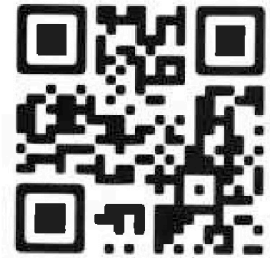




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

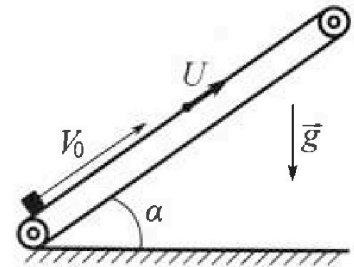
Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

$$20 \cdot 6 = 120 \quad 12 \cdot 3 = 36$$

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.).

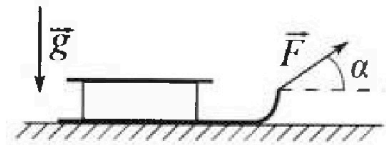
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.

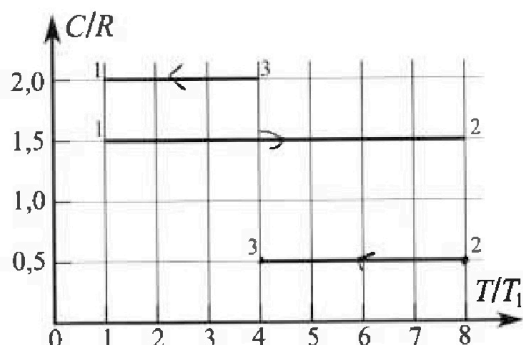
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



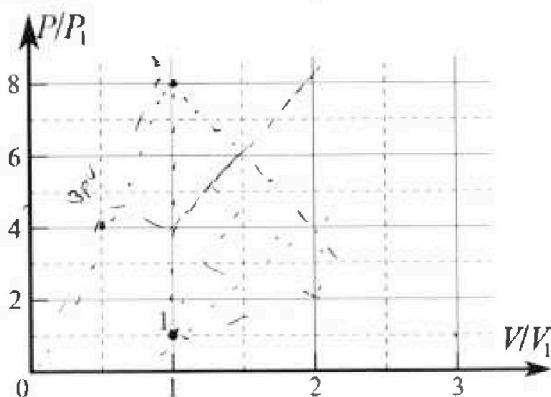
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

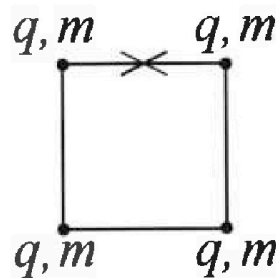
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

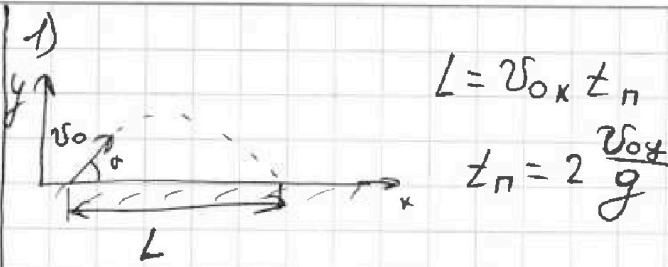
решение которой представлено на странице:

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. Порядок OR-кода недопустим!

Дано  
 $\alpha = 45^\circ$   
 $L = 20 \text{ м}$   
 $H = 36 \text{ м}$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



$$L = v_{0x} t_n$$

$$t_n = 2 \frac{v_{0y}}{g}$$

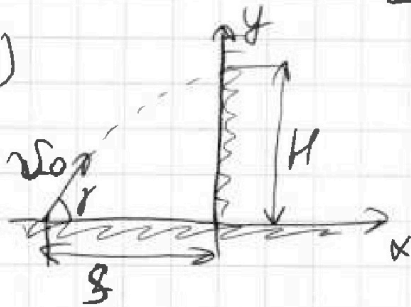
$v_0 = ? \text{ м/с}$

$$L = \frac{2 v_{0x} v_{0y}}{g} = \frac{2 v_0 \cos \alpha \cdot v_0 \sin \alpha}{g} =$$

$$= \frac{2 v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = L \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{L \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{\sin(2 \cdot 45)}} = \sqrt{200}$$

$$v_0 = 10\sqrt{2} \approx 14,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)



Уточнить H длина маятника, каково значение  
 $H_{\text{max}} = H$ , где  $H_{\text{max}} = \text{макс. высота в}$   
 крайнее положение маятника  
 $\gamma$  - угол между  $v_0$  и осью x.

$$H = v_{0y} t_n - \frac{g t_n^2}{2} \quad t_n = \frac{v_0 \sin \gamma}{g} \quad t_n - \text{время подъема}$$

$$H = \frac{v_0 \sin \gamma \cdot v_0 \sin \gamma}{g} - \frac{g \cdot v_0^2 \sin^2 \gamma}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \gamma}{2g} \Rightarrow$$

$$\sin \gamma = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 36}{200 \cdot 10}} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\cos \gamma = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma} = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

то S - половина длины параболы (L - длина параболы без учета)

$$S = v_0 \cos \gamma \cdot t_n = v_0 \cos \gamma \cdot v_0 \sin \gamma$$

$$S = \frac{v_0^2 \cos \gamma \sin \gamma}{g} = \frac{200 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{10} = 9,6 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = 14,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $S = 9,6 \text{ м}$

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 считаться черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!

Дано:

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

$$v_0 = 6 \frac{m}{c}$$

$$\mu = 0,5$$

$$F = 10$$

$$u = 1 \frac{m}{c}$$

$$v_1 = 1 \frac{m}{c}$$

$$S - ?$$

$$L_1 - ?$$

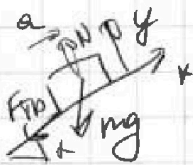
$$L - ?$$

1)

Криволинейное движение на  $L > L_{\text{пог}}$   $L_{\text{пог}}$  - время пологой

$$L_{\text{пог}} = \frac{\Delta v}{a} \quad \Delta v = v_0 - 0 = v_0 \quad (\text{т.к. тело на линии вращается})$$

2.3. Н. для коридки:



Ох:

$$ma = -mgs \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$ma = -mgs \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

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

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

$$a = -(10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8) = -(6 + 4) = -10 \frac{m}{c^2}$$

$$L_{\text{пог}} = \frac{v_0}{a} = \frac{6}{10} = 0,6$$

т.к.  $L_{\text{пог}} < L$ , то тело поднимется на макс высоту и начнет вращ (т.к.  $mgs \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha$ ).

$$S_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2a} \quad S_{\text{max}} - \text{расстояние до макс. точки}$$

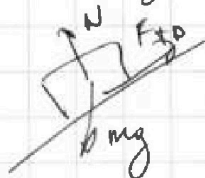
$$S_{\text{max}} = \frac{6^2}{2 \cdot 10} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ м}$$

$$S_1 = a_1 \left( \frac{t - t_{\text{пог}}}{2} \right)^2 \quad S_1 - \text{расстояние между началом и концем макс. точки}$$

$$S_1 = \frac{a_1 \cdot (1 - 0,6)^2}{2}$$

$$S_1 = \frac{2 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16 \text{ м}$$

$$S = S_{\text{max}} + S_1 = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$$



$$mgs \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$$

$$a = 10 \cdot 0,6 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 = 2 \frac{m}{c^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

2) т.к.  $v' = u$ , то отн. направление прямо направлено вверх.  
пряду в  $CD$ -контуре, тогда  $v_{отн} = v' - u = 0$   $\frac{u}{c}$

$$v_{отн} = v_0 - u = 6 - 5 \frac{u}{c}$$

$$a_3 = a = -10 \frac{u}{c^2}$$

$$T_2 = \frac{\Delta v}{a} = \frac{v_{отн} - v'_{отн}}{a} = \frac{5 - 0}{10} = \frac{5}{10} = 0,5 c$$

3) ~~в  $CD$ -контуре~~  $v_{отн} = v'' - u = 0 - 1 \frac{u}{c}$ , то  
смы

$$3) L = \frac{v_0^2 - 0^2}{2a} = \frac{36^2}{2 \cdot 10} = 1,8 \mu$$

Ответ:  $S = 1,96 \mu$ ;  $T_1 = 0,5 c$ ;  $L = 1,8 \mu$

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"/>

МФТИ

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

Дано:  $k, \alpha, g$   $l = l_1 = l_2$  (по условию)  $l_1, l_2$  (две нити)

$\mu - ?$   
 $S - ?$

3С):  
1)  $F \cdot \cos \alpha \cdot l = k + \mu(mg - F \sin \alpha) l$   
2)  $F l = k + \mu m g l$

$$\text{из (2)} \Rightarrow l = \frac{k + \mu m g l}{F - \mu m g} \quad \text{подставляем во второе}$$

$$\frac{F \cos \alpha \cdot k}{F - \mu m g} = k + \frac{\mu(mg - F \sin \alpha) \cdot k}{F - \mu m g} \quad | \cdot \frac{F - \mu m g}{k}$$

$$F \cos \alpha = F - \mu m g + \mu m g - F \sin \alpha \quad | \cdot \frac{1}{F}$$

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

2) где сила натяжения:

$$k = A_{\text{тр}} \quad A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S = \mu m g S$$

$$k = \mu m g S \Rightarrow S = \frac{k}{\mu m g} = \frac{k \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) m g}$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; S = \frac{k \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) m g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице!

1  2  3  4  5  6  7

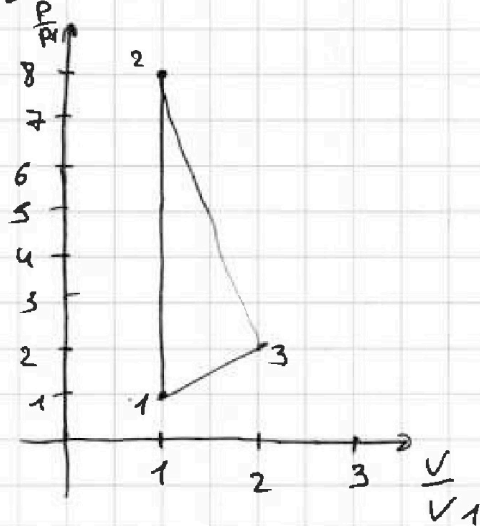


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!



$$\eta \approx 23,9\%$$

3)



$$c_{12} = 1,5R, \text{ так } \text{одноатомный}$$

$$C_V = \frac{i+2}{2}R = 1,5R \quad c_v - \text{меньше удельной } f_{\text{св}} \\ V = \text{const}$$

$$\text{т.к. } c_{12} = C_V \Rightarrow 1-2 - \text{изохора}$$

уравнение Клапейрона:

$$pV = \nu RT \quad p_1 V_1 = \nu RT_1 \quad (1) \\ p_2 V_1 = \nu RT_2 \quad (2)$$

$$(1):(2) \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{8T_1} \Rightarrow$$

$$p_2 = 8p_1$$

т.к.  $pC = \text{const}$ , то процесс - политропа  $\Rightarrow$   
 $pV^n = \text{const} \Rightarrow$

политропа процесс 2-3

$$dQ = dA + du$$

$$0,5R\nu dT = dA + \frac{3}{2}\nu R dT \Rightarrow dQ = c\nu dT \quad du = \frac{3}{2}\nu R dT \\ dA = p dV \quad \text{при } \Delta V \geq 0$$

$$dA = -p dV$$

$$dA = p dV \quad \square$$

процесс 3-1 политропа,  $\Rightarrow \frac{p}{V} = \text{const}$

$$p V_3 = 4p_1 V_1$$

$$\frac{p_3}{V_3}$$

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1}$$

$$p_3 = \frac{\nu RT_3}{V_3}$$

$$p_1 = \frac{\nu RT_1}{V_1}$$

$$\frac{\nu RT_1}{V_1^2} = \frac{\nu RT_3}{V_3^2}$$

$$\left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 = 4$$

$$\frac{V_3}{V_1} = 2$$

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!

Дано:  
 $T_1 = 200 \text{ K}$   
 $R = 8,31$   
 $\frac{C}{R} \left( \frac{T}{T_1} \right) = 5$   
 1)  $A_{31} = ?$   
 2)  $\eta = ?$   
 3)  $\frac{P}{P_1} \left( \frac{V}{V_1} \right) = ?$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta u_{31}$$

$$Q_{31} = c_{31} \Delta T_{31} \quad \Delta u_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_{31}$$

$$Q_{31} = c_{31} (T_1 - 4T_1) \quad \Delta u_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - 4T_1)$$

$$Q_{31} = -3c_{31} T_1 \quad \Delta u_{31} = \frac{9}{2} \nu R T_1$$

$$-6R \nu T_1 = A_{31} - \frac{9}{2} \nu R T_1 \quad \frac{c_{31}}{R} = 2 \text{ (у зап.)}$$

$$|A_{31}| = \left| \frac{9}{2} \nu R T_1 - 6 \nu R T_1 \right| = 1,5 \nu R T_1 = 1,5 \cdot 200 \cdot 1 \cdot 8,31$$

$$|A_{31}| = 300 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{нал} - Q_{отд}}{Q_{нал}}$$

$$Q_{отд} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = 1,5 \nu R (8T_1 - T_1) + 0,5 \nu R (8T_1 - 4T_1) + c_{31} \Delta T_{31}$$

$$Q_{отд} = 1,5 \nu R \cdot 7T_1 - 2 \nu R T_1 = 6 \nu R T_1 = 2,5 \nu R T_1$$

$$A_{отд} = A_{12} + A_{23} + A_{31} \quad \Delta u = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$A_{12} = Q_{12} + \Delta u_{12} = 10,5 \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R \cdot 7T_1 = 21 \nu R T_1$$

$$A_{23} = Q_{23} + \Delta u_{23} = -2 \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R (8T_1 - 4T_1) = -8 \nu R T_1$$

$$A_{31} = Q_{31} + \Delta u_{31} = -6 \nu R T_1 + \frac{9}{2} \nu R T_1 = -1,5 \nu R T_1$$

$$A_0 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 21 \nu R T_1 - 8 \nu R T_1 - 1,5 \nu R T_1 = 11,5 \nu R T_1$$

$$Q_{нал} = Q_{12} = c_{12} \Delta T = 1,5 \nu R \cdot (8T_1 - T_1) = 10,5 \nu R T_1$$

$$Q_{отд} = |Q_{23}| + |Q_{31}| = 0,5 \nu R (8T_1 - 4T_1) + 2 \nu R (4T_1 - T_1) = 2 \nu R T_1 + 6 \nu R T_1$$

$$= 8 \nu R T_1 \quad \eta = \frac{Q_{нал} - Q_{отд}}{Q_{нал}} = \frac{10,5 \nu R T_1 - 8 \nu R T_1}{10,5 \nu R T_1} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{5}{21}$$



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!

$$\varphi_{12}' = \frac{kq}{3a} \quad \varphi_{33}' = \frac{kq}{2a} \quad \varphi_{42} = \frac{kq}{a}$$

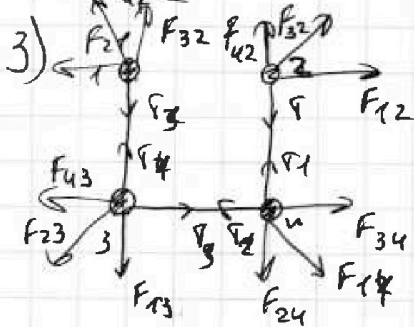
$$\varphi_2' = \frac{kq}{3a} + \frac{kq}{2a} + \frac{kq}{a} = \frac{2kq}{6a} + \frac{3kq}{6a} + \frac{6kq}{6a} = \frac{11kq}{6a}$$

$$W_1 = W_2 + K$$

$$K = W_1 - W_2 = q(\varphi_2 - \varphi_2') = \left( \frac{kq(2\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}a} - \frac{11kq}{6a} \right) q$$

$$K = \frac{kq^2}{a} \left( \frac{(2\sqrt{2}+1) \cdot 6\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} - \frac{11}{\sqrt{2}} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left( \frac{12\sqrt{2} + 6 - 11\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} \right) =$$

$$K = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left( \frac{\sqrt{2} + 6}{6\sqrt{2}} \right) = \frac{4\pi\epsilon_0 T a^2}{(\sqrt{2} + 4) 4\pi\epsilon_0 a} \left( \frac{\sqrt{2} + 6}{6\sqrt{2}} \right) = \frac{4aT(\sqrt{2} + 6)}{\sqrt{2} + 4} \left( \frac{1}{6\sqrt{2}} \right)$$



рассмотрим силу

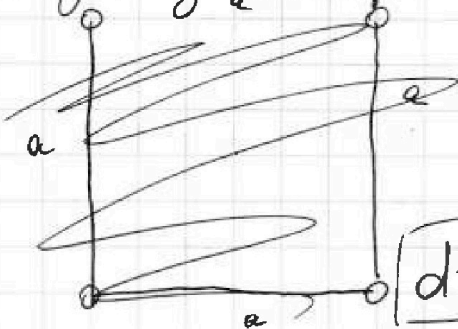
м.к. Кулона. Силы попарно равны, а кубы не равны

$$\begin{aligned} |F_{21}| &= |F_{12}| & |T| &= |T_1| \\ |F_{41}| &= |F_{14}| & |T_2| &= |T_3| \\ |F_{32}| &= |F_{23}| & |T_4| &= |T_5| \\ |F_{34}| &= |F_{43}| \\ |F_{14}| &= |F_{41}| \\ |F_{24}| &= |F_{42}| \\ |F_{31}| &= |F_{13}| \end{aligned}$$

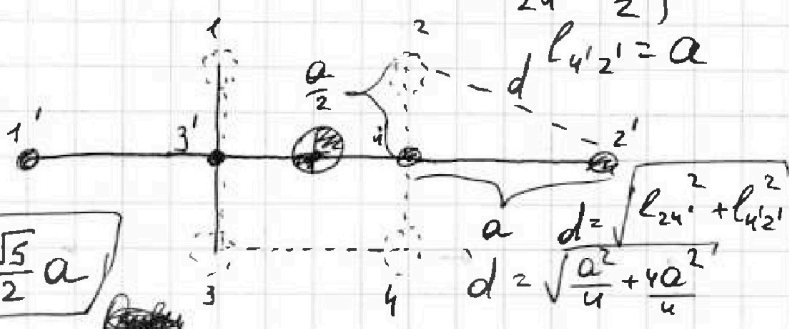
но есть все силы внутри замкнутой м.к.м.

$F_{\text{внут}} = M_e a_e$ , м.к.  $F_{\text{внут}} = 0$   
 $M_e \neq 0$

$a_e = 0$ , но есть  $U_e$  м. системы находится в одной точке всегда  $U_e$  равенство!



$$d = \frac{\sqrt{5}}{2} a$$



$$l_{24}' = \frac{a}{2}$$

$$l_{42}' = a$$

$$d = \sqrt{l_{24}'^2 + l_{42}'^2}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

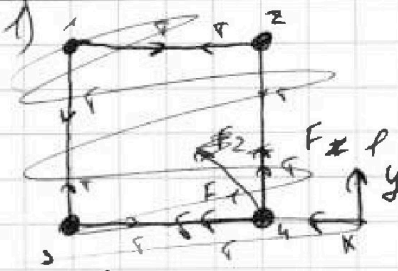
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$a, T, \epsilon_0$   
 $q = ?$   
 $d = ?$

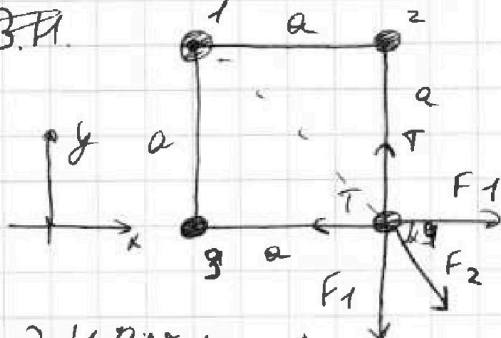


рассмотрим шар 4 (правый нижний)  
 от контакта ( $a=0$ )

$F_1$  - кулон. сила взаимог. шара 2 и 4; 4 и 3

$F_2$  - кулон. сила взаимог. шаров (1 и 4)

2.3.11.



2.3.11. для 4 шаров

ОК:  $F_2 \cos \alpha + F_1 - T = 0$      $\alpha = 45$  (1234 - квадрат, 14 - его диаг.)

$F_2 = \frac{kq^2}{2a^2}$      $F_1 = \frac{kq^2}{a^2}$      $k = \frac{T}{4\pi\epsilon_0}$

$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2a^2} \cdot \cos \alpha + \frac{kq^2}{a^2} - T = 0$

$\frac{q^2 (\cos \alpha + 2)}{8\pi\epsilon_0 a^2} = T \Rightarrow q = \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 a^2 T}{\cos \alpha + 2}} = \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 T}{\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{2 \cdot 2}{2}}} a =$

$\sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 T}{\sqrt{2} + 4}} 4a$

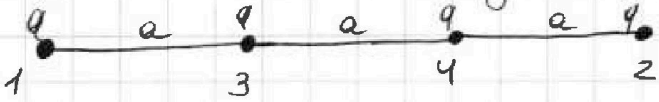
2) 3CЭ для 2: шара 2:

$W_1 = W_2 + k$      $W_1 = q\phi_2$      $\phi_2$  - потенциал шара 2 в центре

$\phi_2 = \phi_{12} + \phi_{32} + \phi_{42}$      $\phi_{12} = \frac{kq}{a}$      $\phi_{32} = \frac{kq}{\sqrt{2}a}$      $\phi_{42} = \frac{kq}{a}$

$\phi_2 = \frac{kq}{a} + \frac{kq}{\sqrt{2}a} + \frac{kq}{a} = \frac{kq}{\sqrt{2}a} (\sqrt{2} + 1 + \sqrt{2}) = \frac{kq(2\sqrt{2} + 1)}{\sqrt{2}a}$

$W_2 = q\phi_2'$      $\phi_2'$  - потенциал в центре шара 2 от остальных шаров



$\phi_2' = \phi_{12}' + \phi_{32}' + \phi_{42}'$

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. Понятно QR-кода нет.

Дано:  
 $K, \alpha, g$   
 $\mu \rightarrow 0.5$

Закон Ома:  
 $K_0 + A_{TPO}$

Черновик

$$K = A_{TP} \frac{\mu u_0^2}{2}$$

$$K = F_{TP} \cdot L$$

$$K = mg \cdot L \cdot \mu$$

$$F \cdot l = \frac{\mu u_0^2}{2} + \mu mg l$$

$$C \Delta T = A + Au$$

$$\frac{1+2}{2}$$

$$l = 2a$$

$$2 \Delta T = A + \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$\neq$$

$$l = \frac{\mu u_0^2}{2 \mu g}$$

$$3 \Delta T = A + \frac{3}{2} R \cdot 3 \Delta T$$

$$\frac{1}{2} = 1.5$$

$$l = 2a$$

$$\frac{1+2}{2}$$

$$\begin{matrix} \text{MIN} \\ \text{MIN} \end{matrix} \quad \frac{1}{2}$$

$$F = ma - \mu gm$$

$$l \left( \frac{K}{\mu g} - K = \mu g l m \right)$$

$$C = \frac{3}{2} R$$

$$mal - \mu gm = \frac{\mu u_0^2}{2} + \mu g l$$

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

$$F l = K + \mu mg l$$

$$1 - \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sin \alpha$$

$$K(1 - \cos \alpha) = K \sin \alpha$$

$$K - 2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha = K - \sin^2 \alpha$$

$$\frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = 2$$

$$1 - \sin \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$2 \sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha = 0$$

$$K \cos \alpha l = K + \mu mg l - \mu F \sin \alpha l$$

$$\sin \alpha = 0$$

$$F l = K + \mu mg l$$

$$2 - 2 \sin \alpha = 0$$

$$F \cos \alpha = K + \mu F \sin \alpha$$

$$\sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}$$

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

$$F l = K + \mu mg l$$

7

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





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

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

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$N = \text{const}$$

Черновик

$$\left. \begin{aligned} F \cos \alpha &= K + \mu mg - F \sin \alpha \\ F l &= K + \mu mg l \end{aligned} \right\}$$

$$l = \frac{K}{F - \mu mg}$$

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

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

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

$$K \cos \alpha = K - \mu \sin \alpha K$$

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

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

$$\frac{102 \cdot \frac{K^2}{c^2} \cdot l}{22 \frac{m}{c^2}}$$

$$\frac{K^2 m^2}{2^2 K^2 m^2}$$

$$\frac{2}{5} P \Delta V$$

$$a = \frac{u_0}{a}$$

$$1,8$$

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

$$a = 10 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8$$

$$a = 6 + 4 = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$\frac{u_0^2}{2a}$$

$$\frac{18}{20}$$

$$\frac{a t^2}{2}$$

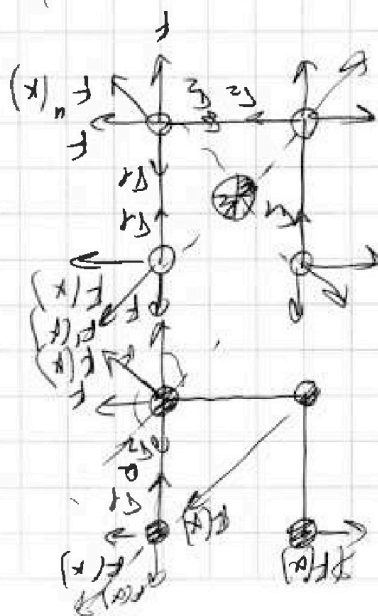
$$2 \cdot 0,4^2 = 0,36$$

$$A = 2 P \Delta V - \frac{2}{5} P \Delta V = 0,5 P \Delta V = 0,5 \cdot 2,34 \cdot 3 \cdot 200$$

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

$$A = C P \Delta V - \frac{2}{5} P \Delta V$$

$$C P \Delta V = A + \frac{2}{5} P \Delta V$$





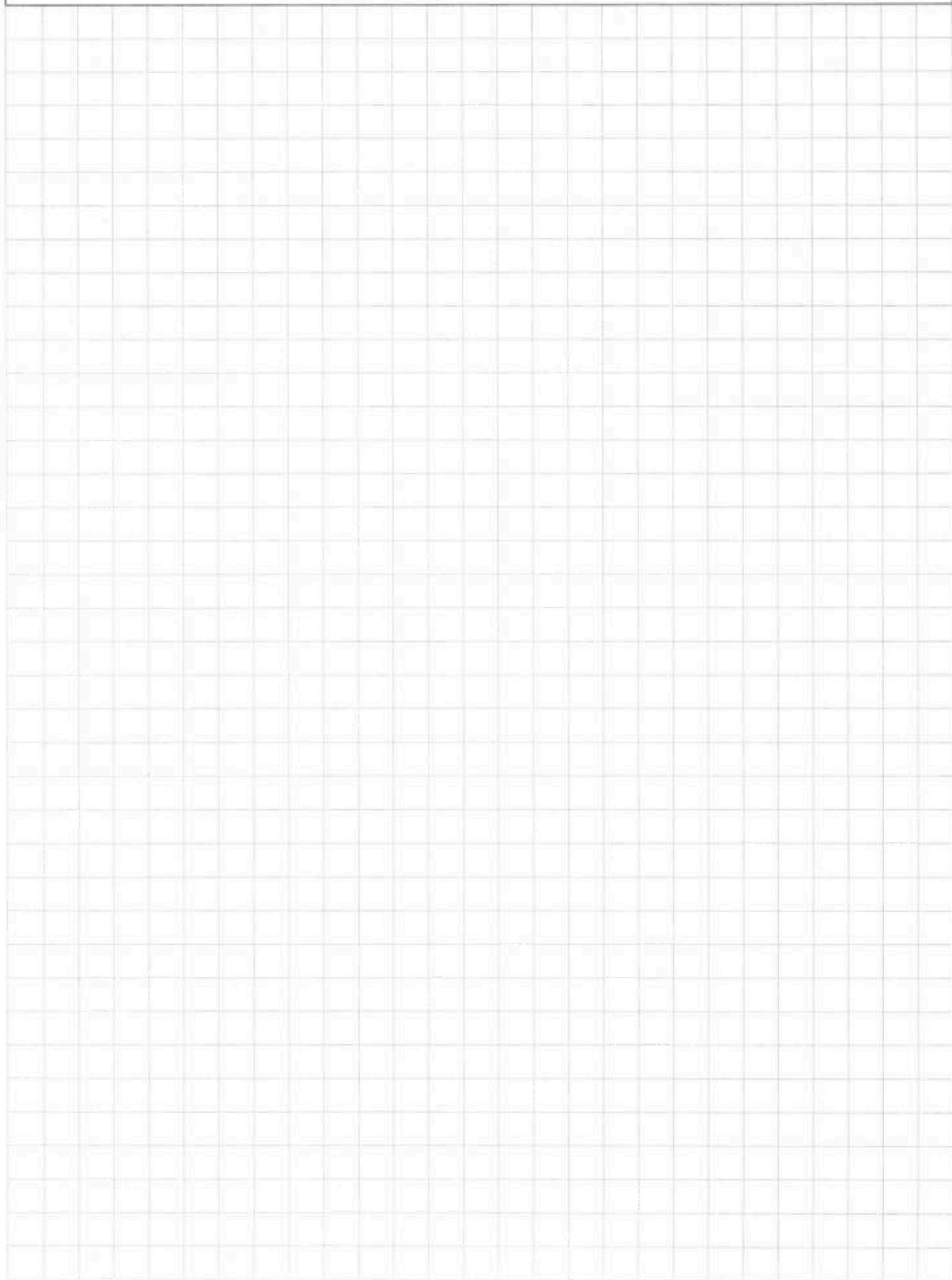
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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



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

Дано:

$T_1 = 200\text{K}$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$\frac{C_p(T_1)}{R(T_1)}$

1)  $A_{31} \rightarrow ?$

2)  $\frac{P}{P_1} \left( \frac{V}{V_1} \right) = ?$

1)  $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$   $pV^n = \text{const}$

$Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31}$   $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31}$   $P = \frac{\alpha}{V^n}$

$2 \nu R \nu (T_1 - 4T_1) = A_{31} + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - 4T_1)$

$-6 \nu R \nu T_1 = A_{31} - \frac{9}{2} \nu R T_1$

$A_{31} = \frac{9}{2} \nu R T_1 - 6 \nu R T_1 = -1,5 \nu R T_1$   $A = \int \frac{\alpha}{V^n} dV$

$|A_{31}| = 1,5 \nu R T_1$

$p dV = -R \nu dT$

$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$

$\frac{300}{300} = \frac{A}{1-n}$

$|A_{31}| = 1,5 \cdot 1,8,31 \cdot 200 = 300 \cdot 8,31$

$3 \cdot 31 = 93$

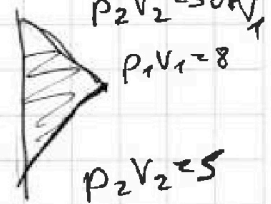
$2493 \approx 2500 \text{ Дж}$

2)  $Q_0 = P_1 V_1 - P_2 V_2 = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_1 - V_2) - Q_{\text{out}}$

$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$

$1,5 \nu R \nu \cdot 7T_1 - 0,5 \nu R \nu \cdot 4T_1 - 2 \nu R \nu \cdot 3T_1 =$

$10,5 \nu R T_1 - 2 \nu R T_1 - 6 \nu R T_1 = 2,5 \nu R T_1$

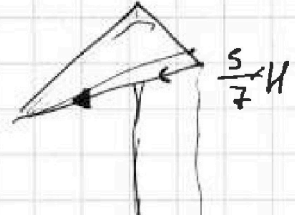
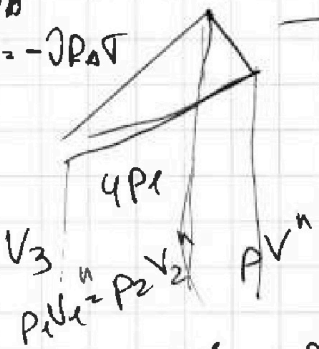


$A_{\text{max}} = 2Q$   
 $A_{\text{min}} = 2$

$A = -\nu R \Delta T$

$2,5 \nu R T_1 = \frac{1}{2} \cdot 7 \nu R T_1 \cdot H$

$P_1 V_1 - P_2 V_2 = \frac{5}{2} \nu R T_1$



$\frac{10}{42} 2,5 \nu R T_1$

$\frac{2,5}{10,5}$

$\frac{P_1 V_1^n}{V_1} = \frac{P_2 V_2^n}{V_2}$   
 $\nu R \Delta T = p dV = \frac{\alpha}{V^n} dV$

$\frac{500}{42} - \frac{30}{30} = \frac{170}{170} - \frac{168}{200}$

$\frac{P_2 + P_3}{2} (V_3 - V_2)$

$\frac{\alpha}{V^n} dV = -R \nu dT$   
 $V_1^{n-1} = 4 V_2^{n-1}$