

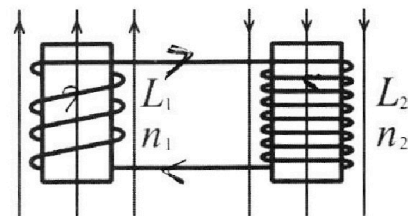
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

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

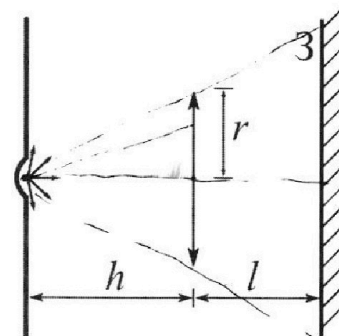


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



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

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



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

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



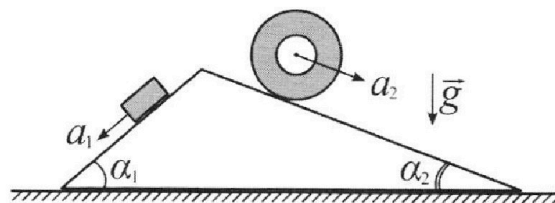
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

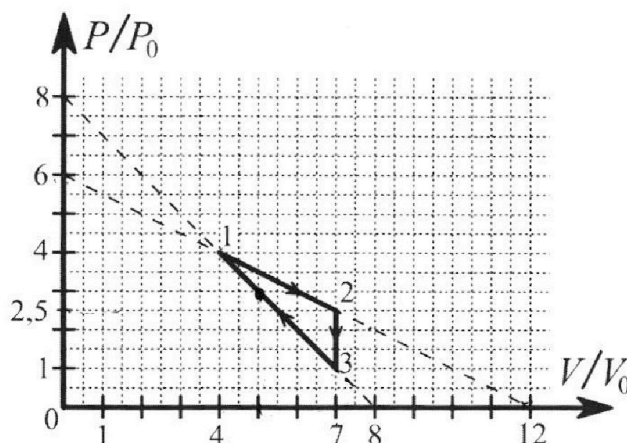


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

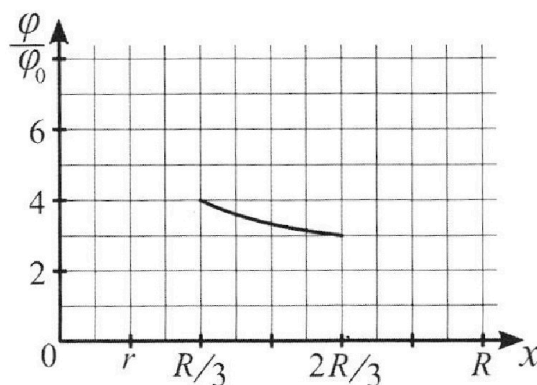
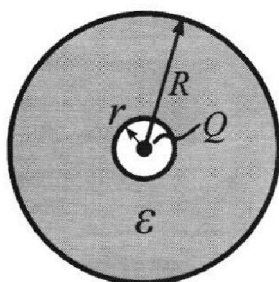
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ε .





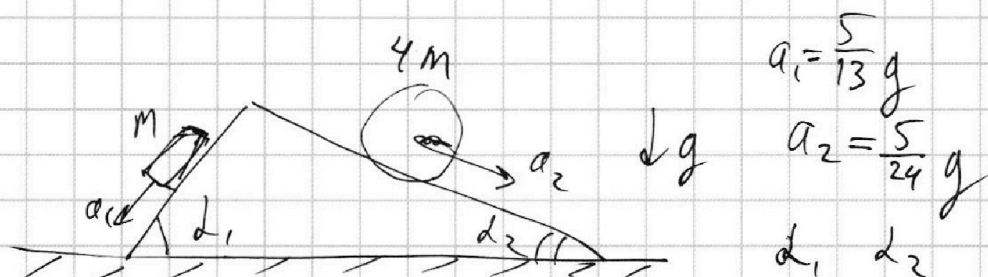
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

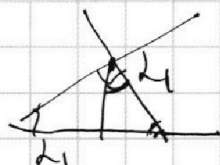
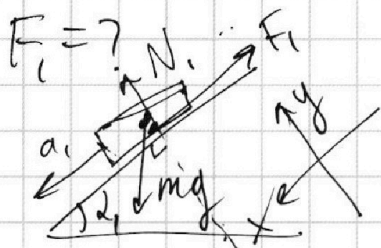
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 1



$$A_{\text{качка}} = 0$$

①



II закон Ньютона на OX:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

или OY:

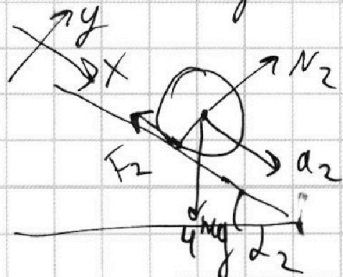
N_1

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{13}$$

$$\frac{13}{65} - \frac{25}{65} = \frac{13-25}{65} = \frac{-12}{65}$$

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

② ТПК. цилиндр катится без проскальзывания $\Rightarrow$ на него действует сила трения $\leq \mu N_2$



на OX:

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$



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
2 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!

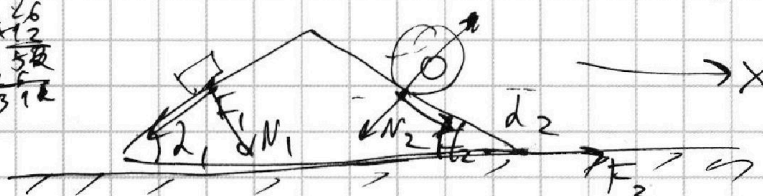
$$F_2 = mg \left(\sin d_2 - \frac{5}{24} \right) = mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = mg \left(\frac{120 - 75}{312} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{45}{312} = mg \cdot \frac{15}{104} = mg \cdot \frac{30}{52} = mg \cdot \frac{15}{26}$$

③ $F_3 = ?$

$$N_1 = mg \cos d_1$$

$$N_2 = 4mg \cos d_2$$



$$N_1 = mg \cdot \frac{4}{5} \quad N_2 = mg \cdot \frac{48}{13}$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{14}{65} \quad F_2 = mg \cdot \frac{15}{26}$$

на OX:

$$F_3 + F_2 \cos d_2 - F_1 \cos d_1 + N_1 \sin d_1 - N_2 \sin d_2 = 0$$

$$F_3 = F_1 \cos d_1 + N_2 \sin d_2 - F_2 \cos d_2 - N_1 \sin d_1 =$$

$$= mg \left(\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{15}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{14 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{48 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{15 \cdot 12}{13 \cdot 2 \cdot 13} - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{14 \cdot 4 \cdot 13 \cdot 2 + 48 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 2 - 15 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 5 - 4 \cdot 3 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 13}{13 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{2450}{845 \cdot 5} = mg \cdot \frac{490}{845} = mg \cdot \frac{98}{169}$$



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



СТРАНИЦА
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!

до найденной т-ки касания

$$Q_{13} = Q_{+13} + Q_{-13}$$

↑
после найденной т-ки касания (считаем, что $\frac{p}{p_0}$ осц)

от $p=3p_0$ и $V=5V_0$ до $p=p_0$ $V=7V_0$

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

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

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

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

$$Q_{+31} = A_{31} + \Delta U_{+31}$$

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

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

$$Q_+ = 5 p_0V_0$$

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

Для 1-2: касание с адгезией для 1-2:

кара

$$p = \frac{9}{4} p_0 \quad V = 1 \quad p = \frac{6 \cdot 3}{4} \cdot p_0 = \frac{9}{4} p_0 =$$

$= (2 + \frac{1}{4}) p_0 = 2,25 p_0$, что находится ниже
"нулевого" участка 1-2 $\Rightarrow$ 1-2 не нулево

"разбивать" на части. $\Rightarrow Q_{1-2} = Q$

Для 3-4: $k = -1 \quad b = 8$

$$p = 3 p_0$$

$$V = 5 V_0$$

- 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

$$A = Q_+ - Q_-$$

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

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

Чтобы определить на каких участках 12 и 37

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

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

Для адиабаты:

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

~~для~~ $p V^\gamma = \text{const}$ $\gamma = \frac{5}{3}$ (для $i=3$) наш $\downarrow$ считай $\frac{2pV^\gamma}{V}$

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

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

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

Для наших процессов:

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

Для n-го 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.



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:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{на } \frac{V_{12}}{V_0} = 6 \quad V_{12} = 6V_0 \Rightarrow p_{12} = 3p_0 \quad \begin{array}{l} \text{на цикле 1-2} \\ \text{если макс} \\ \text{м-ка} \end{array}$$

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

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



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

$i=3$

$p_0 V_0$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

②

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

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



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 $= \frac{R}{6} \Rightarrow$ ^{мы} рассматриваем
область в физическом пространстве. $\left(\frac{R}{3}, \frac{2R}{3} \right) > r$

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

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

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

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



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.

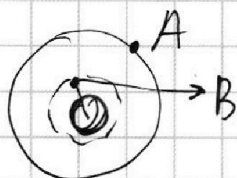


СТРАНИЦА

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!

N3



Если $r < \frac{R}{4}$: *но равномерно распределен внутри диэла.*

$$E = \frac{kQ}{\epsilon_0 r^2}$$

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

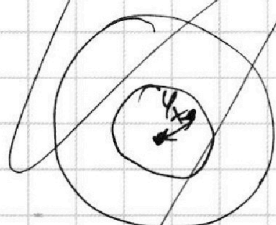
$$= \left| \frac{kQ}{\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} \right|_R^{\frac{R}{4}} = \left| \frac{kQ}{\epsilon_0} \left(\frac{4}{R} - \frac{1}{R} \right) \right| =$$

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

мы пойдём в сторону уменьшения потенциалов

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

Если $r > \frac{R}{4}$:



Внутри оболочки поле такое же как от заряда =

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

$$U_x = \frac{kQ \cdot 4}{R} = \frac{4kQ}{R} \quad \leftarrow \text{просто как от точечного заряда}$$

(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.

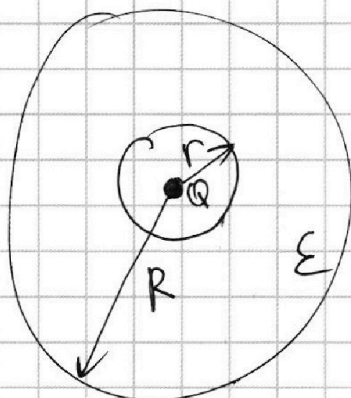
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА **8** ИЗ **8**

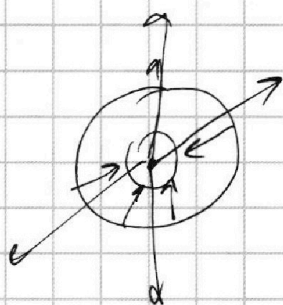
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N3

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



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 теор. Гаусса:

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

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

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

$\varphi_A = \varphi$ 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

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

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

$\frac{d\Phi}{dt} = 2NS = -\epsilon_{ind}$
по сути это сумма напряжений на обеих катушках.

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 индуктивности!

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

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

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

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

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

просуммируем

$$\left| \frac{dB_1}{dt} \right| = \frac{\mu_0}{2} \left| \frac{dB_2}{dt} \right| = \frac{4}{3} \left| \frac{dB_2}{dt} \right|$$

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



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!

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

$$5L \Delta I = NS \cdot B_0 \cdot \frac{10^9}{6}$$

$$I = \frac{NS B_0}{L} \cdot \frac{10^9}{30}$$

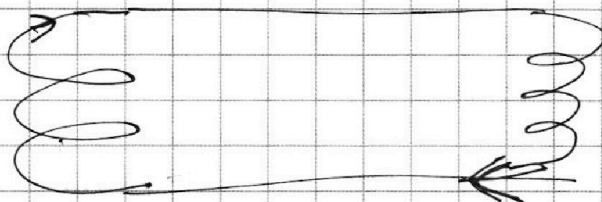
(используем $\int_a^b dx = b - a = \Delta x$)

$|dB_1|$ и $2|dB_2|$ или с ^{плюсом} ~~минусом~~ μK

при выборе ^{увеличение} ~~уменьшение~~ ^{уменьшение} ~~увеличение~~ одного ^{уменьшение} ~~увеличение~~ поля

