



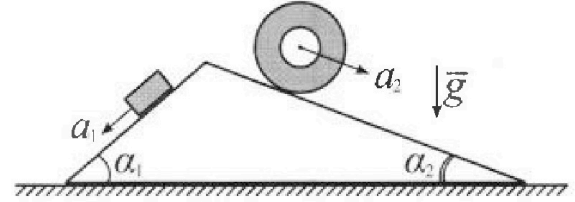
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

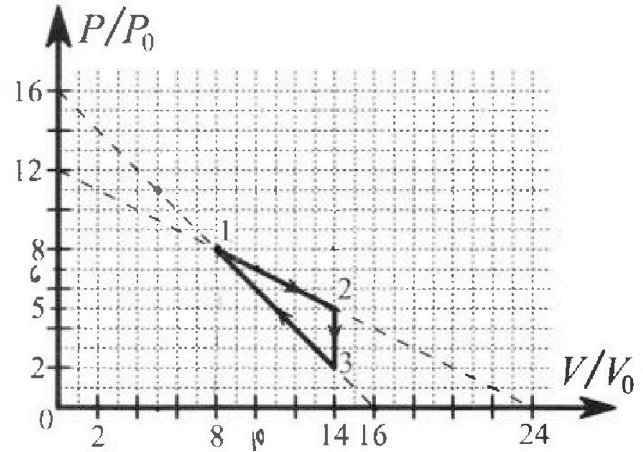


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ 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.

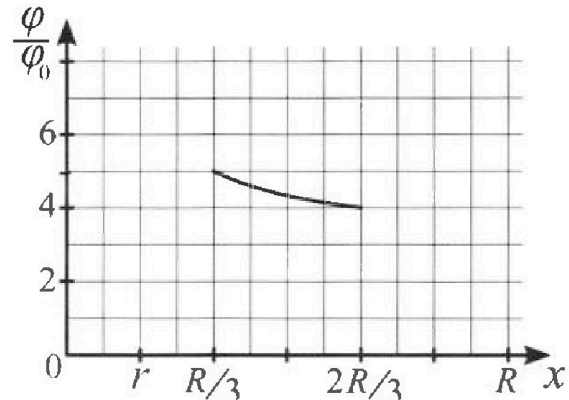
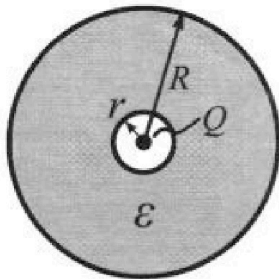
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.  $\frac{1}{4}$
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.  $\frac{16}{7}$
- 3) Найдите КПД цикла.  $\frac{9}{31}$



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.

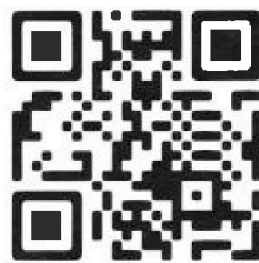
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .  $5,5$



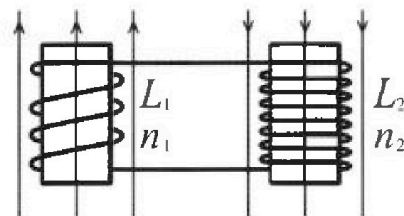
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

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



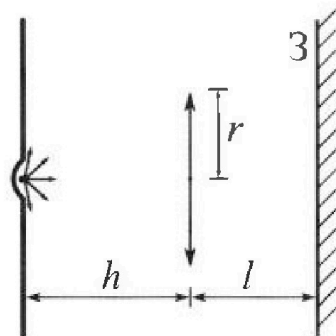
1) Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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.

3) 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  $Z$ . 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.

Handwritten calculations and diagrams for problem 1:

$$\frac{2}{17} \times \frac{3}{51}$$

$$\left(\frac{2}{3} - 0,5\right) \cdot 6 = \frac{3}{4-3}$$

$$\frac{0,5 \cdot 6}{\left(\frac{2}{3} - 0,5\right) \cdot 6} = \frac{3}{4-3}$$

$$\frac{25}{24} + \frac{100}{50} = \frac{400}{50}$$

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

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

$$2\frac{1}{4}$$

$$\mathcal{E} = nS \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$dB < 0$$



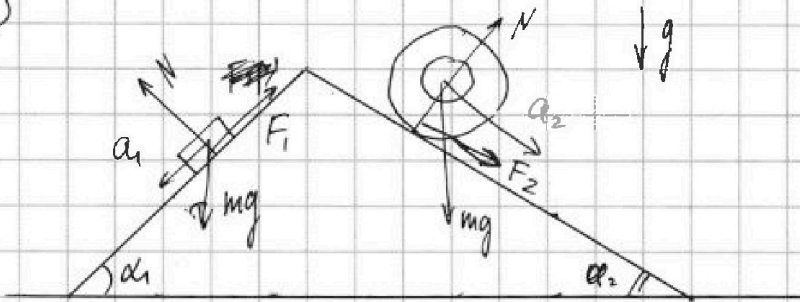
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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

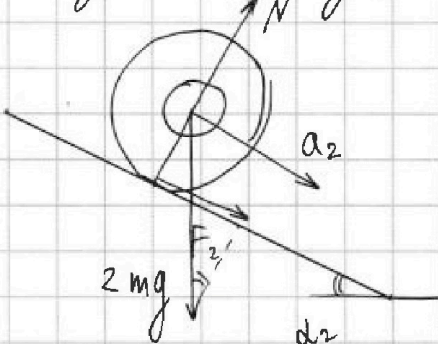


~~$Q = N - mg \cos \alpha_1$~~

Ответ:  $\frac{9}{65} mg$

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

$F_1 = mg \sin \alpha_1 - m a_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \frac{6}{13} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \left( \frac{39 - 30}{65} \right) = mg \frac{9}{65}$



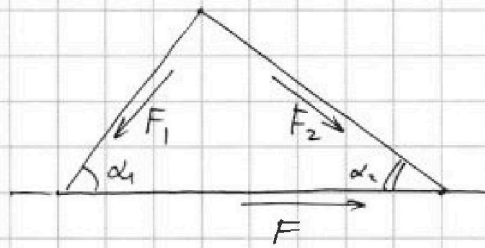
~~$\frac{2m\omega^2}{2} = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{1}{2} m r^2 \omega^2 = \frac{1}{2} m r^2 a_2$~~

~~$F_2 = 2m a_2 - 2mg \sin \alpha_2 = \frac{7}{26} mg$~~

~~$F_2 = 2m a_2 = 2mg \sin \alpha_2 = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \cdot \frac{7}{52} = mg \frac{7}{26}$~~

Ответ:  $\frac{7}{26} mg$

~~Ответ:  $\frac{7}{26} mg$~~



$F = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 =$   
 $= \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{3} mg =$   
 $= mg \left( \frac{7 \cdot 12}{26 \cdot 13} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 3} \right) = mg$

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  
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!

$$p_{21} = -p_0 \frac{V}{2V_0} + 12p_0$$

$$\left(-p_0 \frac{V}{2V_0} + 12p_0\right) + V \left(-\frac{p_0}{2V_0}\right) = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$12p_0 - \frac{p_0 V}{2V_0} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$p_0 \left(12 - \frac{V}{V_0}\right) = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$\frac{dT}{dV} = \frac{p_0 (12V_0 - V)}{\nu R V_0}$$

$$\frac{3}{2} \nu R = - \left(12p_0 - p_0 \frac{V}{2V_0}\right) \frac{\nu R V_0}{p_0 (12V_0 - V)}$$

$$\frac{3}{2} = 12 - \left(\frac{V}{2V_0} - 12\right) \frac{V_0}{(12V_0 - V)}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{1}{2} \frac{(V - 24V_0)}{12V_0 - V}$$

$$V - 24V_0 = 36V_0 - 3V$$

$$4V = (36 + 24)V_0 = 4(9 + 6)V_0$$

$$V_5 = 15V_0$$

$$14V_0 < V_5$$

$$Q_{42} = \int_{10V_0}^{14V_0} (16p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}) dV + \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_1) =$$

$$= 16p_0 \int_{10V_0}^{14V_0} dV - \frac{p_0}{V_0} \int_{10V_0}^{14V_0} V dV + \frac{3}{2} \nu R T_0 (60 - 70)$$

$$Q_{42} = \int_{10V_0}^{14V_0} (16p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}) dV + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_4) = 16p_0 \int_{10V_0}^{14V_0} dV - \frac{p_0}{V_0} \int_{10V_0}^{14V_0} V dV +$$

$$+ \frac{3}{2} \nu R T_0 (70 - 80) = 16p_0 (14V_0 - 10V_0) - \frac{p_0}{V_0} \left(\frac{(14V_0)^2}{2} - \frac{(10V_0)^2}{2}\right) + 15p_0 V_0 =$$

$$= 64p_0 V_0 - 48p_0 V_0 + 15p_0 V_0 = 31p_0 V_0$$

$$Q_{31} = \int_{14V_0}^{8V_0} (12p_0 - p_0 \frac{V}{2V_0}) dV + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = 12p_0 \int_{14V_0}^{8V_0} dV - \frac{p_0}{2V_0} \int_{14V_0}^{8V_0} V dV +$$

$$+ \frac{3}{2} \nu R T_0 (64 - 70) = 12p_0 (8V_0 - 14V_0) - \frac{p_0}{2V_0} \left(\frac{(8V_0)^2}{2} - \frac{(14V_0)^2}{2}\right) + 18p_0 V_0 =$$

$$= -72p_0 V_0 + 33p_0 V_0 + 18p_0 V_0 = -21p_0 V_0 < 0$$

$$Q_4 = Q_{42}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{9p_0 V_0}{31p_0 V_0} = \frac{9}{31}$$

$$\text{Ответ: } \frac{9}{31}$$



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!

№2

$$1) T_0 \equiv \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow T = T_0 \frac{p}{p_0} \frac{V}{V_0}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_0 (5.14 - 8.8) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 (70 - 64) = 6 \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$dT = 0$  на всей всей окружности  $t = \pi$ ,  
т.е. 1 точка касания изотермы

(из симметрии графика  $p \propto \frac{1}{V}$   
и прямой  $p = -\frac{V}{V_0} + 16$ )

$$A = \frac{1}{2} (5p_0 - 2p_0) (14V_0 - 8V_0) = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0$$

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

Ответ: 1

2)  $T_{\max 12} = T_1$  (т.е. 1-точка касания прямой  $p = -\frac{V}{V_0} + 16$   
& изотермой) (симметрии с изотермой)

$$T_2 = 2.14 T_0 = 28 T_0$$

$$T_1 = 64 T_0$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{64}{28} = \frac{16}{7}$$

Ответ:  $\frac{16}{7}$

3) Найдем точки, в которых прямые 1-2 и 3-1 касаются адиабат и определим знаки  $dQ$  на каждом участке.

$$p_{12} = 16p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}$$

$$d(pV) = \nu R dT$$

$$c \equiv \frac{dQ}{dT} = p \frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} \nu R = \frac{3}{2} \nu R + p \frac{dV}{dT} = 0$$

$$p dV + V dp = \nu R dT$$

$$16p_0 + V \left(-\frac{p_0}{V_0}\right) - p_0 \frac{V}{V_0} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$p + V \frac{dp}{dV} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$16p_0 - 2p_0 \frac{V}{V_0} = \nu R \frac{dT}{dV}$$

$$\frac{3}{2} \nu R = -\frac{\nu R V_0}{2p_0(2V_0 - V)} (16p_0 - p_0 \frac{V}{V_0})$$

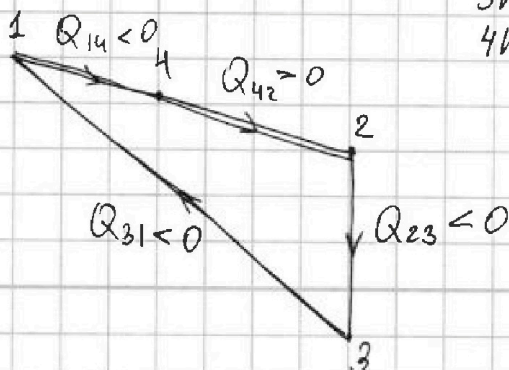
$$\frac{2p_0}{\nu R V_0} (2V_0 - V) = \frac{dT}{dV}$$

$$3 = -\frac{16V_0 - V}{8V_0 - V} = \frac{16V_0 - V}{V - 8V_0}$$

$$3V - 24V_0 = 16V_0 - V$$

$$4V = (16 + 24)V_0 = 4(4 + 6)V_0 = 4 \cdot 10V_0$$

$$V_4 = 10V_0$$



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.

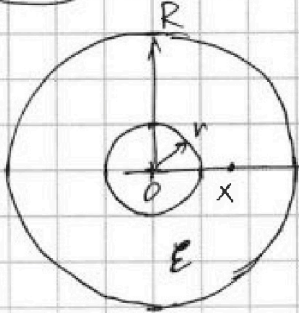


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

№ 3



$$\begin{aligned}
 & \varphi(x) = A_{x \rightarrow R} + A_{R \rightarrow \infty} = \int_x^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2} dx + \int_R^{\infty} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2} dx = \\
 & = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{1}{x} \right) \Big|_x^R + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{1}{x} \right) \Big|_R^{\infty} = \\
 & = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{x} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( 0 + \frac{1}{R} \right) = \\
 & = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{\epsilon x} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{\epsilon 5R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi R \epsilon \epsilon} \left( \frac{6}{5} - 1 + \epsilon \right) = \\
 &= \frac{Q}{4\pi R \epsilon \epsilon} \left( \epsilon + \frac{1}{5} \right) = \frac{Q(5\epsilon + 1)}{20\pi R \epsilon \epsilon}
 \end{aligned}$$

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

Ответ:  $\frac{Q(5\epsilon + 1)}{20\pi R \epsilon \epsilon}$

$$\text{в) } \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)/\epsilon_0}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)/\epsilon_0} = \frac{\left(\frac{R}{R/3} - 1 + \epsilon\right)}{\left(\frac{R}{2R/3} - 1 + \epsilon\right)} = \frac{5}{4} \text{ (из графика)}$$

$$\frac{3 - 1 + \epsilon}{3/2 - 1 + \epsilon} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{2 + \epsilon}{0,5 + \epsilon} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{4 + 2\epsilon}{1 + 2\epsilon} = \frac{5}{4}$$

$$5 + 10\epsilon = 16 + 8\epsilon$$

$$2\epsilon = 11$$

$$\epsilon = 5,5$$

Ответ: 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.



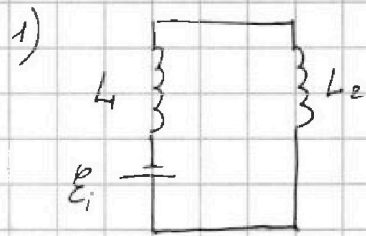
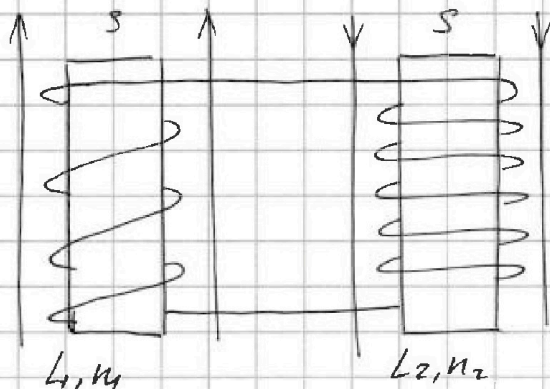
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

№4

$L_1 = L, L_2 = 16L, n_1 = n, n_2 = 4n$



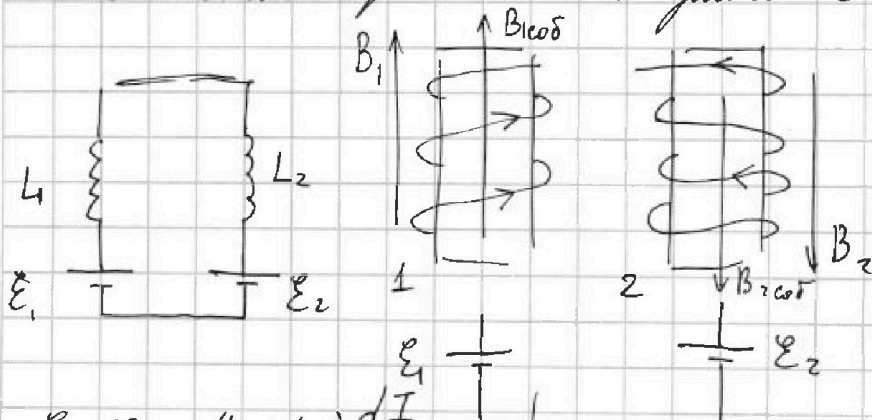
$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = n_1 S \frac{dB}{dt} = \alpha n_1 S$

$\mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$

$i = \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_i}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha n_1 S}{L + 16L} = \frac{\alpha n S}{17L}$

Ответ:  $\frac{\alpha n S}{17L}$

2) Когда поле начинает уменьшаться, в катушке возникает ток, поле которого должно быть направлено в том же направлении, чтобы компенсировать это уменьшение



$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$

$\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$

$d\Phi_1 - d\Phi_2 = (L_1 + L_2) dI$

$I(t=0) = 0$

$(L_1 + L_2) I = |\Delta\Phi_1 - \Delta\Phi_2|$

$I = \frac{nSB_0 | -\frac{2}{3} + 3 |}{L + 16L} = \frac{nSB_0 \cdot 7}{3 \cdot 17L} = \frac{7nSB_0}{51L}$

$I = \frac{|n_1 S \Delta B_1 - n_2 S \Delta B_2|}{L_1 + L_2} = \frac{|nS(\frac{2B_0}{3} - B_0) - 4nS(\frac{9B_0}{4} - 3B_0)|}{L + 16L} = \frac{|nS(-\frac{B_0}{3}) - 4nS(-\frac{3B_0}{4})|}{17L} = \frac{nSB_0 | -\frac{1}{3} + 3 |}{17L} = \frac{7nSB_0}{51L}$

Ответ:  $\frac{7nSB_0}{51L}$



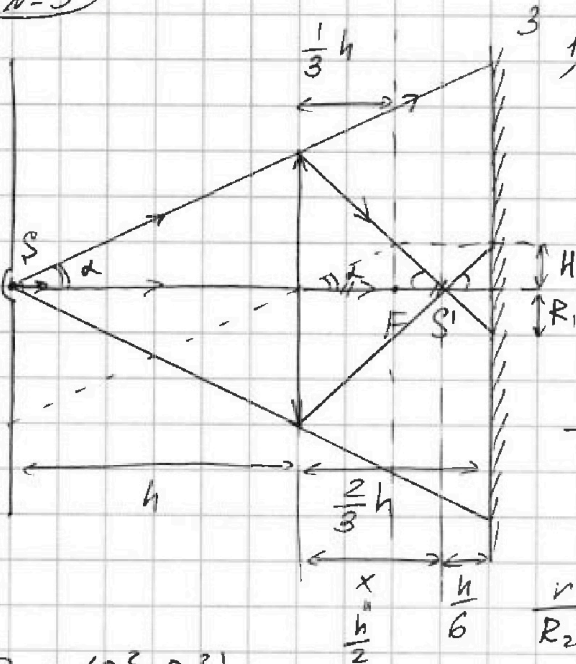
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

N°5



$$1) \operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{H} \quad H = \frac{h}{3} \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{3}$$

$$\frac{v}{H} = \frac{x}{x - \frac{h}{3}} = \frac{v}{v/3} = 3$$

$$x = 3x - h \Rightarrow h = 2x \Rightarrow x = \frac{h}{2}$$

$$x < \frac{2}{3}h$$

$$\frac{v}{R_1} = \frac{x}{\frac{2}{3}h - x} = \frac{h/2}{\frac{2}{3}h - h/2} = 3$$

$$R_1 = \frac{v}{3}$$

$$\frac{v}{R_2} = \frac{h}{h + \frac{2h}{3}} = \frac{1}{5/3} = \frac{3}{5}$$

$$R_2 = \frac{5v}{3}$$

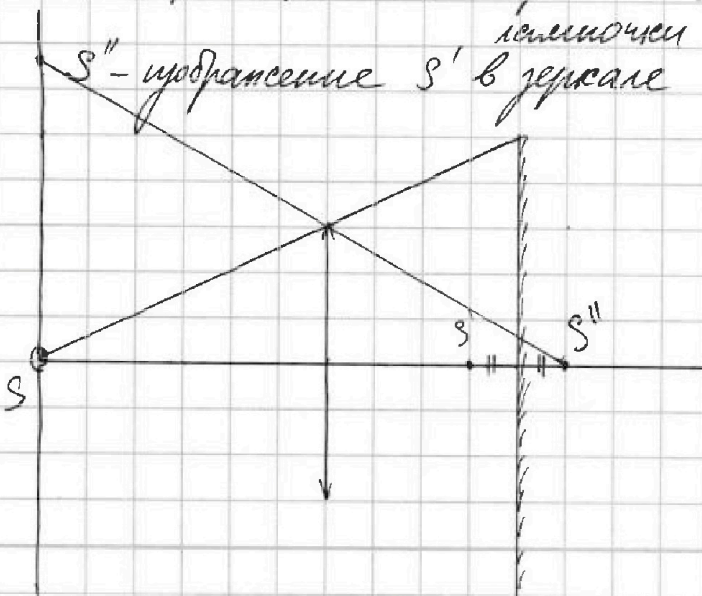
$$S = \pi(R_2^2 - R_1^2) =$$

$$= \pi \left( \left(\frac{5}{3}\right)^2 v^2 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 v^2 \right) = \pi v^2 \frac{25 - 1}{9}$$

$$= \pi v^2 \frac{25 - 1}{9} = \pi \frac{24}{9} \cdot 25 \text{ см}^2 = \pi \frac{600}{9} \text{ см}^2 = \pi \frac{200}{3} \text{ см}^2$$

Ответ:  $\frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$

2) ~~точка, удаленная на x от зеркала - место расположения изображения S'~~  
точка, удаленная на x от зеркала - место расположения изображения S'





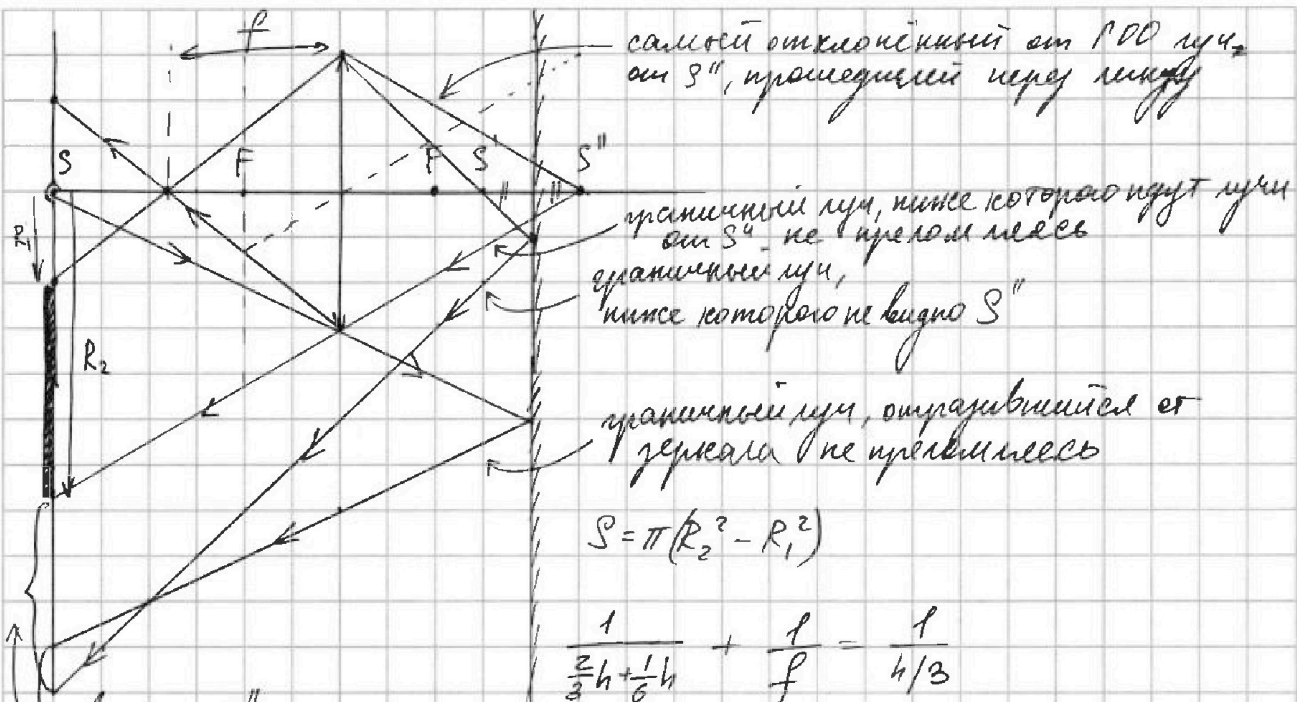
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
h из h

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!



$$S = \pi(R_2^2 - R_1^2)$$

$$\frac{1}{\frac{2}{3}h + \frac{1}{6}h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{h/3}$$

$$\frac{1}{5h/6} + \frac{1}{f} = \frac{1}{h/3}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{1}{h} \left( \frac{15-6}{5} \right) = \frac{9}{5h}$$

$$f = \frac{5h}{9}$$

$$\frac{R_1}{r} = \frac{h-f}{f} = \frac{h - \frac{5}{9}h}{\frac{5}{9}h} = \frac{9-5}{5} = \frac{4}{5} \quad R_1 = \frac{4}{5}r$$

$$\frac{R_2}{r} = \frac{h + \frac{2}{3}h + \frac{1}{6}h}{\frac{2}{3}h + \frac{1}{6}h} = \frac{h + \frac{5}{6}h}{\frac{5}{6}h} = \frac{6+5}{5} = \frac{11}{5} \quad R_2 = \frac{11}{5}r$$

$$S = \pi r^2 \left( \left( \frac{11}{5} \right)^2 - \left( \frac{4}{5} \right)^2 \right) = \pi 5^2 \left( \left( \frac{11}{5} \right)^2 - \left( \frac{4}{5} \right)^2 \right) \text{ см}^2 = \pi (11^2 - 4^2) \text{ см}^2 = \pi (121 - 16) \text{ см}^2 = \pi \cdot 105 \text{ см}^2$$

Ответ:  $105\pi \text{ см}^2$



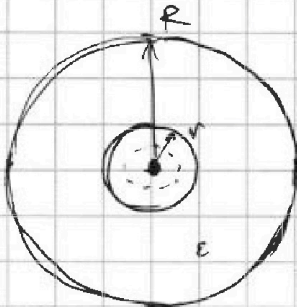
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

черновик



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$$d\varphi = -E dr$$

$$E = - \frac{d\varphi}{dr}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{4-3}{6} = \frac{1}{6}$$

$$\varphi(r) = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r^2} dr$$

$$\frac{2}{3} + \frac{1}{6} = \frac{4+1}{6}$$

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_R^{\infty} \frac{1}{r^2} dr + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \int_r^R \frac{1}{r^2} dr =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{1}{r} \right) \Big|_R^{\infty} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \left( -\frac{1}{r} \right) \Big|_r^R =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( -0 + \frac{1}{R} \right) + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) =$$

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

$$I = \int m v dv$$

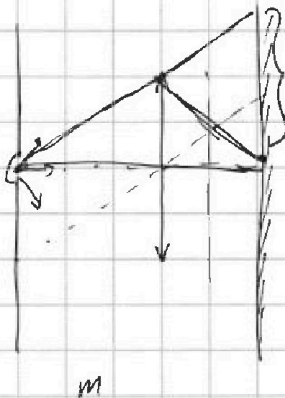
$$I = m v^2$$

$$w = \frac{1}{c}$$

$$\frac{I w^2}{2} = \frac{I v^2}{2 R^2}$$

$$w = \frac{v}{R}$$

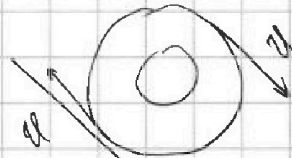
$$w = \frac{v}{R}$$



ноб.

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

$$\frac{121}{16} - \frac{16}{105}$$



$$\frac{1}{h} - \frac{5}{13} = \frac{13-20}{42} = -\frac{7}{42}$$

$$w_0 + 1/2$$

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!

$v=2$  черновик  $x^2 \rightarrow 2x$   $p_0 V_0 = \nu R T_0$   $\nu R =$

$16 p_0 = k b$   $p_{12} = (p_0 \frac{V}{V_0}) + 16 p_0 \frac{x^2}{V} - x$   $p V = \nu R T$

$0 = k 16 V_0 + 16 p_0$   $8 p_0 - 8 V_0$   $\frac{2 p_0 V}{\nu R} = \frac{2 V \nu R T_0}{p_0 V_0}$

$k = \frac{-16 p_0}{8 V_0} = -\frac{p_0}{V_0}$   $P_{12} = -p_0 \frac{V}{2 V_0} + 8 p_0 p_0$   $5 + 4 = 100$

$0 = 24 V_0 k + 12 p_0 \frac{28}{36}$   $U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (104 T_0 - 5 \cdot 14 T_0 - 8 \cdot 8 T_0) =$

$k = \frac{12 p_0}{24 V_0} = \frac{p_0}{2 V_0}$   $15 + 3 = 18$   $= \frac{3}{2} p_0 V_0 (70 - 64) = \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$

$\frac{U_{12}}{A} = 1$   $A = \frac{1}{2} 8 p_0 \cdot (14 - 8) V_0 = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 6 = 9 p_0 V_0$   $T = \frac{p \cdot V}{p_0 \cdot V_0} \cdot T_0$

$Q = e d T = p d V + \frac{3}{2} \nu R d T$   $64 p_0 V_0$   $\Delta U_{14} = \frac{3}{2} \nu R (14 - 8) = \frac{196}{64}$   $\frac{60 - 64}{2} T_0 = \frac{-16 V_0}{2(-1)}$

$\frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} \frac{\nu R}{V} = 0$   $T_3 = 2 \cdot 14 T_0 = 28 T_0$   $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (70 - 60) = \frac{8 V_0}{7}$

$\nu R T = p V = (16 p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}) V = \frac{p_0}{V_0} (16 V_0 V - V^2) = \frac{5}{2} \cdot 10 \nu R T_0 = 15 \nu R T_0$

$T_{max} = \frac{p_0}{\nu R V_0} (16 V_0 \cdot 8 V_0 - 64 V_0^2) = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \cdot 1.8 (16 - 8) = 64 T_0$   $\frac{16}{4} = 4$

$T_{3m} \frac{T_1}{T_3} = \frac{64}{28} = \frac{8 \cdot 8}{7 \cdot 4} = \frac{8 \cdot 2}{7} = \frac{16}{7}$   $p d V + V d p = \nu R d T$

$c = p \frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} \nu R = 0$   $\frac{6 \cdot 12}{60 + 12} \times \frac{14}{72} = \frac{196}{64}$   $p + V \frac{d p}{d V} = \nu R \frac{d T}{d V}$   $4 \cdot 4 \cdot 4 = \frac{196}{64}$

$\frac{p_0}{2 p_0 V} (16 p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}) = + \frac{3}{2} \nu R$   $- p_0 \frac{V}{V_0} + V (-\frac{p_0}{V_0}) = \nu R \frac{d T}{d V} = \frac{13 \cdot 24}{12} = 33$

$\frac{p_0}{2 p_0 V} (16 - \frac{V}{V_0}) = \frac{3}{2} + \frac{14}{56}$   $- p_0 \frac{V}{V_0} - p_0 \frac{V}{V_0} = \nu R \frac{d T}{d V} = -2 p_0 \frac{V}{V_0}$   $\frac{17}{152}$

$\frac{p_0}{2 p_0 V} (16 - \frac{V}{V_0}) = \frac{3}{2} + \frac{14}{56}$   $96 \frac{17}{14}$   $-\frac{d T}{d V} = \frac{-2 p_0 V}{\nu R V_0}$

$\frac{p_0}{2 p_0 V} (16 - \frac{V}{V_0}) = \frac{3}{2} + \frac{14}{56}$   $16 p_0 - p_0 \frac{V}{V_0} + V (-\frac{p_0}{V_0}) = \nu R \frac{d T}{d V}$

$\frac{\nu R V_0}{2 p_0 (8 V_0 - V)} (16 p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}) = -\frac{3}{2} \nu R$   $p_0 (16 - \frac{V}{V_0} - \frac{V}{V_0}) = \nu R \frac{d T}{d V}$   $\frac{d T}{d V} = \frac{2 p_0 (8 V_0 - V)}{\nu R V_0}$

$\frac{16 V_0 - V}{8 V_0 - V} = -3$   $16 V_0 - V = -24 V_0 + 3 V$   $\frac{d V}{d T} = \frac{\nu R V_0}{2 p_0 (8 V_0 - V)}$

$(16 + 16) V_0 = 4 V$   $33 + 18 = 40 + 11 = 51$

$(6 + 4) V_0 = V$   $\frac{72}{51}$

$V = 10 V_0$   $p_{12} = \frac{16}{16}$

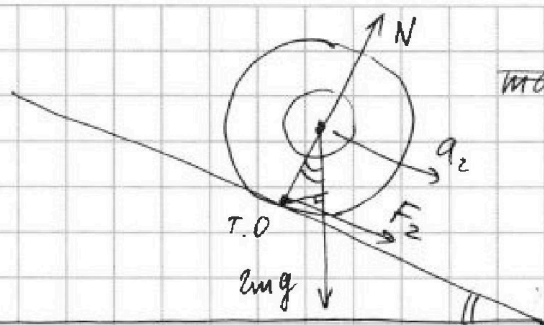


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

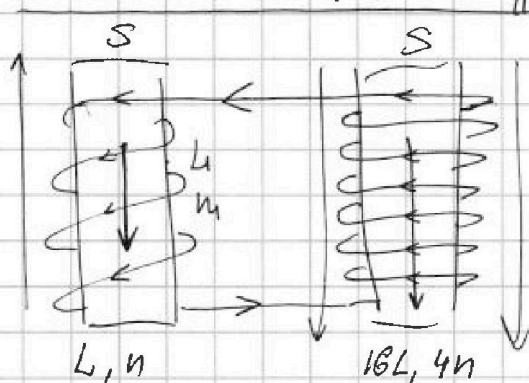
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

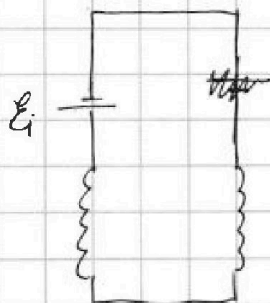
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$ma_2 \cdot R = mg R \sin \alpha$$



$$u = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \frac{d\Phi}{dB} = \frac{dB}{dt} \frac{d(nBS)}{dB} = nS \frac{dB}{dt} = \alpha n S$$



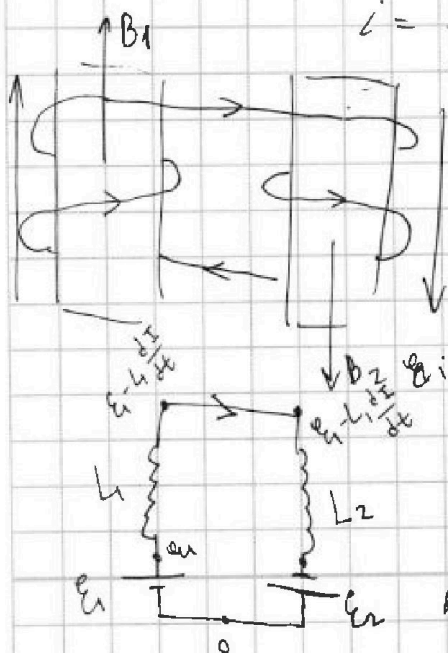
$$\frac{d\Phi_1}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$n_1 S = L_1 + L_2$$

$$n_1 S \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) i$$

$$i = \frac{n_1 S \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{4n S \alpha}{17L_1}$$

$$I(L_1 + L_2) = \frac{2}{3} n S B_0 + n S (2B_0 - 9B_0) = \frac{2}{3} n S B_0 + 8n S B_0 = \frac{2+9}{3} n S B_0 = \frac{11}{3} n S B_0$$



$$\epsilon_i + \epsilon_2 = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$n_1 S \frac{dB_1}{dt} + n_2 S \frac{dB_2}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$n S \left(\frac{B_0}{3} - B_0\right) + 4n S \left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0\right) = (L_1 + L_2) (I - 0)$$