

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

21. август 2019.

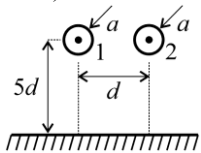
**Напомене.** Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају предати. Питања радити 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. 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.**

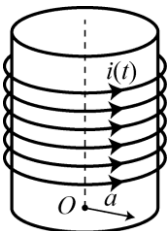
ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ (попуњава кандидат)							КОЛОКВИЈУМ				
Индекс година/број		Презиме и име									
/							ИСПИТ				
ПИТАЊА						ЗАДАЦИ			УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.			Укупно

## ПИТАЊА

1. Електростатички систем чине два веома дугачка паралелна проводника, једнаких полупречника  $a$ , који се налазе на међусобном растојању  $d$  ( $d \gg a$ ) и на висини  $5d$  изнад бесконачне проводне равни. Проводник 1 је ненаелектрисан, а подужно наелектрисује проводника 2 је  $Q_2' = 90 \text{ nC/m}$ . Израчунати потенцијал проводника 1 (у односу на проводну раван).



2. На слици је приказан део врло дугачког соленоида у ваздуху, полупречника попречног пресека  $a$ , у чијим завојцима, подужне густине  $N'$ , постоји споропроменљива струја јачине  $i(t)$ . (а) Полазећи од израза за магнетски вектор-потенцијал, показати како изгледају линије индукованог електричног поља у соленоиду. (б) Одредити интензитет вектора јачине индукованог електричног поља у соленоиду и ван њега.



(а)	(б)
-----	-----

3. (а) Написати потпуни систем Максвелових једначина за брзопроменљиво електромагнетско поље у вакууму, у диференцијалном облику. (б) Полазећи од тих израза, извести таласну једначину за вектор јачине магнетског поља.

(а)	(б)
-----	-----

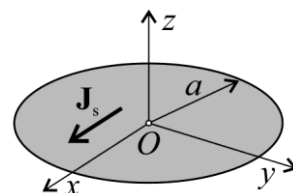
4. Раван униформан простопериодичан кружно поларизован ТЕМ талас, учестаности  $f$ , простира се у вакууму у смеру  $+x$ -осе. Вектор јачине електричног поља овог таласа има ефективну вредност  $E_0$ , лево је поларизован и у тренутку  $t = 0$ , у координатном почетку, лежи на  $+z$ -оси. У Декартовом координатном систему написати израз за комплексни вектор јачине електричног поља овог таласа.

5. Коаксијални вод, унутрашњег полупречника  $a=0,5\text{ mm}$  и спољашњег полупречника  $b=1,75\text{ mm}$ , испуњен је савршеним диелектриком релативне пермитивности  $\epsilon_r = 2,25$ , а проводници су му пермеабилности  $\mu_0$  и специфичне проводности  $\sigma = 57\text{ MS/m}$ . Израчунати колико пута опадне снага TEM таласа, учестаности  $f = 14\text{ GHz}$ , при простирању кроз део оваквог коаксијалног вода дужине  $d = 700\text{ mm}$ .

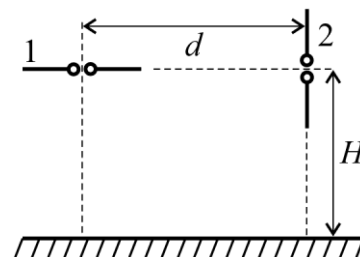
6. На улаз вода, карактеристичне импедансе  $Z_c = 50\ \Omega$  и времена простирања кроз вод  $\tau = 1\text{ ns}$ , прикључен је напонски генератор прилагођен на вод, чији напон има облик Хевисајдовога импулса амплитуде  $E = 5\text{ V}$ , док је на излаз вода прикључена паралелна веза кондензатора капацитивности  $C = 120\text{ pF}$  и отпорника отпорности  $R = 75\ \Omega$ . Израчунати напон на улазу у вод у тренутку  $t = 3,5\text{ ns}$ . Сматрати да је вод без губитака.

## ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји струја високе учестаности само по површи круга полупречника  $a$ , као на слици. Вектор густине површинске струје у Декартовом координатном систему дат је изразом  $\mathbf{J}_s(t) = \sqrt{2} J_{s0} \cos\omega t \mathbf{i}_x$ , где су  $J_{s0}$  и  $\omega$  познате константе. У тачкама на  $z$ -оси одредити, у комплексном облику, изразе за: (а) вектор јачине индукованог електричног поља и (б)  $y$ -компоненту вектора магнетске индукције (полазећи од диференцијалне везе између вектора магнетске индукције и магнетског вектор-потенцијала).



2. Предајни полуталасни дипол (1) постављен је хоризонтално, на висини  $H = 15\text{ m}$  изнад савршено проводне равни. На растојању  $d = 70\text{ m}$  од предајног дипола и на висини  $H$  изнад савршено проводне равни налази се вертикални пријемни полуталасни дипол (2). Диполи леже у истој равни, као на слици. Предајни дипол 1 се напаја простопериодичном струјом учестаности  $f = 2,4\text{ GHz}$  и ефективне вредности  $I = 0,6\text{ A}$ . (а) Одредити израз за ефективну вредност електромоторне силе индуковане у пријемном диполу. (б) Израчунати снагу коју пријемни дипол предаје прилагођеном пријемнику. Сматрати да су антене без губитака. Околна средина је ваздух.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА  
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОЕ, ОС, ИР),  
ОДРЖАНОГ 21. АВГУСТА 2019. ГОДИНЕ**

**ПИТАЊА**

1.  $V_1 \approx 3,735 \text{ kV}$ .

2. (а) Линије индукваног електричног поља су кружнице са центром на оси соленоида. (б)  $|\mathbf{E}_{\text{ind}}(r)| = \frac{\mu_0 N' r}{2} \left| \frac{di(t)}{dt} \right|$ ,  
 $0 \leq r < a$ ,  $|\mathbf{E}_{\text{ind}}(r)| = \frac{\mu_0 N' a^2}{2} \left| \frac{di(t)}{dt} \right| \frac{1}{r}$ ,  $a < r$ .

3. (а)  $\text{rot} \mathbf{E} = -\mu_0 \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$ ,  $\text{rot} \mathbf{H} = \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$ ,  $\text{div} \mathbf{E} = 0$ ,  $\text{div} \mathbf{H} = 0$ . (б)  $\Delta \mathbf{H} - \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{H}}{\partial t^2} = 0$ .

4.  $\underline{\mathbf{E}} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} (\mathbf{i}_z - j\mathbf{i}_y) e^{-j\beta x}$ ,  $\beta = 2\pi f \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$ .

5. Снага опадне 1,195 пута (односно за 0,77 dB).

6.  $u(t=3,5 \text{ ns}) \approx 1 \text{ V}$ .

**ЗАДАЦИ**

1. (а)  $\underline{\mathbf{E}}_{\text{ind}} = \frac{\mu_0 \omega J_{s0}}{2\beta} \left( e^{-j\beta \sqrt{z^2+a^2}} - e^{-j\beta|z|} \right) \mathbf{i}_x$ ,  $\beta = \omega \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$ . (б)  $\underline{\mathbf{B}}_y = \frac{\mu_0 J_{s0}}{2} \left( \frac{z}{\sqrt{z^2+a^2}} e^{-j\beta \sqrt{z^2+a^2}} - \frac{z}{|z|} e^{-j\beta|z|} \right) \mathbf{i}_y$ .

2. (а)  $\varepsilon = \frac{c_0}{\pi f} 60 \Omega \frac{I}{R} \frac{\cos\left(\frac{\pi d}{2R}\right) \cos\left(\frac{\pi 2H}{2R}\right)}{\frac{2H}{R} \frac{d}{R}}$ , где је  $R = \sqrt{d^2 + (2H)^2}$ . (б)  $P_p \approx 98,4 \text{ nW}$  ( $\varepsilon = 5,36 \text{ mV}$ ).

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 28. АВГУСТА У 18:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 28. АВГУСТА ОД 18:00 ДО 18:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика