

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

17. јануар 2010.

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, учртати 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. Полазећи од теореме ликов за стационарно струјно поље, одредити отпорност уземљења полулоптастог уземљивача, полупречника a , укопаног у хомогену земљу, специфичне проводности σ , тако да је равна површ полулопте у равни земље (као на слици).



2. У бесконачном цилиндру од феромагнетика, кружног попречног пресека полупречника a , постоји заостала магнетизација. Вектор магнетизације дат је изразом $\mathbf{M} = M_0 \frac{r}{a} \mathbf{i}_\phi$, где је M_0 константа и r одстојање од осе цилиндра. Одредити расподелу Амперових струја.

3. Написати математички исказ Поинтингове теореме у временском домену и објаснити значење појединих чланова.

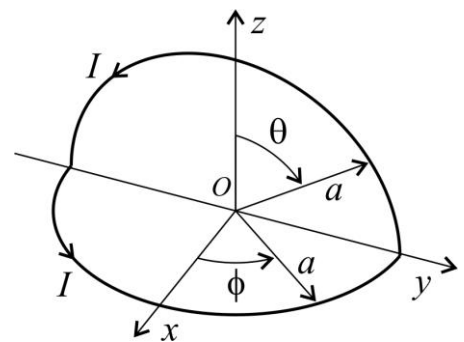
4. Израчунати учестаност на којој је дубина продирања код површинског (скин) ефекта $\delta = 1 \text{ mm}$, у материјалу специфичне проводности $\sigma = 5 \text{ S/m}$ и пермеабилности μ_0 .

5. Комплексни вектор електричног поља дат је изразом $\underline{\mathbf{E}} = (j2\mathbf{i}_x + \underline{K}\mathbf{i}_z)\mu\text{V/m}$. Каква треба да буде комплексна константа \underline{K} да би вектор \mathbf{E} био линијски поларизован?

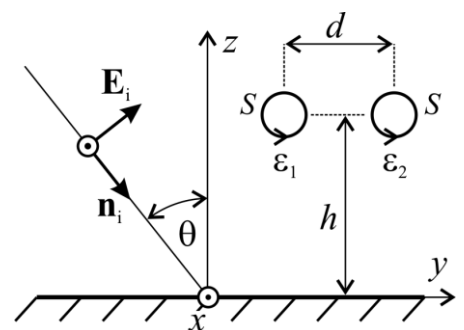
6. Написати потпуни систем Максвелових једначина, у диференцијалном комплексном облику, за брзопроменљиво поље у изотропној линеарној нехомогеној немагнетској средини, ако су у свакој тачки средине (одређеној вектором положаја \mathbf{r}) познати пермитивност $\epsilon(\mathbf{r})$, специфична проводност $\sigma(\mathbf{r})$ и комплексни вектор побудних струја $\underline{\mathbf{J}}_i(\mathbf{r})$.

ЗАДАЦИ

1. Танка жичана контура, начињена у облику две спојене полукружнице полупречника a , налази се у вакууму тако да један њен полукружни део лежи у Oxy -равни, а други у Oyz -равни, као на слици. У контури постоји брзопроменљива простопериодична струја угаоне учестаности ω и комплексне јачине $\underline{I} = I_0 \sin(2\phi)$, $-\pi/2 \leq \phi \leq \pi/2$ (за део у Oxy -равни) и $\underline{I} = I_0 \cos \theta$, $-\pi/2 \leq \theta \leq \pi/2$ (за део у Oyz -равни). (а) Одредити подужно наелектрисање контуре. (б) Полазећи од интегралног израза за електрични скалар-потенцијал подужног наелектрисања и диференцијалне везе тога потенцијала и вектора јачине електричног поља, извести интегрални израз за вектор јачине електричног поља подужног наелектрисања. (в) Одредити вектор јачине електричног поља у координатном почетку (O), који потиче од наелектрисања одређеног у тачки (а).



2. Раван простопериодичан линијски поларизован TEM талас, таласне дужине λ , наилази из ваздуха на бесконачну савршено проводну равну, под углом θ у односу на нормалу. Вектор јачине електричног поља овог таласа паралелан је равни инциденције, а ефективна вредност му је E . (а) Одредити изразе за комплексне векторе јачине резултантног електричног и магнетског поља изнад савршено проводне равни. (б) Израчунати угао θ , ако електромоторна сила ϵ_1 фазно предњачи електромоторној сили ϵ_2 за $\pi/2$ у односу на референтне смерове приказане на слици. Ове електромоторне силе индукују се у електрички малим контурама, паралелним равни инциденције, једнаких површина $S = 0,5\text{cm}^2$, постављеним изнад проводне равни на висини $h = \lambda$ и на међусобном одстојању $d = \lambda/2$. (в) Израчунати ефективну вредност E , ако су познати таласна дужина $\lambda = 12,5\text{cm}$ и ефективна вредност електромоторне силе $\epsilon_1 = 1\text{mV}$.



Напомена: у цилиндричном координатном систему је $\text{rot } \mathbf{A} = \left(\frac{1}{r} \frac{\partial A_z}{\partial \phi} - \frac{\partial A_\phi}{\partial z} \right) \mathbf{i}_r + \left(\frac{\partial A_r}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial r} \right) \mathbf{i}_\phi + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial}{\partial r} (A_\phi r) - \frac{\partial A_r}{\partial \phi} \right) \mathbf{i}_z$.

**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),
ОДРЖАНОГ 17. ЈАНУАРА 2010. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. $R_{uz} = \frac{1}{2\pi\sigma a}$.
2. $\mathbf{J}_A = 2\frac{M_0}{a}\mathbf{i}_z$, $\mathbf{J}_{sA} = -M_0\mathbf{i}_z$.
3. $p_G(t) = p_J(t) + \frac{\partial W_{em}}{\partial t} + \int_S \mathbf{P} \cdot d\mathbf{S}$.
4. $f \approx 50,7 \text{ GHz}$.
5. $\underline{K} = 0 + ja$, где је a произвољан реалан број.
6. $\text{rot } \underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}) = -j\omega\mu_0\underline{\mathbf{H}}(\mathbf{r})$, $\text{rot } \underline{\mathbf{H}}(\mathbf{r}) = \sigma(\mathbf{r})\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}) + \mathbf{J}_1(\mathbf{r}) + j\omega\epsilon(\mathbf{r})\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r})$, $\text{div}(\epsilon(\mathbf{r})\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r})) = \underline{\rho}(\mathbf{r})$, $\text{div } \underline{\mathbf{H}}(\mathbf{r}) = 0$.

ЗАДАЦИ

1. $\beta = \omega\sqrt{\mu_0\epsilon_0}$
 - (a) $Q'(\phi) = j\frac{2I_0}{\omega a}\cos 2\phi$, $Q'(\theta) = j\frac{I_0}{\omega a}\sin\theta$.
 - (б) $\mathbf{E}_q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{Q'(1+j\beta R)e^{-j\beta R}}{R^2} d\mathbf{r}_0$.
 - (в) $\mathbf{E}_{q0} = j\frac{I_0(1+j\beta a)}{4\pi\epsilon_0\omega a^2} e^{-j\beta a} \left(-\frac{4}{3}\mathbf{i}_x - \frac{\pi}{2}\mathbf{i}_y \right)$.
2. $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$, $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$
 - (a) $\mathbf{E}_{rez} = j2E\cos\theta\sin(\beta z\cos\theta)e^{-j\beta y\sin\theta}\mathbf{i}_y + 2E\sin\theta\cos(\beta z\cos\theta)e^{-j\beta y\sin\theta}\mathbf{i}_z$, $\mathbf{H}_{rez} = 2\frac{E}{Z_0}\cos(\beta z\cos\theta)e^{-j\beta y\sin\theta}\mathbf{i}_x$.
 - (б) $\theta = 30^\circ$. (в) $E \approx 0,3 \text{ V/m}$.