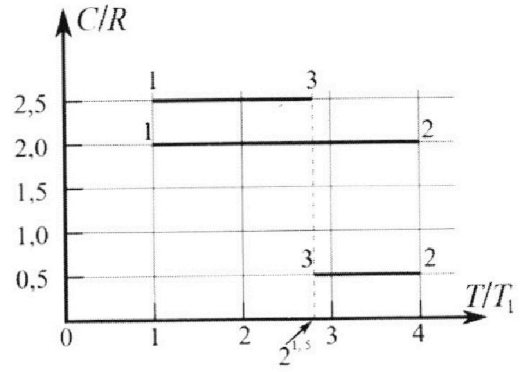
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

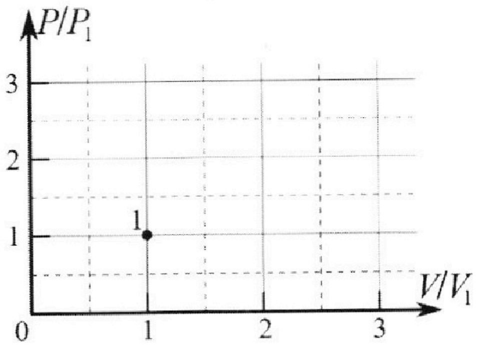
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



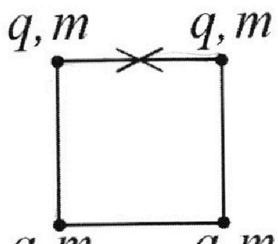
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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.

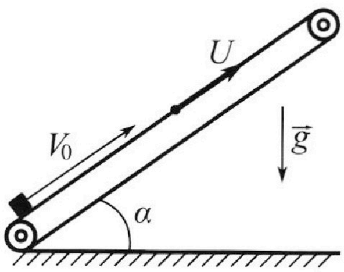
1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

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.



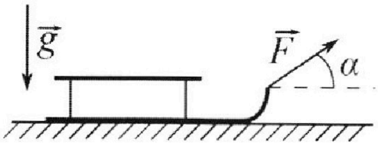
1) За как ое время T после старта коробка пройдет *в первом опыте* путь $S = 1$ м?

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!

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

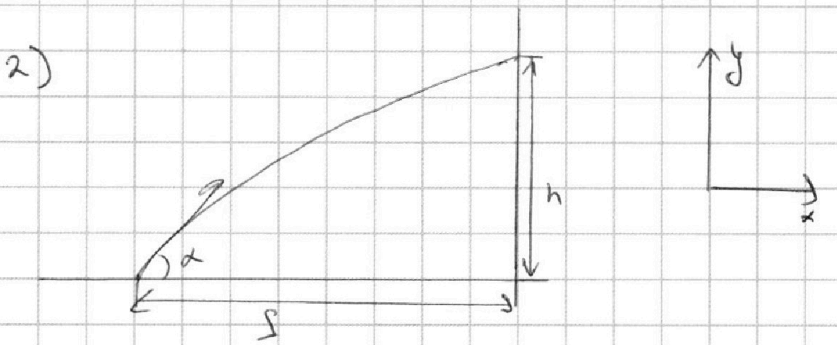
$v = v_0 - gT$, где v – конечная скорость шарика

В максимальной точке подъеме $v = 0$

Значит: $v_0 - gT = 0$

$v_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20$ м/с

2)



Запишем уравнение движения шарика на оси y и x:

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

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:

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

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

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

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

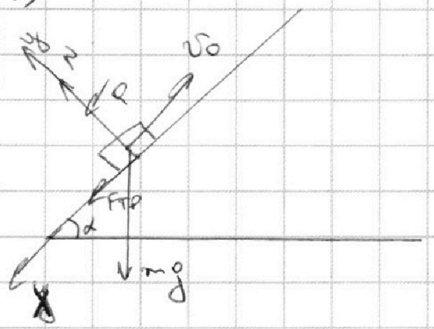
Ответ: 1) 20 м/с, 2) 15 м.

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!

1)



O_x:

$ma = F_{тр} + mg\sin\alpha$

O_y:

$N = mg\cos\alpha$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$

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

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

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

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.

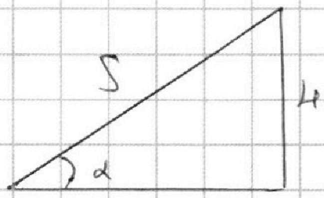
По ленте транспортёра относительно земли коробка движется со скоростью $(u+v_0)$,

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

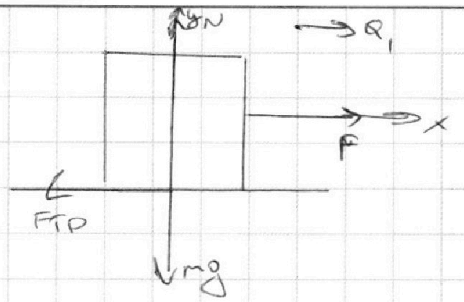
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

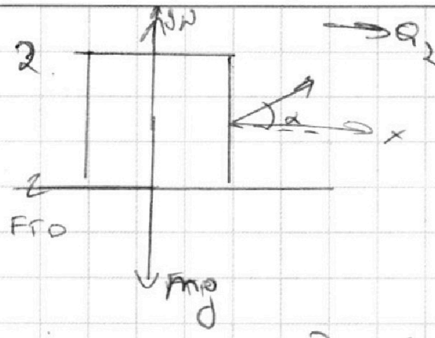
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)

1.



2



2 Закон Ньютона для 1-ого случая: Для 2-ого:

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

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

$$F_{тр_2} = \mu(mg - F\sin\alpha)$$

$$ma_1 = F - \mu mg$$

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

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

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

$\cancel{a_1 = a_2 = a}$

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

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):

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

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

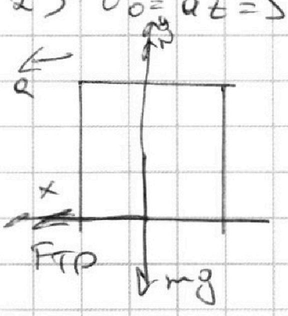
$a = g\mu\cos\alpha + g\mu^2\sin\alpha + a\cos\alpha + \mu a\sin\alpha - \mu g$

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

Значит:

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

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



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

$F_{тр} = \mu m g$

$ma = \mu m g$

$a = \mu g.$

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

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!

МФТИ

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 – теплоёмкость газа в процессе с постоянным объёмом

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

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

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

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

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

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

$Q_+ = Q_{12}$, т.к. во всех остальных процессах газ отдаёт 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 $P_3 = P_1$

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

$$\begin{cases} P_1V_1 = RT_1 \\ P_1V_3 = 1{,}5RT_1 \end{cases} \Rightarrow V_3 = 1{,}5P_1$$

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

$$A_{13} = -P_{1}(V_1 - V_3) = 0{,}5P_1V_1 = 0{,}5RT_1$$

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

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

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

$\eta = 75\,\%$

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:

$\cancel{\frac{C_p - C}{C_V - C}\ln PV}$ $\ln pV^{\frac{C_p - C}{C_V - C}} = const \Rightarrow pV^{\frac{C_p - C}{C_V - C}} = const.$

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:

$pV^n = const$.

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

Применим это ур-ие для процесса 2-3:

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

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

$n - 1 = 1$

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

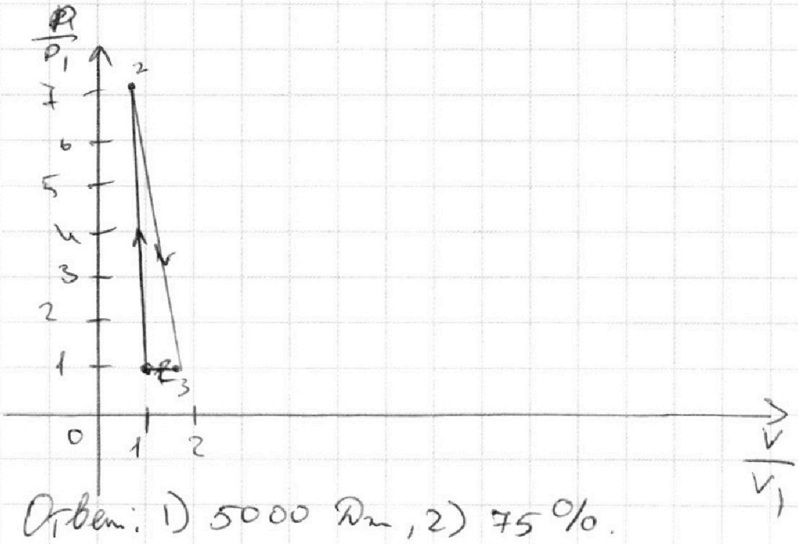
$4V_2 = 2{,}25V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{225}{400} V_1 = \frac{9}{16} V_1$

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

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

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

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



Ответ: 1) 5000 Дж, 2) 75 %.

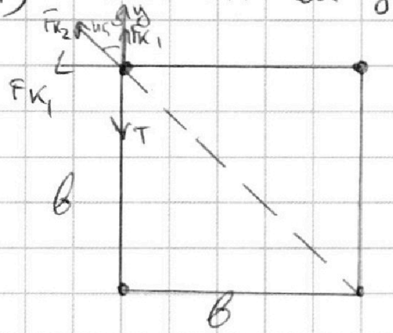
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

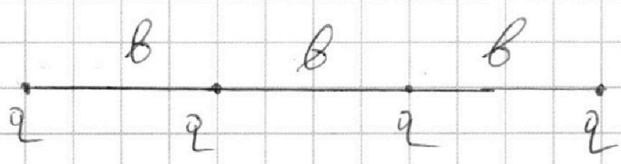
1) Рассмотрим действие сил на 1 из шариков



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



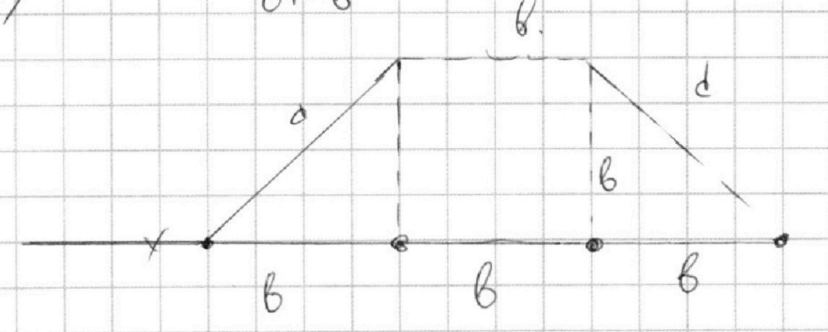
$$W_к = \frac{kq^2}{b}\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+1+\frac{1}{2}+1+1\right) + 2mv^2 = \frac{kq^2}{b}\left(\frac{1}{3}+4\right) + 2mv^2$$

$W_н = W_к$

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

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

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

$ma = \mu mg$

$a = \mu g$

$= \frac{8kq}{b} + \frac{2\sqrt{2}kq}{b} = \frac{kq}{b}(8+2\sqrt{2})$

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

$1 = 4t - 5t^2$

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

$v_0 = at \Rightarrow t = 0{,}4$ с.

$P_1 = P_3$

$4\cdot10^{-1}\cdot4\cdot10^{-1} = 16\cdot10^{-2} = 0{,}16$

$S = 4\cdot0{,}4 - 5\cdot0{,}16 = 1{,}6 - 0{,}8 = 0{,}8$

$P = \alpha(t - t_{окр})$

$2 = 4 - 10t = t = 0{,}2$ с

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

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

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

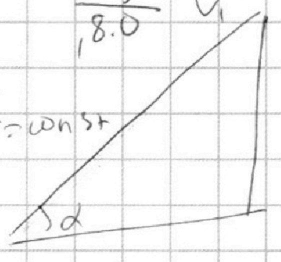
$\alpha = \frac{\pi}{4}$

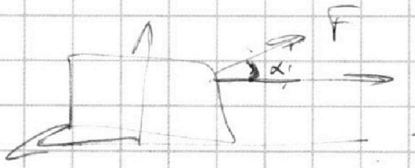
$\frac{P_1}{V_1} = \frac{1{,}5P_1}{V_3}$

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

$PV^n = const$

$V_3 = 1{,}5V_1$





$F_{тр}$

$mg = F - \mu mg$

$ma = F - \mu mg$

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

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

$L = (v_0 + u)t - \frac{at^2}{2} = 6\cdot0{,}2 - \frac{10\cdot0{,}04}{2} = 1{,}2 - 0{,}2 = 1$ м.

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

$Q_+ =$

$0{,}4 - 0{,}2 = 0{,}2$ м.

$6\cdot0{,}4 - \frac{10\cdot0{,}16}{2} = 2{,}4 - 0{,}8 = 1{,}6$

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

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

$1{,}6\cdot0{,}8 = \frac{16}{10}\cdot\frac{8}{10} = \frac{64}{50} = \frac{128}{100} = 1{,}28$ 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

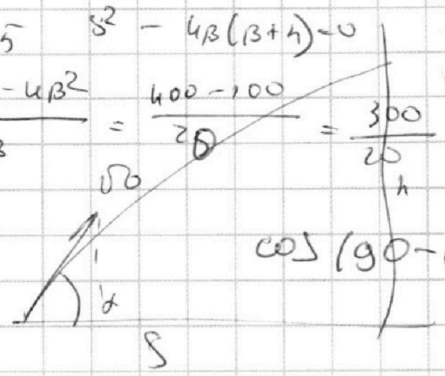
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

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



$40v_0 - 400 = v_0^2$

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

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

$\frac{1}{3}\cdot 10\cdot 0{,}6 + 10\cdot 0{,}8 = \quad \cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$

$(v-20)^2 = 0 \quad 2+8=10$

$h = v_0\sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} \quad \frac{1}{\cos^2\alpha} = 1 + \mathrm{tg}^2\alpha$

$v_0 = 20$

$S = v_0\cos\alpha\, t$

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

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

$\mu g t^2$

$h = \frac{s^2+4\beta^2}{4\beta} = \quad t = \frac{S}{v_0\cos\alpha} \quad 64-20=44.$

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

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

$h = S\,\mathrm{tg}\alpha - \beta\,\mathrm{tg}^2\alpha + S\,\mathrm{tg}\alpha - \cancel{\beta}(\alpha+h) = 0.$

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

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

$2\beta\,\mathrm{tg}\alpha - S = 0$

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

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

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

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

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

$A_{3} = P_3(V_3 - V_1) = 0{,}5P_1V_1 = -0{,}5RT_1$

$pV^n = const.$

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

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

$TV^{n-1} = const.$

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

$\eta = \frac{0{,}5RT_1 + 1{,}5RT_1 - 2{,}5RT_1}{6RT_1} = \frac{3}{60}$

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

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

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

$v\cos\alpha = u. \quad \frac{kq^2}{b}(\sqrt{2}-\frac{1}{3}) = mv^2(1+\cos^2\alpha)$

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

$\nu v \quad \frac{45}{60} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4} = 75\ \%.$

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

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

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

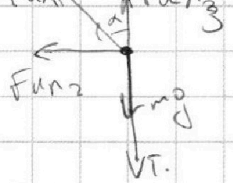
$1{,}5 \cdot (1{,}5V_1)^2 = 4V_2$

$2{,}25V_1 = 4V_2$

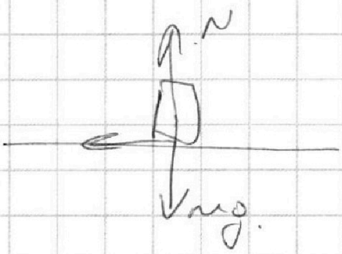
225 | 5, 20, 25, 45

80 | 5, 5, 30, 16

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



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



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

$ma = Mg$

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

$v_3 = v_4 = v$

$\boxed{U = I_0 R}$

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

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

$\frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i =$

$v_0 = at$

$10 + 10 + 10 + 10 + 2$

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

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

$2mv\cos\alpha = 0$

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

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

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

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

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

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

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

1) $ma_1 = F - \mu mg$

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

$a_1 = a_2$

$v = 0$

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

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

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

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