

# ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

19. август 2020.

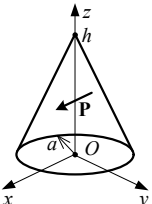
**Напомене.** Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају предати. Питања радити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

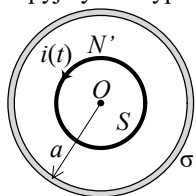
## ПИТАЊА

1. (а) Како се дефинише вектор поларизације? (б) У правој кружној купи од диелектрика, полупречника основе  $a$  и висине  $h$ , познат је вектор поларизације  $\mathbf{P} = P_0 \mathbf{i}_x$ , где је  $P_0$  константа. Одредити расподелу везаних запреминских и површинских наелектрисања купе.

	(а)	(б)
--	-----	-----

2. Написати потпуни систем диференцијалних једначина, у временском домену, за квазистационарно електромагнетско поље у изотропној линеарној хомогеној средини пермитивности  $\epsilon$ , пермеабилности  $\mu$  и специфичне проводности  $\sigma$ , у чијој је свакој тачки познат вектор густине побудних струја,  $\mathbf{J}_i$ .

3. Веома дугачак соленоид, површине попречног пресека  $S$  и подужне густине завојака  $N'$  налази се у вакууму. У завојцима соленоида постоји споропроменљива простопериодична струја, угаоне учестаности  $\omega$  и ефективне вредности  $I$ . Концентрично, око соленоида, постављена је танка хомогена жичана контура, полупречника  $a$  и специфичне проводности  $\sigma$ , тако да је површ контуре нормална на осу соленоида. Одредити ефективну вредност вектора густине струје у контури. Занемарити магнетско поље које потиче од струје у контури.



4. (а) Написати у комплексном домену Лоренцов услов за брзо променљиво електромагнетско поље у вакууму. (б) Полазећи од тог израза и Максвелових једначина, извести диференцијалну једначину коју задовољава електрични скалар-потенцијал  $\underline{V}$  у вакууму. У свакој тачки простора је позната запреминска густина наелектрисања,  $\rho$ .

(а)	(б)
-----	-----

5. Комплексни представник вектора јачине електричног поља дат је изразом  $\underline{E} = (4\mathbf{i}_x - j2\mathbf{i}_y) \text{ V/m}$ . (а) Одредити ефективну вредност вектора  $\mathbf{E}$ . (б) Скицирати криву коју описује врх овог вектора, назначити смер кретања и екстремуме криве.

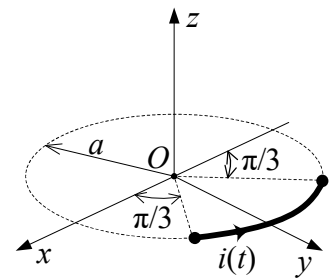
(а)	(б)
-----	-----

6. (а) Полазећи од Максвелових једначина у комплексном облику за линеарну средину пермитивности  $\epsilon$ , пермеабилности  $\mu$  и специфичне проводности  $\sigma$ , извести израз за комплексну пермитивност,  $\underline{\epsilon}$ . (б) На основу израза под (а), написати израз за комплексни коефицијент простирања. (в) Како се називају реални и имагинарни део комплексног коефицијента простирања?

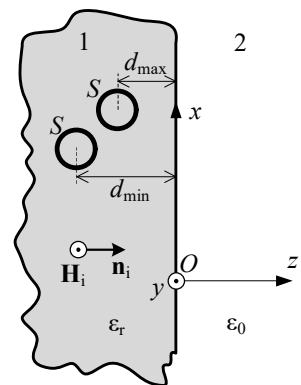
(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

### ЗАДАЦИ

1. У вакууму, дуж контуре у облику кружног лука полупречника  $a$ , који се налази у  $xOy$ -равни и заклапа угао  $\pi/3$ , постоји брзо променљива простопериодична струја, дата изразом  $i(t) = \sqrt{2}I_0 \cos \omega t$ , где је  $I_0$  константна, а  $\omega$  кружна учестаност. Одредити у комплексном облику: (а) расподелу наелектрисања на контури и (б) магнетски вектор-потенцијал на  $z$ -оси.



2. Раван, линијски поларизован простопериодичан TEM талас, ефективне вредности магнетског поља  $H$  и учестаности  $f$ , наилази из савршеног хомогеног немагнетског диелектрика, релативне пермитивности  $\epsilon_r$ , нормално на развојну површ са вакуумом. (а) У координатном систему са слике одредити изразе за комплексне представнике резултантних вектора јачине електричног и магнетског поља у диелектрику и вакууму. (б) Ако је,  $H = 2 \text{ A/m}$ ,  $\epsilon_r = 4$  и  $f = 3 \text{ GHz}$ , израчунати најмања растојања од развојне површи ( $d_{\max}$  и  $d_{\min}$ ) на која у диелектрику, паралелно  $xOz$ -равни, треба поставити две електрички мале проводне контуре површина  $S = 1 \text{ cm}^2$ , тако да се у једној индукује максимална, а у другој минимална емс? (в) Израчунати ту максималну и минималну емс.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА  
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),  
ОДРЖАНОГ 19. АВГУСТА 2020. ГОДИНЕ**

**ПИТАЊА**

1. (a)  $\mathbf{P} = \lim_{\Delta v \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta v} \sum_{\Delta v} \mathbf{p}$ . (б)  $\rho_{ps} = P_0 \frac{h}{\sqrt{h^2 + a^2}} \cos \phi$ .

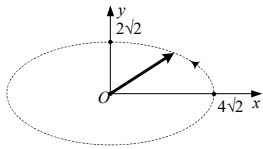
2.  $\text{rot } \mathbf{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$ ,  $\text{rot } \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E} + \mathbf{J}_i$ ,  $\text{div } \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon}$ ,  $\text{div } \mathbf{H} = 0$ .

3.  $J = \sigma \frac{\omega \mu_0 H S}{2\pi a}$ .

4. (a)  $\text{div } \mathbf{A} = -j\omega \epsilon_0 \mu_0 \underline{V}$ . (б)  $\Delta \underline{V} + \omega^2 \epsilon_0 \mu_0 \underline{V} = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$ .

5. (a)  $E_{\max} = 2\sqrt{5} \text{ V/m}$ .

(б)



6. (a)  $\underline{\epsilon} = \epsilon - j \frac{\sigma}{\omega}$ . (б)  $\underline{\gamma} = \omega \sqrt{\left(\epsilon - j \frac{\sigma}{\omega}\right) \mu} = \alpha + j\beta$ . (в)  $\alpha$  -коэффицијент слабљења,  $\beta$  -фазни коэффициент.

**ЗАДАЦИ**

1. (a)  $\underline{Q}_1 = -\underline{Q}_2 = -\frac{I_0}{j\omega}$ ,  $\underline{Q}' = 0$ . (б)  $\underline{\mathbf{A}} = \frac{\mu_0 I_0 a}{4\pi} \frac{e^{-j\beta\sqrt{z^2+a^2}}}{\sqrt{z^2+a^2}} \cdot (-\mathbf{i}_x)$ .

2. (a)  $\underline{\mathbf{E}}_1 = ZH e^{-j\beta z} (1 + R e^{j2\beta z}) \mathbf{i}_x$ ,  $\underline{\mathbf{H}}_1 = H e^{-j\beta z} (1 - R e^{j2\beta z}) \mathbf{i}_y$ ,  $\underline{\mathbf{E}}_2 = TZH e^{-j\beta_0 z} \mathbf{i}_x$ ,  $\underline{\mathbf{H}}_2 = T \frac{ZH}{Z_0} e^{-j\beta_0 z} \mathbf{i}_x$ , где је  $R = \frac{Z_0 - Z}{Z + Z_0}$ ,

$T = \frac{2Z_0}{Z + Z_0}$ ,  $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$ ,  $Z = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} Z_0$ ,  $\beta_0 = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ ,  $\beta = \sqrt{\epsilon_r} \beta_0$ . (б)  $d_{\max} = \frac{1}{4f \sqrt{\epsilon_r \epsilon_0 \mu_0}} \approx 12,5 \text{ mm}$ ,

$d_{\min} = \frac{1}{2f \sqrt{\epsilon_r \epsilon_0 \mu_0}} \approx 25 \text{ mm}$ .

(в)  $(\epsilon_{\text{ind}})_{\max} \approx 6,32 \text{ V}$ ,  $(\epsilon_{\text{ind}})_{\min} \approx 3,16 \text{ V}$ .

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 26. АВГУСТА У 10:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 26. АВГУСТА ОД 10:30 ДО 11:00 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика