ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ, ОТ)

31. јануар 2013.

Напомене. Испит траје 180 минута. 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 таблици. 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. Да ли је могуће остварити електростатичко поље задато, у Декартовом координатном систему, изразом $\mathbf{E} = x\,\mathbf{i}_x + y^2\,\mathbf{i}_y + z^3\,\mathbf{i}_z$? Образложити одговор.

2. Посматра се гранична површ два несавршена диелектрика, релативних пермитивности $\varepsilon_{r1} = 4$ и $\varepsilon_{r2} = 6$, и специфичних проводности $\sigma_1 = 20\,\mathrm{S/m}$ и σ_2. У диелектрицима постоји стационарно струјно поље. Израчунати σ_2 тако да на граничној површи нема слободног наелектрисања.

3. (а) Написати како гласи интегрални израз за магнетски вектор-потенцијал у линеарној хомогеној средини пермеабилности μ, уколико је у свакој тачки познат вектор густине запреминске споропромењљиве струје $\mathbf{J}$. (б) Полазећи од претходног израза и везе између вектора магнетске индукције у квазистационарном магнетском пољу, $\mathbf{B}$, и магнетског вектор-потенцијала извести интегрални израз за $\mathbf{B}$.

(а)	(б)

4. На учестаности $f = 1$ GHz проводник има специфичну проводност $\sigma = 10\,\mathrm{S/m}$, а за пермеабилност се може сматрати да износи μ_0. Израчунати дубину продирања на тој учестаности.

5. Вектор електричног поља електромагнетског таласа, кружне учестаности ω, је дат изразом $\underline{\mathbf{E}} = E_0\left(-\mathbf{i}_x + 2\mathbf{i}_y + \mathrm{j}3\,\mathbf{i}_z\right)$, где је E_0 константа. За овај вектор одредити: (а) тренутни интензитет, (б) минимални интензитет и (в) максимални интензитет. (г) Како је поларизован овај вектор? Образложити одговор.

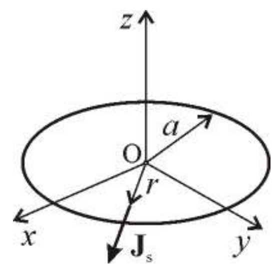
(а)	(б)	(в)	(г)

6. (а) Написати Поинтингову теорему у временском домену и објаснити поједине чланове. (б) Домен v ограничен затвореном површи S испуњен је диелектриком са губицима. У домену постоје извори електромагнетског поља, средње снаге $P = 1\,\mu\mathrm{W}$. Површ S је начињена од савршеног проводника. Израчунати укупну електромагнетску енергију која је напустила домен v у интервалу времена од 30 минута.

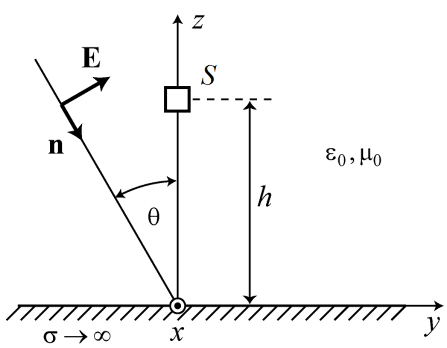
(а)	(б)

ЗАДАЦИ

1. По површи круга полупречника a постоје површинске простопериодичне струје високе кружне учестаности ω. Круг је постављен у Oxy раван Декартовог координатног система, а центар круга се поклапа са координатним почетком, као на слици. Вектор густине површинских струја је дат изразом $\mathbf{J}_\mathrm{s}(r,t) = J_{\mathrm{s}0}\sqrt{2}\,\dfrac{r(a-r)}{a^2}\cos(\omega t)\,\mathbf{i}_r$, где $0 \le r \le a$ и $J_{\mathrm{s}0}$ је константа. Одредити комплексне представнике за: (а) вектор густине струје, (б) густину површинског наелектрисања круга, (в) укупно наелектрисање круга и (г) вектор индукованог електричног поља у произвољној тачки на z-оси.



2. Раван униформан линијски поларизован TEM талас, учестаности $f = 3\,\mathrm{GHz}$, наилази из вакуума на савршено проводну раван, под углом $\theta = \dfrac{\pi}{6}$ у односу на вертикалу, као на слици. Ефективна вредност електричног поља овог таласа је $E = 2\,\mathrm{mV/m}$, а вектор $\mathbf{E}$ лежи у равни инциденције. На висини h изнад савршено проводне равни постављена је мала равна контура површине $S = 5\,\mathrm{mm}^2$. (а) Израчунати комплексне векторе резултантног електричног и магнетског поља изнад равни. (б) Одредити како треба поставити контуру тако да индукована електромоторна сила у њој буде максимална. Израчунати: (в) све могуће висине $h > 0$ тако да индукована емс у контури буде максимална и (г) ефективну вредност максималне индуковане емс.



Напомена: израз за дивергенцију у цилиндричном координатном систему гласи $\operatorname{div}\mathbf{A} = \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial(A_r\,r)}{\partial r} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \dfrac{\partial A_z}{\partial z}$.

ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ, ОТ), ОДРЖАНОГ 31. ЈАНУАРА 2013. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

1. $\mathrm{rot}\,\mathbf{E} = 0$ те је овакво електростатичко поље могуће.

2. (а) $\mathbf{A} = \dfrac{\mu}{4\pi}\int_v \dfrac{\mathbf{J}\mathrm{d}v}{r}$. (б) $\mathbf{B} = \dfrac{\mu}{4\pi}\int_v \dfrac{\mathbf{J}\mathrm{d}v \times \mathbf{r}_0}{r^2}$.

3. $\sigma_2 = \dfrac{\varepsilon_{\mathrm{r}2}}{\varepsilon_{\mathrm{r}1}}\sigma_1 = 30\,\mathrm{S/m}$.

4. $\delta \approx 5\,\mathrm{mm}$.

5. (а) $E(t) = \sqrt{2}E_0\sqrt{5\cos^2(\omega t) + 9\sin^2(\omega t)}$. (б) $E_{\min} = E_0\sqrt{10}$. (в) $E_{\max} = E_0 3\sqrt{2}$. (г) Вектор је елиптички поларизован.

6. (а) $p_{\mathrm{g}}(t) = p_{\mathrm{J}}(t) + \int_v \left(\mathbf{E}\cdot\dfrac{\partial\mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{H}\cdot\dfrac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}\right)\mathrm{d}v + \oint_S \mathbf{P}\cdot\mathrm{d}\mathbf{S}$. (б) $W_{\mathrm{em}} = 0$.

ЗАДАЦИ

1. (а) $\underline{\mathbf{J}}_{\mathrm{s}} = J_{\mathrm{s}0}\dfrac{r(a-r)}{a^2}\mathbf{i}_r$. (б) $\underline{\rho}_{\mathrm{s}} = \dfrac{\mathrm{j}J_{\mathrm{s}0}}{\omega a^2}(2a-3r)$. (в) $\underline{Q} = 0$. (г) $\underline{E}_{\mathrm{ind}} = 0$.

2. (а) $\underline{E}_y = \mathrm{j}E\sqrt{3}\,\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta\frac{y}{2}}\sin\left(\beta\dfrac{\sqrt{3}}{2}z\right)$, $\underline{E}_z = E\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta\frac{y}{2}}\cos\left(\beta\dfrac{\sqrt{3}}{2}z\right)$, $\underline{\mathbf{E}} = \underline{E}_y\,\mathbf{i}_y + \underline{E}_z\,\mathbf{i}_z$, $\underline{\mathbf{H}} = \dfrac{2E}{Z_0}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta\frac{y}{2}}\cos\left(\beta\dfrac{\sqrt{3}}{2}z\right)\mathbf{i}_x$. (б) Контура треба да лежи у Oyz равни, тј. нормално на правац $\mathbf{i}_x$. (в) $h = \dfrac{\sqrt{3}}{3}10^{-1}\cdot k\,[\mathrm{m}]$, $k \in N$ и (г) $\varepsilon_{\max} = 1{,}26\,\mu\mathrm{V}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 6. ФЕБРУАРА У 14:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 6. ФЕБРУАРА ОД 14:00 ДО 14:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика