



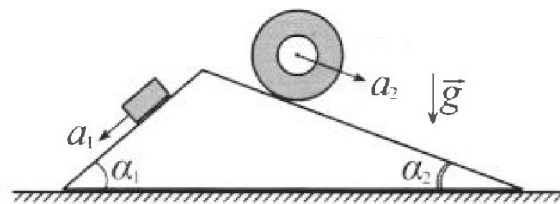
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

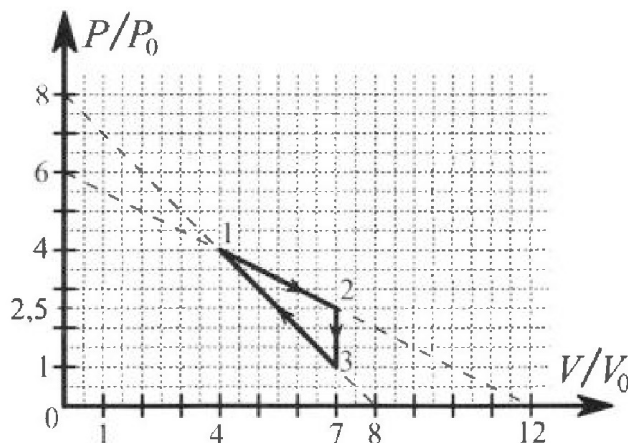


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

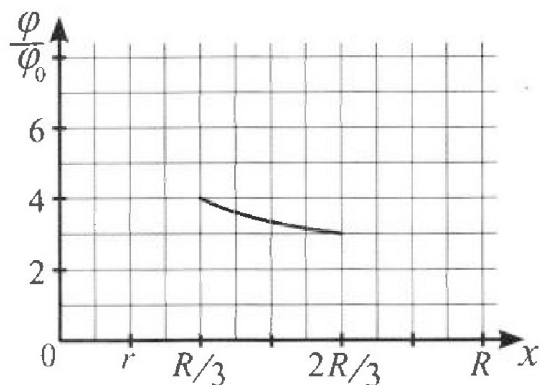
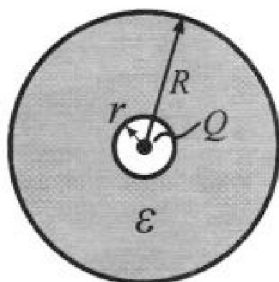
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



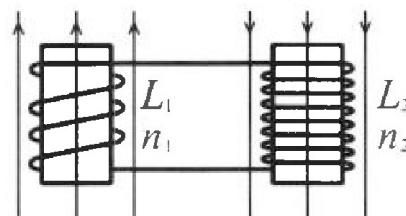
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

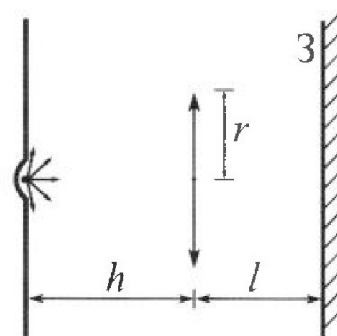


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало. 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в  $\{\text{см}^2\}$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

✓ 1.

Дано:

$$a_1 = 5g/13$$

$$a_2 = 5g/24$$

$$4m; m$$

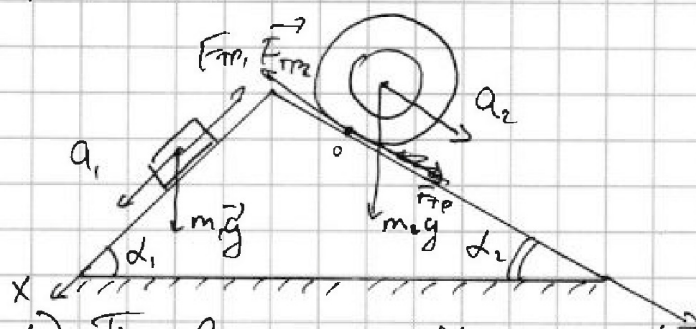
$$\alpha_1; \alpha_2$$

$$1) F_1 = ?$$

$$2) F_2 = ?$$

$$3) F_3 = ?$$

Решение:



