

# ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

8. фебруар 2021.

**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, уцртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Одговори без извођења се неће признати. Свако питање носи по 5 поена, а задатак по 20 поена.

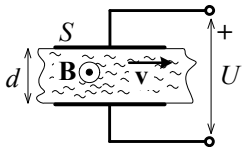
**Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.**

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

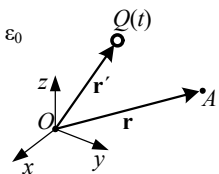
## ПИТАЊА

1. Написати изразе за ротор и дивергенцију вектора јачине индукованог електричног поља у линеарној хомогеној средини, у чијој свакој тачки је познат вектор јачине квазистационарног магнетског поља  $\mathbf{H}$ .

2. Између електрода плочастог кондензатора протиче проводна течност, специфичне проводности  $\sigma$ , константном брзином  $v$ , као на слици. Површина једне електроде кондензатора је  $S$ , а растојање између електрода је  $d$  ( $S \gg d^2$ ). Кондензатор се налази у хомогеном стационарном магнетском пољу, магнетске индукције  $\mathbf{B}$  (вектор  $\mathbf{B}$  нормалан је на вектор  $v$  и на раван цртежа). Ако је напон између плоча кондензатора  $U$ , према референтном смеру са слике, одредити брзину протикања течности,  $v$ .



3. У вакууму, у тачки одређеној вектором положаја  $\mathbf{r}'$ , налази се извор брзо променљивог поља у виду тачкастог наелектрисања  $Q(t)$ . Одредити електрични скалар-потенцијал у тачки  $A$ , одређеној вектором положаја  $\mathbf{r}$ .



4. Написати детаљан математички исказ Поинтингове теореме у комплексном облику за домен од савршеног диелектрика у коме нема побудног поља ни побудних струја. Објаснити значење свих чланова и образложити одговор.

5. (а) Извести у комплексном облику диференцијалну једначину коју задовољава вектор јачине брзо променљивог електричног поља у хомогеном савршеном диелектрику, пермитивности  $\epsilon$  и пермеабилности  $\mu$ , у коме нема слободних наелектрисања. (б) Дати пример решења те једначине, које одговара простопериодичном равном униформном ТЕМ таласу који се простире дуж  $x$ -осе.

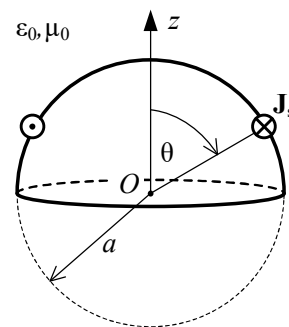
(а)	(б)
-----	-----

6. Комплексни представник простопериодичног вектора јачине електричног поља дат је изразом  $\underline{E} = ((1 + j)\mathbf{i}_x + j3\mathbf{i}_y + 3\mathbf{i}_z)\text{V/m}$ . Израчунати (а) минималну, (б) максималну и (в) ефективну вредност интензитета овог вектора.

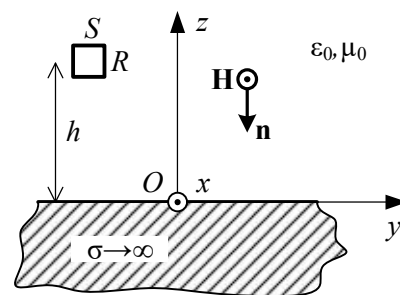
(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

### ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоје брзо променљиве простопериодичне струје само по површи полусфере, која је приказана на слици. Полупречник сфере је  $a$ , а део на коме постоје струје дефинисан је сферним координатама  $0 \leq \theta \leq \pi/2$ ,  $0 \leq \phi \leq 2\pi$ . Површинска густина струје је позната и дата је изразом  $\mathbf{J}_s = \sqrt{2}J_{s0} \sin \theta \sin \phi \cos \omega t \mathbf{i}_\phi$ . Одредити изразе за: (а) комплексни вектор густине површинских струја, (б) комплексне представнике расподеле површинског и линијског наелектрисања и (в) комплексни вектор индукованог електричног поља у тачки  $O$ .



2. Раван униформан линијски поларизован ТЕМ талас, ефективне вредности јачине магнетског поља  $H$  и учестаности  $f$ , наилази из вакуума нормално на савршено проводну равну, као на слици. За координатни систем са слике одредити (а) комплексне векторе јачине електричног и магнетског поља у вакууму и (б) расподелу индукованих наелектрисања и струја на раздвојној површи у комплексном облику. (в) Ако је  $H = 20 \text{ mA/m}$ ,  $f = 2,4 \text{ GHz}$  израчунати ефективну вредност струје која протиче кроз електрички малу контуру, отпорности  $R = 10 \Omega$  и површине  $S = 0,8 \text{ cm}^2$ , која лежи у  $yOz$ -равни на висини  $h = 25 \text{ cm}$ .



### Напомена:

У сферном координатном систему је  $\text{div } \mathbf{A} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 A_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (A_\theta \sin \theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi}$ .

**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА  
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),  
ОДРЖАНОГ 8. ФЕБРУАРА 2021. ГОДИНЕ**

**ПИТАЊА**

1.  $\text{rot } \underline{E}_{\text{ind}} = -\mu \frac{\partial \underline{H}}{\partial t}, \text{ div } \underline{E}_{\text{ind}} = 0.$

2.  $v = -\frac{U}{Bd}.$

3.  $V(\underline{r}, t) = \frac{Q(t - |\underline{r} - \underline{r}'|/c)}{4\pi\epsilon_0 |\underline{r} - \underline{r}'|}$

4.  $0 = \underbrace{j\omega \int_V (\mu |\underline{H}|^2 - \epsilon^* |\underline{E}|^2) dV}_{\text{Стварање и одржавање ЕМ поља}} + \underbrace{\oint_S (\underline{E} \times \underline{H}^*) \cdot d\underline{S}}_{\text{Размена електромагнетске енергије кроз } S}.$

5. (a)  $\Delta \underline{E} + \omega^2 \epsilon \mu \underline{E} = 0.$  (б)  $\underline{E} = E e^{-j\beta x} \underline{i}_z.$

6. (a)  $E_{\text{min}} = 3\sqrt{2} \text{ V/m}.$  (б)  $E_{\text{max}} = \sqrt{22} \text{ V/m}.$  (в)  $E_{\text{eff}} = \sqrt{20} \text{ V/m}.$

**ЗАДАЦИ**

1. (a).  $\underline{J}_s = J_{s0} \sin \theta \sin \phi \underline{i}_\phi$  (б)  $\underline{Q}' = 0, \underline{\rho}'_s = -\frac{J_{s0}}{j\omega a} \cos \phi.$  (в)  $\underline{E}_{\text{ind}} = -j\omega \frac{\mu_0 J_{s0} \pi}{16} a e^{-j\beta a} (-\underline{i}_x),$  где је  $\beta = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}.$

2. (a)  $\underline{E}_{\text{rez}} = j2Z_0 H \sin(\beta z) \underline{i}_y, \underline{H}_{\text{rez}} = 2H \cos(\beta z) \underline{i}_x.$  (б)  $\underline{\rho}'_s = 0, \underline{J}'_s = 2H \underline{i}_y.$  (в)  $I = \frac{\omega \mu_0 S \cdot H_{\text{rez}}(z=h)}{R} \approx 6,06 \text{ mA}.$

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 13. ФЕБРУАРА У 14:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 13. ФЕБРУАРА ОД 14:00 ДО 14:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика