

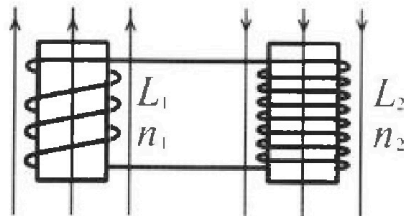
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

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



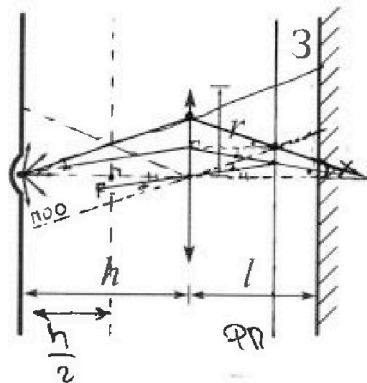
4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.  $I(t=0) = 0$



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?

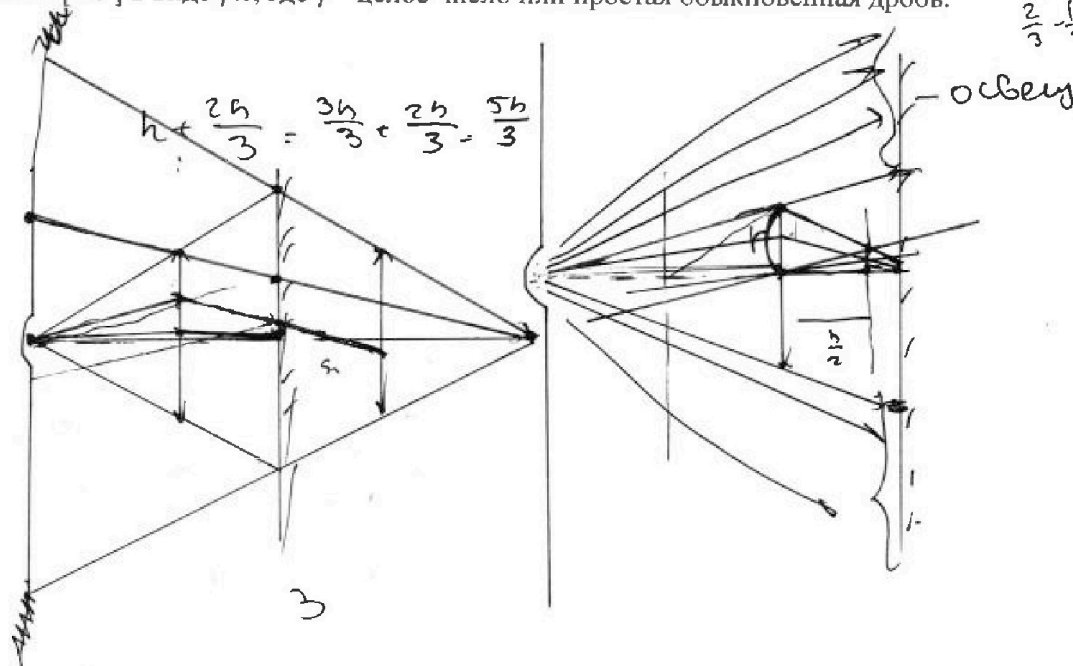
2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. 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 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.





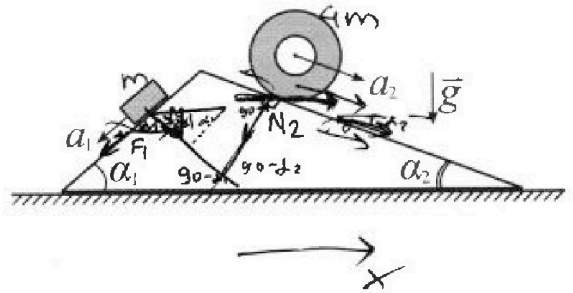
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

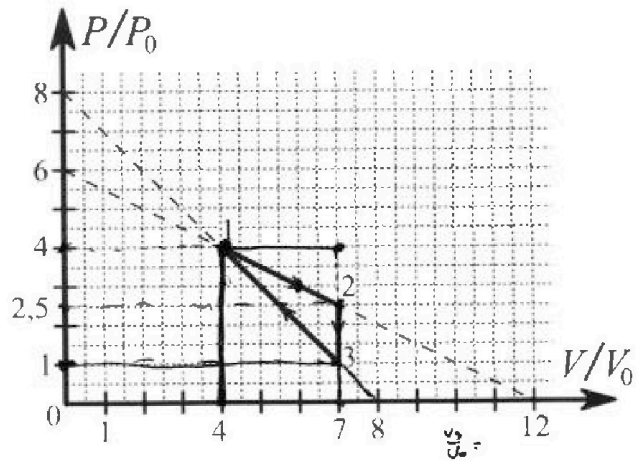
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

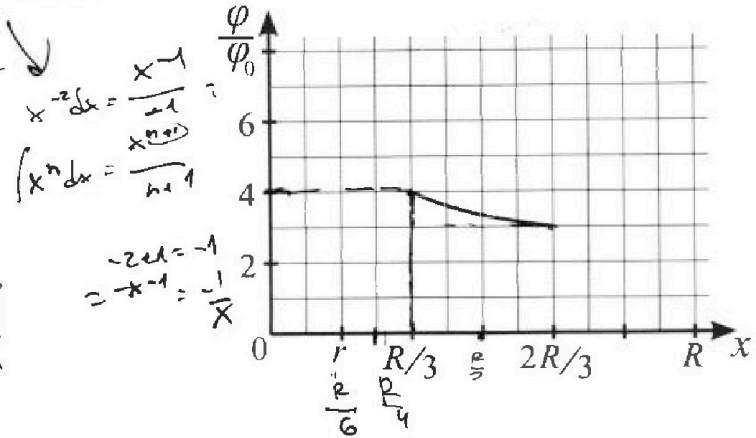
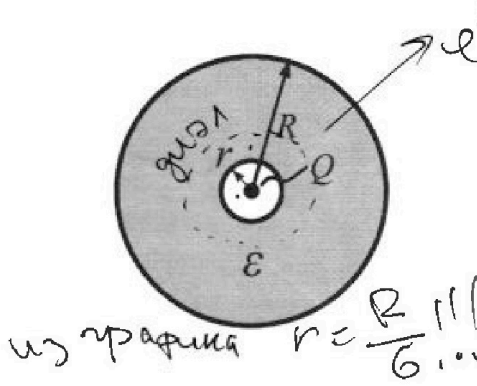


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .







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!

$$\# \frac{55}{78} \text{ mg} \cdot \frac{12}{13} - \frac{36}{13} \text{ mg} \cdot \frac{5}{13} + \frac{4 \text{ mg}}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{14}{65} \text{ mg} \cdot \frac{4}{5} + F_3 = 0$$
$$\text{mg} \left( \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{36}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{12}{25} - \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} \right) + F_3 = 0$$
$$\frac{110}{169} - \frac{180}{169} + \frac{12}{25} - \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5}$$

$$\text{mg} \left( \frac{-70}{13^2} + \frac{12}{25} - \frac{56}{25 \cdot 13} \right) + F_3 = 0$$
$$\frac{-1750 + 2028 - 728}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$\text{mg} \frac{-1750 + 2000 + 28 - 700 - 28}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$\text{mg} \frac{-1750 + 1300}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$\text{mg} \frac{-450}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$\text{mg} \frac{-18 \cdot 25}{25 \cdot 13^2} + F_3 = 0$$

$$\text{mg} \frac{-18}{169} + F_3 = 0$$

$$F_3 = \frac{18}{169} \text{ mg}$$

ответ: 1)  $F_1 = \frac{14}{65} \text{ mg}$

2)  $F_2 = \frac{55}{78} \text{ mg}$

3)  $F_3 = \frac{18}{169} \text{ mg}$

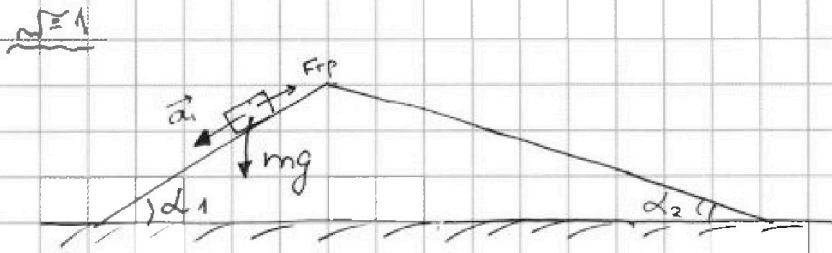


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

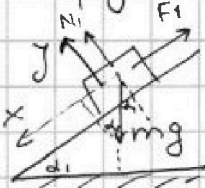
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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) брусок:



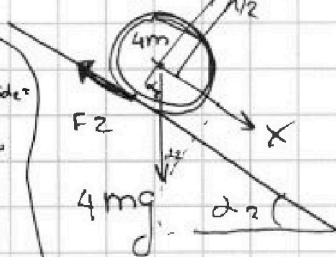
ОВД на OX: ~~mg~~  
 $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$   
 $\frac{m \cdot 5g}{13} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_1$

на OY:  
 $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4mg}{5}$

$$F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right)$$

$$F_1 = \frac{14}{65} mg$$

2) цилиндр:



на OY:  
 $N_2 = 4mg \cos \alpha_2 =$   
 $= 4mg \cdot \frac{12}{13} =$   
 $= \frac{56mg}{13}$

если  $F_2$  направлена туда, она получится со  
 м. 0  $\alpha_2$  и  $\gamma$  м. на OX:

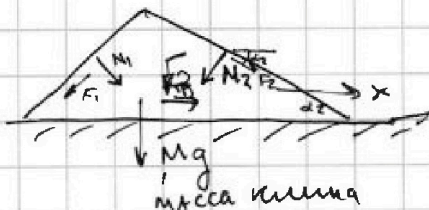
$$4m \cdot a_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$\frac{4m \cdot 5g}{24} = 4mg \cdot \frac{5}{13} - F_2$$

$$F_2 = \frac{20mg}{13} - \frac{20mg}{24}$$

$$F_2 = 20mg \left( \frac{1}{13} - \frac{1}{24} \right) = \frac{55}{78} mg$$

3) клин:



Усл-е равновесия на OX: (если  $F_{1p}$  получиться со, то она направ. в другую сторону)

$$N_1 \sin \alpha_1 + F_2 = N_2 \sin \alpha_2$$

$$+ F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_3 = 0$$





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.

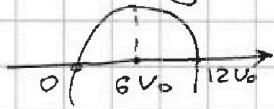
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$f(U) = 12U_0U - U^2 = (12U_0 - U)(U)$$

график  $f(U)$  - параб. ветвь вниз вниз



$U^* = 6U_0$  - в ячейку 1-2  
график  $U$

$$f(U^*) = (12U_0 - 6U_0) \cdot 6U_0 = (6U_0)^2 = 36U_0^2$$

$$T_{12\text{MAX}} = \beta \cdot 36U_0^2 = \frac{2\rho_0}{2U_0} \cdot 36U_0^2 = 18\rho_0U_0 = \frac{18\rho_0U_0}{\Delta R}$$

гр-е Менделеева - квант. рокиа гуд м.1:

$$0, V_1 = 2RT_1$$

$$4\rho_0 \cdot 4U_0 = 2RT_1$$

$$16\rho_0U_0 = 2RT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{16\rho_0U_0}{2R}$$

$$\frac{T_{12\text{MAX}}}{T_1} = \frac{18\rho_0U_0}{2R} \cdot \frac{2R}{16\rho_0U_0} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

$$3) \eta = \frac{A'}{Q_{\text{получ}}}$$

процесс 1-2:  $Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12}$

$A'_{12}$  -  $\int p \, dV$

$$A'_{12} = \frac{4\rho_0(12U_0 - 4U_0)}{2} - \frac{2,5\rho_0 \cdot (12U_0 - 7U_0)}{2} =$$

$$= \frac{4\rho_0 \cdot 8U_0}{2} - \frac{5\rho_0 \cdot 5U_0}{2} = 16\rho_0U_0 - \frac{25}{2}\rho_0U_0 =$$

$$= 16\rho_0U_0 - 6\rho_0U_0 - \frac{\rho_0U_0}{4} = 10\rho_0U_0 - \frac{\rho_0U_0}{4} = \frac{39}{4}\rho_0U_0$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}2RT_2 - \frac{3}{2}2RT_1 = \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2}\rho_0 \cdot 7U_0 - \frac{3}{2} \cdot 16\rho_0U_0 = \frac{3}{2}\rho_0U_0 \left( \frac{5}{2} \cdot 7 - 16 \right) =$$

$$= \frac{3}{2}\rho_0U_0 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4}\rho_0U_0$$



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!

$\gamma = 2$

1)  $\frac{|\Delta U_{23}|}{A'}$  - ?

$$\begin{aligned} \Delta U_{23} &= \mu U_3 - U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_3 - \frac{3}{2} \nu R T_2 = \\ &= \frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_2 V_2 = \frac{3}{2} \cdot p_0 \cdot 7V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} p_0 \cdot 7V_0 = \\ &= \frac{21}{2} p_0 V_0 \left(1 - \frac{5}{2}\right) = \frac{21}{2} p_0 V_0 \cdot \left(-\frac{3}{2}\right) = -\frac{63 p_0 V_0}{4} \\ |\Delta U_{23}| &= \frac{63 p_0 V_0}{4} \end{aligned}$$

$A'$  - работа газа за цикл = площадь  $\Delta 123$  на  $p, V$

$$A' = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{5}{2} p_0 - p_0\right) \cdot (7V_0 - 4V_0) =$$

высота      исч. по осч. по

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 \cdot 3V_0 = \frac{9 p_0 V_0}{4}$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A'} = \frac{\frac{63 p_0 V_0}{4}}{\frac{9 p_0 V_0}{4}} = \frac{63}{9} = 7$$

2)  $\frac{T_{12 \max}}{T_1}$  - ?

процесс 1-2:  $pV = \nu R T$

$$T_{12} = \frac{pV}{\nu R} = \alpha pV \quad (\alpha = \frac{1}{\nu R} = \text{const})$$

уравнение процесса 1-2 (из  $p, V$ ):

$$p = p_0 \left(6 - \frac{V}{2V_0}\right)$$

$$T_{12} = \alpha p_0 \left(6 - \frac{V}{2V_0}\right) V = \alpha p_0 \frac{12V_0 - V}{2V_0} \cdot V =$$

$$= \frac{2 p_0}{2V_0} \cdot (12V_0 - V) V = \frac{2 p_0}{2V_0} (12V_0 V - V^2)$$

$$T_{12} = \beta (12V_0 V - V^2) \quad \beta = \text{const}$$

-  $T_{12 \max}$ , когда эта скобка макс





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!

$$Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12} = \left( \frac{3g}{4} + \frac{g}{4} \right) p_0 V_0 = \frac{4g}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

газ нагревается

процесс 2-3:

$$v = \text{const} \Rightarrow A' = 0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (7 - 2,5 \cdot 7)$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 11 (1 - 2,5) < 0$$

газ отдает тепло

процесс 3-1:

$$Q_{31} = A'_{31} + \Delta U_{31}$$

$A'_{31}$  считаем как  $S \cdot \Delta h$ . с учетом нагр-я процесса ( $A'_{31} / k_0$ )

$$|A'_{31}| = \frac{4 p_0 (8 - 4) V_0}{2} - \frac{p_0 V_0}{2} =$$

$$= \frac{16 p_0 V_0}{2} - \frac{p_0 V_0}{2} = \frac{15 p_0 V_0}{2}$$

$$A'_{31} = -\frac{15 p_0 V_0}{2}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (16 - 7) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 9 = \frac{27 p_0 V_0}{2}$$

$$Q_{31} = -\frac{15 p_0 V_0}{2} + \frac{27 p_0 V_0}{2} = \frac{12 p_0 V_0}{2} = 6 p_0 V_0$$

газ нагревается

$A'$  - считаем гл. п. 1

$$\eta = \frac{Q_{\text{полез}}}{Q_{\text{затрач}}} =$$

$$Q_{\text{полез}} = Q_{12} + Q_{31} = 12 p_0 V_0 + 6 p_0 V_0 = 18 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{9 p_0 V_0}{4} \cdot \frac{1}{18 p_0 V_0} = \frac{9}{4 \cdot 2 \cdot 9} = \left( \frac{1}{8} \right)$$

ответ: 1)  $\frac{|\Delta U_{23}|}{A'} = 7$

2)  $\frac{T_{2\text{max}}}{T_1} = \frac{9}{8}$

3)  $\eta = \frac{1}{8}$



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!

2) ~~4~~ из графика  $r < \frac{R}{3}$ .

тогда используем соответствующую формулу из п.1:

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon a_1} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \cdot \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{\epsilon + 2}{\epsilon}$$

$$\varphi\left(a_2 = \frac{2R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon a_2} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon \cdot 2R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{2\epsilon + 1}{2\epsilon}$$

из графика:  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0$ ,  $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\varphi_0$

тогда:  $\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{4\varphi_0}{3\varphi_0} = \frac{4}{3}$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{\frac{kQ}{R} \cdot \frac{\epsilon + 2}{\epsilon}}{\frac{kQ}{R} \cdot \frac{2\epsilon + 1}{2\epsilon}} = \frac{2(\epsilon + 2)}{2\epsilon + 1}$$

тогда:  $\frac{2(\epsilon + 2)}{2\epsilon + 1} = \frac{4}{3} \quad | :2$

$$\frac{\epsilon + 2}{2\epsilon + 1} = \frac{2}{3}$$

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

$$4 = \epsilon$$

$$\epsilon = 4$$

ответ: 1) если  $r < \frac{R}{4}$ :  $\varphi(x) = \frac{3kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{R}$   
 2) если  $r > \frac{R}{4}$ :  $\varphi(x) = \frac{5kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon r} - \frac{kQ}{r}$

2)  $\epsilon = 4$

преобразовано то, что получились в формуле п. 1, подставив  $\epsilon_1$





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  
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!

$$\varphi(R) = - \int_{\infty}^R E(y) dy = \int_R^{\infty} \frac{kQ}{y^2} dy = \frac{-kQ}{y} \Big|_R^{\infty} =$$

$$= \frac{kQ}{y} \Big|_{\infty}^R = \frac{kQ}{R} - 0 = \frac{kQ}{R}$$

(лишние линии всегда напр. в сторону ↓ φ ⇒)

$$\Rightarrow \varphi(R) > \varphi(\infty) = 0$$

$$\varphi(R) > 0$$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) > \varphi(R)$$

$$\varphi(x) - \varphi(R) = \int_x^R E(y) dy = \int_x^R \frac{kQ}{\epsilon y^2} dy =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \int_x^R \frac{1}{y^2} dy = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{y}\right) \Big|_x^R =$$

$$= \frac{-kQ}{\epsilon y} \Big|_x^R = \frac{-kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

~~$$\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$~~

~~$$\varphi(x) = \varphi(R) + (\varphi(x) - \varphi(R)) = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$~~

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

$$\varphi(x) - \varphi(r) = \int_x^r \frac{kQ}{y^2} dy = \frac{-kQ}{y} \Big|_x^r =$$

(если  $x < r$ )  
интеграл,  
что в н.д.  
ураки или же  
не гаи)

(усп.  $r = \frac{R}{2}$ )

$$= \frac{-kQ}{r} + \frac{kQ}{x}$$

итого  $\varphi(x)$ : ~~есть~~  $\frac{R}{a} < R$ .

(если  $r < \frac{R}{a} < R$ ) :  $\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$

если  $r > \frac{R}{a}$  :  $\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{kQ}{\epsilon x}$

( $\varphi_x = \varphi_R + (\varphi_r - \varphi_R) + (\varphi_x - \varphi_r)$ )



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.

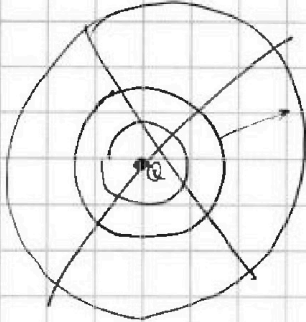
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

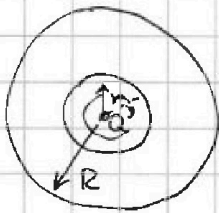
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

1)



т.к. распределение заряда  
и расположение диаметра  
симметрично относительно  $Q$ ,  
 $E$  также будет центрально  
симметрично с  $r$  в  $Q$



выберем Гауссову поверхность  
на расстоянии  $y < r$  от  $Q$ .

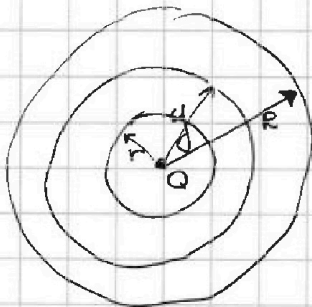
т. Гауса:

$$E(y) \cdot S_y = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E(y) \cdot 4\pi y^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E_y = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 y^2} = \frac{kQ}{y^2}$$

теперь выберем Гауссову поверхность на  
расстоянии  $y > r$   ~~$y < r < R$~~   $y < r < R$ :



$$\epsilon \cdot E(y) \cdot 4\pi y^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E(y) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 y^2 \epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon y^2}$$

на расстоянии  $y > R$ :  $E(y) \cdot 4\pi y^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$

$$E(y) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 y^2} = \frac{kQ}{y^2}$$

из графика  $r = \frac{R}{3} = \frac{R}{6}$   
удвоится заряд

$r < x < R$ , т.е.  $x = \frac{R}{4}$



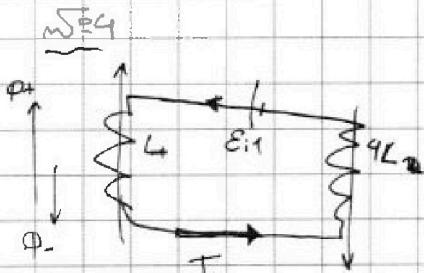
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$\Phi$ -поток из 1-го катушки

$$\frac{dB}{dt} = \alpha$$

$$\mathcal{E}_{s1} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(nBS)}{dt} = -nS \frac{dB}{dt}$$

$$= -nS \alpha = -\dot{\Phi} \Rightarrow \dot{\Phi} = nS \alpha$$

~~Вторичная катушка~~

$$B_{s1} = \frac{\mu_0 n I}{l} \Rightarrow \frac{\mu_0 n}{l} = \frac{B_{s1}}{I}$$

$$\textcircled{1} L = \frac{\mu_0 n^2 S}{l} = \frac{\mu_0 n}{l} \cdot nS = \frac{B_{s1}}{I} \cdot nS = \frac{B_1 n S}{I}$$

$$4L = \frac{B_2 \cdot 2nS}{I}$$

$$\frac{4L}{2} = \frac{B_2 \cdot 2nS}{I} \cdot \frac{I}{B_1 n S} = \frac{2B_2}{B_1}$$

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

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

$$B_2 = 2B_1$$

из 2-го катушки из 1-го

$$B_2 = 2B_1$$

$$B_1 = B - \frac{B_2}{2}, \text{ где } B_2 - \text{ поле из катушки 2 (т.к. } n_2 = 2n_1)$$

$$B_2 = 2(B - \frac{B_2}{2})$$

$$B_2 = 2B - B_2$$

$$2B_2 = 2B$$

$$B_2 = B$$

$$B_1 \frac{dB_2}{dt} = \frac{dB}{dt} = \alpha$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot 2n I}{l} \Rightarrow B_2 = \frac{\mu_0 2n I}{l}$$



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!

~~B<sub>2</sub>~~ по аналогии с ①:

$$L_2 = \frac{B_2 n_2 S}{I}$$

$$4L = \frac{B_2 \cdot 2nS}{I}$$

$$B_2 = \frac{4LI}{2nS} = \frac{2LI}{nS}$$

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

~~B<sub>2</sub>~~ = ~~ad~~:  ~~$\frac{2LI}{nS} = ad$~~

~~$\dot{I} = \frac{adnS}{2L}$~~

2) ~~у р-е~~ ~~B<sub>2</sub> = 2B<sub>1</sub>~~ сокращается (выходит так же)

~~$B_1 = \frac{B_0}{\mu_0}$~~   
 ~~$B_{\text{вект}}$~~

$$\frac{2LI}{nS} = d$$

$$\dot{I} = \frac{nSd}{2L}$$

ответ



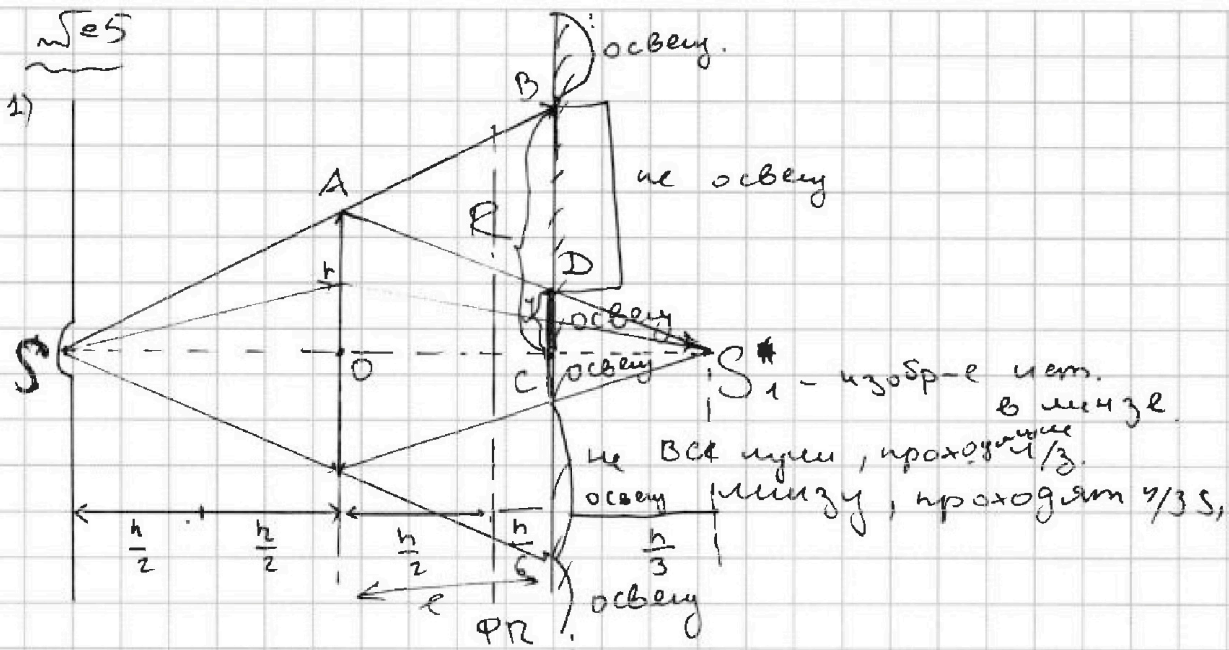
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



на  $S_{\text{освещ}} = S_{\text{HЗ}} = \pi R^2 - \pi y^2$

$\triangle OAS \sim \triangle SBC$  (2 $\angle$ ):  $\frac{R}{h} = \frac{SC}{OS} = \frac{h+l}{h} = \frac{\frac{5h}{3}}{h} = \frac{5}{3}$

$R = \frac{5}{3}h$

т.к.  $S$  находится в двойном фокусе линзы,

$OS_1 = OS = h \Rightarrow CS_1 = h - l = \frac{h}{3}$

$\triangle AOS_1 \sim \triangle DCS_1$  (2 $\angle$ ):  $\frac{y}{h} = \frac{S_1C}{OS_1} = \frac{\frac{h}{3}}{h} = \frac{1}{3}$

$y = \frac{h}{3}$

$S_{\text{HЗ}} = \pi R^2 - \pi y^2 = \pi \cdot \left(\frac{5}{3}\right)^2 h^2 - \pi h^2 \left(\frac{1}{3}\right)^2 =$   
 $= \pi h^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9}\right) = \frac{24}{9} \pi h^2 = \frac{24}{9} \cdot \pi \cdot 9 \text{ см}^2 =$   
 $= 24 \pi \text{ см}^2$

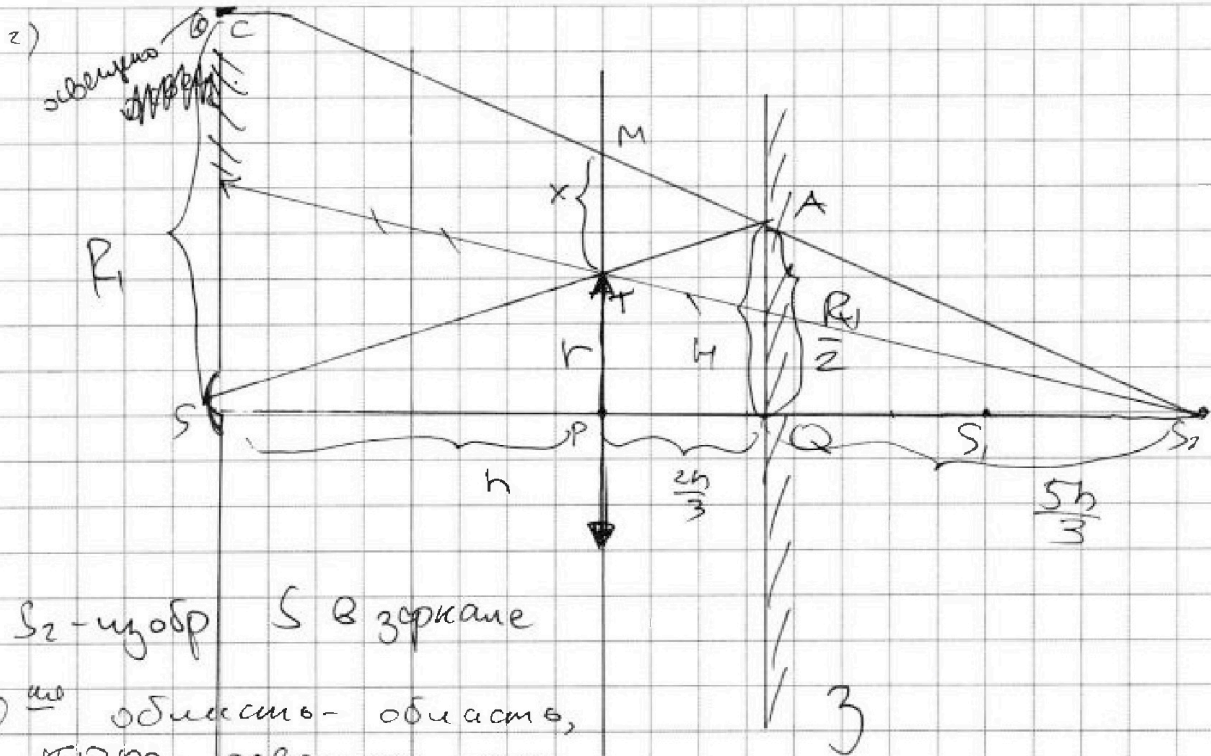
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$S_2$ -изобр  $S$  в зеркале

① область-область,  
пот. освещают лучи,  
вообще не провозан могут существовать с  
лучом.

$$\triangle CSA \sim \triangle TMA \quad (\angle \angle): \quad \frac{R_1}{x} = \frac{\frac{5h}{3}}{\frac{2h}{3}} = \frac{5}{2}$$

$$R_1 = \frac{5x}{2} \quad 2R_1 = 5x \Rightarrow x = \frac{2R_1}{5}$$

$$\triangle MP S_2 \sim \triangle A Q S_2 \quad (\angle \angle):$$

$$\triangle C S S_2 \sim \triangle A Q S_2 \quad (\angle \angle) \Rightarrow A Q = \frac{R_1}{2}$$

$$\triangle M P S_2 \sim \triangle A Q S_2 \quad (\angle \angle):$$

$$\frac{x+r}{\frac{R_1}{2}} = \frac{\frac{7h}{3}}{\frac{5h}{3}} = \frac{7}{5}$$

$$\frac{2(x+r)}{R_1} = \frac{7}{5}$$

$$\frac{2 \cdot (\frac{2R_1}{5} + r)}{R_1} = \frac{7}{5} \Leftrightarrow \frac{4R_1}{5} + \frac{2r}{R_1} = \frac{7}{5}$$

$$4R_1 + 10r = 7R_1$$

$$10r = 3R_1$$

$$R_1 = \frac{10r}{3}$$





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.

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

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!

чтобы было удобнее считать наименьшие  
площади, отразим фигуру в зеркале



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 \_\_

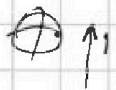
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик



$$\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

1

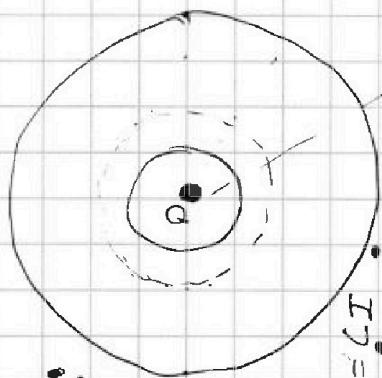


$$\frac{25}{4} = \frac{24}{4} + \frac{1}{4} = 6\frac{1}{4}$$

$$1 - \frac{5}{2} = \frac{2}{2} - \frac{5}{2} = -\frac{3}{2} : \frac{2}{3} = 2R$$

$$1 + \frac{3}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{(1200 - U) L}{2U_0}$$



$$I_1 = IL$$

$$I_2 = IL$$

$$I_3 = IL$$

$$I_4 = IL$$

$$I_5 = IL$$

$$I_6 = IL$$

$$I_7 = IL$$

$$I_8 = IL$$

$$I_9 = IL$$

$$I_{10} = IL$$

$$I_{11} = IL$$

$$I_{12} = IL$$

$$I_{13} = IL$$

$$I_{14} = IL$$

$$I_{15} = IL$$

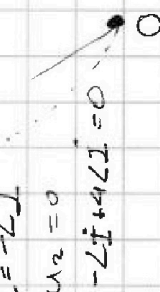
$$I_{16} = IL$$

$$I_{17} = IL$$

$$I_{18} = IL$$

$$I_{19} = IL$$

$$I_{20} = IL$$



$$\frac{2p_0}{2U_0} \cdot 2 \cdot 18 \cdot \sqrt{6} \cdot \sqrt{5} = 2p_0 \cdot 18 \sqrt{6}$$

$$\frac{9 \cdot 3}{4} = \frac{49 + 3}{4}$$

$$\frac{5}{2} \cdot 7 - 16 = \frac{35}{2} - \frac{32}{2} = \frac{3}{2}$$

В гнзл заряды не перемещ!

как прилегания, так и сила

$$d\Phi = \vec{E} \cdot d\vec{S} = E \cdot dS \cdot \cos \theta$$



$$\int d\Phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = 4IL$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = n \frac{dS}{dt} = \frac{7L}{4L}$$

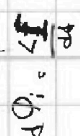
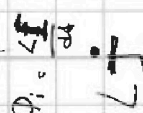
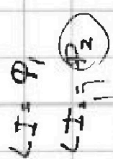


$$kQ = \frac{qQ}{r^2}$$

$$\Phi = \int E(y) dy$$

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

$$\Phi = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{R} = \frac{4kQ}{R}$$







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.

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!

Черновик

$$5 \cdot 13 = 50 +$$

$$36 + 9 = 30 + 18$$

$$\frac{3 \cdot 13}{5} - \frac{5 \cdot 15}{13} = \frac{39 - 25}{5 \cdot 13} = \frac{14}{65}$$

$$\frac{1}{13} - \frac{1}{24} = \frac{11}{288}$$

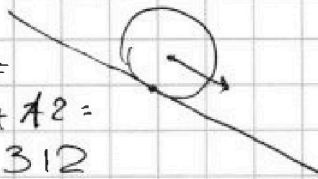
$$u_8 = 4 \cdot 12$$

$$L I = \frac{d \Phi}{dt}$$

$$L I = R \frac{dQ}{dt}$$

$$L = R \frac{dQ}{dt} \cdot I$$

$$24 \cdot 13 = 240 + 24 \cdot 3 = 240 + 60 + 72 = 312$$



$$250$$

$$-450$$



$$2 \cdot 10 \cdot 11$$

$$13 \cdot 2 \cdot 12$$

$$5 \cdot 2 \cdot 11$$

$$\frac{5 \cdot 2 \cdot 11}{13 \cdot 6 \cdot 2} = \frac{55}{78}$$

$$450 = 9 \cdot 50 = 9 \cdot 25 \cdot 2 = 18 \cdot 25$$

$$4 \mu_{max} = 4 \mu_{ng} \sin \alpha_2$$

$$B_2 = 2(B_2 - B)$$

$$B_2 = 2B_2 - 2B$$

$$-B_2 = -2B$$

$$B_2 = 2B$$

$$B_1 = 18$$

$$150$$

$$169 \cdot 12$$

$$1690 + 338$$

$$\begin{array}{r} 1690 \\ + 338 \\ \hline 2028 \end{array}$$

$$150$$

$$168$$

$$\frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 6} \cdot \frac{12^2}{13} = \frac{5 \cdot 11 \cdot 2}{13^2} = \frac{110}{169}$$

$$\frac{36 \cdot 5}{169} = \frac{150 + 30}{169} = \frac{180}{169}$$

$$56 \cdot 13 = 560 + 56 \cdot 3 = 560 + 168$$

$$B = \mu_0 n I$$

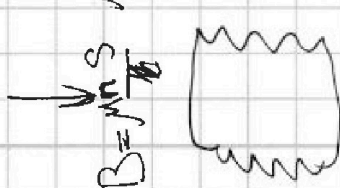
$$\frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{14 \cdot 4}{5 \cdot 13 \cdot 5} = \frac{14 \cdot 4}{25 \cdot 13}$$

$$B_2 = \frac{14 \cdot 4}{5 \cdot 13 \cdot 5} = \frac{14 \cdot 4}{25 \cdot 13}$$

$$\begin{array}{r} 560 \\ + 168 \\ \hline 728 \end{array}$$

$$20 \cdot 25 = 100$$

$$14 \cdot 4 = 40 + 16 = 56$$



$$B = \mu_0 n I$$

$$B = \frac{d \Phi}{dL}$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ - 15 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$d \Phi = n S d B$$

$$B = \mu_0 n I$$

$$B = \mu_0 n I$$

$$\Phi = \frac{d \Phi}{dL}$$



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!

