

Олимпиада «Физтех» по физике,

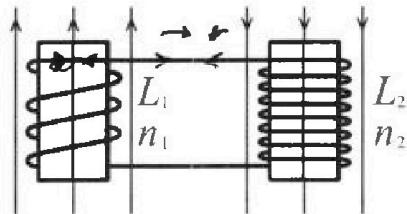
февраль 2024

Вариант 11-03



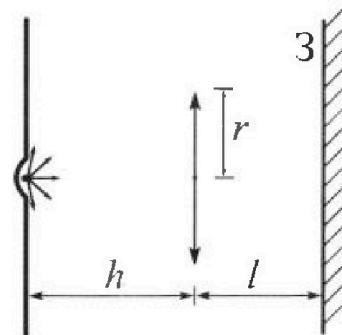
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 \dot{B} (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 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 $F = h/3$. 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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



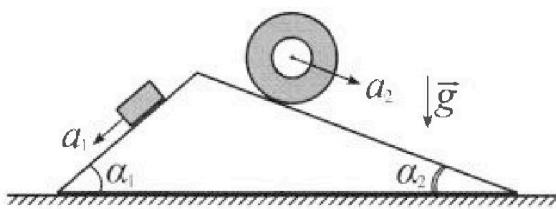
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

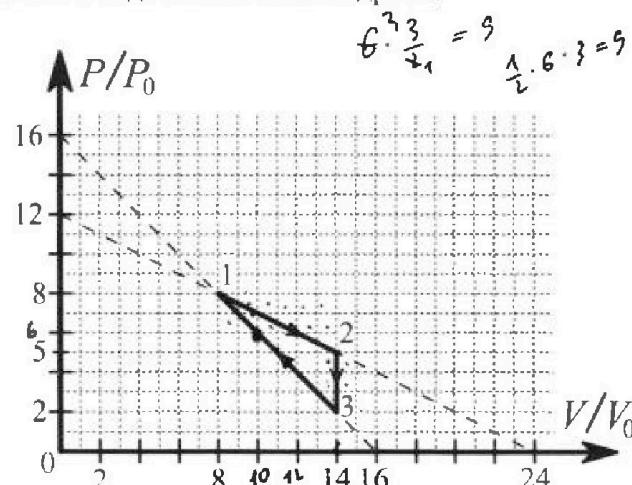


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ 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.

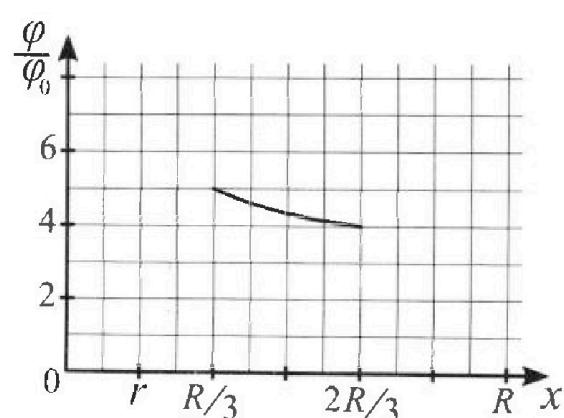
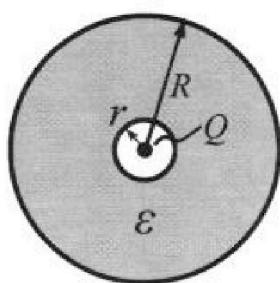
- Уч*) 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
 3) Найдите КПД цикла.



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 .



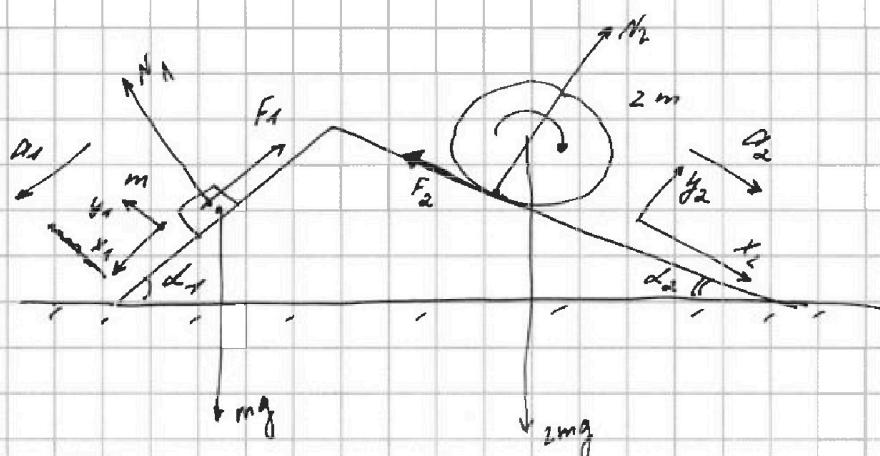


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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
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) no α 34: m :

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

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

$$F_1 = mg \left(\frac{2}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \cdot \frac{39 - 30}{13 \cdot 5} =$$

$$= \boxed{\frac{9}{65} mg}$$

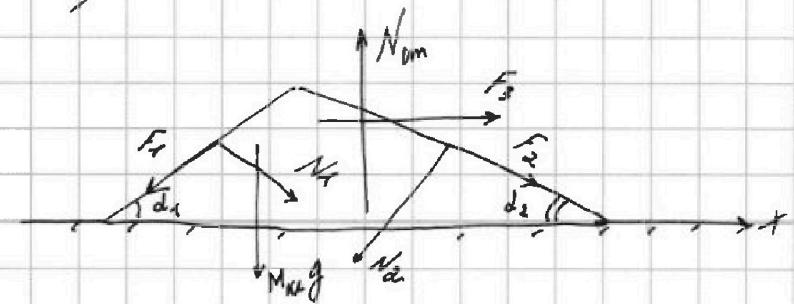
2) no α 34: $2m$:

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

$$x_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

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

3) рассмотрим движение колес





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
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 34.

$$\begin{aligned}
 F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_2 \cdot \sin \alpha_2 &= N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + F_3 \\
 F_3 &= \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{24}{73} mg \cdot \frac{5}{73} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} + \frac{7}{26} mg. \\
 \cdot \frac{12}{73} &= mg \left(\frac{36}{73 \cdot 5} + \frac{24 \cdot 5}{73 \cdot 73} - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{7 \cdot 12}{2 \cdot 73 \cdot 13} \right) = \\
 &= mg \cdot \left(\frac{12}{5} \cdot \left(\frac{3}{73} - \frac{1}{5} \right) + \frac{12}{73 \cdot 13} \cdot \left(5 \cdot 2 - \frac{7}{2} \right) \right) = \\
 &= mg \cdot \left(\frac{12}{5} \cdot \frac{2}{73 \cdot 5} + \frac{12}{73 \cdot 73} \cdot \frac{2}{5} \right) = \\
 &= mg \cdot \left(\frac{24}{5 \cdot 73 \cdot 5} + \frac{6}{73} \right) = mg \cdot \left(\frac{24 + 6 \cdot 25}{73 \cdot 5 \cdot 5} \right) = \\
 &= \boxed{\frac{124}{325} mg}
 \end{aligned}$$

Решение: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$

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

3) $F_3 = \frac{124}{325} mg$



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.

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

СТРАНИЦА
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!

$$1) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{RT} (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V - P_1 V) = \\ = \frac{3}{2} \cdot (5.14 p_0 V - 2 p_0 \cdot V) = \frac{3}{2} p_0 V (70 - 64) = \\ = \frac{3}{2} \cdot 8 p_0 V = 9 p_0 V$$

работу будем считать как полезную трансформацию.

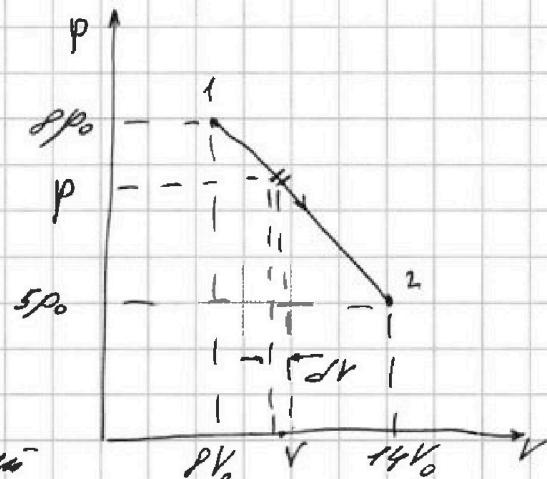
$$A = \int_{12}^1 = \frac{1}{2} \cdot 3 p_0 \cdot \delta V = 9 p_0 V$$

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

2) расстояние процесс 1-2

Уравнение процесса 1-2:

$$P = -\frac{P_0}{2V} \cdot V + 12 P_0$$



расстояние между промежуточными точками 1-2 при заданных рабочих параметрах V.

$$\Delta U = \frac{3}{2} \sqrt{RT} \Delta T = \frac{3}{2} (P_0 \Delta V + V \cdot \Delta P) = \\ = \frac{3}{2} \left(\left(-\frac{P_0}{2V} \cdot V + 12 P_0 \right) \cdot \Delta V + V \cdot \frac{-P_0}{2V} \cdot \Delta V \right) =$$



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

СТРАНИЦА
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!

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

Число, which stands before, это же
обозначающее температуру в процессе
1-2 росла, а дальше падала
по уменьшению Капеллера-Менделеева.

$$2p_0 \cdot 14V = 2kT_3 \quad \text{числ. температура в 1-2}$$

$$6p_0 \cdot 12V = 2k T_{\max} \quad \text{из 12}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{6 \cdot 12}{2 \cdot 14} = \boxed{\frac{10}{7}}$$

3) где мало проходило из уз-ца 1-2.

$$\delta Q = \delta H + \delta U$$

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

$$\delta H = p \cdot dV$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{5}{2} \cdot \left(\frac{1-p_0 V + 12p_0}{2V} \right) \cdot dV$$

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

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

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



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.

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

СТРАНИЦА
3 из 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!

Мыши сидят забог, что до $15\% \text{ } p > 0$,
сог. теплота в процессе 1-2 всегда позво-
дится

$$\Delta U_{12} = \Delta U_2 + \Delta U_{12}$$

~~$\Delta U_2 = \Delta U_1 + \Delta U_{12}$~~

$$\Delta U_{12} = \frac{f}{2} \cdot (p_2 + 5p_1) \cdot \Delta V = 39p_0V$$

$$\Delta U_{12} = 9p_0V$$

$$U_{12} = (39 + 9)p_0V = 48p_0V$$

В процессе 2-3 тепло отводится

расширение процесса 3-1

для мало теплосы

$$\delta Q = \delta A + \delta H$$

$$\delta H = \frac{3}{2}(p_0V + Vdp)$$

$$\delta A = p dV$$

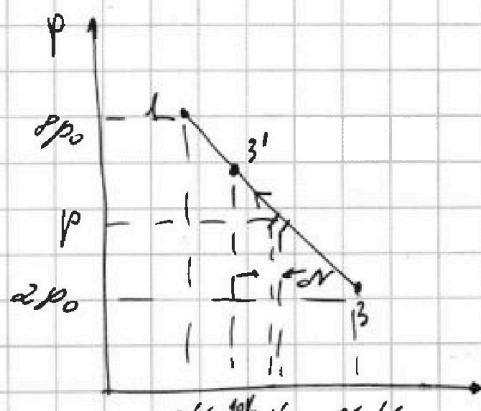
$$\delta Q = \frac{5}{2}p dV + \frac{3}{2}V dp =$$

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

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

$$= dV \cdot \left(\frac{5}{2} \cdot \frac{(16p_0V - p_0V)}{V_0} - \frac{3}{2} \frac{p_0V}{V_0} \right) = \frac{dV}{2V_0}$$

$$\cdot (5 \cdot 16p_0V - 5p_0V - 3p_0V) = \frac{dV}{2V_0} \cdot (80p_0V - 8p_0V)$$



уравнение процесса 2-1:

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





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.

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

СТРАНИЦА
Ч ИЗ Ч

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!

$$= \frac{4\rho_0 dV}{V_0} \cdot (10V - V)$$

Можно сделать вывод, что до $10V$ R_{33} , а далее $R_{33'}$

обозначим токи с $10V$ - $3'$

$$\begin{aligned} R_{33'} &= R_{33} + \Delta U_{33'} \\ A_{33'} &= -\frac{1}{2} (\rho_{p0} + \rho_{b0}) \cdot \frac{2V_0}{d} = -14\rho_0 V_0 \\ \Delta U_{33'} &= \frac{3}{2} \cdot (2\rho_0 \cdot \frac{2V_0}{d} - 6 \cdot 10\rho_0 V_0) = \\ &= \frac{3}{2} \cdot 4\rho_0 V_0 \end{aligned}$$

$$R_{33'} = A_{33'} + \Delta U_{33'}$$

$$A_{33'} = -\frac{1}{2} \cdot (6\rho_0 + 2\rho_0) \cdot \frac{2V_0}{d} = -16\rho_0 V_0$$

$$\Delta U_{33'} = \frac{3}{2} \cdot (60\rho_0 V_0 - 20\rho_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 40\rho_0 V_0 = \\ = 3 \cdot 16\rho_0 V_0$$

$$R_{33'} = 32\rho_0 V_0$$

$$\text{Измак, } \eta = \frac{A}{R_{33}} = \frac{A}{R_{33'} + R_{12}} = \frac{9\rho_0 V_0}{32\rho_0 V_0 + 40\rho_0 V_0} = \\ = \boxed{\frac{9}{80}}$$

Решаем:

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \eta$$

$$2) \frac{T_{max}}{T_3} = \frac{1P}{\eta}$$

$$3) \eta = \frac{9}{80}$$

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

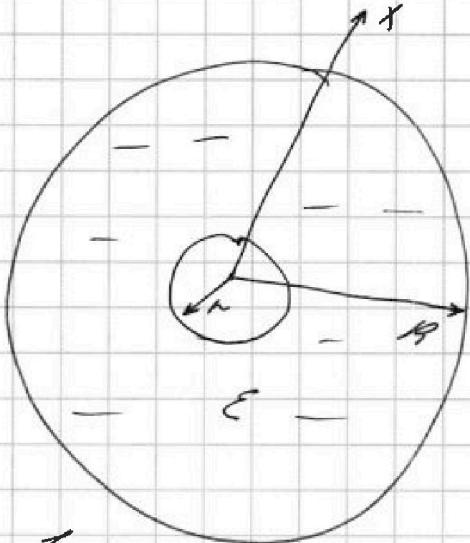
СТРАНИЦА
1 из 1

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) $\psi_r = \frac{4Q}{r}$ - потенциал
из внутренней обкладки

$E = \frac{4Q}{\epsilon r^2}$ - напряженность
внутри диэлектрика

$$\begin{aligned}\psi_r - \psi_x &= \int_x^r E \cdot dx = \\ &= \int_x^r \frac{4Q}{\epsilon r^2} \cdot dx = \frac{4Q}{\epsilon} \cdot \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right)\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\psi_x &= \psi_r - \frac{4Q}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right) = \\ &= \frac{4Q}{r} - \frac{4Q}{\epsilon r} + \frac{4Q}{\epsilon x}\end{aligned}$$

пред $x = \frac{5R}{6}$

$$\boxed{\psi_{\text{сп}} = \frac{4Q}{r} - \frac{4Q}{\epsilon r} + \frac{64Q}{5\epsilon R}}$$

$$2) \quad \frac{\psi_{\text{сп}}}{3} = \frac{4Q}{r} - \frac{4Q}{\epsilon r} + \frac{344Q}{2\epsilon R} = \frac{64Q}{R} - \frac{64Q}{\epsilon R} + \frac{344Q}{2\epsilon R}$$

$$\frac{\psi_{\text{сп}}}{3} = \frac{4Q}{r} - \frac{4Q}{\epsilon r} + \frac{344Q}{\epsilon R} = \frac{64Q}{R} - \frac{64Q}{\epsilon R} + \frac{344Q}{\epsilon R}$$

$$\frac{\psi_{\text{сп}}}{3} = \frac{4}{5} = \frac{6 - \frac{6}{\epsilon} + \frac{3}{2\epsilon}}{6 - \frac{6}{\epsilon} + \frac{3}{\epsilon}} = \frac{6 - \frac{9}{2\epsilon}}{6 - \frac{3}{\epsilon}}$$

$$10 - \frac{45}{2\epsilon} = 24 - \frac{12}{\epsilon}$$

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

Ответ: 1) $\psi_{\text{сп}} = \frac{4Q}{r} - \frac{4Q}{\epsilon r} + \frac{64Q}{5\epsilon R}$; 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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" 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 кумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{\varphi_{2n}}{3} = \frac{6E}{B} + \frac{6E}{\varepsilon} \left(\frac{3}{2B} - \frac{1}{2\varepsilon} \right) = \\ = \frac{6E}{B} \cdot \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right)$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_{2n}} = \frac{7 + \frac{2}{\varepsilon}}{-1 + \frac{1}{2\varepsilon}} = \frac{5}{4}$$

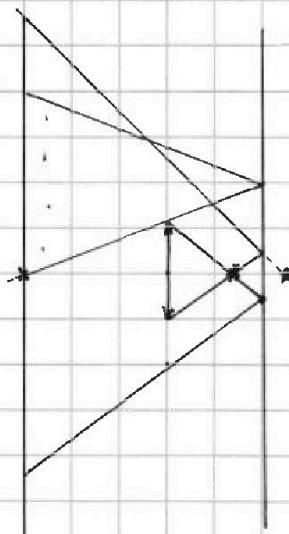
~~ОКРУГЛЯЮЩИЕ ОБРАЗЫ~~

$$7 + \frac{2}{\varepsilon} = 5 + \frac{5}{2\varepsilon} \\ 1 = \frac{2}{\varepsilon} - \frac{5}{2\varepsilon} = \frac{11}{2\varepsilon} \\ \boxed{\varepsilon = 5,5}$$

решение:

$$1) \frac{6E}{B} \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right)$$

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 |
| <input checked="" 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!

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

$E = \frac{kQ}{x^2}$ - напряженность
внешней электростатической
расстоянии x

$$\varphi_x - \varphi_R = \int E dx = \int \frac{kQ}{x^2} dx =$$

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

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

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

если $x = \frac{5}{6}R$, то

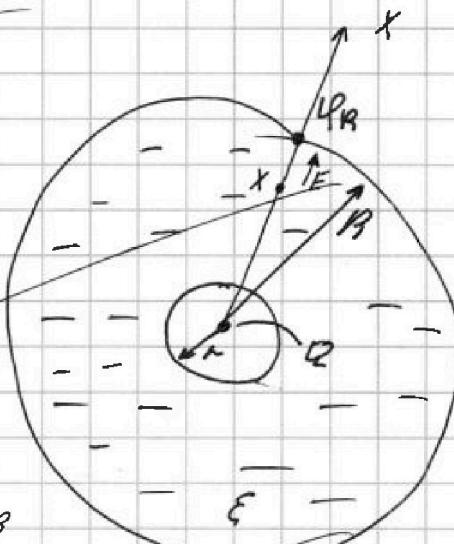
$$\varphi_{\frac{5R}{6}} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5R\epsilon}$$

Упрощение

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

2) при $x = \frac{R}{3}$

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



+ 5%
+ 1%
+ 6%
+ 7%

+ 2%
+ 1%
+ 6%
+ 7%



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 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!

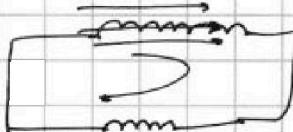
1) 8 катушек с индуктивностью
 L_1 включены ЭДС индукции.
 $E_i = -\Phi' = \frac{d\Phi}{dt} = 115$

$$\begin{aligned}L_1 &= L \\L_2 &= 12 \\n_1 &= 11 \\n_2 &= 41\end{aligned}$$

по 2 правило Кулона:

$$E_i = L_1 \cdot I' + L_2 \cdot I'$$

$$I' = \frac{\frac{d\Phi}{dt}}{L_1 + L_2} = \boxed{\frac{115}{122}}$$



2) расстояние между машинами времени:

в обеих машинах включены ЭДС
индукции.

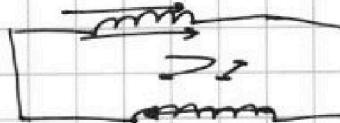
$$E_{i1} = \frac{-\Delta \Phi}{\Delta t} \cdot 115$$

$$E_{i2} = \frac{-\Delta \Phi}{\Delta t} \cdot 415$$

по правилу правой руки можно определить, что направление E_{i1} и E_{i2} противоположны.

по 2 правилу
Кулона:

$$E_{i1} - E_{i2} = L_1 \cdot I' + L_2 \cdot I'$$





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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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!

$$-\frac{2B_0}{\pi} \cdot 115 - \left(-\frac{2B_0}{\pi} \cdot 4n \cdot S \right) = 1 \cdot \frac{aS}{\pi} + 121 \cdot \frac{3L}{\pi}$$

$$-\frac{2B_0}{\pi} \cdot 115 - \left(-\frac{2B_0}{\pi} \cdot 4n \cdot S \right) = 121 \cdot 3L$$

получим для вида грани

$$-115 \int_{B_0}^{B_0} \frac{2B_0}{\pi} - \left(-4nS \int_{B_0}^{\frac{2B_0}{\pi}} \frac{2B_0}{\pi} \right) = 121 \cdot \int_{B_0}^{\frac{2B_0}{\pi}} 3L$$

$$\frac{2}{3} B_0 nS - \frac{3}{\pi} B_0 \cdot 4nS = 121 \cdot L$$

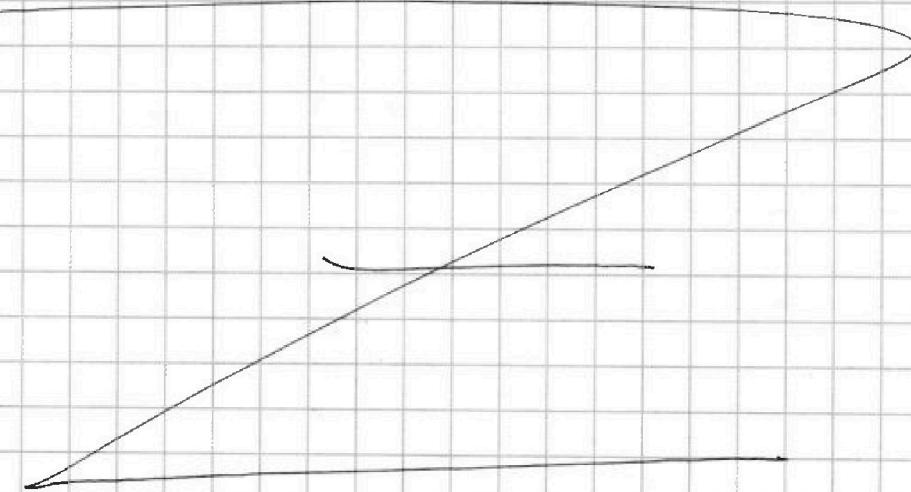
$$B_0 nS \cdot \left(\frac{2}{3} - 3 \right) = 121 \cdot L$$

$$\frac{7}{3} B_0 nS = 121 \cdot L$$

$$L = \boxed{\frac{7B_0 nS}{51}}$$

Ответ: 1) $\frac{L n S}{121}$

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



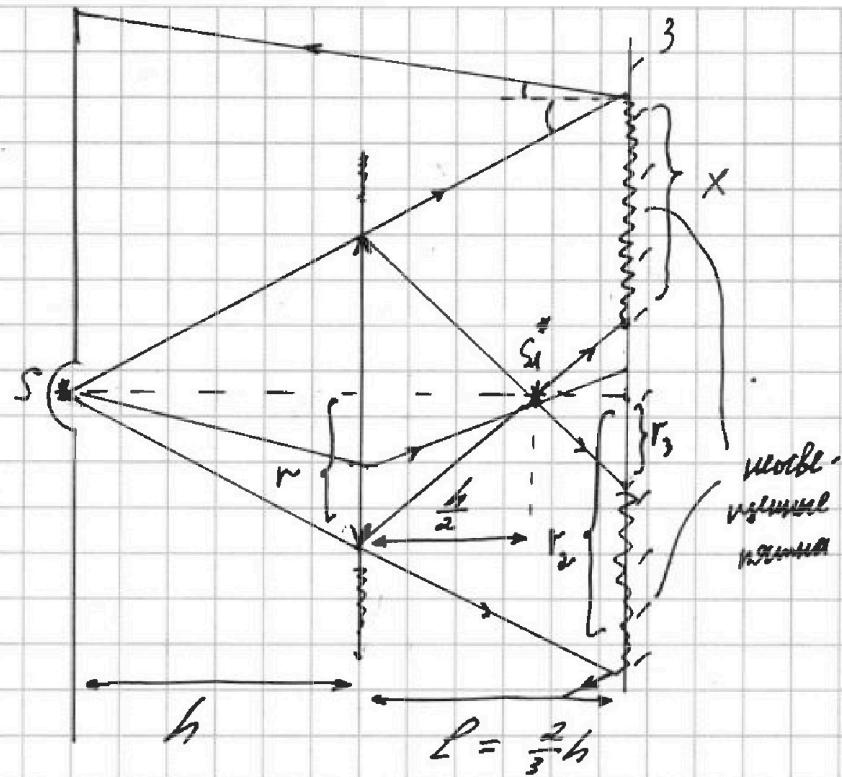
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$F = \frac{1}{2} h$$



1) r_1 - действительное изображение шаров
в бинокль

$$\frac{r}{r_1} + \frac{1}{h} = \frac{1}{F}$$

$$r_1 = \frac{F \cdot h}{h - F} = \frac{\frac{2}{3}h}{1 - \frac{2}{3}} = \frac{\frac{2}{3}h}{\frac{1}{3}} = \frac{h}{2}$$

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

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

$$\text{из подобия } \frac{r}{r_3} = \frac{\frac{h}{2}}{\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{2}{3} - \frac{1}{2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{6}} = \frac{3}{4} =$$

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

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



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.

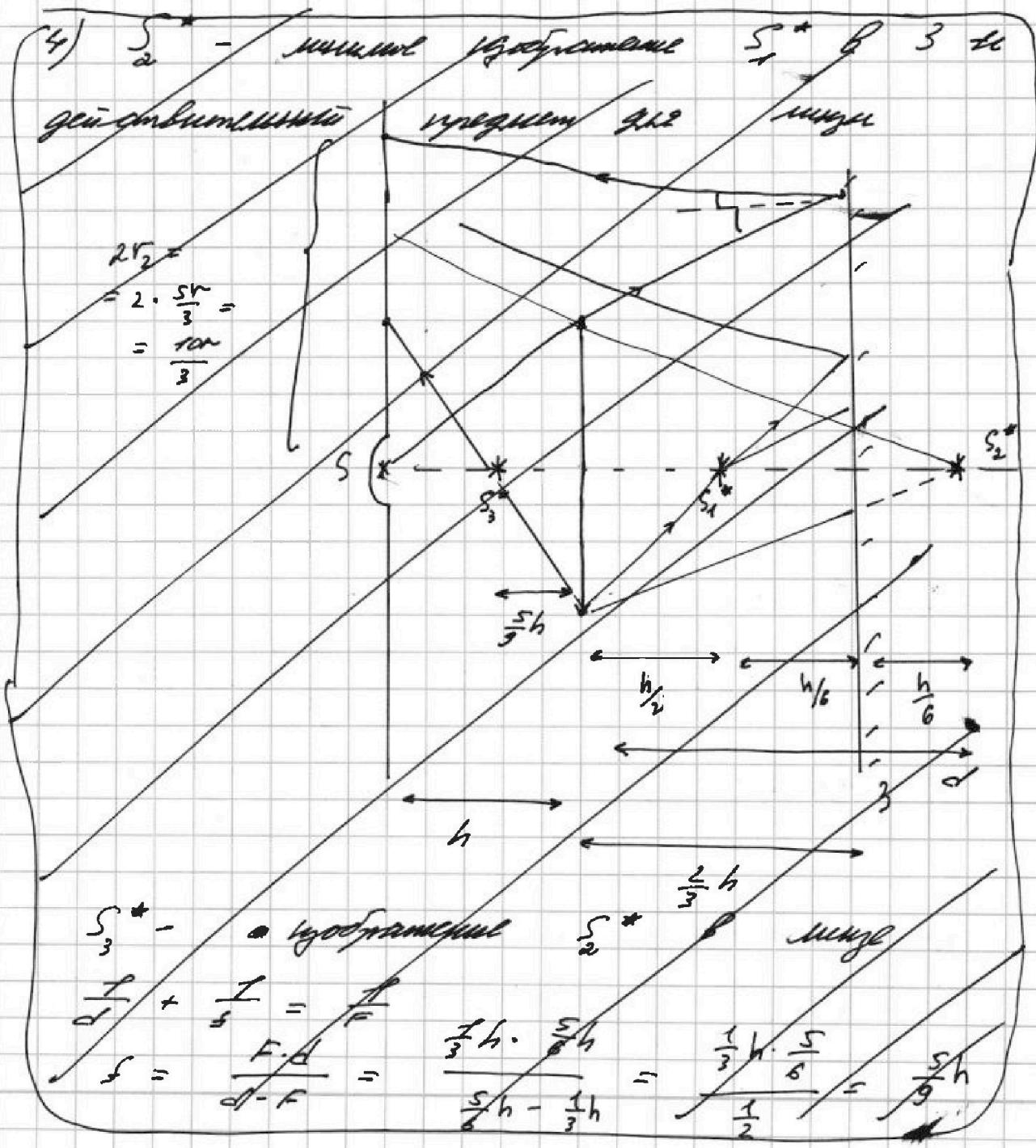
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
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) пищада неоднинако^{*} 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

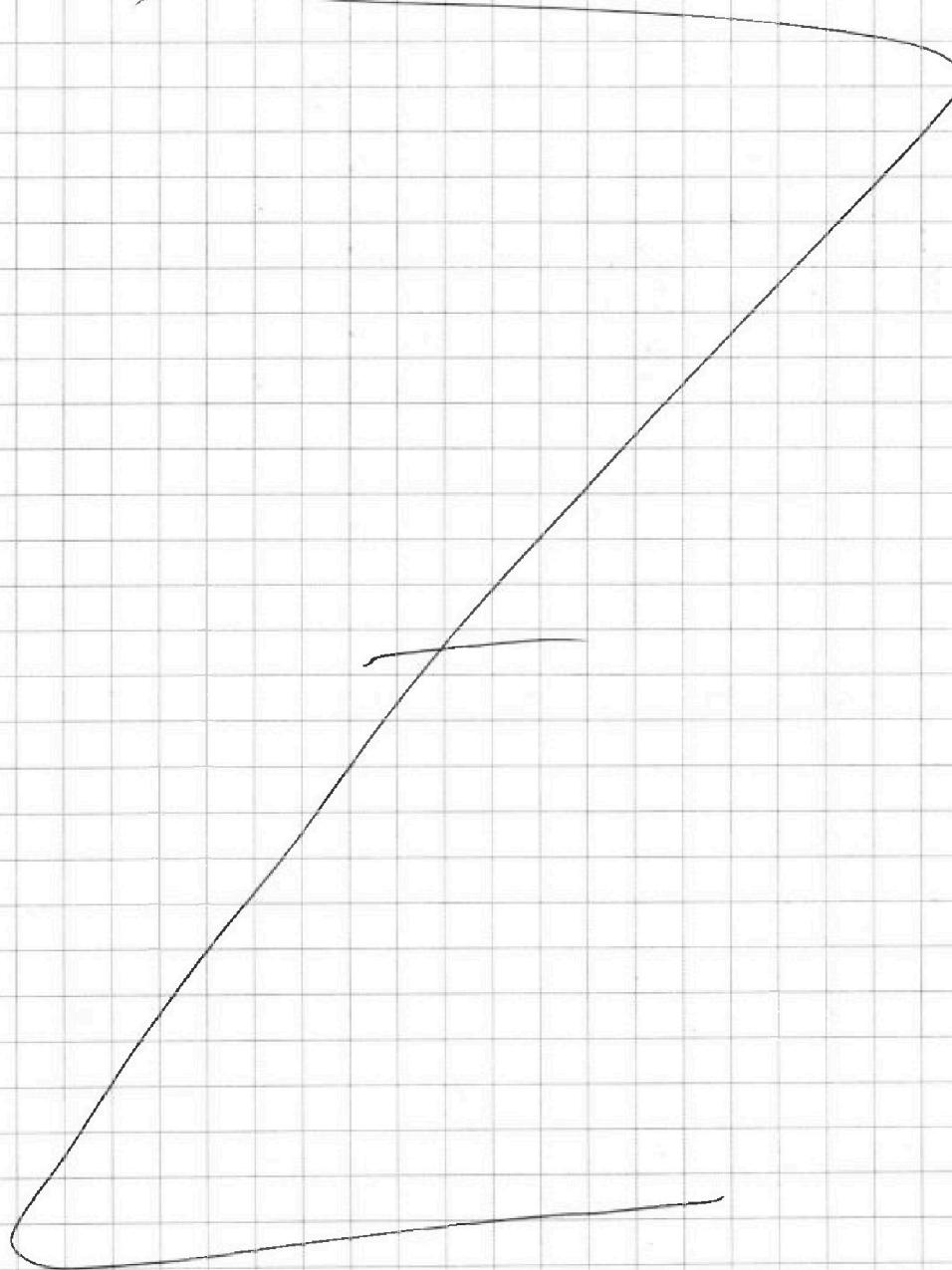
СТРАНИЦА

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!

Задача.

$$1) \frac{32\pi r^2}{9} = \frac{800\pi}{9} \text{ м}^2$$



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.

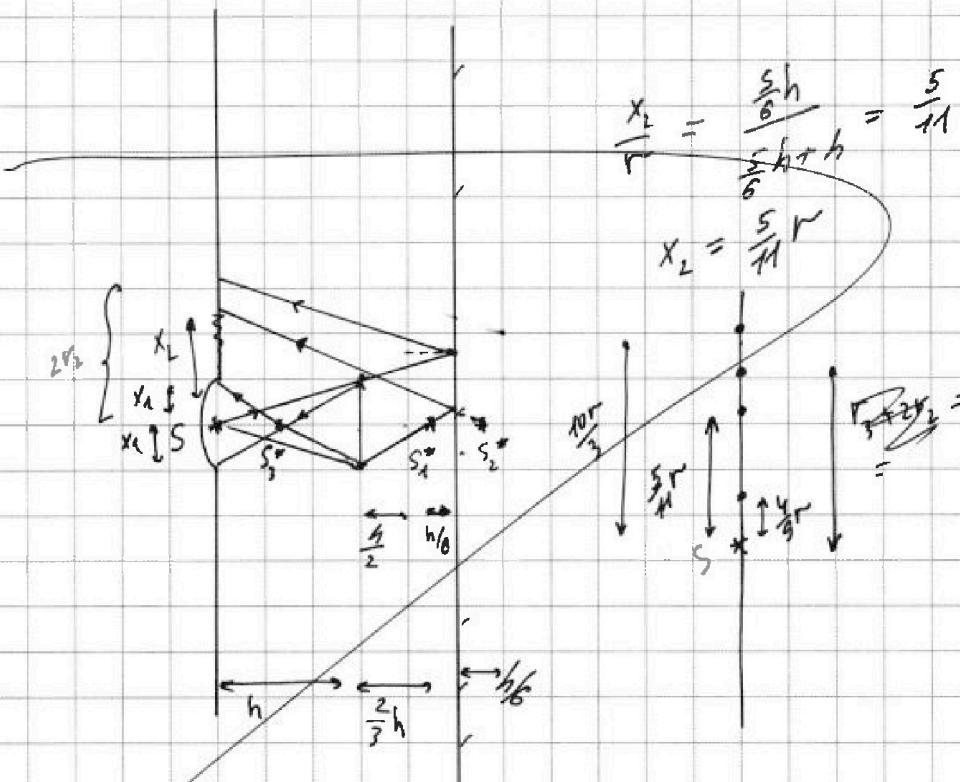


- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|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

5)



s_2^* - изображение s_2^* в виде в проекции
изо изображение

s_3^* - изображение s_3^* в виде

$$\frac{I}{f} + \frac{I}{f} = \frac{I}{f}$$

$$s = \frac{I \cdot d}{d - f} = \frac{\frac{1}{3}h \cdot \frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h - \frac{1}{3}h} = \frac{5}{9}h \text{ - расстояние от } s^* \text{ до } s$$

$$\text{из подобия } \frac{x_1}{r} = \frac{h - \frac{5}{6}h}{h} = \frac{4}{9}$$

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

$$x_2 = \frac{10r}{3}$$

$$\frac{90r}{54} = \frac{40r}{9} = \frac{(30 - 4)r}{9} = \frac{26r}{9}$$

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 |
| <input checked="" 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)

Черновик

$$\Delta \varphi = 0$$

\cancel{E}

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

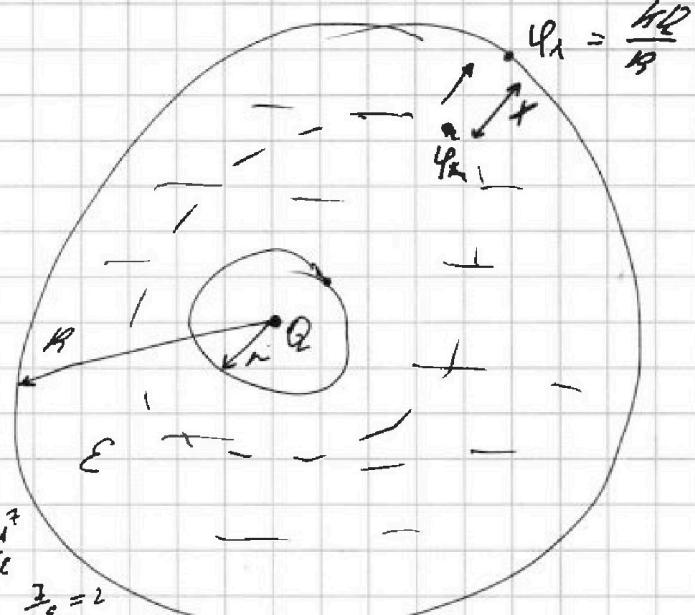
$\cancel{\text{задача}}$

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

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

$$x = \frac{45}{2\varepsilon} - \frac{12}{\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{45}{2} - \frac{12}{2} \right) = \frac{21}{2\varepsilon} = \frac{21}{2\varepsilon}$$

$$E_1 = \frac{4Q}{d^2} \cdot \frac{\frac{3}{2}\varepsilon = 2}{4\varepsilon = 2}$$



$$\int \Delta \varphi = \frac{4Q}{d^2} \cdot \pi d = 4Q \int \frac{1}{d^2} \cdot \pi d = \\ = 4Q \left(-\frac{1}{d} - \frac{1}{R} \right) = \\ = \frac{4Q}{R} = \varphi_1$$

$$\varphi_x - \varphi_1 = \frac{4Q}{\varepsilon R^2} \cdot (R-x) = \frac{4Q(R-x)}{\varepsilon \cdot R^2}$$

$$\varphi_x = \frac{4QR}{R} + \frac{4Q(R-x)}{\varepsilon \cdot R^2} = \frac{4Q}{R} + \frac{4Q \cdot \frac{x}{R}}{R} = \\ = \frac{4QR + 4QR - 4Rx}{\varepsilon R^2} = \boxed{\frac{8QR}{6R}}$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

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

$$\delta A = p \cdot dV \quad \cancel{\text{из}}$$

$$\delta U = \frac{3}{2} (\rho + dp)(V + dV) - pV = \frac{3}{2} (p_0 V + Vdp)$$

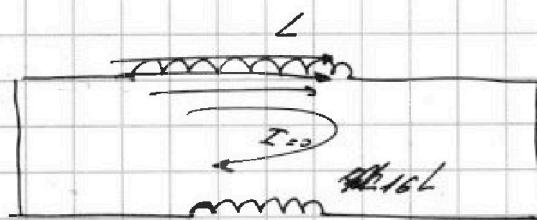
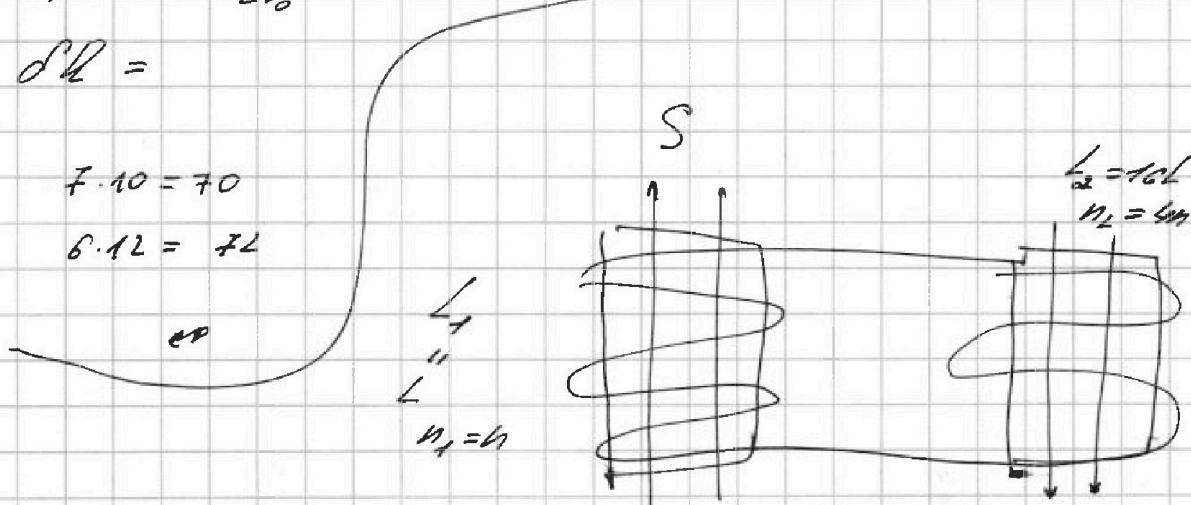
$$\delta Q = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$dp = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot dV$$

$$\delta Q =$$

$$F \cdot 10 = 70$$

$$8 \cdot 12 = 72$$



$$E_i = \cancel{F} - g^* = (BS)' = LS \cdot n$$

$$E_i = I' \cdot L + I' \cdot \cancel{160} = 120 \cdot I' = 0.5 \cdot n$$

$$I' = \frac{0.5 \cdot n}{120}$$



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!

$$L_2 = 16L$$

$$n_2 = 4n$$

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

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

$$S = \frac{\pi}{4} \quad F_{i1} = \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \cdot n \cdot S$$

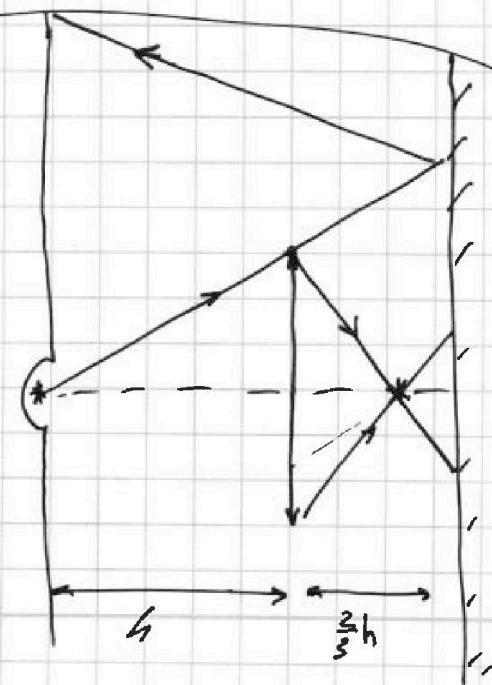
$$E = h \quad F_{i2} = \frac{\Delta B_2}{\Delta t} \cdot 4n \cdot S$$

$$F_{i1} - F_{i2} =$$

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

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

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



$$\begin{aligned} \frac{1}{h} + \frac{1}{\frac{2}{3}h} &= \frac{1}{f} \\ f &= \frac{Ld}{h-f} = \\ &= \frac{\frac{1}{3}h \cdot h}{h - \frac{1}{3}h} = \frac{\frac{1}{3}h}{\frac{2}{3}h} = \\ &= \frac{h}{2} \end{aligned}$$



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

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
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.

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

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

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

$$= \frac{5}{6}h \cdot \frac{5}{2} = \frac{25}{12}h$$

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

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

$$\begin{aligned} F_1 &= mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{6.8}{13}m = \\ &= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6.8}{13} \right) = mg \left(\frac{3.73 - 6.5}{13 \cdot 5} \right) = \\ &= mg \cdot \frac{-2.77}{65} = \frac{9}{65}mg = \frac{9}{65}mg \cdot \frac{13}{13} = \end{aligned}$$

$$2mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

$$\begin{aligned} F_2 &= 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4}g \right) = 2mg \cdot \frac{20 - 13}{13 \cdot 4} = \\ &= \frac{2mg \cdot 7}{52} = \frac{14mg}{52} = \frac{7mg}{26} \end{aligned}$$

$$\frac{36 \cdot 13 - 24 \cdot 5 \cdot 5}{13 \cdot 13 \cdot 5} = \frac{468}{13 \cdot 13 \cdot 5} \left(\frac{1068}{13 \cdot 13 \cdot 5} mg \right)$$

$$\frac{12}{25} + \frac{84}{13 \cdot 13}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 13 \\ \hline 108 \\ + 36 \\ \hline 468 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 25 \\ \hline 120 \\ + 48 \\ \hline 600 \end{array}$$



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!

$$\frac{36}{73 \cdot 5} - \frac{12}{5 \cdot 5} = \frac{12}{5} \cdot \left(\frac{3}{73} - \frac{1}{5} \right) = \frac{12}{5} \cdot \frac{15-13}{73 \cdot 5} = \\ = \underline{\underline{\frac{12}{5} \cdot \frac{2}{73 \cdot 5}}}$$

$$\frac{24 \cdot 5}{73 \cdot 73} - \frac{7 \cdot 12}{2 \cdot 73 \cdot 13 \cdot 13} = \frac{12}{73 \cdot 13} \cdot \left(\frac{2 \cdot 5}{10} - \frac{1}{2} \right) = \frac{12}{73 \cdot 13} \cdot \frac{12}{8} = \\ = \frac{6}{13}$$

$$\frac{25}{150} \times \frac{6}{13}$$

$$\frac{174}{13} \sqrt{13}$$

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

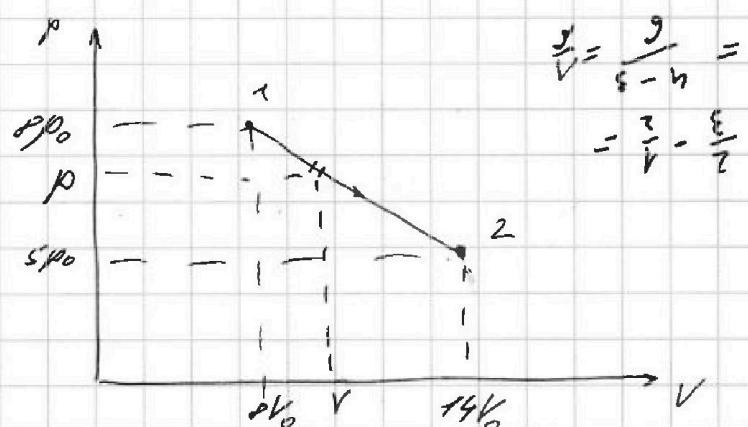
$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 13 \\ \hline 75 \\ + 25 \\ \hline 325 \end{array}$$

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

$$10 \quad 15 \quad 6$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 3 \\ \hline 15 \\ + 5 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$p = 6V + 8$$



$$2P_0 = k \cdot 2V_0 + 8$$

$$8 = 2P_0 + \frac{P_0}{2V_0} \cdot 2V_0 =$$

$$5P_0 = k \cdot 14V_0 + 8$$

$$= 2P_0 + 4P_0 = 6P_0$$

$$3P_0 = -6kV_0$$

$$p = -\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + P_0$$

$$k = -\frac{P_0}{2V_0}$$