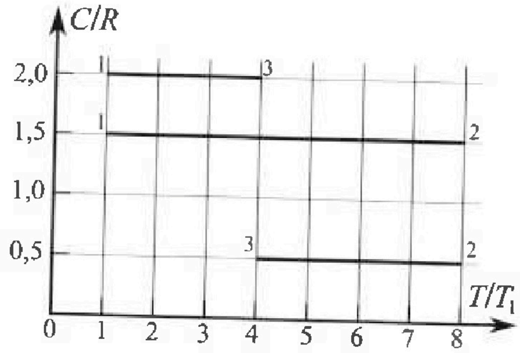
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

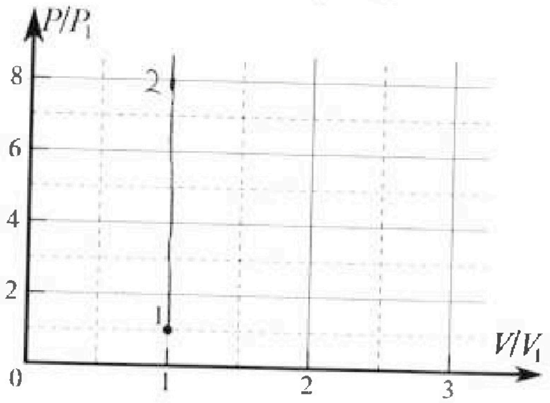
Вариант 10-02

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

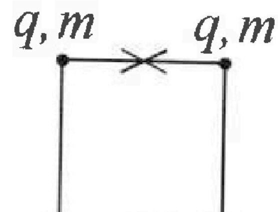
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1(см.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

Электрическа я постоянная ε_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 $\alpha = 45^0$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

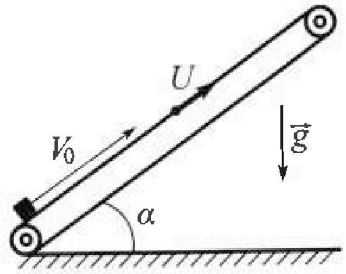
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 своб одного падения g =10 м/с^2. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α 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.



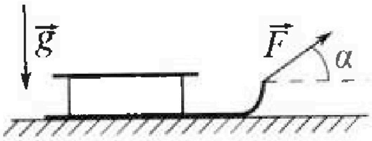
1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

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 $U = 1$ 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^2. 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 α 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.

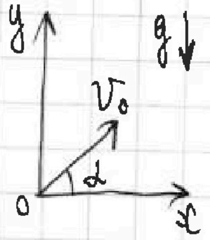
1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

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

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Задача 1.

1)

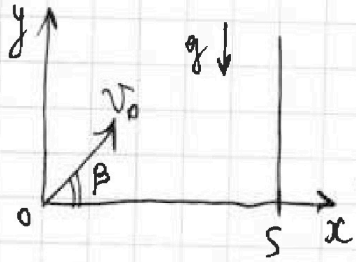


$v_x = v_0\cos\alpha$ $\quad \tau$ – время полёта $\quad v_0$ – нач. скор.

$$\begin{cases} L = v_0\cos\alpha\,\tau \\ 0 = v_0\sin\alpha\,\tau - \dfrac{g\tau^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \quad \tau = \frac{2v_0\sin\alpha}{g}, \quad L = \frac{v_0^2\sin2\alpha}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin2\alpha}} = \sqrt{\frac{10\cdot20}{\sin90^\circ}} = 10\sqrt{2}\ \frac{м}{с}$$

2)

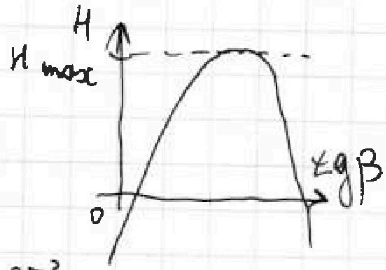


τ_1 – время полёта до стенки, v_0 – нач. скор.

$$\begin{cases} S = v_0\cos\beta\,\tau_1 & : 0x \\ v_0\sin\beta\,\tau_1 - \dfrac{g\tau_1^2}{2} = H & : 0y \end{cases}$$

$$H = v_0\sin\beta\cdot\frac{S}{v_0\cos\beta} - \frac{g}{2}\cdot\frac{S^2}{v_0^2\cos^2\beta} = S\,tg\beta - \frac{gS^2(1+tg^2\beta)}{2v_0^2}, \text{ т.к.}$$

$$\cancel{\frac{1}{tg\beta}} \quad \frac{1}{\cos^2\beta} = 1 + tg^2\beta$$



$$H = S\,tg\beta - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{gS^2}{2v_0^2}\,tg^2\beta$$

$S = const$

$$\cancel{H_{max} = \frac{-S}{2\left(-\frac{gS^2}{2v_0^2}\right)} = \frac{v_0^2 S}{gS^2} = \frac{v_0^2}{gS}}$$

$$H = H_{max} \text{ при } \quad tg\beta = \frac{-S}{2\left(-\frac{gS^2}{2v_0^2}\right)} = \frac{v_0^2}{gS}$$

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

С учётом $H_{max} = H = 3{,}6$ м:

$$-H + \frac{v_0^2}{2g} = \frac{g}{2v_0^2}S^2 \Rightarrow \quad S = \sqrt{2v_0^2\frac{1}{g}\left(-H + \frac{v_0^2}{2g}\right)}$$

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

1 [V] 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

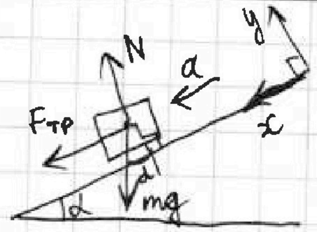
$$S=\sqrt{2\cdot 200\frac{1}{10}\left(-3{,}6+\frac{200}{20}\right)}\,м=\sqrt{40\,(10-3{,}6)}\,м=\sqrt{40\cdot 6{,}4}\,м$$

$$=\sqrt{4\cdot 64}\,м=2\cdot 8\,м=16\,м$$

Ответ: 1) $v_0=\sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}}=10\sqrt{2}\,\frac{м}{с}\approx 1{,}4\,\frac{м}{с}$

2) $S=\sqrt{\frac{2v_0^2}{g}\left(\frac{v_0^2}{2g}-H\right)}=16\,м$

Задача 2.



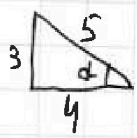
1) в 1-м опыте $\vec{F}_{тр}$ – сила трен. – вниз по склону (против отн. скор.)

ур-е коробки: $ox: F_{тр} + mg\sin\alpha = ma$; $oy: N = mg\cos\alpha$ — II з-н Ньют. на оси

$F_{тр} = \mu N$ (по з-ну Кул.-Амонт.) есть проск.

$$\Rightarrow a = \frac{\mu N}{m} + g\sin\alpha = g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$$

$\sin\alpha = 0{,}6$



$\cos\alpha = 0{,}8$

Путь $S = v_0 T - \frac{aT^2}{2} = v_0 T - g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)\frac{T^2}{2} =$

$$= \left(6\cdot 1 - 10\cdot(0{,}5\cdot 0{,}8 + 0{,}6)\frac{1^2}{2}\right)м = \left(6 - (4+6)\frac{1}{2}\right)м = 1м$$

коробка остановится через $t_0 = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)} = \frac{6}{10(0{,}5\cdot 0{,}8 + 0{,}6)} =$
$= 0{,}6с < T \Rightarrow$ вычисл. S – верный ответ

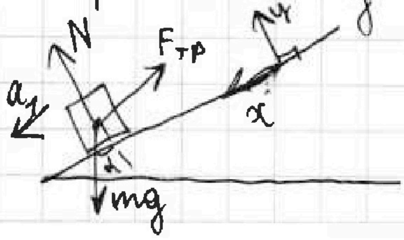
2) для второго опыта до достиж. коробкой скор. v всё так же
$\Rightarrow$ скор. кор. $v = v_0 - aT_1$

$$T_1 = \frac{v_0 - v}{a} = \frac{v_0 - v}{g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)} = \frac{6-1}{10(0{,}5\cdot 0{,}8 + 0{,}6)} = \frac{5}{4+6}с = 0{,}5с$$

