



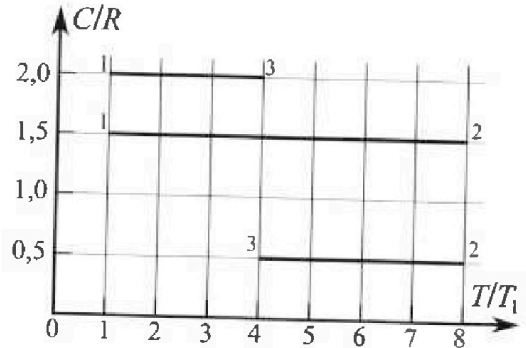
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



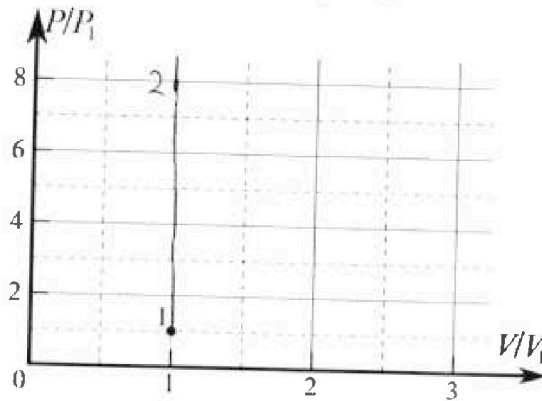
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

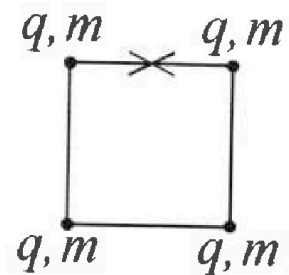
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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.

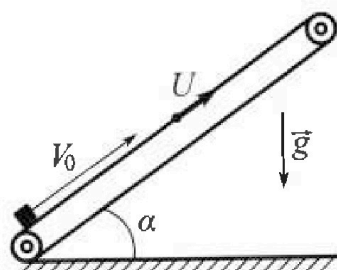
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного 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.).

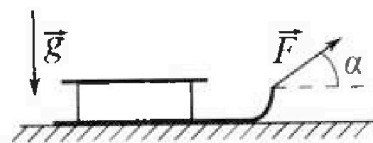
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

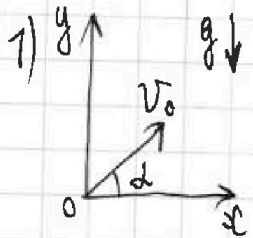
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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. Печать QR-кода недопустима!

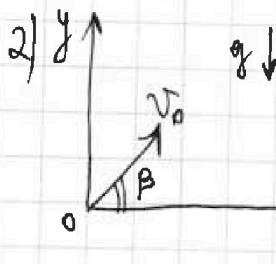
### Задача 1.



$v_x = v_0 \cos \alpha$     $t$  - время полёта    $v_0$  - нач. скор.

$$\begin{cases} L = v_0 \cos \alpha t \\ 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \\ L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \end{cases}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



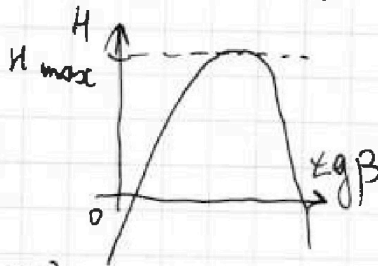
$t_1$  - время полёта до стенки,  $v_0$  - нач. скор.

$$\begin{cases} S = v_0 \cos \beta t_1 & : 0x \\ v_0 \sin \beta t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = H & : 0y \end{cases}$$

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

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

$$H = S \tan \beta - \frac{g S^2}{2v_0^2} - \frac{g S^2}{2v_0^2} \tan^2 \beta$$



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

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

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

с учётом  $H_{\max} = H = 3,6 \text{ м}$ :

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$S = \sqrt{2 \cdot 200 \frac{1}{10} \left( 3,6 + \frac{200}{20} \right)} \text{ м} = \sqrt{40 \left( 10 - 3,6 \right)} \text{ м} = \sqrt{40 \cdot 6,4} \text{ м}$$
$$= \sqrt{4 \cdot 64} \text{ м} = 2 \cdot 8 \text{ м} = 16 \text{ м}$$

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

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

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

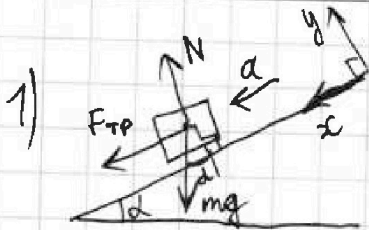


1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

### Задача 2.



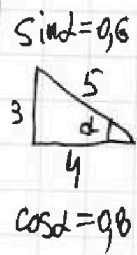
1) в 1-м опыте  $\vec{F}_{TP}$  - сила трения - вниз по склону (против см. скор.)

ускор. коробки:  $ox: F_{TP} + mg \sin \alpha = ma$  II з-н Ньютона на оси

$F_{TP} = \mu N$  (по з-ну Кул.-Томсона.)  
если приск.

$oy: N = mg \cos \alpha$

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



Пусть  $S = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = v_0 T - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \frac{T^2}{2} =$   
 $= (6 \cdot 1 - 10 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) \frac{1^2}{2}) \text{ м} = (6 - (4 + 6) \frac{1}{2}) \text{ м} = 1 \text{ м}$

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

2) для второго опыта допустим, скоростью  $v$  все так же

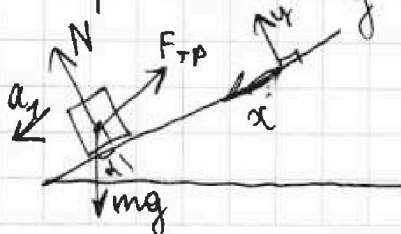
$\Rightarrow$  скор. кор.  $v = v_0 - a T_1$

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

3) Пусть шайбы  $L_1$  допустим, скор  $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

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

на этом скор. шайбы становится меньше скор лент  $v$  и относит. скор. направлена вниз по склону  $\Rightarrow$  сила трения вверх по склону и  $F_{TP} = \mu N$ , т.к. есть прискальз.



II з-н Ньютона для шайбы

$ox: ma_1 = mg \sin \alpha - F_{TP}$

$oy: N = mg \cos \alpha$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

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

Путь вверх по склону от мин. скорости, когда скорость равна  $v_0$  до мин. достижения нулевой скор.  $L_2$ :

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

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

$$L = \frac{35^2 - 1^2}{2 \cdot 10 (0,5 \cdot 0,6 + 0,6)} + \frac{1^2}{2 \cdot 10 (0,6 - 0,5 \cdot 0,6)} = \left( \frac{35}{2 \cdot 10} + \frac{1}{2 \cdot 2} \right) \mu =$$
$$= (1,75 + 0,25) \mu = 2 \mu$$

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

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

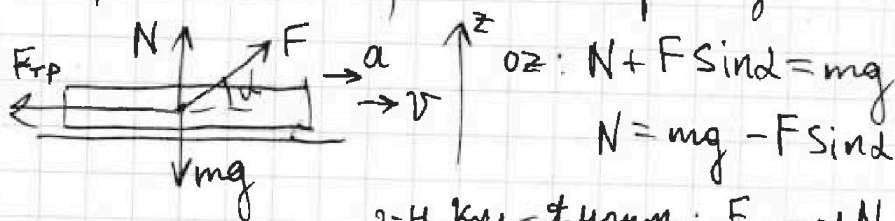
3)  $L = \frac{v_0^2 - v^2}{2g |\mu \cos \alpha + \sin \alpha|} + \frac{v^2}{2g |\sin \alpha - \mu \cos \alpha|} = 2 \mu$

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) считаем всё время движ. по горизонтальной, прележ. силе  $F$  на горизонт в 1-й сущ. равна  $F_1 = F \cos \alpha$ , во 2-й  $F_2 = F$

① сущ.: 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



о<sub>z</sub>:  $N + F \sin \alpha = mg$   
 $N = mg - F \sin \alpha$

з-й крп. - трением:  $F_{тр} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha)$

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

измен. энергии санок равно  $K$ :

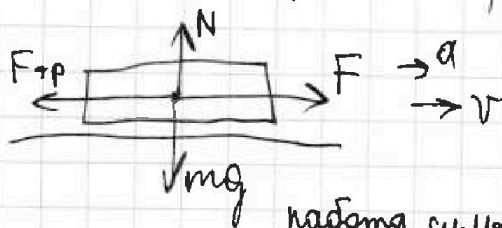
$F \cos \alpha L - \mu (mg - F \sin \alpha) L = K$

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

$A_F - A_{тр} = K$

силы  $N$  и  $mg$  работы не соверш., т.к. перпендику. перемещ. в кажд. мал. врем.

② сущ.: 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 сущ. (по услов.)



$F_{тр} = \mu N$

о<sub>z</sub>:  $N = mg \Rightarrow F_{тр} = \mu mg$

работа силы трен.:  $F_{тр} L = \mu mg L = A_{тр}'$

$A_F' - A_{тр}' = K$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

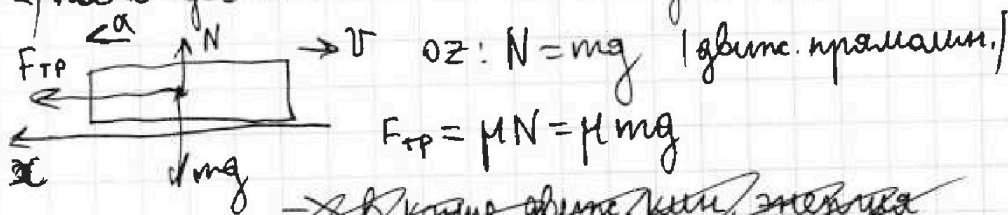
$$\Rightarrow F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) = F - \mu mg$$

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

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

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

2) после гошения к сила F не действует.



0x:

$$\text{II закон Ньютона. } 0x: ma = F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$\text{нач. скор. } k = \frac{mv_0^2}{2}, v_0^2 = \frac{2k}{m}$$

$$\text{пусть } S = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{2k}{m \cdot 2\mu g} = \frac{k}{\mu mg}$$

$$\text{Ответ: } 1) \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; \quad 2) S = \frac{k}{\mu mg}.$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

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.)

моль, под графиком  $C(T)$  пропорц. моль, телом телу

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

участок 3-1: темп. уменьш.  $\Rightarrow$  тепло забиралось

$$Q_{31} = C_{33} \Delta T_{3-1} = -2R(4T_1 - T_1) = -6RT_1$$

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

1-е начало термодин.:

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

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

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

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

2) ~~уравнение Клаузиуса - Менг.~~  $p_1 V_1 = \nu RT_1 = RT_1$

2) моль, и отпущ. тепло (с уч. знака) обозн.  $Q_+$  и  $Q_-$

$$\eta = \frac{Q_+ + Q_-}{Q_+} = 1 + \frac{Q_-}{Q_+} \quad \text{теплота моль, только на участке 1-2}$$

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

$$Q_- = C_{31} (T_1 - 4T_1) + C_{2-3} (4T_1 - 8T_1) = -2R \cdot 3T_1 - 0,5R \cdot 4T_1 = -8RT_1$$

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

$$\begin{array}{r} 5 \mid 21 \\ -0 \\ \hline 0,23 \dots \end{array}$$

$$-42$$

$$\begin{array}{r} 80 \\ 63 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$(23\%)$$

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!



3)  $\mu$  -  $\gamma$ -ные Клайм. - Менг  $p_1 V_1 = \nu R T_1 = R T_1$   
 $p_2 V_2 = R T_2 = R \cdot 8 T_1 = 8 R T_1$   $p_3 V_3 = R T_3 = 4 R T_1$

для кажд. из  $\gamma$ . зав.  $Q(T)$  - линейн.

$$\delta Q = \frac{3}{2} (p dV + V dp) + p dV$$

методом.  $C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{\delta Q}{p dV + V dp} R = \frac{3}{2} R + \frac{1}{1 + \frac{V dp}{p dV}} R$

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

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

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

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

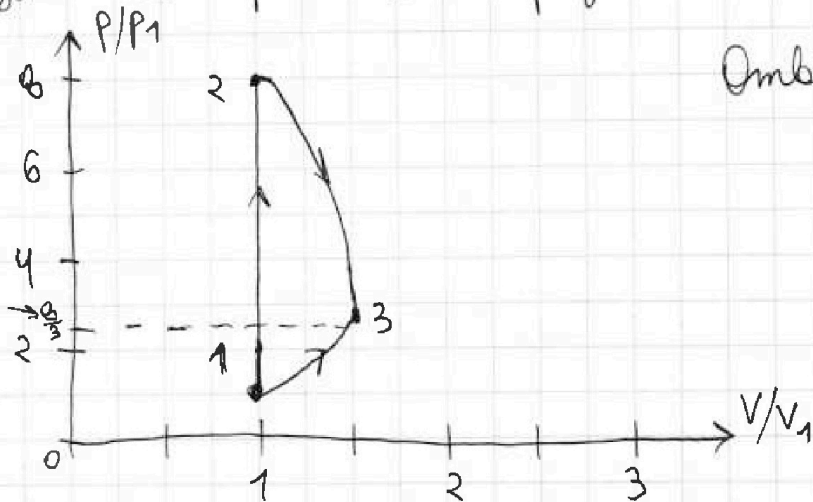
$V_1 = V_2$ ,  $p_2 = \frac{8 R T_1}{V_1} = 8 p_1$  проц. 1-2 процесс.  $C V = const$

~~в какажд. проц.  $C = const \Rightarrow \delta Q = C dT = \frac{3}{2} (p dV + V dp) + p dV$~~

~~$\frac{C}{R} (p dV + V dp) = \frac{3}{2} (p dV + V dp) + p dV$~~

~~$\left( \frac{C-3}{R} \right) \left( 1 + \frac{V dp}{p dV} \right) = 1$~~

~~за малое время dt в проц.~~



Ответ: 1)  $A_{31} = +1,5 R T_1$

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

МФТИ

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.

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

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

$$\left(\frac{C}{R} - \frac{3}{2}\right) \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta V}{V} \Leftrightarrow \text{в проц. с темп. } C = \text{const}$$

$$\left(\frac{C}{R} - \frac{3}{2}\right) \epsilon_T = \epsilon_V \quad \begin{array}{l} \text{относительн. измен. темпер. и} \\ \text{объёма связаны линейно} \end{array}$$

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

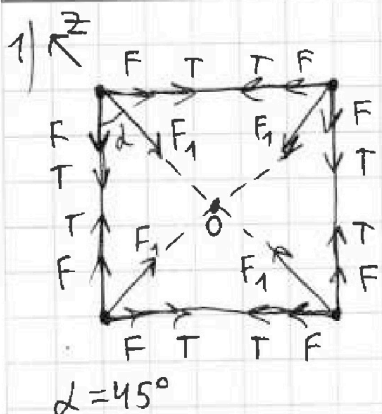
$$\epsilon_V = -\epsilon_T = -\frac{4T_1 - 8T_1}{8T_1} = 0,5$$

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

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

1  2  3  4  5  6  7

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



Задача 5.

3-й Кул.  $F = k \frac{q^2}{a^2}$   $F_1 = k \frac{q^2}{(a\sqrt{2})^2} = k \frac{q^2}{2a^2}$   
 $F_1 = \frac{F}{2}$

т.к. все шарики заряжены, шарики в этом мат. имеют все нормальные ускор.  $a_n$ , направл. к центру квадрата

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

чтобы шарики наход. в равнов., сила  $\vec{F}_1$  должна быть направл. в противополож. стор (шарики по диагонали отталкиваются)

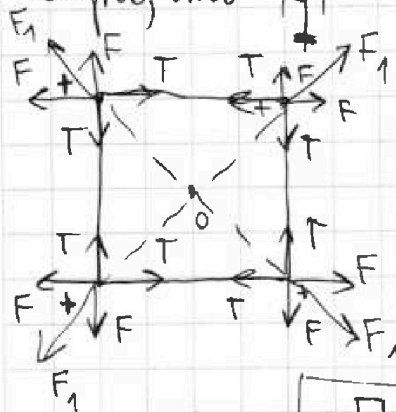
равнов.  $0 \geq F_1 = 2 \cos \alpha (F + T)$

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

$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{a^2} \left( \frac{\sqrt{2}}{4} - 1 \right) = T$

~~$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{a^2} \left( \frac{\sqrt{2}}{4} - 1 \right) = T$~~   $|q| = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 a^2 T}{\frac{\sqrt{2}}{4} - 1}} = 4a \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 T}{\sqrt{2} - 4}}$

видно, что  $|q|^2 < 0 \Rightarrow$  противореч., все шарики отрицательно заряжены и отталкиваются



