

# ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОЕ, ОС, ОФ, ИР)

30. јануар 2014.

**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.

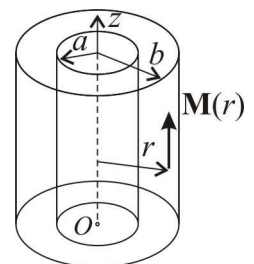
**Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ (попуњава кандидат)							КОЛОКВИЈУМ				
Индекс година/број		Презиме и име									
/							ИСПИТ				
ПИТАЊА						ЗАДАЦИ			УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.			Укупно

## ПИТАЊА

1. Одредити коефицијенте потенцијала веома дугачког правога коаксијалног кабла, унутрашњег полупречника  $a$  и спољашњег полупречника  $b$ , са ваздушним диелектриком. За референтно тело усвојити коаксијални цилиндар полупречника  $c > b$ .

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



3. Написати исказ Поинтингове теореме, у временском домену, за изотропну линеарну хомогену средину параметара  $\sigma$ ,  $\epsilon$  и  $\mu$ . Користити само векторе поља  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ . Објаснити значење појединих чланова.

4. (a) Полазећи од Максвелових једначина, у комплексном облику, у средини параметара  $\sigma$ ,  $\epsilon$  и  $\mu$ , увести комплексну пермитивност,  $\underline{\epsilon}$ . (б) По аналогији 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.

(a)	(б)	(в)
-----	-----	-----

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

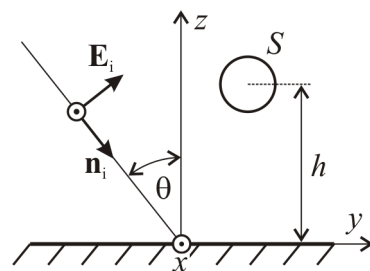
(a)	(б)	(в)
-----	-----	-----

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,  $H_t$ .

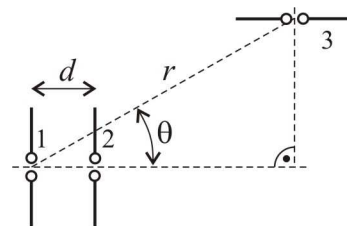
--

## ЗАДАЦИ

1. Инцидентни паралелно поларизован TEM талас, непознате ефективне вредности електричног поља  $E$  и учестаности  $f = 500 \text{ MHz}$ , наилази из вакуума нормално на бесконачну савршено проводну раван, под углом  $\theta = 30^\circ$  у односу на нормалу на раван. У вакууму је постављена танка жичана контура површине  $S = 2 \text{ cm}^2$ . Површ контуре лежи у равни инциденције, а центар контуре је на висини  $h = 0,2 \text{ m}$  изнад равни, као на слици. Услед резултантног поља, у контури постоји индукована електромоторна сила ефективне вредности  $\epsilon_{\text{ind}} = 3,5 \text{ mV}$ . Израчунати ефективне вредности (a) електричног поља инцидентног таласа,  $E$ , и (б) резултантног електричног поља у вакууму, на висини  $h$  изнад равни,  $E_{\text{rez}}$ .



2. Три полуталасна дипола (1, 2 и 3) постављена су у ваздуху, тако да леже и истој равни. Диполи 1 и 2 постављени су вертикално, на истој висини и на растојању  $d = 0,3 \text{ m}$ , а напајају се простопериодичним струјама истих учестаности  $f = 900 \text{ MHz}$ , истих ефективних вредности  $I = 2,5 \text{ A}$  и непознатих фаза. Пријемни полуталасни дипол (3) постављен је хоризонтално, као на слици, при чему је  $r = 750 \text{ m}$  растојање између дипола 1 и 3, а  $\theta = 35^\circ$ . (a) Полазећи од израза за далеко поље дипола одредити израз за ефективну вредност резултантног електричног поља на месту пријемног дипола. (б) Израчунати потребну фазну разлику струја напајања дипола 2 и 1,  $\delta$ , да би ефективна вредност електромоторне силе индуковане у пријемном диполу била максимална, као и ту ефективну вредност,  $\epsilon_{\text{ind}}$ .



**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, ИР),  
ОДРЖАНОГ 30. ЈАНУАРА 2014. ГОДИНЕ**

**ПИТАЊА**

1.  $a_{11} = \frac{\ln \frac{c}{a}}{2\pi\epsilon_0}$ ,  $a_{12} = \frac{\ln \frac{c}{b}}{2\pi\epsilon_0} = a_{21} = a_{22}$ .
2.  $\mathbf{J}_A = -\frac{M_0}{b} \mathbf{i}_\phi$ ,  $\mathbf{J}_{sA}(r=a) = -M_0 \frac{a}{b} \mathbf{i}_\phi$ ,  $\mathbf{J}_{sA}(r=b) = M_0 \mathbf{i}_\phi$ .
3.  $p_{\text{gen}}(t) = \int_V \sigma E^2 dv + \frac{\partial}{\partial t} \int_V \left( \frac{1}{2} \epsilon E^2 + \frac{1}{2} \mu H^2 \right) dv + \oint_S (\mathbf{E} \times \mathbf{H}) \cdot d\mathbf{S} = 0$ .
4. (a)  $\text{rot } \underline{\mathbf{H}} = \sigma \underline{\mathbf{E}} + j\omega \epsilon \underline{\mathbf{E}} = j\omega \left( \epsilon + \frac{\sigma}{j\omega} \right) \underline{\mathbf{E}} = j\omega \underline{\epsilon} \underline{\mathbf{E}}$ . (б)  $\underline{\gamma} = j\omega \sqrt{\underline{\epsilon} \mu} = \alpha + j\beta$ . (в)  $\alpha = \frac{\sigma}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$ ,  $\beta = 2\pi f \sqrt{\epsilon \mu}$ .
5. (a)  $A_{\text{min}} = \sqrt{10}$ . (б)  $A_{\text{max}} = \sqrt{10}$ . (в) Вектор је кружно поларизован ( $A_{\text{max}} = A_{\text{min}}$ ).
6.  $\frac{P_j}{1\text{m}} = \sqrt{\frac{\pi \mu_0 f}{\sigma}} H_t^2 2\pi a$ .

**ЗАДАЦИ**

1. (a)  $E = 3,5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ , (b)  $E_{\text{rez}} = 5,9 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ .
2.  $E_{\text{rez}} = \frac{Z_0}{\pi} I \frac{F_1}{r} \left| \cos \frac{\beta d \cos \theta + \delta}{2} \right|$ ,  $Z = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$ ,  $\beta = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ ,  $F_1 = \frac{\cos \left( \frac{\pi}{2} \sin \theta \right)}{\cos \theta}$ .  
 (б)  $\delta = 2\pi - \beta d \cos \theta = 0,525\pi$ ,  $\epsilon_{\text{ind}} = \frac{2}{\beta} \frac{Z_0}{\pi} I \frac{F_1}{r} \frac{\cos \left( \frac{\pi}{2} \cos \theta \right)}{\sin \theta} \approx 15,72 \text{ mV}$ .

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 6. ФЕБРУАРА У 14:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 6. ФЕБРУАРА ОД 14:30 ДО 15:00 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика