



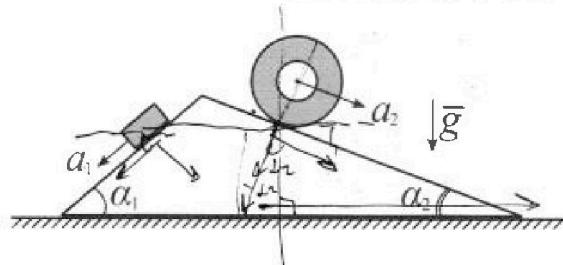
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



**Вариант 11-01**

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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает 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.

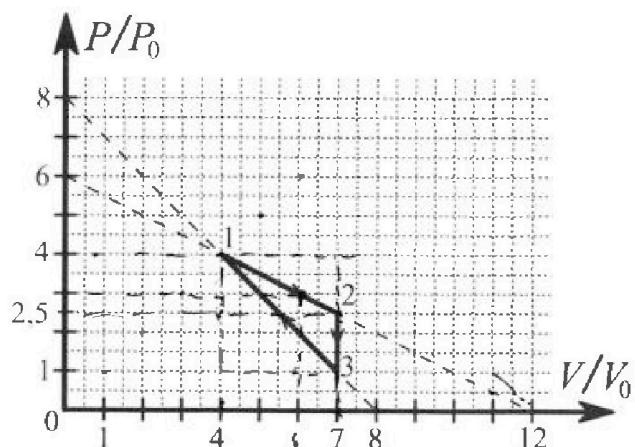


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

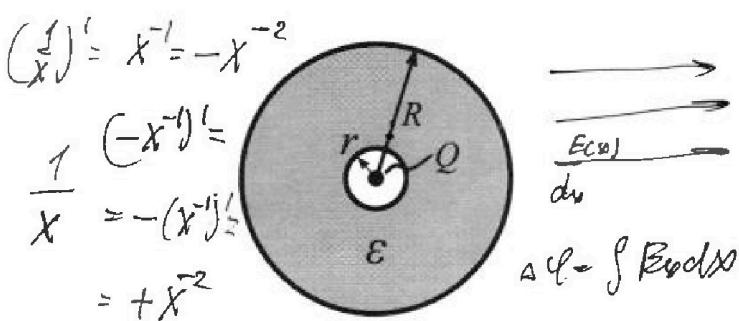


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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  $\varphi$  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.

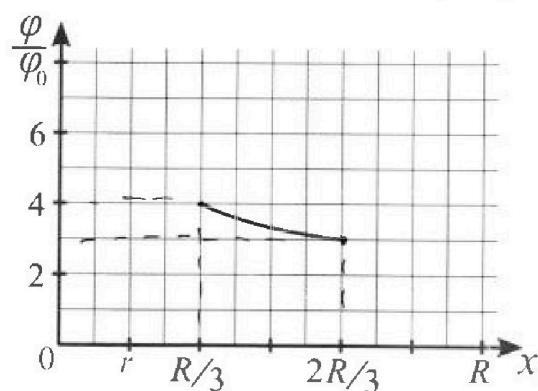
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{3}$$



$$\frac{E(x)}{dx} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$\Delta\varphi = \int E(x) dx$$

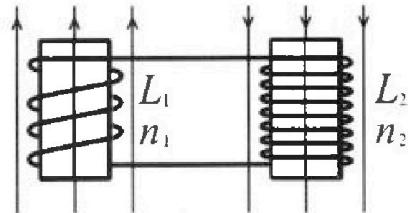


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-01**

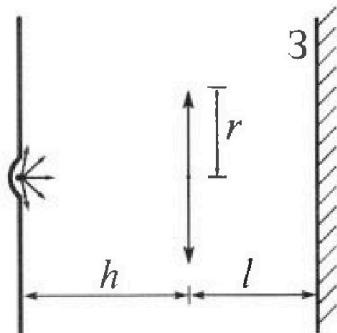
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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.

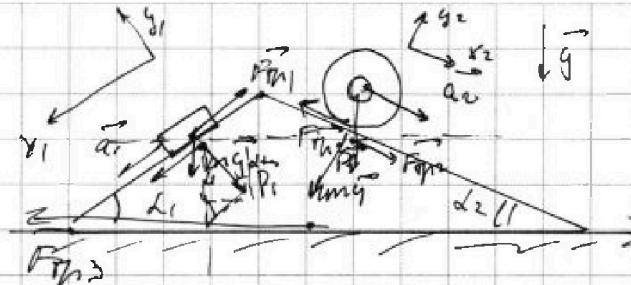


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!



1) Брускок:  
2-ой з-м Ньютона  
6 проекций на  
 $\theta \text{Y}: m \alpha_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{F1}$

$$\Rightarrow F_{F1} = mg \sin \alpha_1 - m \alpha_1 = mg \cdot \frac{5}{13} - m \cdot \frac{5}{13} g$$

$$F_{N1} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \left( \frac{3 \cdot 13 - 25}{65} \right) = mg \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

Чинилур:

2) 2-ой з-м Ньютона 6 проекций на OX:

$$\textcircled{1} \quad \ell m \alpha_2 = \ell m g \sin \alpha_2 - F_{F2}$$

$$\Rightarrow F_{F2} = \ell m g \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 20mg \left( \frac{1}{13} - \frac{1}{24} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{20 \cdot (24 - 13)}{13 \cdot 24} = mg \cdot \frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 6} = \frac{55}{78} mg$$

$$3) \quad P_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg; \quad P_2 = \ell m g \cos \alpha_2 = \ell m g \cdot \frac{1}{13} = \\ = \frac{48}{13} mg$$

2-ой з-м Ньютона 6 проекций на  
 $\theta X$ :

$$\theta = F_{F2} \cos \alpha_2 + P_1 \sin \alpha_1 + F_{F1} \cos \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 - F_{F3}$$

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!

$$F_{\text{тр3}} = \left( \frac{55}{78} \cdot \frac{12^2}{13} + \frac{48}{78} \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{65} \cdot \frac{6}{5} - \frac{48}{13} \cdot \frac{6}{13} \right) \text{mg} =$$

$$= \left( \frac{116}{13 \cdot 13} + \frac{12}{25} - \frac{14 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{48 \cdot 6}{13 \cdot 13} \right) \text{mg} = \frac{78/16}{13}$$

$$= \left( \frac{12}{25} - \frac{56}{13 \cdot 25} - \frac{130}{13 \cdot 13} \right) \text{mg} = \frac{240-160}{13 \cdot 25}$$

$$= \frac{12 \cdot 13^2 - 56 \cdot 13 - 130 \cdot 25}{13^2 \cdot 25} \text{mg} = \frac{13 \cdot 12 - 56 - 10 \cdot 25}{13 \cdot 25} \text{mg} =$$

$$= \frac{156 - 56 - 250}{13 \cdot 25} \text{mg} = \frac{-150}{13 \cdot 25} \text{mg} = \frac{150/25}{150/13}$$

$$= -\frac{6}{13} \text{mg} \quad \text{Ответ: } -\frac{6}{13} \text{mg}$$

не угадал направление в формуле (всё

вправо)

$$F_{\text{тр3}} = \frac{6}{13} \text{mg}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{14}{65} \text{mg}; F_2 = \frac{55}{48} \text{mg}; F_3 = \frac{6}{13} \text{mg}$$

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



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

СТРАНИЦА  
1 из 4

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) Тройцесе 2-3 - изотермичн в.к.  $V_2 = V_3 = 7V_0 = \text{const}$ ,

и - это у-тие состояния газа для моментов 2 и 3:

$$\begin{cases} p_2 V_2 = V R T_2 \\ p_3 V_3 = V R T_3 \\ V_2 = V_3 = 7V_0 \\ p_2 = 2,5p_0; p_3 = p_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} & 2,5p_0 \cdot 7V_0 = V R T_2 && 1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{7} = \\ & p_0 \cdot 7V_0 = V R T_3 && \frac{1}{7},5 \\ & \Delta T = \frac{2,6p_0 \cdot 7V_0 - 7p_0 V_0}{V R} && \frac{3 \cdot 10,5}{2 \cdot 10} = \\ & = \frac{3 \cdot 21}{4} = \frac{63}{4} = \frac{6,3}{1} && = \frac{3 \cdot 21}{4} = \frac{63}{4} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow (\Delta U_{23}) = \frac{3}{2} V R \Delta T = \frac{3}{2} (2,6p_0 \cdot 7V_0 - 7p_0 V_0) = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

Решение для учета равна (начало) тройцеса  
под графиком  $p(V)$ , и - то

$$A = \frac{(p_0 - p_0) \cdot \left( 7V_0 - 4V_0 \right)}{2} - \frac{(4p_0 - 2,5p_0)(7V_0 - 4V_0)}{2} =$$

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

$$= 2,25p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{(\Delta U_{23})}{A} = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0}{2,25p_0 V_0} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{45}{20}} = \frac{9}{4} = \frac{63}{36} = \frac{7}{4}$$

2) 3-тие состояния исходного газа для 1 и 2:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = V R T_1 \\ p_2 V_2 = V R T_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 16p_0 V_0 = V R T_1 \\ 14,5p_0 V_0 = V R T_2 \end{cases}$$

$$\frac{16}{14,5} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3,2}{2,9} = \frac{3,2}{2,9} \cdot \frac{4}{4} = \frac{12,8}{11,6} = \frac{12,8}{11,6} \cdot \frac{5}{5} = \frac{64}{58} = \frac{32}{29}$$

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 4

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!

$$T_1 = 16 \frac{P_0 V_0}{JR} \quad T_2 = 14,5 \frac{P_0 V_0}{JR}$$

Рассмотрим зависимость  $p(V)$  в процессе 02  
 $p(V)$ - pressure

$$p = \frac{JR}{V} T - \text{из у-ния состояния газа}$$

$p = k_2 V_0 b + \lambda V$ , где  $\lambda$  - констр. прямой (коэффициент линии начальной);  $b$  - свобод. констр.

$$\lambda = -\frac{45 P_0}{3 V_0} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} - \text{следует из уравнения}$$

$$p = k_2 V_0 b - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V ; b = 6 P_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} p = 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{V}{V_0} \\ p = \frac{JR}{V} T \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{JR}{V} T = 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{V}{V_0} \quad | \cdot V$$

$$VR T = 6 P_0 V - \frac{1}{2} P_0 \frac{V^2}{V_0}$$

$$T(V) = \frac{6 P_0 V}{JR} - \frac{1}{2} \frac{P_0}{JR} \cdot \frac{V^2}{V_0} - \text{зависимость температуры}$$

от объема в 1-2

При  $V = V_m$  при  $T(V) = 0$

$$\Rightarrow \frac{6 P_0}{JR} - \frac{1}{2} \frac{P_0}{JR} \frac{V_m^2}{V_0} = 0 \Rightarrow V_m = 6 V_0 - \text{объем, при}$$



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 4

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!

номерные Г 6 процесс 6-2 начиная с 1 ч

$$\text{ан-мо } \Gamma_{\max} = \Gamma(V_m) = \frac{6p_0}{VR} \cdot 6V_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{VR} \cdot \frac{(6V_0)^2}{V_0} =$$

$$= 18 \cdot \frac{p_0 V_0}{VR} \quad \Gamma_1 = 16 \cdot \frac{p_0 V_0}{VR}$$

$$\Rightarrow \frac{\Gamma_{\max}}{\Gamma_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) Критичность

$$\eta = \frac{Q^+}{Q^+} ; \lambda = 2,25 p_0 V_0$$

$Q^+$  - получившее за счет Генри

6 процесс 2-3 Генри тоже отбирает

Чтобы уменьшить значение  $\eta$  в 3:

$$p_0 \cdot 3V_0 = VR \Gamma_3 \Rightarrow \Gamma_3 = \frac{p_0 V_0}{VR}$$

$$\Rightarrow \Delta U_{13} = \frac{3}{2} \frac{p_0}{VR} (V_1 - V_3) = \frac{3}{2} \frac{p_0}{VR} (16 - 3) \cdot \frac{p_0 V_0}{VR} = \frac{3}{2} \cdot 9 p_0 V_0 = \frac{27}{2} p_0 V_0$$

$$A_{13} = - \frac{p_0 + \frac{6p_0}{2}}{2} \cdot 3V_0 = - \frac{15}{2} p_0 V_0 \Rightarrow Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = - \frac{12}{2} p_0 V_0 = 6 p_0 V_0 > 0 \sim \text{из тока}$$

начала Генри держателем

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  
4 ИЗ 4

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!

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} VR \left( \frac{17,4 P_0 V_0}{JR} - \frac{16 P_0 V_0}{JR} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4} P_0 V_0 = 2,25 P_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{2,5 P_0 + 1 P_0}{2} \cdot 3V_0 = \frac{6,5 P_0}{2} \cdot 3V_0 = 9,75 P_0 V_0$$

$$\Rightarrow Q_{12} = 2,25 P_0 V_0 + 9,75 P_0 V_0 = 12 P_0 V_0 > 0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{A}{Q_{12} + Q_{13}} = \frac{2,25}{12 + 6} = \frac{2,25}{18} = \frac{9}{18} = \frac{1}{2}$$

$$= \frac{9}{18} = \frac{1}{2} = \frac{5}{8} = 0,625 = 62,5\%$$

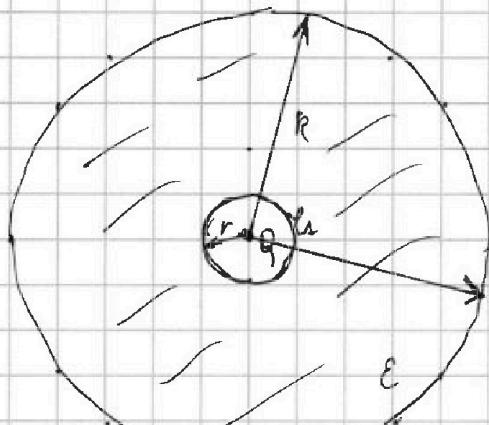
Ответ: 1)  $\beta_3 = 4$ ; 2)  $\frac{5}{8}$  3)  $62,5\%$



- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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) Чему равна сила

Также, создаваемое генератором зарядом  $Q$  на радиусе  $X$  от него:

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}; \text{ В диполе}$$

напряженность поля также уменьшается в  $\epsilon$  раз:

$$E_\epsilon(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}. \quad \text{Получаем на удалении}$$

$\frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{r^2}$

появится напряжение и где эмкость  $\varphi_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \int_{R}^{R+\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}} E_\epsilon(x) dx - \text{т.к. поле не однородно}$$

$$\Delta\varphi = \int_{R}^{R+\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} dx = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{R}^{R+\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}} \frac{dx}{x^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{x} \right]_{R}^{R+\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}}$$

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

$$-(\varphi_x - \varphi_A) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R+\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}} \right) \Rightarrow \varphi_x = \varphi_A + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R+\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}} \right)$$

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

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



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.

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

2) Из графика заметим, что  $r = \frac{R}{6}$

$$4\varphi_0 = \varphi_4 + \int_{\frac{R}{6}}^{\frac{R}{3}} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{dx}{x^2}$$

$$3\varphi_0 = \varphi_4 + \int_{\frac{R}{6}}^{\frac{2R}{3}} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{dx}{x^2}$$

$$\begin{cases} 4\varphi_0 = \varphi_4 + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{3}{R} \right) \\ 3\varphi_0 = \varphi_4 + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{3}{2R} \right) \end{cases}; \quad \begin{cases} 4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( R - \frac{3}{R} \right) \\ 3\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( R - \frac{3}{2R} \right) \end{cases}$$

получим  $y$ -лине:

$$\frac{4}{3} = \frac{6 + \epsilon \cdot (6-3)}{6 + \epsilon \cdot (6-\frac{3}{2})} \Rightarrow \frac{4}{3} (6 + \epsilon \cdot \frac{1}{2}) = 6 + \epsilon \cdot 3$$

$$8 + \epsilon \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} = 6 + \epsilon \cdot 3 \Rightarrow \cancel{\epsilon = 1,6}$$

$$\underline{\underline{\epsilon = 1,6}} \quad 2 = \frac{6}{\epsilon} - \frac{3}{\epsilon} \Rightarrow 2 = \frac{3}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = \frac{3}{2} = 1,5$$

Ответ:  $\epsilon = 1,5$



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 checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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) на 3-му разрезе:

$$E_{\text{наг}} = - \frac{s^P}{st}; |E_{\text{наг}}| = \frac{d(BS_i)}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S_i = \cancel{B_2} = nS$$

возникает в том случае, к.к. во втором не проследует ни суммирование  $B_i$ , а ее сумм. So

2) при этом

$$E_{\text{наг}} = I_i \left( \frac{dI}{dt} \right); L_2 = L + 4L = 5L \text{ - последовательность}$$

следующее

$$\Rightarrow nS = 5L \left( \frac{dI}{dt} \right)_0 \Rightarrow \left( \frac{dI}{dt} \right)_0 = I' = \frac{nS}{5L}$$

2)

~~На 3-ем разрезе имеется~~

$$|E_{\text{наг}}| = 5L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$(E_{\text{наг}}) = \frac{d(BS)}{dt} \Rightarrow 5L dI = d(BS)$$

$$\Rightarrow 5L (I - I_0) = (B_0 - \frac{B_0}{2}) nS + (2B_0 - \frac{2B_0}{3}) 2nS$$

$$5L I = \frac{B_0}{2} nS + \frac{4}{3} B_0 \cdot 2nS \quad \frac{1}{2} + \frac{8}{3} =$$

$$I = nS \cdot 5L \left( \frac{1}{2} + \frac{8}{3} \right) = J = \frac{19}{30} \frac{B_0 nS}{L} = \frac{3}{6} + \frac{16}{6} = \frac{19}{6}$$

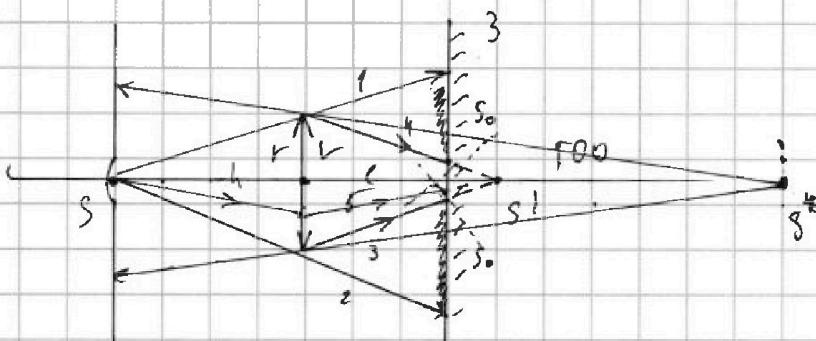
$$\text{Однако: 1) } I' = \frac{nS}{5L}; 2) I = \frac{19}{30} \frac{B_0 nS}{L}$$

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"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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) Решение тонкой линзы:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{l} = \frac{1}{f} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{h}$$

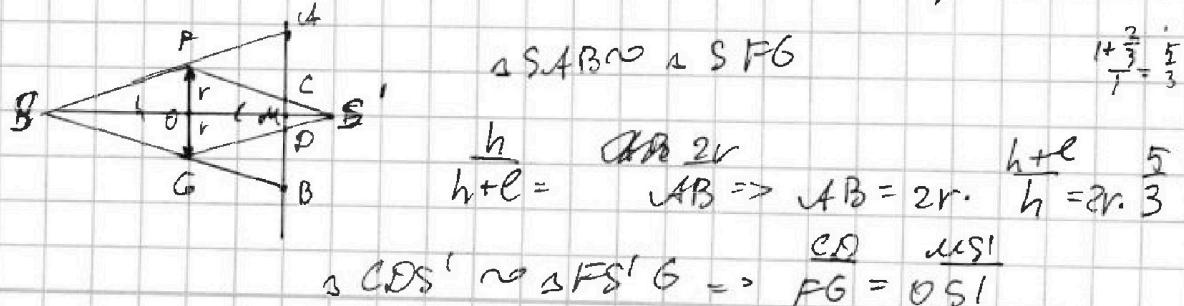
$\rightarrow l = h$ ; заметим, что  $l = h > r$ , т.к.

$l = \frac{2}{3}h$ , что сумма источника S (источником его  $S'$ ) струек за зеркалом Z. Построим пог пучок через линзу. Пучки 1 и 2 расходятся не пучком фокуса через линзу. Пучки 3 и 4 определяют пучок фокуса генерации обнаруж.

Луч 5 - частичный сифон пог пучка

Внедрение симметрии (S на ГФО распавлено)

$S = 2S_0$ . Сделано бинарное пересечение



аналог:

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 3

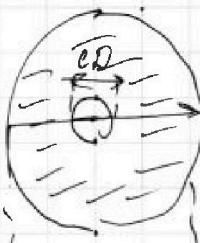
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{CD}{2r} = \frac{h-l}{h} \Rightarrow \text{Бd} CD = 2r \cdot \frac{h-l}{h} = 2r \cdot \frac{1}{3}$$

$$AC = BD = \frac{AB - CD}{2} = \frac{2r \cdot \frac{5}{3} - 2r \cdot \frac{1}{3}}{2} = r \left( \frac{4}{3} \right) = \frac{4}{3}r$$

$$\Rightarrow AC = 4 \text{ см}$$

$$\rightarrow S = \frac{\pi \cdot AB^2}{4} - \frac{\pi \cdot CD^2}{4} = \frac{\pi}{4} \left( \left( 2r \cdot \frac{5}{3} \right)^2 - \left( 2r \cdot \frac{1}{3} \right)^2 \right)$$



$$S = \frac{\pi}{4} \cdot 4r^2 \left( \left( \frac{5}{3} \right)^2 - \left( \frac{1}{3} \right)^2 \right) = \frac{\pi}{4} \cdot 4r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \pi r^2 \cdot \frac{24}{9} = \frac{8\pi r^2}{3}$$

$$= \pi \cdot 9 \cdot \frac{24}{9} = 24\pi$$

2) Т.к. выше все же попадают на зеркало  
отражение из-за с б ~~зеркала~~ зеркале  $S'$  (они рисунок 1). Тогда  $S'$  построит из-за него  
в том же направлении что и  $S$ , симметрическое  
отражение от зеркала  $S''$

То формируя некоторый метод:

$$\frac{f}{a_1} + \frac{1}{a_1} = \frac{f}{F} \Rightarrow \frac{f}{a_1} = \frac{f}{F} - \frac{1}{a_1}, \text{ т.к. } a_1 = h + 2l = \frac{2}{3}h, \text{ то}$$

следует из условия настройки из-за него  
в зеркале



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

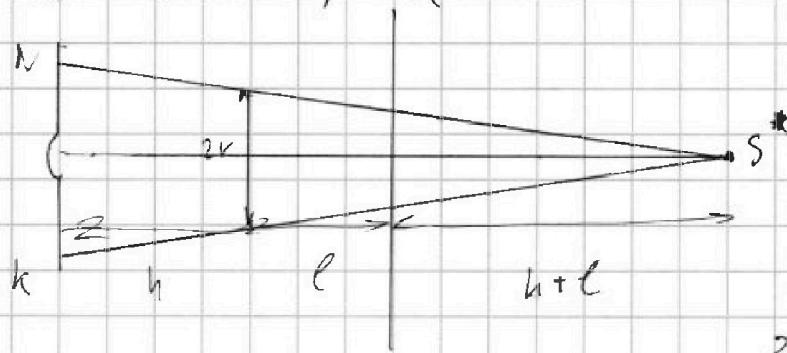
СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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!

$$\Rightarrow G_1 = \frac{2}{h} - \frac{3}{2h} = \frac{1}{h} \left(2 - \frac{3}{2}\right) = \frac{1}{h} = \frac{5}{2}$$

$$\Rightarrow G_1 = \frac{4}{h} > h, \text{ синько можно будет!}$$

Максимальный угол:



By analogy:

$$\frac{2r}{NK} = \frac{h+2l}{2h+2l}$$

$$\frac{2(h+l)}{h+2l}$$

$$NK = 2r \cdot \frac{\frac{2}{h+2l}}{1 + \frac{4}{3}} = 2r \cdot \frac{\frac{2 \cdot \frac{5}{3}}{4}}{1 + \frac{4}{3}} = \frac{10}{4} \cdot 2r = \frac{20}{3} r = \frac{60}{3} \text{ ар}$$

$$\Rightarrow S_1 = \pi \cdot \left(\frac{60}{3}\right)^2 = \frac{\pi \cdot 3600}{4 \cdot 89} = \frac{900}{89} \text{ дм}^2$$

$\frac{3600}{89} \text{ дм}^2$



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!

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

$$F_2 = 4mg \cdot \sqrt{\frac{5}{13}} - 4m \cdot \frac{5}{29}g = 4mg \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{29} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{26^2 (24 - 13)}{13 \cdot 29} = \underline{\underline{\frac{55}{78}mg}} \quad \begin{matrix} \times \frac{13}{12} \\ \hline \frac{13}{26} \\ \hline \frac{156}{156} \end{matrix}$$

$$F_{P13} = \left\{ F_{P11} \cos \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 - F_{P12} \cos \alpha_2 - P_1 \sin \alpha_1 \right\}$$

$$F_{P13} = mg \left( \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{25}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{6} \right) =$$

$$= \left( \frac{56}{13 \cdot 25} + \frac{48 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{110}{13 \cdot 13} - \frac{12}{26} \right) - \quad P_1 = mg \cos \alpha_1 = \\ = \frac{4}{78}mg$$

$$= \frac{56 \cdot 13 + 48 \cdot 5}{13^2 \cdot 25} - \frac{12 \cdot 13 \cdot 13}{13^2 \cdot 25} \quad P_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{48}{13}$$

$$\therefore \frac{56 + 250 - 12 \cdot 13}{13 \cdot 25} = \frac{250 - 106}{13 \cdot 25} = \quad \begin{matrix} 240 \\ \times \frac{13}{13} \\ \hline \frac{156}{13 \cdot 25} \end{matrix}$$

$$\frac{6}{13}mg$$

$$\frac{36}{136} \quad \begin{matrix} \times \frac{3}{6} \\ \hline \frac{12}{150} \end{matrix}$$

$$\frac{6}{13}$$



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 type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{dB_S}{dt} \Rightarrow L dI = dB(S)$$

$$dI = \frac{dB_S}{L}$$

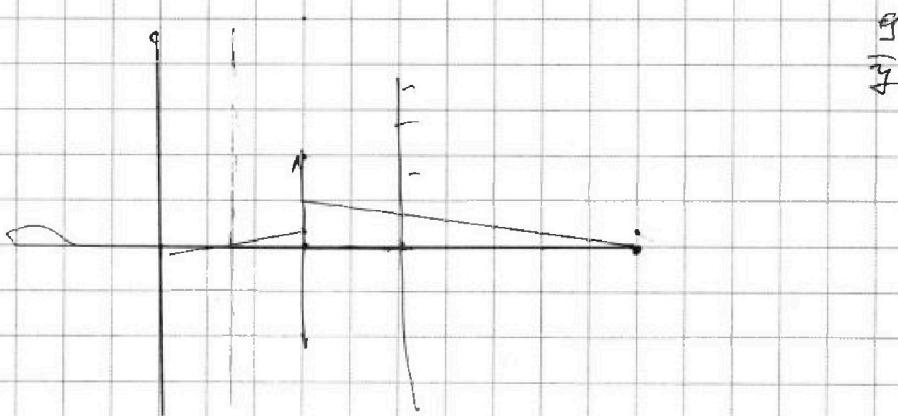
$$\Delta I = \frac{\frac{B_0 + S}{2} - \frac{B_0}{2}}{L} = \frac{\frac{4}{3} B_0 S}{L}$$

$$5L \frac{dI}{dt} = \frac{dB_S}{dt}$$

$$5L \Delta I = d(B_S) \approx dB_S + dS_B$$

$$\frac{1}{2\ell+h} + \frac{1}{\ell} - \cancel{\frac{2}{h}}$$

$$\frac{1}{\ell} = \frac{2}{h} - \frac{1}{(\frac{4}{3} + 1)h}; \frac{1}{\ell} = h \left(2 - \frac{3}{4}\right)$$



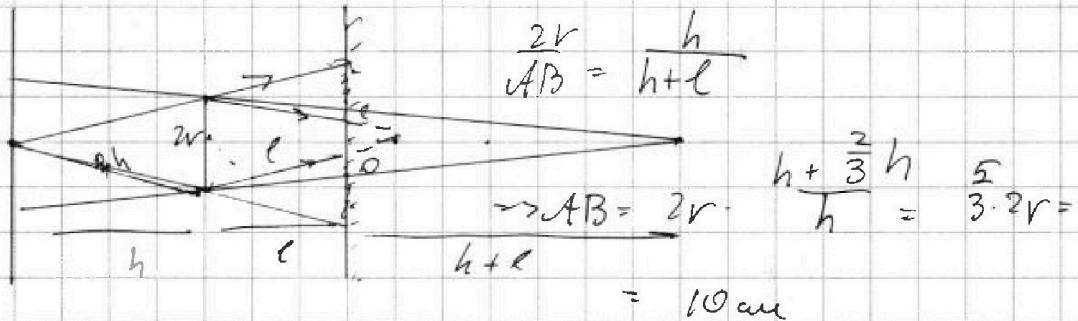


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\frac{CD}{2r} = \frac{h-l}{h} \Rightarrow CD = 2r \cdot \frac{l}{h} = 2r \cdot \frac{1}{3} = 2 \text{ см}$$

$$\Rightarrow S = \frac{\pi \cdot 100}{4} - \frac{\pi \cdot 4}{4} = 25\pi - \pi = 24\pi \quad \checkmark$$

$$\frac{h+2l}{2h+2l} = \frac{2r}{d} \Rightarrow d = 2r \cdot \frac{2(h+l)}{2(h+2l)}$$

$$d = 6 \cdot \frac{2(1 + \frac{2}{3})}{1 + \frac{4}{3}} = \frac{2(\frac{5}{3})}{\frac{4}{3}} = \frac{10}{4} = \frac{16}{7} \cdot 6$$

$$\frac{16}{7} \cdot \frac{60}{7} = \Rightarrow S = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{3600}{49} = \frac{900\pi}{49}$$

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!

$$3) \quad y = Q^{\frac{1}{4}}$$

$$Q_{12} \quad A_{12} = \frac{2,5 p_0 + 4 p_0}{2} \cdot 3 V_0 = \frac{6,5}{2} \cdot 3 p_0 V_0 - 19,5 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (2,5 \cdot 4 - 16) = \frac{6,5}{2} \cdot 3 = 19,5$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (19,5 - 16) = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4}$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{9}{4} + 9,75 = 2,25 + 9,75 = 12 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (16 - 3) = \frac{27}{2} p_0 V_0$$

$$A = - \frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{13} = \frac{12}{2} p_0 V_0 = 6$$

$$\Rightarrow Q^+ = 18 p_0 V_0$$

$$A = \frac{9}{4} \Rightarrow \frac{9}{18} = \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8} = Q / 2$$

$$9 \cdot 3 = 12$$

$$12 - 9,5 =$$

$$= 2,5 = \frac{25}{10} =$$

$$= \frac{15}{2}$$



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 type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$A =$$

$$\frac{3 \rho_0 \cdot 3 V_0}{2} = 9,5 \rho_0 V_0$$

$$\frac{9,5}{2} \cdot \frac{2}{2,25}$$

$$3V_0 \cdot \frac{1,5\rho_0}{2} = \frac{9,5\rho_0 V_0}{2} \Rightarrow A = \frac{\cancel{9,5}}{2} \rho_0 V_0 + \cancel{2,25}$$

$$2 \Delta U = \frac{3}{2} V_0 \rho_0 \Delta T$$

$$4V_0 \rho_0 = V_0 \sqrt{3} \Rightarrow \sqrt{3} = 4 \sqrt{6}$$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 19,5 \rho_0 V_0$$

$$4V_0 \cdot 2,5 \rho_0 = V_0 \sqrt{2} = 19,5 \rho_0$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{105}{10} = \frac{3}{2} \cdot \frac{21}{2} = \frac{63}{4}$$

$$\begin{aligned} 4 \cdot 2,5 &= \\ &= 6 \cdot 2,5 + 15 \\ &= 30 + 180 + 75 \\ &= 2145 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{9}{4}}{\frac{63}{4}} = \frac{63}{9} = 7$$

✓

$$2) P = \frac{VR}{\sqrt{T}}$$

$$P = 6\rho_0 - \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{V_0} V \Rightarrow \frac{VR}{\sqrt{T}} = 6\rho_0 - \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{V_0} V \cdot \sqrt{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{6\rho_0 V}{VR} - \frac{1}{2} \frac{\rho_0}{V_0} V^2$$

$$\frac{6\rho_0 V}{VR} - \frac{\rho_0}{V_0} V = 0 \Rightarrow \frac{\rho_0 V}{V_0} = \frac{6\rho_0}{VR} \Rightarrow V = 6V_0$$

$$\Rightarrow T = \frac{36\rho_0 V_0}{VR} - \frac{36}{2} \frac{\rho_0 V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{V} = \frac{36}{2} = 18$$



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

1

1

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!