

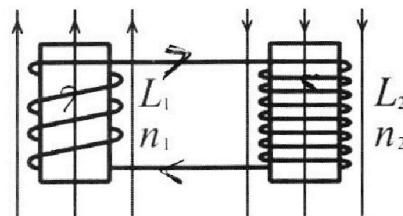
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

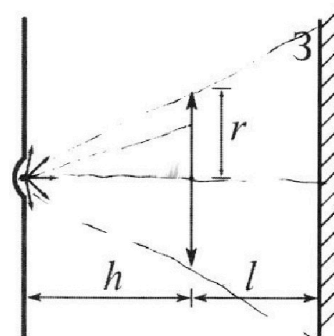


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



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

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



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

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



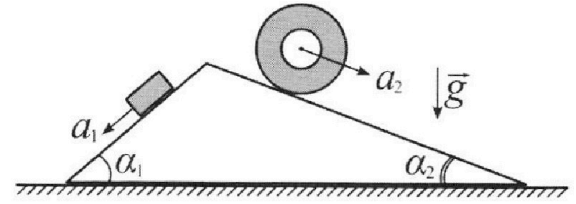
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

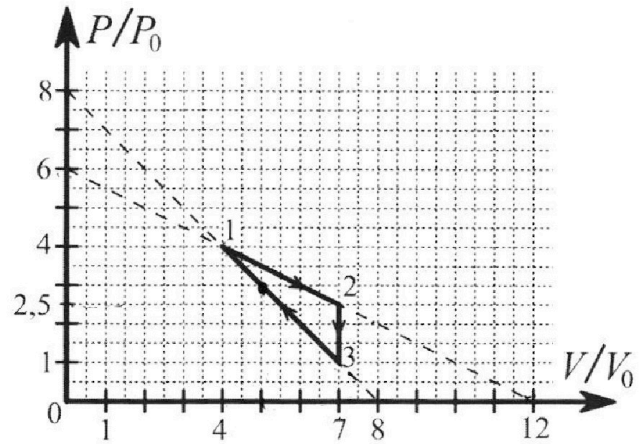


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ 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.

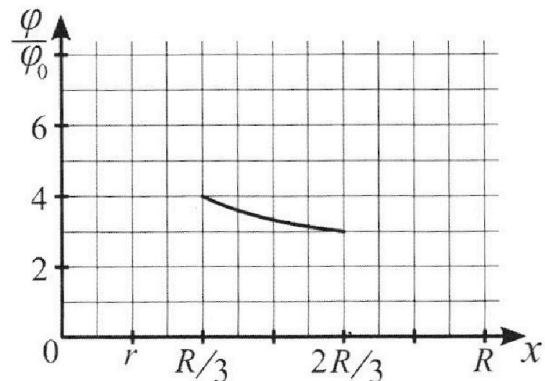
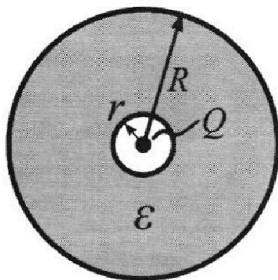
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .





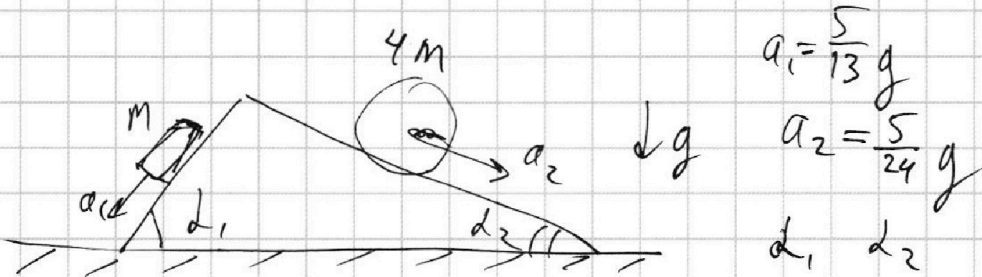
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

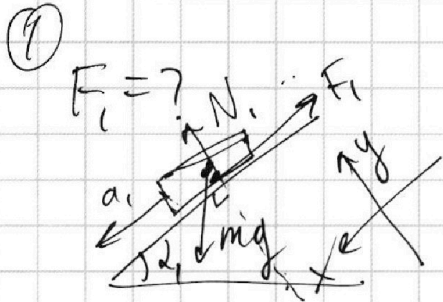
СТРАНИЦА  
1 из \_\_\_

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!

N 1



$$A_{\text{качка}} = 0$$



Второй закон Ньютона по оси Ox:

II закон Ньютона на Ox:

$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

на Oy:

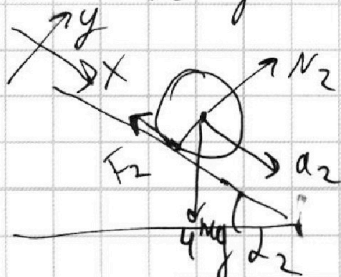
или

$$F_1 = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m g \cdot \frac{5}{13}$$

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

② ТПК. цилиндр катится без проскальзывания =>

на него действует сила трения  $\leq \mu N_2$



на Ox:

$$4m a_2 = 4m g \sin \alpha_2 - F_2$$







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 76 ИЗ 76

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!

$Q_{13} = Q_{+13} + Q_{-13}$  ↗ до найденной  $m$ -ки касания

↑  
после найденной  $m$ -ки касания (считаем,  $om \ll r_0$ ) оси

от  $p=3r_0$  и  $v=5v_0$  до  $p=r_0$   $v=7v_0$

$$Q_{+33} = A_{33} + \Delta U_{+33}$$

$$A = \frac{3p_0 + p_0}{2} \cdot 2V_0 = 4p_0V_0$$

$$|\Delta U| = \frac{3}{2} \rho R \Delta T = \frac{3}{2} (15p_0V_0 - 7p_0V_0) = 12p_0V_0$$

Но тк на участке 31 мы идем в другую сторону  $\Rightarrow Q_+$  находится от  $m$ -ки 1 до касания с адиабатой (т.е. на участке 12 график графика "ближе" к ОУ - это  $Q_-$ , а на участке 3-1 - наоборот:

$$Q_{+31} = A_{31} + \Delta U_{+31} \quad A_{+31} = \frac{4p_0 + 3p_0}{2} \cdot V_0 = 3,5 p_0V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (16p_0V_0 - 15p_0V_0) = 1,5 p_0V_0$$

$$Q_+ = 5 p_0V_0$$

$$A = \frac{9}{4} p_0V_0 (\text{с учетом } \eta) \Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9}{20}$$



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  
6 ИЗ

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

$$\frac{p}{V} = -\frac{k}{\gamma} \cdot \frac{p_0}{V_0} \quad p = -\frac{k}{\gamma} \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$p = kV \cdot \frac{p_0}{V_0} + b p_0 = -\frac{k}{\gamma} \frac{p_0}{V_0} V$$

$$-V \left( \frac{p_0}{V_0} \frac{k}{\gamma} + k \frac{p_0}{V_0} \right) = b p_0$$

$$-V \left( \frac{k}{\gamma} + k \right) = b V_0$$

$$V = -\frac{b \gamma}{k + k \gamma} \cdot V_0$$

$$1 + \gamma = \frac{8}{3}$$

$$\gamma = \frac{5}{3}$$

$$p = \frac{k}{\gamma} \cdot \frac{b \gamma}{k + k \gamma} p_0 = \frac{b}{1 + \gamma} p_0 = \frac{3}{8} b p_0$$

Для  $\gamma = 2$  касание с диаграммой для 1-2:

кара

$$p = \frac{3}{4} p_0 \quad V = 1 \quad p = \frac{3 \cdot 3}{8} \cdot p_0 = \frac{9}{8} p_0 =$$

$= \left(2 + \frac{1}{4}\right) p_0 = 2,25 p_0$ , что находится ниже

"нулевого" участка 1-2  $\Rightarrow$  1-2 не нулево

"раздвигать" на касании  $\Rightarrow Q_{1-2} = Q$

Для  $\gamma = 3$ :  $k = -1 \quad b = 8$

$p = 3 p_0 \quad V = 5 V_0$  - находится на "нулевого участка"



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  
5 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!

3)

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

$$A = Q_+ - Q_-$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} \stackrel{< 0}{\rightarrow} Q_-$$

Чтобы определить на каких участках 12 и 37

$Q_+$ , а на каких  $Q_-$  надо для каждой из этих процессов найти касание с адiabатой:

$$p = k \cdot V \frac{p_0}{V_0} + b p_0$$

Для адiabаты:

$$Q = d = \frac{3}{2} \nu R T + \int p dV$$

$$p V^\gamma = \text{const} \quad \gamma = \frac{5}{3} \quad (\text{для } i=3)$$

$$dp \cdot V^\gamma + dV \cdot \gamma \cdot V^{\gamma-1} \cdot p = 0$$

$$\frac{dp}{dV} + \frac{\gamma p}{V} = 0$$

$$\frac{dp}{dV} = -\gamma \cdot \frac{p}{V}$$

Для нашей прямой:

$$\frac{dp}{dV} = k \cdot \frac{p_0}{V_0}$$

Для их касания:

$$\frac{dp}{dV} = \frac{dp}{dV} = -\gamma \cdot \frac{p}{V} = k \cdot \frac{p_0}{V_0}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 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!

Для цикла 1-2:

$$\frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b \quad \frac{p}{p_0} = \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 6$$

$$p_{12} = -\frac{1}{2} V_{12} \cdot \frac{p_0}{V_0} + 6 p_0$$

$$dp_{12} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot dV_{12}$$

$$p_{12} V_{12} = \partial R T_{12} \quad \text{Максимум} \Rightarrow \frac{dT_{12}}{dt} = 0$$

$$\frac{dp_{12} \cdot V_{12} + dV_{12} \cdot p_{12}}{dt} = \partial R \frac{dT_{12}}{dt} = 0$$

$$dp_{12} V_{12} = -dV_{12} \cdot p_{12}$$

$$\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot dV_{12} \cdot V_{12} = dV_{12} \cdot \left(-\frac{1}{2} V_{12} \cdot \frac{p_0}{V_0} + 6 p_0\right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V_{12} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V_{12} + 6 p_0$$

$$\frac{V_{12}}{V_0} = 6 \quad V_{12} = 6V_0 \Rightarrow p_{12} = 3p_0$$

↙ да цикл 1-2  
если макс  
м-ка

$$\partial R T_{\max 12} = p_{12} V_{12} = 18 p_0 V_0$$

$$\partial R T_1 = 16 p_0 V_0 \quad \frac{T_{\max 12}}{T_1} = \frac{9}{8}$$





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 \_

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!

N 2

$i=3$

$p_0 V_0$

$$\textcircled{1} \frac{(\Delta U_{23})}{A} = ?$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\nu R T_3 = p_0 \cdot 7 V_0$$

$$\nu R T_2 = 2,5 p_0 \cdot 7 V_0$$

$$(\Delta U_{23}) = \left| \frac{3}{2} \cdot 7 V_0 p_0 \cdot (-1,5) \right| = \frac{9}{4} \cdot 7 V_0 p_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

$$A = A_{12} - |A_{31}| \quad (\text{как учитываеме } 23 \text{ работа} = 0)$$

$$A_{12} = \frac{4 p_0 + 2,5 p_0}{2} \cdot 3 V_0 = p_0 V_0 \cdot \frac{13}{4} \cdot 3 = p_0 V_0 \cdot \frac{39}{4}$$

$$A_{31} = \frac{p_0 + 4 p_0}{2} \cdot 3 V_0 = p_0 V_0 \cdot \frac{15}{2} = p_0 V_0 \cdot \frac{30}{4}$$

$$A = p_0 V_0 \cdot \frac{9}{4}$$

$$\frac{(\Delta U_{23})}{A} = 7$$

$\textcircled{2}$

$$\frac{T_{\text{max}12}}{T_1} = ?$$

$$\nu R T_1 = 16 p_0 V_0$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
10 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!

т.к.  $r$  в данном пункте =  $\frac{R}{6} \Rightarrow$  <sup>мы</sup> рассматриваем  
область в сфере радиуса  $\left(\frac{R}{3}, \frac{2R}{3} > r\right)$

$$\Delta\varphi_{AB} = \int_A^B E dr = \int_A^B \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr = \left| \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right) \right|$$

$$E = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{3}{2R} \right) = \frac{3kQ}{2R\epsilon}$$

$$E = \frac{3kQ}{\varphi_0 \cdot 2R} = \frac{3kQ}{2R\varphi_0}$$



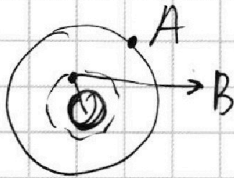
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА 8 ИЗ 8

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



Если  $r < \frac{R}{4}$ :  
 $\frac{R}{4} \leq r \leq R$  — по формуле нахождения внутри сферы.

$$|\varphi_A - \varphi_B| = \int_R^{\frac{R}{4}} \frac{E}{\epsilon} dr = \int \frac{kQ}{\epsilon \epsilon_0 r^2} dr =$$

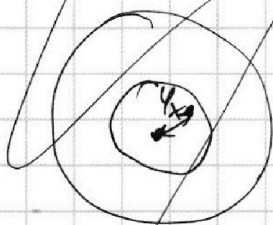
$$= \left| \frac{kQ}{\epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} \right|_{\frac{R}{4}}^R = \left| \frac{kQ}{\epsilon \epsilon_0} \left( \frac{4}{R} - \frac{1}{R} \right) \right| =$$

$$= \frac{3kQ}{\epsilon \epsilon_0 R}$$

ма поле идёт в сторону уменьшения потенциалов

$$\varphi_B = \varphi_A + \frac{3kQ}{\epsilon \epsilon_0 R} = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{3}{\epsilon} \right)$$

Если  $r > \frac{R}{4}$ :



Внутри полностью поле такое просто как от заряда =

$$\frac{kQ}{r^2} \quad (\text{по ур-нию аналогичным (1)})$$

$$\varphi_x = \frac{kQ \cdot 4}{R} = \frac{4kQ}{R} \quad \leftarrow \text{просто как от } m\text{-ки}$$

(2)

из графика:

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

$$\Delta\varphi = \varphi_0$$



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.

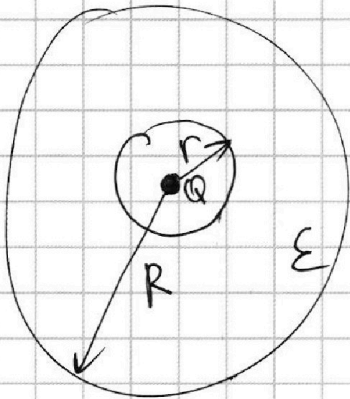
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА **8** ИЗ   

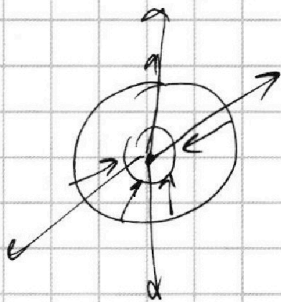
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

$$\frac{R}{3} \quad \frac{2R}{3} \quad \varphi_{\infty} = 0$$



①  $r, R, Q, \epsilon \quad \varphi_{R/4} = ?$



За шаром  $E = E$  от заряда  $Q$

и это  $E = \frac{kQ}{r^2}$  ← как от т-ки

но по теор. Гаусса:

$$(1) \vec{E} \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

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

Внутри шара  $E = \frac{E_{от Q}}{\epsilon}$

$\varphi_A = \varphi$  на пов-ти шара  $\frac{kQ}{R}$  — потенциал

как от т-ки  $Q$  тк за пределами шара мы «видим» картину как просто один заряд.





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 15 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!

N4

$$\textcircled{1} L \cdot \left| \frac{dI}{dt} \right| + 4L \cdot \left| \frac{dI}{dt} \right| = 2 \cdot N \cdot S$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = 2NS = -\epsilon_{ind}$$

но сумма этих сумм направлений на линии контуре.

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2NS}{5L}$$

\textcircled{2}

~~$$L \left| \frac{dI}{dt} \right| + 4L \left| \frac{dI}{dt} \right| = L \left| \frac{dB_1}{dt} \right| - 4L \left| \frac{dB_2}{dt} \right|$$~~

без учета знаков индукционных!