3) Путь шайбы L_1 до достиж. скор $v = 1\frac{м}{с}$:

$$L_1 = v_0 T_1 - \frac{aT_1^2}{2} = \frac{v_0^2 - v^2}{2a} = \frac{v_0^2 - v^2}{2g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)}$$

далее скор. шайбы становится меньше скор ленты v и относит. скор. направлена вниз по склону $\Rightarrow$ сила трения вверх по склону и $F_{тр} = \mu N$, т.к. есть проскальз.



II з-н Ньют. для шайбы

ox: $ma_1 = mg\sin\alpha - F_{тр}$

oy: $N = mg\cos\alpha$

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

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

Путь вверх по склону от мом. врем., когда скор. равна v до мом. достижения нулевой скор. L_2:

$$L_2 = \frac{v^2}{2a_1} = \frac{v^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$$

полное перемещ. кор-ки: $L = L_1 + L_2 = \frac{v_0^2 - v^2}{2g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)} + \frac{v^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$

$$L = \frac{6^2 - 1^2}{2\cdot 10(0{,}5\cdot 0{,}8 + 0{,}6)} + \frac{1^2}{2\cdot 10(0{,}6 - 0{,}5\cdot 0{,}8)} = \left(\frac{35}{2\cdot 10} + \frac{1}{2\cdot 2}\right)\text{м} =$$

$$= (1{,}75 + 0{,}25)\,\text{м} = 2\,\text{м}$$

Ответ: 1) $S = v_0 T - g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)\frac{T^2}{2} = 1\,\text{м}$

2) $T_1 = \frac{v_0 - v}{g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)} = 0{,}5\,\text{с}$

3) $L = \frac{v_0^2 - v^2}{2g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)} + \frac{v^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} = 2\,\text{м}$

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!

Задача 3.

1) санки всё время движ. по горизонтали, проекц. силы F на горизонт в 1-м случ. равна $F_1 = F\cos\alpha$, во 2-м $F_2 = F$

① случ.: работа силы F по перемещ. $A_F = \sum F_1 \Delta l = F_1 \sum \Delta l = F_1 L = F\cos\alpha L$, L – полн. перемещ. санок

oz: $N + F\sin\alpha = mg$

$N = mg - F\sin\alpha$

з-н Кул.-Амонт.: $F_{тр} = \mu N = \mu(mg - F\sin\alpha)$

работа силы трен. $F_{тр} = \sum F_{тр}\Delta l = F_{тр}\sum \Delta l = F_{тр} L = \mu(mg - F\sin\alpha)L$

$A_F - A_{тр} = K$

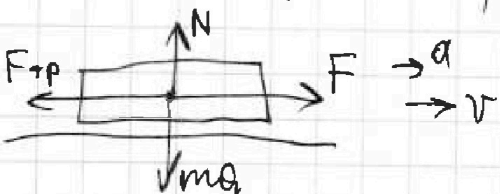
изменен. энергии санок равно K:

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

$$L = \frac{K}{F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)}$$

силы $\vec N$ и $m\vec g$ работы не соверш., т.к. перпендик. перемещ. в кажд. мом. врем.

② случ.: работа силы F по перемещ.: $A'_F = \sum F_2 \Delta l = F_2 \sum \Delta l = F_2 L = FL$, L – то же самое перемещ., что и в 1 случ. (по услов.)



$F_{тр} = \mu N$

oz: $N = mg \Rightarrow F_{тр} = \mu mg$

работа силы трен.: $F_{тр} L = \mu mgL = A'_{тр}$

$A'_F - A'_{тр} = K$

$FL - \mu mgL = K \Rightarrow L = \dfrac{K}{F - \mu mg}$

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!

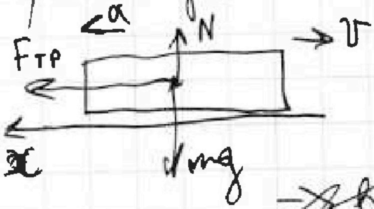
$$\Rightarrow F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha) = F - \mu mg$$

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

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

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

2) после достиж. K сила F не действ.



Oz: $N = mg$ (движ. прямолин.)

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg$$

~~$\Rightarrow$ В конце движ. кин. энергия~~

~~Oz:~~

II з-н Ньют. Ox: $ma = F_{тр} = \mu mg$

$$a = \mu g$$

нач. скор. $K = \frac{m v_0^2}{2}$, $v_0^2 = \frac{2K}{m}$

путь $S = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{2K}{m \cdot 2\mu g} = \frac{K}{\mu m g}$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha}$; 2) $S = \frac{K}{\mu m g}$.

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

Задача 4.

1) по условию: $\nu = 1$ (моль), степ. своб. газа $i = 3$ (одноат.)

площ. под графиком $C(T)$ пропорц. получ. телом теплу

$\delta Q = C\Delta T\nu \quad \Sigma\delta Q = \Sigma C\Delta T\nu = \Sigma C\Delta t$, т.к. $\nu = 1$

участок 3-1: темп. уменьш. => тепло забирается

$Q_{31} = C_{31}\Delta T_{3-1} = 2R(4T_1 - T_1) = 6RT_1$

измен. внутр. эн-ии газа $\Delta U_{3-1} = \frac{i}{2}\nu R\Delta T_{31} = \frac{3}{2}R(T_1 - 4T_1) =$
$= -4{,}5RT_1$

1-е начало термодин.:

$Q_{3-1} = \Delta U_{31} - A_{3-1} => -6RT_1 = 4{,}5RT_1 + A_{31}$

$A_{31} = 1{,}5RT_1$

$A_{31} = 1{,}5 \cdot 8{,}31 \cdot 200$ Дж $= 831 \cdot 3$ Дж $= 2493$ Дж

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ 3 \\ \hline 2493 \end{array}$$

~~2) ур-ние Клайп.-Менд.:~~ $\cancel{p_1V_1 = \nu RT_1 = RT_1}$

2) получ. и отриц. тепло (с уч. знака) обозн. Q_+ и Q_-

$\eta = \frac{Q_+ + Q_-}{Q_+} = 1 + \frac{Q_-}{Q_+}$ теплота получ. только на участке 1-2

$Q_+ = Q_{1-2} = C_{1-2}(8T_1 - T_1) = 1{,}5R \cdot 7T_1 = 10{,}5RT_1$

$Q_- = C_{3-1}(T_1 - 4T_1) + C_{2-3}(4T_1 - 8T_1) = -2R \cdot 3T_1 - 0{,}5R \cdot 4T_1 =$
$= -8RT_1$

$\eta = 1 + \frac{Q_-}{Q_+} = 1 - \frac{8RT_1}{10{,}5RT_1} = 1 - \frac{80}{105} = \frac{25}{105} = \frac{5}{21} \approx 0{,}23$
(23 %)

$$\begin{array}{r|l} 5 & 21 \\ \cline{2-2} -0 & 0{,}23\ldots \\ \hline 50 & \\ -42 & \\ \hline 80 & \\ -63 & \\ \hline 17 & \end{array}$$

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!

3) ~~по~~ ур-ние Клайп.-Менд. $p_1V_1 = \nu RT_1 = RT_1$

$p_2V_2 = RT_2 = R\cdot 8T_1 = 8RT_1$ $\quad p_3V_3 = RT_3 = 4RT_1$

для кажд. из уч. зав. $Q(T)$ — линейн.

