ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

30. јун 2018.

Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају заједно предати. Питања радити искључиво на овоме папиру, а задатке искључиво у вежбанци. Коначне одговоре на питања и тражена извођења уписати у одговарајуће кућице, уцртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Одговори без извођења се неће признати. Вежбанка и овај папир се морају заједно предати. 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 (попуњава кандидат)		КОЛОКВИЈУМ	
Индекс година/број	Презиме и име		
/		ИСПИТ	

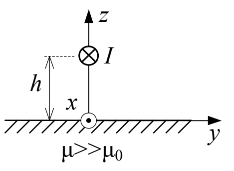
ПИТАЊА							ЗАДАЦИ				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	Укупно	УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА

ПИТАЊА

1. (а) Одредити коефицијенте потенцијала за систем који чине две концентричне, бесконачно танке сферне металне љуске, полупречника a (љуска 1) и b (љуска 2), при чему је $a<b$. Љуске се налазе у ваздуху. Референтно тело нултог потенцијала је сфера у бесконачности. (б) Полазећи од израза добијених у тачки под (а), одредити коефицијенте електростатичке индукције датог система.

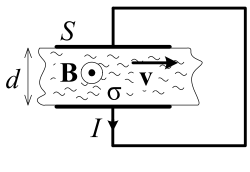
(а)	(б)

2. Танак, бесконачно дуг, цилиндричан проводник постављен је у вакууму, на висини h изнад феромагнетске равни. Кроз проводник протиче временски константна струја јачине I. (а) Одредити вектор јачине магнетског поља на x-оси. (б) Скицирати линије магнетског поља изнад равни.



(а)	(б)

3. Између електрода плочастог кондензатора протиче проводна течност, специфичне проводности σ, константном брзином $\mathbf{v}$, као на слици. Површина једне електроде кондензатора је S, а растојање између електрода је d $(S>>d^2)$. Кондензатор се налази у хомогеном, стационарном магнетском пољу магнетске индукције $\mathbf{B}$ (вектор $\mathbf{B}$ нормалан је на вектор $\mathbf{v}$ и на раван цртежа), а његове електроде су кратко спојене. Одредити јачину струје I према референтном смеру са слике.



4. Написати, у временском облику, математички исказ Поинтингове теореме за домен v, испуњен линеарним хомогеном средином пермитивности ε, пермеабилности μ и специфичне проводности σ и ограничен савршено проводном површи S. У домену постоје побудне струје познатог вектора густине $\mathbf{J}_i$.

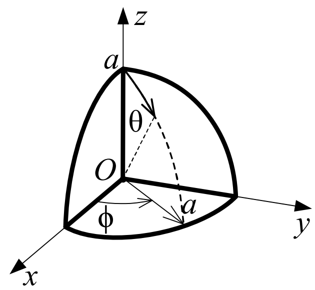
5. Израчунати (а) минималну, (б) максималну и (в) ефективну вредност интензитета вектора јачине магнетског поља, датог комплексним изразом $\mathbf{H} = (1 + \mathrm{j}2)\,\mathbf{i}_y - \sqrt{3}\,\mathbf{i}_z\ [\mathrm{A/m}]$.

(а)	(б)	(в)

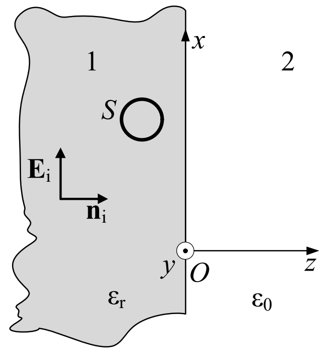
6. Извести израз за комплексни коефицијент простирања, $\underline{\gamma}$, простопериодичног ТЕМ таласа учестаности f, у добром проводнику пермитивности ε, пермеабилности μ и специфичне проводности σ.

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоје брзо промењљиве простопериодичне струје комплексне густине $\underline{\mathbf{J}}$ и угаоне учестаности ω распоређене по запремини сферног исечка дефинисаног координатама $0 \le r \le a$, $0 \le \theta \le \pi/2$ и $0 \le \phi \le \pi/2$, где је a полупречник исечка, као на слици. Вектор $\underline{\mathbf{J}}$ је константан у свим тачкама исечка. (а) Одредити комплексни вектор јачине индукованог електричног поља у тачки O. (б) Ако је комплексни вектор густине струје дат са $\underline{\mathbf{J}} = J\,\mathbf{i}_x$, одредити расподелу наелектрисања исечка.



