

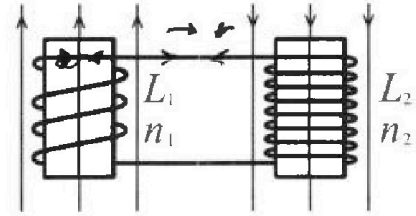
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

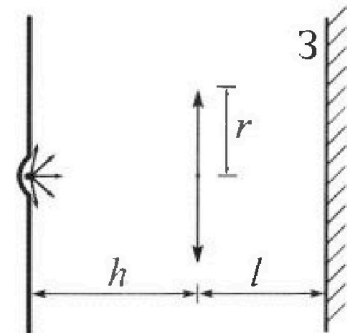


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью  $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $3B_0$  до  $9B_0/4$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



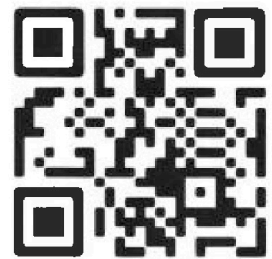
- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



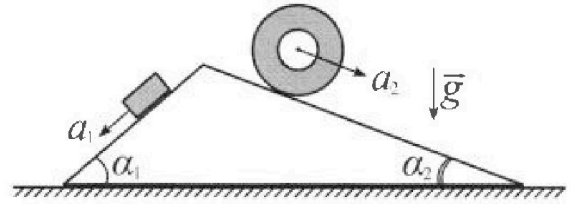
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

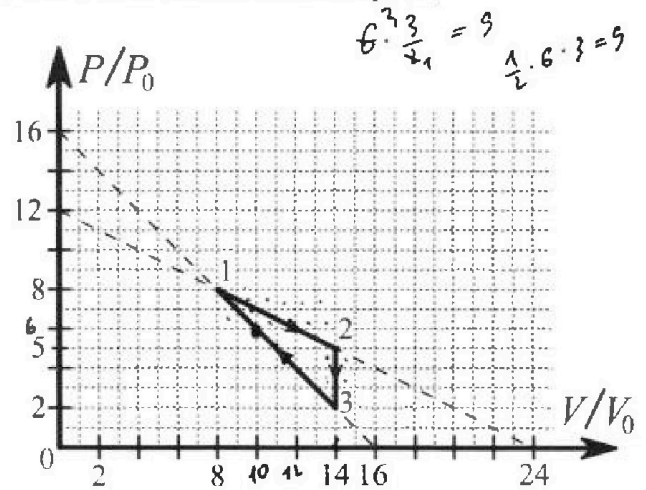
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

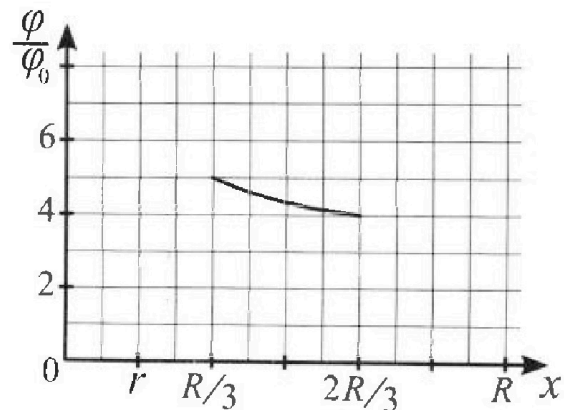
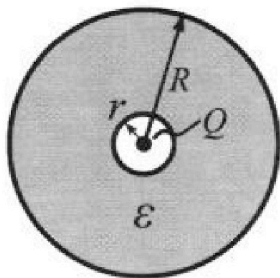


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  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  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



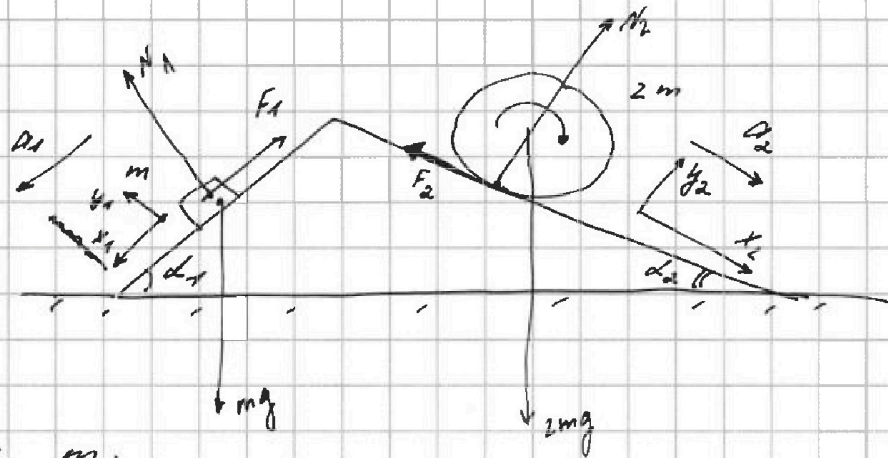


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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) по 2 3H: m:

$$y_1: mg \cos \alpha_1 = N_1 \rightarrow N_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = mg \cdot \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \cdot \frac{39 - 30}{13 \cdot 5} = \boxed{\frac{9}{65} mg}$$

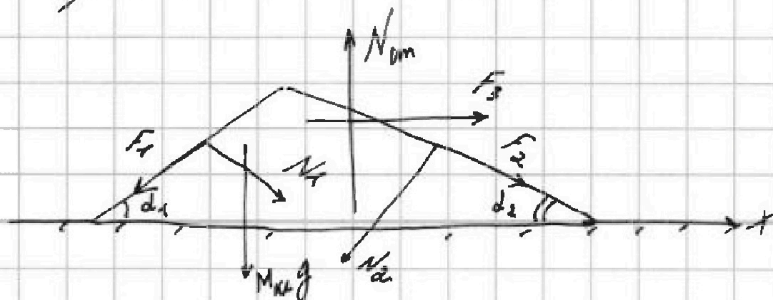
2) по 2 3H: 2m:

$$y_2: N_2 = 2mg \cos \alpha_2 \rightarrow N_2 = \frac{24}{13} mg$$

$$x_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2m a_2$$

$$F_2 = 2mg \cdot \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \cdot \frac{20 - 13}{13 \cdot 4} = \boxed{\frac{7}{26} mg}$$

3) рассмотрим равновесие кинки



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!

no 2 3H.

$$F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 = N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + F_3$$

$$F_3 = \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{26} mg$$

$$\cdot \frac{12}{13} = mg \cdot \left( \frac{36}{13 \cdot 5} + \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{7 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \cdot \left( \frac{12}{5} \cdot \left( \frac{3}{13} - \frac{1}{5} \right) + \frac{12}{13 \cdot 13} \cdot \left( 5 \cdot 2 - \frac{7}{2} \right) \right) =$$

$$= mg \cdot \left( \frac{12}{5} \cdot \frac{2}{13 \cdot 5} + \frac{12 \cdot 6}{13 \cdot 13} \cdot \frac{3}{2} \right) =$$

$$= mg \cdot \left( \frac{24}{5 \cdot 13 \cdot 5} + \frac{6}{13} \right) = mg \cdot \left( \frac{24 + 6 \cdot 25}{13 \cdot 5 \cdot 5} \right) =$$

$$= \boxed{\frac{174}{325} mg}$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{9}{65} mg$

2)  $F_2 = \frac{7}{26} mg$

3)  $F_3 = \frac{174}{325} mg$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

$$\begin{aligned}
 1) \quad \Delta U_{12} &= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \\
 &= \frac{3}{2} \cdot (5 \cdot 14 p_0 V_0 - p_0 \cdot 8 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (70 - 8) = \\
 &= \frac{3}{2} \cdot 62 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0
 \end{aligned}$$

работу газа за цикл найдем как площадь треугольника:

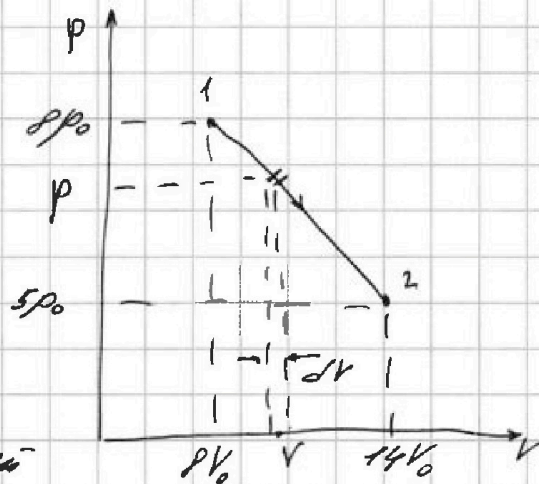
$$A = S_{\Delta 123} = \frac{1}{2} \cdot 3 p_0 \cdot 6 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = \boxed{1}$$

2) рассмотрим процесс 1-2

Уравнение прямой 1-2:

$$p = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V + 12 p_0$$



рассмотрим малый процесс на участке 1-2 при изменении  $p$  и объеме  $V$ :

$$\begin{aligned}
 dU &= \frac{3}{2} \nu R dT = \frac{3}{2} (p dV + V dp) = \\
 &= \frac{3}{2} \left( \left( -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V + 12 p_0 \right) \cdot dV + V \cdot \frac{-p_0}{2V_0} \cdot dV \right) =
 \end{aligned}$$



1  2  3  4  5  6  7

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!

$$= \frac{3}{2} dV \cdot \left( \frac{24p_0V_0 - p_0V}{2V_0} - \frac{p_0V}{2V_0} \right) =$$

$$= \frac{3dV}{4V_0} \cdot (24p_0V_0 - 2p_0V) = \frac{3p_0dV}{2V_0} \cdot (12V_0 - V)$$

Итак, можно считать вывод, что во  
объем  $12V_0$  температура в процессе  
1-2 росла, а дальше начала  
по уравнению Клапейрона-Менделеева:

$$2p_0 \cdot 14V_0 = \nu R T_3 \quad \leftarrow \text{нов. температура в 1-2}$$

$$6p_0 \cdot 12V_0 = \nu R T_{\max 12}$$

$$\frac{T_{\max 12}}{T_3} = \frac{6 \cdot 12 \cdot 6^3}{2 \cdot 14 \cdot 7} = \boxed{\frac{18}{7}}$$

3) где можно воспользоваться на участке 1-2:

$$\delta Q = \delta A + dU$$

$$dU = \frac{3}{2} (p dV + V dp)$$

$$\delta A = p \cdot dV$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{5}{2} \cdot \left( \frac{-p_0V}{2V_0} + 12p_0 \right) dV + \frac{3}{2} \cdot V \cdot \frac{-p_0}{2V_0} dV = dV \cdot \left( \frac{5}{2} \cdot \frac{24p_0V_0 - p_0V}{2V_0} - \frac{3p_0V}{4V_0} \right) =$$

$$= \frac{dV}{4V_0} (5 \cdot 24p_0V_0 - 5p_0V - 3p_0V) = \frac{dV}{4V_0} \cdot p_0 \cdot (5 \cdot 24V_0 - 8V) = \frac{2p_0dV}{V_0} \cdot (15V_0 - V)$$



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!

Можно считать, что  $q_0 = 15V_0 R > 0$ ,  
след. тепло в процессе 1-2 всегда погло-  
щается

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

~~$$A_{12} = A \cdot V \cdot (p_0 + 5p_0) / 2$$~~

$$A_{12} = \frac{1}{2} \cdot (p_0 + 5p_0) \cdot 2V_0 = 3p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = 9p_0 V_0$$

$$Q_{12} = (3 + 9)p_0 V_0 = 12p_0 V_0$$

В процессе 2-3 тепло отводится

рассмотрим процесс 3-1

для малых процессов

$$dQ = dA + dU$$

$$dU = \frac{3}{2} (pdV + Vdp)$$

$$dA = pdV$$

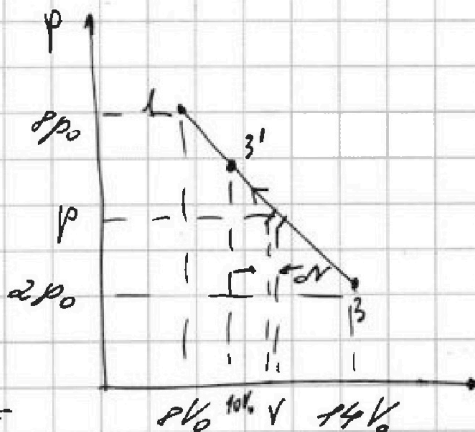
$$dQ = \frac{5}{2} pdV + \frac{3}{2} Vdp =$$

$$= \frac{5}{2} \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 16p_0 \right) \cdot dV +$$

$$+ \frac{3}{2} \cdot V \cdot \left( -\frac{p_0}{V_0} \cdot dV \right) =$$

$$= dV \cdot \left( \frac{5}{2} \cdot \frac{(16p_0 V_0 - p_0 V)}{V_0} - \frac{3}{2} \frac{p_0 V}{V_0} \right) = \frac{dV}{2V_0} \cdot$$

$$\cdot (5 \cdot 16p_0 V_0 - 5p_0 V - 3p_0 V) = \frac{dV}{2V_0} \cdot (80p_0 V_0 - 8p_0 V)$$



уравнение прямой 3-1:

$$p = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 16p_0$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$= \frac{4 p_0 V_0}{V_0} \cdot (10V_0 - V_0)$$

Можно сделать вывод, что  $Q_{21} = Q_{12}$ , а  $Q_{31} = Q_{32}$

объёмные массы с  $10V_0 - 3'$

$$Q_{21} = A_{21} + 10 U_{21}$$

$$A_{21} = -\frac{I}{\alpha} (p p_0 + 6 p_0) \cdot 2 V_0 = -14 p_0 V_0$$

$$10 U_{21} = \frac{3}{\alpha} (2 p_0 \cdot 2 V_0 - 6 \cdot 10 p_0 V_0) =$$

$$= \frac{3}{\alpha} \cdot 4 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = A_{31} + 10 U_{31}$$

$$A_{31} = -\frac{I}{\alpha} (6 p_0 + 2 p_0) \cdot 2 V_0 = -16 p_0 V_0$$

$$10 U_{31} = \frac{3}{\alpha} (60 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0) = \frac{3}{\alpha} \cdot 58 p_0 V_0 =$$

$$= 3 \cdot 16 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = 32 p_0 V_0$$

$$U_{\max}, \eta = \frac{A}{Q_{21}} = \frac{A}{Q_{31} + Q_{12}} = \frac{9 p_0 V_0}{32 p_0 V_0 + 40 p_0 V_0} =$$

$$= \boxed{\frac{9}{70}}$$

Ответ:

- 1)  $\frac{10 U_{12}}{A_{12}} = 1$
- 2)  $\frac{T_{\max 12}}{T_1} = \frac{1P}{7}$
- 3)  $\eta = \frac{9}{70}$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

1)  $\varphi_r = \frac{kQ}{r}$  - потенциал  
на поверхности оболочки

$E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$  - напряженность  
внутри диэлектрика

$$\varphi_r - \varphi_x = \int_r^x E \cdot dx =$$

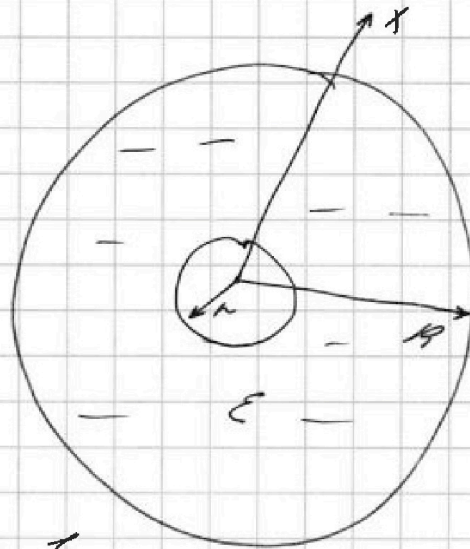
$$= \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} \cdot dx = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\varphi_x = \varphi_r - \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

при  $x = \frac{5R}{6}$

$$\varphi_{\frac{5R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{6kQ}{5\epsilon R}$$



$$2) \varphi_{\frac{2R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} = \frac{6kQ}{R} - \frac{6kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{2\epsilon R}$$

$$\varphi_R = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{6kQ}{R} - \frac{6kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$\frac{\varphi_{\frac{2R}{3}}}{\varphi_R} = \frac{4}{5} = \frac{6 - \frac{6}{\epsilon} + \frac{3}{2\epsilon}}{6 - \frac{6}{\epsilon} + \frac{3}{\epsilon}} = \frac{6 - \frac{9}{2\epsilon}}{6 - \frac{3}{\epsilon}}$$

$$30 - \frac{45}{2\epsilon} = 24 - \frac{12}{\epsilon}$$

$$6 = \frac{21}{2\epsilon} \rightarrow \epsilon = \frac{21}{12} = \frac{7}{6}$$

Ответ: 1)  $\varphi_{\frac{5R}{6}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{6kQ}{5\epsilon R}$ ; 2)  $\epsilon = \frac{7}{6}$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

$$\frac{4 \frac{19}{3}}{3} = \frac{4R}{19} + \frac{4R}{E} \left( \frac{3}{219} - \frac{1}{19} \right) =$$

$$= \frac{4R}{19} \cdot \left( 1 + \frac{1}{2E} \right)$$

$$\frac{4 \frac{19}{3}}{4 \frac{19}{3}} = \frac{1 + \frac{2}{E}}{1 + \frac{1}{2E}} = \frac{5}{4}$$

~~$$4 + \frac{8}{E} = 5 + \frac{5}{2E}$$~~

~~$$4 + \frac{8}{E} = 5 + \frac{5}{2E}$$~~

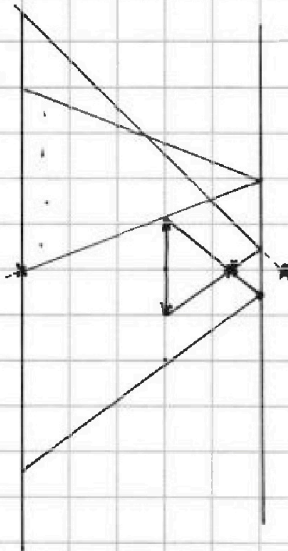
~~$$\begin{matrix} 4 = \frac{3}{E} \\ E = \frac{4}{3} \\ E = 1,33 \end{matrix}$$~~

~~$$1 = \frac{8}{E} - \frac{5}{2E} = \frac{11}{2E}$$~~
~~$$E = 5,5$$~~

Answer:

1)  $\frac{4R}{19} \left( 1 + \frac{1}{5E} \right)$

2)  $E = 5,5$





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.

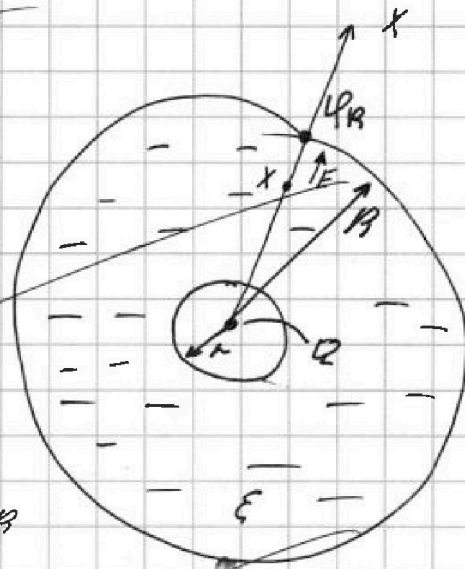
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

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

1)  $\varphi_R = \frac{kQ}{R}$  - потенциал  
на внешней поверхности  
шара

$E = \frac{kQ}{x^2 \epsilon}$  - напряженность  
внутри диэлектрика на  
расстоянии  $x$



$$\varphi_x - \varphi_R = \int_x^R E \cdot dx = \int_x^R \frac{kQ}{x^2 \epsilon} dx =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\varphi_x = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$$

если  $x = \frac{5}{6}R$ , то

$$\varphi_{\frac{5R}{6}} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R}$$

Итак  $\varphi_{\frac{5R}{6}} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$

2) если  $x = \frac{R}{3}$

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right)$$

32  
+25  
150  
200

32  
+25  
150  
200



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

1) В катушке с индуктивностью  $L_1$  возникает ЭДС индукции:

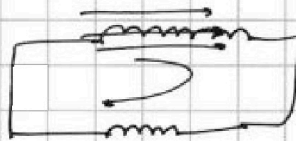
$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi}' = \mathcal{L} n S$$

$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ L_2 &= 16L \\ n_1 &= n \\ n_2 &= 4n \end{aligned}$$

по 2 правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_i = L_1 \cdot I' + L_2 \cdot I'$$

$$I' = \frac{\mathcal{L} n S}{L_1 + L_2} = \boxed{\frac{\mathcal{L} n S}{17L}}$$



2) рассмотрим наши магнитные поля:

в обеих катушках возникает ЭДС индукции.

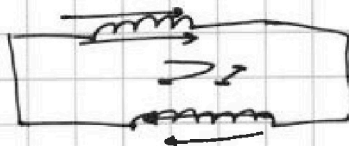
$$\mathcal{E}_{i1} = \frac{-\Delta B_1}{\Delta t} \cdot n S$$

$$\mathcal{E}_{i2} = \frac{-\Delta B_2}{\Delta t} \cdot 4n S$$

по правилу правой руки можно определить, что направления  $\mathcal{E}_{i1}$  и  $\mathcal{E}_{i2}$  противоположны.

по 2 правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2} = L_1 \cdot I' + L_2 \cdot I'$$





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 2

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

$$- \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \cdot nS - \left( - \frac{\Delta B_2}{\Delta t} \cdot 4nS \right) = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} + 16L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$- \frac{2}{3} B_0 nS - \left( - \frac{3}{4} B_0 \cdot 4nS \right) = 17L \cdot \Delta I$$

умножим на 12 для удобства

$$- nS \int_{B_0}^{2/3 B_0} B_1 - \left( - 4nS \cdot \int_{B_0}^{3/4 B_0} B_2 \right) = 17L \cdot \int \Delta I$$

$$\frac{2}{3} B_0 nS - \frac{3}{4} B_0 \cdot 4nS = 17L \cdot I$$

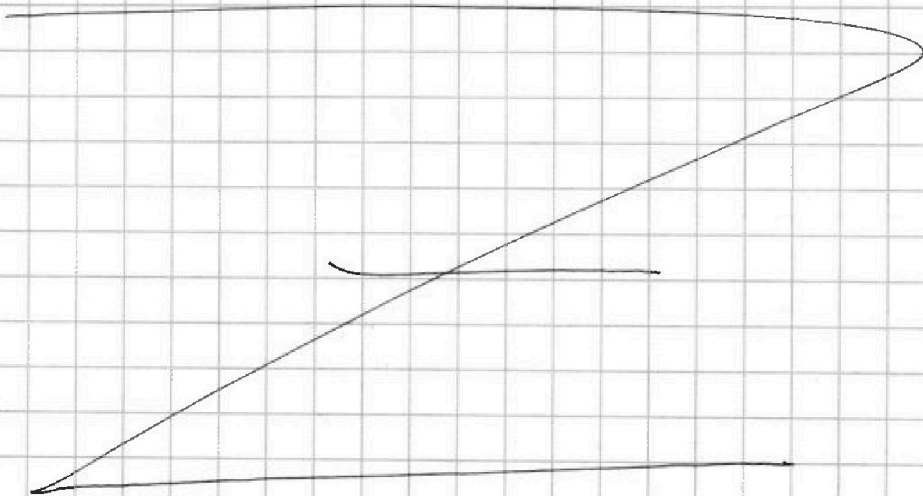
$$B_0 nS \cdot \left( \frac{2}{3} - 3 \right) = 17L \cdot I$$

$$\frac{7}{3} B_0 nS = 17L \cdot I$$

$$|I| = \frac{7 B_0 nS}{51 L}$$

Ответ: 1)  $\frac{2nS}{17L}$

2)  $\frac{7B_0 nS}{51L}$





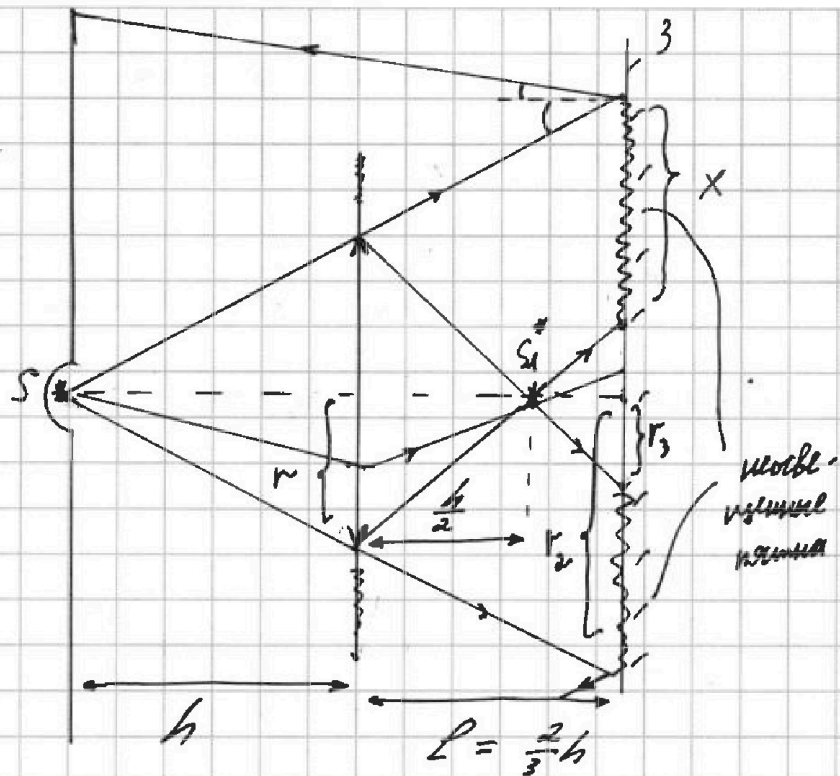
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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

$$F = \frac{1}{3}b$$



1)  $S_1^*$  - действительное изображение лампы S в линзе

$$\frac{1}{S_1} + \frac{1}{h} = \frac{1}{F}$$

$$S_1 = \frac{F \cdot h}{h - F} = \frac{\frac{1}{3}h}{h - \frac{1}{3}h} = \frac{\frac{1}{3}h}{\frac{2}{3}h} = \frac{1}{2}h$$

2) Из подобия  $\frac{r}{r_2} = \frac{h}{h + \frac{2}{3}h} = \frac{1}{\frac{5}{3}} = \frac{3}{5}$

$$r_2 = \frac{5r}{3}$$

Из подобия  $\frac{r}{r_3} = \frac{\frac{1}{2}h}{\frac{2}{3}h - \frac{1}{2}h} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3} - \frac{1}{2}} = \frac{r}{\frac{4}{3}r} =$

$$= 3 \rightarrow r_3 = \frac{1}{3}r$$

$$x = r_2 - r_3 = \frac{5r}{3} - \frac{r}{3} = \frac{4r}{3}$$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 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!

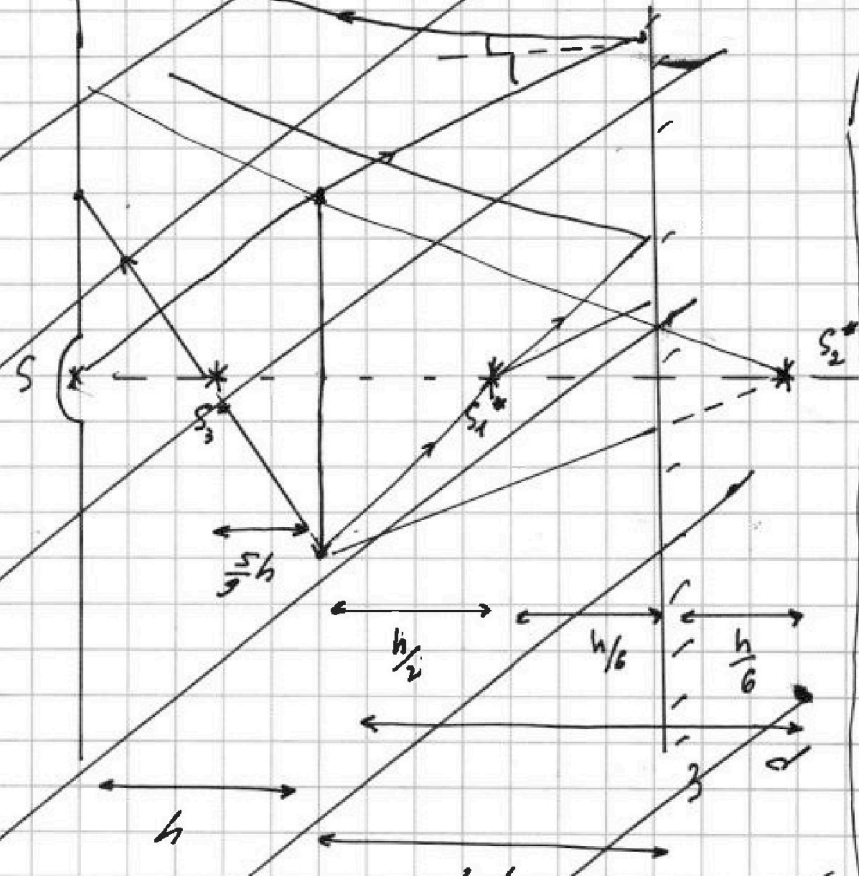
3) *поверхность несферической части зерна:*

$$S_1 = 2 \cdot \pi r^2 = 2\pi \cdot \frac{16r^2}{9} = \boxed{\frac{32\pi r^2}{9}}$$

$$\boxed{\frac{32\pi r^2}{9}}$$

4)  $S_2$  - *линии изобравности  $S_1^*$  в 3-х действительных предельных  $S_2^*$  линях*

$$2r_2 = 2 \cdot \frac{5h}{3} = \frac{10h}{3}$$



$S_3^*$  - *изобравность  $S_2^*$  линях*

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

$$f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{\frac{1}{3}h \cdot \frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h - \frac{1}{3}h} = \frac{\frac{1}{3}h \cdot \frac{5}{6}}{\frac{1}{2}} = \frac{5}{9}h$$



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

1

2

3

4

5

6

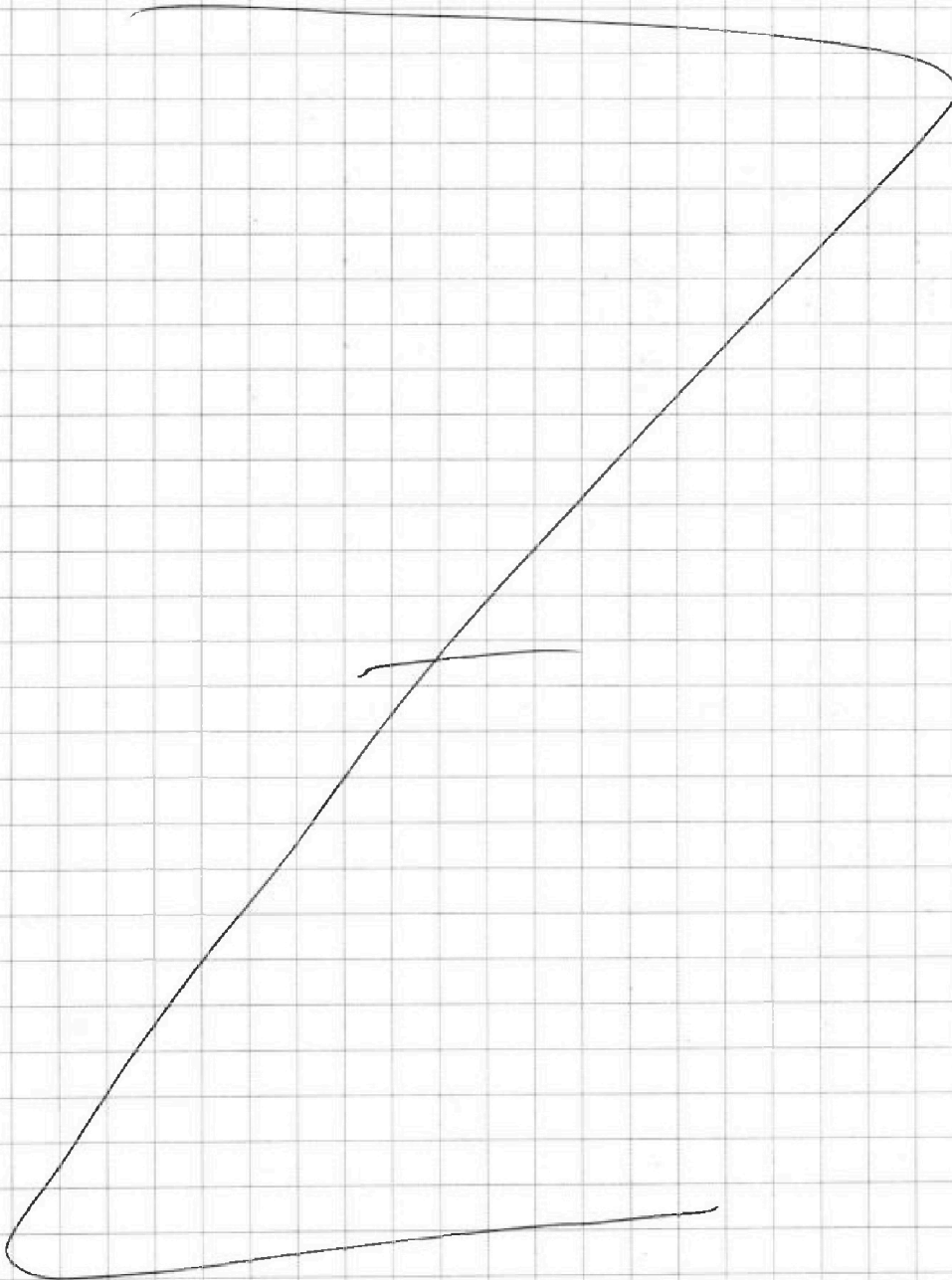
7

СТРАНИЦА

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!

Problem: 1)  $\frac{32\pi^2}{9} = \frac{800\pi}{9} \text{ cm}^2$







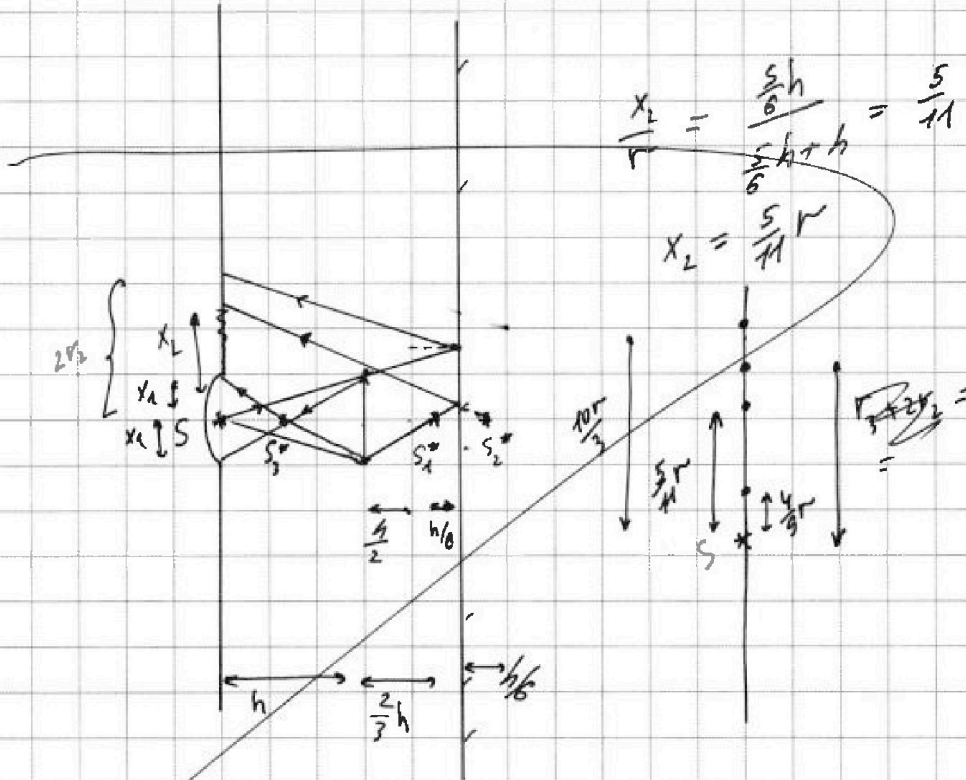
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

5/



$$\frac{x_2}{r} = \frac{\frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h + h} = \frac{5}{11}$$

$$x_2 = \frac{5}{11}r$$

$S_2^*$  - изображение  $S_1^*$  в линзе 2 предметом  
линзы

$S_3^*$  - изображение  $S_2^*$  в линзе

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

$$s = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{\frac{1}{3}h \cdot \frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h - \frac{1}{3}h} = \frac{5}{9}h$$

- расстояние от  $S_3^*$  до линзы

из подобия  $\frac{x_1}{r} = \frac{h - \frac{5}{9}h}{h} = \frac{4}{9}$

$(x_1 = \frac{4}{9}r)$

$$d_2 = \frac{10r}{3}$$

$$\frac{10r}{3} - \frac{4r}{9} = \frac{(30 - 4)r}{9} = \frac{26r}{9}$$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!

Э/М

Черновик

$\varphi = 0$

$$x = \frac{5R}{6}$$

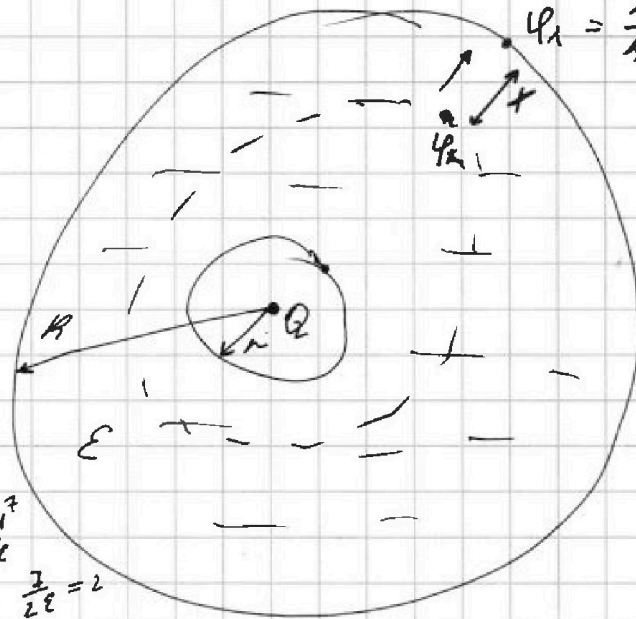
~~1/2~~  
~~2/3~~

$$\frac{3}{2} - 6 = \frac{3 - 12}{2} = -\frac{9}{2}$$

$$24 - \frac{12}{\epsilon} = 30 - \frac{45}{2\epsilon}$$

$$k = \frac{45}{2\epsilon} - \frac{12}{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon} \left( \frac{45}{2} - 24 \right) = \frac{3}{2\epsilon}$$

$$E_1 = \frac{kR}{d^2} \quad \cdot \frac{3}{2\epsilon} = 2 \quad \cdot \epsilon = 3$$



$$\int \varphi = \frac{kQ}{d^2} \cdot d = kQ \int \frac{1}{d^2} \cdot d =$$

$$\int d^{-2} \cdot d = kQ \cdot \left( -\frac{1}{d} - \frac{1}{R} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} = \varphi_1$$

$$\varphi_x - \varphi_1 = \frac{kQ}{\epsilon R^2} \cdot (R - x) = \frac{kQ (R - x)}{\epsilon \cdot R^2}$$

$$\varphi_x = \frac{kQ R}{\epsilon R^2} + \frac{kQ (R - x)}{\epsilon \cdot R^2} = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ \cdot \frac{1}{6}}{\epsilon R} =$$

$$\frac{kQ \cdot R \cdot \epsilon + kQ R - kQ x}{\epsilon R^2} = \frac{7kQ}{6R}$$



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!

$$\delta Q = \delta A + dU$$

$$\delta A = p \cdot dV \quad p = \frac{2\sigma}{r}$$

$$dU = \frac{3}{2} ( (p+dp)(V+dV) - pV ) = \frac{3}{2} ( p dV + V dp )$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$dp = - \frac{p_0}{2V} \cdot dV$$

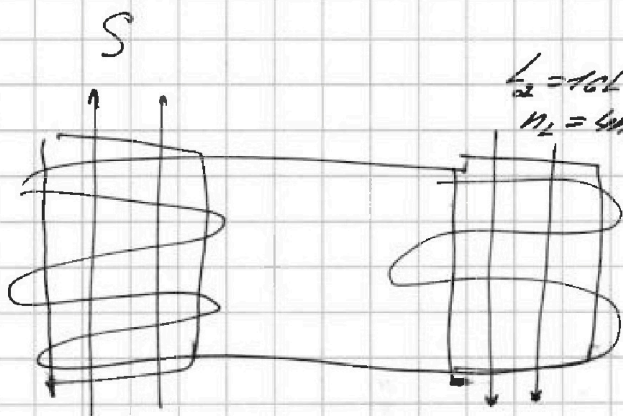
$$\delta Q =$$

$$7 \cdot 10 = 70$$

$$6 \cdot 12 = 72$$

ед

$L_1 = L$   
 $n_1 = n$



$$\mathcal{E}_i = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \dot{\Phi} = - \dot{(BS)} = - \dot{L S \cdot n}$$

$$\mathcal{E}_i = I' \cdot L + I' \cdot 10L = 11L \cdot I' = 11 \cdot L \cdot \frac{dS \cdot n}{dt}$$

$$I' = \frac{dS \cdot n}{11L}$$

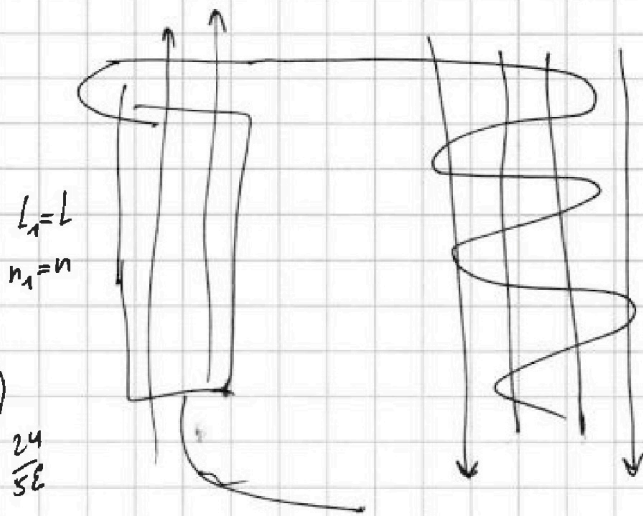
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$L_1 = L$$

$$n_1 = n$$

$$L_2 = 16L$$

$$n_2 = 4n$$

$$\frac{kR}{R} \cdot \left(6 - \frac{24}{5E}\right)$$

$$1 + \frac{1}{5E} = 6 - \frac{24}{5E}$$

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

$$E = 1$$

$$\mathcal{E}_{i1} = \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \cdot n \cdot S$$

$$\mathcal{E}_{i2} = \frac{\Delta B_2}{\Delta t} \cdot 4n \cdot S$$

$$\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2} =$$

$$\frac{\Delta B_1}{\Delta t} \cdot nS - \frac{\Delta B_2}{\Delta t} \cdot 4nS = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} + 12L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

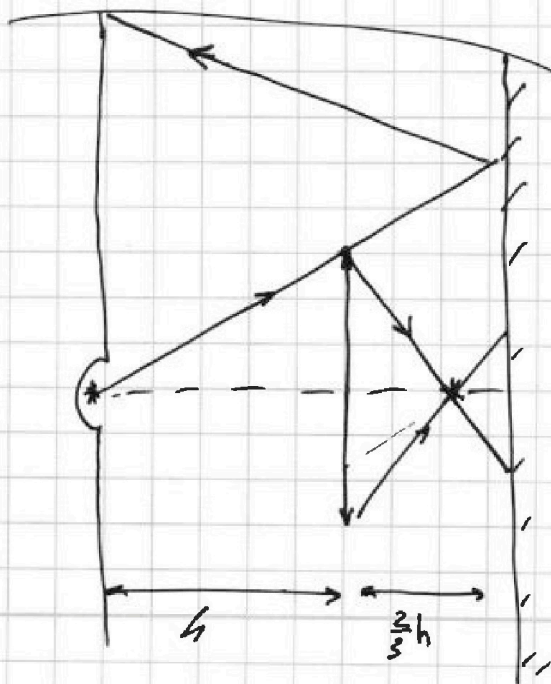
$$\frac{kR}{R} = \frac{kR}{E} \cdot \left(\frac{6n-1}{r}\right)$$

$$\frac{6kR}{R} = \frac{kR}{E} \cdot \left(\frac{6n-6n}{5}\right)$$

$$6 - \frac{6}{5} = \frac{24}{5}$$

$$F = \frac{6}{3}$$

$$L = \frac{26}{3}$$



$$3 - \frac{9}{4} = \frac{12-9}{4} = \frac{3}{4}$$

$$3 - \frac{2}{3} = \frac{7}{3}$$

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

$$F = \frac{Fd}{h-F} =$$

$$= \frac{\frac{1}{3}h \cdot h}{h - \frac{1}{3}h} = \frac{\frac{1}{3}h}{\frac{2}{3}} = \frac{1}{2}h$$



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

1  2  3  4  5  6  7

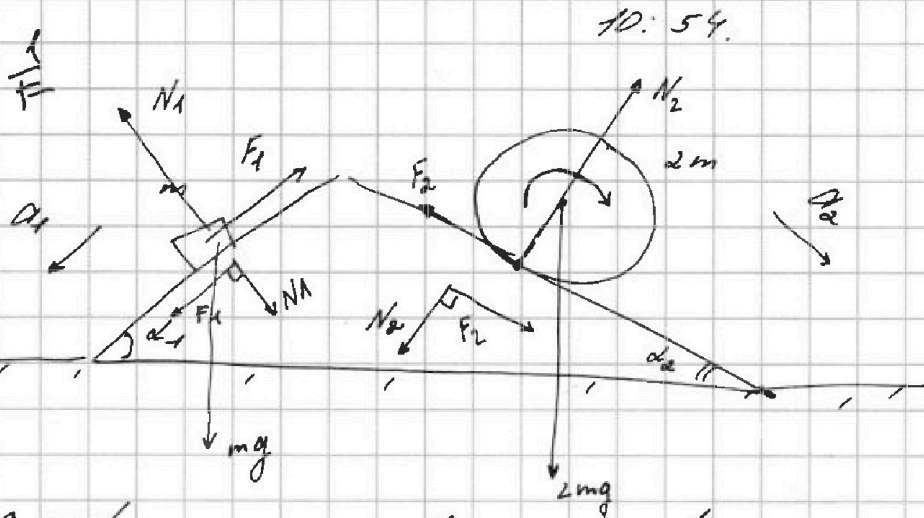
СТРАНИЦА  
ИЗ

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

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

$$f = \frac{F \cdot d}{d - F} = a_1$$

$$= \frac{\frac{1}{3}h \cdot (\frac{1}{2} + \frac{1}{3})}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{3}} = \frac{5h \cdot 2^1}{8_3} = \frac{5}{3}h$$



$$N_1 = mg \cos \alpha_1, \quad N_2 = mg \cos \alpha_2$$

$$mg \sin \alpha_1 - F_1 = m a_1$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - m a_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{6g}{13} m =$$

$$= mg \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \left( \frac{3 \cdot 13 - 6 \cdot 5}{13 \cdot 5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{39 - 30}{13 \cdot 5} = \frac{9}{13 \cdot 5} mg = \frac{9}{65} mg \approx \frac{13}{65}$$

$$2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2m \cdot a_2$$

$$F_2 = 2mg \cdot \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} g \right) = 2mg \cdot \frac{20 - 13}{13 \cdot 4} =$$

$$= \frac{2mg \cdot 7}{52} = \frac{14mg}{52} = \frac{7mg}{26}$$

$$\frac{36 \cdot 13 - 24 \cdot 5 \cdot 5}{13 \cdot 13 \cdot 5} = \frac{1068}{13 \cdot 13 \cdot 5} mg$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 13 \\ \hline 108 \\ + 36 \\ \hline 468 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24 \\ \times 25 \\ \hline 120 \\ + 48 \\ \hline 600 \end{array}$$

$$\frac{12}{25} + \frac{24}{1 \cdot 12 \cdot 13}$$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

$$\frac{36}{13.5} - \frac{12}{5.5} = \frac{12}{5} \cdot \left( \frac{3}{13} - \frac{1}{5} \right) = \frac{12}{5} \cdot \frac{15-13}{13 \cdot 5} =$$

$$= \frac{12}{5} \cdot \frac{2}{13 \cdot 5}$$

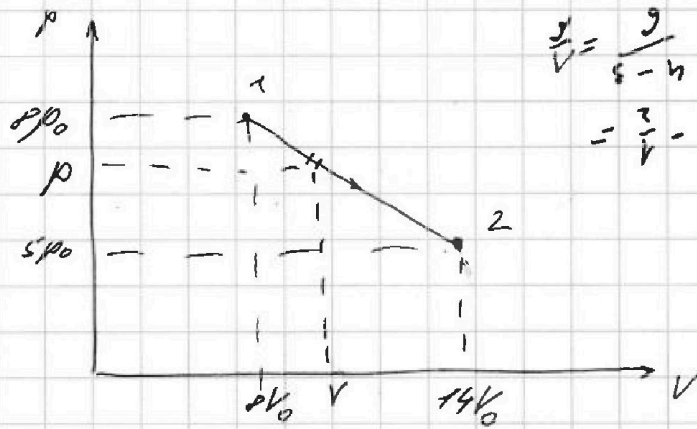
$$\frac{24.5}{13.13} - \frac{7 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} = \frac{12}{13 \cdot 13} \cdot \left( \frac{2.5}{10} - \frac{7}{2} \right) = \frac{72}{13 \cdot 13} \cdot \frac{12}{8} =$$

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

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 6 \\ \hline 150 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 174 \\ -13 \\ \hline 44 \end{array} \quad \begin{array}{r} 13 \\ \times 1 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 13 \\ \hline 75 \\ + 250 \\ \hline 325 \end{array}$$



$$\frac{5}{10} = \frac{10}{20}$$

$$\frac{5}{10} = \frac{5}{10}$$

$$p = kV + b$$

$$8p_0 = k \cdot 2V_0 + b$$

$$5p_0 = k \cdot 14V_0 + b$$

$$3p_0 = -6kV_0$$

$$k = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$b = 8p_0 + \frac{p_0}{2V_0} \cdot 2V_0 =$$

$$= 8p_0 + 4p_0 = 12p_0$$

$$p = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V + 12p_0$$