

Нулевик к 16.10.2024

13-19 окт.	7	Электромагнитная индукция. Теорема взаимности. Магнитная энергия.	7.1 07.1 7.31	10.1 5.29 5.30 7.58 7.88	5.28 T9 7.64 6.50 8.47
---------------	---	--	---------------------	--------------------------------------	------------------------------------

87.1

7.1. Медный диск радиусом $a = 10$ см вращается в однородном магнитном поле, делая 100 оборотов в секунду. Индукция магнитного поля направлена перпендикулярно к плоскости диска и равна $B = 10^4$ Гс. Две щетки, одна на оси диска, другая на окружности, соединяют диск с внешней цепью, в которую включены реостат с сопротивлением $R = 10$ Ом и амперметр, сопротивлением которого можно пренебречь. Что показывает амперметр?

Дано:

$$\nu = 100 \text{ Гц}$$

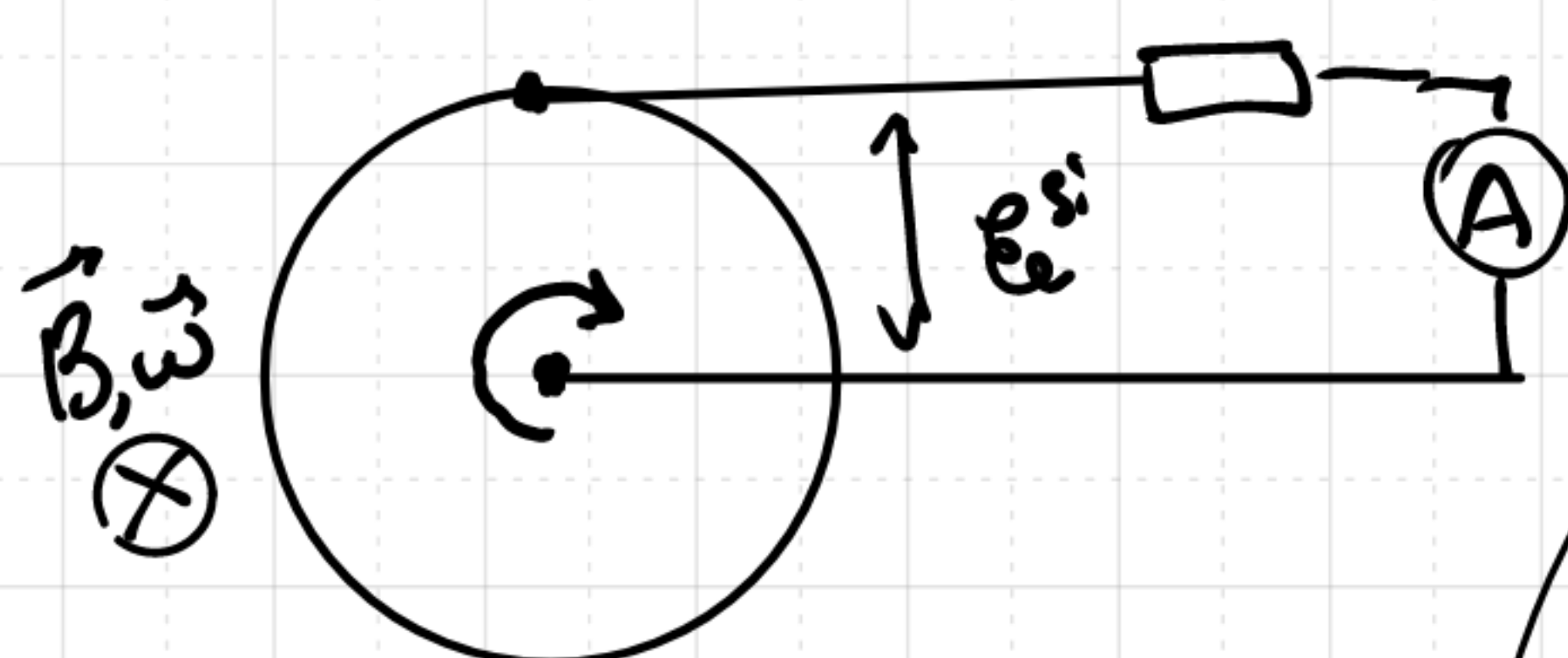
$$a = 10 \text{ см}$$

$$B = 10^4 \text{ Гс}$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

$$I = ?$$

Решение:



$$v = \omega r = 2\pi \nu r$$

$$\vec{F} = \frac{q}{c} [\vec{v}, \vec{B}]$$

$$F = \frac{q}{c} v B = \frac{q}{c} \cdot 2\pi \nu r B$$

$$dA = F dr = \frac{q}{c} \cdot 2\pi \nu B r dr$$

$$\Rightarrow A = \frac{2\pi \nu B}{e} q \int_0^a r dr = \frac{\pi \nu B}{e} a^2 q$$

Работа определится разностью потенциалов

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q} = \frac{\pi \nu B a^2}{c}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\pi \nu B a^2}{R c} = \frac{\pi \cdot 100 \cdot 10^4 \cdot 10^4}{10 \cdot \frac{1}{9} \cdot 10^{10} \cdot 3 \cdot 10^9} \approx 9,4 \cdot 10^8 \text{ эв. вл} \approx 0,314 \text{ А}$$

Ответ: 0,314 А

57.1°

7.1. Определить давление магнитного поля на стенки длинного соленоида кругового сечения, в котором создано магнитное поле $B = 10$ Тл. Какова при этом должна быть поверхностная плотность тока i ?

Ответ: $P \approx 400$ атм, $i = 80$ кА/см.

Дано.	Решение:
$B = 10 \text{ Тл}$	Поле внутри соленоида:
$i = ?$	$B = \frac{\mu H}{c} i \rightarrow i = \frac{cB}{\mu H} = \frac{3 \cdot 10^{10} \cdot 10 \cdot 10^4}{4\pi} \frac{\text{ед. с. Г. [Тл]}}{\text{см}} =$
$P = ?$	$= \frac{3 \cdot 10^{10} \cdot 10 \cdot 10^4}{4\pi} \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^8} \cdot \frac{1}{1000} \frac{\text{кА}}{\text{см}} = 79,6 \frac{\text{кА}}{\text{см}}$

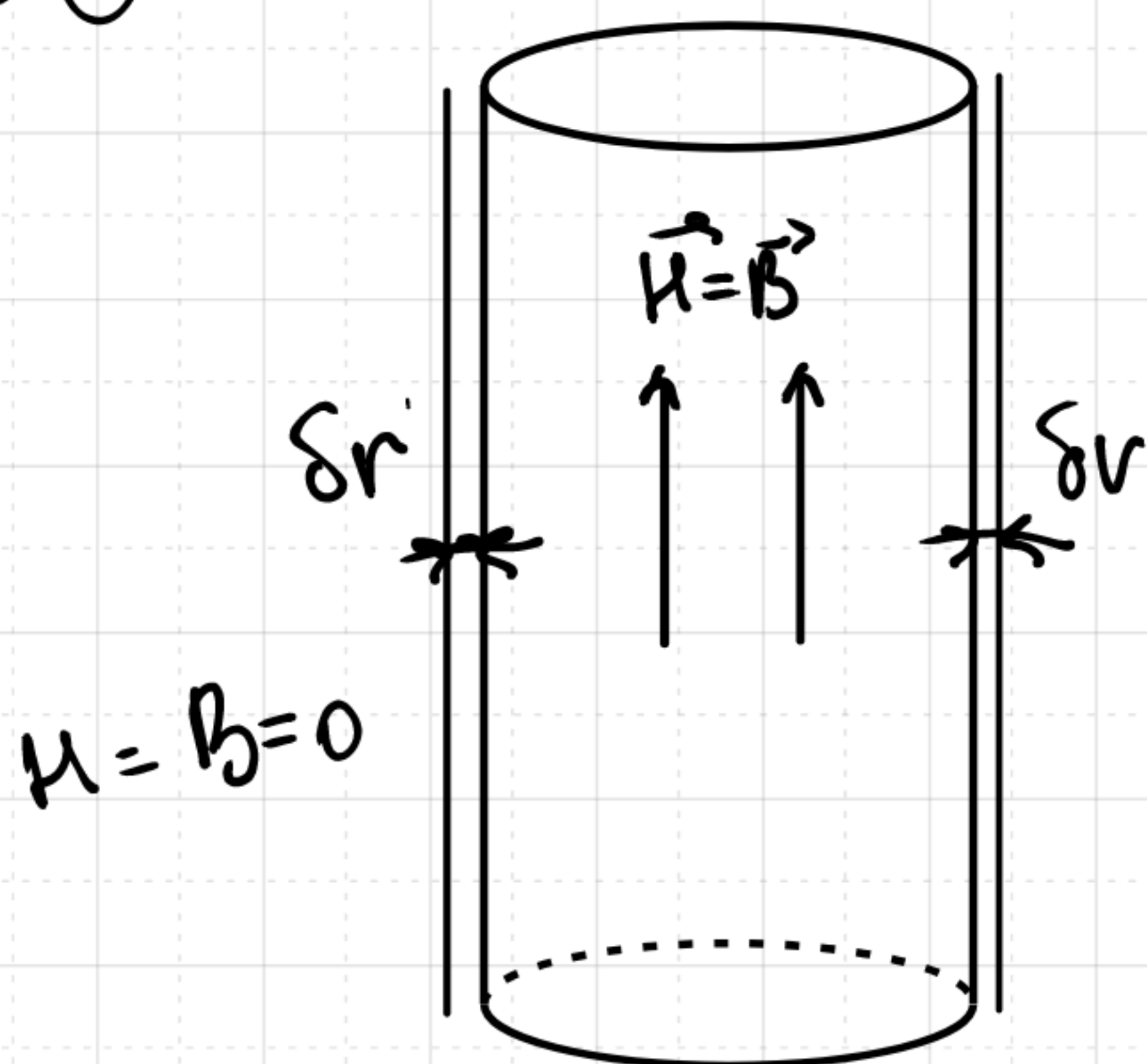
Проведем виртуальное перемещение стенок соленоида вдоль радиуса на расстояние δr .

При этом работа поля $\delta A = \int \int \delta n = -\delta W = (\omega_1 - \cancel{\omega_2}) \delta V$.

$\rightarrow \int = p = \omega_1 = \frac{(\vec{H}, \vec{B})}{8\pi} = \frac{B^2}{8\pi} = \frac{(10 \cdot 10^4)^2}{8\pi} \frac{\text{гм}}{\text{см}^2} \Rightarrow$

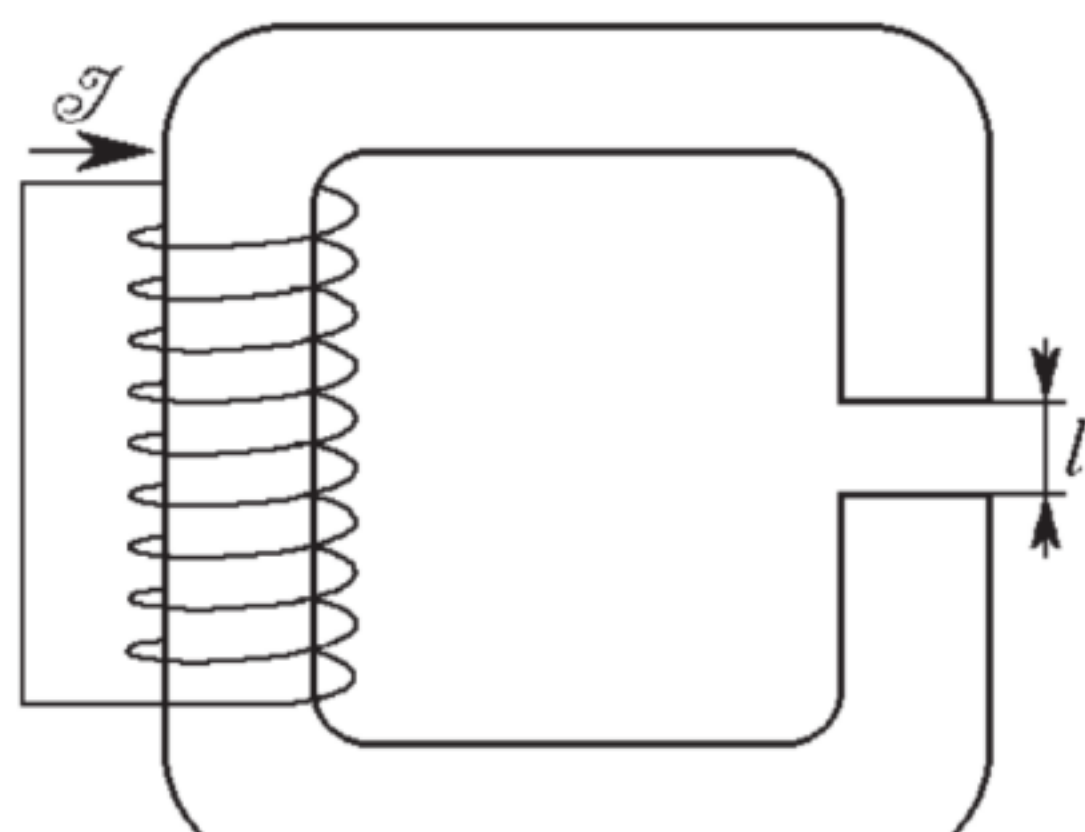
$\Rightarrow \frac{10^{10}}{8\pi} \cdot \frac{10^8}{10^4} \cdot 10^8 \text{ атм} \approx 400 \text{ атм}$

Ответ: 400 атм; $80 \frac{\text{кА}}{\text{см}}$



52.31.

7.31. В опытах А. Д. Сахарова сверхсильные магнитные поля получались взрывным сжатием отрезка проводящей цилиндрической трубы, внутри которой создано начальное магнитное поле с индукцией B_0 . Определить индукцию поля B в трубе в момент максимального сжатия, если $B_0 = 5 \cdot 10^4$ Гс, начальный внутренний радиус трубы $R = 5$ см, радиус в момент максимального сжатия $r = 0,5$ см. Оболочку, окружающую магнитное поле, считать идеально проводящей. Определить также давление P , необходимое для получения такого сжатия.



Дано:

$$B_0 = 5 \cdot 10^4 \text{ Гс}$$

$$R = 5 \text{ см}$$

$$r = 0,5 \text{ см}$$

$$B = ?$$

$$P = ?$$

Решим:

П.к. оболочка идеально проводящая, то в ее сечении естественный магнитный поток (торция в сокр. МП):

$$B_0 \pi R^2 = B \pi r^2 \rightarrow B = B_0 \left(\frac{R}{r} \right)^2 = 5 \cdot 10^4 \left(\frac{5}{0,5} \right)^2 = 5 \cdot 10^6 \text{ Гс.}$$

Из предыдущей задачи, давление, оказываемое МП на стенки цилиндра:

$P = \frac{B^2}{8\pi}$. Это же давление нужно прилагать, чтобы получить такое сжатие:

$$P = \frac{(5 \cdot 10^6)^2}{8\pi} \approx 10^{12} \frac{\text{дин}}{\text{см}^2} = 10^6 \text{ атм.}$$

Ответ: $B = 5 \cdot 10^6 \text{ Гс}$; $P = 10^6 \text{ атм.}$