



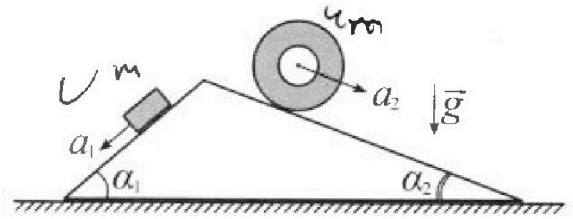
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

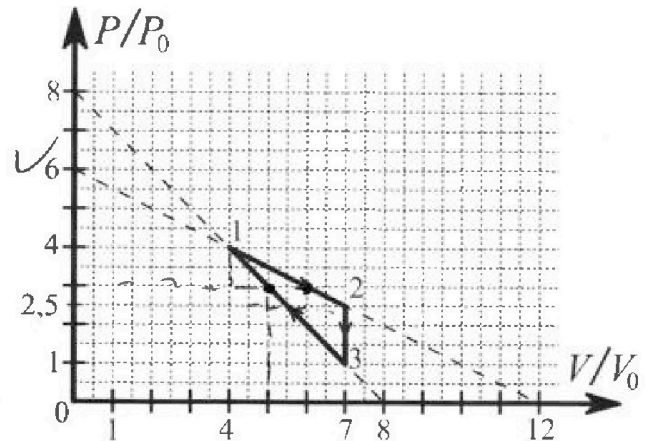


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

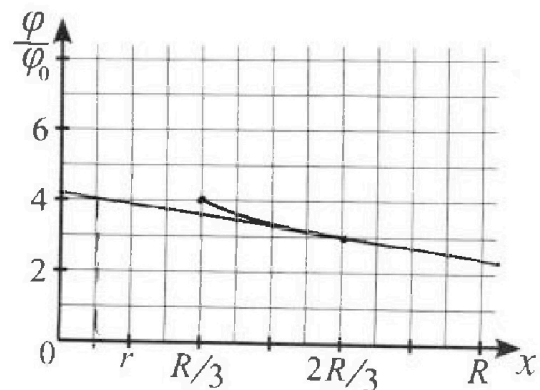
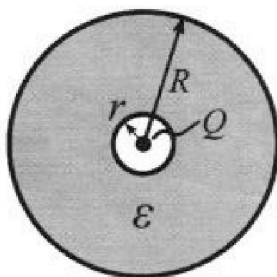
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



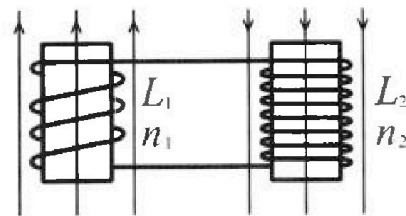
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

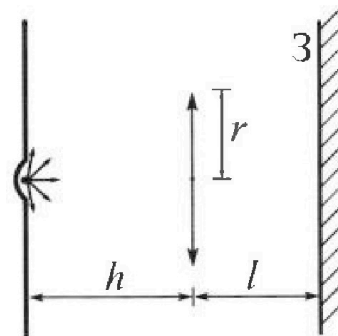


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 см^2 в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

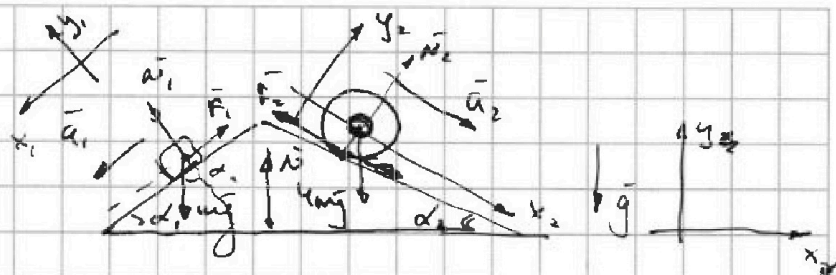


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Запишем 2-й 3-й законы Ньютона для бруска:

$$\vec{N}_1 + \vec{F}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}_1,$$

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

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

$$m \cdot \frac{5g}{13} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_1,$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1,$$

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

2) ~~Задача~~

Запишем 2-й 3-й законы Ньютона для цилиндра, используя теорему о движении центра масс:

$$\vec{N}_2 + 4m\vec{g} + \vec{F}_2 = 4m\vec{a}_2,$$

$$Ox_2: 4ma_2 = 4mg \cdot \sin \alpha_2 + F_{2x}$$

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

$$N_2 = mg \cos \alpha_2,$$

$$F_{2x} = 4ma_2 - 4mg \sin \alpha_2 = 4mg \cdot \left(4 \cdot \frac{5g}{24} - 4 \cdot \frac{5}{13} \right) =$$

$$= mg \cdot \left(\frac{5}{6} - \frac{20}{13} \right) = -mg \cdot \left(\frac{10}{78} - \frac{65}{78} \right) = -\frac{55}{78} mg$$

$$\text{Таким образом } F_2 = \frac{55}{78} mg \text{ - направление противоположно оси } Ox_2$$

3) По 3-му 3-му законам Ньютона на него действуют все тела, с которыми он взаимодействует на другие тела, только обратными направлениями.

$$3) F_3 = \frac{6}{13} \text{ mg}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

1 из 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!

1) Процесс 2-3 - изохорный

Изменение внутр энергии в процессе 2-3:

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} R \Delta T, \text{ но из ур-ия Менделеева-Клапейрона}$$

$$\Delta p \Delta V = \Delta R \Delta T. \text{ Тогда}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \Delta p \Delta V = (p_0 - 2,5 p_0) \cdot \frac{3}{2} \cdot 7 V_0 = -15,75 p_0 V_0$$

Работа газа за цикл найдем как сумму цикла (ср-ки) :

$$A = (2,5 p_0 - p_0) \cdot (7 V_0 - 4 V_0) \cdot \frac{1}{2} = 1,5 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2} p_0 V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

Искомое значение:

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

2) Заметим, что в процессе 1-2 давление выражено как:

$$p_{12} = 6 p_0 - \frac{6 p_0}{(2 V_0)} V_{12} = 6 p_0 - p_0 \cdot \frac{V_{12}}{V_0} \cdot \frac{1}{2} \quad (\text{линейная зависимость})$$

Надо прописать:

$$dp_{12} = - \frac{1}{2} \frac{dV_{12}}{V_0} p_0 \quad (\Rightarrow)$$

из 1-го начала термодинамики:

$$Q = \Delta U + A$$

$$dQ = dU + \delta A$$

$$dQ = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T + p \Delta V$$

$$dQ = \frac{3}{2} p \Delta V + \frac{3}{2} V \Delta p + p \Delta V$$



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 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!

$$dQ_{12} = U_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_{12}$$

$$dU_{12} = \frac{3}{2} \nu R dT_{12} = \frac{3}{2} d(\nu R T_{12}) = \frac{3}{2} d(pU)_{12} = \frac{3}{2} p_{12} dU_{12} + \frac{3}{2} U_{12} dp_{12}$$

Выраженная энергия линейно зависит от температуры $\Rightarrow$ при максимальной энергии будет макс. температура

$$dU_{12} = 0 :$$

$$\frac{3}{2} p_{12} dU_{12} + \frac{3}{2} U_{12} dp_{12} = 0$$

$$\frac{3}{2} \left(6p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{U_{12}}{U_0} \right) dU_{12} + \frac{3}{2} U_{12} \cdot \left(-\frac{1}{2} \frac{dU_{12}}{U_0} \cdot p_0 \right) = 0$$

$$6p_0 dU_{12} - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{U_{12}}{U_0} dU_{12} - \frac{1}{2} p_0 \cdot U_{12} \cdot \frac{dU_{12}}{U_0} = 0$$

$$\frac{U_{12}}{U_0} = 6 \quad (U_{12}, p_{12} - \text{параметры, соответствующие макс. температуре})$$

$$U_{12} = 6U_0$$

$$p_{12} = 6p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{6U_0}{U_0} = 3p_0$$

$$U_{12 \max} = 6U_0 \cdot 3p_0 = 18p_0 U_0$$

$$U_1 = 4p_0 \cdot 4U_0 = 16p_0 U_0$$

$$18p_0 U_0 = \frac{3}{2} \nu R T_{12 \max}$$

$$16p_0 U_0 = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$\frac{T_{12 \max}}{T_1} = \frac{18}{16} \rightarrow 1.125$$

$$\frac{T_{12 \max}}{T_1} = \frac{9}{8} \quad \text{Записав, что } T_1 \text{ меньше } T_{12 \max} \Rightarrow \text{исходящим тоном соответствует максимуму}$$



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 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!

3) Рассмотрим процесс 1-2. Пусть точка, ~~где~~ в которой, находится ~~звук~~ ~~температура~~ соответствующая координаты ~~на~~ ~~ра~~ и ~~ра~~ ~~на~~.

Тогда из 1-го начала термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$dQ_{12} = dU_{12} + \delta A_{12}$$

В точке, перемены ~~значения~~ $dQ_{12} = 0$:

$$dU_{12} + \delta A_{12} = 0$$

$$\frac{5}{2} p_A dV_A + \frac{3}{2} V_A dp_A + p_A dV_A = 0$$

$$\frac{5}{2} p_A dV_A + \frac{3}{2} V_A dp_A = 0 \quad \text{используем соотношение (1) и (2):}$$

$$\frac{5}{2} \cdot \left(6p_0 - \frac{1}{2} \frac{V_A}{V_0} p_0 \right) dV_A + \frac{3}{2} V_A \cdot \left(-\frac{1}{2} \frac{dV_A}{V_0} p_0 \right) = 0 \quad | \cdot 2$$

$$30 - \frac{5}{2} \frac{V_A}{V_0} + \frac{3}{2} \frac{V_A}{V_0} = 0$$

$$30 = 4 \frac{V_A}{V_0} \rightarrow V_A = \frac{30}{4} V_0 = 7,5 V_0$$

Заметим, что V_A не принадлежит графику процесса 1-2 $\Rightarrow$ Значи dQ не меняется $\neq$.

~~$$dQ_{12} = \frac{5}{2} p_A dV_A + \frac{3}{2} V_A dp_A + p_A dV_A = 10 p_0 dV_A$$~~

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \cdot (2,5 p_0 \cdot 7 V_0 - 4 p_0 \cdot 4 V_0) + \frac{(2,5 p_0 + 4 p_0) 3 V_0}{2}$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 + \frac{13}{4} \cdot 3 p_0 V_0 = \left(\frac{9}{4} + \frac{39}{4} \right) p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

$Q_{12} > 0 \Rightarrow$ в процессе 1-2 ~~нет~~ ~~используется~~.



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 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!

В процессе ~~3-1~~ p_{z1} можно выразить следующим образом:

$$p_{z1} = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{v_{z1}}{v_0} \quad (\text{линейная зависимость})$$

$$dp_{z1} = -p_0 \cdot \frac{dv_{z1}}{v_0}$$

Аналогично, запишем первое начало термодинамики:

$$Q_{z1} = \Delta U_{z1} + A_{z1}$$

$$dQ_{z1} = dU_{z1} + dA_{z1}$$

В точке, где знаем dQ_{z1} , имеем $dQ_{z1} = 0$:

$$dU_{z1} + dA_{z1} = 0$$

$$\frac{3}{2} (dp_{z1} \cdot v_{z1} + dv_{z1} \cdot p_{z1}) + p_{z1} \cdot dv_{z1} = 0$$

$$\frac{5}{2} p_{z1} \cdot dv_{z1} + \frac{3}{2} v_{z1} \cdot dp_{z1} = 0 \quad (*)$$

$$5 \left(2p_0 - p_0 \frac{v_{z1}}{v_0} \right) \cdot \frac{dv_{z1}}{v_0} + \frac{3}{2} \cdot v_{z1} \cdot \left(-p_0 \cdot \frac{dv_{z1}}{v_0} \right) = 0$$

$$40 - 5 \frac{v_{z1}}{v_0} - 3 \frac{v_{z1}}{v_0} = 0$$

$$6 \frac{v_{z1}}{v_0} = 40 \rightarrow v_{z1} = 5v_0 \quad (\text{Здесь } v_{z1} \text{ и } p_{z1} - \text{параметры в искомой точке})$$

$$p_{z1} = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{5v_0}{v_0} = 3p_0$$

Назовем эту точку B.

$$\text{Тогда } Q_{B1} = \Delta U_{B1} + A_{B1} = \frac{3}{2} \cdot (4p_0 \cdot 5v_0 - 5p_0 \cdot 3p_0) = 3p_0 + \frac{4p_0}{2} \cdot 5v_0 =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 v_0 - \frac{7}{2} p_0 v_0 = -2p_0 v_0 \quad Q_{B1} < 0 \Rightarrow \text{на этом участке газ совершил работу}$$

$$Q_{3B} = \Delta U_{3B} + A_{3B} = \frac{3}{2} (5p_0 \cdot 3p_0 - p_0 \cdot 7v_0) = 3p_0 + \frac{4p_0}{2} \cdot 2v_0 =$$

$$= 12p_0 v_0 - 4p_0 v_0 = 8p_0 v_0$$

$$Q_{3B} > 0 \Rightarrow \text{на этом участке газ получил тепло}$$



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 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!

найдём $k_{H.H.}$:

$$\eta = \frac{A}{Q_{H.}} = \frac{A}{Q_{12} + Q_{2H.}} = \frac{(2,5p_0 - p_0) \cdot 36}{12p_0 + 8p_0} = \frac{9p_0}{20p_0} = \frac{9}{20}$$

ответ: 1. 7
2. $\frac{9}{20}$
3. $\frac{9}{20}$



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
1 из 3

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

1) Найти потенциал на расстоянии r от заряда (на границе сферы с радиусом R):

$$\varphi(r) = \frac{kQ}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

Если выданы геометрические размеры можно найти по формуле

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot \frac{Q}{x^2}, \text{ где } x - \text{р-е от центра сферы до точки, в которой находится } E.$$

Выданы геометрические размеры:

$$d\varphi = -E(x) \cdot dx.$$

$$d\varphi = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot \frac{Q}{x^2} \cdot dx$$

Тогда разность потенциалов между точками x_0 и x от центра сферы с радиусом R и зарядом Q будет:

$$\Delta\varphi(x_0) = \int_r^{x_0} -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot \frac{Q}{x^2} \cdot dx = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot Q \int_r^{x_0} \frac{dx}{x^2} =$$

$$= -\frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot Q \cdot \left(-\frac{1}{x_0} + \frac{1}{r} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\text{Тогда } \varphi(x_0) = \varphi(r) + \Delta\varphi(x_0) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\varphi(x_0) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{1}{x_0 \cdot \epsilon} \right) (*)$$

Тогда при $x = \frac{R}{\epsilon}$:

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



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
2 ИЗ 3

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

2) По графику найдём потенциал в точке R и $\frac{2R}{3}$:

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

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

Воспользуемся выражением (6):

$$4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{3}{R\epsilon} \right)$$

$$3\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{3}{2R\epsilon} \right) \quad \text{или } \times 2$$

~~$$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{2R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{3}{2R\epsilon} \right)$$~~

$$-2\varphi_0 = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) \quad (1)$$

Используем касательную к точке графика при $2R/3$:

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta x} = \frac{-\varphi_0}{2R/3 - \frac{R}{12}} = -\frac{\varphi_0 \cdot 12}{7R} \quad \text{коэф. наклона этой касательной}$$

С другой стороны заметим, что $\frac{\Delta\varphi(2R)}{\Delta x} = -E\left(\frac{2R}{3}\right)$

$$E\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{12\varphi_0}{7R} \quad (2)$$

Заметим, что по графику $r = \frac{R}{6}$

$$\text{Из (1): } 2\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) \quad (1')$$

Из (2), используя формулу (0):

$$\frac{12\varphi_0}{7R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon} \cdot \frac{Q}{4R^2} \cdot 9 \quad (2')$$



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
3 из 3

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

$$u_3(1) \sim u(2) :$$

$$\frac{6}{4 \cdot 6} \cdot \frac{6}{k^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \cdot \frac{1}{7} \approx \frac{1}{4 \cdot 6 \cdot \epsilon} \cdot \frac{9}{4 \cdot 6}$$

$$\frac{6 \cdot 6}{4 \cdot 7} \cdot \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \approx \frac{9}{4 \epsilon}$$

$$\frac{36}{7} \approx \left(\frac{36}{7} + \frac{9}{4}\right) \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{\frac{36}{7}}{\frac{36}{7} + \frac{9}{4}} = \frac{36}{36 + \frac{63}{4}} = \frac{36 \cdot 4}{144 + 63} = \frac{144}{207}$$

$$\epsilon \approx \frac{207}{144} \approx 1,44$$

Ответ: 1) $\frac{Q}{4 \cdot 6} \cdot \left(\frac{1}{k^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{4}{k \epsilon}\right)$

2) $\epsilon \approx \frac{207}{144} \approx 1,44$



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!

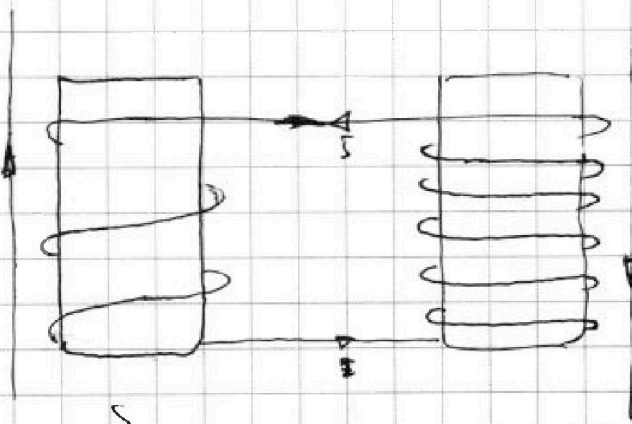
~~1) Пусть I - ток, текущий в обмотке~~

~~В магнитном поле:~~

~~$\mathcal{E} = L \cdot \frac{dI}{dt}$~~

~~$B \cdot S \cdot n = L \cdot \frac{dI}{dt}$~~

24,5



1) Сумма всех $\mathcal{E}$ должна быть равна 0, поскольку ~~электрическая цепь замкнута~~ а изменение тока в катушках нет

$$-\frac{d\mathcal{E}}{dt} + L \cdot \frac{dI}{dt} + 4L \cdot \frac{dI}{dt} = 0$$

$$-\frac{dB \cdot S \cdot n}{dt} + 5L \cdot \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{S \cdot n}{5L} = \frac{\alpha S n}{5L}$$

25



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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

- 1) ~~Задача 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7~~
2) Используя соотношение изображения источника света из формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{s}$$

$$\frac{2}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{s} \rightarrow s = h$$

Тогда все лучи, параллельные

6 лучи будут пересекаться

в одной точке продолжения в S'

А SDE подобен SAB так как они имеют общий угол при вершине S и параллельные стороны DE и AB .

$$\frac{DE}{AB} = \frac{SE}{SB} \rightarrow \frac{h}{AB} = \frac{h}{\frac{5h}{3}} \rightarrow AB = \frac{5h}{3}$$

Аналогично, а $S'DE$ подобен $S'CB$

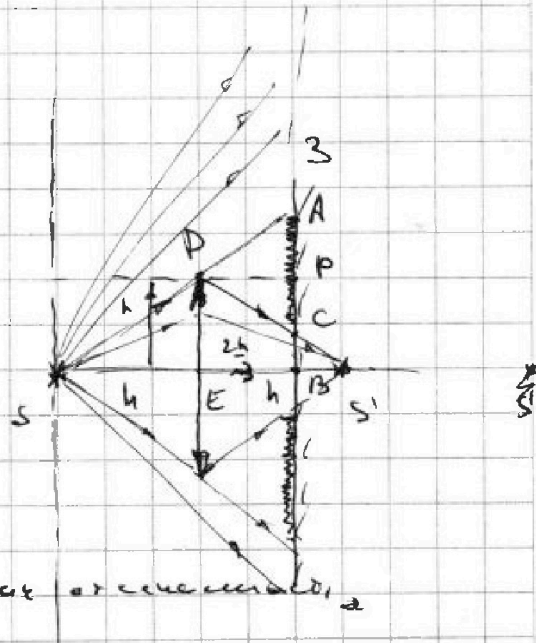
$$\frac{DE}{BC} = \frac{ES'}{S'B} \rightarrow \frac{h}{BC} = \frac{h}{\frac{4h}{3}} \rightarrow BC = \frac{3}{4}h$$

Тогда освещенная часть зеркала представляет из себя свой круг (см. рис.)

Площадь освещенной части:

$$S_3 = \pi \cdot \left(\frac{5h}{3}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{3}{4}h\right)^2 = \pi \cdot \frac{24h^2}{9} = \frac{8\pi h^2}{3}$$

$$S_3 = \frac{8\pi}{3} \cdot 3^2 \text{ см}^2 = 24\pi \text{ см}^2$$



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



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

2) Зеркало отражает
минимум изображения S'

Введём изображение S''

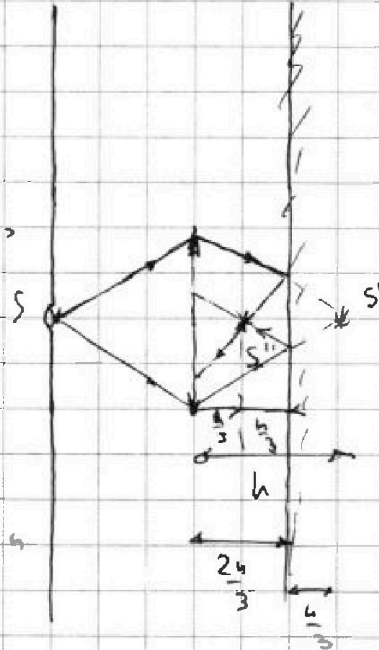
Таким образом, все лучи,
параллельные друг другу
и отражённые от
зеркала будут пересекаться
в точке S''

Тогда изображение точки
 S'' будет на расстоянии S_2 от зеркала

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{h}{3}} + \frac{1}{S_2}$$

$$\frac{3}{h} = \frac{3}{h} + \frac{1}{S_2}$$

Отсюда $S_2 = \infty$. Отражается только
образы о том, что изображение
будет минимальным, то есть находится
середина от линзы, и совпадает с S'



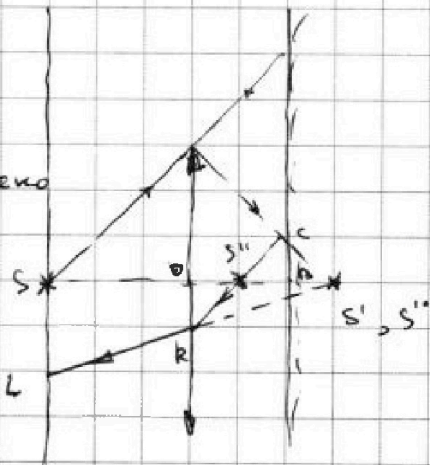
На рисунке изображены
схематично ход крайних
лучей. Тогда все остальные
лучи из S будут сфокусированы

Рассмотрим $\triangle S''BC$ и $\triangle S''OR$
Они равны по двум углам
и ~~сторона~~ равным сторонам
между ними.

$$\text{Тогда } OR = BC = \frac{h}{3}$$

Рассм. $\triangle S'OR$ и $\triangle S'OR$ и $S'SL$ — они подобны.

$$\frac{S'O}{S'S} = \frac{OR}{SL} \rightarrow \frac{h}{2h} = \frac{h/3}{SL} \rightarrow SL = \frac{2h}{3}$$





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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

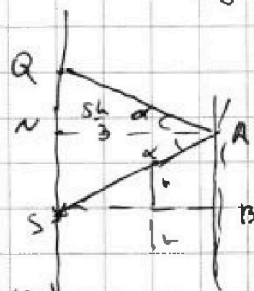
Остатками зазора между дугой обрезаются перпендикуляры, проведенные от вершины и перпендикулярными между собой.

AB — гипотенуза: $AB = \frac{5r}{3}$

$$QN = SN = \frac{5r}{3} \cdot \tan \alpha$$

$$SN = AB = \frac{5r}{3} \quad (ABSN - \text{прямоугольник})$$

$$QN = SN = \frac{5r}{3} \rightarrow SQ = \frac{10r}{3}$$

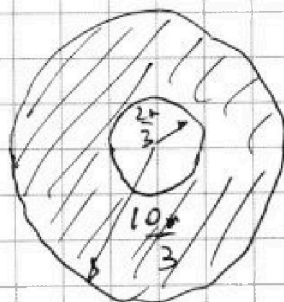


Такая же величина зазора имеет дуга внешнего круга

$$S_{\text{ст}} = \pi \cdot \left(\frac{10r}{3}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{2r}{3}\right)^2 =$$

$$= 96 \pi r^2$$

$$S_{\text{ст}} = 96 \pi \cdot 9 \text{ см}^2 = 96 \pi \text{ см}^2$$



ответ: 1) $24 \pi \text{ см}^2$

2) $96 \pi \text{ см}^2$

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!

Черновик

$$\frac{2}{4} \cdot 7 = \frac{63}{4} = 15,75$$

~~20~~
~~13~~

~~15~~ $m_a = m_g + F_k$
~~15~~ $F_k = 15$

20
 13

$$\begin{array}{r} 207 \\ - 144 \\ \hline 630 \\ - 576 \\ \hline 540 \\ - 432 \\ \hline 1080 \\ - 1008 \\ \hline 720 \\ - 720 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 207 \\ - 144 \\ \hline 630 \\ - 576 \\ \hline 540 \\ - 432 \\ \hline 1080 \\ - 1008 \\ \hline 720 \\ - 720 \\ \hline 0 \end{array}$$



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!

