha\right) = 1$

$\frac{\pi}{4} + \alpha = \frac{\pi}{2}$

$\alpha = \frac{\pi}{4}$

$V_3 = 1{,}5V_1$



$F_{тр}.$

$ma_1 = F - \mu mg$

$a_1 = \frac{F}{m} - \mu g.$

$\begin{cases} ma_2 = F\cos\alpha - F_{тр}. \\ N = mg - F\sin\alpha \end{cases}$

$L = (v_0 + u)t - \frac{at^2}{2} = 6 \cdot 0{,}2 - \frac{10 \cdot 0{,}04}{2} = 1{,}2 - 0{,}2 = 1$ м.

$A = A_{12} + A_{23} + A_{3-2}$

$Q_+ =$

$0{,}4 - 0{,}2 = 0{,}2$ м.

$6 \cdot 0{,}4 - \frac{10 \cdot 0{,}16}{2}$

$ma_2 = F(\cos\alpha + \sin\alpha) - \mu mg$

$= 2{,}4 - 0{,}8 = 1{,}6.$

$a_2 = \frac{F}{m}(\cos\alpha + \sin\alpha) - \mu g$

$1{,}6 \cdot 0{,}8 = \frac{16}{10} \cdot \frac{8}{10} = \frac{64}{50} = \frac{128}{100} = 1{,}28$ м.

$a_1 = a_2$

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

$F(\cos\alpha + \sin\alpha) = F.$

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!

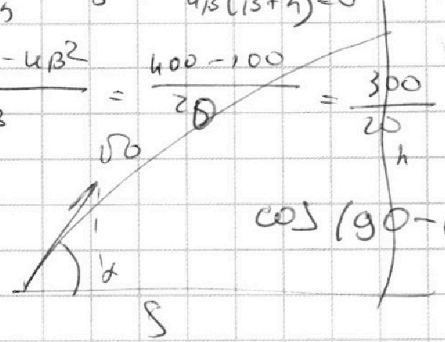
МФТИ

$2v_0 - 5 \cdot 4 = 2v_0 - 20$

$\beta = 5$ $s^2 - 4\beta(\beta + h) = 0$

$\frac{s^2 - 4\beta^2}{4\beta} = \frac{400 - 100}{20} = \frac{300}{20}$

$2v_0 - 20 = \frac{v_0^2}{20}$



$40v_0 - 400 = v_0^2$

$\cos(90 - \alpha) = \sin\alpha$

$v_0^2 - 40v_0 + 400 = 0$ $a = \mu g\cos\alpha + g\sin\alpha$

$\frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0{,}6 + 10 \cdot 0{,}8 =$ $2 + 8 = 10$

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

$(v - 20)^2 = 0$

$h = v_0\sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

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

$v_0 = 20$

$S = v_0\cos\alpha t +$

$s^2 + 4\beta(\beta - h) = 0$

$20 \cdot 2 - 5 \cdot 5 = 40 - 25 = 15$

$\mu g t^2$

$h = \frac{s^2 + 4\beta^2}{4\beta} =$ $t = \frac{S}{v_0\cos\alpha}$

$64 - 20 = 44$

$= \frac{400 + 100}{20} =$ $h = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2\cos^2\alpha}$ $h = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2}(1 + tg^2\alpha)$

$= \frac{500}{20} = 25$

$h = S\,tg\alpha - \beta\,tg^2\alpha + S\,tg\alpha - (\alpha + h) = 0$

$\beta\,tg^2\alpha - S\,tg\alpha + (\beta - h) = 0$

$\frac{м^2}{с^2} \cdot \frac{с^2}{м \cdot м}$

$2\beta\,tg\alpha - S = 0$

$tg\alpha = \frac{S}{2\beta} = \frac{2v_0^2 S}{2gS^2} = \frac{v_0^2}{gS} = 2$ $h = S \cdot \frac{v_0^2}{gS} - \frac{gS^2}{2v_0^2}\left(1 + \frac{v_0^4}{g^2S^2}\right) =$

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

$h = \frac{gS^2}{2v_0} \cdot \frac{v_0^4}{g^2S^2}$ $\cancel{S \cdot \frac{v_0^2}{gS}}$ $\cancel{\frac{gS^2}{2v_0^2}}$ $+$

$= \frac{400}{10} - \frac{10 \cdot 40}{2 \cdot 400} - \frac{400}{2} =$

40

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!