~~$$5L \left| \frac{dI}{dt} \right| = L \left( \left| \frac{dB_1}{dt} \right| - 4 \left| \frac{dB_2}{dt} \right| \right)$$~~

~~$$5L \cdot \frac{dI}{dt} = L \left( \frac{dB_1}{dt} - 4 \frac{dB_2}{dt} \right)$$~~

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot N_i \cdot S = -\epsilon_{ind}$$

$$5L \left| \frac{dI}{dt} \right| = NS \left( \left| \frac{dB_1}{dt} \right| + 2 \left| \frac{dB_2}{dt} \right| \right)$$

$$L \left| \frac{dI}{dt} \right| + 4L \left| \frac{dI}{dt} \right| = NS \left( \left| \frac{dB_1}{dt} \right| + 2 \left| \frac{dB_2}{dt} \right| \right)$$

просуммируем

$$\left| \Delta B_1 \right| = \left| \frac{B_0}{2} \right| \quad \left| \Delta B_2 \right| = \left| \frac{4}{3} B_0 \right|$$

$$5L \cdot I = NS \left| \frac{B_0}{2} + \frac{8}{3} B_0 \right|$$



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  
17 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!

$$5L \Delta I = NS \cdot \left| \frac{3B_0}{6} + \frac{26}{6} B_0 \right|$$

$$5L \Delta I = NS \cdot B_0 \cdot \frac{29}{6}$$

$$I = \frac{NS B_0 \cdot \frac{29}{6}}{L}$$

(используем  $\int_a^b dx = b - a = \Delta x$ )

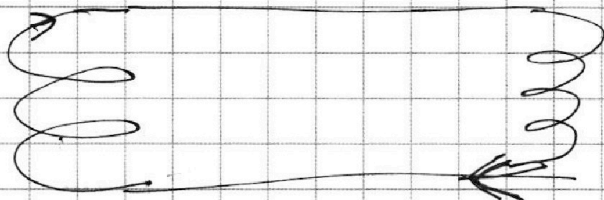
$|dB_1|$  и  $z |dB_2|$  или с помощью МК

при выборе положительного направления  
уменьшение тока  $\downarrow$  в цепи  $\rightarrow$  уменьшение одного полюса

даёт ток  $\frac{dI}{dt}$  в одну сторону, а уменьшение

второго даёт ток  $\rightarrow$  эффект вытеснения

тока в ту же сторону



т.е. картина на одной катушке "Симметричные"  $\rightarrow$  в направлении и потонуидёт +



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  
15 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!

$$L_1 = L \quad L_2 = 4L$$

$$N_1 = N \quad N_2 = 2N$$

$$S \quad R=0 \quad I_0=0$$

①

$$\frac{dB_{out}}{dt} = 2 \quad \left| \frac{dE}{dt} \right| = ?$$

$$B_{zout} = const$$

В первой катушке  $\frac{d\Phi}{dt} \neq 0 \Rightarrow$

емк  $\epsilon_{ind}$

~~$$\epsilon_{ind} = \int \frac{d\Phi}{dt} = \int \mu \cdot S \cdot \frac{dI}{dt}$$~~

т.к.  $R=0 \Rightarrow \Delta\varphi=0$  т.е. ~~на катушках~~ <sup>в цепи</sup> не может

возникнуть разности потенциалов  $\Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 0$

и если склеена ток через катушки не течёт

никакой  $\Rightarrow \Phi_0 = \frac{B_{out} \cdot NS}{\mu_0} = const \quad \Phi_{self} = const = \Phi_0$

$\frac{d\Phi}{dt}$  из-за  $\frac{d\Phi}{dt}$  в катушке, которая она <sup>в обеих катушках</sup>

скала создаёт.  $B_{внутри} = \mu_0 I \cdot \frac{N}{l} = \mu_0 I n$

$\Phi_{катушки \text{ через сама себя}} = L_i \cdot I = \mu_0 n \cdot S \cdot N \cdot I$

$$\frac{d\Phi_{сама}}{dt} = \frac{dB_{сам}}{dt} \cdot S \cdot N = \frac{dI}{dt} \cdot n \cdot \mu_0 \cdot S \cdot N = L \frac{dI}{dt}$$



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  
12 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!

Несвещённая часть зеркала — это «бубны»  
 радиусом  $a$  и с полостью радиусом  $R$   
 (лучи, что не попали на мишу — просто  
 влетают на зеркало до бесконечности)

$$S_{\text{бубны}} = \pi a^2 - \pi R^2 = \pi(a+R)(a-R) =$$

$$= \pi (5+1,5)(5-1,5) = \pi \cdot 6,5 \cdot 3,5 = \pi \cdot 22,75 \text{ см}^2 =$$

$$= \frac{91}{4} \pi \text{ см}^2$$

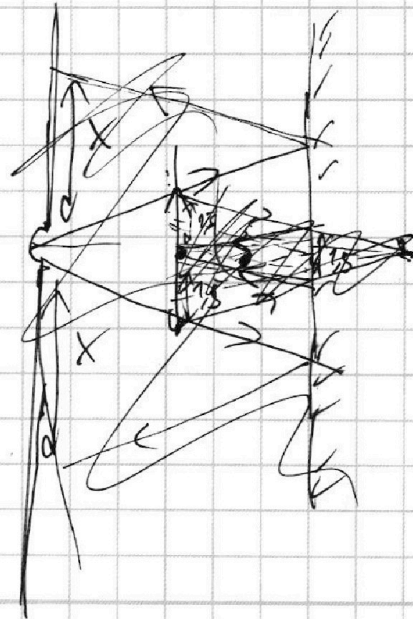
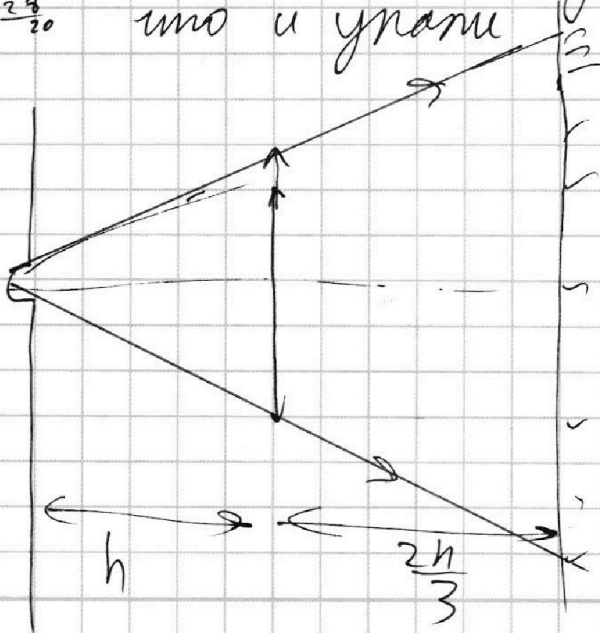


7,5  
x 3,5  
225  
245  
2275  
x 3  
97

13 7  
2 2

914  
13 22,75  
8  
30  
29 20

② Все лучи, что пришли на зеркало —  
 отразились под тем же углом,  
 что и упали





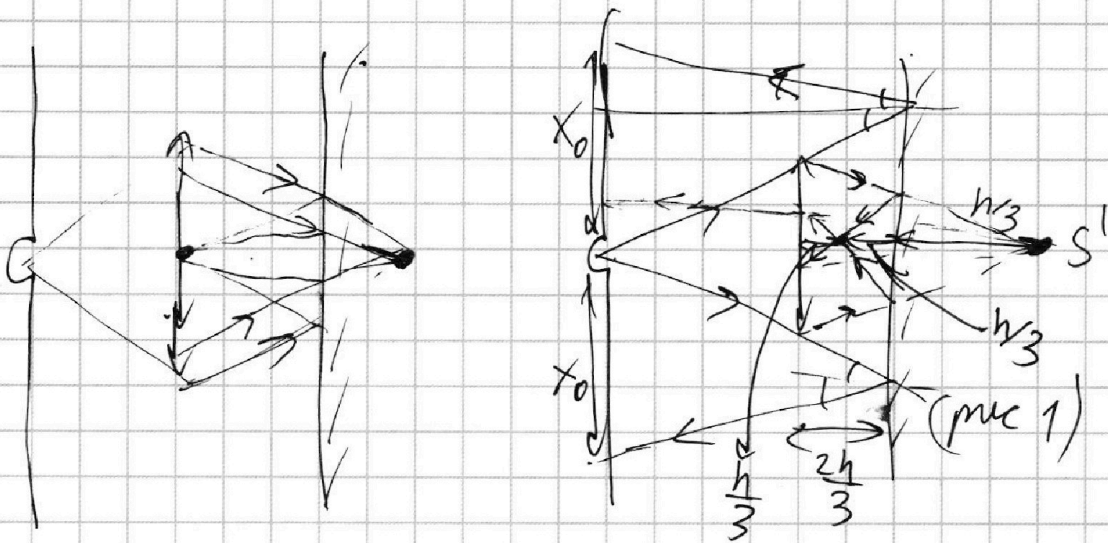


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
13 из 13

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!

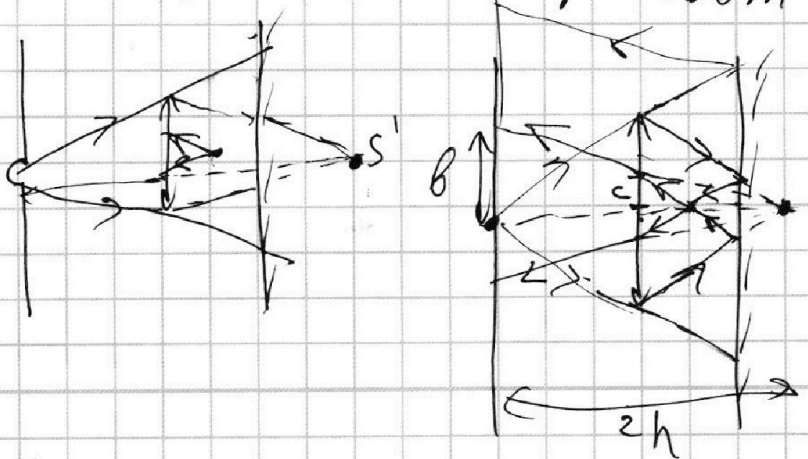


Далее из-за наличия зеркала образуется «место исхода» лучей (см. рис. 1), для изображения «нового» источника  $S''$  воспользуемся формулой тонкой линзы:

$$\frac{3}{h} + \frac{1}{y} = \frac{2}{h} \quad \frac{1}{y} = -\frac{1}{h}$$

т.к. «новый» источник находится в фокусе ( $\frac{h}{2}$ )  $\Rightarrow$  изображение мнимое

$\Rightarrow$  изображение  $S''$  находится в т-ке  $S'$   $\Rightarrow$





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  
13/13

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!

Из подобия:

$$\frac{b}{2h} = \frac{c}{h} \quad \cancel{b=2c} \quad b=2c$$

$$\frac{c \cdot 3}{h} = \frac{r}{h} \quad c = \frac{r}{3}$$

$$b = \frac{2}{3} r = 2 \text{ см}$$

найдем  $x_0$  из рис. 1

из подобия:  $x_0 = 2c =$

$$= 5 \text{ см} \cdot 2 = 10 \text{ см}$$

Итого ~~не~~ освещенная

область это концентрические кольца, но уже

с  $r_{\text{out}} = 10 \text{ см}$ , а  $r_{\text{in}} = 2 \text{ см}$ ;

$$S = \pi (r_{\text{out}}^2 - r_{\text{in}}^2) = \pi \cdot 8 \cdot 12 = 96\pi \text{ см}^2$$







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  
\_\_ 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!

$$L = \mu_0 \frac{N^2 S}{L_1}$$

$$L_1 = L = \mu_0 \frac{N^2 S}{L_1}$$

$$4L = \mu_0 \frac{4N^2 S}{L_2} \Rightarrow L_1 = L_2$$

Пусть  $r$  — сопротивление катушек и проводов  
( $r \rightarrow 0$ )

т.о., что катушки далеко друг от друга  $\Rightarrow$  они не возмущают друг на друга магнитным полем.

Для первой катушки:

$$\textcircled{1} L \cdot \frac{dI}{dt} = \text{ind} = \left( \frac{d\Phi}{dt} \right) \cdot N \cdot S$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2SN}{L}$$

вед. по модулю:

$$\textcircled{2} L \quad B_0 \rightarrow \frac{B_0}{2}$$

$$4L \quad 2B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3}$$

$$L \frac{dI_1}{dt} = \frac{dB_1}{dt} \cdot N \cdot S$$

$$4L \frac{dI_2}{dt} = \frac{dB_2}{dt} \cdot 2N \cdot S$$

$$I_1 = ? \quad I_2 = ?$$