

# ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОЕ, ОС, ОФ)

15. јануар 2015.

**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.

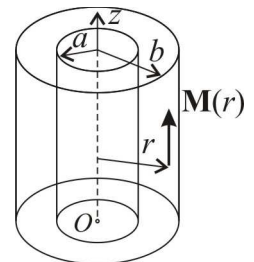
**Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.**

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.** Одредити коефицијенте потенцијала за систем који чине две концентричне, бесконачно танке сферне металне луске, полупречника  $a$  (луска 1) и  $b$  (луска 2), при чему је  $a < b$ . Луске се налазе у ваздуху. Референтну тачку за потенцијал узети у бесконачности.

**2.** У дугачком шупљем ваљку од феромагнетика, унутрашњег полупречника  $a$  и спољашњег полупречника  $b$ , приказаном на слици, познат је вектор магнетизације  $\mathbf{M}(r) = M_0(b/r)\mathbf{i}_z$ , где је  $M_0$  скаларна константа и  $a \leq r \leq b$ . Одредити расподелу Амперових струја ваљка. Околна средина је ваздух.



**3.** За простопериодичан вектор чији је комплексни представник дат изразом  $\underline{\mathbf{A}} = (2\mathbf{i}_x + \mathbf{i}_y) + j(\mathbf{i}_x - 2\mathbf{i}_y - 3\mathbf{i}_z)$  израчунати (а) минимални интензитет и (б) максимални интензитет. (в) Како је поларизован овај вектор? Одговор образложити.

(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

**4.** (а) Полазећи од Максвелових једначина, у комплексном облику, у средини параметара  $\sigma$ ,  $\epsilon$  и  $\mu$ , увести комплексну пермитивност,  $\underline{\epsilon}$ . (б) По аналогiji са фазним коефицијентом у непроводним срединама увести комплексни коефицијент простирања. (в) Полазећи од претходног израза извести изразе за коефицијент слабљења и фазни коефицијент у случају средине која је, на учестаности  $f$ , добар (али несавршен) диелектрик.

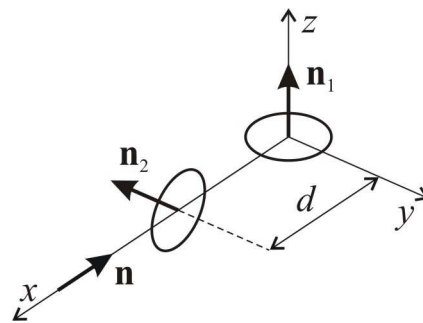
(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

5. Полазећи од дефиниционог израза за усмереност антене, извести израз за рачунање ове величине преко карактеристичне функције зрачења и отпорности зрачења.

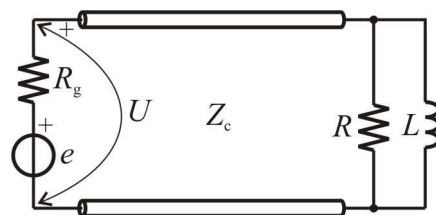
6. Цилиндрични проводник, полупречника попречног пресека  $a$ , начињен је од немагнетског материјала специфичне проводности  $\sigma$ . Одредити средњу снагу Џулових губитака, по метру дужине проводника, на учестаности  $f$  на којој је изражен површински ефекат. Позната је ефективна вредност тангенцијалне компоненте вектора јачине магнетског поља на површи проводника,  $H_t$ .

### ЗАДАЦИ

1. Раван линијски поларизован простопериодичан ТЕМ талас простире се кроз ваздух у правцу и смеру орта  $\mathbf{n} = -\mathbf{i}_x$ . Дуж  $x$ -осе постављене су две електричке мале равне контуре, једнаких површина  $S = 0,8\text{cm}^2$ , као на слици. Центри контура су на растојању  $d = 1,5\text{m}$ . Познати су нормални ортови површи контура,  $\mathbf{n}_1 = \mathbf{i}_z$  и  $\mathbf{n}_2 = -\mathbf{i}_y$ . Комплексни вектор јачине електричног поља таласа на месту контуре орта  $\mathbf{n}_2$  је  $\underline{\mathbf{E}} = 0,5E_0(-\sqrt{3}\mathbf{i}_y + \mathbf{i}_z)$ , где је  $E_0$  позитивна реална константа. Према референтним смеровима који су са ортовима површи повезани правилом десне завојнице, емс индукована у контури орта  $\mathbf{n}_2$  фазно предњачи емс индукованој у контури орта  $\mathbf{n}_1$  за  $\Delta\phi = \pi/2$ . Ефективна вредност емс индуковане у контури орта  $\mathbf{n}_1$  је  $\varepsilon_1 = 0,435\text{mV}$ . Израчунати: (а) ефективну вредност емс индуковане у контури орта  $\mathbf{n}_2$ ,  $\varepsilon_2$ , (б) све могуће учестаности таласа  $f_k$ , такве да важи  $0,8\text{GHz} \leq f_k \leq 1,2\text{GHz}$ , и (в) ефективне вредности електричног поља таласа на учестаностима  $f_k$ .



2. На почетак вода, карактеристичне импедансе  $Z_c = 50\Omega$ , прикључен је напонски генератор унутрашње отпорности  $R_g = 50\Omega$  и електромоторне силе облика Хевисајдовог импулса, амплитуде  $E = 5\text{V}$ . На крај вода прикључена је паралелна веза калема индуктивности  $L = 4\text{nH}$  и отпорника отпорности  $R = 200\Omega$ . Познато је време простирања таласа кроз вод,  $\tau_p = 1\text{ns}$ . Скицирати напон на почетку вода,  $U$ , у временском интервалу  $0 \div 7\text{ns}$ .



**Напомена:** у цилиндричном координатном систему је

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

**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА  
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОЕ, ОС, ОФ),  
ОДРЖАНОГ 15. ЈАНУАРА 2015. ГОДИНЕ**

**ПИТАЊА**

1.  $a_{11} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a}$ ,  $a_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 b} = a_{21} = a_{22}$ .

2.  $\mathbf{J}_A = \frac{M_0 b}{r^2} \mathbf{i}_\phi$ ,  $\mathbf{J}_{sA}(r=a) = -M_0 \frac{b}{a} \mathbf{i}_\phi$ ,  $\mathbf{J}_{sA}(r=b) = M_0 \mathbf{i}_\phi$ .

3. (a)  $A_{\min} = \sqrt{10}$ . (б)  $A_{\max} = 2\sqrt{7}$ . (в) Вектор је поларизован елиптички.

4. (a)  $\text{rot } \underline{\mathbf{H}} = \sigma \underline{\mathbf{E}} + j\omega \epsilon \underline{\mathbf{E}} = j\omega \left( \epsilon + \frac{\sigma}{j\omega} \right) \underline{\mathbf{E}} = j\omega \epsilon \underline{\mathbf{E}}$ . (б)  $\underline{\gamma} = j\omega \sqrt{\epsilon \mu} = \alpha + j\beta$ . (в)  $\alpha = \frac{\sigma}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$ ,  $\beta = 2\pi f \sqrt{\epsilon \mu}$ .

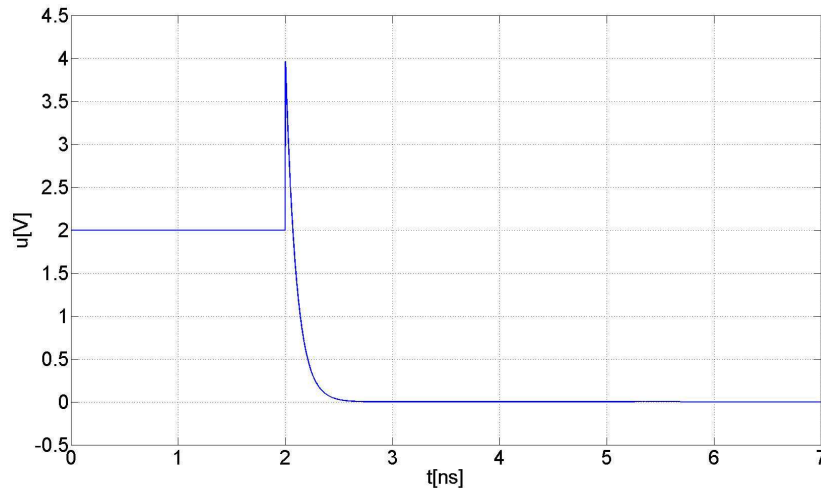
5.  $D = \frac{4\pi I_{zr}}{P_{zr}} \Rightarrow \dots = \frac{Z_0 F^2}{\pi R_{zr}}$ .

6.  $\frac{P_J}{1\text{m}} = \sqrt{\frac{\pi \mu_0 f}{\sigma}} H_t^2 2\pi a$ .

**ЗАДАЦИ**

1. (a)  $\epsilon_2 \approx 0,251\text{mV}$ , (б)  $f_1 = 950\text{MHz}$ ,  $f_2 = 1150\text{MHz}$ , (в)  $E_1 \approx 0,316 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ ,  $E_2 \approx 0,261 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ .

2.



- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 23. ЈАНУАРА У 14:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 23. ЈАНУАРА ОД 14:30 ДО 15:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика