

КОЛОКВИЈУМ ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 2

26. април 2015.

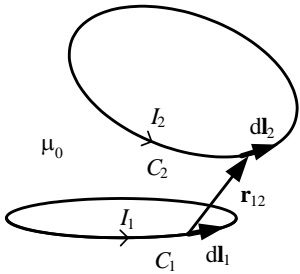
Напомене. Колоквијум траје 150 минута. Није дозвољено напуштање сале 90 минута од почетка колоквијума. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба само овога папира и вежбанке, који се морају заједно предати. Употреба калкулатора није дозвољена. Вежбанку ставити у овај папир. Питања радити искључиво на овоме папиру, а задатке искључиво у вежбанци. Коначне одговоре на питања и тражена извођења уписати у одговарајуће кућице, учртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Одговори без извођења се неће признати. Свако питање носи по 5 поена, а задатак по 20 поена.

Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ						Укупно поена
Група са предавања	Индекс година/број		Презиме и име			
П1 П2 П3	/					
ПИТАЊА				ЗАДАЦИ		
1	2	3	4	1	2	

ПИТАЊА

1. Круте жичане контуре C_1 и C_2 налазе се у вакууму и у њима постоје сталне струје I_1 , односно I_2 , као на слици. (а) Написати израз за магнетску силу којом један струјни елемент контуре C_1 делује на један струјни елемент контуре C_2 . (б) Написати израз за укупну магнетску силу којом контура C_1 делује на контуру C_2 .

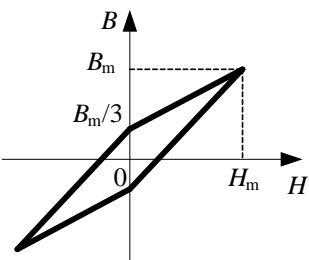


(а)
(б)

2. У линеарном материјалу релативне пермеабилности $\mu_r = 100$ и концентрације атома $N = 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, познат је вектор јачине хомогеног и сталног магнетског поља $\mathbf{H} = 100 \mathbf{i}_z \text{ A/m}$. Израчунати (а) вектор магнетске индукције, (б) вектор магнетизације, (в) вектор густине запреминских Амперових струја, (г) вектор магнетског момента једног атома (сматрајући да су сви моменти исто оријентисани) и (д) запреминску густину магнетске енергије у овоме материјалу.

(а) $\mathbf{B} =$	(б) $\mathbf{M} =$	(в) $\mathbf{J}_A =$	(г) $\mathbf{m} =$	(д) $w_m =$
-----------------------	-----------------------	-------------------------	-----------------------	----------------

3. На танко торусно језгро, средњег обима l и површине попречног пресека S , равномерно и густо је намотано N завојака танке жице. У завојцима постоји простопериодична струја амплитуде I_m и учестаности f . Циклус хистерезиса материјала од кога је начињено језгро може се апроксимирати паралелограмом, приказаним на слици, где је $B_m / H_m = \mu_n$ константа независна од амплитуде поља. Одредити израз за средњу снагу губитака услед хистерезиса у језгру.



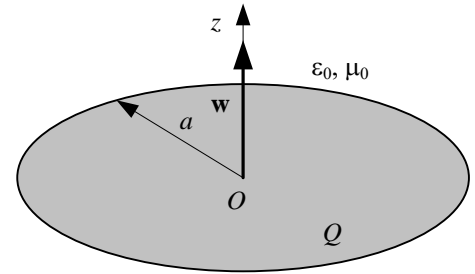
4. Написати изразе за четири основне опште интегралне једначине променљивих електромагнетских поља (Максвелове једначине) и једначину континуитета.

--	--	--	--

ЗАДАЦИ

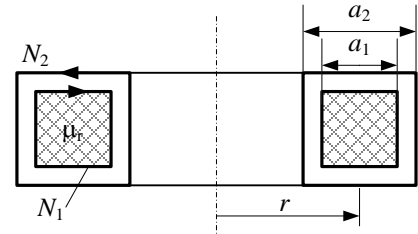
1. (Задатак се ради полазећи од прве стране вежбанке.)

Наелектрисање Q равномерно је распоређено по веома танком диску од стиропора, полупречника a , приказаном на слици. Диск ротира у ваздуху око своје осе (z) константном угаоном брзином ω . Одредити (а) вектор јачине електричног поља и (б) вектор магнетске индукције на оси диска, непосредно изнад његове површи (за $z = 0^+$).



2. (Задатак се ради полазећи од последње стране вежбанке.)

На слици је приказан попречни пресек два торусна намотаја који се налазе један у другоме. Попречни пресеци намотаја су квадратни. Странаца попречног пресека унутрашњег намотаја је $a_1 = 20 \text{ mm}$, а спољашњег је $a_2 = 20\sqrt{2} \text{ mm}$. Средњи полупречник торуса је $r = 40 \text{ mm}$. Завојци су намотани равномерно и густо. Број завојака унутрашњег намотаја је $N_1 = 500$, а спољашњег је $N_2 = 1000$. Унутрашњи намотај налази се на језгру од линеарног хомогеног магнетског материјала релативне пермеабилности $\mu_r = 48$. У остатку простора су немагнетски материјали. (а) Израчунати сопствене индуктивности намотаја и међусобну индуктивност (за оријентације завојака као на слици). (б) Израчунати коефицијент спреге ова два намотаја. (в) Ако је спољашњи намотај прикључен на идеални напонски генератор простопериодичне електромоторне силе амплитуде $E_m = 49 \text{ V}$ и учестаности $f = 100 \text{ kHz}$, израчунати амплитуду напона између отворених прикључака унутрашњег намотаја.



Напомене. Торусе сматрати танким. Занемарити унутрашње индуктивности намотаја. Губици у проводницима и језгру су занемарљиви.

Питања и задаци ће бити прегледани само уколико се налазе на одговарајућим местима.

ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА КОЛОКВИЈУМА ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 2, ОДРЖАНОГ 26. АПРИЛА 2015. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

1. (а) $d\mathbf{F}_{m2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_2 d\mathbf{l}_2 \times (I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{r}_{012})}{r^2}$, где је $r = |\mathbf{r}_{12}|$ и $\mathbf{r}_{012} = \frac{\mathbf{r}_{12}}{r}$. (б) $\mathbf{F}_{m2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{C_2} \left(I_2 d\mathbf{l}_2 \times \oint_{C_1} \frac{(I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{r}_{012})}{r^2} \right) = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} \frac{I_2 d\mathbf{l}_2 \times (I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{r}_{012})}{r^2}$. Видети и задатак 2 из Збирке задатака из Основа електротехнике, 3. део.

2. (а) $\mathbf{B} = \mu_0 \mu_r \mathbf{H} = \frac{\pi}{250} \mathbf{i}_z$ Т, (б) $\mathbf{M} = (\mu_r - 1)\mathbf{H} = 9,9 \mathbf{i}_z$ кА/м, (в) $\mathbf{J}_A = 0$, (г) $\mathbf{m} = \frac{\mathbf{M}}{N} = 99 \cdot 10^{-24} \mathbf{i}_z$ Ам² и (д) $w_m = \frac{1}{2} \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} = \frac{\pi}{5} \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$. Видети и задатак 76 из Збирке задатака из Основа електротехнике, 3. део.

3. Средња снага губитака услед хистерезиса је $P_h = \frac{2\mu_n f N^2 S I_m^2}{3l}$. Видети и пример на страни 145 уџбеника Основи електротехнике, 3. део.

4. $\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\int_S \frac{d\mathbf{B}}{dt} \cdot d\mathbf{S}$, $\oint_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_S \left(\mathbf{J} + \frac{d\mathbf{D}}{dt} \right) \cdot d\mathbf{S}$, $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \int_V \rho dv$, $\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$, $\oint_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} = -\int_V \frac{d\rho}{dt} dv$. Видети и страну 156 уџбеника Основи електротехнике, 3. део.

ЗАДАЦИ

1. (а) $\mathbf{E} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 a^2} \mathbf{i}_z$. (б) $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 w Q}{2\pi a} \mathbf{i}_z$. Видети и задатак 12 из Збирке задатака из Основа електротехнике, 3. део, као и задатак 30 из Збирке задатака из Основа електротехнике, 1. део.

2. (а) Сопствена индуктивност унутрашњег намотаја је $L_1 = \frac{\mu_0 \mu_r N_1^2 a_1^2}{2\pi r} = 24$ мН, сопствена индуктивност спољашњег намотаја је $L_2 = \frac{\mu_0 N_2^2}{2\pi r} \left((\mu_r - 1)a_1^2 + a_2^2 \right) = 98$ мН, а међусобна индуктивност је $L_{12} = -\frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 a_1^2}{2\pi r} = -48$ мН.

(б) Коефицијент спреге је $k = \frac{4\sqrt{3}}{7}$. (в) Амплитуда напона је $U_{1m} = E_m \frac{|L_{12}|}{L_2} = 24$ В. Видети и задатак 169 из Збирке задатака из Основа електротехнике, 3. део.

- РЕЗУЛТАТИ КОЛОКВИЈУМА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 11. МАЈА У 21 ЧАС.
- УВИД У ЗАДАТКЕ ЈЕ 12. МАЈА ОД 11:00 ДО 12:00 ЧАСОВА, У САЛИ КОЈА ЋЕ БИТИ ОДРЕЂЕНА НАКНАДНО.

Са предмета Основи електротехнике