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

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

$F = \frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}} T = k \frac{q^2}{a^2} \mid k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

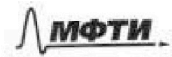
$q = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}} 4\pi\epsilon_0 T a^2} = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}} \pi\epsilon_0 T} \cdot 2a$



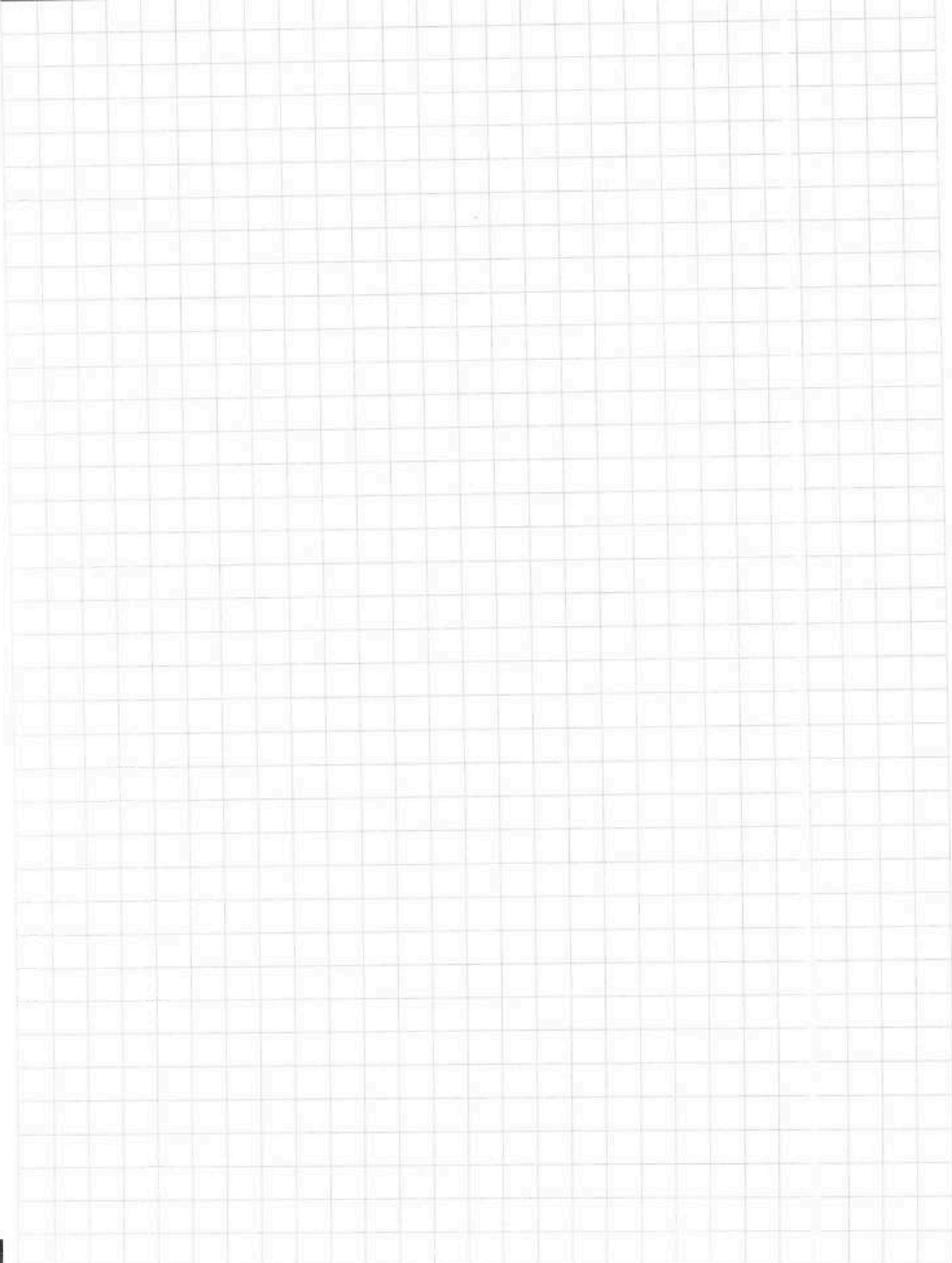
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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
<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!

