

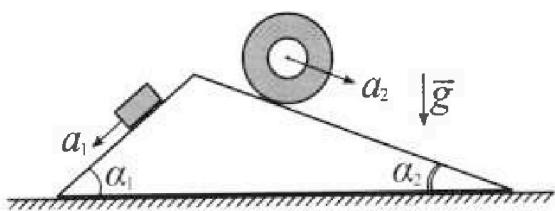
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-01



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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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.

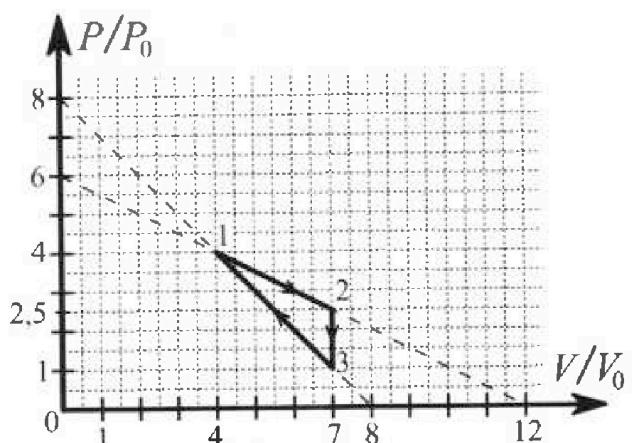


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

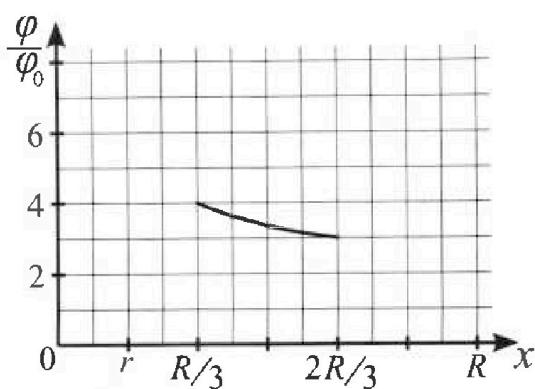
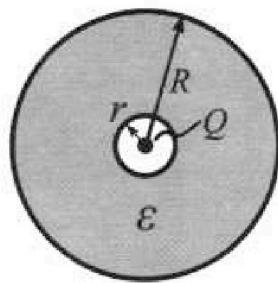
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

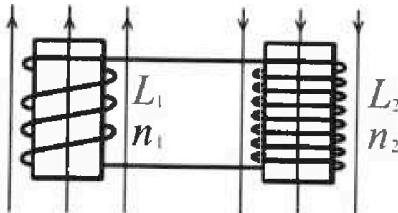


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

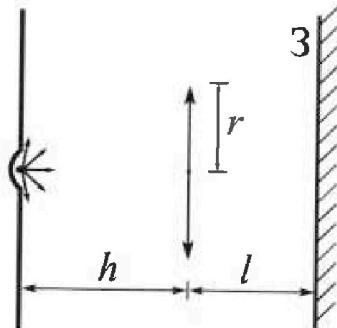
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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 изменились 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 З. 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 γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

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

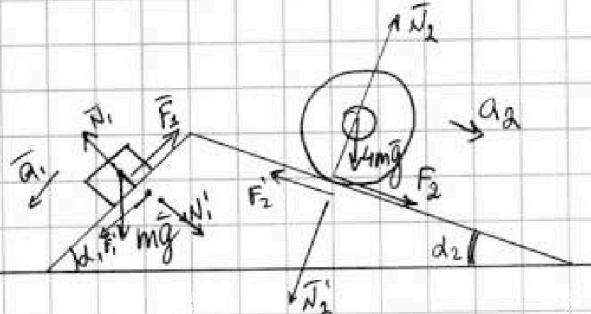
6

7

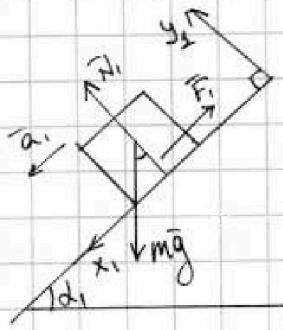
СТРАНИЦА
1 из 2

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



1) Рассмотрим брускок и запишем для него
II закон Ньютона в проекциях на оси Ox_1, Oy_1 :



$$Ox_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$Oy_1: 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1$$

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

$$\{ F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

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

$$\} N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$\text{Откуда: } F_1 = m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{13}g \right) = \frac{39-25}{65}mg = \frac{14}{65}mg$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{14}{65}mg$$

2) Рассмотрим цилиндр и запишем для него
II закон Ньютона



$$Ox_2: F_2 + 4mg \sin \alpha_2 = 4ma_2$$

$$Oy_2: N_2 - 4mg \cos \alpha_2 = 0$$

$$\Rightarrow N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Определяем: $F_2 = 4ma_2 - 4mgsind_2 = 4m(a_2 - gsind_2) =$
 $= 4m\left(\frac{5}{24}g - g \cdot \frac{5}{13}\right) = 4mg \cdot \frac{5 \cdot -11}{24 \cdot 13} = \frac{-55}{48}mg \Rightarrow$
 $|F_2| = \frac{55}{48}mg$

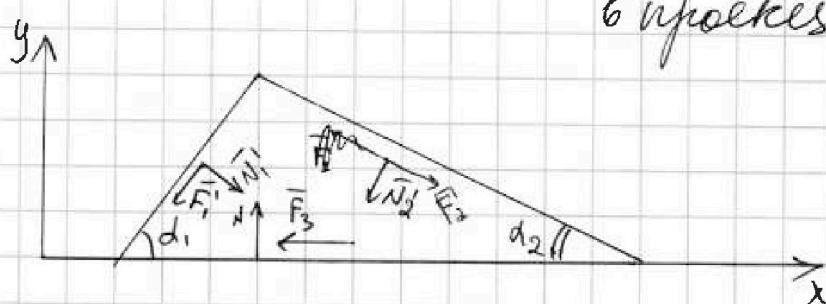
Ответ: $|F_2| = \frac{55}{48}mg$

3) По III закону Ньютона:

$$\bar{N}_2' = -\bar{N}_2, \quad \bar{N}_1' = -\bar{N}_1, \quad \bar{F}_3' = -\bar{F}_1,$$

$$\bar{F}_2' = -\bar{F}_2 \Rightarrow |\bar{N}_2'| = |\bar{N}_2|, |\bar{N}_1'| = |\bar{N}_1|, |\bar{F}_3'| = |\bar{F}_3|$$

Запишем II закон Ньютона для колеса:
в проекциях на оси.



П.к колесо покосится, то:

от O_x :

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

$$-\frac{14}{65}mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{55}{48}mg \cdot \frac{12}{13} - 4mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} = F_3$$

$$mg\left(-\frac{56}{325} + \frac{12}{25} + \frac{55 \cdot 6}{39 \cdot 13} - \frac{240}{169}\right) = F_3 = mg\left(-\frac{56}{13 \cdot 25} + \frac{12}{25} + \frac{55 \cdot 6}{13^2 \cdot 3} - \frac{240}{13^2}\right)$$

$$F_3 = mg\left(\frac{4}{13} - \frac{30}{13}\right) = -2mg \Rightarrow |F_3| = 2mg \quad \text{Ответ: } |F_3| = 2mg$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 из 4

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

1) Найдите работу газа за цикл из циклона:

$$A_{12} = \cancel{3 \cdot 1,5 \cdot \frac{1}{2} P_0 V_0} \quad (4-4) \cdot (2,5-3) \cdot \frac{1}{2} P_0 V_0 = \\ = 3 \cdot 1,5 \cdot \frac{1}{2} P_0 V_0 = 2,25 P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

Преобразование вспущенной жидкости газа в процессе 2-3: $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} JR(T_3 - T_2)$, где J - коэффициент газа, T_2 и T_3 - температуры газа в точках 2 и 3, соответственно.

P_1, P_2, P_3 - давление газа в точках 1, 2, 3, соответственно. V_1, V_2, V_3 - объем газа в точках 1, 2, 3. T_1 - температура газа в точке 1.

Уравнение состояния идеального газа:

$$P_1 V_1 = JR T_1 \quad (1) \quad U_2 \quad (2 \text{ и } 3):$$

$$P_2 V_2 = JR T_2 \quad (2) \quad JR(T_3 - T_2) = P_3 V_3 - P_2 V_2$$

$$P_3 V_3 = JR T_3 \quad (3)$$

Из графика: $P_1 = 4 P_0$, $P_2 = 2,5 P_0$, $P_3 = P_0$,

$$V_1 = 4 V_0, \quad V_2 = 4 V_0 = V_3 \Rightarrow$$

$$JR(T_3 - T_2) = P_0 \cdot 4 V_0 - 2,5 P_0 \cdot 4 V_0 = -1,5 \cdot 4 P_0 V_0 = -10,5 P_0 V_0 \Rightarrow$$



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.

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

СТРАНИЦА
2 из 4

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!

$$\Delta U_{32} = \frac{3}{2} \cdot (-10,5 P_0 V_0) = -\frac{3}{2} \cdot \frac{21}{2} P_0 V_0 = -\frac{63}{4} P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\frac{|\Delta U_{32}|}{A_3} = \frac{\frac{63}{4} P_0 V_0}{\frac{9}{4} P_0 V_0} = 4$$

Ответ: 4.

2) Из (1): $T_3 = \frac{P_1 V_1}{J_R} = \frac{16 P_0 V_0}{J_R}$ - температура газа 6

Составим 1.

Из графика в процессе 1-2:

$$P = 6 P_0 - \frac{1}{2}$$

$$\frac{P}{P_0} = 6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0}$$

$$P = 6 P_0 - \frac{1}{2} V \cdot \frac{P_0}{V_0} \Rightarrow$$

$$PV = -\frac{1}{2} V^2 \cdot \frac{P_0}{V_0} + 6 P_0 \cdot V$$

Уравнение состояния идеального газа:

$$\frac{PV}{J_R T} = J_R T \Rightarrow T = \frac{PV}{J_R} \text{ - температура газа в}$$

процессе 1-2. \Rightarrow

$$T = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0 J_R} \cdot V^2 + \frac{6 P_0}{J_R} \cdot V -$$

график ~~из~~ уравнение $T(V)$ на 6 процессе 1-2 - парабола

Максимальная температура T_{\max} газа при вершине



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.

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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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

$$\text{наработки}, \text{т.е при } V = \frac{-6 \frac{P_0}{\sigma R}}{2 \cdot \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0 \sigma R} \right)} = 6 V_0 \Rightarrow$$

$$T_{\max} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0 \sigma R} \cdot 36 V_0^2 + \frac{6 P_0}{\sigma R} \cdot 6 V_0 = 18 \frac{P_0 V_0}{\sigma R} \Rightarrow$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18 \frac{P_0 V_0}{\sigma R}}{16 \frac{P_0 V_0}{\sigma R}} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

$$\text{Отвим: } \frac{9}{8}$$

3) ΔQ_{ij} - тепло, подведенное к газу в процессе $i-j$, A_{ij} - работа газа в процессе $i-j$

И начну методиками:

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} \sigma R (T_2 - T_1) + A_{12}$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2} \sigma R (T_3 - T_2) + A_{23}$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{3}{2} \sigma R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

Из графика:

$$A_{12} = (7-4) \cdot \frac{2+5+4}{2} P_0 V_0 = \frac{3 \cdot 13}{2 \cdot 2} P_0 V_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$$

$$A_{23} = 0$$

$$A_{31} = -(4-7) \cdot \frac{4+1}{2} P_0 V_0 = -\frac{15}{2} P_0 V_0$$

Из уравнений (1)-(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.

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

СТРАНИЦА
4 из 4

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!

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{JR} = 16 \frac{\text{Полв}}{\text{Дж}}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{JR} = \frac{9}{2} \cdot \frac{4 \text{ Полв}}{\text{Дж}} = \frac{35 \text{ Полв}}{2 \text{ Дж}}$$

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{JR} = 4 \frac{\text{Полв}}{\text{Дж}}$$

Меняя:

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} \left(\frac{35}{2} - 16 \right) \text{ Полв} + \frac{39}{4} \text{ Полв} = 12 \text{ Полв} > 0$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2} \left(4 - \frac{35}{2} \right) \text{ Полв} + 0 = -\frac{63}{4} \text{ Полв} < 0$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{3}{2} (16 - 4) \text{ Полв} - \frac{15}{2} \text{ Полв} = 6 \text{ Полв} > 0 \Rightarrow$$

KPRD цикла:

$$\gamma = \frac{A_3}{Q_+} = \frac{A_3}{\Delta Q_{12} + \Delta Q_{31}} = \frac{\frac{9}{4} \text{ Полв}}{(12 + 6) \text{ Полв}} = \frac{9}{4 \cdot 18} = \frac{1}{8}$$

где Q_+ - сумма положительных подведенных теплот

$$\text{Ответ: } \gamma = \frac{1}{8}$$



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

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!

№3

1)

$$\text{Из уравнения: } r - \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{3} = \frac{R}{6} < \frac{R}{4} - x \Rightarrow$$

Потенциал внутри диполя при $x = \frac{R}{4}$:

$$\varphi_x = \frac{kQ}{r} - \sum_r^x E(l)dl, \text{ где } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$E(l)$ - электрическое поле, создаваемое зарядом Q на расстоянии l от центра шара

$\sum_r^x E(l)dl$ - работа электрического поля по переносу единичного пробного заряда на расстояние от r до x от центра шара.

М.к. шар - дипольник, т.о.:

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

$$\sum_r^x E(l)dl = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \cdot \sum_r^x \frac{1}{l^2} dl = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right) \Rightarrow$$

$$\varphi_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \frac{Q}{r} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{x\varepsilon} - \frac{1}{r\varepsilon} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \left(\frac{\varepsilon-1}{8r} + \frac{1}{x\varepsilon} \right). \text{ При } x = \frac{R}{4}: \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \left(\frac{\varepsilon-1}{8r\varepsilon} + \frac{4}{R\varepsilon} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon\varepsilon_0} \left(\frac{\varepsilon-1}{8r} + \frac{4}{R\varepsilon} \right) \quad \text{Ответ: } \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon\varepsilon_0} \left(\frac{\varepsilon-1}{8r\varepsilon} + \frac{4}{R\varepsilon} \right)$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

2) Из пункта 1: потенциал вдали от центра шара:

$$\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{1}{x} \right) \Rightarrow$$

При $x = \frac{R}{3}$:

$$\varphi_x = \varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{3}{R} \right)$$

При $x = \frac{2R}{3}$: ~~не~~

$$\varphi_x = \varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{3}{2R} \right)$$

Из графика:

$$\varphi_1 = 4\varphi_0, \quad \varphi_2 = 3\varphi_0, \quad r = \frac{R}{6} \Rightarrow$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{4}{3} = \frac{\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{3}{R}}{\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{3}{2R}} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{\frac{\epsilon-1}{R} \cdot 6 + \frac{3}{R}}{\frac{6(\epsilon-1)}{R} + \frac{3}{2R}} =$$

$$= \frac{6\epsilon - 6 + 3}{6\epsilon - 6 + \frac{3}{2}} = \frac{6\epsilon - 3}{6\epsilon - 4,5} = \frac{2\epsilon - 1}{2\epsilon - 1,5} = \frac{4\epsilon - 2}{4\epsilon - 3} \Rightarrow$$

$$4(4\epsilon - 3) = 3(4\epsilon - 2)$$

$$16\epsilon - 12 = 12\epsilon - 6 \Rightarrow 4\epsilon = 6 \Rightarrow \epsilon = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} = 1,5$$

Ответ: $\epsilon = 1,5$



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.

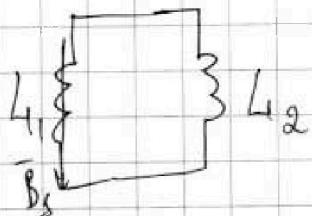
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

№ 4

1)



B_s - магнитное поле в

первой катушке $\Rightarrow B_s = d$

Поток через I катушку:

$$\Phi_s = n_s B_s S = n_s B_s$$

II тока

$$\Phi_s - L_1 \cdot I = L_2 \cdot I \text{ но II правило Кирхгофа:}$$

$$B_s n_s S - L_1 \cdot I = 4 L_2 \cdot I$$

$$d n S = 5 L I$$

$I = \frac{d n S}{5}$ - модуль скорости изменения тока в катушках

$$\text{Ответ: } I = \frac{d n S}{5}$$



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.

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

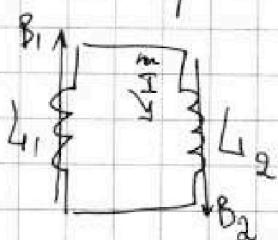
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

~~Ответ: $I = \frac{hS}{4L}$~~

2)

Правило Кирхгофа:



При протекании тока через катушки равной в любой момент времени

то: II правило Кирхгофа:

$$B_1 S \cdot n_1 - L_1 I + B_2 S \cdot n_2 - L_2 \cdot I = 0 \quad | \cdot \Delta t$$

$$\Delta B_1 \cdot S \cdot h - L_1 \cdot \Delta I + \Delta B_2 \cdot S \cdot 2h - 4L_1 \Delta I = 0$$

$$-3L_1 \Delta I = hS(\Delta B_2 \cdot 2 + \Delta B_1 \cdot 1) \quad (-1)$$

Продумываем:

$$\sum 3L_1 \Delta I = hS(\sum 2\Delta B_2 + \sum \Delta B_1)$$

Т.к. в начале река ~~тек~~ и I_k - некоторый ток,

$$\text{то: } 3L_1(I_k - 0) = hS(2 \cdot (\frac{2}{3}B_0 - 2B_0) + (\frac{B_0}{2} - B_0))$$

$$3L_1 I_k = hS(-\frac{8}{3}B_0 + \frac{1}{2}B_0) = hS \cdot B_0 \cdot (-\frac{19}{6})$$

$$I_k = -\frac{hS B_0}{30} \Rightarrow |I_k| = \frac{hS B_0}{4} \cdot \frac{19}{30}$$

~~Ответ: $|I_k| = \frac{hS B_0}{9}$~~

$$\frac{19}{30} \frac{hS B_0}{4}$$



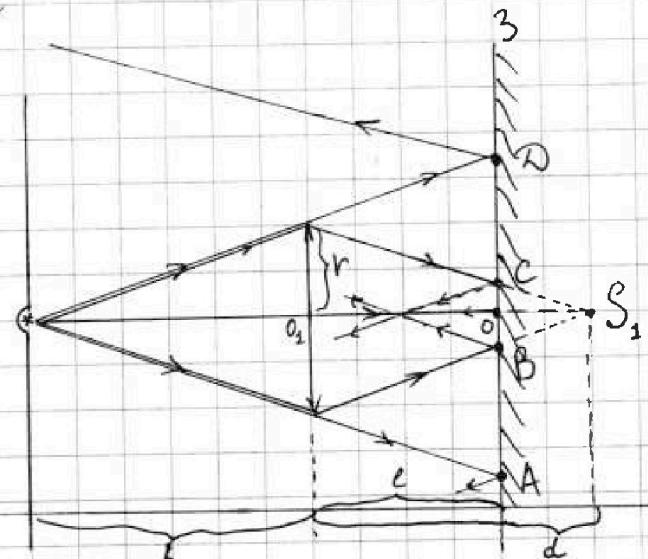
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 5

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

№5

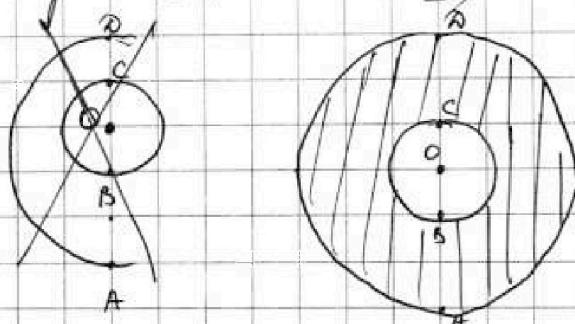


т.-точка

S_1 - изображение
пачиноки в зеркале
 $d > l^*$ \Rightarrow рисунок
выглядит так:

1) Одна часть СВ освещена светом пачинки света,
пронесденной через зеркало. Одначасти „выши“
т. D и „нижне“ т. А освещены светом пачиноки.
Одначасти СD и АВ не освещены. Но есть неосве-
щенная часть зеркала на высоте -

это одначасть между конфигурациями
окруженостями радиусами ОС и ОН (т.к. картинка
симметрична оси O_1S_1): \Rightarrow Площадь неосве-
щенной части



$$S = \pi \cdot O_1^2 - \pi \cdot O_1^2 \cos^2 \theta$$



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
2 ИЗ 5

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!

$$S = \pi (OC^2 - OD^2) \quad S = \pi (OD^2 - OC^2)$$

* Решение тонкой линзы:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}, \text{ где } d - \text{расстояние от линзы до изображения в зеркале лампочки}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{d} = \frac{2}{h}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{h} \Rightarrow d = h > \frac{2}{3} h = l$$

Из рисунка:

$$\frac{OC}{r} = \frac{d-l}{d} \Rightarrow \frac{OD}{h+l} = \frac{r}{h} \Rightarrow$$

$$OC = \frac{d-l}{d} \cdot r = \frac{h - \frac{2}{3}h}{h} \cdot r = \frac{1}{3}r$$

$$OD = r \cdot \frac{h+l}{h} = r \cdot \frac{h + \frac{2}{3}h}{h} = \frac{5}{3}r \Rightarrow$$

$$S = \pi \left(\left(\frac{5}{3}r\right)^2 - \left(\frac{1}{3}r\right)^2 \right) = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{24}{9} = \frac{24}{9} \cdot 9\pi [cm^2] = 24\pi [cm^2]$$

Ответ: 24π



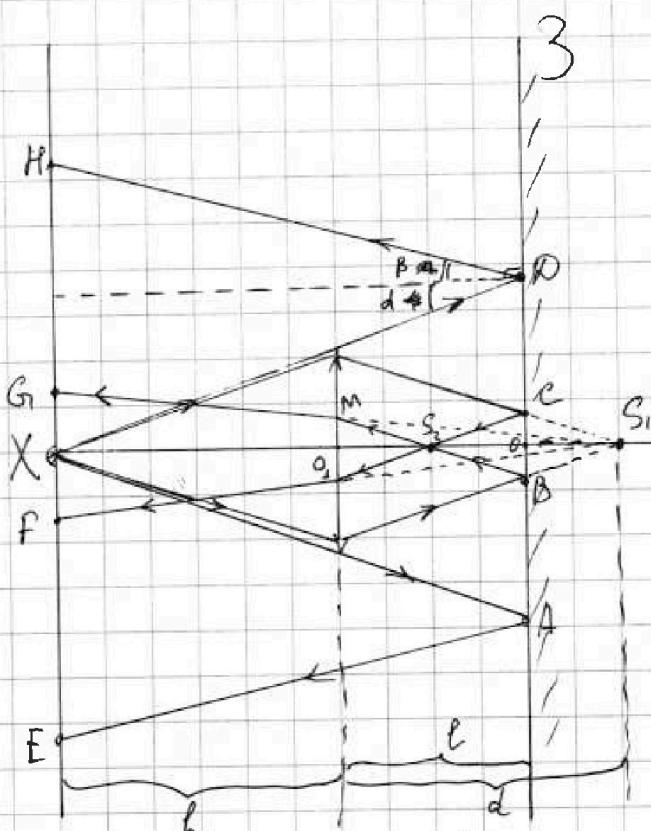
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
3 из 5

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)



3

1. Закон отражения: $\alpha = \beta \Rightarrow$ лучи, попавшие "вънне" т. D (их угол падения больше α), отражаются и попадут на стеку "вънне" т. H. S_2 - действительное изображение лампочки
2. Дк. лучи отразившись от зеркала, то $OS_2 = OS_1$
3. S_2 - новый источник света для линзы
то формируje точкой изображение:





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
4 из 5

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!

$$O_1 S_1 = d - l = h - \frac{2}{3}h = \frac{1}{3}h \Rightarrow$$

$$OS_2 = OS_1 = \frac{h}{3} \Rightarrow$$

$$O_1 S_2 = l - OS_2 = \frac{2}{3}h - \frac{h}{3} = \frac{h}{3} < \frac{h}{2} = F \Rightarrow$$

Чтобы изображение ~~было~~ было искаженное. Пусть оно находится на расстоянии d_2 от зеркала.

При этом появляются две линзы:

$$\frac{1}{O_1 S_2} - \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{3}{h} - \frac{1}{d_2} = \frac{2}{h} \Rightarrow \frac{1}{d_2} = \frac{1}{h} \Rightarrow d_2 = h = d \Rightarrow$$

Изображение

S_2 - это S_1

4. Из пунктов 1.-3. следует, что неосвещённые участки стеки - это GH и FE \Rightarrow Одна из

неосвещённой ~~ст~~ стеки - это обласль между концентрическими окружностями радиусами XH и XG (т.к. кар-

тическая симметрия относительно оси OS_1) \Rightarrow



Рассмотрим неосвещённой части стеки:

$$S = \pi \cdot XH^2 - \pi \cdot XG^2 = \pi(XH^2 - XG^2)$$



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.

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

СТРАНИЦА
5 из 5

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!

9. Из рисунка:

$$XH = 2OD = \frac{10}{3}r$$

$$\frac{XG_1}{OS_1M} = \frac{d+h}{d}, \quad \frac{O_1M}{OS_2S_2} = \frac{OB}{OS_2}, \quad \frac{OB}{OS_2} \cancel{= OS_1} \Rightarrow OB = OC \Rightarrow$$

$$OB = \frac{1}{3}r$$

$$O_1M = \frac{OB}{OS_2} \cdot OS_2 = \frac{\frac{1}{3}r}{\frac{h}{3}} \cdot \frac{h}{3} = \frac{r}{3} \Rightarrow$$

$$XG_1 = O_1M \cdot \frac{d+h}{d} = \frac{r}{3} \cdot \frac{h+h}{h} = \frac{2}{3}r \Rightarrow$$

$$6. S = \pi \left(\left(\frac{10}{3}r \right)^2 - \left(\frac{2}{3}r \right)^2 \right) = \pi \cdot \frac{100-4}{9} r^2 = 96\pi [cm^2]$$

Ответ: 96π



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"/> |

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!

№4

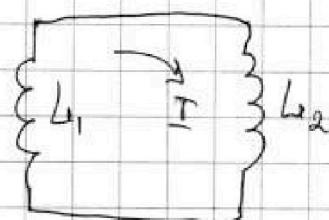
1) Полож вектора магнитной индукции через катушку L_1 : $\Phi_1 = n_1 \cdot S \cdot B_1$, где B_1 - магнитное поле в катушке $L_1 \Rightarrow$ ЭДС самоиндукции на первой катушке:

$$\mathcal{E}_1 = +\dot{\Phi}_1 = +n_1 \cdot S \cdot \dot{B}_1 = +\Delta n_1 S = +\Delta n S$$

ЭДС самоиндукции на второй катушке:

$$\mathcal{E}_2 = \dot{\Phi}_2 = n_2 \cdot S$$

$\mathcal{E}_2 = +L_2 \dot{I} = +4L_1 \dot{I}$, где I - ток в катушках.



М.к. катушки соединены параллельно,

то:

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 \Rightarrow \Delta n S = 4L_1 \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{\Delta n S}{4L_1} -$$

модуль изменяется скорости тока в катушках



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

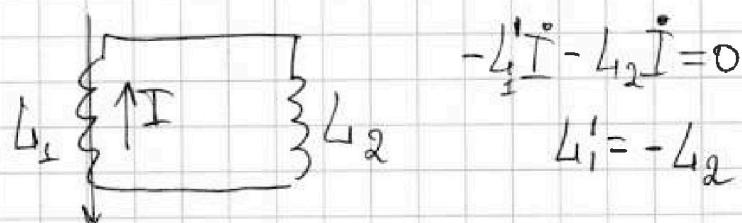
$$L_1 = L, \quad L_2 = 4L$$

$$n_1 = n \quad n_2 = 2n$$

$$S \quad S$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{4dI}{dt} \quad \Phi = 4I = BS$$

$$L = \frac{d(BS)}{dI} \quad S_0 = nS$$



$$\Phi = L \cdot I$$

$$L = \frac{d\Phi}{dI} = \frac{B \cdot n_1 S}{I} \quad \frac{d\Phi}{dI} = \frac{\Delta B}{dI} \cdot n_1 S \Rightarrow$$

$$L \cdot I = d n_1 S$$

$$d n_1 S = L_2 I \Rightarrow I = \frac{d n_1 S}{L_2}$$

$$\Phi = L_1 I + L_2 I = L_2 I$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ \times 13 \\ \hline 78 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4812 \\ 6139 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$55 \approx 6$$

$$h = 2F$$

$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h/3} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} = \frac{2}{h}$$

$$\begin{array}{r} 325125 \\ - 25 \quad 113 \\ \hline 75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ \times 6 \\ \hline 330 \end{array} \quad \begin{array}{r} 340 \\ \times 3 \\ \hline 20 \\ - 330 \\ \hline 390 \end{array}$$

$$-\frac{30}{13} \quad \begin{array}{r} 12 \\ \times 13 \\ \hline 36 \end{array}$$

$$-\frac{12}{156} \quad \begin{array}{r} 56 \\ \times 100 \\ \hline 56 \end{array}$$

$$\frac{1}{d'} = -\frac{1}{h}$$

$$d'' = -h$$



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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$P = 6 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{2}V$$

~~(12; 0)~~

(0; 6)

(4; 4)

(9; 2,5)

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{35-32}{2} + \frac{39}{4} = \frac{9+39}{4} = \frac{48}{4} = 12$$

$$35-14=21$$

$$\frac{9 \cdot 3-15}{2} = \frac{12}{2} = 6$$

$$\underbrace{12 \cdot 4 + 6 \cdot 4 - 63}_{4} = \frac{48+24-63}{4} = \frac{9}{4} \checkmark$$

$$\varphi = \frac{RQ}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \cdot \frac{Q}{r}$$

~~если~~ $r <$

$$x = \frac{R}{4}$$

$$\varphi_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \cdot \frac{Q}{x} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\varepsilon} \cdot \frac{Q}{R/4} = \frac{1}{\pi\epsilon_0\varepsilon} \cdot \frac{Q}{R}$$

~~$\varphi = 4\pi(\varepsilon) = 4 \cdot 3,14 \cdot 8,85$~~

$$\frac{1}{\pi\epsilon_0} =$$

$$\times 8,85$$

$$\times 3,14$$

$$\frac{35}{40}$$

$$885$$

$$\frac{2655}{277890}$$

$$\frac{277890}{711156}$$

$$\frac{1}{71} \cdot 10$$

$$\frac{100}{11} \cdot 10 = 9.10$$

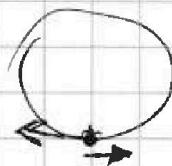
$$\left(\frac{Q R}{3} \right) = \frac{3 Q}{4\pi\epsilon_0\varepsilon \cdot R}$$

$$\dot{\varphi} = L \dot{I}$$

$$\text{и } \dot{I} = \frac{\dot{\varphi}}{L}$$

$$\star \int \frac{1}{t^2} dt = -\frac{1}{t}$$

$$\left(-\frac{1}{t} \right)' = -(-1) \frac{1}{t^2}$$



$$F_{\Delta t} = a_2 \Delta t$$

$$\frac{1}{2} - \frac{8}{3} = \frac{6-16}{6} = \frac{-10}{6} = \frac{5}{3}$$