



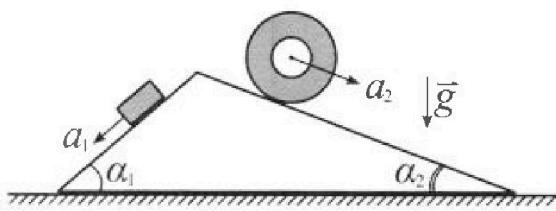
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$  и  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$ . Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

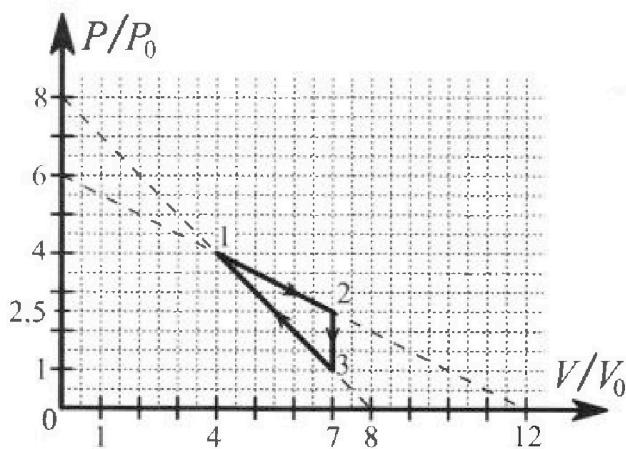


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

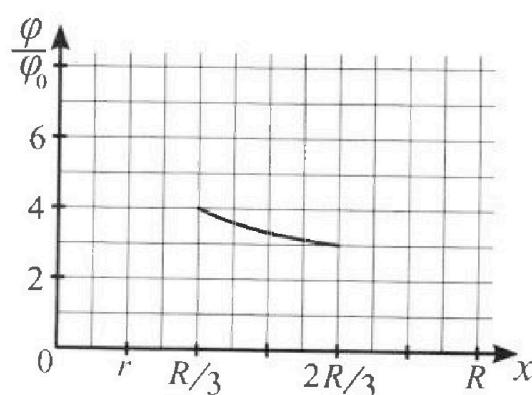
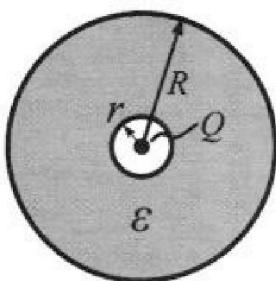
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — 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  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

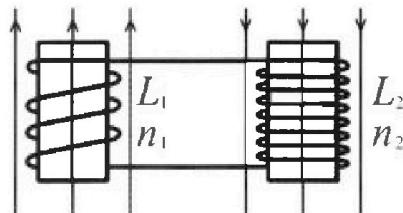


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

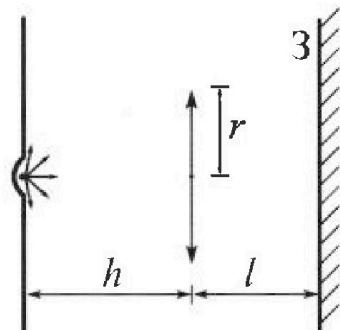
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.










СТРАНИЦА  
1 ИЗ 11

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

Дано:

$$a_1 = \frac{5}{13} g$$

$$a_2 = \frac{5}{24} g$$

$$\sin d_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos d_1 = \frac{4}{5}$$

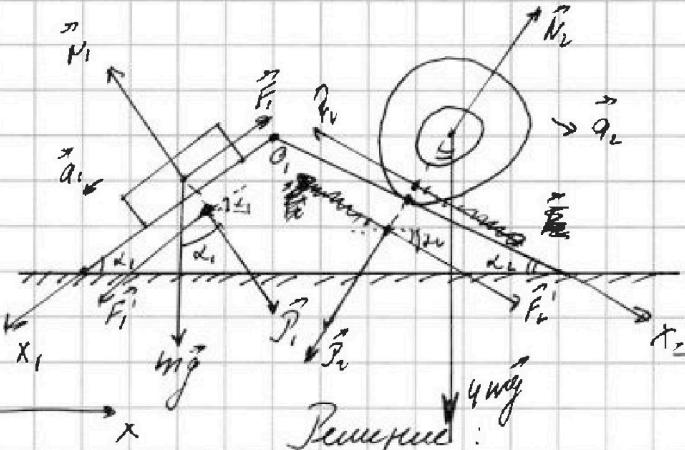
$$\sin d_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos d_2 = \frac{12}{13}$$

Найти  $F_1$ !

$$F_2 = ?$$

$$F_3 = ?$$



Решение:

1) II ЗАДАЧА Механика для бруска:

$$Q_{x_1}: m g \cdot \sin d_1 - F_1 = m a_1$$

$$\Rightarrow F_1 = m g \cdot \sin d_1 - m a_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5}{13} g = \\ = m g \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} m g$$

2) Т.к. умножил бруска, а сила трения консервирована  
то она не меняется, то есть сила трения бруска равна  
силе трения блоковки блоковки, т.е.  $F_2 = 110 \text{ Н}$ .

II ЗАДАЧА Механика для цепочки:

$$Q_{x_2}: 4 m g \cdot \sin d_2 + F_{2x} = 4 m a_2$$

$$F_{2x} = 4 m a_2 - 4 m g \cdot \sin d_2 = 4 m g \cdot \frac{5}{24} - 4 m g \cdot \frac{5}{13} =$$

$$= 4 \cdot 5 m g \left( \frac{1}{24} - \frac{1}{13} \right) = 20 m g \frac{13 - 24}{13 \cdot 24} = 20 m g \frac{-11}{156} = \frac{-55}{38} m g$$

$$\text{т.е. } F_{2x} \downarrow Q_{x_2}, \text{ зт. } F_2 = \frac{35}{38} m g$$

I-



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 11

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) Т.К. Кили поклонил, то векторная сумма всех сил, действующих на него равна 0.

$$\text{III ут. Исходная: } \begin{array}{l} \vec{N}_2 = -\vec{P}_2 \\ \vec{N}_1 = -\vec{P}_1 \\ \vec{F}_1 = -\vec{F}'_1 \\ \vec{F}_2 = -\vec{F}'_2 \end{array} \quad \begin{array}{l} P_2 = P_1 = 4mg \cos \alpha \\ N_1 = P_1 = mg \cos \alpha \\ F_1 = F'_1 \\ F_2 = F'_2 \end{array}$$

Понад сила, действующая в проекции на  $Ox$ , равна  
сумме всех проекций сил, а сумма проекций на  $Oy$   
уравнений с этой реальности отсутствует

$$F_{3x} = -F'_1 \cos \alpha + P_1 \cdot \sin \alpha - P_2 \cdot \sin \alpha + F'_2 \cdot \cos \alpha$$

$$F_{3x} = -F_1 \cos \alpha + mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - 4mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha + F_2 \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} F_{3x} &= -\frac{14}{65}mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - 4mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13}mg = \\ &= \frac{4}{25}mg \left( -\frac{14}{13} + 3 \right) + \frac{12}{13}mg \left( -4 + \frac{11}{6} \right) = \\ &= \frac{4}{25}mg \cdot \frac{39-14}{13} + \frac{12 \cdot 5}{13^2}mg \cdot \frac{11-24}{6} = \frac{4}{25}mg \cdot \frac{25}{13} - \frac{12 \cdot 5}{13^2} \cdot \frac{13}{6}mg = \\ &= \frac{4}{13}mg - \frac{10}{13}mg = -\frac{6}{13}mg \end{aligned}$$

т.ч.  $F_3 = \frac{6}{13}mg$

Ответ:  $F_1 = \frac{14}{65}mg$ ;

$$F_2 = \frac{55}{78}mg;$$

$$F_3 = \frac{6}{13}mg.$$

I-

I-



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

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

СТРАНИЦА  
3 из 11

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!

N<sup>2</sup>

дато:

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

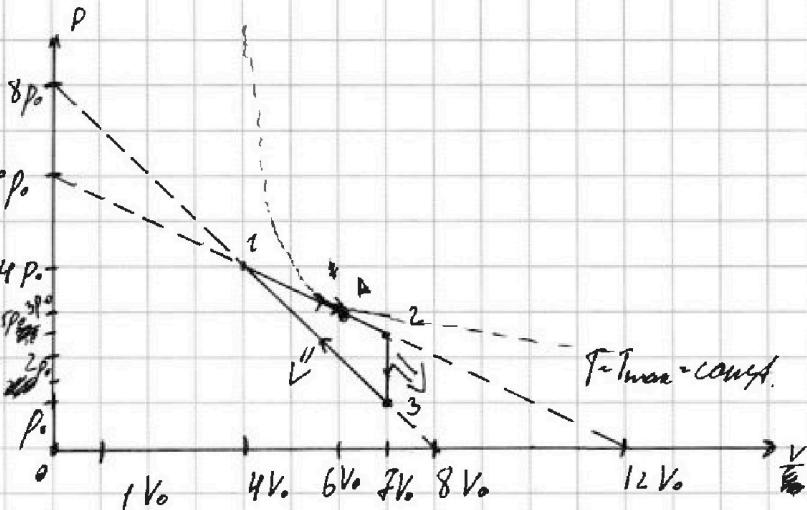
$V_0, P_0$

$$\text{Найти: 1) } \frac{\Delta U_{2-3}}{A_2}$$

$A_2$

2)  $T_{\text{ макс-2}}$

3)  $\eta = ?$



решение:

1) Найдем уравнения прямых 1-2; 3-1

$$1-2: \quad \left\{ \begin{array}{l} K = 6 \\ 6P_0 = b_1 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} b_1 = 6P_0 \\ 0 = K \cdot 12V_0 + b_1 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{-6P_0}{12V_0} = -\frac{P_0}{2V_0} \\ b_1 = 6P_0 \end{array} \right.$$

$$\text{т.е. } P = -\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + 6P_0 \quad \text{в процессе 1-2}$$

$$3-1: \quad \left\{ \begin{array}{l} 8P_0 = b_2 \\ 0 = K \cdot 8V_0 + b_2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} b_2 = 8P_0 \\ K = \frac{-8P_0}{8V_0} = -\frac{P_0}{V_0} \end{array} \right.$$

$$\text{т.е. } P = -\frac{P_0}{V_0} \cdot V + 8P_0 \quad \text{в процессе 3-1}$$

2) Работа цикла за цикл теплоизменений равна площади под кривой

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot (2V_0 - 4V_0) \cdot (2,5P_0 - P_0) = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot \frac{3}{2}P_0 = \frac{9}{4}P_0V_0$$

$$\left| \Delta U_{2-3} \right| = \left| C_V \cdot D(T_3 - T_2) \right| = \left| \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) \right| = \frac{3}{2} (P_0 \cdot 2V_0 - 2,5P_0 \cdot 4V_0) = \left| \frac{3}{2} \cdot 2P_0 \cdot V_0 \cdot \left(-\frac{3}{2}\right) \right| = \frac{9}{4} \cdot 2P_0 \cdot V_0$$

$$\frac{\left| \Delta U_{2-3} \right|}{A_2} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 2P_0 \cdot V_0}{\frac{9}{4} P_0 \cdot V_0} = 2.$$



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

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

СТРАНИЦА  
Ч ИЗ 11

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) Максимальная температура в промежутке 1-2

будет достигаться, когда изотерма будем касаться прямой 1-2.

$$\text{Ур-с изотермы} \quad p_1 = \frac{DR T_{\max}}{V}$$

Пусть точка касания имеет координаты  $(p_k; V_k)$

тогда котр. касательной к прямой изотермы равен

котр. наклона прямой 1-2, т.е.  $K_{1-2} = K_{\text{кос}} = p_{12}'$

$$K_{\text{кос}} \cdot p_{12}' = DR T_{\max} \left( -\frac{1}{V_k^2} \right) \Rightarrow -\frac{DR T_{\max}}{V_k^2} = -\frac{p_0}{2V_0} \quad (1)$$

$$K_{1-2} = K_{1-} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

с другой стороны т.к.  $(p_k; V_k) \in (1-2)$ , т.н.

$$p_k = -\frac{p_0}{2V_0} V_k + p_0 \quad (3)$$

~~$$\text{или т.к. } (p_k; V_k) \in \text{изотерма: } p_k = \frac{DR T_{\max}}{V_k} \Rightarrow DR T_{\max} = p_k \cdot V_k \quad (2)$$~~

$$(2) \rightarrow (1): \quad -\frac{p_k V_k}{V_k^2} = -\frac{p_0}{2V_0} \Rightarrow \frac{p_k}{V_k} = \frac{p_0}{2V_0} \Rightarrow p_k = \frac{p_0}{2V_0} \cdot V_k$$

подставим в (3):  $\frac{p_0}{2V_0} \cdot V_k = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V_k + p_0$

$$\frac{p_0}{2V_0} \cdot V_k = p_0 \Rightarrow V_k = 2V_0$$

$$\text{т.н. } p_k = \frac{p_0}{2V_0} \cdot 6V_0 = 3p_0$$

$$DR T_{\max} = 3p_0 \cdot 6V_0 = 18p_0 V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{18p_0 V_0}{DR}$$

тогда т.к.  $p_1 V_1 = DR T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{DR} = \frac{16p_0 V_0}{DR}$

то  $\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18p_0 V_0}{16p_0 V_0} \frac{DR}{DR} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$ .



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
5 из 11

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

4) Тусиль Г. ( $P_k, V_k$ ) - это Т. А  
~~из~~ ~~использование~~

тогда  $T_A = T_k$ , то  $\exists \rho$  Т. А имеет формулу Ресса,  
~~тогда~~ после Т. А имеет формулу Ресса,

$$\text{т.к. } A_{1-2} = \frac{2,5P_0 + 4P_0}{2} \cdot (2V_0 - 4V_0) = \frac{6,5P_0}{2} \cdot 3V_0 > 0 \quad \text{безр.}$$

тогда на промежутике  $[T_A]$ :  $U_{1-2} = \frac{3}{2} DR(T_A - T_1) > 0$

$$[A-2]: U_{2-2} = \frac{3}{2} DR(T_2 - T_A) < 0$$

$$U_{1-2} = \frac{3}{2} DR(T_A - T_1) = \frac{3}{2} (P_k \cdot V_k - P_1 \cdot V_1) = \frac{3}{2} \cdot (18P_0V_0 - 16P_0V_0) = 3P_0V_0$$

$$U_{2-2} = \frac{3}{2} DR(T_2 - T_A) = \frac{3}{2} (P_2 \cdot V_2 - P_k \cdot V_k) = \frac{3}{2} \cdot (2,5P_0 \cdot 2V_0 - 18P_0V_0) = -\frac{3}{2} (12,5P_0V_0 - 18P_0V_0) = -\frac{3}{4} P_0V_0$$

$$A_{1-2} = \frac{2,5P_0 + 3P_0}{2} \cdot (2V_0 - 6V_0) = \frac{11}{4} P_0V_0$$

т.е.  $A_{1-2} > U_{1-2}$ , т.н.  $R_{1-2} > 0$ , т.е.  $\exists \rho$  используется

т.е.  $Q_{\text{использов}} = Q_{1-2}$

$$\text{тогда } Q_{\text{использов}} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = \frac{6,5P_0 \cdot 3V_0}{2} + 3P_0V_0 - \frac{3}{4} P_0V_0 = \frac{13 \cdot 3P_0V_0}{4} - \frac{3}{4} P_0V_0 + \frac{12}{4} P_0V_0 = \frac{12 \cdot 3P_0V_0 + 12P_0V_0}{4} = \frac{4 \cdot 12P_0V_0}{4} = 12P_0V_0$$

$$\eta = \frac{A_1}{Q_{\text{использов}}} = \frac{\frac{8}{4} P_0 V_0}{12 P_0 V_0} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}.$$

$$\text{Отважн: 1) } \frac{1 \cdot 4 \cdot 3}{A_2} = 2;$$

$$2) \frac{T_{\text{использов}}}{T_1} = \frac{9}{8};$$

$$3) \eta = \frac{3}{16}.$$



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  
10 ИЗ 11

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

дано

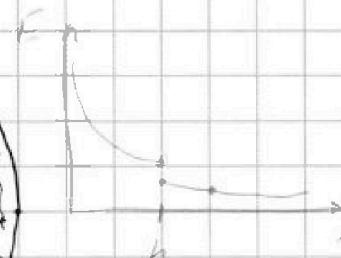
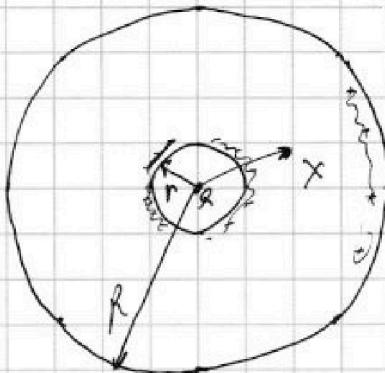
$$1) r; R$$

$$2) \epsilon$$

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

Найти  $\psi_x$ ?

2) Найти  $E_x$



Решение

$$1) \text{ потенциал в начальном месте } \psi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}, \text{ где } x \in (0; r)$$

Когда  $x \in [r; R]$  ~~то~~ т.к. будем находиться  
в區域е, ~~то~~ ~~тогда~~ ~~тогда~~ ~~тогда~~ ~~тогда~~ ~~тогда~~ ~~тогда~~

$$\text{тогда } \Delta W(x) = \Delta W_1 + \Delta W_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_{\text{внутр}}}{{r}^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_{\text{внеш}}}{(x-r)^2}$$

$$\text{тогда } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{(x-r)^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{(x-r)^2} \right)$$

~~тогда при~~ ~~что~~ ~~тогда~~ ~~что~~ ~~тогда~~ ~~тогда~~

Найдем разность потенциального между

зарядами  $Q$  и  $K$ -м зарядами  $q_{\text{вн}}$  на расстоянии  $x \in [r; R]$

$$\Delta W(x) = \Delta W_1 + \Delta W_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_{\text{вн}}}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_{\text{вн}}}{x-r}$$

тогда во внутреннем потенциале:

$$\psi(r) = \frac{\Delta W(x)}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{(x-r)} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{(x-r)} \right)$$

$$\text{тогда при } x = \frac{R}{4}; \quad \psi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\frac{R}{4} - r} \right)$$

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  
11 из 11

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 узника видно, что  $r = \frac{R}{6}$

$$\text{тогда } S = \frac{Q}{4\pi R_0} \left( \frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon \left( \frac{R}{4} - \frac{R}{6} \right)} \right) = \frac{Q}{4\pi R_0} \left( \frac{6}{R} + \frac{12}{\epsilon R} \right) = \\ \cdot \frac{Q}{4\pi R_0} \frac{6}{R} \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right)$$

л) Из узника:

$$\text{б) } r = \left( \frac{R}{3} \right) : \quad \left\{ \begin{array}{l} S_{\left( \frac{R}{3} \right)} = 4 S_0 \\ S_{\left( \frac{2R}{3} \right)} = 3 S_0 \end{array} \right. \quad \Rightarrow \quad S_{\left( \frac{R}{3} \right)} = \frac{4}{3} S_{\left( \frac{2R}{3} \right)}$$

$$S_{\left( \frac{R}{3} \right)} = \frac{Q}{4\pi R_0} \left( \frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon \left( \frac{R}{3} - \frac{R}{6} \right)} \right) = \frac{Q}{4\pi R_0} \left( \frac{6}{R} + \frac{6}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi R_0} \frac{6}{R} \left( 1 + \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$S_{\left( \frac{2R}{3} \right)} = \frac{Q}{4\pi R_0} \left( \frac{6}{R} + \frac{1}{\epsilon \left( \frac{2R}{3} - \frac{R}{6} \right)} \right) = \frac{Q}{4\pi R_0} \left( \frac{6}{R} + \frac{2}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi R_0} \frac{2}{R} \left( 3 + \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$\text{тогда } \frac{Q}{4\pi R_0} \frac{6}{R} \left( 1 + \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi R_0} \frac{2}{R} \left( 3 + \frac{1}{\epsilon} \right) \cdot \frac{4}{3}$$

$$3 \left( 1 + \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{4}{3} \left( 3 + \frac{1}{\epsilon} \right) \Rightarrow 3 + \frac{3}{\epsilon} = 4 + \frac{4}{\epsilon} \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{1}{\epsilon} \left( 3 - \frac{4}{3} \right) = 1$$

$$\epsilon = \frac{9-4}{3} = \frac{5}{3}$$

$$\text{Ответ: 1) } S = \frac{Q}{4\pi R_0} \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\epsilon \left( \frac{R}{4} - R \right)} \right) = \frac{3 Q}{2\pi R_0 R} \cdot \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right);$$

$$2) \quad \epsilon = \frac{5}{3}.$$

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.








СТРАНИЦА  
6 ИЗ 11

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!

N4

Дано:

$$L_1 = L; h_1 = h; \epsilon_{is_1} =$$

$$L_2 = 4L; h_2 = 2h; \epsilon_{is_2} =$$

S

$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot d; (d > 0)$$

$$\text{Найти: } \frac{\Delta I}{\Delta t} = ?$$

$$2) \Delta B_1 = \frac{B_2 - B_0}{2}; \Delta B_2 = \frac{2B_0 - 2B_0}{3} = 0$$

заметим, что  $\frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot d = \text{const}$ , т.е.  $\epsilon_i = \text{const}$ .

$$\Delta B_1 = \frac{B_2 - B_0}{2} = \frac{B_0}{2}$$

$$\Delta B_2 = \frac{2B_0 - 2B_0}{3} = 0$$

$$\Delta I = ?$$

$$\Delta I = ?$$

Т.к. при возрастании тока будем наблюдать ЭДС

самоиндукции в обеих катушках,

$$\text{то же} - \epsilon_i + \epsilon_{is_1} + \epsilon_{is_2} = 0$$

$$\epsilon_i = \frac{I}{L_1} \Omega + \frac{1}{L_2} \epsilon_{is_2}$$

$$-L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = -h_1 \cdot S \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{h_1 \cdot S \cdot d}{L_1 + L_2} = \frac{h \cdot S \cdot d}{L + 4L} = \frac{h \cdot S \cdot d}{5L}$$

$$\begin{aligned} II \\ L_1 &= B_0 \cdot \frac{2B_0}{2} = B_0 \\ \epsilon_{i1} &= \Delta B_1 = \frac{B_0}{2} \\ L_2 &= h_2 \cdot S \\ \Delta B_2 &= \frac{2B_0 - 2B_0}{3} = 0 \end{aligned}$$

Пусть индукция в катушке  $L_1$  изменяется за  $\Delta t$  на  $\Delta B_1$

в катушке  $L_2$  за  $\Delta t$  на  $\Delta B_2$

по згн-у Рэлея:

$$\epsilon_{i1} = -\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta (S_1 B_1)}{\Delta t} = -\frac{h S \Delta B_1}{\Delta t}$$

$$\epsilon_{i2} = -\frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} = -\frac{\Delta (S_2 B_2)}{\Delta t} = -\frac{2h S \Delta B_2}{\Delta t}$$



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  
7 ИЗ 11

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!

с другой стороны

$$E_{IS_1} = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$E_{IS_2} = -L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$E_{IS_1}, E_{IS_2}, E_{IS_3}$$

тогда:

$$\cancel{E_{IS_1} + E_{IS_2}} + \cancel{E_{IS_3}} - E_{i_1} - E_{i_2} = 0$$

$$\begin{aligned} E_{i_1} &= \frac{1}{L_1} \Delta I \\ E_{i_2} &= \frac{1}{L_2} \Delta I \\ &+ hS \frac{\Delta B_i}{\Delta t} + 2hS \frac{\Delta B_o}{\Delta t} - L_1 \frac{\Delta P}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta P}{\Delta t} = 0 \end{aligned}$$

$$(L_1 + L_2) \Delta I + hS (\Delta B_i + 2 \Delta B_o)$$

$$\Delta I = \frac{hS}{L_1 + L_2} (\Delta B_i + 2 \Delta B_o)$$

$$\sum \Delta I_i = \frac{hS}{5L} (\sum \Delta B_i + 2 \sum \Delta B_o)$$

$$\Delta I_K = \frac{hS}{5L} \cdot (\Delta B_1 + 2 \Delta B_2)$$

$$\Delta I_K = \frac{hS}{5L} \left( -\frac{B_o}{2} - 2 \cdot \frac{4}{3} B_o \right)$$

$$\Delta I_K = -\frac{hS}{5L} \frac{19}{6} B_o$$

$$|I_K| = \frac{hS}{5L} \frac{19}{6} B_o = \frac{19}{30} \frac{hSB_o}{L}$$

Даваем: 1)  $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{hS}{5L}$

2)  $|I_K| = \frac{19}{30} \frac{hSB_o}{L}$

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

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

СТРАНИЦА  
8 ИЗ 11

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!

N5

дато:

$$h$$

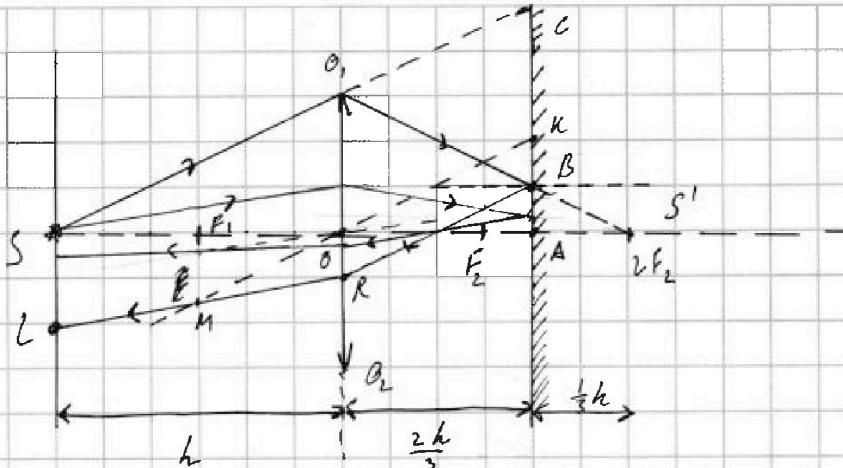
$$F_1 = \frac{h}{2}$$

$$l = \frac{3h}{2}$$

$$\mu = 3 \text{ см}$$

Найти  $\Delta S_1$ ?

$\Delta S_2$ ?



Решение:

1) Т.к.  $F_1 = \frac{h}{2}$ , то линейка находящаяся в левой части дуги лежит, т.е., в отсутствие зеркал, линейка изображалась выше в левой части дуги лежит.

2) Говорят о лук, через край линзы, дальше этого луга, другие луга будут идти без преломления.

Т.е. реальная линия зеркала будет двигаться диск со вспомогательными радиусами AC и внутренними BA.

$$3) \Delta SO_1O \sim \Delta SCA \Rightarrow \frac{CA}{OA_1} = \frac{SA}{SO} = \frac{h + \frac{2}{3}h}{h} = \frac{5}{3} \Rightarrow CA = \frac{5}{3} OA_1 = \frac{5}{3} \mu$$

$$\Delta S'AB \sim \Delta S'OA_1 \Rightarrow \frac{S'A}{S'O} = \frac{AB}{OA_1} = \frac{\frac{1}{3}h}{\frac{2}{3}h} = \frac{1}{2} \Rightarrow AB = \frac{1}{2} OA_1 = \frac{1}{2} \mu$$

$$\text{тогда } S_1 = \pi (CA^2 - AB^2) = \pi L \left( \left(\frac{5}{3} \mu\right)^2 - \left(\frac{1}{2} \mu\right)^2 \right) = \pi L \mu^2 \cdot \left(\frac{5}{3} - \frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{5}{3} + \frac{1}{2}\right) = \pi L \mu^2 \cdot \frac{4}{3} \cdot 2 = \frac{8}{3} \pi L \mu^2 = \frac{8}{3} \pi L \cdot 3^2 = 24 \pi L \text{ см}^2$$



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

СТРАНИЦА  
9 ИЗ 11

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

4) Крайние, не промежущиеся дуги будут отмечены.  
Бескрайний крайний дуга  $AB$ , исключая дугу  $BR$ , которой принадлежит дуга  $BC$ .

Бескрайний крайний дуга  $AB$ , исключая дугу  $BR$ , которой принадлежит дуга  $BC$ .

Между дугами  $BC$  и  $AC$  будет оставлена (см. рис), а между дугами  $AC$  и  $AB$  исключен крайний дуга, не проходящего через точку  $C$ .

Будет  $\Gamma$  исключена изображенного изображения дуги

составлен - Р.Е., тогда  $SE = 2AC = 2 \cdot \frac{5}{3}r = \frac{10}{3}r$

$$5) OR \cdot KB = AB = \frac{1}{3}r$$

$$\text{ко } \angle LKR = M, \Delta ORK \sim \Delta MFL \text{ од} \frac{F_1M_2}{AK} = \frac{OF_1}{AO} = \frac{\frac{r}{2}}{\frac{2r}{3}} = \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1M_2 = \frac{3}{4}AK = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot r = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3}r = \frac{1}{2}r$$

6) Т.к.  $F_1$ - ср.  $SO$ ;  $F_1M \parallel SL \parallel OR$ , то  $F_1M$ - средняя  
дуга  $F_1M = \frac{SL + OR}{2} \Rightarrow SL = 2F_1M - OR$  *изображение орт*

$$SL = 2 \cdot \frac{1}{2}r - \frac{1}{3}r = r - \frac{1}{3}r = \frac{2}{3}r$$

$$2) S_2 = \pi L (SE)^2 - \pi L (SL)^2 = \pi L \left(\frac{10}{3}r\right)^2 - \pi L \left(\frac{2}{3}r\right)^2 = \\ = \frac{\pi r^2}{9} (10-4)(10+4) = \frac{\pi r^2}{9} \cdot 8 \cdot 14 = \frac{32}{3} \pi r^2 = \frac{32}{3} \pi \cdot 3^2 = 96 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_1 = 24 \pi \text{ см}^2;$$

$$S_2 = 96 \pi \text{ см}^2$$



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.

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!