

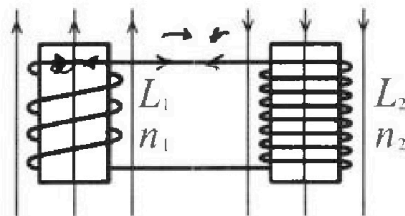
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

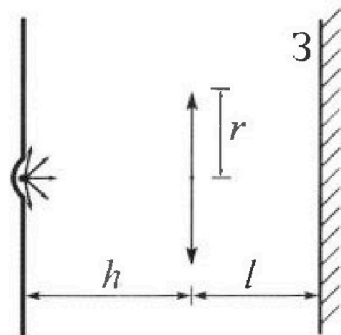


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



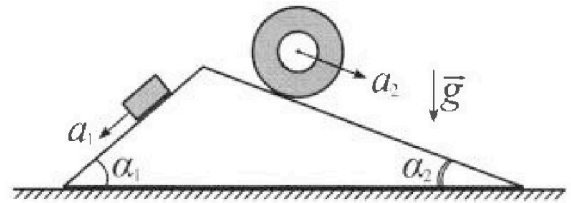
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

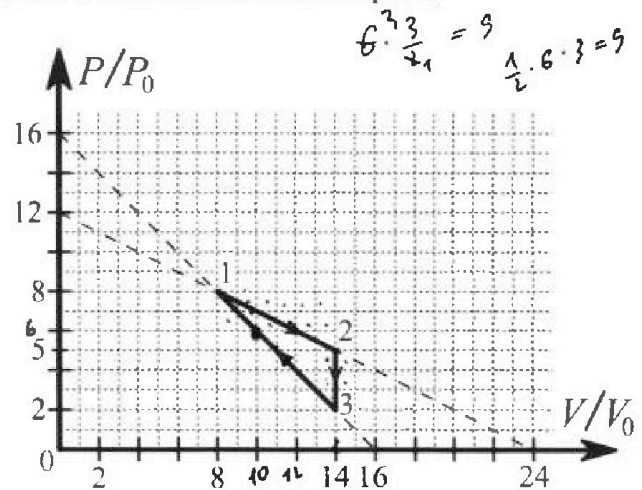


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

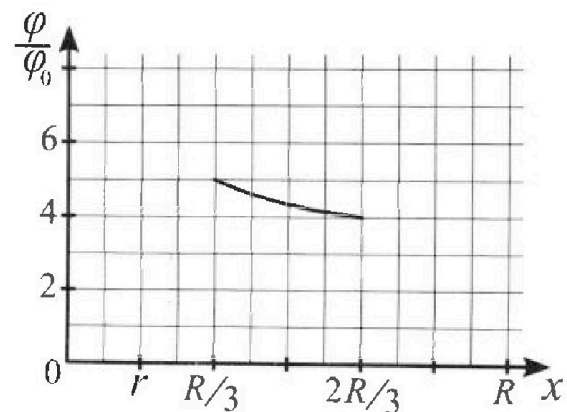
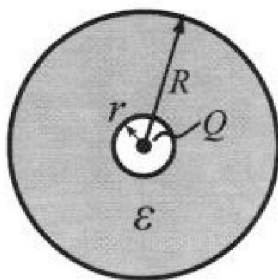
- $\frac{3}{2} \frac{V_0}{V}$
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
 - 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
 - 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

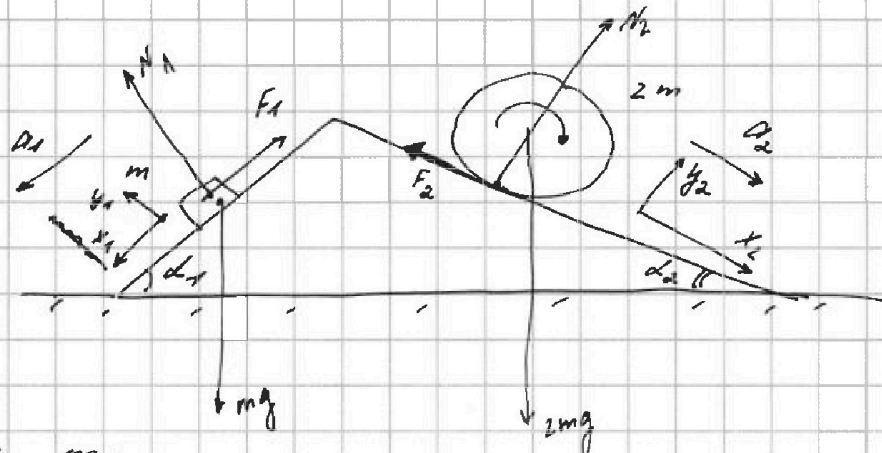


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 34: m:

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

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

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

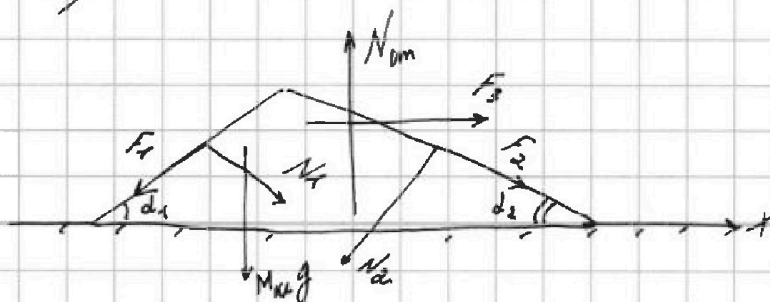
2) по 2 34: 2m:

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

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

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

3) рассмотрим равновесие кинки





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!

по 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) $F_3 = \frac{174}{325} mg$



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!

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

работу газа за цикл найдём как площадь треугольника:

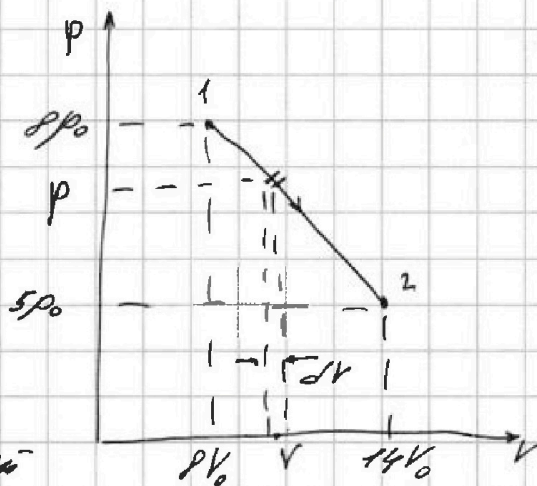
$$A = S_{\Delta 123} = \frac{1}{2} \cdot 3 p_0 \cdot 6 V_0 = 9 p_0 V_0$$

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

2) рассмотрим процесс 1-2

Уравнение прямой 1-2:

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



рассмотрим малый процесс на участке 1-2 при давлении p и объёме V :

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



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!

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

$$= \frac{3}{4} \frac{dV}{V_0} \cdot (24p_0V - p_0V) = \frac{3p_0}{2} \frac{dV}{V_0} (12V_0 - V)$$

Итак, можно считать вывод, что до объема $12V_0$ температура в процессе 1-2 растет, а дальше падает по уравнению Клапейрона-Менделеева:

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

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

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

3) где можно воспользоваться на ур-ие 1-2:

$$\delta Q = \delta A + \delta U$$

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

$$\delta A = p dV$$

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

$$+ \frac{3}{2} \cdot V \cdot \frac{-p_0}{2V_0} dV = dV \cdot \left(\frac{5}{2} \cdot \frac{24p_0V}{2V_0} - p_0V - \frac{3p_0V}{4V_0} \right) =$$

$$= \frac{dV}{4V_0} (5 \cdot 24p_0V - 5p_0V - 3p_0V) = \frac{dV}{4V_0} \cdot p_0 \cdot (5 \cdot 24 -$$

$$- 5 - 3) = \frac{8p_0 dV}{4V_0} \cdot (5 \cdot 3 - 1) = \frac{2p_0 dV}{V_0} \cdot (15V_0 - V)$$



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 вывод, что до 15% $K > 0$, следовательно в процессе 1-2 всегда производится

$$Q_{12} = Q_{12}^* + \Delta Q_{12}$$

$$Q_{12} = \frac{p_0 V_0 (p_0 + 5p_0)}{2} \cdot \frac{3}{2} = 39 p_0 V_0$$

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

$$Q_{12} = (39 + 9) p_0 V_0 = 48 p_0 V_0$$

В процессе 2-3 меня отводилось

рассчитывали процесс 3-1

для малых процессов

$$\delta Q = \delta A + \delta U$$

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

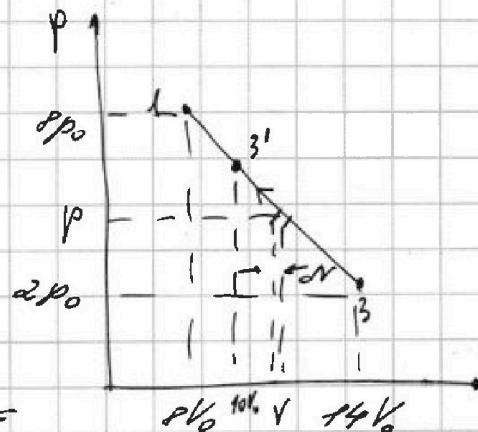
$$\delta A = p dV$$

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

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

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

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



уравнение прямой 3-1:

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



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!

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

Можно сделать вывод, что до $10 V_0$ R_{21} , а после R_{20}

объемы меня с $10 V_0 - 3'$

$$\begin{aligned} R_{21} &= A_{21} + \Delta U_{21} \\ A_{21} &= -\frac{p}{\alpha} (p p_0 + 6 p_0) \cdot 2 V_0 = -16 p_0 V_0 \\ \Delta U_{21} &= \frac{3}{2} \cdot (2 p_0 \cdot 2 V_0 - 6 \cdot 10 p_0 V_0) = \\ &= \frac{3}{2} \cdot 4 p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$R_{21} = A_{21} + \Delta U_{21}$$

$$A_{21} = -\frac{p}{\alpha} \cdot (6 p_0 + 2 p_0) \cdot 2 V_0 = -16 p_0 V_0$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{21} &= \frac{3}{2} \cdot (60 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 58 p_0 V_0 = \\ &= 3 \cdot 16 p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$R_{21} = 32 p_0 V_0$$

$$\begin{aligned} U_{\max}, \eta &= \frac{A}{R_{21}} = \frac{A}{R_{21} + R_{12}} = \frac{9 p_0 V_0}{32 p_0 V_0 + 40 p_0 V_0} \\ &= \boxed{\frac{9}{70}} \end{aligned}$$

Condition:

- 1) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 1$
- 2) $\frac{T_{\max 12}}{T_1} = \frac{1}{7}$
- 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

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

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

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

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

при $x = \frac{5R}{6}$

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

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

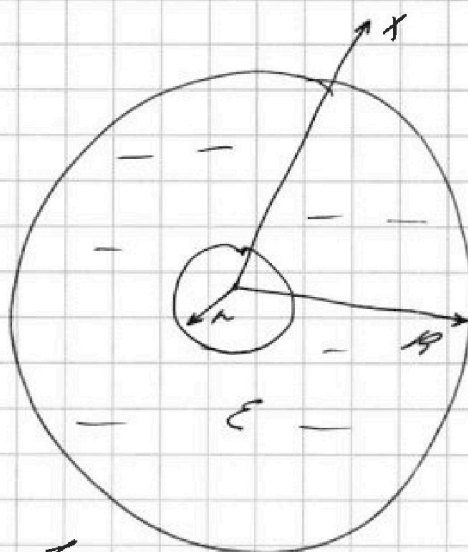
$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{6kQ}{R} - \frac{6kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

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

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

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

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!

$$\frac{4 \cdot 19}{3} = \frac{142}{19} + \frac{142}{\varepsilon} \left(\frac{3}{2 \cdot 19} - \frac{1}{19} \right) =$$
$$= \frac{142}{19} \cdot \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right)$$

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

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

~~$$\begin{array}{l} 4 = \frac{3}{\varepsilon} \\ \varepsilon = \frac{3}{4} \end{array}$$~~

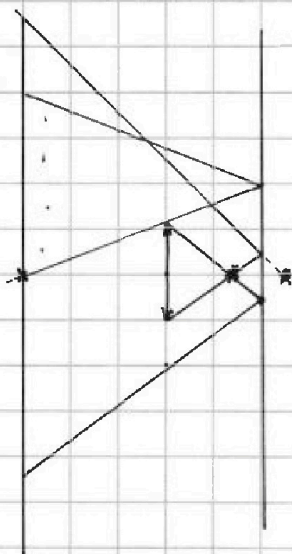
~~$$1 = \frac{8}{\varepsilon} - \frac{5}{2\varepsilon} = \frac{11}{2\varepsilon}$$

$$\varepsilon = 5,5$$~~

Answer:

1) $\frac{142}{19} \left(1 + \frac{1}{5\varepsilon} \right)$

2) $\varepsilon = 5,5$





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
☒

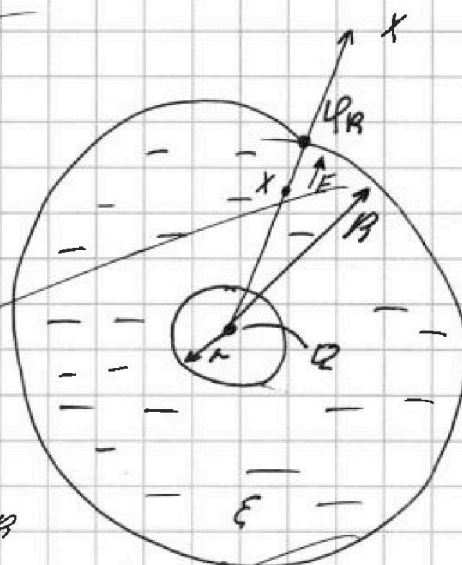
7
☒

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



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

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

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

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

если $x = \frac{5}{6}R$, то

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

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

2) пусть $x = \frac{R}{3}$

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



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.

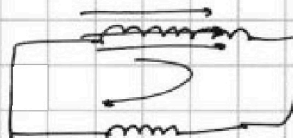
$$\mathcal{E}_1 = -\varphi' = L_1 n S$$

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

по 2 правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_1 = L_1 \cdot I' + L_2 \cdot I'$$

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



2) рассмотрим магнитное поле в катушке:

в обеих катушках возникает ЭДС индукции.

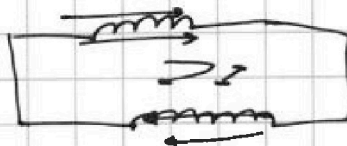
$$\mathcal{E}_{i1} = \frac{-\Delta B_1}{\Delta t} \cdot n S$$

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

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

$$-nS \int_{B_0}^{B_1} \frac{2}{3} B_1 - \left(-4nS \cdot \int_{B_0}^{B_2} \frac{3}{4} B_2 \right) = 17L \cdot \int_{I_0}^{I_1} I$$

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

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

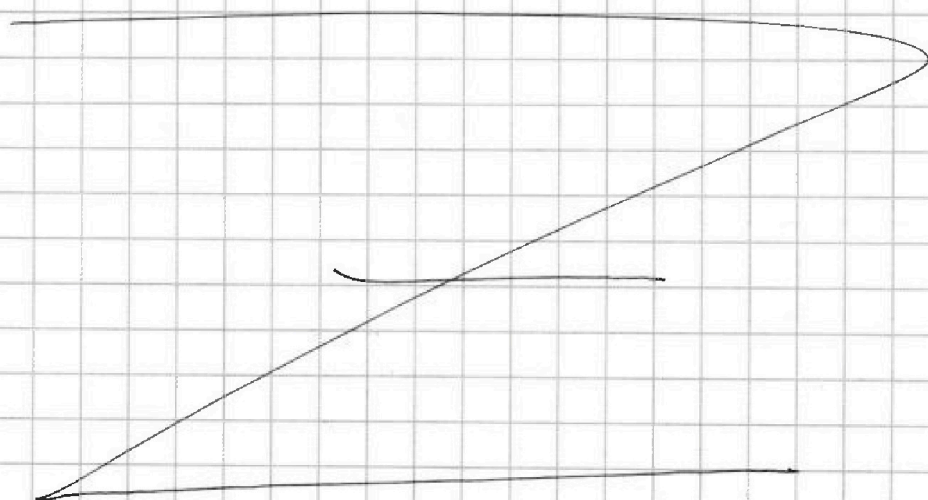
$$\frac{7}{3} B_0 nS = 17L \cdot I$$

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

Ответ:

1) $\frac{2nS}{17L}$

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





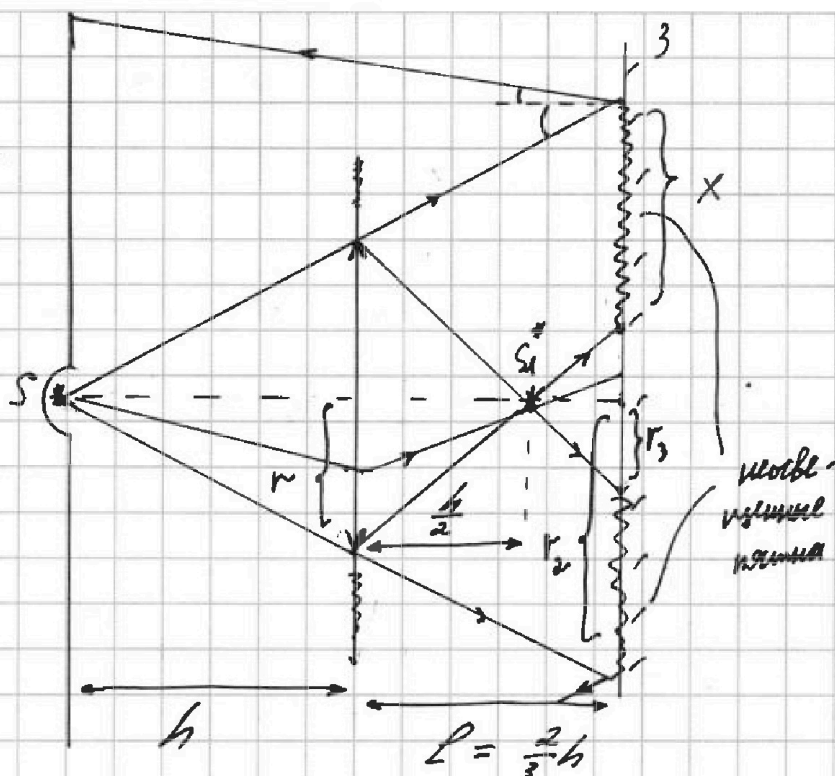
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



1) S_1^* - действительное изображение источника 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 $\frac{r}{r_3} = \frac{\frac{1}{2}h}{\frac{2}{3}h - \frac{1}{2}h} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3} - \frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{4}{3} - 1} =$

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

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



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.

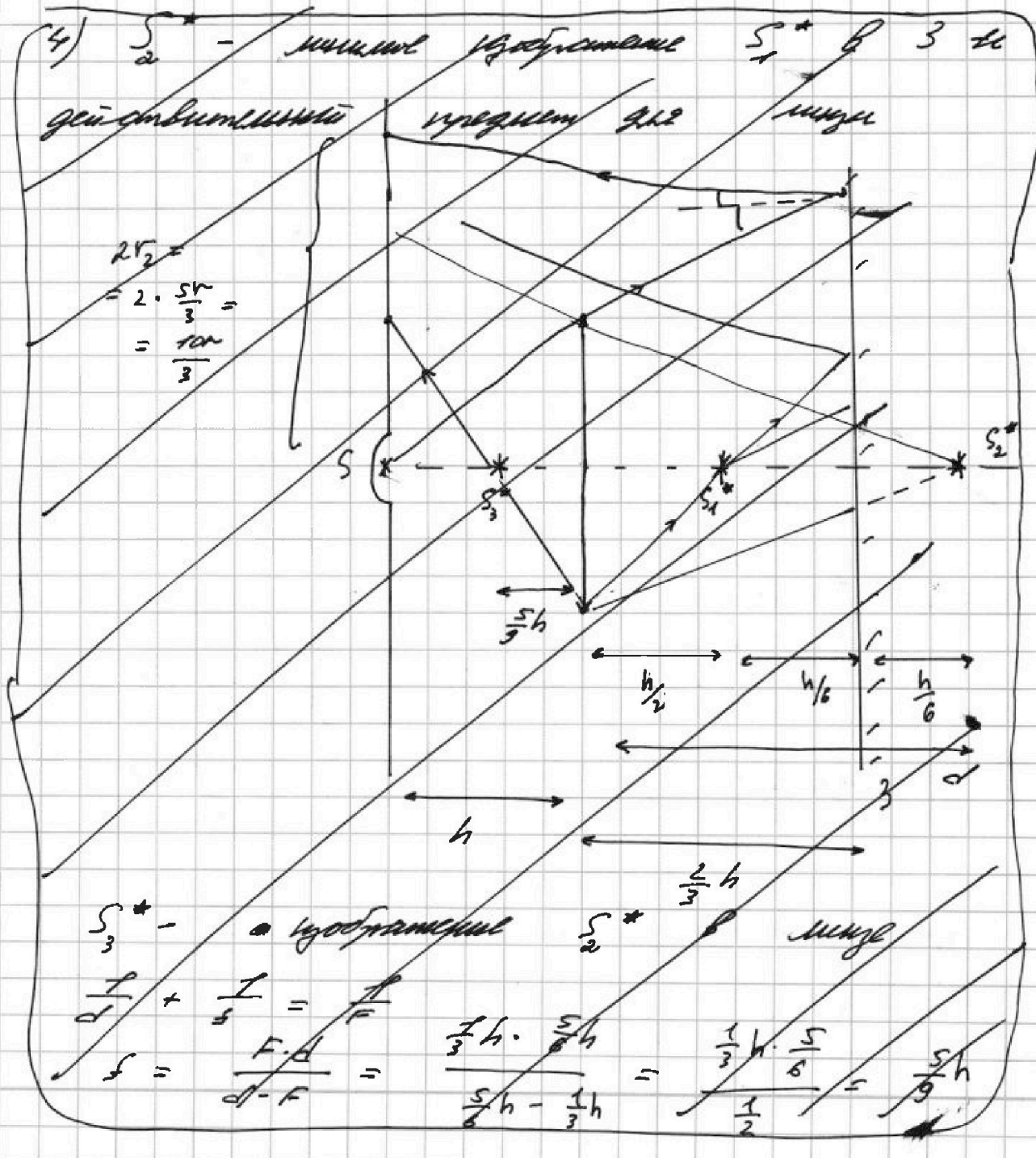
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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) площадь несвободной части зерна:

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





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
☐

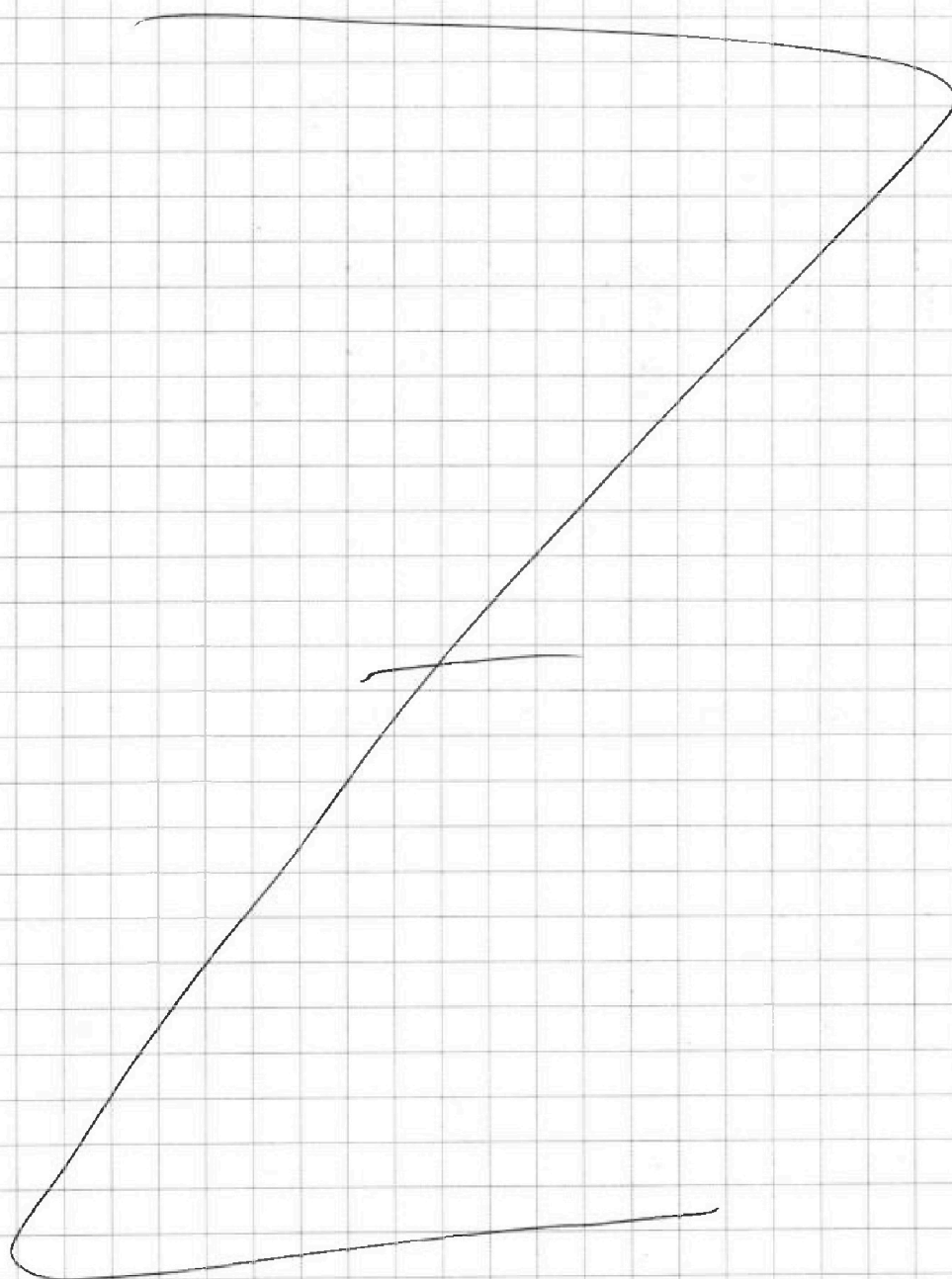
7
☐

СТРАНИЦА

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!

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



$$\frac{70r}{2} = \frac{4r}{9} = \frac{(30-4)r}{9} = \frac{26r}{9}$$

$$\varphi_x = \frac{kR}{R} + \frac{kR(R-x)}{\epsilon \cdot R^2} = \frac{kR}{R} + \frac{kR \cdot \frac{7}{8}}{R} =$$

$$\frac{kR \cdot R \cdot \epsilon + kR R - kR x}{\epsilon R^2} = \left[\frac{7kR}{8R} \right]$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
из

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!

$$\delta R = \delta A + \delta U$$

$$\delta A = p \cdot \delta V$$

$$\delta U = \frac{3}{2} ((p + \delta p)(V + \delta V) - pV) = \frac{3}{2} (p\delta V + V\delta p)$$

$$\delta R = \frac{5}{2} p\delta V + \frac{3}{2} V\delta p$$

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

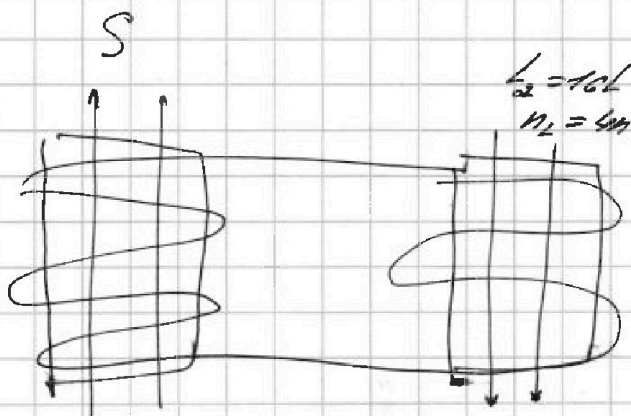
$$\delta R =$$

$$7 \cdot 10 = 70$$

$$6 \cdot 12 = 72$$

ср

$L_1 = L$
 $n_1 = n$



$$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(BS)}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

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

$$I' = \frac{dI}{dt}$$

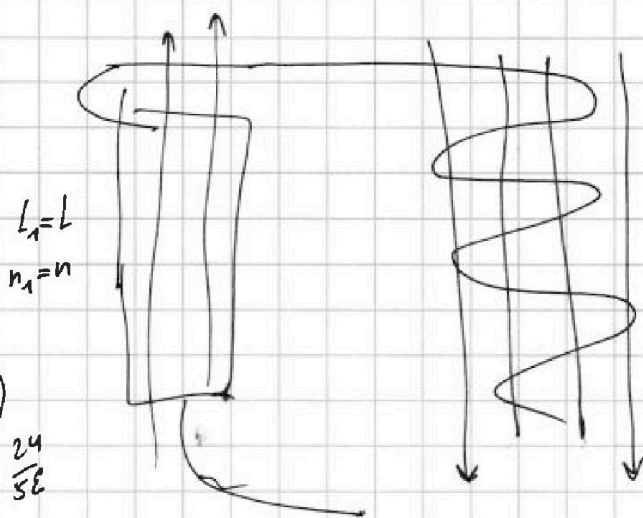


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$L_1 = L$$
$$n_1 = n$$

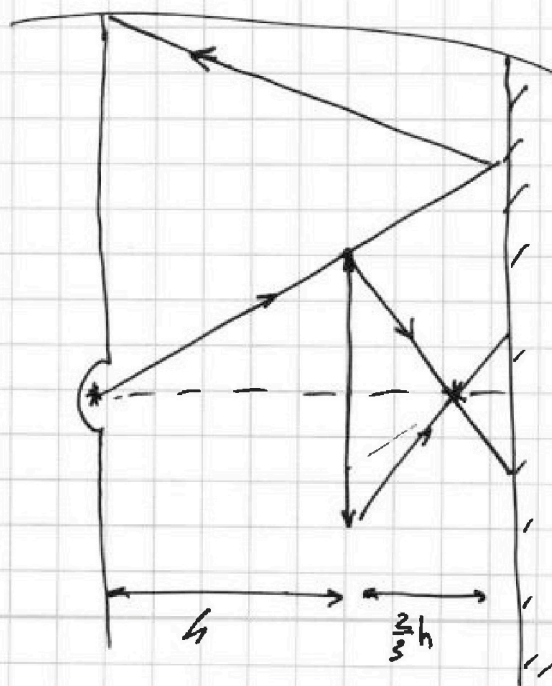
$$L_2 = 16L$$
$$n_2 = 4n$$

$$\frac{kR}{R} \cdot (6 - \frac{24}{5E})$$
$$1 + \frac{1}{5E} = 6 - \frac{24}{5E}$$

$$S = \frac{S}{E}$$
$$E = 1$$
$$\mathcal{E}_1 = \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \cdot n \cdot S$$
$$\mathcal{E}_2 = \frac{\Delta B_2}{\Delta t} \cdot 4n \cdot S$$

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 =$$

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



$$3 - \frac{9}{4} = \frac{12-9}{4} = \frac{3}{4}$$
$$3 - \frac{2}{3} = \frac{7}{3}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{5} = \frac{1}{F}$$
$$F = \frac{F \cdot h}{h - F} =$$
$$= \frac{\frac{1}{3} h \cdot h}{h - \frac{1}{3} h} = \frac{\frac{1}{3} h}{\frac{2}{3}} =$$
$$= \frac{h}{2}$$

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!

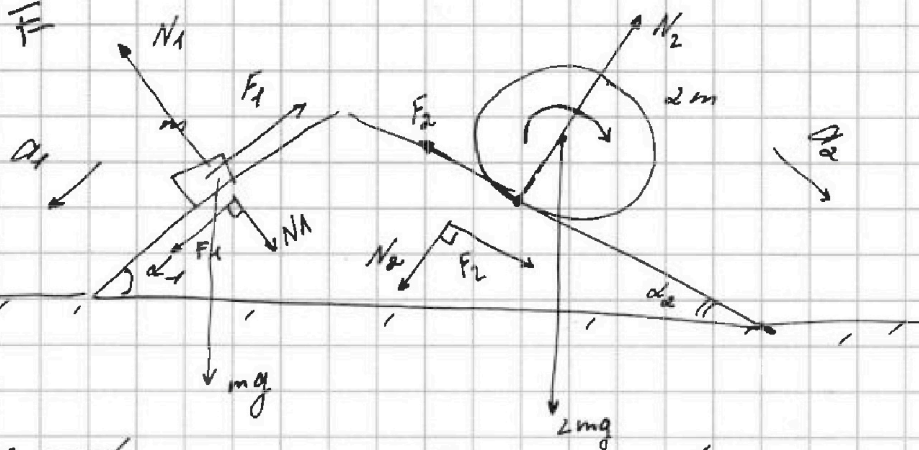


10:54

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

$$S = \frac{F \cdot d}{d - F}$$

$$= \frac{\frac{1}{3}h \cdot (\frac{1}{2} + \frac{1}{3})}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{3}} = \frac{5h \cdot 2}{3} = \frac{10}{3}h$$



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

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

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - m a_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{6.5}{13} m =$$

$$= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6.5}{13} \right) = mg \left(\frac{3.9 - 6.5}{13.5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{3.9 - 6.5}{13.5} = \frac{9}{13.5} mg = \frac{2}{3} mg$$

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

$$F_2 = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} g \right) = 2mg \cdot \frac{20 - 13}{13.4} =$$

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

$$\frac{36 \cdot 13 - 24 \cdot 5.5}{13 \cdot 13.5} = \frac{1068}{13.125} mg$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 13 \\ \hline 108 \\ + 36 \\ \hline 468 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24 \\ \times 25 \\ \hline 120 \\ + 480 \\ \hline 600 \end{array}$$

$$\frac{12}{25} + \frac{24}{1.1213}$$



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!

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

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

$$\frac{24.5}{13.13} - \frac{7 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} = \frac{12}{13 \cdot 13} \cdot \left(\frac{2.5}{10} - \frac{7}{2} \right) = \frac{72}{13 \cdot 13} \cdot \frac{42}{8} =$$

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

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

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

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

$$\frac{5}{10} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{5/10}{5/2} = \frac{5/9}{5/2}$$

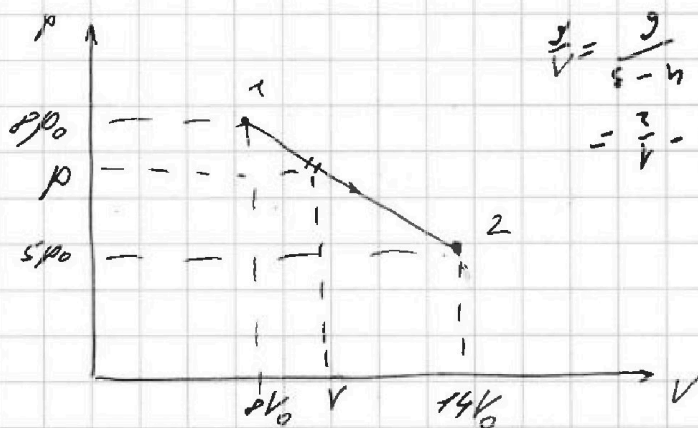
$$p = kV + b$$

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

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

$$3p_0 = -6kV_0$$

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



$$\frac{p}{V} = \frac{9}{8-4} =$$

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

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

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

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