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

второго даёт ~~ток~~ $\frac{dI}{dt}$ в другую сторону, а ^{уменьшение} ~~увеличение~~ второго даёт ~~ток~~ $\frac{dI}{dt}$ в ту же сторону



т.е. картина ~~направление~~ катушек "симметрична" ^{бы} в ^{направление} ~~направление~~ и ^{направление} ~~направление~~ μ



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!

$$L_1 = L, L_2 = 4L$$

$$N_1 = N, N_2 = 2N$$

$$S, R=0, I_0=0$$

①

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

$$B_{out} = const$$

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

$$\epsilon_{ind} = - \frac{d\Phi}{dt} = - L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\text{т.к. } R=0 \Rightarrow \Delta\varphi=0 \text{ т.е. во всем}$$

возникнут разности потенциалов $\Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} \neq 0$

и если считать ток через катушки не ток
 никакой $\Rightarrow \Phi_0 = \frac{B_{out} \cdot NS}{\mu_0} = const, \Phi_{ind} = const = \Phi_0$

и

$\frac{d\Phi}{dt}$ из-за $\frac{d\Phi}{dt}$ в катушке, которая она в своих
 цепи создаёт. $B_{катушки} = \mu_0 I \cdot \frac{N}{L} = \mu_0 I n$

$$\Phi_{катушки \text{ через саму себя}} = L_1 \cdot I = \mu_0 n \cdot S \cdot N \cdot I$$

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



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 12 ИЗ 12

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 линзу — просто
 влетают на зеркало до бесконечности)

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

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

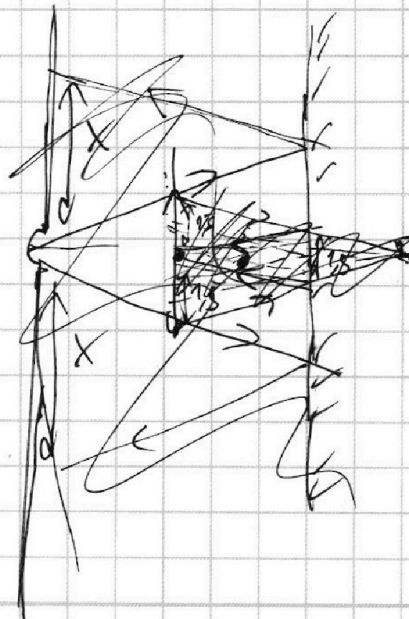
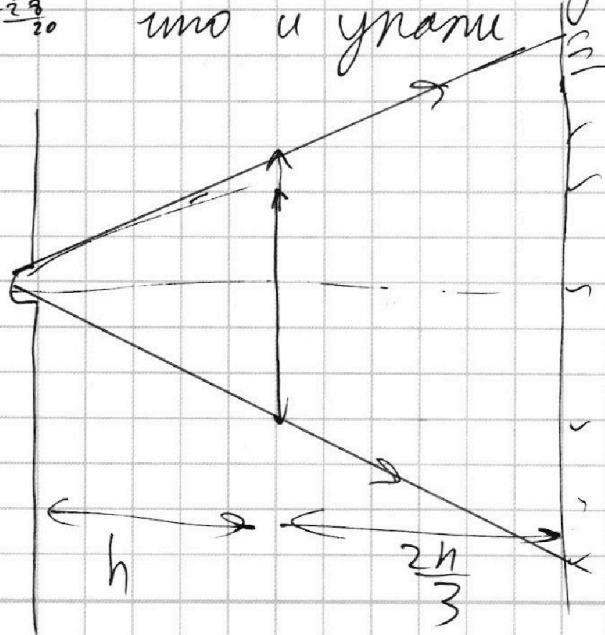
$$= \frac{91}{4} \pi \text{ см}^2$$

$$\begin{array}{r} 22,75 \\ \times 3,5 \\ \hline 113,75 \\ 227,50 \\ \hline 79,625 \end{array}$$

$$\frac{13}{2} \cdot \frac{7}{2}$$

$$\begin{array}{r} 91 \overline{) 2275} \\ 91 \overline{) 2275} \\ \hline 0 \end{array}$$

