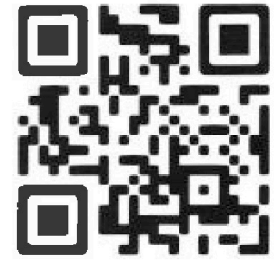




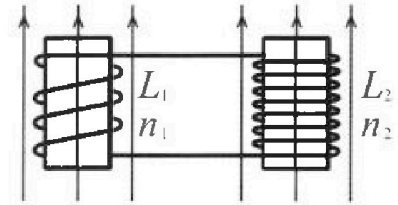
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02



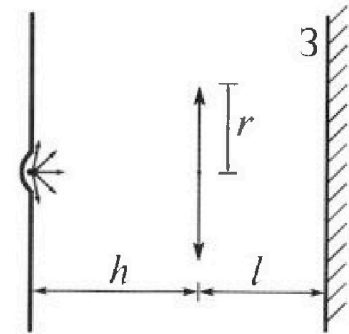
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  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 уменьшаться 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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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



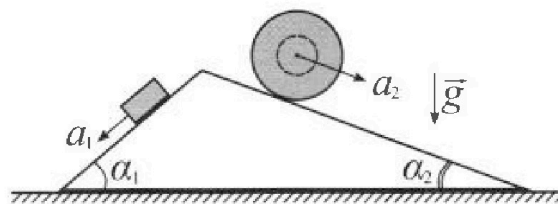
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (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  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

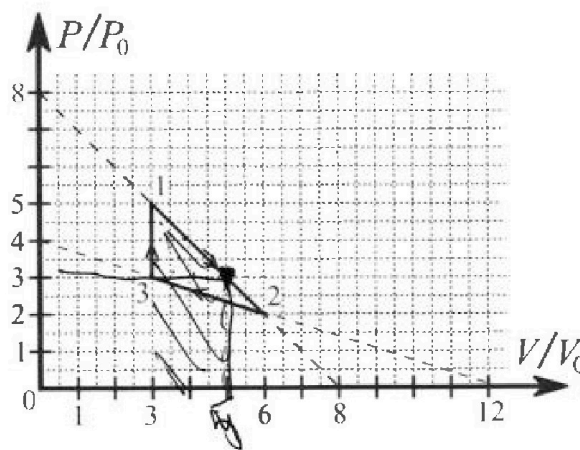


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

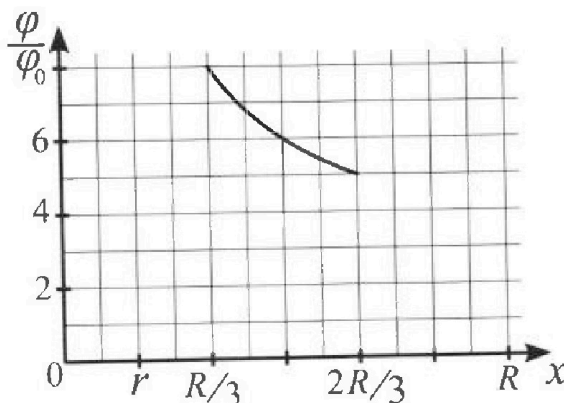
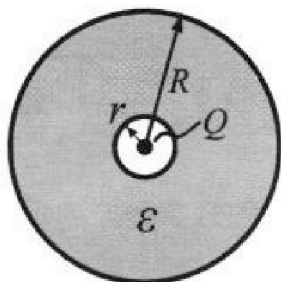
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



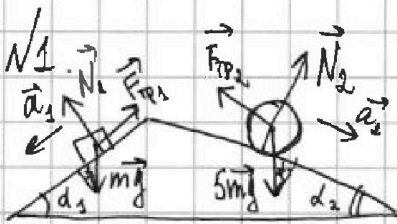


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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) Запишем II з. Ньютона для бруска:

$$m\vec{a}_1 = \vec{m}g + \vec{N}_1 + \vec{F}_{TP1}$$

В проекции на плоскость клина:  $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{TP1}$

$$F_{TP1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(g \cdot \frac{3}{5} - g \cdot \frac{7}{17}\right) = mg \frac{51-35}{17 \cdot 5} = \frac{16}{85} mg$$

$$\boxed{F_{TP1} = \frac{16}{85} mg}$$

2) Запишем II з. Ньютона для шара:  $5m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + 5\vec{m}g + \vec{F}_{TP2}$

В проекции на клин:  $5ma_2 = 5mg \sin \alpha_2 - F_{TP2}$

$$F_{TP2} = 5m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 5m\left(g \cdot \frac{8}{17} - g \cdot \frac{8}{25}\right) = 5mg \cdot 8 \cdot \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25}\right) = 40mg \frac{25-17}{17 \cdot 25} = \frac{80mg \cdot 8}{17 \cdot 25} = \frac{64}{85} mg$$

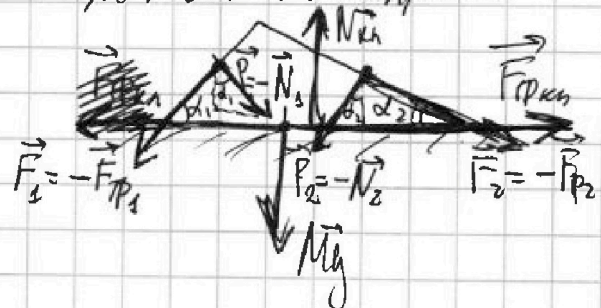
$$\boxed{F_{TP2} = \frac{64}{85} mg}$$

3) По III з-ку Ньютона на клин действуют силы трения, реакции по модулю и противоположные по направлению силам трения на брусок и шар, а также веса бруска и шара (которые равны по мод. и противополож. по направ-ию силам реакции опоры)

~~Запишем~~

$$N_1 = mg \cos \alpha_1; N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

(II з-н Ньют. для тел в покое по нормали к клину)





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 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!

II 3. Ньютона для клина (все ускор равно нулю)

$$0 = -\vec{F}_{P1} - \vec{N}_1 - \vec{F}_{P2} - \vec{N}_2 + \vec{Mg} + \vec{N}_{кл} + \vec{F}_{Pкл}$$

В проекции на горизонталь:

$$F_{Pкл} + F_{P2} \cos d_2 + N_1 \sin d_1 = F_{P1} \cos d_1 + N_2 \sin d_2$$

$$F_{Pкл} = -\frac{64}{85} mg \cdot \frac{1}{\cos d_2} + mg \cos d_1 \cdot \sin d_1 + \frac{16}{85} mg \cdot \cos d_1 + 6mg \cos d_2 \sin d_2$$

$$\Leftrightarrow mg \cos d_2 \left( \frac{64}{85} + 5 \sin d_2 \right) + mg \cos d_1 \left( \sin d_1 + \frac{16}{85} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{15}{17} \left( -\frac{64}{85} + 5 \cdot \frac{8}{17} \right) + mg \cdot \frac{4}{5} \left( \frac{16}{85} - \frac{3}{5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{15}{17} \left( \frac{200 - 64}{85} \right) + mg \cdot \frac{4}{5} \left( \frac{16 - 17}{85} \right) = \frac{15 \cdot 36 \cdot mg}{17 \cdot 85 \cdot 17} - \frac{mg \cdot 4}{5 \cdot 85}$$

$$= \frac{4mg}{85} \left( \frac{15 \cdot 36}{17 \cdot 17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{4mg}{85} \left( \frac{675 - 17}{17 \cdot 17} \right) = \frac{4mg \cdot 658}{85^2}$$

$$= \frac{4mg}{17} \left( \frac{3 \cdot 9}{17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{4mg \cdot 658}{17 \cdot 17 \cdot 25} = \frac{2732}{85^2} mg$$

Ответ: 1)  $F_{P1} = \frac{16}{85} mg$  2)  $F_{P2} = \frac{64}{85} mg$  3)  $F_{Pкл} = \frac{2732}{85^2} mg$



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

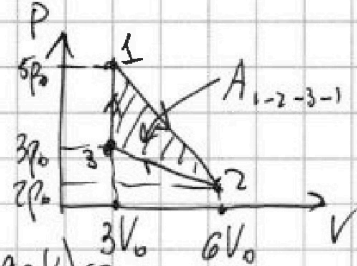
СТРАНИЦА  
1 из 3

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!

N2

Упр-ие Клан-Мену. gold розки 1, 2 и 3:

$$\begin{cases} 5p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_1 \\ 2p_0 \cdot 6V_0 = \nu R T_2 \\ 3p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 15p_0 V_0 = \nu R T_1 \quad (1) \\ 12p_0 V_0 = \nu R T_2 \quad (2) \\ 9p_0 V_0 = \nu R T_3 \quad (3) \end{cases}$$



$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) \quad \text{---}$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2} (6p_0 V_0) = 9p_0 V_0$$

$$A_{1-2-3-1} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 \quad \left( \frac{5p_0 + 2p_0}{2} \cdot (6V_0 - 3V_0) \right) - \left( \frac{3p_0 + 2p_0}{2} \right) (6V_0 - 3V_0) \quad \text{---}$$

$$\Leftrightarrow \frac{21p_0 V_0}{2} - \frac{15p_0 V_0}{2} = \frac{6p_0 V_0}{2} = 3p_0 V_0$$

Тогда  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$  ;  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = 3$

2) Из упр-ий (1)-(3):  $T_1 = \frac{15p_0 V_0}{\nu R}$ ;  $T_2 = \frac{12p_0 V_0}{\nu R}$ ;  $T_3 = \frac{9p_0 V_0}{\nu R}$

Тогда ~~...~~ Зависимость  $p(V)$  в процессе 1-2:  $p = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$

Подставим в упр-ие Клан-Мену:

$$\left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \right) \cdot V = \nu R T$$

~~Знаем  $T = \dots$~~  
$$T = \frac{8p_0 V - \frac{p_0}{V_0} \cdot V^2}{\nu R}$$

Температура макс, когда производная 0:

$$T' = \frac{8p_0}{\nu R} - \frac{p_0}{\nu R V_0} \cdot 2V = 0 \Rightarrow V = 4V_0 \text{ - при этом объем}$$

Температура в 1-2 макс-м



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!

$$\text{Поиск } T_{\max} = \frac{8p_0 \cdot 4V_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot 16V_0^2}{9R} = \frac{16p_0V_0}{9R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{\frac{16p_0V_0}{9R}}{\frac{12p_0V_0}{9R}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \quad ; \quad \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

3) Чтобы найти КПД, нам нужно найти на каких участках процесс 1-2 и 2-3 мы отдаём тепло, а на каких получим, т.к. температура в этих процессах не изменяется. Для этого найдем при помощи объёма производимые касание с уравнениями (в этот момент  $dQ = 0$ )

$$\text{Процесс 1-2: } dQ = \frac{3}{2} 9R dT + p dV = \frac{3}{2} 9R \cdot d \frac{pV}{9R} + p dV =$$

$$(p = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0)$$

$$= \frac{3}{2} 9R d \left( -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 V \right) + \left( -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right) \cdot dV =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot 2V \cdot dV \right) + \frac{3}{2} \cdot 8p_0 \cdot dV - \frac{p_0}{V_0} \cdot V dV + 8p_0 dV =$$

$$= -4 \frac{p_0}{V_0} \cdot V dV + 20p_0 \cdot dV$$

$$dQ = 0 \Rightarrow 20p_0 \cdot dV = 4 \frac{p_0}{V_0} \cdot V \cdot dV \Rightarrow V = 5V_0$$

При этом объёме  $p = 3p_0$ , поэтому процесс 1-2 отдаёт тепло, а процесс 2-3 получает. Температура 2-го процесса:  $T = \frac{p}{9R} = \frac{5p_0 \cdot 3V_0}{9R} = \frac{15p_0V_0}{9R}$

Поиск количества теплоты в процессе 1-2:

$$Q_{\text{нар}1-2} = \frac{3}{2} 9R (T_2 - T_1) + (5V_0 - 3V_0) \cdot \frac{5p_0 + 3p_0}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} 9R \left( \frac{15p_0V_0}{9R} - \frac{15p_0V_0}{9R} \right) + 2V_0 \cdot \frac{8p_0}{2} = 8p_0V_0$$



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  
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!

№3.



Эл. поле, создаваемое зарядом Q в диэлектрике  
соотношение равно  $E = \frac{kQ}{x^2} \cdot \epsilon$  (убав-ие в  $\epsilon$  раз)

$\varphi_r = \frac{kQ}{r}$  (потенциал на вых-ей ков-ти ~~внутри~~  
создаваемый пол. зарядом Q)

~~Направление  
используем формулу  
уравнения  
от вых-ей  
ков-ти го радиуса. мнз~~

~~$\int_{R-r}^R \frac{kQ \epsilon}{y^2} dy = kQ \epsilon \left[ -\frac{1}{y} \right]_{R-r}^R = kQ \epsilon \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{R-r} \right) = \frac{kQ \epsilon (R-r)}{Rr}$~~

~~Направление ~~используем~~ используем формулу ~~используем~~ используем формулу ~~используем~~ используем формулу~~

~~$U = Ed = \int_{\frac{3R}{4}}^{3R-r} E(y) \cdot dy = \int_{\frac{3R}{4}}^{3R-r} \frac{kQ \epsilon}{(y+r)^2} \cdot dy = \left[ -\frac{kQ \epsilon}{y+r} \right]_{\frac{3R}{4}}^{3R-r} = kQ \epsilon \left( \frac{1}{\frac{3R}{4} + r} - \frac{1}{3R-r+r} \right) = kQ \epsilon \left( \frac{4}{3R+4r} - \frac{1}{3R} \right) = \frac{kQ \epsilon (3R-4r)}{3rR}$~~

~~$U = Ed = \int_{\frac{3R}{4}}^{3R-r} E(y) \cdot dy = \int_{\frac{3R}{4}}^{3R-r} \frac{kQ \epsilon}{(y+r)^2} \cdot dy = \left[ -\frac{kQ \epsilon}{y+r} \right]_{\frac{3R}{4}}^{3R-r} = kQ \epsilon \left( \frac{1}{\frac{3R}{4} + r} - \frac{1}{3R-r+r} \right) = \frac{kQ \epsilon (3R-4r)}{3rR}$~~

~~$\frac{kQ \epsilon (3R-4r)}{3rR}$~~

$$U_{\frac{3R}{4}} = \varphi_r - \varphi_{\frac{3R}{4}} \Rightarrow \varphi_{\frac{3R}{4}} = \varphi_r - U_{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (3R-4r)}{3rR}$$



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!

2) По закону Вегнера, то потенциалы в точке  $\frac{R}{3}$  и  $\frac{2R}{3}$  относительно нуля  $\frac{\varphi_{R/3}}{\varphi_{2R/3}} = \frac{8}{5}$

Найдем эти потенциалы:

$$1) \varphi_{R/3} = \varphi_{R/3} - \varphi_{R/3} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{R/3}$$

$$\varphi_{R/3} = \int_0^{R/3} \frac{kQ \epsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = kQ \epsilon \int_{r}^{R/3+r} \frac{dt}{t^2} =$$

$$= kQ \epsilon \left( -\frac{1}{t} \right) \Big|_r^{R/3+r} = kQ \epsilon \left( -\frac{1}{R/3+r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ \epsilon (R-3r)}{rR}$$

Тогда  $\frac{kQ \epsilon (R-3r)}{rR} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{R/3} \Rightarrow \varphi_{R/3} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (R-3r)}{rR}$

$$2) \varphi_{2R/3} = \varphi_r - \varphi_{2R/3} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{2R/3}$$

$$\varphi_{2R/3} = \int_0^{2R/3} \frac{kQ \epsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = kQ \epsilon \int_{r}^{2R/3+r} \frac{dt}{t^2} =$$

$$= kQ \epsilon \left( -\frac{1}{2R/3+r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ \epsilon (2R-3r)}{2Rr}$$

Тогда  $\varphi_{2R/3} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (2R-3r)}{2Rr}$

$$\frac{8 \varphi_{R/3}}{\varphi_{2R/3}} = \frac{8 \left( \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (R-3r)}{rR} \right)}{\frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (2R-3r)}{2Rr}} = \frac{2(R - \epsilon(R-3r))}{2R - \epsilon(2R-3r)}$$

$$16R - 16\epsilon R + 24\epsilon r = 10R - 10\epsilon R + 30\epsilon r$$

$$6R = 6\epsilon R - 6\epsilon r \Rightarrow \epsilon = \frac{R}{R-r} \text{ (a)}$$

$$\frac{6R}{11R-3r} \text{ (a)}$$





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  
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!

3) Найти поле электростатического потенциала  $\varphi_R$  (по оси  $OX$  от  $O$  до  $\frac{R}{6}$ )

$$\varphi_{\frac{R}{6}} = \varphi_r - \varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{\frac{R}{6}}$$

$$\varphi_{\frac{R}{6}} = \int_0^{\frac{R}{6}} E(y) \cdot dy = \int_0^{\frac{R}{6}} \frac{kQ \epsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = \int_r^{\frac{R}{6}+r} kQ \epsilon \frac{dt}{t^2}$$

$$\textcircled{=} kQ \epsilon \left( -\frac{1}{t} \right) \Big|_r^{\frac{R}{6}+r} = kQ \epsilon \left( -\frac{1}{\frac{R}{6}+r} + \frac{1}{r} \right) = kQ \epsilon \frac{R-6r}{rR}$$

$$\varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (R-6r)}{rR} = \frac{kQ}{rR} (R - \epsilon R + 6\epsilon r)$$

$$\frac{\varphi_{\frac{R}{6}}}{\varphi_{\frac{R}{3}}} = \frac{6}{8} = \frac{\frac{kQ}{rR} (R - \epsilon R + 6\epsilon r)}{\frac{kQ}{rR} (R - \epsilon R + 3\epsilon r)}$$

$$6R - 6\epsilon R + 4\epsilon r = 8R - 8\epsilon R + 4\epsilon r$$

$$2\epsilon R - 2R = 30\epsilon r$$

$$\epsilon R - R = 15\epsilon r$$

$$\epsilon R - 15\epsilon r = R \Rightarrow \epsilon = \frac{R}{R-15r} \quad (5)$$

Программа из  $\varphi_{\frac{R}{6}}$  (5) и (6)

$$\frac{R}{R-15r} = \frac{6R}{11R-9r}$$

$$11R^2 - 9rR = 6R^2 - 15rR$$

$$5R^2 = 6rR$$

Ответ:  $\varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (3R-4r)}{3rR}$

$$1) \varphi_{\frac{R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ \epsilon (3R-4r)}{3rR}$$





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 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!

$$\left( +\frac{12B_0}{3} \cdot S_n + B_0 S_n \right) + \left( -\frac{B_0}{12} S_n + \frac{B_0}{3} S_n \right) = (L_1 + L_2) \cdot I$$

$$-\frac{B_0}{3} S_n + \frac{3B_0}{4} S_n = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{9B_0 S_n - 4B_0 S_n}{12(L_1 + L_2)} = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S_n}{L_1 + L_2}$$

Ответ: 2)  $I = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S_n}{L_1 + L_2}$

1)  $\frac{dI}{dt} = \frac{dS_n}{L_1 + L_2}$

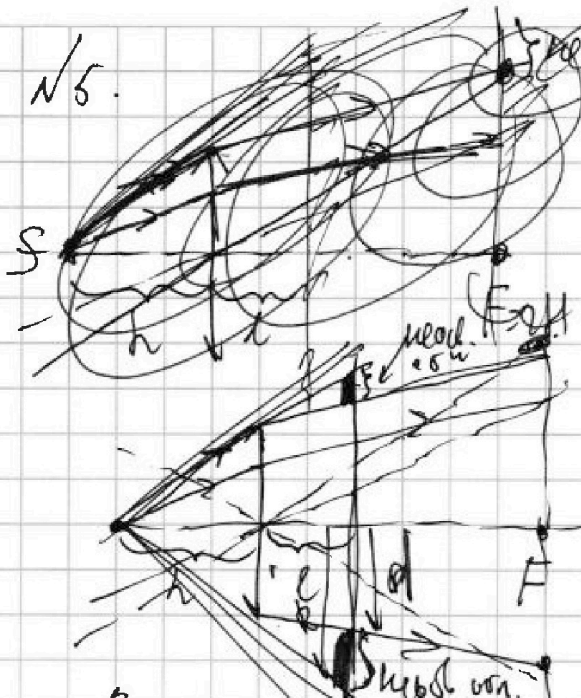


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

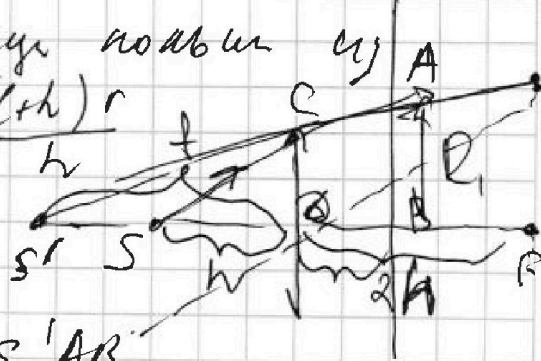
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



№5. Рассмотрим луч  
 Лучи через линзу проходят так, как если бы свет шел в свободном пространстве.  
 Лучи, не проходящие через линзу свободно

~~Рассмотрим~~  
 Рассмотрим луч на краю линзы.

Все лучи в центре линзы проходят свободно и освещают центральную область, все лучи в центре параллельны и освещают против направления линзы. По лучам не освещены остаются только по краям линзы, проходящими свободно и центральная область освещена лучами

Радиус R больше всего применим по высоте  $h$  

подобно  $\frac{r}{R} = \frac{h}{l+h} \Rightarrow R = \frac{(l+h)r}{h}$

$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{2h}$  (уп-ая связь линзы)

$f = \frac{2h}{1} = 2h$

Пом  $\frac{f}{R} = \frac{f+l}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{(f+l)r}{f} = \frac{(2h+l)r}{2h}$

След

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!

$$p = a \cdot V + b$$

Решение

$$V=0; p = 8p_0: \quad 8p_0 = b$$

$$V = 8V_0; p = 0: \quad 0 = a \cdot 8V_0 + 8p_0 \quad \left(\frac{2}{3}-1\right) B_0 S n_1 +$$

$$a = -\frac{8p_0}{8V_0} = -\frac{p_0}{V_0} + \left(\frac{B_0}{12} + \frac{B_0^2}{3}\right) B_0 S n_1$$

$$\frac{\partial p}{\partial R} = \frac{\partial p}{\partial R V_0}$$

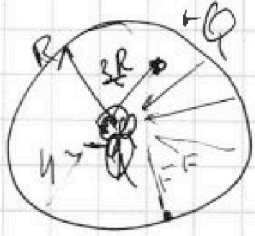
$$V = 4V_0$$

$$p = aV + b$$

$$V=0; p = 4p_0 \quad 4p_0 = b$$

$$V = 12V_0; p = 0: \quad 0 = a \cdot 12V_0 + 4p_0$$

$$a = -\frac{4p_0}{12V_0} = -\frac{p_0}{3V_0}$$



На  $B_1$ -ли  $n_1$ -м шаг  $z$   $z = -Q$

Тогда,  $i$ -е. шаг  $z$   $z = +Q$

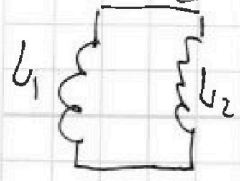
$$U = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{R} - \frac{4kQ}{3R} = -\frac{kQ}{3R}$$



$$U = \int_R^r E \cdot dx = \int_R^r \frac{kQ}{(R+x)^2} \cdot dx = \int_R^r \frac{kQr}{(R+x)^2} \cdot d(R+x)$$



$$= \left[ -\frac{kQr}{R+x} \right]_R^r =$$



$$E_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S n_2 = -dS n_1$$



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  
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!

Процесс 2-3:  $dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV = \frac{3}{2} \nu R \cdot d \frac{pV}{\nu R} + p dV \text{ (1)}$   
 $(pV) = -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 4p_0$

$$\text{(1)} \quad \frac{3}{2} \cdot d \left( -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V^2 + 4p_0 V \right) + \left( 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \left( -\frac{p_0}{3V_0} \cdot 2V \cdot dV \right) + \frac{3}{2} \cdot 4p_0 \cdot dV + \left( 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V dV + 6p_0 dV + 4p_0 dV - \frac{p_0}{3V_0} V dV =$$

$$= -\frac{4p_0}{3V_0} V dV + 10p_0 dV \quad ; \quad dQ = 0$$

$$10p_0 dV = \frac{4p_0}{3V_0} V dV$$

этот объем газа  $\rightarrow V = \frac{30V_0}{4} = \frac{15V_0}{2} = 7,5V_0$   
 1-2, значит на этом  
 процесс термодинамический не является

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) - A_{32} = \frac{3}{2} \nu R \frac{9p_0V_0 - 18p_0V_0}{\nu R} \text{ (2)}$$

$$\text{(2)} \quad \frac{(9p_0 + 4p_0)(6V_0 - 3V_0)}{2} = -\frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 - \frac{18p_0V_0}{2} < 0, \text{ значит}$$

это процесс  
Тепло

Процесс 3-1:

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{18p_0V_0 - 9p_0V_0}{\nu R} =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 = 9p_0V_0 > 0 \Rightarrow \text{это тепло от нагревателя}$$

Итого  $Q_{heat} = Q_{sum 12} + Q_{31} = 8p_0V_0 + 9p_0V_0 = 17p_0V_0$

Тогда  $\eta = \frac{A_{sum}}{Q_{sum}} = \frac{3p_0V_0}{17p_0V_0} = \frac{3}{17}$

Ответ: 1)  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{31}} = 3$  2)  $\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{4}{3}$  3)  $\eta = \frac{3}{17}$



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!