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

$\Delta T = \frac{p\Delta V + V\Delta p}{R}$

$\delta Q = \frac{3}{2}(pdV + Vdp) + pdV$

теплоёмк. $C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{\delta Q}{pdV + Vdp} R = \frac{3}{2}R + \frac{1}{1+\frac{Vdp}{pdV}} R$

$C = \frac{3}{2}R = 1{,}5R$ при ~~$\frac{dp}{dV} \to \infty$~~, т.е. $\frac{dp}{dV} \to \infty$, т.е. при $V = const$

$\Rightarrow$ т.к. в проц. 1-2 $C_{12} = \frac{3}{2}R$:

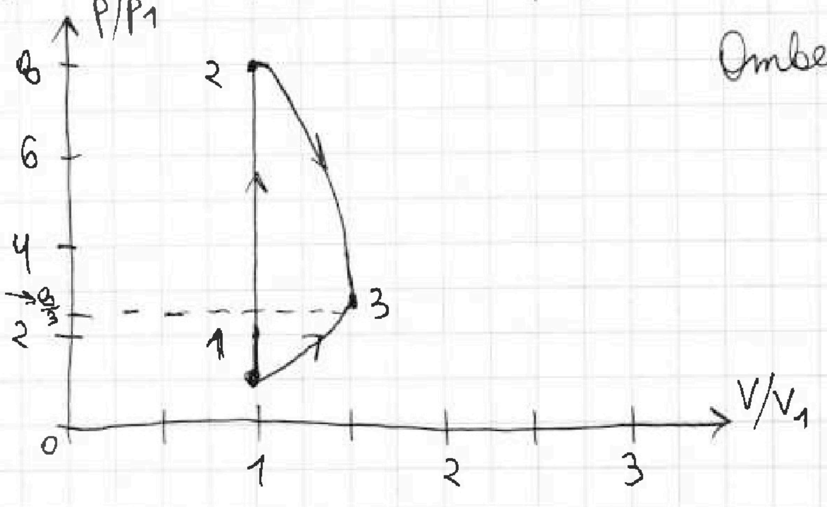
$V_1 = V_2$, $p_2 = \frac{8RT_1}{V_1} = 8p_1$ проц. 1-2 протек. с $V = const$

~~в кажд. проц. c = const~~ $\cancel{\Rightarrow \delta Q = CdT = \frac{3}{2}(pdV+Vdp) + pdV}$

$\cancel{\frac{C}{R}(pdV+Vdp) = \frac{3}{2}(pdV+Vdp) + pdV}$

$\cancel{\left(\frac{C}{R} - \frac{3}{2}\right)\left(1 + \frac{Vdp}{pdV}\right) = 1}$

~~за малое время dt в проц.~~



Ответ: 1) $A_{31} = +1{,}5RT_1$

2) $\eta \approx 0{,}23$

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!

$C\Delta T = \frac{3}{2}R\Delta T + p\Delta V$: малое измен. темп. газа, 1-е нач. терм.

$$\left(C - \frac{3}{2}R\right)\Delta T = \frac{RT}{V}\Delta V$$

$$\left(C - \frac{3}{2}R\right)\frac{\Delta T}{T} = R\frac{\Delta V}{V}$$

$$\left(\frac{C}{R} - \frac{3}{2}\right)\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta V}{V}$$

$\Leftrightarrow$ в проц. с ~~мн.~~ $C = const$

$$\left(\frac{C}{R} - \frac{3}{2}\right)\varepsilon_T = \varepsilon_V$$

относительн. измен. темпер. и объёма связаны линейно

для проц. 2-3: $\left(\frac{0,5R}{R} - \frac{3}{2}\right)\varepsilon_T = \varepsilon_V$

$$\varepsilon_V = -\varepsilon_T = -\frac{4T_1 - 8T_1}{8T_1} = 0,5$$

$$\frac{V_3 - V_2}{V_2} = 0,5 \Rightarrow V_3 = \frac{3}{2}V_2 = \frac{3}{2}V_1$$

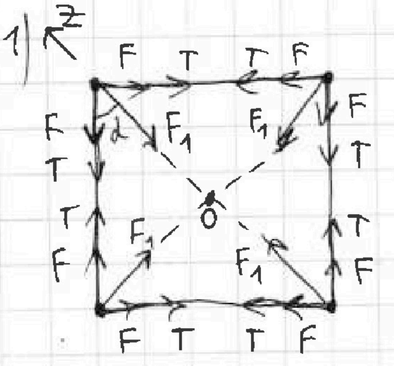
$$\Rightarrow p_3 = \frac{4RT_1}{\frac{3}{2}V_1} = \frac{4p_1V_1}{\frac{3}{2}V_1} = \frac{8}{3}p_1$$

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!