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



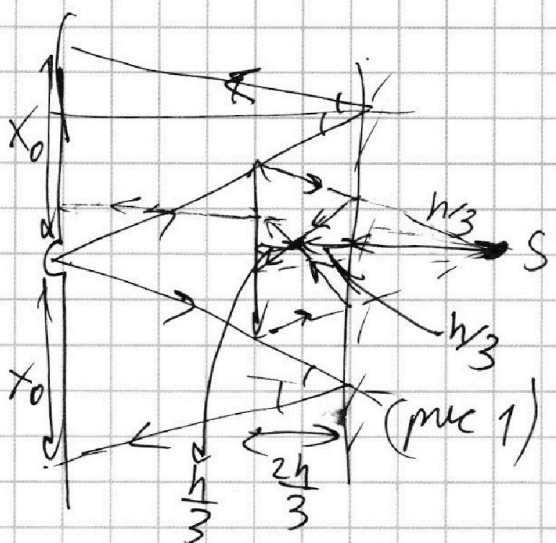
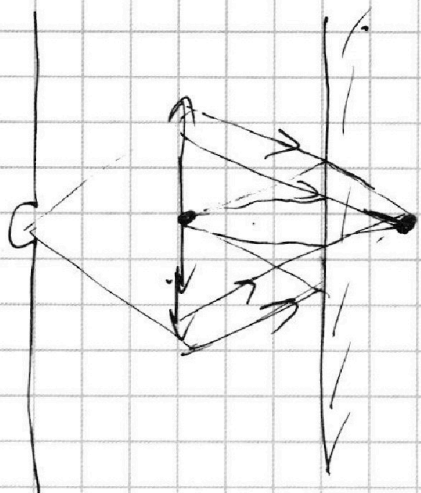


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



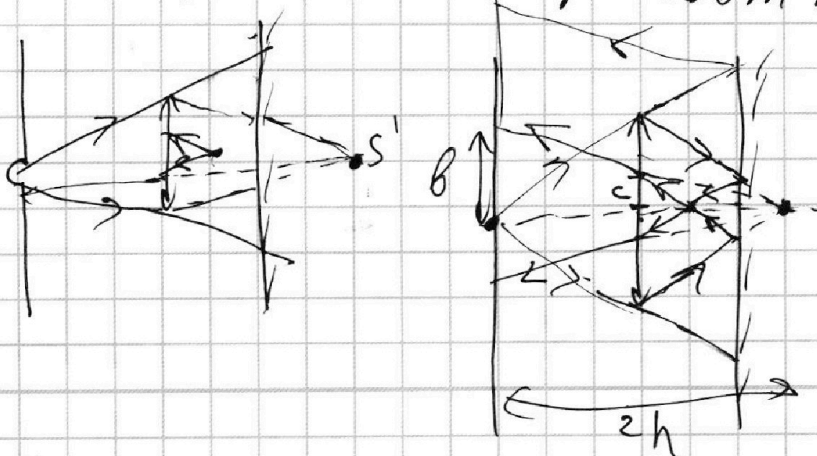
Далее из-за наличия зеркала отразится «место исхода» лучей (см. рис. 1), для изображения «нового» источника S'' воспользуемся формулой тонкой линзы:

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

$$\frac{1}{y} = -\frac{1}{h}$$

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:

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

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

$$b = \frac{2}{3} r = 2 \text{ см}$$

найдем x_0 из рис. 1

$$\begin{aligned} \text{из подобия: } x_0 &= 2c = \\ &= 5 \text{ см} \cdot 2 = 10 \text{ см} \end{aligned}$$

Итого неосвещенная
область это тоже дубин, 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!

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

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

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

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

Т.е., что катушки далеко друг от друга $\Rightarrow$ они не возмущают друг на друга магнитные поля.

Для первой катушки:

① $L \cdot \frac{dI}{dt} = \epsilon_{ind} = \left(\frac{d\Phi}{dt} \right) = \frac{dB_1}{dt} \cdot N \cdot S$

~~$\frac{dI}{dt} = \frac{2S N}{L}$~~

Аналогично:

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

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

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

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

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