

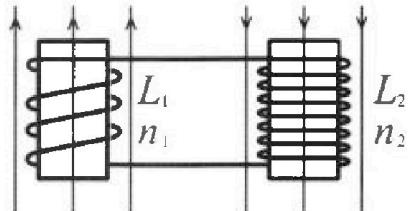
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-03



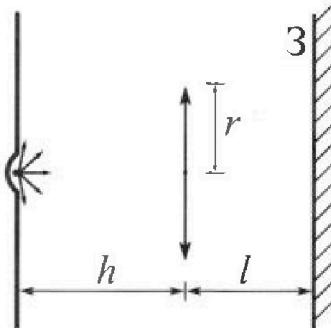
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

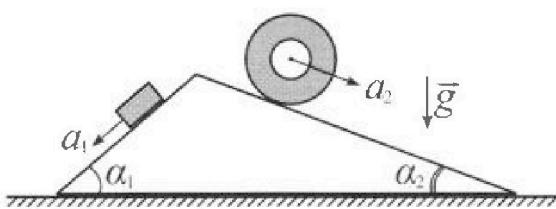
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (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.

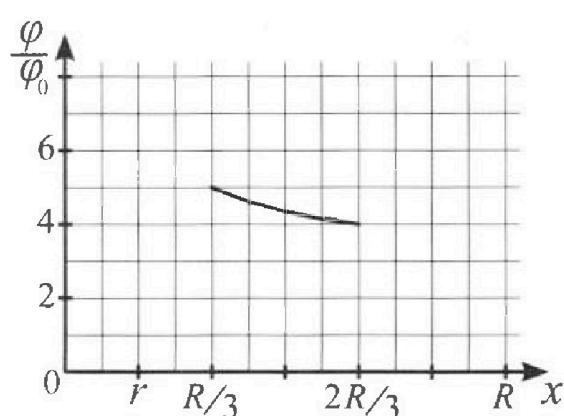
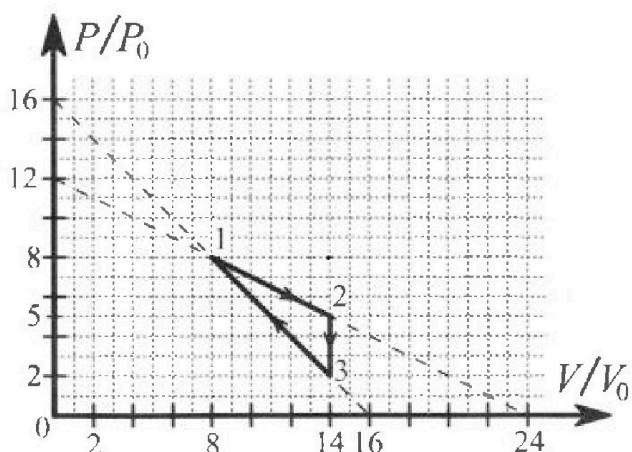
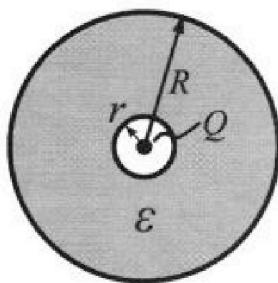
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

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

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала ϕ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь ϕ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 5

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!

Дано:

$$L=3$$

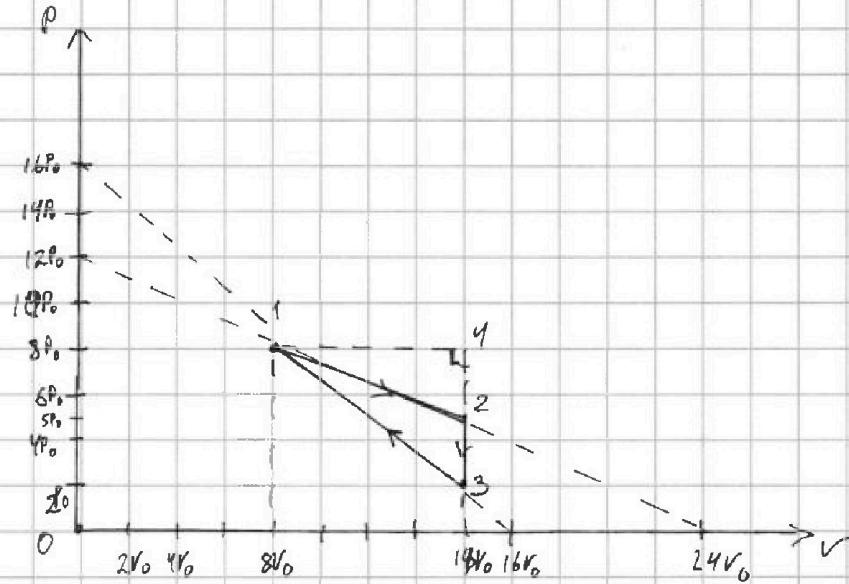
$$1) \frac{|\Delta U_{12}|}{A_y} - ?$$

$$2) \frac{T_{12\max}}{T_3} - ?$$

$$3) q - ?$$

Решение:

Перенесем график в PV координатах.



Т.к. работа газа, это $A_y = \int P dV$; где Я-цикл, то
работу газа за цикл можно выразить через

площадь на графике PV, ограниченную циклом

$$\begin{aligned} A_y &= S & S = S_{143} - S_{142} = \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_4 - P_3) - \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_4 - P_2) = \\ &= \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_4 - P_3 - P_4 + P_2) = \frac{1}{2}(V_4 - V_1)(P_2 - P_3) = \frac{1}{2}(14V_0 - 8V_0)(5P_0 - 2P_0) = \\ &= \frac{1}{2}6V_0 \cdot 3P_0 = 9P_0 V_0 & S = A_y = 9P_0 V_0 \end{aligned}$$

$$U = \frac{1}{2}\Delta RT = \frac{3}{2}\Delta RT; \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\Delta R(T_2 - T_1)$$

Запишем ЧР-2 цикл Джевса-Капенброка для состояний 1 и 2

$$\begin{cases} 8P_0 \cdot 8V_0 = \Delta RT_1 \\ 5P_0 \cdot 14V_0 = \Delta RT_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 64P_0 V_0 = \Delta RT_1 \\ 70P_0 V_0 = \Delta RT_2 \end{cases} \Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\Delta R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 6P_0 V_0 = 9P_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_y} = \frac{|9P_0 V_0|}{9P_0 V_0} = 1 \quad 1) \frac{|\Delta U_{12}|}{A_y} = 1$$

Запишем ЧР-2 процессов 1-2; 2-3; 3-1

$$P_{12} = 12P_0 - \frac{1}{2} \cdot P_0 \cdot \frac{V_1}{V_0} \rightarrow \text{Представим в ЧР-2 цикл Джевса-Капенброка}$$

$$P_{23} = \text{const}$$

$$P_{31} = 16P_0 - P_0 \cdot \frac{V_3}{V_0}$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 5

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!

$$\begin{cases} P_{12}V_2 = \partial R T_2 \\ P_{12} = 12P_0 - \frac{1}{2}P_0 \cdot \frac{V}{V_0} \end{cases} \Rightarrow \left(12P_0 - \frac{1}{2}P_0 \cdot \frac{V}{V_0} \right) V = \partial R T$$

$$12P_0 V - \frac{1}{2}P_0 \cdot V^2 = \partial R T$$

Слева - квадратичная функция со старшим коэф < 0 \Rightarrow
её чисто максимум будет в вершине параболы:

$$V_{\text{вершина}} = \frac{-12P_0}{2 \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \right)} = \frac{12P_0}{\frac{P_0}{V_0}} = 12V_0; V_{\text{вершина}} = 12V_0$$

$$\left(12P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot 12V_0 \right) \cdot 12V_0 = \partial R T_{\max 12}$$

$$144P_0 V_0 - \frac{1}{2} \frac{144P_0 V_0}{V_0} = \partial R T_{\max 12}$$

$$72P_0 V_0 = \partial R T_{\max 12}$$

У P -е ненулевые параметры для состояния 3:

$$2P_0 \cdot 14V_0 = \partial R T_3$$

$$28P_0 V_0 = \partial R T_3$$

$$\begin{array}{l} \frac{72P_0 V_0}{28P_0 V_0} = \frac{\partial R T_{12\max}}{\partial R T_3} \Rightarrow \frac{T_{12\max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7} \\ \therefore \end{array}$$

$$2) \frac{T_{12\max}}{T_3} = \frac{18}{7}$$

Запишем в начало термодинамики:

$$dQ = dU + dA$$

для процесса 1:2

$$dQ = \frac{3}{2} \partial R dT + P dV$$

$$P = 12P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V$$

$$PV = \partial R T$$

$$\left(12P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V \right) V = \partial R T$$

$$12P_0 V - \frac{P_0 V^2}{2V_0} = \partial R T \quad / \text{Продифференцируем обе части}$$

$$12P_0 dV - \frac{P_0 V dV}{V_0} = \partial R dT; \quad \text{Получив в первое начало и}$$

$$P = 12P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V \quad \text{тоже получив}$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
3 из 5

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!

$$dQ = \frac{3}{2} \left(12P_0 dV - \frac{P_0 V}{V_0} dV \right) + \left(12P_0 - \frac{P_0 V}{2V_0} \right) dV$$

$$dQ = 18P_0 dV - \frac{3P_0 V}{2V_0} dV + 12P_0 dV - \frac{P_0 V}{2V_0} dV$$

$$dQ = (30P_0 - 2\frac{P_0 V}{V_0}) dV$$

$dV > 0$; Итого, мы видим, что Газа $30P_0 - 2\frac{P_0 V}{V_0} \geq 0$:
 $dQ \geq 0$ в процессе 1-2

$$30P_0 - 2\frac{P_0 V}{V_0} \geq 0$$

$15 \geq \frac{V}{V_0}$ $V \leq 15V_0 \Rightarrow$ На протяжение всего
процесса 1-2 газ получает тепло
изобаренено $Q_{12} V_2$

$$Q_{12} = \int_1^2 dQ = \int_V^{15V_0} \left(30P_0 - \frac{2P_0 V}{V_0} \right) dV = \int_{8V_0}^{14V_0} \left(30P_0 - \frac{2P_0 V}{V_0} \right) dV =$$

$$= \left(30P_0 V - \frac{2P_0 V^2}{2V_0} \right) \Big|_{8V_0}^{14V_0} = \left(30P_0 V - \frac{P_0 V^2}{V_0} \right) \Big|_{8V_0}^{14V_0} =$$

$$= 30P_0 (14V_0 - 8V_0) - \frac{P_0}{V_0} ((14V_0)^2 - (8V_0)^2) = 30P_0 (6V_0) - \frac{P_0}{V_0} (196V_0^2 - 64V_0^2) =$$

$$= 180P_0 V_0 - P_0 V_0 (196 - 64) = 180P_0 V_0 - 132P_0 V_0 = 48P_0 V_0$$

P-риз процесс 2-3:

V-const

$$dQ = P dV + dU = dU$$

$$Q_{23} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2} R (T_3 - T_2)$$

$$\begin{cases} P_2 V_2 = 2R T_2 \\ P_3 V_3 = 2R T_3 \end{cases} \quad \begin{cases} 5P_0 \cdot 14V_0 = 2R T_2 \\ 2P_0 \cdot 14V_0 = 2R T_3 \end{cases} \quad \begin{cases} (28-70)P_0 V_0 = 2R (T_3 - T_2) \\ 28-70 < 0 \Rightarrow 2R (T_3 - T_2) < 0 \Rightarrow U_3 - U_2 < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0 \end{cases}$$

$$Q_{23} < 0$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
4 из 5

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!

Рассмотрим процесс 3-1:

$$P = 16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$PV = \partial R T$$

$$(16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) V = \partial R T$$

$$16 P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 = \partial R T \quad | \text{Процесс разнотемпературный}$$

$$\int (16 P_0 dV - \frac{2 P_0}{V_0} V dV) = \partial R T \quad | \text{Подставим в первое}$$

$$2 P = 16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \quad | \leftarrow \text{начало}$$

$$dQ = \frac{3}{2} (16 P_0 dV - 2 \frac{P_0}{V_0} V dV) + (16 P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) dV$$

$$dQ = 24 P_0 dV - 3 \frac{P_0}{V_0} V dV + 16 P_0 dV - \frac{P_0}{V_0} V dV$$

$$dQ = \left(40 P_0 - 4 \frac{P_0}{V_0} V\right) dV, \quad | \text{тут } dV < 0, \text{ нужно}$$

$$\int dQ = \int \left(40 P_0 - 4 \frac{P_0}{V_0} V\right) dV \quad | \text{изменяется порядок}$$

$$Q_{31} = \int_{V_3}^{V_1} \left(40 P_0 - 4 \frac{P_0}{V_0} V\right) dV \quad | \text{интегрирование}$$

значительное только конечная dQ
 $dV < 0$ при однократном открытии.

$$(40 P_0 - 4 \frac{P_0}{V_0} V) < 0$$

$$40 P_0 < 4 \frac{P_0}{V_0} V$$

$$10 V_0 \leq V \quad | \text{означим эту критическую точку}$$

$$V_X = 10 V_0$$



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.

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

СТРАНИЦА
5 из 5

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!

Как нужно голько подведенное кол-во теплонос,

т.е., где $dQ > 0$ и $V \geq 10V_0$

$$Q_{\text{подв}31} = \int_{3}^{X} dQ = \int_{V_3}^{V_0} (P_0 P_0 - 4 \frac{P_0}{V_0} V) dV = \int_{14V_0}^{10V_0} (40P_0 - 4 \frac{P_0}{V_0} V) dV$$

$$= \left(40P_0 V - 2 \frac{P_0 V^2}{V_0} \right) \Big|_{14V_0}^{10V_0} = 40P_0 (10V_0 - 14V_0) - \frac{2P_0}{V_0} (10V_0)^2 - (14V_0)^2$$

$$= 40P_0 (-4V_0) + \frac{2P_0}{V_0} (196V_0^2 - 100V_0^2) = -160P_0 V_0 + 2P_0 V_0 \cdot 96 =$$

$$= 192P_0 V_0 - 160P_0 V_0 = +32P_0 V_0$$

Чтото: Мы получили, что подведенное Q равно:

$$Q_{\text{подв}} = Q_{\text{подв}12} + Q_{\text{подв}23} + Q_{\text{подв}31} = 48P_0 V_0 + 0 + 32P_0 V_0$$

~~$A_g = 48P_0 V_0 + 32P_0 V_0 = 80P_0 V_0$~~

$$A_g = 9P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_g}{Q_{\text{подв}}} = \frac{9P_0 V_0}{80P_0 V_0} = \frac{9}{80} \quad \eta = \frac{9}{80}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{A_g U_{12}}{A_g} = f$$

$$2) \frac{T_{2\max}}{T_3} = \frac{18}{7}$$

$$3) \eta = \frac{9}{80}$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

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!

N³

Dано:

$$r; R; Q; \epsilon$$

$$x = \frac{5R}{6}$$

$$1) \varphi(x) - ?$$

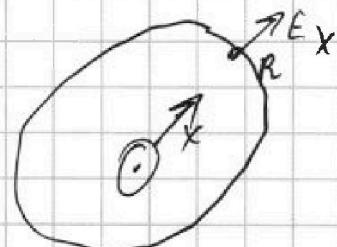
$$x = \frac{5R}{6}$$

$$2) \epsilon - ?$$

$$\frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_R^{+\infty} = -(\varphi_{\infty} - \varphi_i)$$

$$-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{R} \right) = \varphi_i - \varphi_{\infty} \quad \text{когда } x > R$$

$$\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\infty} = \varphi_i - \varphi_{\infty} \quad \text{или} \quad \frac{kQ}{x} = \varphi \quad \text{или} \quad \frac{kQ}{R} = \varphi_i$$



$$\int_R^x E_x dx = \int \frac{kQ}{x^2} dx = -\int \frac{d\varphi}{x} \quad \text{или} \quad -\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) = -(\varphi_i - \varphi)$$

$$-\frac{\varphi_i}{\epsilon} + \frac{kQ}{\epsilon x} = -\varphi_i + \varphi$$

$$\varphi = \varphi_i \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

когда $x \leq R \rightarrow r < x < R$

$$x = \frac{5R}{6}$$

$$\varphi \left(\frac{5R}{6} \right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5R}{6}} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{6}{5} \cdot \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 2

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!

$$1) \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5ER}$$

$$\therefore \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + \frac{kQ}{E \cdot \frac{R}{3}} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + 3 \frac{kQ}{ER} = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{ER} = 5\varphi_0$$

$$\therefore \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + \frac{kQ}{E \cdot \frac{2R}{3}} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} + \frac{3}{2} \frac{kQ}{ER} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2ER} = 4\varphi_0$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{\frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{ER}}{\frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2ER}} = \frac{5\varphi_0}{4\varphi_0} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{4kQ}{R} + \frac{8kQ}{ER} = \frac{5kQ}{R} + \frac{5kQ}{2ER} \quad | \cdot \left(\frac{kQ}{R}\right)^{-1}$$

$$4 + \frac{8}{E} = 5 + \frac{5}{2E} \quad | \cdot 2E$$

$$8E + 16 = 10E + 5 \quad E = \frac{11}{2} = 5,5$$

Ответ: 1) $\varphi_x = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5ER}$

2) $E = \frac{11}{2} = 5,5$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 4

Дано

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

$$S$$

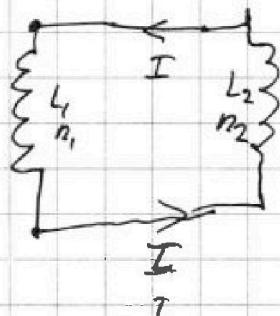
$$R \rightarrow 0$$

$$1) B = d$$

$$\dot{I} - ?$$

$$2) I - ?$$

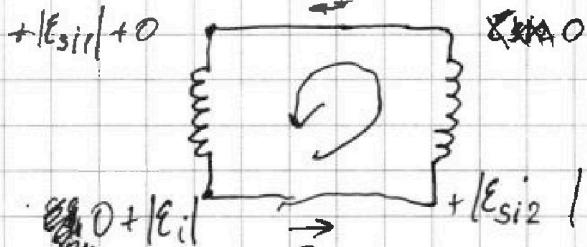
Решение:



Определим по закону Ленца направление тока

$$E_{si} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{nSdB}{dt}$$

$$E_{si} = -LI$$



Запишем 2-е правило Кирхгофа

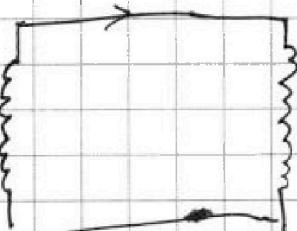
$$-|E_{si1}| + |E_i| - |E_{si2}| = 0$$

$$E_i = E_{si1} + E_{si2}$$

$$\frac{n_1 S \cdot dB}{dt} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I}$$

$$n_1 S \alpha = (L_1 + L_2) \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{n S \alpha}{L + 16L} = \frac{n S \alpha}{17L}$$

$$1) \dot{I} = \frac{n S \alpha}{17L}$$



$$\text{Ответ: } \dot{I} = \frac{n S \alpha}{17L}$$



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!

Дано:

$$F = \frac{4}{3}$$

$$L = \frac{2h}{3}$$

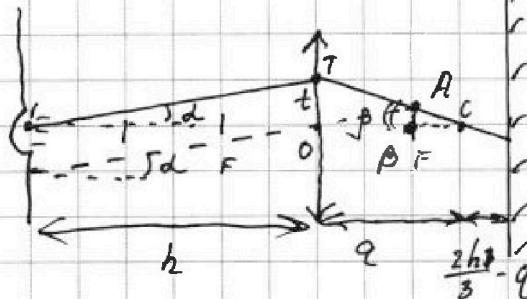
$$r = 5 \text{ см}$$

$$1) S_{KG} - ?$$

$$2) S_{H.C.} - ?$$

Решение:

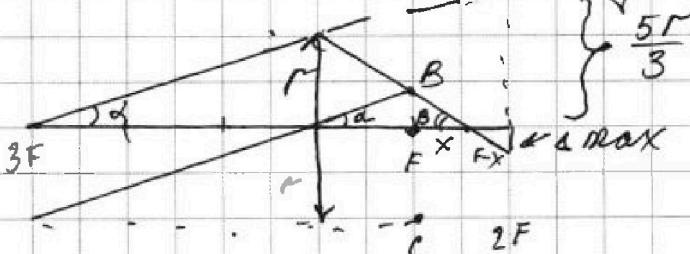
$$3F = h \quad L = \frac{2 \cdot 3F}{3} = 2F$$



$$t = h \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

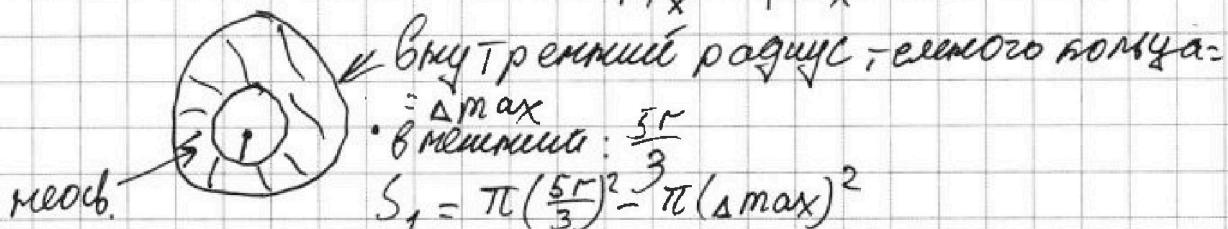
$$t = q \cdot \operatorname{tg} \beta$$

Расстояние А В равно: $A B = \frac{1}{2} F \cdot \operatorname{tg} \alpha$



$$BF = r \cdot \frac{4F}{3F} = \frac{4}{3}r \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{r}{F+x}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{\Delta_{\max}}{F-x}$$

$$\frac{r}{F+x} = \frac{\Delta_{\max}}{F-x}$$





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!



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.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

Diagram showing three concentric spherical shells of radii R , r_1 , and r_2 with charges Q , q_1 , and q_2 respectively. The electric field E_x is shown at various points along the x -axis.

Equations for the potential difference between the outer shell and the inner shell:

$$\int \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = - \int d\varphi$$

$$-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} \right) \Big|_R^{r_1} = -(\varphi_1 - \varphi_0)$$

$$-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{R} \right) = \varphi_1 - \varphi_0$$

$$\frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon r_1} = \varphi_1 - \varphi_0$$

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{R}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} = \varphi_x$$

$$-\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) = -(\varphi_1 - \varphi)$$

$$-\varphi_1 + \frac{kQ}{\epsilon x} = -\varphi_1 + \varphi$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} \quad x = \frac{5R}{6}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5R}{6}} = \frac{6kQ}{5\epsilon R}$$

$$\varphi_{\left(\frac{R}{3}\right)} = \frac{kQ}{\epsilon x_0} = \frac{5kQ}{\epsilon x_0}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{R}{3}} = \frac{5kQ}{\epsilon x_0} \quad \frac{3}{R} = \frac{5}{x_0} \quad x_0 = \frac{5}{3}R \quad \varphi_0 = \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon \cdot \frac{5R}{6}} = \frac{3kQ}{5\epsilon R}$$

$$\varphi_{\left(\frac{R}{3}\right)} - \varphi_{\left(\frac{R}{2}\right)} = \varphi_0$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{\frac{kQ}{\epsilon x}}{\frac{3kQ}{5\epsilon R}} = \frac{5}{3}$$



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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

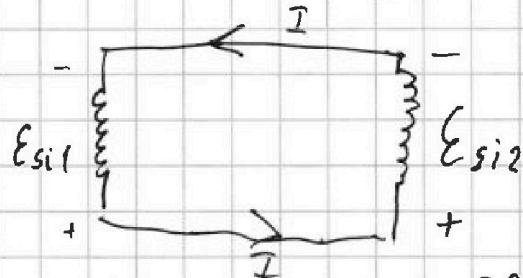
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}L_1 &= L \\L_2 &= 16L \\n_1 &= n \\n_2 &= 4n \\S &\\A \ll 1 \\dI_1 \rightarrow ? &\quad d(B_1) = \omega \\dI \over dt &\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{+ } E_{Si1} \quad \text{+ } E_{Si2} \\E_{Si1} = \omega = \frac{dB}{dt} \\E_{Si2} = LI\end{aligned}$$

$$E_{Si} = -\frac{d\theta}{dt}$$

$$\omega = L \dot{I} \quad \dot{I} = \frac{\omega}{L}?$$



$$B_0 \rightarrow \frac{1}{3} B_0 \quad 3B_0 \rightarrow \frac{9}{3} B_0$$

$$\Phi = -\frac{d\phi}{dx}$$

$$F = -\frac{dU}{dx}$$

$$E = -\frac{d\phi}{dx}$$

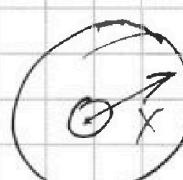
$$E_{odx} = -d\phi$$

Рис 26 $\alpha > 0$

$\uparrow x$

$\uparrow E$

$$\oint E dx = -\oint d\phi$$



$$E = \frac{kQ}{x^2}$$

$$(E \cdot dx) = -d\phi$$

$$\int E \cdot dx = \int d\phi$$

$$\int_{x=R}^{x=+\infty} \frac{kQ}{x^2} dx = \int_{\phi_0}^{\phi_1} d\phi$$

$$\begin{aligned}kQ \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_{x=R}^{x=+\infty} &= \phi_1 - \phi_0 \\kQ \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{+\infty} \right) &= \phi_1 - \phi_0\end{aligned}$$

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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

Дано:

$$m; a_1 = \frac{6}{13}g$$

$$2m; a_2 = \frac{1}{9}g$$

$$\alpha_1; \sin\alpha_1 = \frac{2}{5}; \cos\alpha_1 = \frac{4}{5}$$

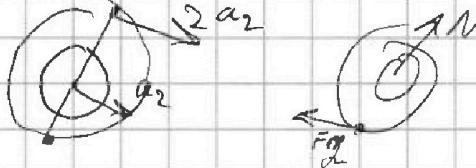
$$d_2: \sin\alpha_2 = \frac{5}{13}; \cos\alpha_2 = \frac{12}{13}$$

1) F_1 - дисков-блок

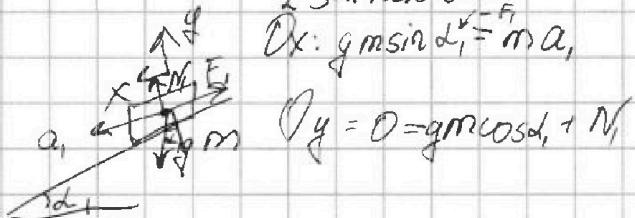
2) F_2 - цилиндр-блок

3) F_3 - ролик-блок

решение:



23-й Квартал:
 $\text{Ox}: gms\sin\alpha_1 = ma_1$



$$gms\sin\alpha_1 - N_1 = ma_1$$

$$N_1 = gms\cos\alpha_1$$

$$12 - \frac{1}{2} \cdot \frac{14\sqrt{6}}{2\sqrt{6}} = 12 - 7 = 5$$

N2.

Дано:

$$V_0 = P_0 - \text{давление}$$

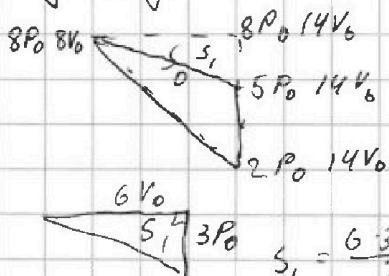
$$l = 3$$

$$1) \frac{(P_1 V_1) / l}{A_1} - ?$$

$$2) \frac{T_{12 \text{ макс}}}{T_3}$$

$$3) \eta - ?$$

$$A_y = S_y$$



$$S_1 = \frac{6 \cdot 3 P_0 V_0}{2} = 9 P_0 V_0$$

$$A_y = S_0 - S_1 = 18 P_0 V_0 - 9 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$64 P_0 \cdot 70 P_0 V_0 - 64 P_0 V_0 = 2 R(T_2 - T_1)$$

$$6 P_0 V_0 = 2 R(T_2 - T_1) \quad \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 3 P_0 V_0$$

Решение:

$$1-2: \frac{P_1}{P_0} = \frac{12}{12+P_0} = \frac{12}{2P_0 + V_0}$$

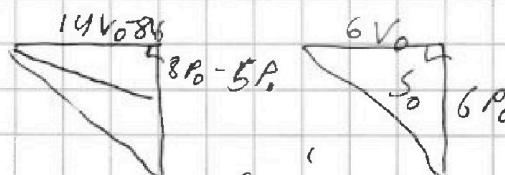
$$P_{12} = 12 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0}$$

$$P_{23}: V_{23} = \text{const} = 14 V_0$$

$$P_{31} = P_{31} = 16 P_0 - P_0 \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{72}{28} = \frac{18 \cdot 4}{4 \cdot 7} = \frac{18}{7}$$

$$-\frac{72}{4} \frac{14}{18} = \frac{32}{32}$$



$$S_0 = \frac{6 \cdot 6 P_0 V_0}{2} = \frac{36 P_0 V_0}{2} = 18 P_0 V_0$$

$$1: 8 P_0 \cdot 8 V_0 = 2 R T_1$$

$$2: 5 P_0 \cdot 14 V_0 = 2 R T_2$$



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.

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

$$dQ = \frac{3}{2} \partial R dT + P_d dV \quad 1-2: P_2 = 12 P_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V$$

$$\begin{aligned} PV &= \partial R T \\ (12P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V) V &= \partial R T \end{aligned}$$

$$12P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 = \partial R T$$

$$12P_0 dV - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot 2V dV = \partial R dT$$

$$12P_0 dV - \frac{P_0}{V_0} V dV = \partial R dT$$

$$dQ = \frac{3}{2} \left(12P_0 dV - \frac{P_0}{V_0} V dV \right) + \left(12P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V \right) \cdot dV$$

$$dQ = 18P_0 dV - \frac{3P_0 V}{2V_0} dV + 12P_0 dV - \frac{1}{2} \frac{P_0 V}{V_0} dV$$

$$dQ = 30P_0 dV - 2 \frac{P_0 V}{V_0} dV \quad \text{и } V = kT$$

$$dQ = \left(30P_0 - 2 \frac{P_0 V}{V_0} \right) dV \quad u = kx \quad du = kdV \Rightarrow dV = \frac{du}{k}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 196 \end{array} \quad \begin{array}{r} -196 \\ 64 \\ \hline 132 \end{array} \quad \begin{array}{r} -180 \\ 132 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$\frac{1}{3F} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F} ?$$

$$14 \cdot 2 = 28 - 70$$

№ 3

Дано:

$r; R; QE$

$$x = \frac{5R}{6}$$

$$h = 3F$$

$$L = \frac{2 \cdot 3F}{3} = 2F$$