$A_{3} = P_3(V_3 - V_1) = 0{,}5 P_1 V_1 = -0{,}5 RT_1$

$pV^n = const$

$\frac{RT}{V} V^n = const$

$A_{12} = \frac{3}{2} RT_1$

$TV^{n-1} = const$

$A_{23} = 0{,}5R \cdot 2{,}5T_1 - 1{,}5 R \cdot 2T_1 = + 2{,}5RT_1$

$\eta = \frac{0{,}5RT_1 + 1{,}5 RT_1 - 2{,}5RT_1}{6RT_1} = \frac{5}{60}$

$\nu = \frac{1}{2}\sum c_i \varphi_i$

$\frac{2{,}5 + 1{,}5 - 0{,}5}{6} = \frac{35}{60} = \frac{7}{12}$

$\frac{kq^2}{a}(4+\sqrt{2}) = \frac{kq^2}{a}(4+\frac{1}{3}) + m(v^2+u^2)$

$v\cos\alpha = u$

$\frac{kq^2}{a}(\sqrt{2} - \frac{1}{3}) = mv^2(1+\cos^2\alpha)$

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

$\frac{45}{60} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4} = 75\ \%$

$n = \frac{c_p - c}{c_v - c} = \frac{2{,}5 - 0{,}5}{1{,}5 - 0{,}5} = 2$

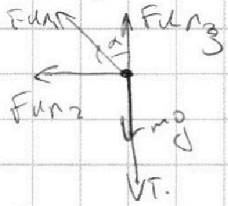
$1{,}5 T_1 \cdot (1{,}5 V_1)^n = 4T_1 V_2^n$

$\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

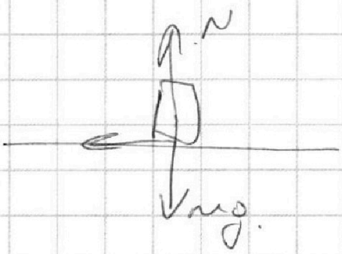
$1{,}5 \cdot (1{,}5V)^2 = 4V_2$

$2{,}25 V_1 = 4V_2$

$V_2 = \frac{225}{400} V_1 = \frac{45}{80} V_1 = \frac{9}{16} V_1$



$\frac{2kq^2}{a^2} +$



$\frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - mg = T.$

$ma = Mg$

1 2

3 4

$v_1 = v_2 = u$

$v_3 = v_4 = v$

$\frac{(1-\cos\alpha)(\cos\alpha + 1 - \cos\alpha - 8)}{\sin\alpha - \cos\alpha\sin\alpha - \sin\alpha(1-\cos\alpha)} = \frac{(1-\cos\alpha)(1-8)}{}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

$v_1 = v_2 = u$

$v_3 = v_4 = v$ $\boxed{U = I_0 R}$

$\frac{kq^2}{a}\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + a + \frac{1}{2} + a + a\right)$

$\frac{kq^2}{a}\left(\frac{1}{3} + a\right)$ $\frac{1}{2}\sum q_i \varphi_i =$

$10 \cdot 10 + 10 + 10 \cdot 2$

$v_0 = at$

$\Delta W = \frac{1}{3} - \sqrt{2} = \frac{1 - 3\sqrt{2}}{3}$

$\begin{cases} ma = F - \mu mg \\ ma = F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - \mu mg \end{cases}$

$2mv\cos\alpha = 0$

$a \quad a \quad a$

$\frac{4kq}{a}\left(8 + 2\sqrt{2}\right) = \frac{kq}{3a} + \frac{2kq}{2a} + \frac{3kq}{a}$

$32 + 8\sqrt{2} = \frac{2 + 6 + 18}{6} = \frac{26}{6} = \frac{13}{4}$

$t = \frac{v_0}{a}$

$128 + 32\sqrt{2} = 13$

$115 + 32\sqrt{2} = \frac{4mv^2}{2}$

$\frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}a} + \frac{2kq^2}{a}$

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

1) $ma_1 = F - \mu mg$

$ma_2 = F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha) = F(\cos\alpha + \sin\alpha) - \mu mg$

$a_1 = a_2$

$v = 0$

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

$\cos\alpha + \mu\sin\alpha$

$F = m(\mu g + a)$

$ma = m(\mu g + a)(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - \mu mg$