

# ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

10. 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 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 израза за електрични скалар-потенцијал познате расподеле запреминског наелектривања у вакууму и везе између вектора јачине електричног поља и овог потенцијала извести одговарајући израз за вектор електричног поља.

2. (а) Написати основне диференцијалне једначине брзопроменљивог електромагнетског поља у вакууму. (б) Написати изразе за вектор јачине електричног и магнетског поља преко потенцијала. (в) Полазећи од претходних израза, извести диференцијалне једначине за електрични скалар-потенцијал, односно за магнетски вектор-потенцијал.

(а)	(б)	(в)

3. Израчунати комплексну пермитивност немагнетског материјала чија је релативна пермитивност  $\epsilon_r = 4,5$  и тангенс угла губитака  $\tan \delta = 0,02$  на учестаности  $f = 1 \text{ GHz}$ .

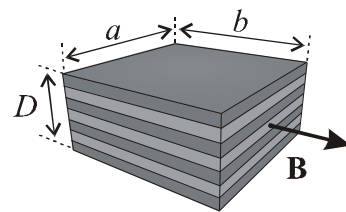
4. Дубина продирања у једном материјалу, на учестаности  $f = 3 \text{ GHz}$ , је  $\delta = 16 \mu\text{m}$ . Израчунати, у истом материјалу, учестаност на којој је дубина продирања  $\delta' = 2 \mu\text{m}$ .

5. Раван униформан линијски поларизован ТЕМ талас ефективне вредности електричног поља  $E$  и кружне учестаности  $\omega$  простира се у вакууму. Јединични вектор у правцу простирања таласа је  $\mathbf{n} = \cos \alpha \mathbf{i}_x + \sin \alpha \mathbf{i}_y$ , где је  $-\pi < \alpha \leq \pi$ . Комплексни вектор електричног поља у координатном почетку је  $\underline{\mathbf{E}}_0 = E \mathbf{i}_z$ . Одредити израз за комплексни вектор магнетског поља у произвољној тачки простора.

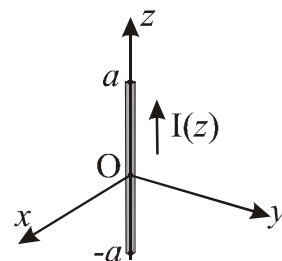
6. У домену  $v$  ограниченем затвореном површи  $S$  нема извора електромагнетског поља и нема Џулових губитака. На основу Поинтингове теореме одредити, у временском домену, флуks Поинтинговог вектора кроз површ  $S$ .

## ЗАДАЦИ

1. Пакет од  $N$  изолованих лимова налази се у споропроменљивом хомогеном простопериодичном магнетском пољу индукције  $B(t) = B_0 \sqrt{2} \sin(\omega t)$ , где су  $B_0$  и  $\omega$  познате константе. Вектор магнетске индукције је управан на једну страну пакета, као на слици. Лимови су танки и идентични, ширине  $a$  и дужине  $b$ , и начињени су од материјала специфичне проводности  $\sigma$ . Укупна висина пакета лимова је  $D$ . Одредити изразе за: (а) тренутну снагу Џулових губитака у једном лиму, (б) средњу снагу Џулових губитака у пакету и (в) минималан број лимова  $N_{\min}$  уколико средња снага Џулових губитака пакета лимова не сме да пређе  $P_{\max}$ . Ивични ефекти се могу занемарити.



2. У вакууму постоје простопериодичне струје, високе кружне учестаности  $\omega$ , само дуж нити дужине  $2a$  приказане на слици. У односу на референтни смер на слици, израз за струју у временском домену је  $i(z, t) = I_0 \sqrt{2} \frac{a - |z|}{a} \cos(\omega t)$ , где је  $I_0$  константа и  $-a \leq z \leq a$ . Одредити изразе за: (а) комплексни представник струје, (б) расподелу наелектрисања нити и (в) комплексни вектор електричног поља које ствара само наелектрисање нити,  $\underline{\mathbf{E}}_Q$ , у тачки  $A(a, 0, 0)$ .



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА  
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),  
ОДРЖАНОГ 10. ЈАНУАРА 2013. ГОДИНЕ**

**ПИТАЊА**

1.  $\mathbf{E} = -\text{grad}V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{\rho d\mathbf{v}}{r^2} \mathbf{r}_0$ .

2. (а)  $\text{rot} \mathbf{E} = -\mu_0 \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$ ,  $\text{rot} \mathbf{H} = \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$ ,  $\text{div} \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ ,  $\text{div} \mathbf{H} = 0$ . (б)  $\mathbf{E} = -\text{grad}V - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}$ ,  $\mathbf{H} = \frac{1}{\mu_0} \text{rot} \mathbf{A}$ .

(в)  $\Delta V - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$ ,  $\Delta \mathbf{A} - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = -\mu_0 \mathbf{J}$ .

3.  $\underline{\epsilon} = \epsilon(1 - j \tan \delta) = 39,825(1 - j0,02) \text{ pF/m}$ .

4.  $f' = f \left( \frac{\delta}{\delta'} \right)^2 = 192 \text{ GHz}$ .

5.  $\underline{\mathbf{H}} = \mathbf{n} \times \frac{\mathbf{E}_0}{Z_0} e^{-j\beta r} = \frac{E}{Z_0} (\sin \alpha \mathbf{i}_x - \cos \alpha \mathbf{i}_y) e^{-j\beta(x \cos \alpha + y \sin \alpha)}$ , где је  $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$  и  $\beta = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ .

6.  $\oint_S \mathbf{P} \cdot d\mathbf{S} = -\int_V \left( \mathbf{E} \cdot \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{H} \cdot \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \right) dv$ .

**ЗАДАЦИ**

1. (а)  $P_J^{(I)}(t) = \frac{\sigma ab \omega^2 D^3 B_0^2 \cos^2(\omega t)}{6N^3}$ . (б)  $P_{Jsr}^{(N)} = \frac{\sigma ab \omega^2 D^3 B_0^2}{12N^2}$ . (в)  $N_{\min} \geq \sqrt{\frac{\sigma ab \omega^2 D^3 B_0^2}{12P_{\max}}}$ , при чему се узима први већи цео број.

2. (а)  $\underline{I}(z) = I_0 \frac{a - |z|}{a}$ ,  $|z| \leq a$ . (б)  $\underline{Q}' = -\text{sgn}(z) \frac{jI_0}{\omega a}$ , а тачкастог наелектрисања нема. (в)  $\underline{\mathbf{E}}_Q = \frac{jI_0}{2\pi\epsilon_0 \omega a} \left( \frac{e^{-j\beta a}}{a} - \frac{e^{-j\beta a \sqrt{2}}}{a\sqrt{2}} \right) \mathbf{i}_z$ .

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 16. ЈАНУАРА У 11:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 16. ЈАНУАРА ОД 11:00 ДО 11:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика