



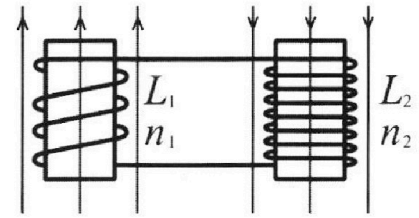
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

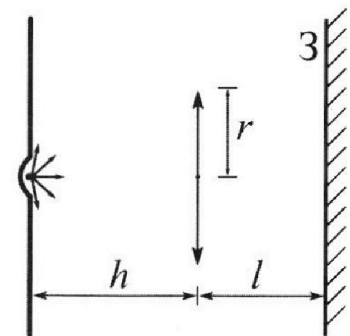


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



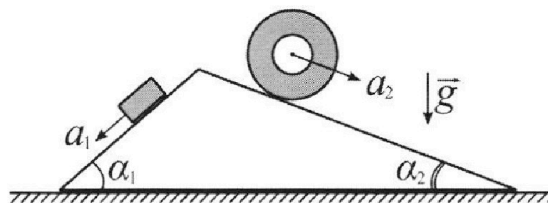
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

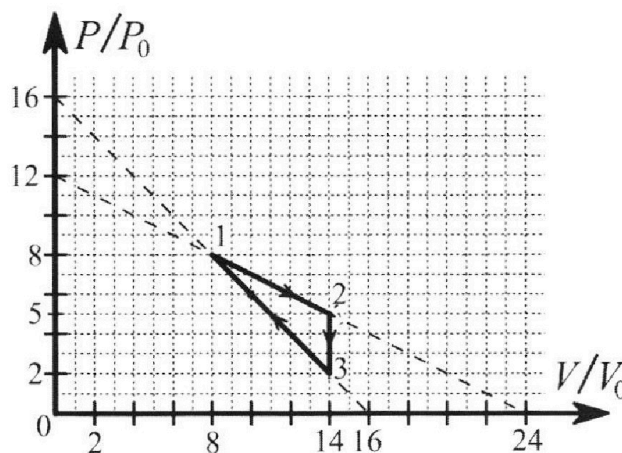


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

К каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

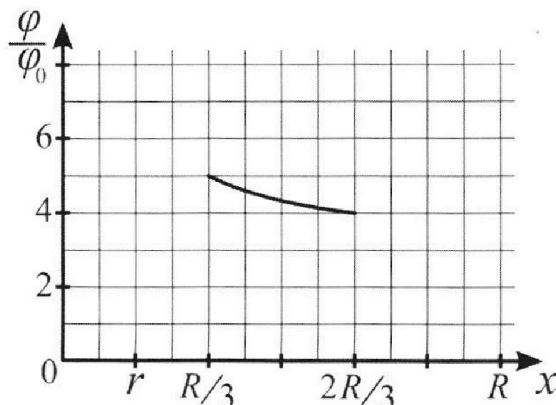
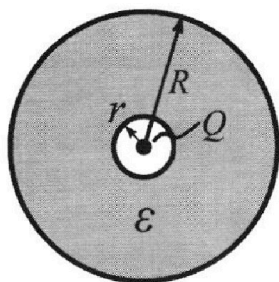
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  
8 ИЗ 19

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

$$F_{\text{TP1}} = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \frac{39-30}{65} mg = \frac{9}{65} mg$$

$$\vec{F}_1 = \vec{N}_1 + \vec{F}_{\text{TP1}} \Rightarrow F_1 = \sqrt{N_1^2 + F_{\text{TP1}}^2}$$

$$F_1 = \sqrt{\frac{16}{25} + \frac{81}{65^2}} mg$$

$$F_1 = \sqrt{N_1^2 + (mg \sin \alpha_1 - ma_1)^2} = mg \sqrt{\cos^2 \alpha_1 + \left( \sin \alpha_1 - \frac{6}{13} \right)^2}$$

$$F_1 = mg \sqrt{1 + \frac{6^2}{13^2} - 2 \cdot \frac{6}{13} \cdot \frac{3}{5}}$$

$$F_1 = mg \sqrt{1 + \frac{36}{169} - \frac{36}{65}}$$

$$\boxed{F_1 = \frac{9}{65} mg}$$

2. Умножить и вычитать.

второй 3-й. Ньютона

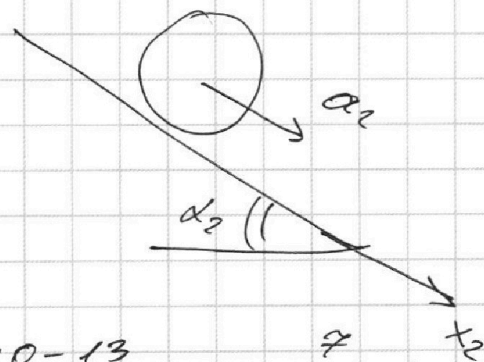
на  $x_2$ :

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

$$F_2 = 2mg \left( \sin \alpha_2 - \frac{1}{4} \right)$$

$$F_2 = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \frac{20-13}{52} = \frac{7}{26} mg$$

$$\boxed{F_2 = \frac{7}{26} mg}$$





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  
из 19

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

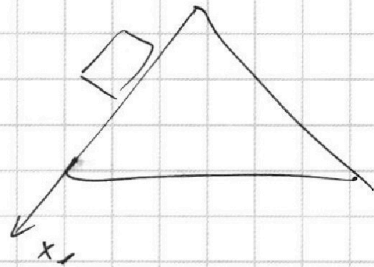
1. Попробем что между клином и бруском есть трение:

в случае, если бы трения не было:

2-ой 3-ий Ньютона на  $x_1$ :

$$mg \sin \alpha_1 = \cancel{m a_1}$$

$$a_1 = g \cdot \frac{3}{5} \neq a_1 = \frac{6g}{13} \Rightarrow$$



$\Rightarrow$  есть еще какая-то

сила, которая "тормозит" брусок -

это сила трения. Пусть коэф. трения между клином и бруском равен  $\mu$ .

Пусть  $N_1$  - сила норм. реакции опоры,

тогда из 2-ого 3-его Ньютона  $\Rightarrow$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$m a_1 = mg \sin \alpha_1 - \cancel{N_1 \mu}$$

$$a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu g \cos \alpha_1$$

$$\frac{6g}{13} = g \cdot \frac{3}{5} - \mu g \cdot \frac{4}{5}$$



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.

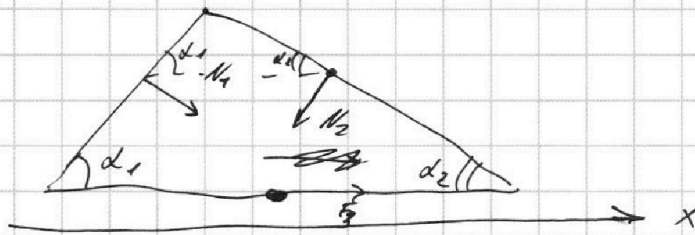
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
9 из 19

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. Найдём силу  $N_2$  - силу реакции (кама) между клином и цилиндром.

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$



т.к. клин не движется, то сумма сил на ось  $x$  равна нулю:

пусть  $F_3$  направлена вдоль  $x$ , тогда

$$N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_3 = 0$$

$$F_3 = N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = mg \left( 2 \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right)$$

$$F_3 = mg \left( \frac{120}{169} - \frac{12}{25} \right) =$$



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  
3 из 19

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!

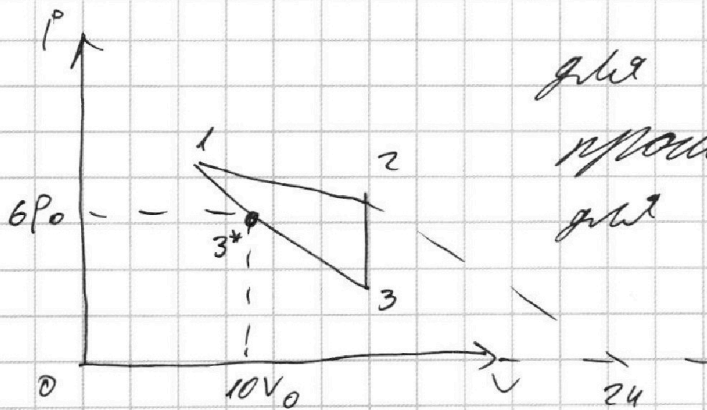
$$\frac{\delta Q}{\delta V} = \frac{5}{2} \alpha V + \frac{3}{2} P^* + \frac{3}{2} \alpha V = 4 \alpha V + P^*$$

$$\alpha = - \frac{P^*}{V^*}$$

точка в которой происходит касание с осью абсцисс  $\frac{\delta Q}{\delta V} = 0$

$$4 \alpha V + \frac{5}{2} P^* = 0 ; \quad 4V \cdot \frac{P^*}{V^*} = -\frac{5}{2} P^*$$

$$V = -\frac{5}{8} V^* , \quad \text{где } V^* - \text{объем при } P = 0$$



для 1-2 касание с осью абсцисс происходит при  $V = 15 \cdot P_0$   
для 3-1:  $V = \frac{5}{8} 16V_0 = 10V_0$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{отг}|}{Q_{пл}}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 9P_0 V_0 + 39P_0 V_0 = 48P_0 V_0$$

$$Q_{23} = C_V \Delta T = \frac{3}{2} (28 - 5 \cdot 14) P_0 V_0$$

$$Q_{23} = -\frac{3 \cdot 42}{2} P_0 V_0 = -3 \cdot 21 P_0 V_0 = -63P_0 V_0$$



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 19

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

$$Q_{33^*} = \Delta U_{33^*} + A_{33^*}$$

$$\Delta U_{33^*} = \frac{3}{2} (60 - 28) P_0 V_0 = 3 \cdot 16 P_0 V_0 = 48 P_0 V_0$$

$$A_{33^*} = -\frac{(2+6) \cdot 4}{2} P_0 V_0 = -16 P_0 V_0$$

$$Q_{33^*} = 48 P_0 V_0 - 16 P_0 V_0 = 32 P_0 V_0$$

$$Q_{3^*1} = \Delta U_{3^*1} + A_{3^*1}$$

$$\Delta U_{3^*1} = \frac{3}{2} (64 - 60) P_0 V_0 = 6 P_0 V_0$$

$$A_{3^*1} = -\frac{6+8}{2} P_0 \cdot 2 V_0 = -14 P_0 V_0$$

$$Q_{3^*1} = -8 P_0 V_0$$

$$\eta = 1 - \frac{63 + \cancel{14}}{48 + 32} = 1 - \frac{\cancel{77}}{80} = \frac{3}{80}$$

$$\boxed{\eta = \frac{3}{80}}$$

$$\boxed{\eta = 1 - \frac{\cancel{71}}{\cancel{80}} = \frac{9}{80}}$$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 19

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!

в процессе 1-2  $\alpha = -\frac{12P_0}{24V_0} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$

~~в точке~~ ~~образом~~  $T_{max}$  ~~где~~  $V = \sqrt{\frac{P^*}{2(\frac{1}{2})}}$

$P^*$  - это точка где  $dU=0$

$$P^* = 12P_0$$

$$V(T_{max}) = \frac{12P_0}{P_0} V_0 = 12V_0$$

$T_{max}$  в точке  $(6P_0, 12V_0)$

$$\frac{T_{max}}{T_3} = 72 P_0 V_0$$

в т. 3 :  $\frac{T_3}{T_3} = 14 \cdot 2 P_0 V_0 = 28 P_0 V_0$

$$\left[ \frac{T_{max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7} \right]$$

3. Найдём КПД цикла.

для этого найдём точку касания

процесса 1-2 и 3-1 с осью абсцисс.

$$dU = -\delta A + \delta Q \Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$P = \alpha V + P^*$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} (\alpha V + P^*) dV + \frac{3}{2} V \alpha dV$$



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 19

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

1. Процесс 1-2:

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - V_1 P_1) = \frac{3}{2} P_0 V_0 \left( \overset{40}{14.5} - \overset{64}{8 \cdot 8} \right)$$

$$|\Delta U_{12}| = 9 P_0 V_0$$

работа - это площадь под графиком P-V.

$$A_{12} = P_0 V_0 (14 - 8) \frac{5 + 8}{2} = P_0 V_0 3 \cdot 13 = 39 P_0 V_0$$

$$A_{23} = 0$$

$$A_{31} = - P_0 V_0 (14 - 8) \frac{8 + 2}{2} = -5 P_0 V_0 \cdot 6 = -30 P_0 V_0$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 9 P_0 V_0$$

$$\left[ \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = 1 \right]$$

2. Найдём точку с макс. T в проз 1-2:

$$PV = 2RT \rightarrow PdV + VdP = 2RdT$$

$$P = \alpha V + P^* \rightarrow dP = \alpha dV$$

$$(\alpha V + P^*) dV + V \alpha dV = 2RdT$$

$$2\alpha V + P^* = 2R \frac{dT}{dV} \quad \text{в точке, где } T \rightarrow \max$$

$$2\alpha V = -P^*$$

$$V = -\frac{P^*}{2\alpha}$$

$\alpha$  - это коэффициент наклона.



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  
1013 19

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 1. *поле от заряда на расстоянии x.*

$E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

Возьмем Тб. Гаусса, где  
Полева поверхность —  
это шар радиуса x.

~~$E dy = -d\phi$~~

на бесконечности потенциал ноль.

~~$d\phi = -\frac{kQ}{\epsilon y^2} dy \Rightarrow \phi_A - \phi_{(\infty)} = + \frac{kQ}{\epsilon} \Big|_{\infty}^R$~~

~~$\phi_A = kQ \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right)$~~

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

~~$d\phi = -\frac{kQ}{\epsilon y^2} dy$~~

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

~~$\phi(x) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \frac{R-x}{xR}$~~

~~при  $x = \frac{5R}{6}$ ;  $\phi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \frac{R - \frac{5R}{6}}{\frac{5R}{6}R}$~~

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

не закончили



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
11 ИЗ 19

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. Найдём  $\varepsilon$  используя график:

$$\text{ЧМ} \quad x = \frac{R}{3} \quad \varphi = 540$$

$$x = \frac{2R}{3} \quad \varphi = 440$$

$$540 = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{R - \frac{R}{3}}{\varepsilon \frac{R}{3}} \right) \quad (1)$$

$$440 = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{R - \frac{2R}{3}}{\varepsilon \cdot \frac{2R}{3}} \right) \quad (2)$$

разделим (1) на (2):

$$\frac{5}{4} = \frac{\frac{\frac{k}{3} + R - \frac{R}{3}}{\frac{R}{3}}}{\frac{\frac{2}{3}R + R - \frac{2R}{3}}{\frac{2}{3}R}}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{\varepsilon \frac{R}{3} + R - \frac{R}{3}}{\frac{2}{3}\varepsilon R + R - \frac{2R}{3}} \cdot 2$$

$$\frac{5}{8} \left( \frac{2}{3}\varepsilon R + \frac{R}{3} \right) = \varepsilon \frac{R}{3} + \frac{2}{3}R$$

$$\frac{10}{24}\varepsilon R + \frac{5}{24}R = \frac{\varepsilon R}{3} + \frac{2R}{3}$$

$$\varepsilon \left( \frac{10}{24} - \frac{1}{3} \right) = \left( \frac{2}{3} - \frac{5}{24} \right) R$$

$$\varepsilon = \frac{\frac{2}{3} - \frac{5}{24}}{\frac{10}{24} - \frac{1}{3}} = \frac{48 - 15}{30 - 24}$$

$$\varepsilon = \frac{10 - 3.8}{24} = \frac{16.2}{24}$$

$$\varepsilon = \frac{21}{-14}$$

$$\varepsilon = \frac{33}{6} = \frac{11}{2}$$

$$\boxed{\varepsilon = \frac{11}{2}}$$

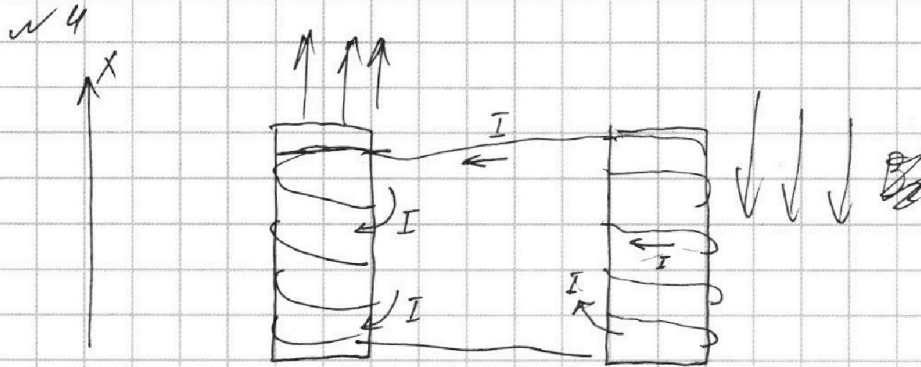


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
5 из 19

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!



М.к. соприкасающиеся катушки мало, то

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = -\frac{d\Phi}{dt} = IR = 0 \Rightarrow \Phi = \text{const.}$$

поток не меняется.

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_{1\text{вн}} + \Phi_{1\text{код}} + \Phi_{2\text{вн}} + \Phi_{2\text{код}} \quad (1)$$

↑                    ↑  
поток                    поток  
через катушку себя

$$\Phi_{1\text{код}} = L_1 I \quad \Phi_{2\text{код}} = L_2 I$$

введем ось X:

Мк и это пренебрежимо мало что

разделим на dt:

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi_{1\text{вн}}}{dt} + \frac{d\Phi_{1\text{код}}}{dt} + \frac{d\Phi_{2\text{вн}}}{dt} + \frac{d\Phi_{2\text{код}}}{dt}$$

$$(X): 0 = \frac{d\Phi_{1\text{вн}}}{dt} + \frac{d\Phi_{1\text{код}}}{dt} + \frac{d\Phi_{2\text{вн}}}{dt} + \frac{d\Phi_{2\text{код}}}{dt}$$

" SN 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  
6 ИЗ 19

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!

$$0 = S \overset{n}{\cancel{d}} - L \overset{\cdot}{I} - 16L \overset{\cdot}{I}$$

$$S \overset{n}{\cancel{d}} = 17L \overset{\cdot}{I} \Rightarrow \left[ \overset{\cdot}{I} = \frac{S \overset{n}{\cancel{d}}}{17L} \right]$$

2. III. к  $R \rightarrow 0$ , то  $\varphi = \text{const}$

*Фол-поток в самом начале.*

$$(X) \varphi_{\text{фол}} = S n B_0 - 4 n S \cdot 3 B_0 = -11 n S B_0$$

$$\cancel{X} (X): \varphi = S n \frac{B_0}{3} - 4 n S \cdot \frac{2}{4} B_0 - L \overset{\cdot}{I} - 16L \overset{\cdot}{I},$$

*где ток  $I$  - это ток через катушки.*

$$-11 S n B_0 = n S B_0 \left( \frac{1}{3} - 9 \right) - 17L \overset{\cdot}{I}$$

$$n S B_0 \left( \frac{26}{3} - 11 \right) = -17L \overset{\cdot}{I} \quad \text{" } \frac{1-27}{3} = \frac{-26}{3}$$

$$n S B_0 \frac{26-33}{3} = -17L \overset{\cdot}{I}$$

$$\left[ \overset{\cdot}{I} = \frac{n S B_0 \cdot 7}{17 \cdot 3L} = \frac{7}{51} \frac{n S B_0}{L} \right]$$

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  
19 ИЗ 19

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!

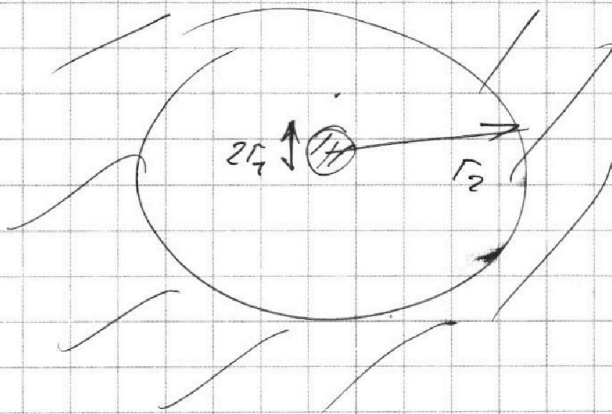
$$\frac{r + r_3}{2r} = \frac{2r}{r} \Rightarrow r + r_3 = 4r \Rightarrow r_3 = 3r$$

~~$$S_2 = \pi \left( r_2^2 - r_1^2 + r_4^2 - r_3^2 \right) = \left( \left( \frac{11}{5} \right)^2 - \left( \frac{1}{6} \right)^2 + \left( \frac{3}{10} \right)^2 - 9 \right) \pi r^2$$~~

~~$$S_2 = \left( \frac{121}{25} - \frac{1}{36} + \frac{9}{100} - 9 \right) \pi \cdot 25 \text{ см}^2$$~~

~~$$S_2 = \left( 121 - \frac{25}{36} + \frac{9}{4} - 225 \right) \text{ см}^2$$~~

т.к.  $r_3 > r_4$ , то картинка  
выглядит так



$$\begin{array}{r} 121 \\ \times 36 \\ \hline 726 \\ 363 \\ \hline 4356 \end{array}$$

$$S_2 = \pi (r_2^2 - r_1^2) = \pi \left( \left( \frac{11}{5} \right)^2 - \left( \frac{1}{6} \right)^2 \right) r^2$$

$$S_2 = \pi r^2 \left( \frac{121}{25} - \frac{1}{36} \right)$$

$$\left[ S_2 = \pi \left( 121 - \frac{25}{36} \right) \text{ см}^2 = \pi \frac{4331}{36} \text{ см}^2 \right]$$

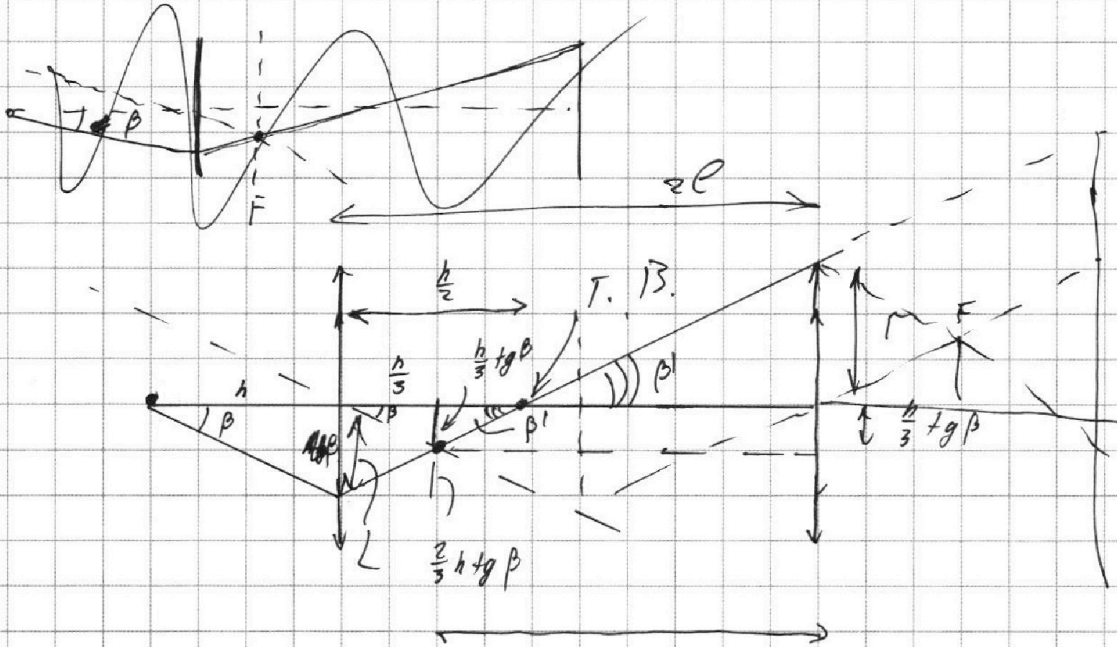


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
15 из 19

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!



найдем координ. т. В. из формулы Т. Симона.

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow d = \left( \frac{1}{F} - \frac{1}{h} \right)^{-1}; d = \frac{hF}{h-F} = \frac{h \cdot \frac{h}{3}}{h - \frac{h}{3}}$$

Пусть  $\operatorname{tg} \beta = \frac{L}{h}$   
 $\operatorname{tg} \beta' = \frac{2L}{h} = \frac{r}{2L - \frac{h}{2}}$

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

$$d = \frac{h}{3} \cdot \frac{3}{2} = \frac{h}{2}$$

$$\frac{2L}{h} = \frac{r}{2 \cdot \frac{2h}{3} - \frac{h}{2}} \Rightarrow L = \frac{1}{2} \cdot \frac{r}{\frac{4}{3} - \frac{1}{2}}$$

$$L = \frac{1}{2} \cdot \frac{r}{\frac{4}{3} - \frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{r}{\frac{8-3}{6}}$$

$$L = \frac{1}{2} \cdot \frac{r \cdot 6}{5} = \frac{6}{10} r$$







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.

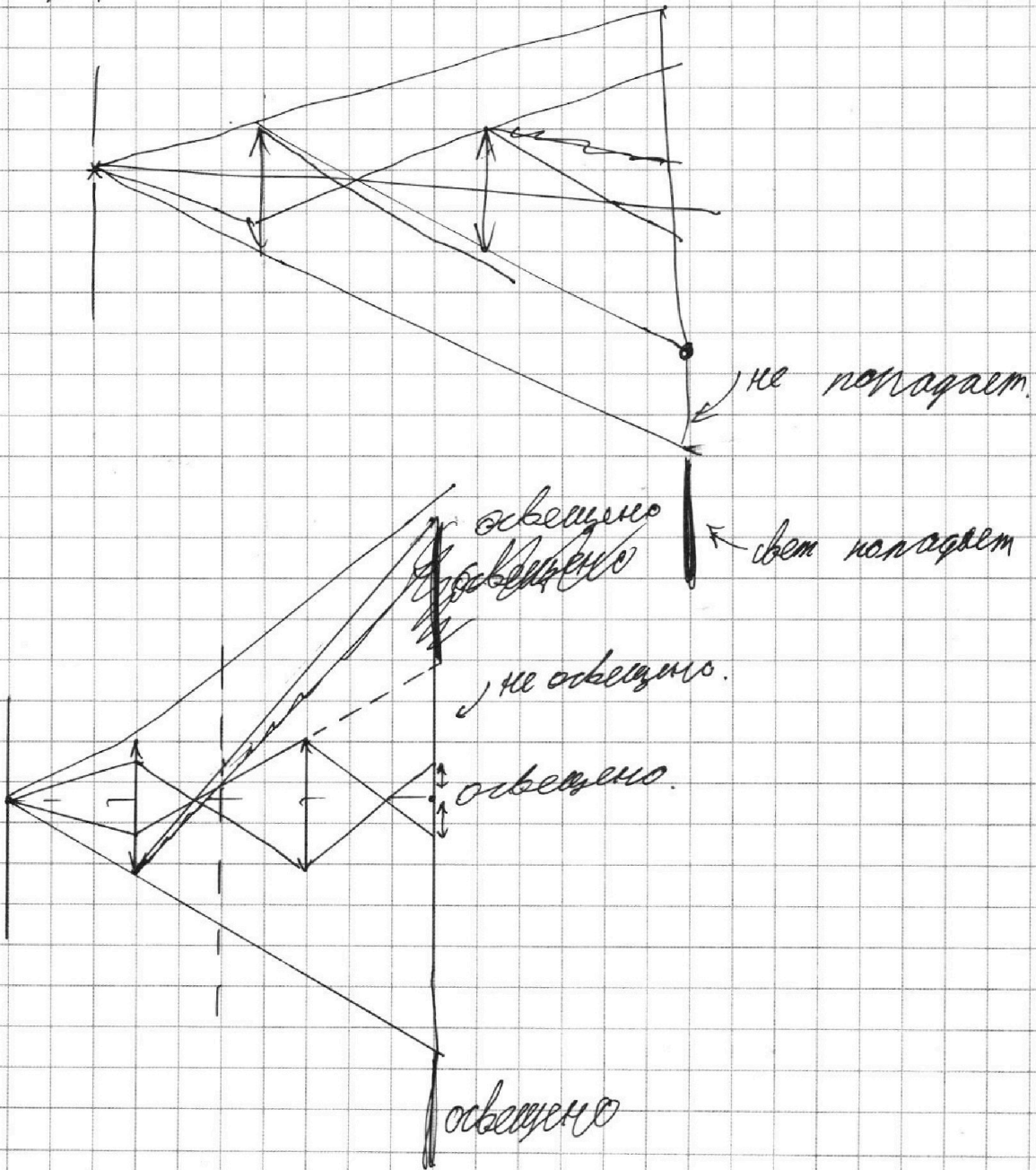
- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
17 из 19

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!

$$\rho' = \frac{2}{3} \cdot \frac{9}{5} r = \frac{6}{5} r$$

Перерисуем рисунок с учётом, что  $\rho' > r$







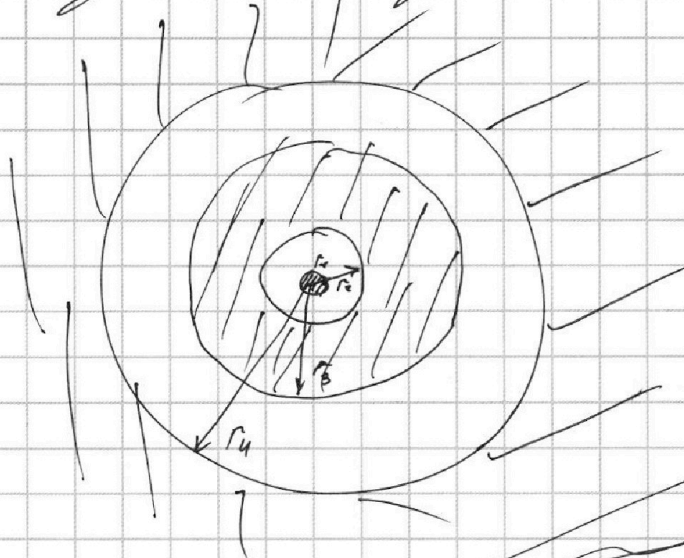
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
18 из 19

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!

*изобразим вид на стене:*



*более одн.  
не обвешу.*

$$r_4 = \frac{hr}{2h+2\ell} = \frac{hr}{2h+\frac{4}{3}h} = \frac{3r}{10}$$

$$r_1 = \frac{r}{6} \quad (\text{м.к. } \ell = \frac{6}{5}r)$$

$$r_2 = \text{tg } \beta' \cdot (h+2\ell - \frac{h}{2})$$

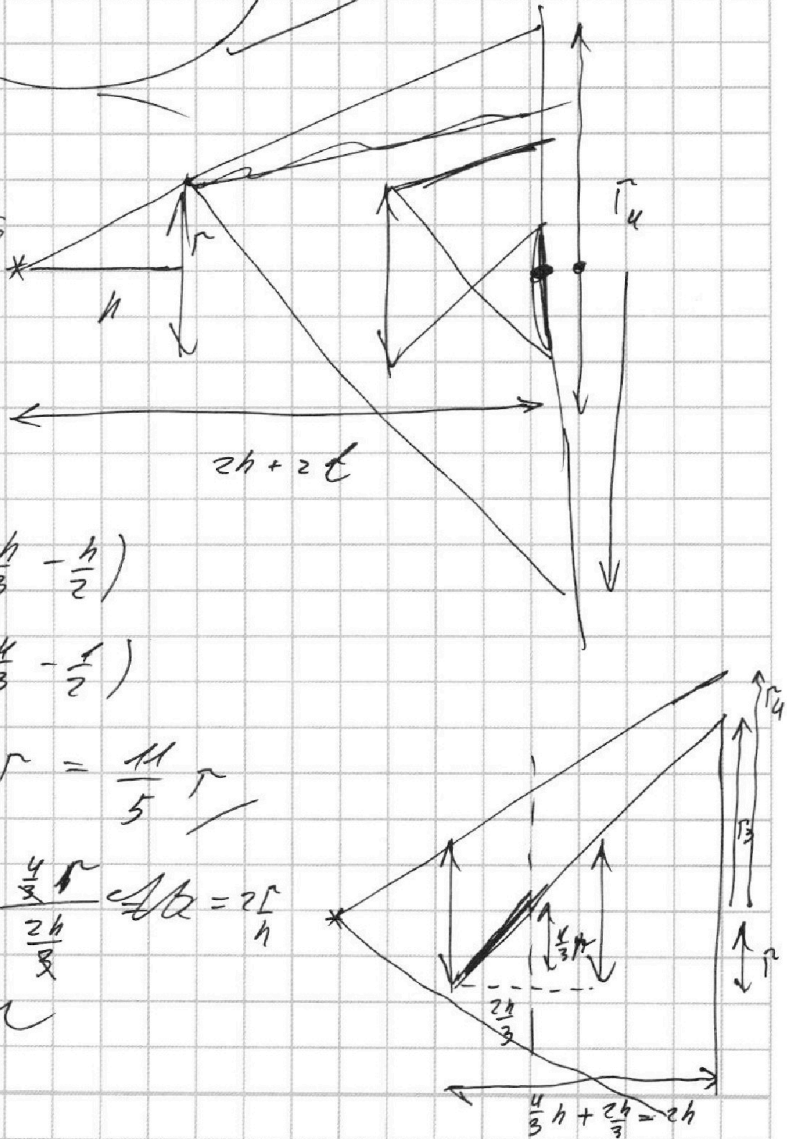
$$r_2 = \frac{6}{5} \frac{r}{h} \left( h+2 \cdot \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} \right)$$

$$r_2 = \frac{6}{5} r \left( 1 + \frac{4}{3} - \frac{1}{2} \right)$$

$$r_2 = \frac{6}{5} \frac{6+8-3}{6} r = \frac{11}{5} r$$

$$\frac{r+r_3}{2h} = \frac{\frac{4}{3}r}{\frac{2h}{3}} \quad \text{так } 2\ell = \frac{4r}{3}$$

$$r = 2h - 2\ell$$





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

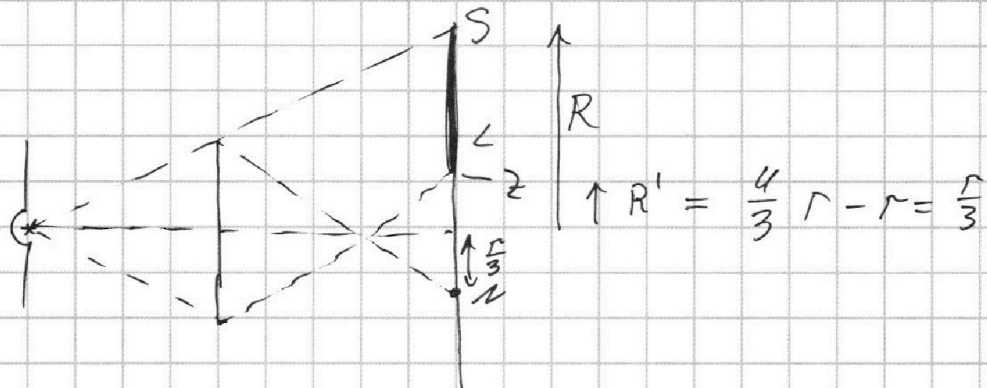
СТРАНИЦА  
13 из 19

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!

$$\text{т.к. } AO = r, \text{ а } BO = \frac{r}{3} \Rightarrow AB = \frac{2r}{3}$$

$$\triangle MNK = \triangle ABK \text{ (по 2-ой ст и углу)} \Rightarrow LN = \frac{4}{3}r$$

Для изображения рисунка с учётом, что  $LN > r$



видно, что кольцо толщиной  $SZ$  будет **неосвещённым**.

$$S_1 = \pi R^2 - \pi R'^2 = \pi R$$

$$\frac{R}{h+c} = \frac{r}{h} \Rightarrow R = \frac{r(h+c)}{h} = \frac{h + \frac{2h}{3}}{h} \cdot r = \frac{5}{3}r$$

$$R' = \frac{r}{3} \text{ толщина образцов } S_1 = \pi r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right)$$

$$\left[ S_1 = \pi r^2 \frac{24}{9} \right] \quad \left[ S_1 = \frac{25-1}{9} \pi r^2 = \frac{600}{9} \pi = \frac{200}{3} \pi \right]$$

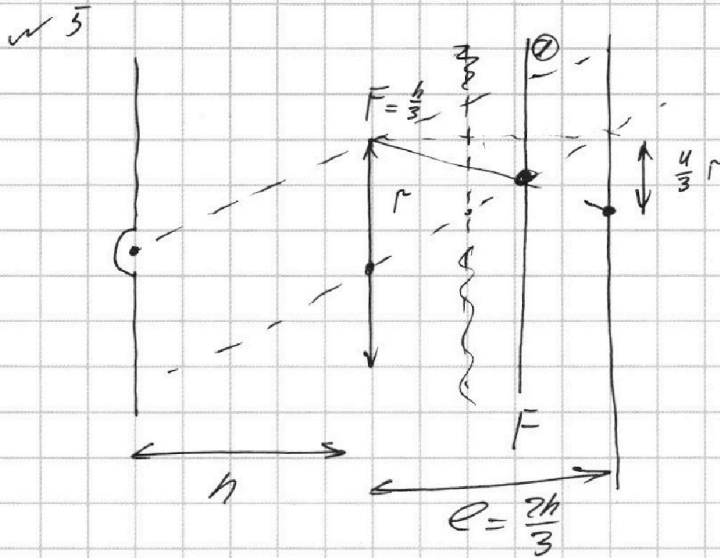


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

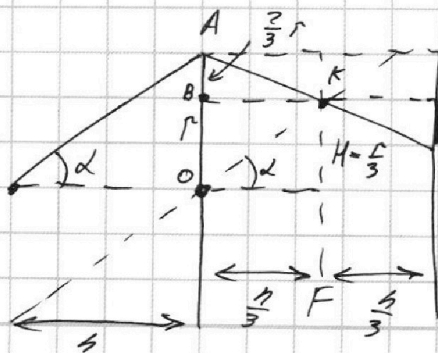
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
12 ИЗ 19

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. Найдём точку на поверхности, перпендикулярной зеркалу: для этого найдем, что все лучи, которые идут не касаясь штыря попадут на зеркало, граничным будет луч ①. Давайте найдем, где луч, который проходит через край штыря пересечет зеркало.



с помощью дан построения штыря под луча.

$$\tan \alpha = \frac{r}{h} = \frac{H}{\frac{h}{3}} \Rightarrow r = 3H$$





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.

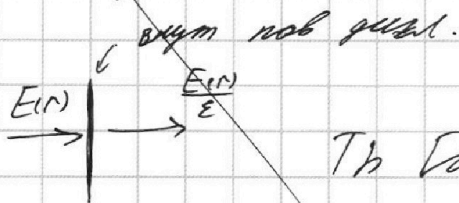
1  2  3  4  5  6  7

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!

потенциал в точке A равен  $\varphi_A = \frac{kQ}{R}$

Найдём какой заряд индуцируется на внут. поверхности диэлектрика.



Th Гаусса

$$\frac{E(r)}{\epsilon} dS - E(r) dS = \frac{\sigma dS}{\epsilon_0}$$

$$\sigma = \epsilon_0 E(r) \frac{1-\epsilon}{\epsilon} \quad E(r) = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\sigma = \epsilon_0 \frac{kQ}{r^2} \frac{1-\epsilon}{\epsilon}$$

$$q_{\text{инд}} = \sigma \cdot \pi r^2 = \frac{\epsilon_0 (1-\epsilon)}{\epsilon} \frac{kQ}{r^2} \pi r^2$$

$$q_{\text{инд}} = \frac{\epsilon_0 (1-\epsilon)}{\epsilon} \pi kQ = \frac{\pi \epsilon_0 (1-\epsilon) Q}{\epsilon} \frac{1}{\pi \epsilon_0}$$

$$q_{\text{инд}} = \frac{(1-\epsilon)Q}{4\epsilon_0}$$

$$E = \frac{k(Q + q_{\text{инд}})}{y^2} \quad \text{или } y \in (r; R)$$

$$E = \frac{kQ \left(1 + \frac{1-\epsilon}{4\epsilon_0}\right)}{y^2} = \frac{kQ}{y^2} \frac{4\epsilon_0 + 1 - \epsilon}{4\epsilon_0} = \frac{kQ}{y^2} \frac{3\epsilon_0 + 1}{4\epsilon_0}$$



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  
\_\_ 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!

$$d\varphi = -E dy$$

$$d\varphi = -\frac{kQ^2}{y^2} \frac{3\varepsilon+1}{4\varepsilon} dy$$

$$\varphi(x) - \varphi_A = \frac{kQ(3\varepsilon+1)}{4\varepsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ(3\varepsilon+1)}{4\varepsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{3\varepsilon+1}{4\varepsilon} \frac{R-x}{x} \right)$$

из графика :  $x = \frac{R}{3} \quad \varphi = 5\varphi_0$

$x = \frac{2R}{3} \quad \varphi = 4\varphi_0$

$$\frac{5}{4} = \frac{1 + \frac{3\varepsilon+1}{4\varepsilon} \frac{R - \frac{R}{3}}{\frac{R}{3}}}{1 + \frac{3\varepsilon+1}{4\varepsilon} \frac{R - \frac{2R}{3}}{\frac{2R}{3}}}$$

$$5 + \frac{5(3\varepsilon+1)}{4\varepsilon} \cdot \frac{3-2}{2} = 4 + \frac{3\varepsilon+1}{\varepsilon} \cdot 2$$

$$1 + \frac{5(3\varepsilon+1)}{8\varepsilon} = \frac{6\varepsilon+2}{\varepsilon} \cdot 8\varepsilon$$

$$8\varepsilon + 15\varepsilon + 5 = 48\varepsilon + 16$$

$$11 = (15-40)\varepsilon \Rightarrow \varepsilon = -\frac{11}{25} = -\frac{11}{25}$$







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

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!

$a_1 = \frac{6g}{13}$   
 $a_2 = \frac{g}{4}$

1. Пусть сила между тросом и блоком  $F_1$  (по модулю)

из второго з-на Ньютона на  $y_2 \Rightarrow$   
 $F_1 = mg \cos \alpha_1$  *двух равновесия*  
*аналогично с цилиндром:*  
 $F_2 = 2mg \cos \alpha_2$

на ось  $(x_1)$ :  $mg \sin \alpha_1 = m \cdot a_1$

$\frac{6g}{13}$

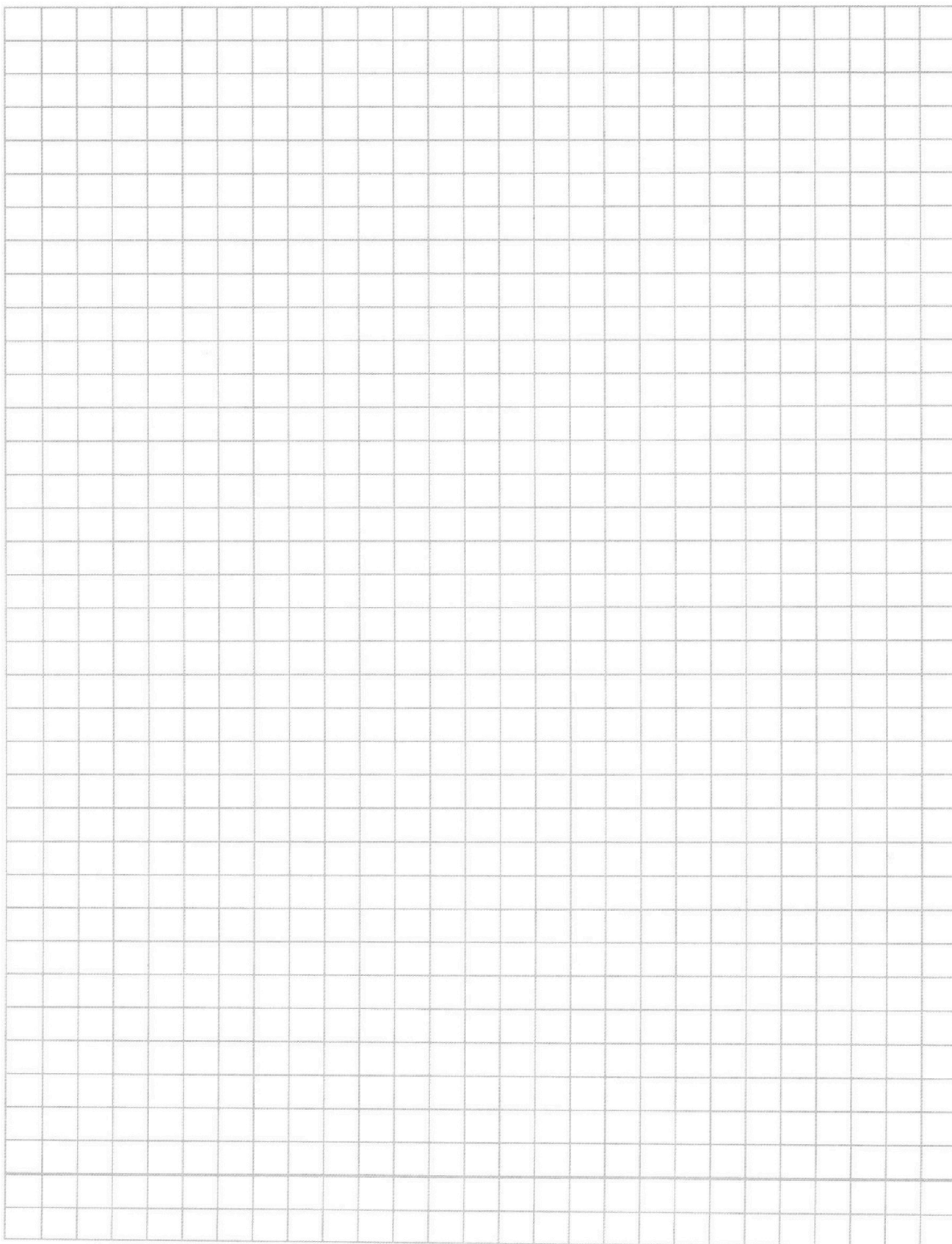


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!





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 (1) (2) 3 *рассчитать*  
 2 (1) (2) (3) *проверить*  
 3 *что-то не так.*  
 4 (1) (2)  
 5 (1) 2

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \frac{R-x}{xR}$$

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

$$\frac{\varphi(x_1)}{\varphi(x_2)} = 1 + \frac{x_2}{x_1\epsilon}$$