Задача 5.

1) 

з-н Кул. $F = k\frac{q^2}{\cancel{4}a^2}$ $F_1 = k\frac{q^2}{(a\sqrt{2})^2} = k\frac{q^2}{2a^2}$

$F_1 = \frac{F}{2}$

~~т.к. все нити нерастяж., шарики в этот мом. имеют все нормальное ускор. a_n, направл. к центру квадрата~~

$\alpha = 45°$

~~$ma_n = 2F\cos\alpha + 2T\cos\alpha + \frac{F}{2} = F\left(\sqrt{2}+\frac{1}{2}\right) + \sqrt{2}T$~~

чтобы шарики наход. в равнов., сила $\vec{F_1}$ должна быть направ. в противопол. стор (шарики по диагонали отталкиваются)

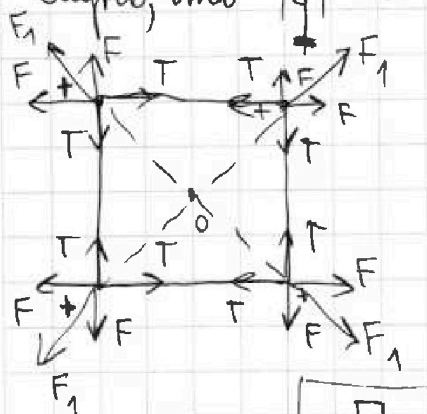
равнов. Oz: $F_1 = 2\cos\alpha(F+T)$

$\frac{F}{4\cos\alpha} = F+T$, $\frac{F}{4\frac{\sqrt{2}}{2}} = F+T$, $F\left(\frac{\sqrt{2}}{4}-1\right) = T$

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{\cancel{4}a^2}\left(\frac{\sqrt{2}}{4}-1\right) = T$

$|q| = \sqrt{\frac{4\pi\varepsilon_0 a^2 T}{\frac{\sqrt{2}}{4}-1}} = 4a\sqrt{\frac{\pi\varepsilon_0 T}{\sqrt{2}-4}}$

видно, что $|q|^2 < 0$ => противореч., все шары одноимённо заряжены и отталкиваются



$F_1 + 2F\cos\alpha = 2T\cos\alpha$: равнов.

$F\left(\frac{1}{2}+\sqrt{2}\right) = T\sqrt{2}$

$F = \frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}T = k\frac{q^2}{a^2}$ | $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

$q = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}4\pi\varepsilon_0 T a^2} = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}\pi\varepsilon_0 T}\cdot 2a$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

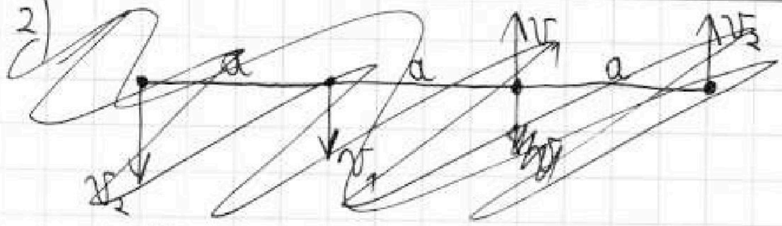
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

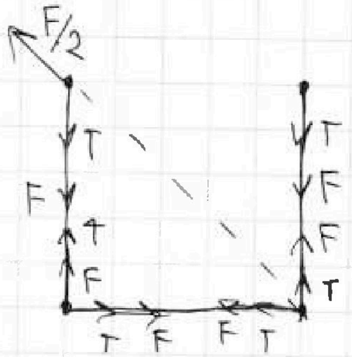
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

2)



2)



ускор.