



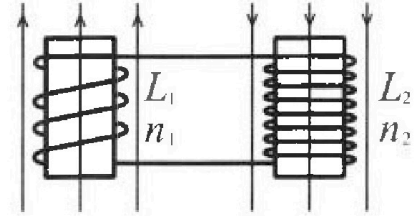
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



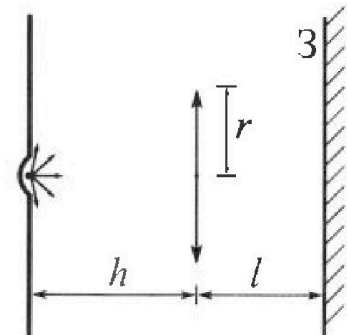
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало Z . 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.



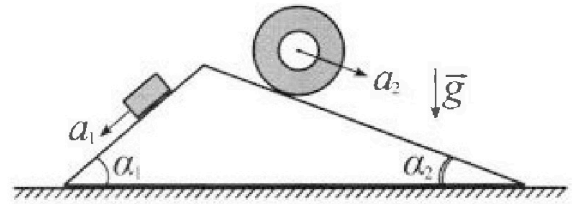
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

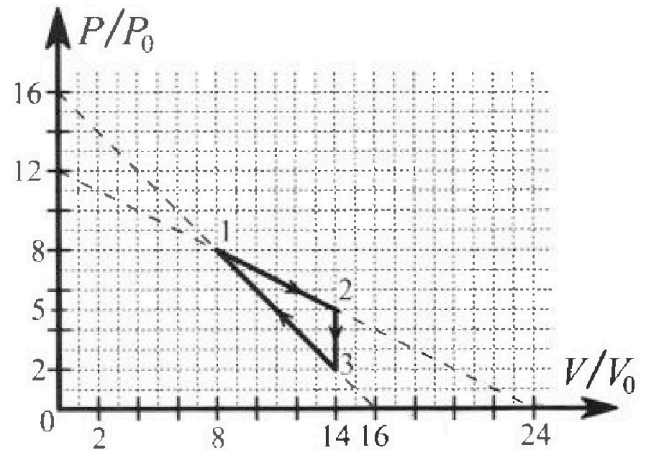
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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 вырази ть 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.

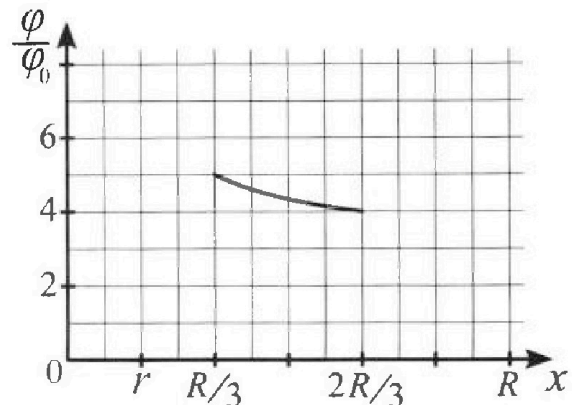
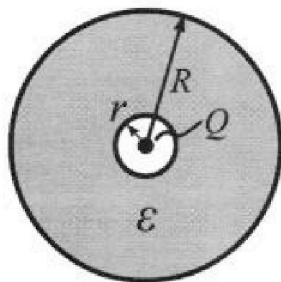


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



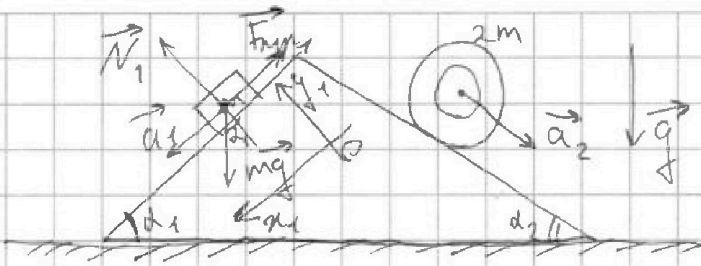


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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) введем ось Ox_1 по направлению бруска и Oy_1 перпендикулярно ей.

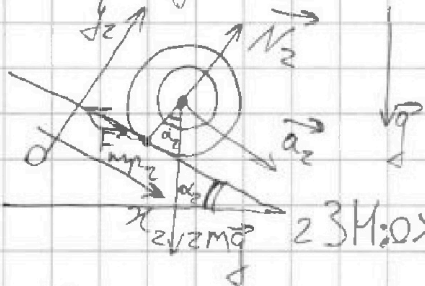
2ЗН: Ox_1 : $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$

Oy_1 : $N_1 = mg \cos \alpha_1$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = m \left(g \frac{3}{5} - \frac{6}{13} g \right) =$$

$$= mg \left(\frac{39}{65} - \frac{30}{65} \right) = \boxed{\frac{9}{65} mg}$$

2) введем ось Ox_2 по длине дуги a_2 , Oy_2 перп. ей

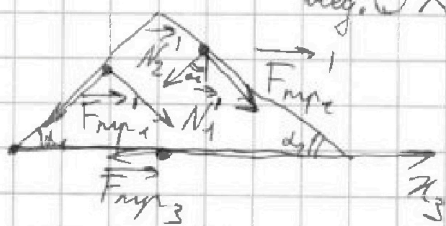


2ЗН: Ox_2 : $2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$

Oy_2 : $N_2 = 2mg \cos \alpha_2$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2 = 2m \left(g \frac{5}{13} - \frac{20}{52} g \right) = \boxed{\frac{4}{26} mg}$$

3) введ. Ox_3 по горизонтали вправо
м.к. брусок неподвижен
в локте $a_{x3} = 0$



Ox_3 : $0 = F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - F_3$



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
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!

$$\frac{7}{26} mg \frac{12}{13} + mg \frac{4}{5} \frac{3}{5} = 2mg \frac{12}{13} \frac{5}{13} + \frac{9}{65} mg \frac{4}{5} + F_3$$

$$F_3 = mg \left(\frac{84}{2 \cdot 13^2} + \frac{12 \cdot 13}{25 \cdot 13} - \frac{2 \cdot 120}{2 \cdot 13^2} - \frac{36}{13 \cdot 25} \right) = mg \left(\frac{156 - 36}{13 \cdot 25} - \frac{156}{2 \cdot 13^2} \right)$$

$$= mg \left(\frac{120}{13 \cdot 25} - \frac{156}{2 \cdot 13^2} \right) = \left(\frac{24}{65} - \frac{6}{13} \right) mg =$$

$$= -\frac{6}{65} mg \quad (F_3 \text{ направлена влево})$$

$$\Rightarrow F_3 = \boxed{\frac{6}{65} mg}$$

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 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!

$$1) A = \frac{1}{2} (14V_0 - 8V_0)(5P_0 - 2P_0) = 9P_0V_0$$

(площадь по графику)

← работа за цикл

зависимость $P(V)$ в процессе 1-2:

$$P(V) = 12P_0 - \frac{P_0}{2V_0}V$$

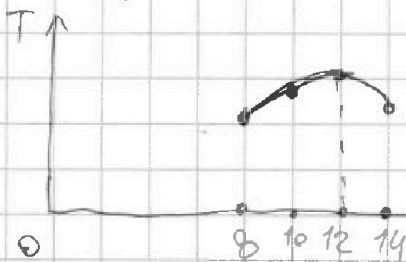
подставляем в ур-е Менделеева - Клапейрона:

$$T(V) = \frac{1}{\nu R} \left(12P_0V - \frac{P_0}{2V_0}V^2 \right)$$

самая большая T в точке:

$$V_{\max} = -\frac{b}{2a} = \frac{-12P_0\nu R 2V_0}{-2\nu R P_0} = 12V_0$$

как график тем-ры от объема в процессе 1-2:



рассчитаем изменение внутр. энергии между точками $V=8V_0$ и $V=14V_0$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{3}{2} (\nu R T_{\max}) - \nu R T_{(14V_0)} = \\ &= \frac{3}{2} (9P_0V_0 - 64P_0V_0) = \\ &= 9P_0V_0 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{9P_0V_0}{9P_0V_0} = 1$$

ур-е Менд.-Клапейрона:

2) макс. тем-ра в цикле 1-2: $\nu R T_{\max} = 12V_0 6P_0$

в м. 3 $14P_0 2V_0 = \nu R T_3$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{42P_0V_0}{28P_0V_0} = \frac{18}{7}$$

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

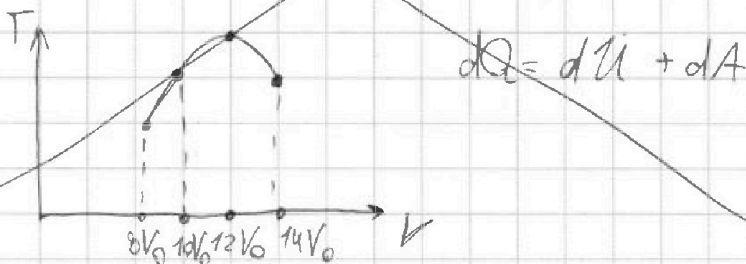
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

~~$$P_{(V)} = 12P_0 - \frac{P_0 V}{2V_0} \quad V(12P_0 - \frac{P_0 V}{2V_0}) = \sqrt{RT}$$~~

~~$$T(V) = \frac{1}{\sqrt{R}} \left(-\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 12P_0 V \right)$$~~

~~$$V_{\max} = \frac{-12P_0 \sqrt{R} 2V_0}{-2\sqrt{R} P_0} = 12V_0$$~~



3) $\eta = \frac{A}{Q_{\text{negl.}}}$ мембрана поглощается на уч. 1-2
по $V = 12V_0$

для уч. 3-1: $P_{(V)} = 16P_0 - \frac{P_0 V}{V_0}$

подставим в ур-е Менг.-Классенг.: $\eta = \frac{A}{Q_{1-2} + Q_{3-1}} = \frac{9P_0 V_0}{38P_0 V_0 + 24P_0 V_0} = \frac{9}{62}$

$$T(V) = \frac{1}{\sqrt{R}} \left(16P_0 V - \frac{P_0}{V_0} V^2 \right)$$

$$V_{\max} = -\frac{b}{2a} = \frac{-16P_0 \sqrt{R} V_0}{-2P_0 \sqrt{R}} = 8V_0$$

мем-ра максимальна в м. $V = 8V_0$

~~Мембрана мембрана поглощается на уч. 3-1~~
мембрана поглощается на всем участке 3-1

$$Q_{1-2} = \frac{3}{2} (\sqrt{RT}_{(12V_0)} - \sqrt{RT}_{(8V_0)}) + A_{1-2} = \frac{3}{2} (72P_0 V_0 - 64P_0 V_0) + 4P_0 \frac{5V_0 + 12V_0}{2} = 12P_0 V_0 + 26P_0 V_0 = 38P_0 V_0$$

$$Q_{3-1} = \frac{3}{2} (\sqrt{RT}_{(8V_0)} - \sqrt{RT}_{(14V_0)}) + A_{3-1} = \frac{3}{2} (64P_0 V_0 - 28P_0 V_0) - 6P_0 V_0 = 54P_0 V_0 - 30P_0 V_0 = 24P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{26P_0 V_0 + 8P_0 V_0}{54P_0 V_0 - 30P_0 V_0} = \frac{34P_0 V_0}{24P_0 V_0} = \frac{17}{12}$$

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.

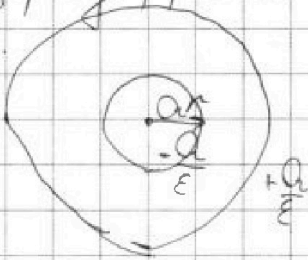


1 2 3 4 5 6 7

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!

На внутренней поверхности сферы индуцируется заряд, равной $q = -\frac{Q}{k}$



тогда в любой точке не диэлектрика $x < R$; $x > R$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

в диэлектрике: $R > x > r$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 (x-r)}$$

при $x = \frac{5R}{6} \Rightarrow \varphi =$

$$\begin{aligned} &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\frac{5R}{6}} - \frac{1}{\frac{5R}{6} - r} \right) = \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{5R} - \frac{6}{5R - 6r} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6(5R - 6r) - 5R \cdot 6}{5R(5R - 6r)} \right) = \\ &= \frac{3Q}{2 \cdot 4\pi\epsilon_0} \left(\frac{5R - 6r}{5R(5R - 6r)} - \frac{5R}{5R(5R - 6r)} \right) \text{ (продолж. на след. стр.)} \end{aligned}$$

2) подставим значения из графика: $\varphi(R) = 5\varphi_0$

Платже, из графика $r = \frac{R}{6}$

$$4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{5R} - \frac{6}{5R - 6 \cdot \frac{R}{6}} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{5R} - \frac{6}{4R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6 \cdot 4 - 6 \cdot 5}{20R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{24 - 30}{20R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{-6}{20R} \right) = -\frac{3Q}{20\pi\epsilon_0 R}$$

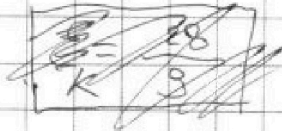
$$5\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{5R} - \frac{6}{5R - 6 \cdot \frac{R}{6}} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{5R} - \frac{6}{4R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6 \cdot 4 - 6 \cdot 5}{20R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{-6}{20R} \right) = -\frac{3Q}{20\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{4}{5} = \frac{3\epsilon - 4}{6\epsilon - 12}$$

$$24\epsilon - 48 = 15\epsilon - 20$$

$$9\epsilon = 28$$

$$k = \frac{28}{9}$$





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 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!

k должно быть максимум, чтобы при $r=0$;
формула ~~$\varphi(x)$~~ $\varphi(x)$ в диал. принимала вид

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x} ; \text{ но есть } \epsilon = \frac{1}{1 - \frac{1}{k}} = \frac{1}{1 - \frac{9}{28}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{28-9}{28}} = \frac{28}{19} ; \quad k = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1}$$

Тогда возвращение из н. 1):

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{3Q \left(\frac{\epsilon}{\epsilon - 1} (5R - 6r) - 5R \right)}{2\pi\epsilon_0 5R \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} (5R - 6r)} = \frac{3Q (25R - 6r)}{10\pi\epsilon_0 \epsilon R (5R - 6r)}$$

$$= \frac{3Q}{10\pi\epsilon_0 \epsilon R}$$



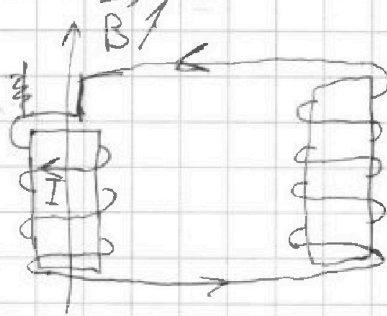
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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)



$$\mathcal{E}_{si} = \frac{d\Phi \cdot n}{dt} = \frac{d \cdot n S}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{si} = k \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d \cdot n S}{dt} = k_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\frac{d \cdot n S}{dt}}{k_1} = \frac{d \cdot n S}{k_1}$$

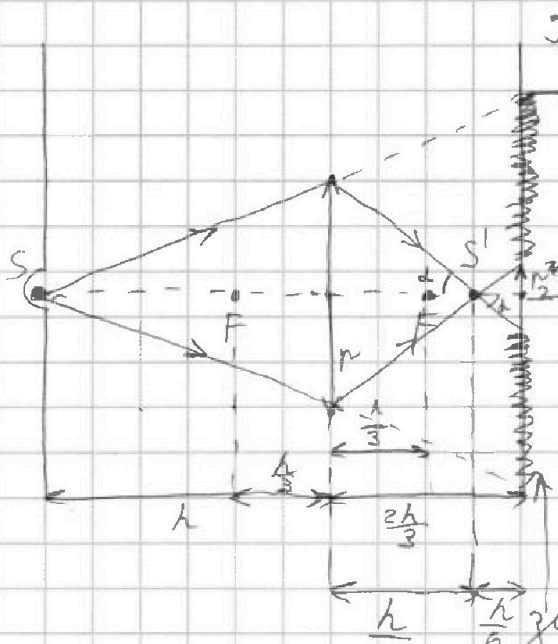


1 2 3 4 5 6 7

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)



Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} \quad F_2 = \frac{3}{2} F$$

Истор. источника находится на $F = \frac{h}{2}$ вправо от линзы

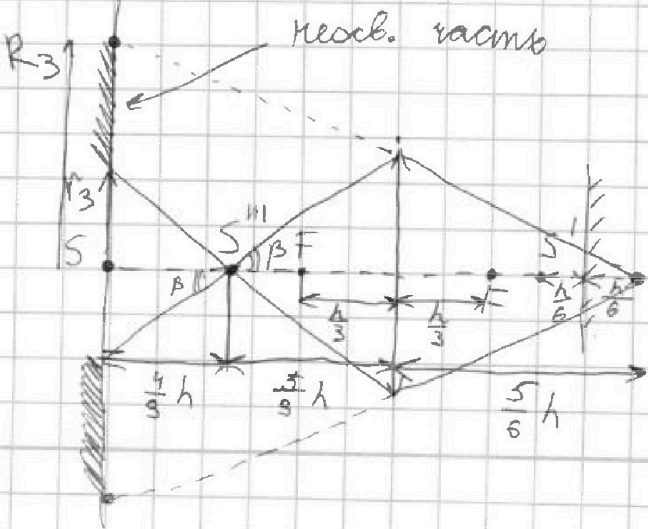
из подобия треугольников:

$$\frac{r_2}{r} = \frac{\frac{h}{6}}{\frac{h}{2}} = \frac{1}{3}$$

$$r_2 = \frac{5}{3} \text{ см}; \quad \frac{R_2}{r} = \frac{\frac{5}{3} h}{h} = \frac{5}{3} \quad R_2 = \frac{25}{3} \text{ см}$$

$$S = \pi R_2^2 - \pi r_2^2 = \pi \left(\frac{625}{9} - \frac{25}{9} \right) = \pi \frac{600}{9} \text{ см}^2 = \boxed{\frac{200}{3} \pi \text{ см}^2}$$

2) Точка будет освещаться изображением источника в линзе и в зеркале



Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{5}{6} h} + \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{5h} - \frac{6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$F_2 = \frac{5}{9} h$$



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.

1 2 3 4 5 6 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!

из подобия треугольников:

$$\frac{R_3}{r} = \frac{h + \frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{\frac{11}{6}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{11}{5} \quad R_3 = 11 \text{ см}$$

$$\frac{r_3}{r} = \frac{\frac{4}{3}h}{\frac{5}{3}h} = \frac{4}{5} \quad r_3 = 4 \text{ см}$$

$$S_{\text{кольц.}} = \pi(R_3^2 - r_3^2) = \pi(121 - 16) = 105\pi \text{ см}^2$$



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!

$$\frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} = \oint E ds \quad E = \frac{Q}{\epsilon_0 4\pi r^2} \quad \varphi = E r$$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{Q}{5\epsilon \epsilon_0 4\pi \left(\frac{5}{6}R\right)^2} = \frac{3Q}{10\epsilon \epsilon_0 \pi R} \quad \varphi = \frac{Q}{\epsilon_0 4\pi r}$$

$n = R, Q, \epsilon$

$$\epsilon = \frac{1 - \frac{1}{k}}{1 - \frac{1}{k}} = k - 1$$

$$\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 \left(\frac{2}{3}R\right)^2} = \frac{3Q}{8\pi \epsilon \epsilon_0 R} = 540$$

$$\varphi(R) = \frac{3Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 R} = 4\varphi_0 \quad \epsilon k - \epsilon = k$$

$$\varphi_0 = \frac{3Q}{40\pi \epsilon \epsilon_0 R}$$

$$\varphi_0 = \frac{3Q}{16\pi \epsilon \epsilon_0 R} \quad \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x} ; \frac{(Q - \epsilon Q)}{4\pi \epsilon_0 x^2}$$

$$Q = \dots$$

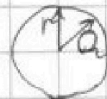
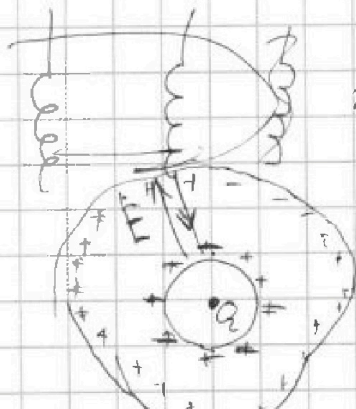
$$\frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 \left(\frac{2R}{3} - r\right)} = 540$$

$$\frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 \left(\frac{R}{3} - r\right)} = 540$$

$$\frac{\frac{R}{3} - r}{\frac{2R}{3} - r} = \frac{4}{5}$$

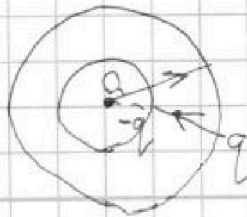
$$\frac{5R}{3} - 5r = \frac{8R}{3} - 4r$$

$$-R = r$$



$$1 - \frac{1}{\epsilon} = k$$

$$E_{\text{net}} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} k - \frac{k \epsilon Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} = \frac{k Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} (1 - \epsilon)$$



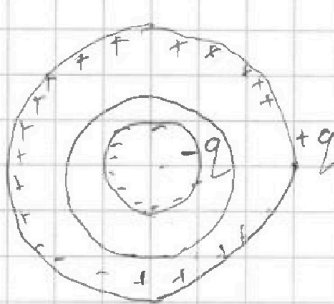


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ 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!



$$\frac{Q_2 - q}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\varphi = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{Q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} - \frac{Q_2(1 - \frac{1}{\epsilon})}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$\varphi = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{Q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0(r-n)}$$

$$= \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{\epsilon(r-n)} \right) = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon r - \epsilon n - r}{\epsilon r(r-n)} \right)$$

$$= \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon r - \epsilon n - r}{\epsilon r(r-n)} \right)$$

$$4\varphi_0 = \frac{\frac{2R}{3}(\epsilon - 1) - \epsilon R}{\epsilon \frac{2R}{3}(\frac{R}{2})} = \frac{\frac{2}{3}\epsilon - \frac{2}{3} - \frac{\epsilon}{6}}{\epsilon \frac{R}{3}} = \frac{\epsilon(\frac{1}{2}) - \frac{2}{3}}{\epsilon \frac{R}{3}}$$

$$5\varphi_0 = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\frac{R}{3}(\epsilon - 1) - \epsilon \frac{R}{6}}{\epsilon \frac{R}{3}(\frac{R}{6})} \right) = \frac{\frac{\epsilon}{6} - \frac{1}{3}}{\epsilon \frac{R}{18}}$$

$$\frac{4}{5} = \frac{(\frac{1}{2}\epsilon - \frac{2}{3})\epsilon \frac{R}{18}}{6(\frac{\epsilon}{6} - \frac{1}{3})\epsilon \frac{R}{3}} = \frac{\frac{1}{2}\epsilon - \frac{2}{3}}{\epsilon - 2}$$

$$4\epsilon - 8 = 2,5\epsilon - \frac{10}{3}$$

$$\frac{3}{2}\epsilon = \frac{14}{3} = \frac{28}{9}$$

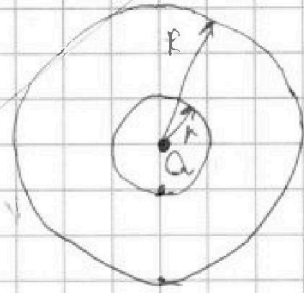
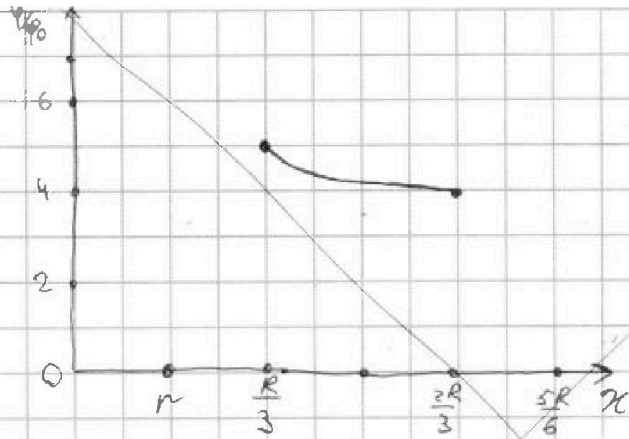
$$\frac{Q}{\epsilon\epsilon_0} - \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0} = \int E ds$$

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!

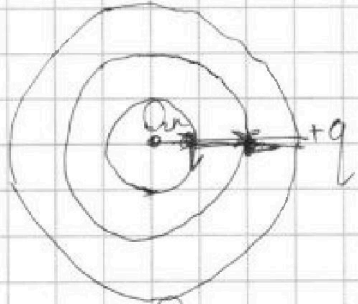


внутри диэлектрика: ~~φ = q / (4πε₀r)~~
теорема Гаусса: $\frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} = \int E dS \Rightarrow E = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi r^2}$

$\varphi = E r = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi r}$

аналогично, в пространстве без диэлектрика:

$\varphi = \frac{Q}{\epsilon_0 4\pi r}$



$E_{\text{вз}} = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi r^2}$ $5\varphi_0 = \frac{3Q - 6q}{4\pi \epsilon_0 R}$
 $E_{\text{вдвн}} = \frac{(Q - q)}{4\pi \epsilon_0 r^2}$ $4\varphi_0 = \frac{6Q - 8q}{4\pi \epsilon_0 R}$
 $q = \frac{3Q}{\epsilon} = 4,5Q$

$\varphi = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi \epsilon_0 (r - R)}$
 $5\varphi_0 = \frac{3Q}{4\pi \epsilon_0 \frac{R}{3}} - \frac{6q}{4\pi \epsilon_0 (\frac{R}{3} - R)} = \frac{3Q - 6q}{4\pi \epsilon_0 R}$
 $4\varphi_0 = \frac{3Q}{4\pi \epsilon_0 R} - \frac{q}{4\pi \epsilon_0 R} = \frac{3Q - q}{4\pi \epsilon_0 R}$
 $\frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \frac{2R}{3}} - \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \frac{R}{2}} = \frac{3Q - 6q}{4\pi \epsilon_0 R}$