1) По второму з. Ньютона:

$$X: \cancel{mg \sin \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 \mu} = m a_1,$$

$$\cancel{g \sin \alpha_1 - g \cos \alpha_1 \mu} = a_1 = \frac{1}{5} g \frac{4}{13}$$

$$m, g \sin \alpha_1 - m, a_1 = F_{TP1} = F_1$$

$$m g \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = m g \frac{39-25}{65} = \left( \frac{14}{65} m g \right)$$

$$= \frac{14}{65} m g$$

$$2) Y: m_2 g \sin \alpha_2 - m_2 a_2 = F_{TP2} = F_2 = 4m g \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$

$$= \frac{20 m g \cdot 11}{6 \cdot 24 \cdot 13} = \left( \frac{55}{78} m g \right)$$

$$3) T. k. \text{ клин неподвижен} \Rightarrow F_1 \cdot \cos \alpha_1 = F_2 \cdot \cos \alpha_2 = F_{TP3}$$

$$\frac{14}{65} m g \cdot \frac{4}{5} - \frac{55 m g \cdot 12}{13 \cdot 78} = \left( \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 13} - \frac{55 \cdot 2}{13 \cdot 13} \right) m g = \frac{2 m g}{13} \left( \frac{28}{25} - \frac{55}{13} \right)$$

$$= \frac{2 m g \cdot 1011}{25 \cdot 13} = \left( \frac{2022}{325} m g \right)$$

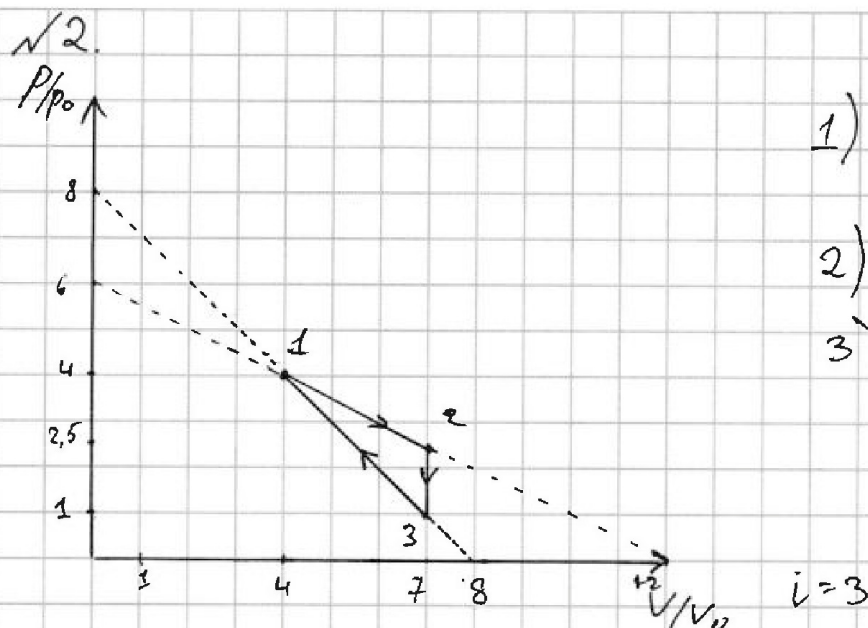


1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$1) \frac{\Delta U_{23}}{A_2} = ?$$

$$2) \frac{T_{max12}}{T_1} = ?$$

$$3) \eta = ?$$

1) Ур-ие Менделеева-Клапейрона для состояний 2 и 3:

$$p_0 \cdot 7V_0 = \nu RT_3, \quad 7V_0 \cdot \frac{5}{2} p_0 = \nu RT_2 \Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_2) =$$

$$\Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \left( 7 \cdot \frac{5}{2} p_0 V_0 + \frac{35}{2} p_0 V_0 \right) = \frac{3}{2} \cdot \frac{23}{2} p_0 V_0 = \frac{69}{4} p_0 V_0$$

2)  $A_2$  равна площади под графиком в  $p$ - $V$  координатах  $\Rightarrow$

$$A_2 = \frac{1}{2} (p_0 + 2.5 p_0) \cdot (7V_0 - 4V_0) = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{3}{2} \right) p_0 \cdot 3V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$3) \frac{\Delta U_{23}}{A_2} = \frac{\frac{69}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = \frac{69}{9} = 7 \frac{1}{3}$$

4) Получим ур-ие прямой 1-2:  $p_{12}(V) = -\frac{p_0 V}{2V_0} + 6p_0$

Пусть точка Q - точка до которой мы смотрим, как изменится Q:

$$Q = A_2 + \Delta U = \frac{1}{2} (4p_0 + p_Q) (V_Q - 4V_0) + \frac{3}{2} (p_Q V_Q - 16p_0 V_0) =$$

$$= \frac{1}{2} (4p_0 V_Q - 16p_0 V_0 + p_Q V_Q - 4V_0 p_Q) + \frac{3}{2} p_Q V_Q - 24p_0 V_0 =$$

$$= 2p_0 V_Q - 8p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_Q V_Q - 2p_Q V_0 + \frac{3}{2} p_Q V_Q - 24p_0 V_0 =$$

$$= -32p_0 V_0 + 2p_Q V_Q - 2p_Q V_0 + 2p_0 V_Q = -32p_0 V_0 + 2(6p_0 - \frac{p_0}{2}) V_Q -$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}
 & 2(6p_0 - \frac{p_0}{2} V_0 \cdot V_B) \cdot V_0 - 2p_0 V_B = \\
 & = -32p_0 V_0 + 12p_0 V_B - \frac{p_0}{V_0} V_B^2 - 12V_0 p_0 + p_0 V_B - 2p_0 V_B \\
 & = -44p_0 V_0 + 11p_0 V_B - \frac{p_0}{V_0} V_B^2 \Rightarrow Q(V_B) = -\frac{p_0}{V_0} V_B^2 + 11p_0 V_B - 44p_0 V_0 \\
 & \Rightarrow Q'_{\max}(V_B) = -\frac{2p_0}{V_0} V_B + 11p_0 = 0 \Rightarrow \\
 & \Rightarrow 11p_0 = \frac{2p_0}{V_0} V_B \Rightarrow V_B = \frac{11}{2} V_0 = 5,5 V_0 \Rightarrow p(V_B) = \\
 & = 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot \frac{11}{2} V_0 = (6 - \frac{11}{4}) p_0 = \frac{13}{4} p_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{p_B \cdot V_B}{\nu R} = \frac{13p_0 \cdot 11V_0}{4 \cdot 2 \nu R} \\
 & 5) T_1 = \frac{16p_0 V_0}{\nu R} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{16p_0 V_0 \cdot 8 \nu R}{\nu R \cdot 13 \cdot p_0 \cdot 11 V_0} = \left[ \frac{128}{143} \right] \\
 & 6) p_{s1} = \frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 - \text{урик процесса угадывается 3-4} \\
 & 7) Q = \frac{3}{2}(p_0 V_0 - 7p_0 V_0) + \frac{1}{2}(p_0 + p_0)(V_0 - 7V_0) = \\
 & = \frac{3}{2}(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V_0) \cdot V_0 - \frac{21}{2} p_0 V_0 + \frac{1}{2}(p_0 V_0 - 7p_0 V_0 + (8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V_0) V_0 - \\
 & - (8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V_0) \cdot 7V_0 = 12p_0 V_0 - \frac{3p_0}{2} V_0^2 - \frac{21}{2} p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_0 V_0 - \\
 & - \frac{7}{2} p_0 V_0 + 8p_0 V_0 - \frac{1p_0}{2} V_0^2 - \frac{8p_0}{2} V_0 + \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V_0^2 = \\
 & = 12,5 p_0 V_0 - 2 \frac{p_0}{V_0} V_0^2 + \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V_0 - 14 p_0 V_0 \Rightarrow Q' = \\
 & = 12,5 p_0 - 2 p_0 \cdot 2 V_0 + \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} = 0 \\
 & 7) Q_{12} \text{ Первое начало термодинамики в процессе 3-4:} \\
 & \delta Q = \delta A + dU \Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{5}{2} (-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0) dV + \\
 & + \frac{3}{2} V \cdot (-\frac{p_0}{V_0^2} dV) = 0 \text{ (чтобы найти, где } Q_{12} \text{ и } Q_{21}) \Rightarrow \\
 & \Rightarrow V_{12} = \frac{5}{4} V_0
 \end{aligned}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☒☐☐☐☐☐

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

8) Определим, где точка смены  $Q_1$  и  $Q_2$  в 1-2:

$$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \Rightarrow V = \frac{15}{2} V_0 \Rightarrow \text{весь процесс происходит при нагреве} \Rightarrow T_{\max} = 2T_2 = p \frac{2,5 p_0 \cdot 7 V_0}{\sqrt{R}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{7 \cdot 2,5 p_0 V_0}{16 p_0 V_0} = \frac{7 \cdot 5}{2 \cdot 16} = \frac{35}{32}$$

$$9) Q_{11} = \frac{1}{2} (4 p_0 + 2,5 p_0) (7 V_0 - 4 V_0) + \frac{3}{2} \left( \frac{35}{2} p_0 V_0 - 16 p_0 V_0 \right) = \\ = \frac{1}{2} \cdot \frac{13}{2} \cdot 3 \cdot p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot \frac{9}{2} p_0 V_0 = \frac{48}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

$$10) Q_{12} = \frac{1}{2} (4 V_0 - 5 V_0) (4 p_0 - 3 p_0) + \frac{3}{2} (16 p_0 V_0 - 15 p_0 V_0) = \\ = -\frac{1}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} p_0 V_0 = p_0 V_0$$

$$11) \eta = \frac{\Delta T}{Q_{11} + Q_{12}} = \frac{9 p_0 V_0}{4 (p_0 V_0 + 12 p_0 V_0)} = \frac{9}{4 \cdot 13} = \frac{9}{52}$$

Ответ: 7;  $\frac{35}{32}$ ;  $\frac{9}{52}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3.

Дано:

1) ~~заряд~~  $Q$ ;  $R$

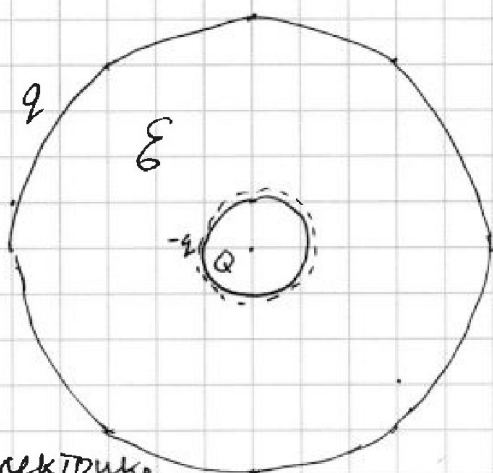
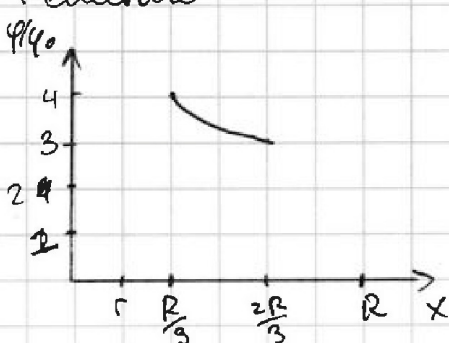
$Q$ ;  $\epsilon$

2) График

1)  $\varphi(R/4) = ?$

2)  $\epsilon = ?$

Решение:



1) Пусть на  $R$  polarизуется в диэлектрике заряд  $q$ , а на  $r$  —  $q$

2) Напишем сумму равна напряжённости в диэлектрике:

$$\frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} + 0 = \frac{kQ}{x^2 \epsilon} \quad | : \frac{k}{x^2} \Rightarrow Q - q = \frac{Q}{\epsilon} \Rightarrow q = Q \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

3) Потенциал от удалённости от центра  $x$  ( $r \leq x \leq R$ )

$$\frac{kQ}{x^2} + \frac{k(-q)}{x^2} + \frac{kq}{R} = \varphi(x) \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{4kQ}{R} + \frac{kq}{R} - \frac{4kq}{R}$$

$$= \frac{4kQ}{R} - \frac{3kq}{R} = \frac{k}{R} (4Q - 3Q + \frac{3Q}{\epsilon}) = \frac{k}{R} Q \left(1 + \frac{3}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{\epsilon + 3}{\epsilon}\right)$$

$$4) \varphi(R/3) = 4\varphi_0 = \frac{3kQ}{R} + kq \left(\frac{1}{R} - \frac{3}{R}\right) = \frac{3kQ}{R} - \frac{2kq}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{4\varphi_0 \cdot R}{k} = 3Q - 2q = 3Q - 2Q + \frac{2Q}{\epsilon} = Q \left(\frac{\epsilon + 2}{\epsilon}\right)$$

$$5) \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3kQ}{2R} + kq \left(\frac{2}{2R} - \frac{3}{2R}\right) = \frac{3kQ}{2R} - \frac{kq}{2R} \Rightarrow \frac{6\varphi_0 R}{k} = 3Q - q =$$

$$= 3Q - Q + \frac{Q}{\epsilon} = Q \left(\frac{2\epsilon + 1}{\epsilon}\right) \Rightarrow \frac{Q(\epsilon + 2) \cdot 3}{4 \cdot 2\epsilon} = \frac{Q(2\epsilon + 1)}{\epsilon} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4\epsilon + 2 = 3\epsilon + 6 \Rightarrow \epsilon = 4$$

Ответ:  $\frac{kQ(\epsilon + 3)}{\epsilon}$ ;  $\epsilon = 4$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

✓ C1.

Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 4L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$

$$S, I(0) = 0$$

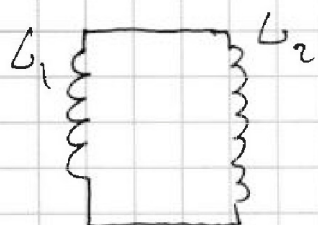
$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = 2$$

$$\dot{I} = ?$$

$$2) B_0 \rightarrow B_0/2$$

$$2B_0 \rightarrow \frac{2}{3}B_0$$

$$I = ?$$



$$1) |U_L| = |\dot{\Phi}| = nS \cdot \dot{B} = nS \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = S \cdot 2n_1$$

$$U_L = L_1 \cdot \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{nS \cdot 2}{L_1}$$

2) В любой момент времени:

$$L \cdot \dot{I}_1 = 4L \cdot \dot{I}_2 \Rightarrow \dot{I}_1 = 4\dot{I}_2$$

$$3) U_L = n \cdot S \dot{B}_1; U_{4L} = 2nS \cdot \dot{B}_2 \Rightarrow \dot{B}_1 = 2\dot{B}_2$$





1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№2.  $i=3$  Черновик  $\frac{p}{p_0} = 4$   $\frac{4 \cdot 10^{-2}}{R}$   $\frac{13}{78}$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} V R \Delta T$$

$$1(4p_0, 4V_0); 2(7p_0, 2.5V_0); 3(7p_0, 1p_0)$$

$$A_2 = p_0(2.5p_0 - 1p_0) \cdot (7V_0 - 4V_0) = 1.5p_0 \cdot 3V_0 = 4.5p_0V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (7 \cdot V_0 \cdot 2.5p_0 - 7V_0 \cdot 1p_0) = \frac{3}{2} \cdot 2V_0 \cdot 1.5p_0 =$$

$$= \frac{9}{4} p_0 V_0 = \frac{6.3}{4} p_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta U_{23}}{A_2} = \frac{76.3 p_0 V_0 \cdot x}{24 \cdot 9 p_0 V_0} \quad \text{①}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5R}{3R} = \frac{5}{3} \quad \text{②}$$

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{const} \Rightarrow p = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}} \quad p'(V) = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}} \cdot V^{-1} = p \cdot V^{-1}$$

$$p'(V) = (\text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}}) V^{-1} = p \cdot V^{-1} \quad p_0 \cdot V_0^{-1} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$6 - \frac{7}{2} V_0 = \frac{5}{2} p_0$$

$$\begin{cases} 4p_0 = k \cdot 4V_0 + b \\ 2.5p_0 = k \cdot 7V_0 + b \end{cases} \quad \begin{aligned} & -1.5p_0 = -k \cdot 3V_0 \Rightarrow k = \\ & \frac{3}{2} p_0 = -k \cdot 3V_0 \Rightarrow k = -\frac{p_0}{2V_0} \end{aligned}$$

$$4p_0 - k \cdot 4V_0 = 4p_0 + \frac{4 \cdot p_0 V_0}{2V_0} = 6p_0 \Rightarrow p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V + \frac{9}{2} p_0$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V + 6p_0 \quad p_B \cdot V_B^{-1} = -\frac{p_0}{2V_0} \quad p_B = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V_B$$

$$A = \frac{(4p_0 + p_B)(V_B - 4V_0)}{2} \quad p_B = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V_B + 6p_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_0 V_B - 16p_0 V_0) \Rightarrow Q = \frac{3}{2} (p_0 V_B - 16p_0 V_0) + \frac{1}{2} (4p_0 + p_B)(V_B - 4V_0)$$

$$= \frac{3}{2} \left( \frac{3}{2} V_B (6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V_0) - 24p_0 V_0 + \frac{1}{2} (4p_0 V_B - 16p_0 V_0 + p_B V_B - 4p_0 V_0) \right)$$

$$= \frac{3}{2} 9p_0 V_B - \frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V_B^2 - 24p_0 V_0 + 2p_0 V_B - 8p_0 V_0 + 6p_0 V_B - \frac{3p_0}{4V_0} V_B^2$$

$$= -32p_0 V_0 - \frac{5}{4} \frac{p_0}{V_0} V_B^2 + 17p_0 V_B - \frac{5}{24} \frac{p_0}{V_0} \cdot 2V_B + 17p_0 = 0$$

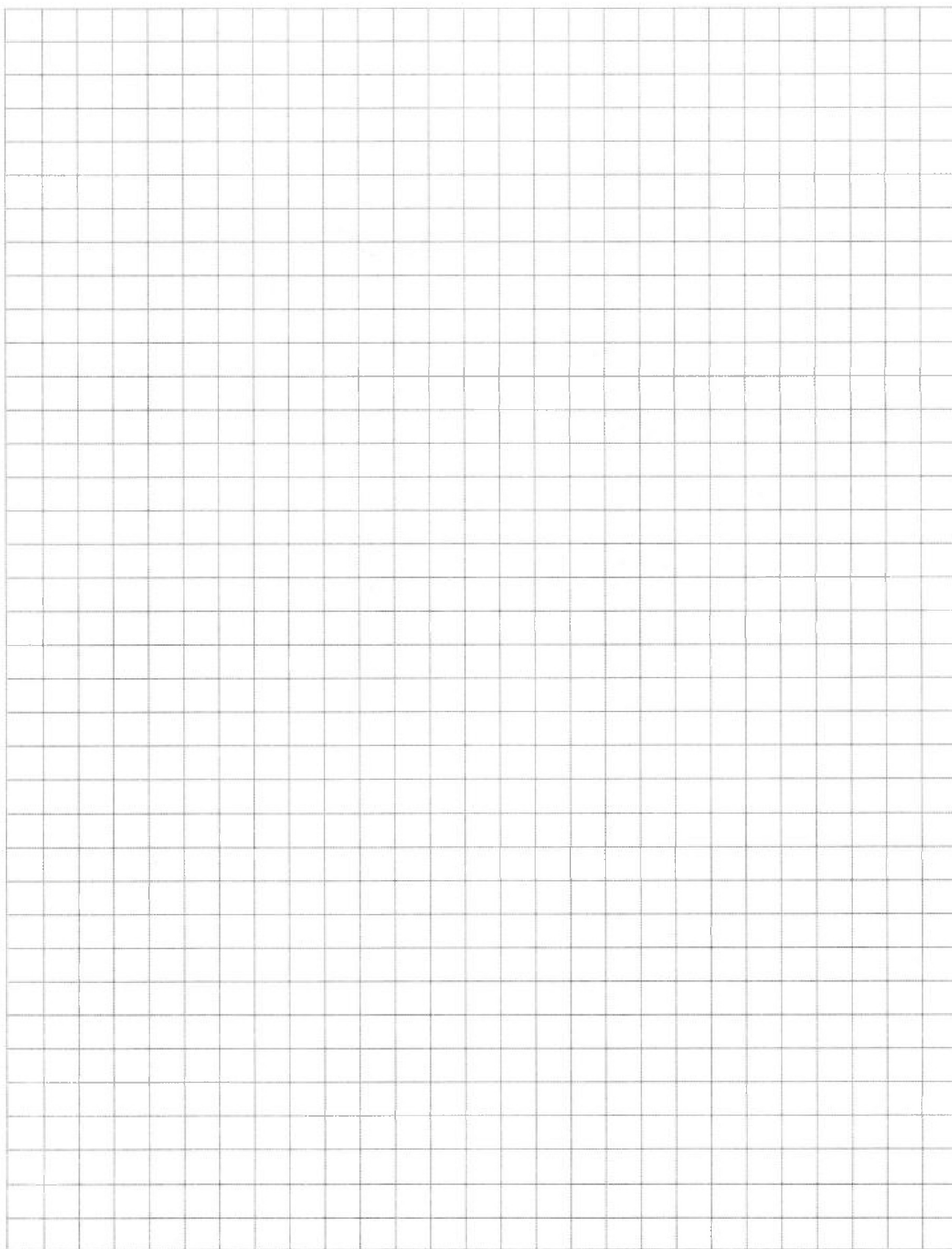


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{4\varphi_0 R}{k} = Q \frac{(\varepsilon + 2)}{\varepsilon} \quad \text{Черновик}$$

$$\frac{3kQ}{2R} + kq \left( \frac{2}{2R} - \frac{3}{2R} \right) = \frac{3kQ}{2R} + kq \left( \frac{-1}{2R} \right) = 3\varphi_0$$

$$q = Q - \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$3Q - q = \frac{6R\varphi_0}{k}$$

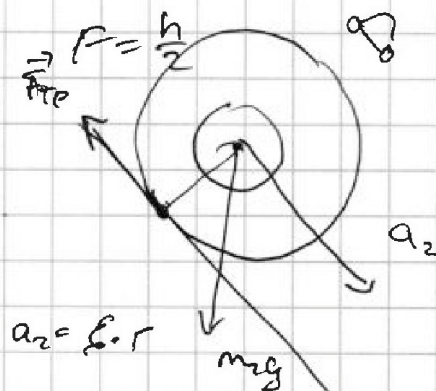
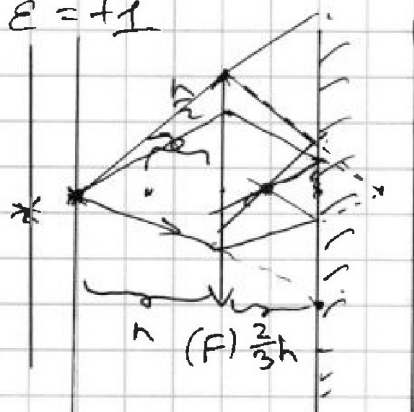
$$Q \frac{(2\varepsilon + 1)}{\varepsilon} = \frac{3}{k} \cdot \frac{Q(\varepsilon + 2)}{2\varepsilon} \cdot 2Q + \frac{Q}{\varepsilon} \Rightarrow \frac{Q(2\varepsilon + 1)}{\varepsilon} = \frac{6R\varphi_0}{k}$$

$$2\varepsilon^2 + 2\varepsilon + 1 = \varepsilon + 2$$

$$\varepsilon = +1$$

$$-\frac{p_0 \cdot 5V_0}{8}$$

$$-\frac{p_0}{V_0} + 8p_0$$



$$dp = d\left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0\right)$$

$$\delta Q = \delta Q + dA = C$$

$$\delta Q = \nu R dT \quad \frac{3}{2} p_0 dV + \frac{3}{2} V dp + p_0 dV = 0 \quad -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$\frac{3}{2} \nu R dT + p_0 dV \quad \frac{3}{2} p_0 dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$\frac{3}{2} dT p_0 dV + \frac{3}{2} V dp + p_0 dV \quad \frac{3}{2} p_0 \frac{5}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} + 8p_0\right) dV + \frac{3}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} dV$$

$$\frac{3}{2} p_0 dV + \frac{3}{2} V dp \quad 0 = -\frac{5p_0}{2V_0} dV + \frac{5 \cdot 8p_0}{2} dV - \frac{3p_0}{2V_0} V dV$$

$$\frac{5}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V + p_0\right) dV + \frac{3}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} dV = 0 \quad \frac{5}{2} V dV - \frac{5}{2} V_0 dV - \frac{3V}{2} dV$$

$$-\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V + \frac{5}{2} V_0 + \frac{5}{2} - \frac{3}{2} \frac{V}{V_0} = 0 \quad \frac{3}{2} V = 20V_0 - \frac{5}{2}$$

$$20p_0 - \frac{3}{2} \frac{5}{2} = \frac{3}{2} \frac{V}{V_0} \quad V_0 = \frac{5}{8} \quad V = 20$$

$$20 = \frac{3}{2} \frac{V}{V_0} \quad \frac{3}{2} \frac{V}{V_0} = 20 \quad V = 20$$

$$\frac{5}{2} \left(-\frac{p_0}{2V_0} + 6p_0\right) + \frac{3}{2} V \cdot \frac{p_0}{2V_0} = 0$$

$$15 = 2V_0 \Rightarrow V_0 = \frac{7}{2} V_0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$Q_{31} = \frac{(p_0 + 4p_0)}{2} (4V_0 - 7V_0) +$$

$$8p_0 = k \cdot k = \frac{-8p}{8V} = -\frac{p}{V} \quad p(V) = -\frac{p_0}{V_0} + 8p_0 \frac{p_0}{V_0} V_0^{\frac{5}{3}} = -\frac{p_0}{V_0}$$

$$p(V) = p \cdot V^{-\frac{5}{3}} = \text{const} \Rightarrow p = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}}$$

$$p' = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}} \cdot V^{-1} = p_0 \cdot V_0^{-1} = -\frac{p_0}{V_0} V_0$$

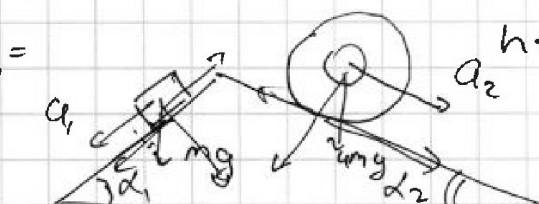
$$p_B = -\frac{p_0}{V_0} V_B$$

$$p_1 = \frac{p_0}{V_0} V_1^{\frac{5}{3}}$$

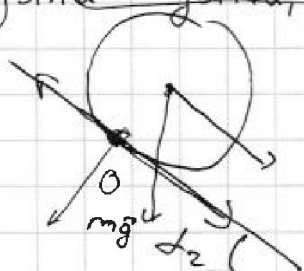
$$p \cdot V^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$Q_{31} \quad p_0 \quad 7V_0$$

$$Q_{30} =$$



$$mg \sin \alpha - mg \sin \alpha_1 =$$



$$= \frac{4}{3} - \frac{m \cdot 5g \cdot 5}{13 \cdot 10 \cdot 4}$$

$$0 = L \cdot \dot{I} = -\dot{\Phi} - (B \cdot S) = -S(\dot{B}) = \left( \frac{L}{L} \right)$$

$$L \cdot \dot{I}$$

$$L \cdot \dot{I} = nS \cdot \dot{B}_1$$

$$4L \cdot \dot{I} = 2nS \cdot \dot{B}_2$$

$$I_1 =$$



$$n_1 S_1 \frac{B_0}{2 \Delta t} \cdot 2r_1 =$$

$$nS \cdot \dot{B}_1 = 2nS = \dot{B}_2$$

$$\frac{\Delta B_1}{\Delta t} = 2 \frac{\Delta B_2}{\Delta t}$$

$$\dot{B}_1 = 2 \dot{B}_2 + \frac{28}{13} \times \frac{5.5}{2.5}$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha_2 + F_x$$

$$F_x = ma_2 - mg \sin \alpha_2 = \frac{364}{1011}$$

$$mg \left( \frac{5}{24} - \frac{5}{13} \right)$$

$$\begin{array}{r} 1011 \\ -1011 \cdot \frac{17}{87} \\ \hline 81 \\ 20 \times 25 \\ \hline 175 \\ 325 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА  
 ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$kV_B = 17p_0 = \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V_B \Rightarrow V_B = \frac{34}{5} V_0$$

$$60 - 17 = 43$$

$$\frac{p_0}{p_0} = \frac{13}{5}$$

$$p_B = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot \frac{34}{5} V_0 + 6p_0 = 6p_0 - \frac{17}{10} p_0 = \frac{543}{10} p_0 = 4,3p_0$$

$$6p_0 - \frac{34}{10} p_0 = \frac{26}{10} p_0 = 2,6p_0$$

$$2,6 \cdot p_0 \cdot \frac{34}{5} V_0 = 2RT_{\max}$$

$$4p_0 \cdot 4V_0 = 2RT$$

$$\frac{13 \cdot 34 \cdot 7}{100} \approx 2 \quad \frac{13 \cdot 12}{200} \quad 13 \cdot 17$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{2}{1} \cdot \frac{17}{13} \cdot \frac{13}{221} = \frac{17}{221}$$

$$\frac{321}{31} \cdot \frac{221}{5} = 1105$$

$$pV = \text{const}$$

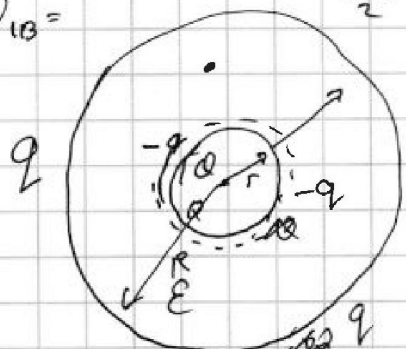
$$p = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}}$$

$$p' = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}} \cdot V^{-1} = p \cdot V^{-1} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$p_A = \frac{31}{2} \cdot p_0 \cdot \frac{3}{2}$$

$$p_B = -\frac{p_0}{2V_0} + \frac{63}{2} p_0 V_0$$

$$A Q_H Q_{10}$$



$$\frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

$$Q(1 - \frac{1}{\epsilon}) = Q \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q - \frac{Q}{\epsilon} = Q \Rightarrow$$

$$\varphi = \frac{kQ}{x} + \frac{k(-Qq)}{x \cdot \epsilon} = \frac{kQ}{x} \frac{x}{x \cdot \epsilon} = \frac{kQ}{x} \frac{(1 - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon})}{\frac{\epsilon - \epsilon + 1}{\epsilon}}$$

$$\frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} = 3\varphi_0 \varphi \quad \frac{R}{3} - \frac{4\varphi_0}{2 \cdot \frac{R}{3}} = 3\varphi_0$$

$$\frac{3kQ}{R} - \frac{3kq}{R} = \varphi_0 \cdot 4$$

$$3Q - q = \frac{4\varphi_0 \cdot R}{3k}$$

$$Q - q = \frac{4\varphi_0 \cdot 2R}{3k} \quad q = Q - \frac{4}{3} \varphi_0 \frac{R}{k}$$

$$Q \frac{4\varphi_0 \cdot R}{3k} = \varphi_0 \cdot 2R \quad \frac{k}{R} (Q + \frac{3Q}{\epsilon})$$

$$\frac{4kQ - 3kq}{R} = \frac{4kQ - 3kQ + \frac{4Q}{\epsilon}}{R}$$

$$\frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon kx^2}$$

$$\varphi(\frac{R}{q}) =$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq}{R} = \frac{4kQ}{R} - \frac{4kq}{R} + \frac{kQ}{R}$$

$$\frac{3kQ}{R} + Qk(\frac{1}{R} - \frac{q}{R}) = \frac{3kQ}{R} - \frac{2qk}{R} = 4\varphi_0$$

$$3Q - 2Q + \frac{2Q}{\epsilon} = Q + \frac{2Q}{\epsilon} \quad 3Q - 2q = \frac{4\varphi_0 \cdot R}{k} = \frac{Q(\epsilon + 2)}{4}$$

$$\frac{kQ(\epsilon + 3)}{R\epsilon}$$