2. Раван, линијски поларизован простопериодичан ТЕМ талас, ефективне вредности електричног поља $E = 1{,}2\,\mathrm{V/m}$ и учестаности $f = 1\,\mathrm{GHz}$, наилази из савршеног хомогеног немагнетског диелектрика, релативне пермитивности $\varepsilon_\mathrm{r} = 9$, нормално на раздвојну површ са вакуумом. (а) У координатном систему са слике одредити изразе за комплексне представнике резултантних вектора јачине електричног и магнетског поља у диелектрику и вакууму. (б) Одредити геометријско место у диелектрику на које треба поставити у равни цртежа електрички малу кружну контуру, површине $S = 4\,\mathrm{cm}^2$, тако да емс која се индукује у њој буде максимална. (в) Израчунати ту максималну ефективну вредност индуковане емс. Занемарити поље струја индукованих у контури.

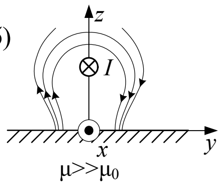


ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ), ОДРЖАНОГ 30. ЈУНА 2018. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

1. (а) $[\mathbf{a}] = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0 b}\begin{bmatrix} b/a & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$. (б) $[\mathbf{b}] = [\mathbf{a}]^{-1} = \dfrac{4\pi\varepsilon_0 ab}{b-a}\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & b/a \end{bmatrix}$.

2.
(а) $\mathbf{H}(x,0,0) = 0$. (б)



3. $I = \sigma S v B$.

4. $-\int\limits_v \mathbf{J}_\mathrm{i} \cdot \mathbf{E}\mathrm{d}v = \int\limits_v \sigma E^2 \mathrm{d}v + \int\limits_v \left(\mathbf{E}\dfrac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{H}\dfrac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \right)\mathrm{d}v$.

5. (а) $H_{\min} = 2\ \mathrm{A/m}$. (б) $H_{\max} = 2\sqrt{3}\ \mathrm{A/m}$. (в) $H_{\mathrm{eff}} = 2\sqrt{2}\ \mathrm{A/m}$.

6. (а) $\underline{\gamma} = (1+\mathrm{j})\sqrt{\pi\mu f\sigma}$.

ЗАДАЦИ

1. (а) $\underline{\mathbf{E}}_{\mathrm{ind}} = -\mathrm{j}\omega \dfrac{\mu_0 \mathbf{J}}{8\beta^2}\left((1+\mathrm{j}\beta a)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta a} - 1 \right)$. (б) По запремини је $\underline{\boldsymbol{\rho}} = 0$; На равној површи дефинисаној са $0 \le r \le a$, $0 \le \theta \le \pi/2$ и $\phi = \pi/2$ је $\underline{\boldsymbol{\rho}}_{\mathrm{s1}} = -\dfrac{J}{\mathrm{j}\omega}$; На површи дефинисаној са $r = a$, $0 \le \theta \le \pi/2$ и $0 \le \phi \le \pi/2$ је $\underline{\boldsymbol{\rho}}_{\mathrm{s2}} = \dfrac{J}{\mathrm{j}\omega}\sin\theta\cos\phi$.

2. (а) $\underline{\mathbf{E}}_{\mathrm{rez1}} = E\left(\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta_1 z} + R\mathrm{e}^{+\mathrm{j}\beta_1 z}\right)\mathbf{i}_x$, $\underline{\mathbf{H}}_{\mathrm{rez1}} = \dfrac{E}{Z_1}\left(\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta_1 z} - R\mathrm{e}^{+\mathrm{j}\beta_1 z}\right)\mathbf{i}_x$, $\underline{\mathbf{E}}_{\mathrm{rez2}} = TE\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta_2 z}\,\mathbf{i}_x$, и $\underline{\mathbf{H}}_{\mathrm{rez2}} = T\dfrac{E}{Z_2}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta_2 z}\,\mathbf{i}_y$ где је $\beta_1 = 2\pi f\sqrt{\mu_0\varepsilon_0\varepsilon_r}$, $\beta_2 = \beta_0 = 2\pi f\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$, $R = \dfrac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$, $T = \dfrac{2Z_2}{Z_2 + Z_1}$, $Z_2 = Z_0 = \sqrt{\dfrac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$ и $Z_1 = \dfrac{Z_0}{\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}}$.
(б) геометријско место тачака на којој је ефективна вреднос индуковане емс максимална јесу равни одређене са $z = -\dfrac{(2n+1)\pi}{2\beta_1}, n = 0,1,2,\ldots$. (в) $(e_{\mathrm{ind}})_{\max} \approx 45{,}2\ \mathrm{mV}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 6. ЈУЛА У 11:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 6. ЈУЛА ОД 11:00 ДО 11:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика