



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

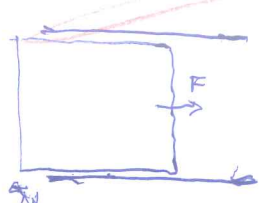
по физике
профиль олимпиады

Маслов Александрович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» декабря 2026 года

Подпись участника
Маслов

№ 5.2.2. *Вертикаль*



$F dx = mv^2$; $q_1 = \frac{q_0}{d}$
 $\int F dx + mv^2 = \text{const}$
 $\frac{q_1}{\epsilon_0 d} - \frac{q_2}{\epsilon_0 d} = \frac{q_1}{\epsilon_0 d}$

$l_2 = \frac{q_1}{\epsilon_0} (1 - \frac{1}{\epsilon}) = \frac{q_1}{\epsilon_0} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$; $q_2 = \frac{q_1}{\epsilon} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$
 $z_1 = \frac{q_2}{\epsilon}$; $z_2 = \frac{q_1}{\epsilon}$

$\int \frac{k q_1 q_2}{(x+l)^2} dx = k q_1 q_2 \int \frac{dx}{(x+l)^2} = k q_1 q_2 \int \frac{dz}{z^2}$
 $\int \frac{dz}{z^2} = -\frac{1}{z} = -\frac{1}{x+l} = -\frac{1}{x+l} \cdot \frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} = \frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} \frac{1}{x+l}$

$\frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} \frac{1}{x+l} = \frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2}$

$k q_1 q_2 (x-l) = \dots$

$\frac{k q_1 q_2 (x^2 - lx)}{\epsilon^2}$; $\frac{x^2}{x^2 + 2lx + l^2}$

$-\frac{k q_1 q_2 (x^2 - lx)}{\epsilon^2 (x+l)^2} = \text{max}$

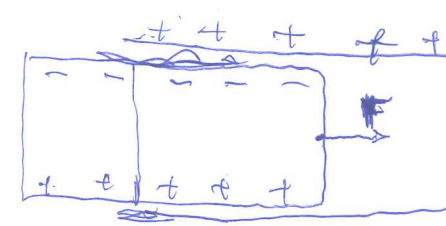
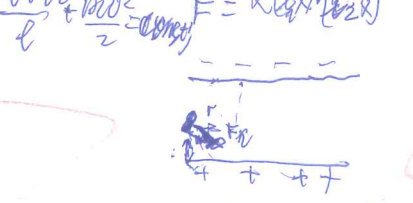
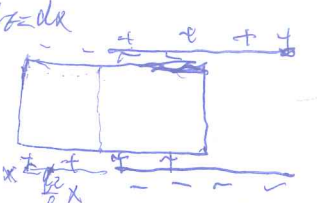
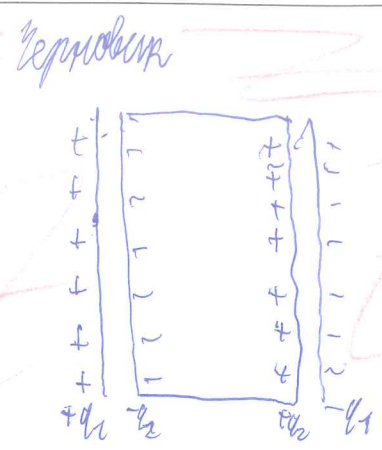
$-\frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} \left(\frac{x^2 - lx}{(x+l)^2} \right) = \text{max}$; $-\frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} (x^2 - lx) = \text{max}$

$-\frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} (x-l) = \text{max}$; $\text{max} + \frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} x = \frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2}$

$\omega = \sqrt{\frac{k q_1 q_2}{m l^3}}$; $T = 2\pi \sqrt{\frac{m l^3}{k q_1 q_2}}$; $\frac{m l^3}{k q_1 q_2} = \frac{4\pi^2 T^2}{\epsilon^2 4\pi \epsilon_0}$

$A = \frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} \frac{dx}{(l-x)^2} = \frac{mv^2}{2}$; $\frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} \frac{1}{(1-\frac{x}{l})^2} = \frac{mv^2}{2}$; $\frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} \frac{x^2}{2l^2} = \frac{mv^2}{2}$

$\frac{k q_1 q_2}{\epsilon^2} x v = m v a$



Σ (всего есть листов) 85

5	5	Калинов Владимир Александрович
4	20+5	Калинов Владимир Александрович
3	20+5	Калинов Владимир Александрович
2	20	Калинов Владимир Александрович
1	10	Калинов Владимир Александрович

Листов № 1.5.2.
 Пусть α - высота склона, то спуск составляет только по действием проекции силы тяжести на α -то $mg \sin \alpha = ma \Rightarrow a = g \sin \alpha$
 ускорение спуска; Пусть v_0 - скорость спуска в момент начала перемещения первого фотозащелки, v_1 - в момент перемещения 2-го.
 Тогда, исходя из условий, можно написать систему ур-ий:

$$\begin{cases} v_1 = a t_1 + v_0 \\ b = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \\ b = v_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} \end{cases}; \begin{cases} v_0 = \frac{b - a t_1^2}{t_1} \\ b = (v_0 + a t_1) t_2 + \frac{a t_2^2}{2} \end{cases}$$

$b = a t_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} + \frac{(b - a t_1^2)}{2 t_1} t_2 = a t_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} - \frac{a t_1 t_2}{2} + \frac{b t_2}{2 t_1}$
 $a (t_1 t_2 + \frac{t_2^2}{2} - \frac{t_1 t_2}{2}) = b (1 - \frac{t_2}{t_1})$ - Заменяем $a = g \sin \alpha = g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{g}{g} = \frac{1}{2}$
 $\alpha = 30^\circ$

Проблем: 30°

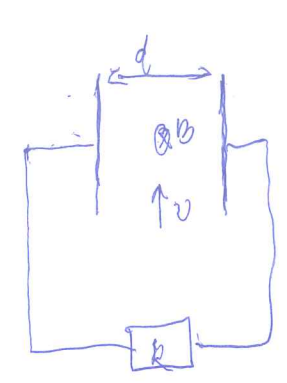
№ 2.3.2.
 Пусть m_1 - масса воды, которая испарилась. Составим ур-ие теплового баланса:
 $\Delta n h_v = m_1 r_n \Rightarrow m_1 = \frac{\Delta n h_v}{r_n}$ - масса, испарившаяся
 Скорость испарения, равная массе, испарившейся, деленной на время испарения.

Чистовик № 2.3.2 (продолжение)
 Записать ур-ие состояния для катодов лампы в ~~вакууме~~ помещении.

Проц $V = \nu RT = \frac{m_0 RT}{M}$; $V = \frac{m_0 RT}{M_{прас}}$

$V = \frac{\Delta m \nu RT}{M_{прас} \tau} \approx \frac{444440}{262954} \text{ М}^3 \approx 2,8 \text{ М}^3$

Ответ: $2,8 \text{ М}^3$



№ 3.3.2.
 ПТ.К. измерять проводимость, и она увеличивается в магнитном поле, то на неё можно действовать силой Лоренца и создаётся ЭДС индукции ϵ_i .

$\epsilon_i = Bvd$ - сила тока в катушке:

$I = \frac{\epsilon_i}{R+r}$, где r - сопротивление источника (внутр. сопротивление). Мощность на резисторе:

$P = \epsilon_i I - I^2 r = \epsilon_i I - I^2 r$ - параболы с

вершинами вниз \Rightarrow вершина $I_0 = \frac{\epsilon_i}{2r} = \frac{\epsilon_i}{2r} = \frac{\epsilon_i}{R+r} \Rightarrow$

$r = R$ где частота, масса, мощность:

$P_m = I_0^2 R = \frac{\epsilon_i^2 R}{(2r)^2} = \frac{\epsilon_i^2}{4R}$; $\epsilon_i^2 = 4RP_m$; $\epsilon_i = 2\sqrt{RP_m} =$

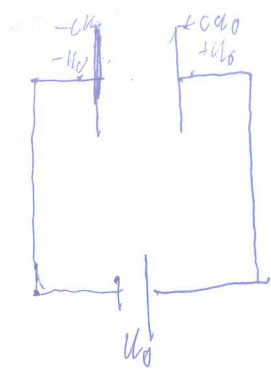
$= Bvd \Rightarrow B = \frac{2\sqrt{RP_m}}{vd}$

Ответ: 1 Тл .

№ 4.10.2.

1) ПТ.К. источник света в комнате находится в фокусе 1-й линзы, то после преломления в 1-й линзе выйдет лучок перпендикулярно к осевой

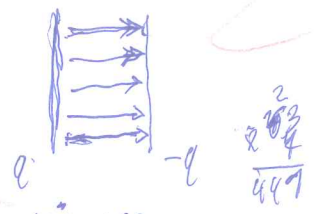
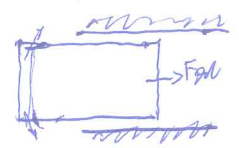
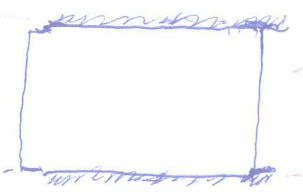
№ 5. Чертовик



$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$; $S = l^2$; $q_1 = C_1 U_0 = C_1 U_0 \Rightarrow$

$U_1 = \frac{C_1 U_0}{C_1} = \frac{U_0}{2} = 2,5 \text{ В}$

$U_0 = Ed \Rightarrow E = \frac{U_0}{d}$



$\frac{44}{8\sqrt{3}} = \frac{44}{8\sqrt{3}} = \frac{44}{13,85} \approx 3,18 \text{ мА}$

$\frac{440}{441} \approx 1,22$

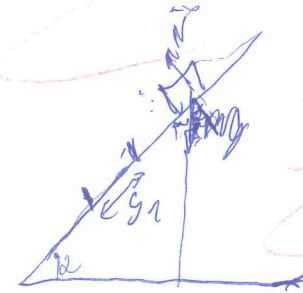
№ 1.

$b = 0,1 \text{ м}$; $a = ?$; $m = 0$

$mg \cos \alpha = ma$; $a = g \cos \alpha$

$S_1 = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{v_1 - v_0}{2} t$

$b = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2}$; $b = v_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2}$



$S_1 = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$; $b = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2}$; $b = v_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2}$

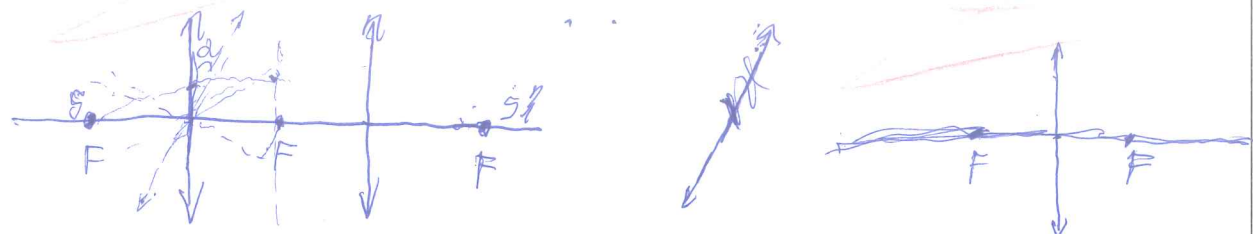
$b = at_1 t_2 + v_0 t_2 + \frac{at_2^2}{2} = at_1 t_2 + \frac{t_2}{2t_1} (2b - at_1^2) + \frac{at_2^2}{2} =$

$a (t_1 t_2 + \frac{t_2^2}{2t_1} + \frac{t_2^2}{2}) = b - \frac{v_1 t_2}{2} =$

$(t_1 t_2 + \frac{t_2^2}{2} - \frac{t_1 t_2}{2}) a = b (1 - \frac{v_1}{v_0}) = 0,1 (1 - \frac{1}{2}) = 0,05$

$0,51 + \frac{1}{2} - 1 = 0,01$; $a = \frac{0,05}{0,01} = 5 = g \sin \alpha \Rightarrow g \sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$

№ 4. Черновики



$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{F} + \frac{1}{f} \Rightarrow \dots$$

$$d = F \sin \alpha; \quad x = F \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F \cos \alpha} - \frac{1}{f}; \quad f = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{F \cos \alpha} \right)^{-1} = \frac{F \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

$$d - f \cos \alpha = F \cos^2 \alpha = \frac{3}{4} F = \frac{3}{2} F \cos \alpha$$

$$d = F + f \cos \alpha; \quad \dots$$

$$f = \frac{2F}{2 - \sqrt{3}} = 2(2 + \sqrt{3})F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F \cos \alpha} - \frac{1}{f}; \quad f_1 = \left(\frac{1}{F \cos \alpha} - \frac{1}{F} \right)^{-1}$$

$$= \frac{(1 - \cos \alpha)^{-1}}{F \cos \alpha}; \quad \Gamma = \frac{f_1}{F \cos \alpha} = \frac{1}{1 - \cos \alpha} = \frac{F \sin \alpha}{F \sin \alpha} \Rightarrow$$

$$h = \frac{F \sin \alpha}{1 - \cos \alpha}; \quad f_1 \cos \alpha = \frac{F \cos \alpha \sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = \frac{F \sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

$$d = F + \frac{F \sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = F \left(1 + \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} \right) = \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_2}; \quad f_2 = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d} \right)^{-1}$$

$$= \frac{d - F}{F} = \frac{F d}{d - F}; \quad f_2 + d = x = \frac{F d}{d - F} + d = \frac{F d + d^2 - F d}{d - F} = \frac{d^2}{d - F}$$

$$x(d - F) = d^2; \quad x \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) = F^2 \left(1 + \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} \right)^2 = \frac{x F}{1 - \cos \alpha} = \frac{F^2 (1 - \cos \alpha + \sin \alpha)^2}{(1 - \cos \alpha)^2}$$

$$x = F \frac{(1 - \cos \alpha)^2}{(1 - \cos \alpha + \sin \alpha)^2}$$

$$\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right)^2 = \frac{(6 - 3\sqrt{3} + \sqrt{3})^2}{6^2} = \frac{(6 - \sqrt{3})^2}{6^2}$$

$$= \frac{18 \cdot 0,3}{18,5} \approx \frac{23,5 \cdot 18 \cdot 0,3}{18,5}$$

61-86-44-13 (2.7)

Верно +

предметом во 2-й линзе ~~от~~ ^{исходном} от центра в центре. Расст. 10 линзу после поворота.

Расст. от источника до ~~500~~ 1-й линзы $h = F \sin \alpha$, тогда $d_1 = F \cos \alpha < F$ - соог. ^{миним. увеличение}
 Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{F d_1}{F d_1 - 1} = \frac{F \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}; \quad \text{Крайнее увеличение}$$

$$\Gamma = \frac{f_1}{d_1} = \frac{1}{1 - \cos \alpha} = \frac{H}{h} \Rightarrow H = \frac{h}{1 - \cos \alpha} = \frac{F \sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

\Rightarrow увеличение будет темным на 500 2-й линзе:

$$d_2 = F + f_1 = F \left(1 + \frac{1}{1 - \cos \alpha} \right) = \frac{F(2 - \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha}$$

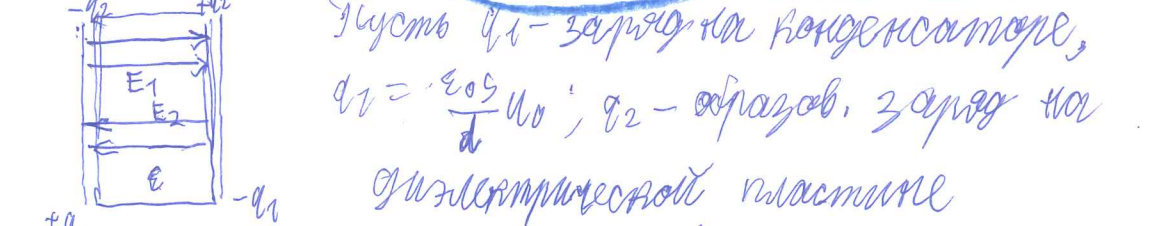
расст. от узла го линзы. Формула тонкой линзы для 2-й линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{F d_2}{d_2 - F} = F(2 - \cos \alpha)$$

$$2F + F(2 - \cos \alpha) = x = \text{расст. между источником и узлом системы}; \quad F(4 - \cos \alpha) = x; \quad F = \frac{x}{4 - \cos \alpha} = \frac{23,5}{4 - \frac{1}{2}} = \frac{44}{8,5} \approx 4,5 \text{ см}$$

Объем: 4,5 см

№ 5, 2, 21

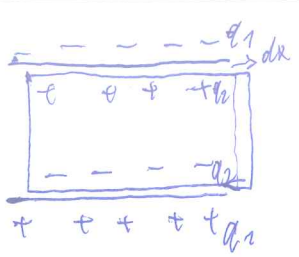


Пусть q_1 - заряд на конденсаторе, $q_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon U}{d}$; q_2 - образ. заряд на диэлектрической пластине

E_1 - напряж. поля зарядов q_1, q_2 - напряж. поля зарядов q_2 . Возьмем ^{силы, напряж. создается полем} ~~поле~~ через заряды и выразим q_2 :

$$\frac{q_1}{\epsilon_0 \epsilon} - \frac{q_2}{\epsilon_0 \epsilon} = \frac{q_1}{\epsilon_0 \epsilon} \Rightarrow q_2 = q_1 \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{q_1}{\epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon U}{d}$$

Рассмотрим изменение диэлектрической пластинки.



Установив заряды q_1, q_2 на пластинах конденсатора, причём суммарная сила притяжения $F_{пр}$ направл. внутрь конденсатора. Закон сохр. э.м. - м.в.

Судит действ. заряды на обложках конденсатора, причём суммарная сила притяжения $F_{пр}$ направл. внутрь конденсатора. Закон сохр. э.м. - м.в.

$$A_{пол} = \frac{mv^2}{2}; -\int F_{ад} dx = \frac{mv^2}{2}; -\int \frac{kq_1 q_2 x da}{\epsilon (\frac{d}{2} + x)^2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$-\frac{kq_1 q_2}{\epsilon} \int \frac{x dx}{(\frac{d}{2} + x)^2} = -\frac{kq_1 q_2}{\epsilon^3} \int x dx = -\frac{kq_1 q_2}{\epsilon^3} \frac{x^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{kq_1 q_2}{\epsilon l^3} x v = mv a_x; \text{max} + \frac{kq_1 q_2}{\epsilon^3} x = 0; \omega = \sqrt{\frac{kq_1 q_2}{\epsilon^3 m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l^3 m}{4kq_1 q_2}} \Rightarrow m = \frac{4T^2 kq_1 q_2}{4\pi^2 l^3} = \frac{T^2}{4\pi^2 \epsilon_0 l^3} \cdot \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{10 \cdot 20 \cdot 10^{-22}}{d}\right)^2 =$$

$\frac{3 T^2 10^2 \epsilon_0 l}{4 \pi^2 d^2} \cdot \frac{1}{2}$ - расст. до центра конденсатора
 (судит весь заряд конденсатора $m_{пол}$)

Черноморск.

$N_{2,3,2}$

$$T = 243 K$$

$$\Delta M = 1 \mu m$$

$$P_{max} = 610 \text{ Вт}$$

$$R_n; r_n; M; R$$

$$V = ?$$

Черноморск.

$$P_{max} V = DRT; \omega = \frac{M \cdot \omega}{M}; m \cdot \omega$$

$$P_{max} = M \cdot \omega^2; m \cdot \omega = m \cdot \omega = (m \cdot \omega) + m \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{P_{max}}{M \cdot \omega} = \frac{P_{max}}{M \cdot \omega} \cdot \frac{M \cdot \omega}{M \cdot \omega}$$

$$m \cdot \omega = \frac{A M \cdot R}{r_n} = \frac{1 \cdot 3,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 10^6}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 18 \\ \hline 234 \\ + 54 \\ \hline 216 \\ + 36 \\ \hline 2196 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 474 \\ \times 611 \\ \hline 474 \\ + 2844 \\ \hline 29184 \end{array}$$

$$V = \frac{DRT}{P_{max}} = \frac{m \cdot \omega RT}{M P_{max}} = \frac{\Delta M \cdot R RT}{M R_n P_{max}}$$

$$= \frac{1,3,3 \cdot 10^5, 8,3,243}{18 \cdot 10^{-3}, 2,3,10^6, 611} = \frac{40^2 \cdot 3282 \cdot 243}{18 \cdot 2,3 \cdot 611}$$

$$= \frac{3,3 \cdot 8,3 \cdot 243 \cdot 10^8}{18 \cdot 2,3 \cdot 10^6, 611} = \frac{33 \cdot 830 \cdot 243}{18 \cdot 23 \cdot 611} = \frac{4474470}{262954}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 33 \\ \hline 66 \\ + 1199 \\ \hline 231 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9009 \\ \times 830 \\ \hline 72072 \\ + 81081 \\ \hline 7474470 \end{array}$$

$P_m = 1 \mu \text{ Вт}$
 $V = 10 \text{ см}^3/\text{с}$
 $d = 40 \text{ см}$
 $R = 0,4 \text{ Ом}$
 $B = ?$



$$E_i = \frac{d\phi}{dt} = B \omega d;$$

$$E_i = \frac{E_i}{R + r};$$

$$P = I^2 R = \frac{B^2 \omega^2 d^2}{(R+r)^2} R;$$

$$\frac{dP}{dt} = \epsilon_i R \left(\frac{R^2 + 2Rr + r^2}{(R+r)^2} \right) = \frac{R^2 + 2Rr + r^2}{(R+r)^2} \cdot \frac{dP}{dt}$$

$$P = I^2 R = \frac{B^2 \omega^2 d^2 R}{(R+r)^2} \rightarrow \text{max}$$

$$\frac{dP}{dR} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dR} \left(\frac{R^2 + 2Rr + r^2}{(R+r)^2} \right) = 0$$

$$\frac{2R + 2r}{(R+r)^2} - \frac{2(R+r)}{(R+r)^3} = 0 \Rightarrow \frac{2R + 2r}{(R+r)^2} = \frac{2(R+r)}{(R+r)^3} \Rightarrow R = r$$

направлен; $I_{max} = \frac{\epsilon_i}{2R} = \frac{\epsilon_i}{2R} = I = \frac{\epsilon_i}{R+r} \Rightarrow R = r$

$$I^2 R = P_m; \frac{\epsilon_i^2}{4R} = P_m; \epsilon_i = 2\sqrt{R P_m} = B \omega d \Rightarrow$$

$$B = \frac{2\sqrt{R P_m}}{\omega d} = \frac{2\sqrt{0,4 \cdot 10^{-3}}}{0,4 \cdot 9,7} = \frac{2 \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-4}}}{4 \cdot 10^{-2}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 1 \text{ Тл}$$