

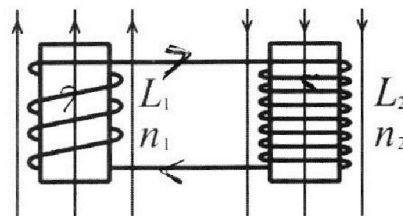
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

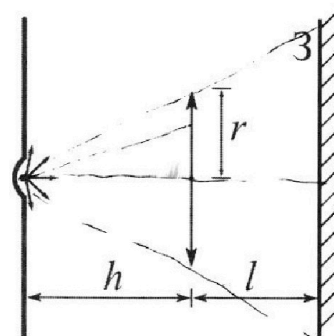


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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.



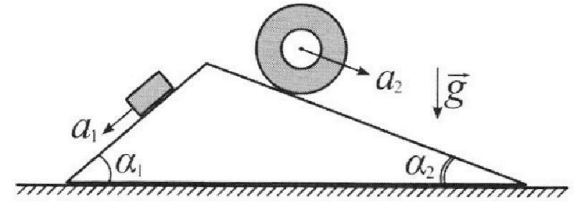
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

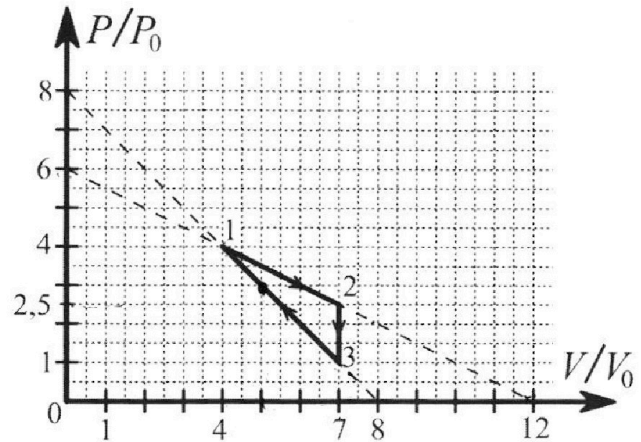


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

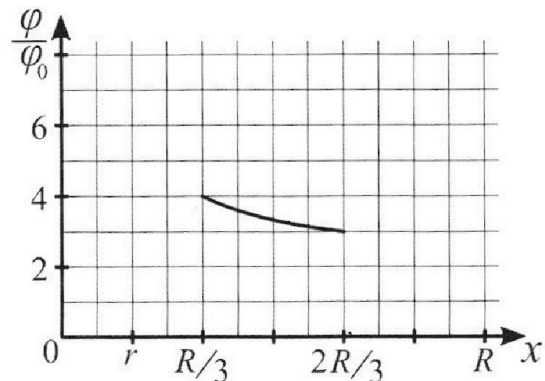
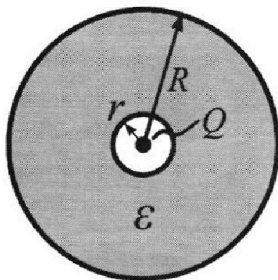
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





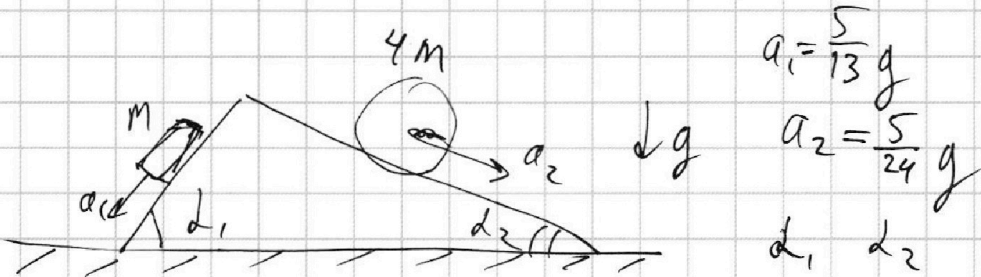
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из

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

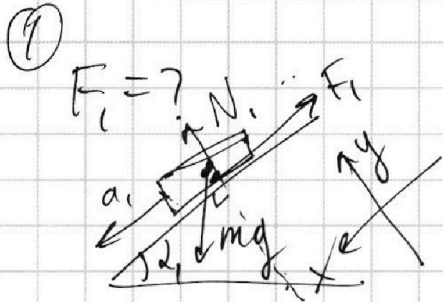


$$a_1 = \frac{5}{13}g$$

$$a_2 = \frac{5}{24}g$$

α_1 α_2

А реакция = 0



Второй закон Ньютона на OX:

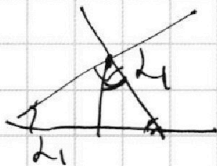
II закон Ньютона на OX:

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

на OY:

или

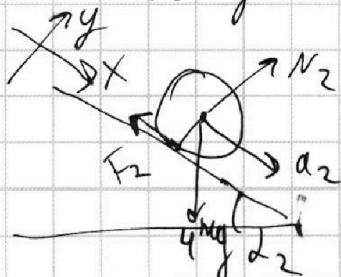
$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{13}$$



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

② ТПК. цилиндр катится без проскальзывания =>

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

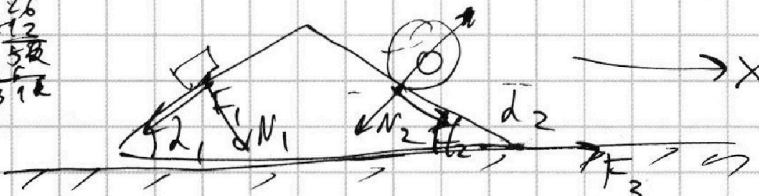
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$F_2 = 4mg \left(\sin d_2 - \frac{5}{24} \right) = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 4mg \left(\frac{120 - 65}{312} \right) =$$

$$= 4mg \cdot \frac{45}{312} = 4mg \cdot \frac{15}{104} = mg \frac{30}{52} = mg \frac{15}{26}$$

(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:

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

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

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

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

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

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



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.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
76 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!

$Q_{13} = Q_{+13} + Q_{-13}$ ↗ 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 $p=r_0$ $v=7v_0$

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

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

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

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

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

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

$$Q_+ = 5 p_0V_0$$

$$A = \frac{9}{4} p_0V_0 (\text{сигн-н ?}) \Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9}{20}$$



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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



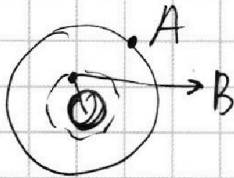
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 $r < \frac{R}{4}$:
 $\frac{E}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon \epsilon_0 r^2}$ (внутри сферы)

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

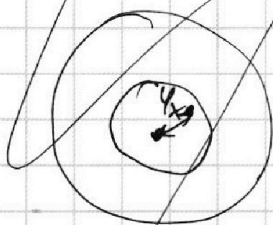
$$= \left| \frac{kQ}{\epsilon \epsilon_0} \cdot \left[-\frac{1}{r} \right]_{\frac{R}{4}}^R \right| = \left| \frac{kQ}{\epsilon \epsilon_0} \left(\frac{4}{R} - \frac{1}{R} \right) \right| =$$

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

ма поле идёт в сторону уменьшения потенциала

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

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:

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\epsilon_0 \quad \varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = 3\epsilon_0$$

$$\Delta\varphi = \varphi_0$$



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.

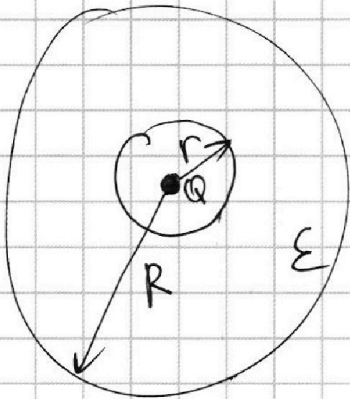
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА **8** ИЗ

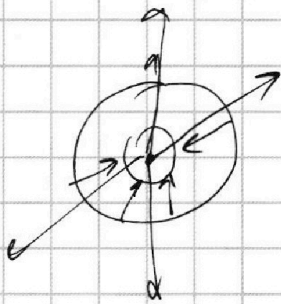
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

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



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



За шаром $\epsilon = \epsilon_0$ от заряда Q

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

но теор. Гаусса:

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

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

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

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

как от m -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

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

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

$\frac{d\Phi}{dt} = 2NS = -\epsilon_{ind}$
но сумма этих сумм направлений на линии контура.

$\textcircled{2}$

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

без учета знаков ϵ_{ind}

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

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

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

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

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

д 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 $\int_a^b dx = b - a = \Delta x$)

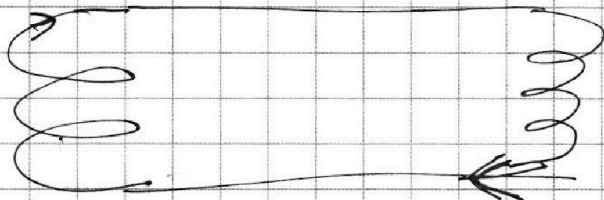
$|dB_1|$ и $z |dB_2|$ или с помощью МК

при выборе положительного направления
уменьшения тока \downarrow в цепи \uparrow уменьшение одного тока

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

второго даёт эффект в противополо-

жную в ту же сторону



т.е. картина на одной катушке "Симметричные" в направлении и поэтому даёт +

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 ϵ_{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. в цепи на катушках не может~~

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

~~и если склеена ток через катушки не течёт~~

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

~~$\frac{d\Phi}{dt}$ из-за $\frac{d\Phi}{dt}$ в катушке, которая она в обеих катушках.~~

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

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

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



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 12

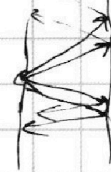
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

$$= \frac{91}{4} \pi \text{ см}^2$$

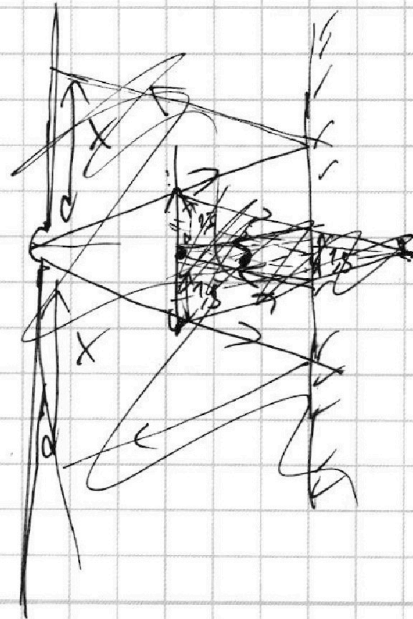
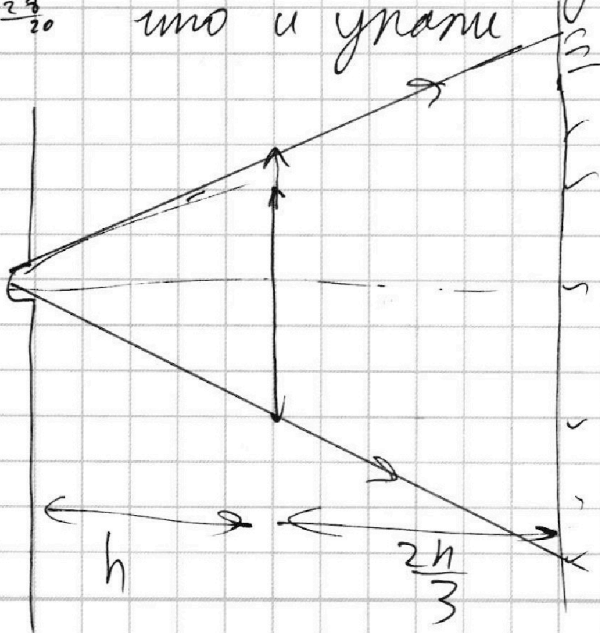


7,5
x 3,5
225
245
2275
x 3
675
97

13/2 * 7/2

91/4 * 22,75
13/2 * 7/2
30
29/20

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



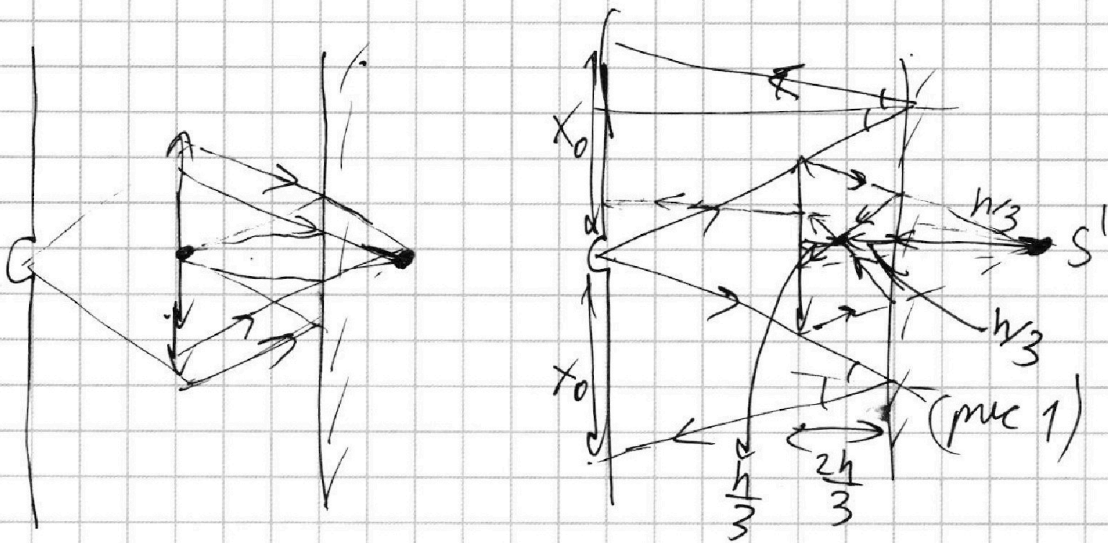


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

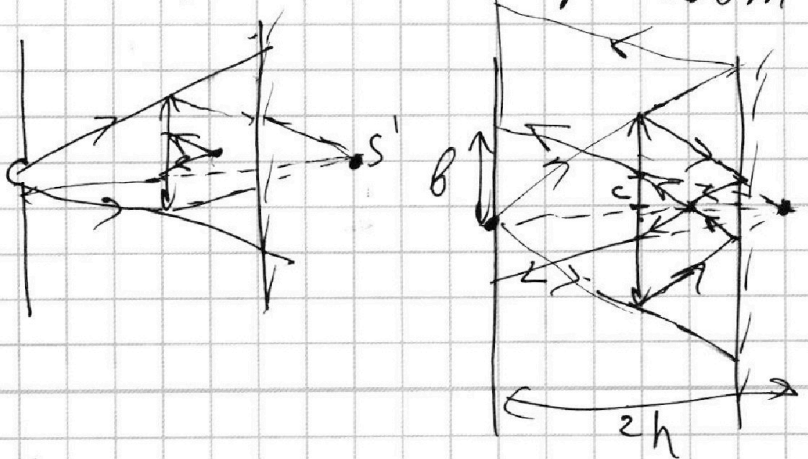


Далее из-за наличия зеркала образуется «место исхода» лучей (см. рис. 1), для изображения «нового» источника S'' воспользуемся формулой тонкой линзы:

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

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

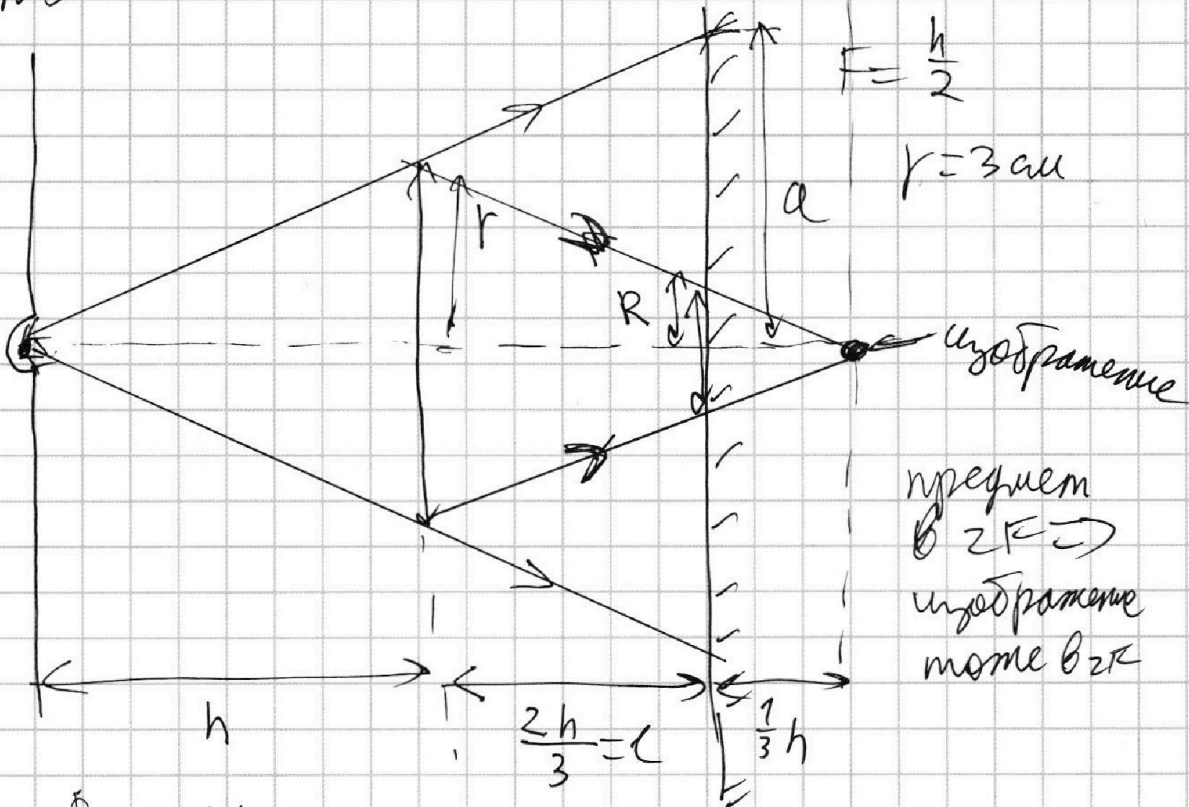
6

7

СТРАНИЦА
19 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!

N5



Все лучи от лампы, проходящие на мишу, преломляются так, чтобы пересечься в изображении лампы, найдём расстояние до этого изображения:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{2}{h} \quad \frac{1}{x} = \frac{1}{h}$$

из подобия треугольников:

$$\frac{R \cdot 3}{h} = \frac{r \cdot 3}{2h} \quad R = \frac{r}{2} = 1,5 \text{ см}$$

$$\frac{a \cdot 3}{5h} = \frac{r}{h} \quad a = \frac{5}{3} r = 5 \text{ см}$$



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 магнитные поля.

Для первой катушки:

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

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

вед. по модулю:

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

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

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

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

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