

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

28. јун 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. Да ли се електромагнетско поље, које ствара простопериодична струја учестаности $f = 2,4 \text{ GHz}$, може сматрати споропроменљивим у непосредној околини сферног проводника полупречника $a = 12,5 \text{ cm}$? Средина око проводника је ваздух. Образложити одговор.

2. У свакој тачки простора познат је вектор јачине квазистационарног електричног поља \mathbf{E} , услед запреминских струја и наелектрисања у домену v . Густина струја је \mathbf{J} , а средина је вакуум. Одредити израз за разлику електричних скалар-потенцијала две произвољне тачке простора.

3. (а) Полазећи од Максвелових једначина извести једначину континуитета у диференцијалном комплексном облику за случај брзопроменљивих запреминских струја. (б) Написати једначину континуитета у диференцијалном комплексном облику за случај површинских и линијских струја.

(а)	(б)
-----	-----

4. Написати, у временском облику, Поинтингову теорему за домен v , испуњен линеарном хомогеном средином пермитивности ϵ , пермеабилности μ и специфичне проводности σ и ограничен савршено проводном површи S . У домену постоје побудне струје познатог вектора густине \mathbf{J}_i . Образложити одговор и написати значење свих чланова.

5. Израчунати (а) тренутни интензитет и (б) ефективну вредност простопериодичног вектора електричног поља, кружне учестаности ω , чији је комплексни представник дат изразом $\underline{\mathbf{E}} = (\sqrt{5} \mathbf{i}_x - j2 \mathbf{i}_y + 3 \mathbf{i}_z) \text{ V/m}$.

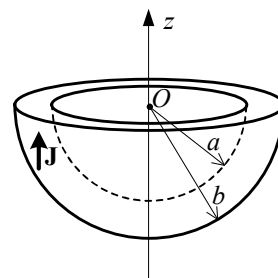
(а)	(б)
-----	-----

6. (а) Написати таласну једначину за вектор јачине електричног поља у хомогеном линеарном диелектрику, пермитивности ϵ и пермеабилности μ , у коме нема извора поља. (б) Проверити да ли вектор $\mathbf{E}(t) = \sqrt{2}E \cos(\omega t + \beta z) \mathbf{i}_x$, $\beta = \omega \sqrt{\epsilon \mu}$, задовољава дату једначину.

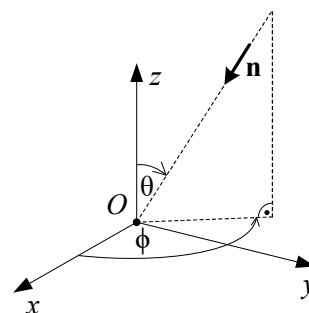
(а)	(б)
-----	-----

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји брзопроменљива простопериодична струја само по запремини полусферне љуске унутрашњег полупречника a и спољашњег b , као на слици. Вектор густине запреминске струје дат је изразом $\mathbf{J} = \sqrt{2}J_0 \cos \omega t \mathbf{i}_z$, где је J_0 константа. Одредити у комплексном облику (а) расподелу слободног наелектрисања љуске и (б) вектор јачине индукованог електричног поља у тачки O .



2. Раван линијски поларизован простопериодичан ТЕМ талас, таласне дужине λ , простире се кроз ваздух у правцу и смеру орта \mathbf{n} . Правац простирања таласа са z -осом заклапа угао θ , као на слици, а пројекција овог правца на Oxy равни са x -осом заклапа угао ϕ . Вектор јачине електричног поља овог таласа паралелан је Oxy равни, а његова ефективна вредност је E_0 . (а) Усвојити одговарајуће референтне смерове и одредити изразе за комплексне представнике вектора јачине електричног и магнетског поља таласа. (б) Ако је $\lambda = 2 \text{ m}$, $\theta = \pi/6$, $\phi = 2\pi/3$ и $E_0 = 0,3 \text{ V/m}$, израчунати ефективну вредност електромоторне силе индуковане у електрички малој равној жичаној контури, површине $S = 6 \text{ cm}^2$, која је у електромагнетском пољу таласа постављена нормално на y -осу.



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 28. ЈУНА 2021. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. $\beta \cdot 2a = 4\pi$, те се електромагнетско поље не може сматрати споропроменљивим.

2. (a) $V_M - V_N = \int_M^N \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} + \frac{\mu_0}{4\pi} \int_M^N \int_V \frac{(\partial \mathbf{J} / \partial t)}{R} dv$.

3. (a) $\text{div } \underline{\mathbf{J}} = -j\omega \underline{\rho}$. (б) $\text{div}_s \underline{\mathbf{J}}_s = -j\omega \underline{\rho}_s$, $\frac{dI}{dt} = -j\omega Q'$.

4. $-\int_V \overbrace{\mathbf{J}_i \cdot \mathbf{E} dv}^{\text{Снага генератора}} = \int_V \overbrace{\mathbf{J} \cdot \mathbf{E} dv}^{\text{снага Цулових губитака}} + \int_V \overbrace{\left(\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \cdot \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot \mathbf{H} \right) dv}^{\text{Стварање и одржавање ЕМ поља}}$.

5. (a) $E(t) = \sqrt{8 + 4(\cos \omega t)^2}$ V/m. (б) $E_{\text{eff}} = \sqrt{10}$ V/m.

6. (a) $\Delta \mathbf{E} - \epsilon \mu \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = 0$. (б) $-\sqrt{2} E \beta^2 \cos(\omega t + \beta z) \mathbf{i}_x + \sqrt{2} E \epsilon \mu \omega^2 \cos(\omega t + \beta z) \mathbf{i}_x = 0$.

ЗАДАЦИ

1. (a) $\underline{\rho} = 0$, $\underline{\rho}_s(r=a) = -\frac{J_0}{j\omega} \cos \theta$, $\underline{\rho}_s(r=b) = \frac{J_0}{j\omega} \cos \theta$, $\underline{\rho}_s(z=0) = -\frac{J_0}{j\omega}$. (б) $\mathbf{E}_{\text{ind}} = -\frac{\omega \mu_0}{j2\beta^2} J_0 \left[(1 + j\beta b) e^{-j\beta b} - (1 + j\beta a) e^{-j\beta a} \right] \mathbf{i}_z$.

2. (a) $\underline{\mathbf{E}} = \pm E_0 \left(-\sin \phi \mathbf{i}_x + \cos \phi \mathbf{i}_y \right) e^{j\beta(x \sin \theta \cos \phi + y \sin \theta \sin \phi + z \cos \theta)}$,

$\underline{\mathbf{H}} = \pm \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_0 \left(\cos \theta \cos \phi \mathbf{i}_x + \cos \theta \sin \phi \mathbf{i}_y - \sin \theta \mathbf{i}_z \right) e^{j\beta(x \sin \theta \cos \phi + y \sin \theta \sin \phi + z \cos \theta)}$, $\beta = 2\pi / \lambda$.

(б) $\epsilon = \frac{2\pi}{\lambda} E_0 S \cos \theta \sin \phi \approx 0,42 \text{ mV}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 5. ЈУЛА У 11:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 5. ЈУЛА ОД 11:00 ДО 11:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика