

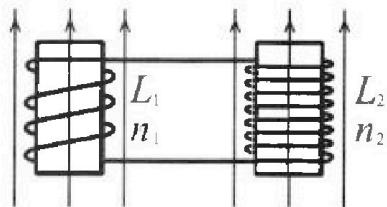
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-02**



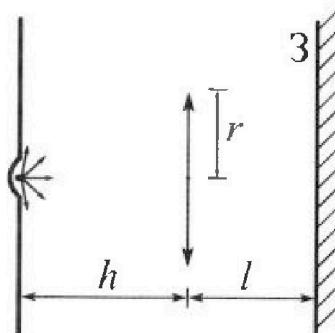
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

- 4.** Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  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 како́й 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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  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  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

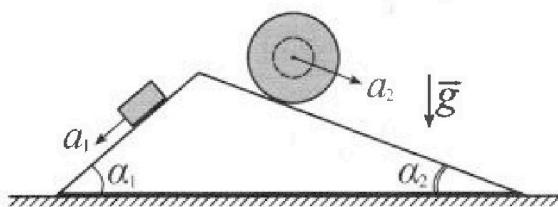
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (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.



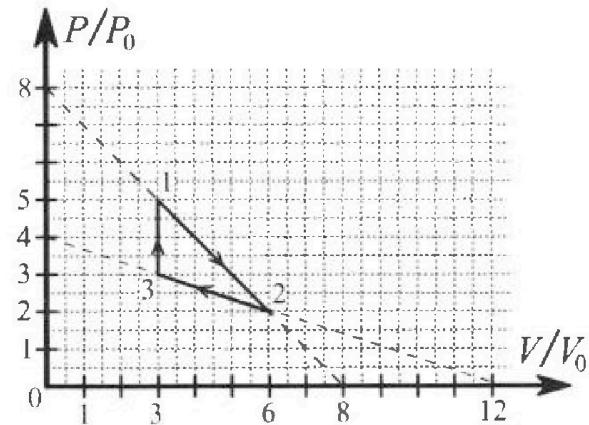
- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

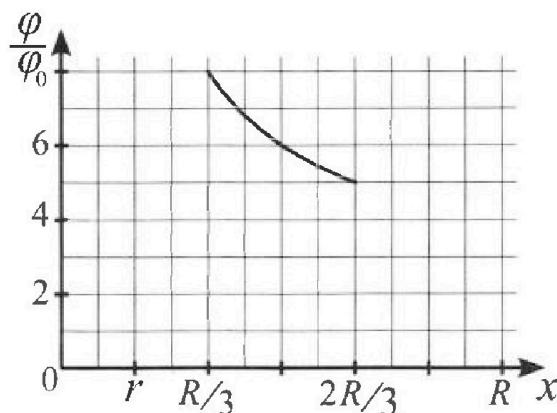
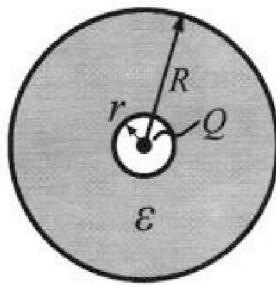
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.



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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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

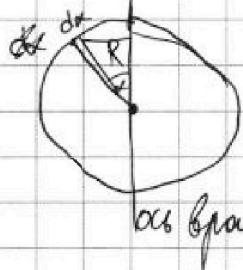
7

СТРАНИЦА  
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!

~~C - коническая~~,  $m(x) = C \cdot x^2$ , факт

$m(x) = 4\pi x^2 dx p$ , где  $p$  - площадь сечения



Б - поверхность сечения шара (от хе сферы)

$$F = \frac{5m}{4\pi R^2} \quad | R - радиус сферы.$$

об обращении

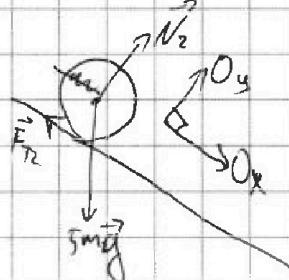
Заметим, что радиус  $R$  к окружности  $\alpha$  с  
площадью  $d\alpha \cdot R$  зависит от расстояния до оси,

и. э.  $R \sin x$ , а масса цепочки  $dm = R dx \cdot 2\pi R \sin x$ , и. э.

$$\text{масса ок. } \sin x \Rightarrow \text{корень} = \int_0^\pi 2\pi R \sin x \cdot R dx \cdot 5 \cdot R \sin x = \\ = 2\pi R^3 5 \int_0^\pi \sin^2 x dx$$

$$M = k_{\text{коренем}} \cdot \omega = k_{\text{коренем}} \cdot \frac{\alpha_2}{R} = 2\pi R^2 5 \cdot \alpha_2 \int_0^\pi \sin^2 x dx = \\ = \frac{5m}{4\pi R^2} \cdot R^2 \cdot 2\pi \alpha_2 \int_0^\pi \sin^2 x dx = \frac{5m}{2} \alpha_2 \int_0^\pi \sin^2 x dx =$$

$$= F_2 \cdot R$$



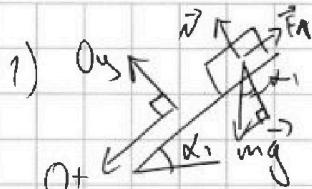
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

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!



$$O_x: m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F \Rightarrow$$

$$= m g \sin \alpha_1 - N_{\mu} = m g \sin \alpha_1 - \mu_1 m g \cos \alpha_1 \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow \mu_1 = \frac{g \sin \alpha_1 - a_1}{g \cos \alpha_1} = \frac{g \cdot \frac{3}{5} - g \cdot \frac{7}{17}}{g \cdot \frac{4}{5}} = g \frac{\frac{5}{17} - \frac{3}{5}}{\frac{8}{5}} =$$

$$= g \frac{16 \cdot \frac{3}{5}}{4 \cdot \frac{8}{5} \cdot 17 g} = \cancel{g} \cancel{\frac{16}{4}} \cancel{\frac{8}{8}} \cancel{\frac{17}{17}} = \frac{4}{17} \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = \mu_1 \cdot m g \cos \alpha_1 = \frac{4}{17} m g \cdot \frac{4}{5} = \boxed{m g \frac{16}{85}}$$

2) Шар разложилась на две части, одна из которых оказалась твердой, а другая — жидкостью.

Объясни как к-коэффициент вращения меняется

~~$$kg \text{ где } d\alpha \text{ — толщина слоя } dy \text{ и радиус } R \sin \alpha \text{ равен}$$~~

$$k_g = \int_0^{R \sin \alpha} 2\pi x \cdot d\alpha \cdot P \cdot dy \cdot x = P dy \int_0^{R \sin \alpha} x^2 d\alpha = \frac{P dy \pi R^3 \sin^3 \alpha}{3}$$

дела подтверждено числа приведены но  $dy$

~~$$dy = R(\cos \alpha - \cos(\alpha + d\alpha)) = R(\cos \alpha - \cos \alpha \cos d\alpha +$$~~

~~$$+ \sin \alpha \sin d\alpha = R \sin \alpha d\alpha \Leftrightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow k_{\text{шара}} = 2 \int_0^R P 2\pi R \frac{\sin^3 \alpha}{3} dy = 2 \int_0^R P 2\pi R \frac{\sin^4 \alpha}{3} dx$$~~

Вес шара распределен по центру шара и в нем

изображено в.л.  $m(x) \sim x^2$ , а  $k = x \cdot m(x)$

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.



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

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!

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{3 P_{01}}{Q_+}$$

$$Q_+ = Q_{31} + Q_{+21} + Q_{+23}$$

участки движущих процессов, где тепло избирается.

$$\begin{aligned} dQ_{12} &= \frac{3}{2} V R_{\Delta T} + P_0 dV = \frac{3}{2} \left( P_0 \left( 8 - \frac{V+dV}{V_0} \right) (V+dV) - P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V \right) + \\ &+ P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) = \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{8V_0 dV + 8V_0 dV + V - V^2 - V dV - V dV - dV dV_{23} - 8V_0 V + V^2}{V_0} \right), \\ &+ P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) = \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{8V_0 dV - 2V dV}{V_0} \right) + P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) = \\ &= \frac{P_0 dV}{V_0} \left( \cancel{8V_0} - 12V_0 - 3V + 8V_0 - V \right) = \frac{P_0 dV}{V_0} (20V_0 - 4V) \end{aligned}$$

Значит, что  $\frac{V}{V_0} \in [0; 5]$  тепло избирается в прогрессии  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$

$$R_3(V) = P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right)$$

$\Rightarrow Q_{12}$  зависит

на  $\frac{V}{V_0} \in [3; 5]$

$$\begin{aligned} dQ_{23} &= \frac{3}{2} V R_{\Delta T} + P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) (-dV) = \\ &= \frac{3}{2} P_0 \left( (V-dV) \left( 4 - \frac{V-dV}{3V_0} \right) - V \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) \right) - P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) dV = \\ &= \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{12V_0 V - 12V_0 dV - V^2 + V dV + V dV - dV^2}{3V_0} \right) - P_0 \left( \frac{12V_0 - V}{3V_0} \right) dV \end{aligned}$$

~~$$- \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{12V_0 - V^2}{3V_0} \right) = \frac{3}{2} P_0 \left( - \frac{12dV V_0 + 2V dV}{3V_0} \right) -$$~~

~~$$- P_0 |dV| \left( \frac{12V_0 - V}{3V_0} \right) = \frac{P_0 |dV|}{3V_0} \left( -18V_0 + 3V - 12V_0 + V \right) =$$~~

~~$$= \frac{P_0 |dV|}{3V_0} (-30V_0 + 4V) \Rightarrow \text{на участке } \frac{V}{V_0} \in [0; 7,5] \text{ } \beta$$~~

процессе  $2 \rightarrow 3$  тепло избирается  $\Rightarrow Q_{23} = 0$ , т.к.  $2 \rightarrow 3$  б

участок представлен малым как  $\frac{V}{V_0} \in [3; 6]$ .

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

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)  $A_{\square} = P_0 V_0$  - работа, совершаемая при вытеснении из контейнера квадрата  $1 \times 1$  на изотермии.

А - раб. участка, где раздвигается мембрана внутри участка, исключенной из  $A_{\square}$ .

$$A = A_{\square} \frac{(5-2)(6-3)}{2} - A_{\square} \frac{(6-3)(3-2)}{2} = \frac{3 \cdot 2}{2} A_{\square} = 3 A_{\square} = 3 P_0 V_0$$

$\Delta U_{31}$  - изотермическое расширение газа из  $V_3 \rightarrow V_1$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3), \text{ т.к. } PV = \sqrt{RT}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (5 P_0 \cdot 3 V_0 - 3 P_0 \cdot 3 V_0) = P_0 V_0 \cdot 9 = 9 A_{\square}$$

значит  $\frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9 A_{\square}}{3 A_{\square}} = 3$  (3)

2)  $P_{12}(V)$  - зависимость давления  $P$  выраженная  $P_2$  от  $V$ .

$$P_{12}(V) = P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right)$$

$$P_{12}(V) \cdot V = \underbrace{P_0 R T}_{\text{const}} \Rightarrow T_{\max} = \max(P_{12}(V) \cdot V)$$

$$(P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V)'_V = P_0 \left( 8V - \frac{V^2}{V_0} \right)'_V = P_0 \left( 8 - 2 \frac{V}{V_0} \right) = 0$$

$$8 = 2 \frac{V}{V_0} \Rightarrow V = 4 V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{P_0 \left( 8 - \frac{4 V_0}{V_0} \right) 4 V_0}{P R} =$$

$$= P_0 V_0 \left( \frac{16}{DR} \right)$$

$$T_2 = \frac{P_0 V_0 \cdot 2 \cdot 6}{DR} = \frac{12 P_0 V_0}{DR} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$



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!

$$\begin{aligned} Q_4 &= \frac{3}{2} PR(T_1 - T_{4,12}) + \int_{3}^{5} P_{12}(V) dV + \frac{3}{2} VR(T_1 - T_3) = \\ &\quad \text{так же перенесли изображение места } 1-12. \\ &= \frac{3}{2} \left( P_0 \cdot 5 \cdot V_{0,3} - P_0 \left( 8 - \frac{5V_0}{V_0} \right) sV_0 \right) + P_0 V_0 \left( 5 - 3 \right) \left( \frac{5+3}{2} \right) + \frac{3}{2} P_0 V_0 (5 \cdot 3 - 3 \cdot 3) = \\ &= \frac{3}{2} P_0 V_0 \left( \frac{3}{2} (15 - 75) \right) + 2 \cdot 4 + \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 2 = P_0 V_0 (8 + 9) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_4} = \frac{3P_0 V_0}{P_0 V_0 \cdot 17} = \left( \frac{3}{17} \right) \end{aligned}$$



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.

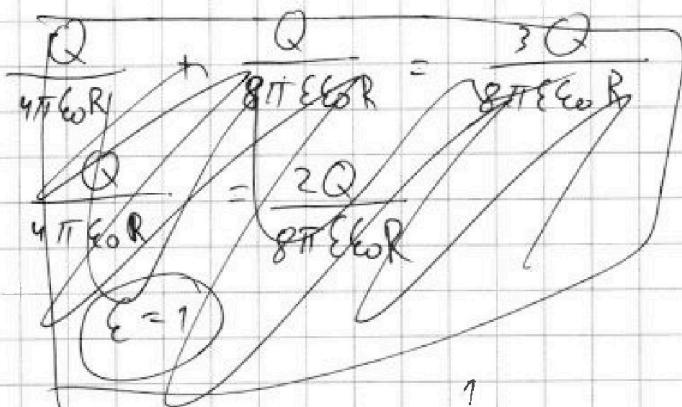


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

$$\Rightarrow \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( 3 - \frac{3}{2} \right) = \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$



$$\frac{5V_0}{3V_0} = \frac{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{6\pi\epsilon_0 R}}{\frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}} \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3} = \frac{1 + \frac{1}{2\epsilon}}{\frac{3}{2\epsilon}} \Rightarrow 5 = 2\epsilon + 1 \Leftrightarrow \\ \Rightarrow (\epsilon = 2)$$

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

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) Гизелинчик создал противокорабельное к  $\vec{E}$  электрическое поле, такое что аддитивное суперпозиционное в  $E$  рез. ко шару будущего гизелинчика  $\Rightarrow$  для  $x \in [R; +\infty)$  выполняется

$$\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon_0}, \text{ и.к. перераспределение заряда на гизелинчика способствует равенству.} \Rightarrow E(x) = \frac{\Phi_E}{S(x)} = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot 4\pi x^2} \Rightarrow \Psi_1(R) = \int_R^\infty \frac{Q dx}{\epsilon_0 4\pi x^2} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{1}{x} \right) \Big|_R^\infty = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cos(\pi)$$

Сужаем, так как напряженность и вектор переноса пропорциональны.

$$\text{для } x \in [r; R] \text{ выполняется } \Phi_E = \frac{Q}{\epsilon_0 S(x)} \Rightarrow \Psi_1(r) = \int_r^R \frac{Q dx}{\epsilon_0 4\pi x^2} \Rightarrow \Psi_1\left(\frac{3R}{4}\right) = \int_r^{\frac{3R}{4}} \frac{Q dx}{\epsilon_0 4\pi x^2} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{1}{x} \right) \Big|_r^{\frac{3R}{4}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left( \frac{4}{3} - 1 \right) = \frac{Q}{3\epsilon_0 4\pi r^2}$$

То гракунг утверждений согласован:

$$\Psi_{\text{один}}\left(\frac{3R}{4}\right) = \Psi_1(R) + \Psi_2\left(\frac{3R}{4}\right) = \left( \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 4\pi R} \left( 1 + \frac{1}{\frac{3R}{4}} \right) \right) = \frac{Q}{3\epsilon_0 4\pi R^2}$$

2) Рассмотрим поле зарядов ~~близко~~  $\frac{R}{3}$  и  $\frac{2R}{3}$  радиуса  $3\epsilon_0$ , а 50% радиуса  $\Psi_{\text{один}}\left(\frac{2R}{3}\right) = \Psi_1(R) + \Psi_2\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \left( \frac{3}{2} - 1 \right)$

$$\Psi_{\text{один}}\left(\frac{R}{3}\right) - \Psi_{\text{один}}\left(\frac{2R}{3}\right) = \Psi_2\left(\frac{R}{3}\right) - \Psi_2\left(\frac{2R}{3}\right) \Rightarrow$$



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

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

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) Вспомогательная  $\oint \frac{d\Phi}{dt} dS = \oint I dL$ , так как  
коинцидентные кривые, что  $S = \pi r^2$ ,  $2\pi r = L \Rightarrow r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$   $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow L = 2\pi \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2\sqrt{\pi S}$ , так как ни  $\Phi$  ни  $I$  не  
зависят от положения, то  $\frac{d\Phi}{dt} S = I \cdot 2\sqrt{\pi S}$

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.

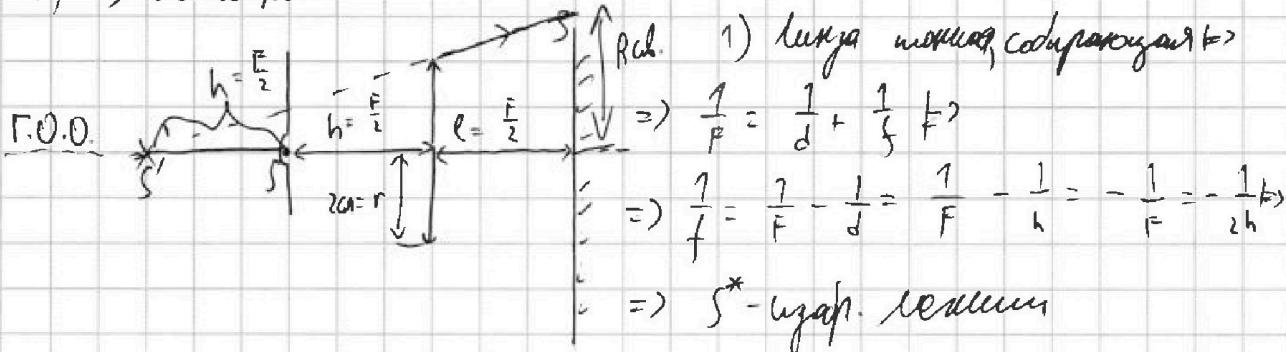


- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

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) S-изображение



слева от циркуля в синке, то падающую линию  
эффект достигается за счет приведения  
линеек, то  $S^*$  будет виден только, если смотреть  
на линию с право  $\rightarrow$  свет от  $S^*$  проходит круг на  
землю (радиус  $R_{cb}$ ). Из подсия приведений  
 $\text{свят. } S^* R_{cb} = \frac{3}{2} r = 3 \text{ см.}$ ,  $R_T$  - радиус круга линии,  
точка наивысшего радиуса круга, в которой  
он попадает свет идущий не через линзу.  
Из подсия приведений с Г.О.О. и Г получаем

$$R_{Tmin} = 2r = 4 \text{ см} \Rightarrow S_{Tmin} = \pi R_T^2 - \pi R_{cb}^2 = \pi(4^2 - 3^2) =$$

$$= \pi(16 - 9) = \pi \cdot 7 \text{ [см}^2]$$

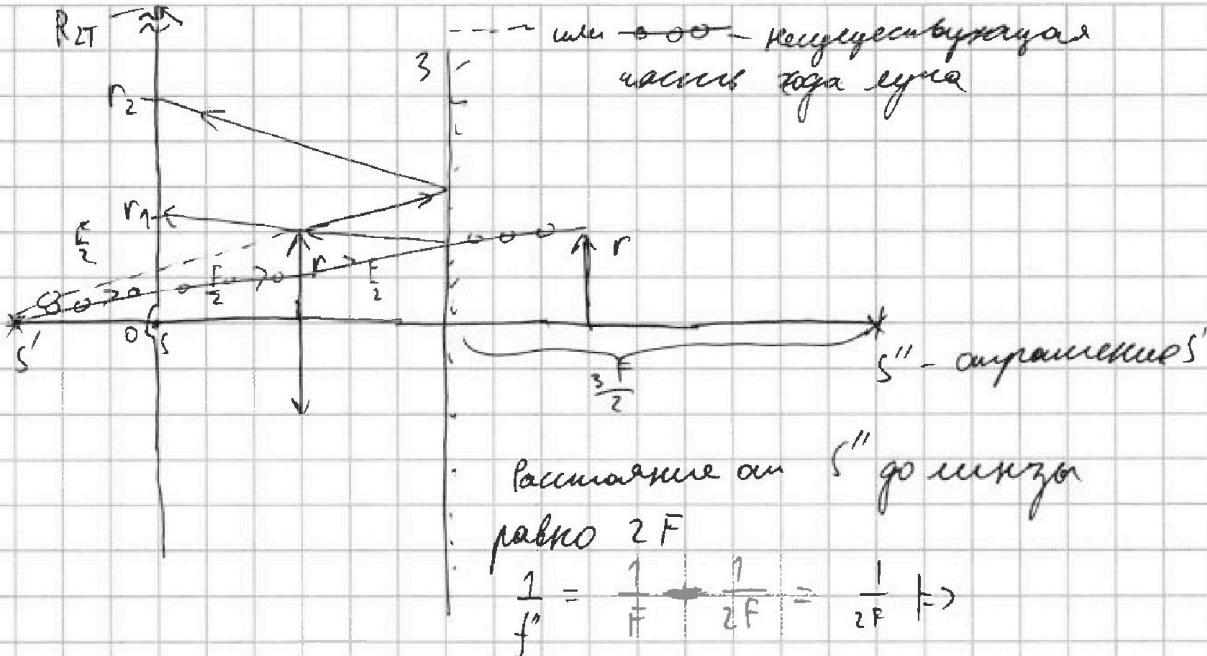
2)  $R_{2T} = 2R_T = 8 \text{ см}$  - радиус на синке, куда не попадает  
свет, он не приведший линзу.

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



Расстояние от "до изображения" равно  $2F$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F} = \frac{1}{2F} \Rightarrow$$

$\Rightarrow S''$ - изобр.  $S'$ .  $\Rightarrow$  дуга, проходящий через край линзы к ее горизонтальной оси. Из  $S''$  пойдет до  $S'$  лучей  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  из погодной преломляющей среды открыты на сфере края света  $r_{\text{вн}} = r \cdot \left(1 - \frac{F/2}{2F}\right) = \frac{3}{4}r = 1,5 \text{ см}$

Также будут идти ~~и~~ <sup>и</sup> ближайшие к  $S''$ , но не проходящие через линзу, и не попадающие в фокус; с падающим светом  $S'$   $\Rightarrow r_2 \text{ и } r_1$  - величины фокусов.

расстояния фокусов. Из погодной:  $r_2 = r \cdot \frac{5F/2}{2F/2} = 5 \text{ см}$

$$r_1 = \frac{r}{2} \cdot \frac{5F/2}{2F/2} = 2,5 \text{ см} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{fläche на сфере} = \pi R_{2T}^2 - \pi r_2^2 + \pi r_1^2 - \pi r_{\text{вн}}^2 =$$

$$= \pi (8^2 - 5^2 + 2,5^2 - 1,5^2) = \pi (64 - 25 + 6,25 - 2,25) = (\pi \cdot 43 \text{ [cm}^2\text{]})$$



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.



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!

$$\begin{aligned}
 dQ_{23} &= \frac{3}{2} P_0 T + P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) dV = \frac{3}{2} P_0 T \left( 4 - \frac{V-dV}{3V_0} \right) \\
 &= \frac{3}{2} \left( P_0 V_0 - P_0 V_1 \right) - P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) dV = \frac{3}{2} \left( P_0 V_0 \left( 4 - \frac{V+dV}{3V_0} \right) - P_0 V_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) \right) \\
 &\Rightarrow dA = \frac{3}{2} P_0 \left( \left( V-dV \right) \left( \frac{12V_0 - V+dV}{3V_0} \right) - V \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) \right) + dA = \\
 &\Rightarrow \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{12V_0 V - 12V_0 dV - V^2 + VdV + VdV - dV^2 - 12V_0 U + V^2}{3V_0} \right) + dA = \\
 &\Rightarrow \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{-12V_0 dV + 2VdV}{3V_0} \right) - P_0 \left( \frac{12U - V}{3V_0} \right) dV = \frac{m U^2}{2} = \frac{m V^2}{2} \\
 &\Rightarrow \frac{P_0 dV}{3V_0} \left( -12V_0 + 3V - 12V_0 + V \right) = \frac{P_0 dV}{3V_0} (4V - 30V_0) \\
 &\Rightarrow V = \frac{30}{4} V_0 \Rightarrow V = \frac{15}{2} V_0 = 7,5 V_0 \\
 &\Rightarrow \text{Because } dQ_{23} < 0 \quad (\sin \alpha \cdot 2\pi R \cos \alpha) \\
 D &= E \cdot E \\
 \cos \alpha - \cos(\alpha + d\alpha) &= \cos \alpha - \cos \alpha \cos d\alpha + \sin \alpha \sin d\alpha \\
 &\quad + \sin \alpha \cdot d\alpha \\
 &\quad + \frac{25}{25} + \frac{75}{75} = 5 \sin^2 \alpha \\
 &\quad + \frac{150}{150} \cdot 2\pi R^2 \cdot p \\
 &\quad + \frac{225}{225} \cdot 4\pi R^2 \cdot p \\
 &\quad + \frac{60}{60} \cdot 4\pi R^2 \cdot p \\
 &\quad + \frac{27}{27} \cdot 4\pi R^2 \cdot p \\
 &\quad - \frac{57}{57} \cdot 4\pi R^2 \cdot p \\
 &\quad = \frac{16}{16} \cdot 4\pi R^2 \cdot p \\
 \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left( \frac{1}{x} \right) \Big|_{\frac{R}{3}} &= \frac{3Q}{4\pi \epsilon_0 R} \left( 1 - \frac{1}{2} \right) = p = \frac{dm}{dV} \quad \sin \alpha = \\
 &= \frac{9}{16} \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} = (p-3) k_B \\
 \int_0^R 2\pi x dx &= \pi x^2 \Big|_0^R = \int_0^{\frac{R}{3}} 2\pi x dx = \frac{2\pi x^2}{3} \Big|_0^{\frac{R}{3}} = \frac{2\pi R^2}{27} \cdot \sin^2 \alpha \quad R(\cos \alpha - \cos(\alpha + d\alpha)) \\
 &\quad + \int_0^R 2\pi x dx = \pi x^2 \Big|_0^R = \frac{2\pi R^2}{2} \cdot \sin^2 \alpha
 \end{aligned}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

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

$$\frac{dF}{dt} S = E$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{d} \Rightarrow d = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{h}} = -\frac{1}{2h}$$

$$[BS] = \frac{A_{\text{area}}}{m \cdot m}$$

$$\left[ \frac{BS}{t} \right] = \left[ \frac{E}{t} \right] = \frac{A_{\text{area}}}{m \cdot m}$$

№2  
1)  $A_D = P_0 V_0$

$$[T \cdot L] = \frac{A \cdot m}{C}$$

$$A = \frac{3 \cdot 3 A_D}{2} - \frac{1 \cdot 3 A_D}{2} = \frac{2 \cdot 3 A_D}{2} = 3 A_D$$

$$\Delta Q = \Delta U + \cancel{\lambda} \quad \Rightarrow \quad \Delta U = \frac{3}{2} VR(T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (5P_0V_0/3 - P_0V_0/3) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot 3 \cdot 2 = 9 P_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta U_3}{A} = \frac{9}{3} = 3 \quad \left[ = n, s \right]$$

2)  $T_2 V R = 2 P_0 \cdot 6 V_0 = 12 P_0 V_0$

$$P = P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) \Rightarrow PV = P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V \quad \begin{matrix} E = \frac{kq \cdot r}{r^3} \\ A = \frac{A_{\text{area}}}{m \cdot m} \end{matrix}$$

$$\left( P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V \right)'_V = P_0 \left( 8V - \frac{V^2}{V_0} \right)'_V = P_0 \left( 8 - 2 \frac{V}{V_0} \right) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = 4 V_0 \Rightarrow P_0 \left( 8 - 4 \right) 4 V_0 = 16 P_0 V_0 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{8 \cdot 4}{3} = \frac{32}{3}$$

3)  $\Delta Q = P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) dV + \frac{3}{2} V R \Delta T = \frac{3}{2} (P_0 V_0/3 - P_0 V_1) + P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) =$

$$= \frac{3}{2} \left( P_0 \left( 8 - \frac{V+dV}{V_0} \right) (V+dV) - P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V \right) + P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 \left( \cancel{8V_0(V+dV)} - V(\cancel{V+dV}) \cancel{dV(V+dV)} - \cancel{8V_0V^2} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{8V dV - V dV - V dV + dV \cdot dV_0}{V_0} \right) + P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 \frac{V dV - V dV}{V_0} + P_0 dV \frac{8V_0 - V}{V_0} = \frac{P_0 dV}{V_0} \left( \frac{3}{2} V + 8V_0 - V_0 \right) =$$

$$= \frac{P_0}{V_0} dV \left( -\frac{5}{2} V + 8V_0 \right) \quad 10V_0 - 5V = 0 \Rightarrow V = V_0 \cdot \frac{16}{5} = V_0 \cdot (3 \cdot 2)$$



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!



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!