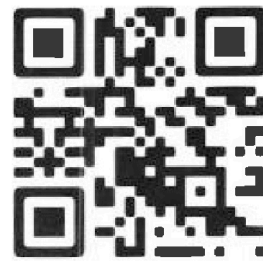


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

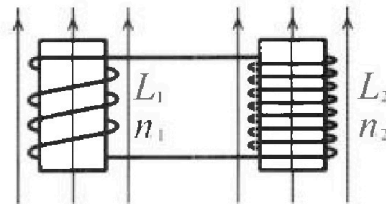


## Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.  $F = ILB \sin \alpha$

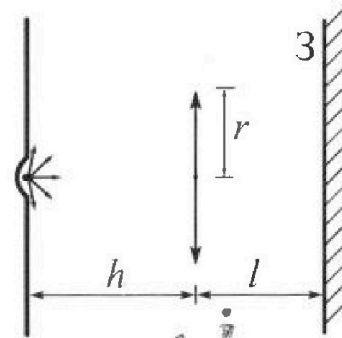
~~$-I L = \dots$~~   $F = qV B \sin \alpha$

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  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 уменьшаться 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  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  $\gamma n$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

$1.5F \quad F$

$$1 = \frac{1}{1.5} + \frac{1}{5}$$

$$-\frac{1}{3} + \frac{4}{3} \rightarrow 1.5$$

$3F$

$$\frac{2 \cdot \frac{1}{4}}{3} = \frac{3}{4}$$

$$\begin{array}{r} 1 \quad 3 \quad 3 \\ \times 2298 \\ \hline 0192 \\ 4 \\ 14 \\ \times 14 \\ 110 \\ 14 \\ \times 289 \\ \hline 548 \end{array}$$

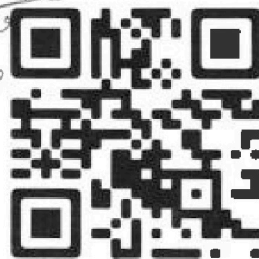
$$\begin{array}{r} 4 \quad 4 \\ \times 289 \\ \hline 1445 \\ 289 \\ \hline 4335 \end{array}$$



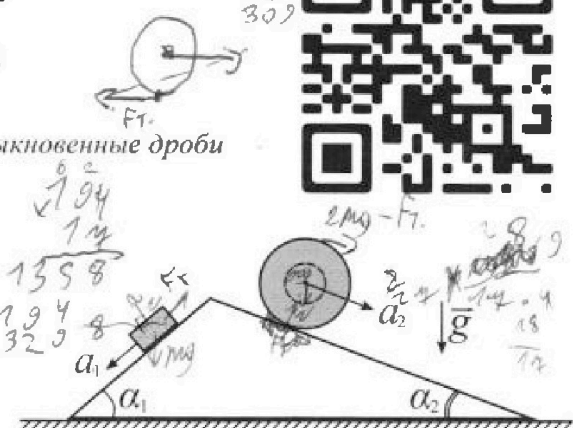
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



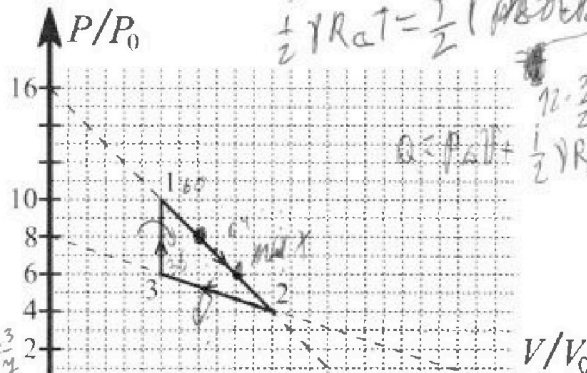
$$m g \sin \alpha_1 - \sqrt{m g \cos \alpha_1} = a_1$$

$$m g - \frac{F_1}{2} = m a_2$$

- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром 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 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.

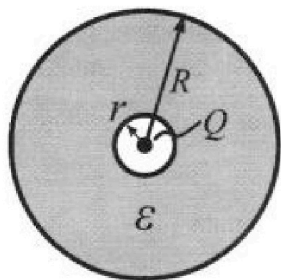
Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

$$1 - \frac{Q_-}{Q_+} = \frac{A}{Q_+} = \frac{12 \sqrt{3} P_0 V_0}{64 P_0 V_0} = \frac{3 \sqrt{3}}{16}$$

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

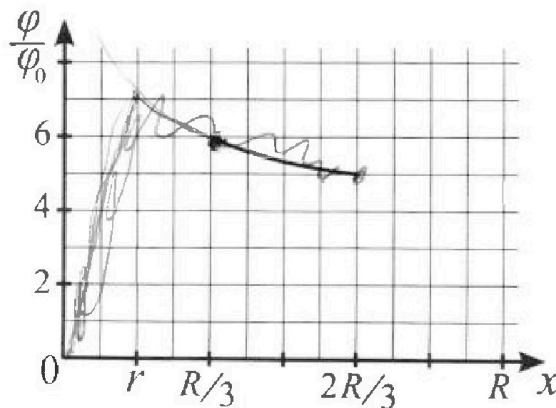
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

$$\frac{kQ}{r}$$



$$k \frac{Q}{x^2} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon x^2}$$

$$\frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon \frac{11}{12} R^2} = \frac{3Q}{11 \pi \epsilon_0 \epsilon R^2}$$



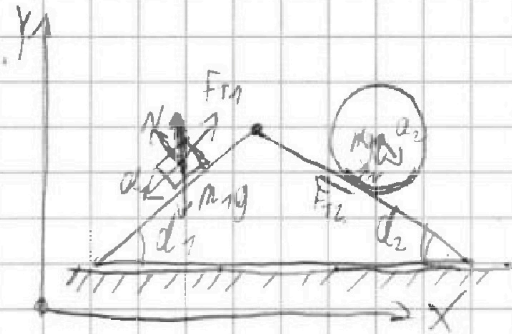


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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) ~~два~~ Два груза

$$m_1 g + \vec{N} + \vec{F}_{T1} = m_1 a_1,$$

В координатах, перпендикулярной плоскости клина

$$-N + m_1 g \cos \alpha_1 = 0, \text{ в координатах}$$

$$a_{1.0} - F_{T1} + m_1 g \sin \alpha_1 \quad \alpha_{1.0} = m_1 a_1,$$

$$N = m_1 g \cos \alpha_1, \quad F_{T1} = \eta_1 \cdot N = \eta_1 m_1 g \cos \alpha_1, \text{ п.к.}$$

$$\text{вдоль;} - \eta_1 m_1 g \cos \alpha_1 + m_1 g \sin \alpha_1 = m_1 a_1$$

$$(\sin \alpha_1 - \eta_1 \cos \alpha_1) g = a_1 = \frac{5}{74} g$$

$$\frac{3}{5} - \frac{4}{5} \eta_1 = \frac{5}{74}, \quad 51 - 68 \eta_1 = 25$$

$$26 = 68 \eta_1, \quad \eta_1 = \frac{26}{68} = \frac{13}{34}$$

$$F_{T1} = \eta_1 m_1 g \cos \alpha_1 = \frac{13}{34} \cdot m \cdot g \cdot \frac{4}{5} = \frac{26}{85} mg$$

2) ~~mg~~ ~~и~~ ~~на~~ ~~плоскости~~ ~~д\_2~~ ~~где~~ ~~случится~~

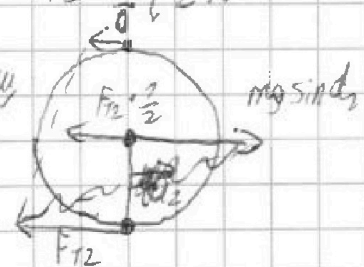
$$mg \sin \alpha_2. \quad \text{сила трения } F_{T2} = \eta_2 N =$$

$$= \eta_2 mg \cos \alpha_2. \quad \text{из условия}$$

$$m a_2 = mg \sin \alpha_2 - \eta_2 mg \cos \alpha_2$$

$$a_2 = g (\sin \alpha_2 - \eta_2 \cos \alpha_2);$$

$$\frac{89}{74} = \frac{8}{74} - \eta_2 \left( \frac{15}{74} \right)$$





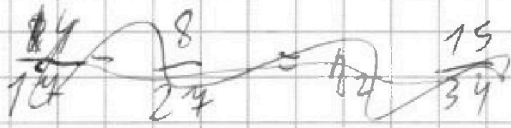


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$m_2 a_2 = m_2 g \sin \alpha_2 - F_{T2} \cdot \frac{1}{2} = m_2 g (\sin \alpha_2 - \frac{1}{2} \eta_2 \cos \alpha_2)$$

$$a_2 = \frac{8}{24} g$$

$$\frac{8}{24} = \sin \alpha_2 - \frac{1}{2} \eta_2 \cos \alpha_2 = \frac{8}{14} - \frac{15}{14 \cdot 2} \eta_2$$

$$\frac{15}{34} \eta_2 = \frac{8}{14} - \frac{8}{24} = \frac{80}{14 \cdot 24}$$

$$\frac{15}{2} \eta_2 = \frac{80}{24} \Rightarrow \eta_2 = \frac{160}{24 \cdot 15} = \frac{32}{87}$$

$$F_{T2} = \eta_2 m_2 g \cos \alpha_2 = \frac{32}{87} \cdot \frac{3m}{4} \cdot g \cdot \frac{15}{14} = \frac{8 \cdot 15}{9 \cdot 14} mg = \frac{120}{153} mg$$

3) В горизонтальной оси на ~~плоскости~~ ~~плоскости~~ действуют только силы реакции опоры и силы трения,  $F_T = |N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 -$

$$- F_{T1} \cos \alpha_1 + F_{T2} \cos \alpha_2|, \text{ м.к. не вычисляем.}$$

$$F_T = |m_1 g \sin \alpha_1 - m_2 g \sin \alpha_2 - \frac{26}{85} mg \cos \alpha_1 + \frac{120}{153} mg \cos \alpha_2| =$$

$$= mg | \frac{3}{5} - \frac{9}{14} \sin \alpha_2 - \frac{26}{85} \cos \alpha_1 + \frac{120}{153} \cos \alpha_2 | =$$

$$= mg | \frac{3}{5} - \frac{9}{14} \cdot \frac{8}{14} - \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{120}{153} \cdot \frac{15}{14} | =$$





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!

$$= mg \left| \frac{3}{4} - \frac{18}{14} - \frac{704}{425} + \frac{15^2 \cdot 8}{142,9} \right| =$$

$$= mg \left| \frac{3}{4} - \frac{18}{14} - \frac{2^3 \cdot 13}{14 \cdot 5} + \frac{5^2 \cdot 8}{142} \right| =$$

$$= mg \left| \frac{3}{4} - \frac{90 + 704}{14 \cdot 5} + \frac{5^2 \cdot 8}{142} \right| =$$

$$= mg \left| \frac{3}{4} - \frac{794}{17 \cdot 5} + \frac{5^2 \cdot 8}{142} \right| =$$

$$= mg \left| \frac{3}{4} + \frac{9000 - 754 \cdot 4}{142 \cdot 5} \right| = mg \left| \frac{3}{4} + \frac{2298}{142 \cdot 5} \right| =$$

$$= mg \cdot \frac{2298 \cdot 4 - 3 \cdot 142 \cdot 5}{2^2 \cdot 14^2 \cdot 5} = mg \frac{9192 - 4335}{5480} = mg \frac{4857}{5480} = F_T$$



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!

Всего учеников.

$$3) \quad x = \frac{Q_+ - 16 \cdot 1}{Q_+} = \frac{A}{Q_+} = \frac{12 P_0 V_0}{Q_+}$$

На участке 3-1  $A=0$ ,  $Q_{31} = \Delta U = \frac{1}{2} \Delta (PV) =$   
 $= \frac{3}{2} \cdot 24 P_0 V_0 = 36 P_0 V_0$  - энергия передается

в систему. Вся работа участка 2-3 работа  
 отрицательная, температура участка

максимальна в  $(1, 12 V_0, 4 P_0)$  - точка,  
 потому что внутренняя энергия убывает.

На участке 1-2 найдём точку

с максимальной  $Q$ . Если  $Q$  максимальна,  
 то  $PV^\gamma$  максимальна, где  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{1+2}{1} = \frac{5}{3}$ .

При этом из уравнения  $p = \frac{16 P_0 - V}{V_0}$  получим

$$PV^\gamma = \left(16 P_0 - \frac{V}{V_0}\right) V^{\frac{5}{3}} = 16 P_0 V^{\frac{5}{3}} - \frac{V^{\frac{8}{3}}}{V_0}$$

возьмём производную, чтобы найти максимум

$$\frac{80}{3} P_0 V^{\frac{2}{3}} - \frac{8}{3} \frac{P_0}{V_0} V^{\frac{5}{3}} = 0, \quad V \neq 0 \rightarrow 10 P_0 = V \frac{P_0}{V_0}$$

$V = 10 V_0$ , это максимум, на участке от 1го

данного  $Q$  состоит,  $Q_{max} = A_{max} + \Delta U =$

$$= 32 P_0 V_0 + 0, \quad Q_{\pm} = Q_{4max} + Q_{31} = 36 P_0 V_0 + 32 P_0 V_0 = 68 P_0 V_0$$





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  
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!

$$1) \quad \Delta U_{12} = \left( \frac{1}{2} \right) R \Delta T = \frac{1}{2} \Delta (pV),$$

в точке 1 давление  $10 P_0$  и объем  $6 V_0$ , в 2

давление  $4 P_0$  и объем  $12 V_0$

~~$$\Delta U_{12} = (4 \cdot 12 - 10 \cdot 6) \frac{pV}{p_0 V_0} = -12 \frac{pV}{p_0 V_0}$$~~

~~$$\Delta U_{12} = -12$$~~

$$\Delta (pV) = (4 \cdot 12 - 10 \cdot 6) P_0 V_0 = -12 P_0 V_0,$$

$$\Delta U_{12} = -12 P_0 V_0 \frac{1}{2} = -6 P_0 V_0$$

A - площадь цилиндра  $123$ ,

$$A = \frac{10 P_0 + 4 P_0}{2} (12 V_0 - 6 V_0) - (12 V_0 - 6 V_0) \frac{6 P_0 + 4 P_0}{2} =$$

$$= P_0 V_0 \cdot 2 \cdot 6 = 12 P_0 V_0,$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A} = 1,5.$$

2) Точка 1-2 - часть процесса, максимальная  $pV$  достигается в середине отрезка, следовательно

состояние, при  $V = \frac{16 V_0}{2} = 8 V_0$  и  $P = \frac{16 P_0}{2} = 8 P_0$

$$T_{\max} = \frac{pV}{\gamma R} = 64 \frac{P_0 V_0}{\gamma_0 R}, \quad \text{в точке 3}$$

$$T_3 = 8 \cdot 8 \frac{P_0 V_0}{\gamma_0 R}, \quad \text{тогда} \quad \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

при этом  $T_{\max}$  - максимальная температура





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!

$$x = \frac{A}{Q} = \frac{72 \text{ PoV}_0}{68 \text{ PoV}_0} = \frac{3}{17}$$



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!

Компьютеризация  $\rightarrow$  ~~поле~~ в точке  $x$ , если  $x < r$

или  $x > R$   $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2}$ , если  $R \geq x \geq r$

$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon x^2}$ , тогда потенциал  $\varphi(x)$

$$x > R \quad \varphi_{\text{pot}}(x) = - \int_{\infty}^x \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx = -0 + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

т.е. в  $\infty$  нулевой потенциал, при

$$R \geq x \geq r \quad \varphi_{R \geq x \geq r}(x) = \int_{\infty}^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx + \varphi_{\geq R}(R) =$$

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

Тогда решая задачу 1, при  $\epsilon = \frac{11}{12} R$ ,

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{\frac{11}{12} R\epsilon} - \frac{1}{R\epsilon} + \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{11R\epsilon} + \frac{1}{R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( \frac{1}{11\epsilon} + 1 \right) = \frac{Q(11\epsilon + 1)}{44\pi\epsilon_0 \epsilon R}$$

2) Пусть крайняя левая точка 1, крайняя правая 2, тогда  $\varphi_{\text{pot}} 1$ :

$$\varphi_{\text{pot}} 1 = \frac{Q_1}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{x_1\epsilon} - \frac{1}{R\epsilon} + \frac{1}{R} \right) =$$

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

$$\varphi_{\text{pot}} 2: \quad \varphi = \frac{Q_2}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{x_2\epsilon} - \frac{1}{R\epsilon} + \frac{1}{R} \right) =$$



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  
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!

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_0} \left( \frac{1}{2\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_0 R} \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right).$$

Пусть  $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_0 R} = k_0$ . Тогда

$$G = k_0 \left( \frac{2}{\epsilon} + 1 \right); \quad S = k_0 \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right).$$

$$\frac{G}{k_0} - 1 = \frac{2}{\epsilon}; \quad \frac{S}{k_0} - 1 = \frac{1}{2\epsilon}$$

$$\epsilon = \frac{2}{\frac{G}{k_0} - 1}$$

$$k_0 = \frac{G}{\frac{2}{\epsilon} + 1}; \quad S = \frac{G}{\frac{2}{\epsilon} + 1} \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right);$$

$$S \cdot \left( \frac{2}{\epsilon} + 1 \right) = G \cdot \left( \frac{1}{2\epsilon} + 1 \right)$$

$$\frac{10}{\epsilon} + S = \frac{3}{\epsilon} + G; \quad \frac{7}{\epsilon} = 1; \quad \epsilon = 7.$$





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. Порча QR-кода недопустима!

$$r_1 = \frac{2 \frac{2}{3} h}{\frac{2}{3} h} r = 4r, \quad S \text{ даёт в первой линзе}$$

изображение  $S' = 3F = 2h$  справа от  
первой линзы или  $S_2 = 2h - h = h = F$  справа

от второй, тогда для второй линзы все  
лучи параллельные первой линзе попадут

~~во вторую линзу, тогда~~

~~лучи~~ изображение изображения будет увеличиваться

формуле  $\frac{1}{F} = \frac{1}{S_2'} - \frac{1}{S_2}$ , т.к.  $S_2$  справа

от линзы,  $S_2' = \frac{1}{\frac{1}{F} + \frac{1}{S_2}} = \frac{3}{5} F = \frac{2}{5} h$  справа

от второй. ~~К.к.а~~ Ширина луча на

второй линзе  $r_n = \frac{S_2 - h}{S_2'} r = \frac{r}{2}$  тогда

лучи света на стене  $r_2 = r_n \frac{h - S_2'}{S_2'} =$   
 $= \frac{r}{2} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{4} r.$

же освещено  $\pi r_1^2 - \pi r_2^2 = \pi \left( (4r)^2 - \left(\frac{3}{4}r\right)^2 \right) =$

$= \pi r^2 \left( 16 - \frac{9}{16} \right) = 15 \frac{7}{16} \pi r^2 = 244 \pi \text{ см}^2$

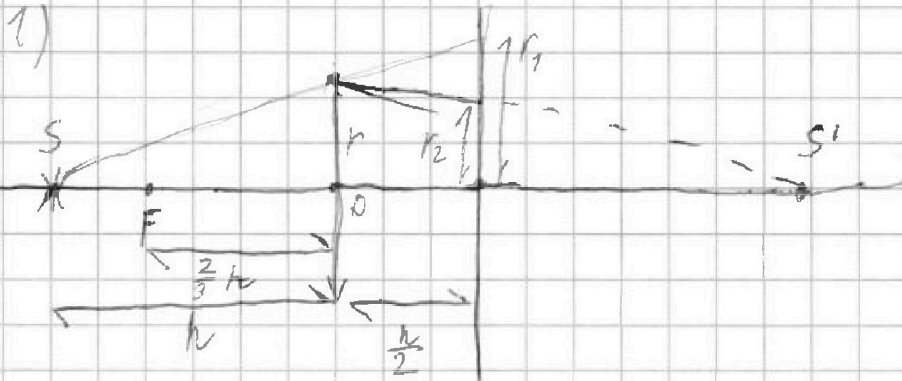


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$F = \frac{2}{3}h \Rightarrow S = 1,5F, \text{ тогда изобразим } S'$$

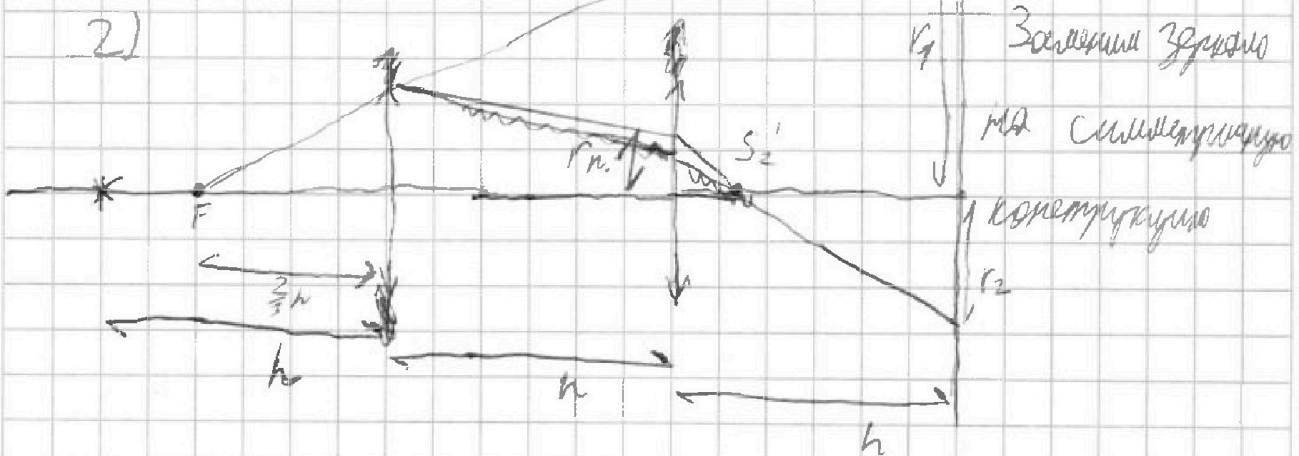
$$\text{из геометрии } \frac{1}{F} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}, \quad S' = \frac{F \cdot S}{S - F} = \frac{1,5h \cdot h}{1,5h - h} = 3h$$

$$r_1 = \frac{1,5h}{h} r = 1,5r, \quad r_2 = \frac{S' - \frac{h}{2}}{S'} r = r - \frac{h r}{2S'} = r - \frac{h r}{2 \cdot 3h} = r - \frac{r}{6}$$

$$= r - \frac{h r}{2 \cdot 3} = r - \frac{r}{4} = \frac{3}{4}r, \text{ тогда}$$

$$S_1 = \pi r_1^2 - \pi r_2^2 = \pi r^2 \left( 1,5^2 - \left(\frac{3}{4}\right)^2 \right) =$$

$$= \pi r^2 \frac{36 - 9}{16} = \pi r^2 \frac{27}{16} = 2,7\pi \text{ см}^2$$







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!

1) Из теоремы Гаусса и симметрии  
конструктивно, на расстоянии расстояния  
 $x$  от центра будет равная по величине  
при  $x > R$  шарик с зарядом будет вести  
себя как обычный точечный источник,  
тогда внутри диэлектрика,  $\varphi = \frac{kQ}{x} =$   
 $= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x}$ , при  $x = \frac{11}{22}R$ ,  $\varphi = \frac{3Q}{11\pi\epsilon_0 R}$

2) Пусть левая крайняя точка зарядки  
1, правая - 2. Тогда для левой

$$\phi = \frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R \varphi_0} = \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R \varphi_0}$$

$$\epsilon = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R \varphi_0}; \text{ для точки 2}$$

$$\epsilon = \frac{\varphi_2}{\varphi_0} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R \varphi_0}$$

Внутри шарика  $\varphi$  зависит от расстояния  
от  $x$   $\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$





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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!

