

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

22. августа 2022.

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.

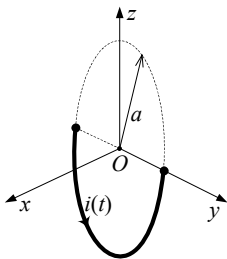
Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

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

ПИТАЊА

1. Написати граничне услове за векторе \mathbf{E} , \mathbf{D} , \mathbf{H} и \mathbf{J} који важе на раздвојној површи две средине у квазистационарном електромагнетском пољу. Нацртати одговарајућу слику.

2. У делу контуре, облика полукружне нити полупречника a , постоји споропроменљива струја $i(t)$. Одредити израз за интензитет вектора индукваног електричног поља у центру полукруга (тачка O).



3. (a) Написати у диференцијалном облику потпун систем једначина за брзо променљиво поље за линеаран хомоген савршен немагнетски диелектрик, пермитивности ϵ , у коме нема извора поља. (б) Полазећи од израза добијених под (a), извести таласну једначину за вектор јачине магнетског поља.

(a)	(б)
-----	-----

4. (a) Написати детаљан математички исказ Поинтингове теореме у временском домену у општем случају и објаснити значење сваког члана. (б) За случај брзопроменљивог поља, написати исказ Поинтингове теореме за домен v , ограничен површи S и окружен савршеним проводником. Домен је испуњен савршеним диелектриком параметара ϵ и μ , а у њему постоје генератори електромагнетског поља у облику побудних струја \mathbf{J}_i .

(a)	(б)
-----	-----

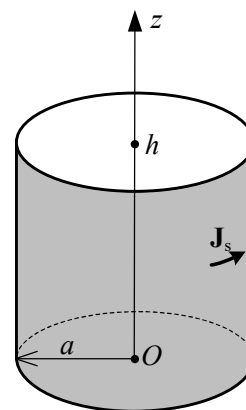
5. За простопериодични вектор електричног поља, кружне учестаности ω , чији је комплексни представник дат изразом $\underline{\mathbf{E}} = 2\mathbf{i}_x + j\mathbf{i}_y + (1 + j)\mathbf{i}_z$, израчунати (а) тренутни вектор и (б) тренутни интензитет. (в) Како је поларизован овај вектор? Образложити одговор.

(а)	(б)	(в)

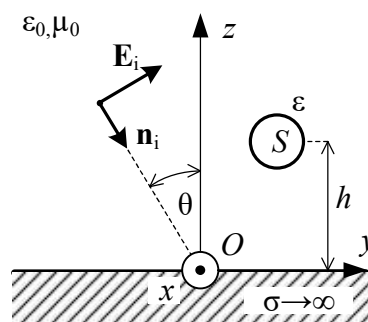
6. (а) Раван униформан простопериодичан ТЕМ талас, учестаности f , простира се у правцу и смера орта \mathbf{n} кроз добар проводник, специфичне проводности σ и пермеабилности μ_0 . У тачки одређеној вектором положаја \mathbf{r}_0 познат је комплексни вектор јачине електричног поља, $\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}_0) = \underline{\mathbf{E}}_0$. Одредити израз за комплексни вектор јачине електричног поља у произвољној тачки простора $\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r})$. Нацртати одговарајућу слику.

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји простопериодична струја, високе кружне учестаности ω , само по омотачу цилиндра полупречника a и висине h , као на слици. Вектор густине струје дат је изразом у цилиндричном координатном систему, $\mathbf{J}_s = \sqrt{2}J_{s0}(z/a)\cos(\omega t)\sin\phi\mathbf{i}_\phi$, где је J_{s0} константа, $0 < z < h$ и $0 < \phi < 2\pi$. Одредити (а) расподелу наелектрисања на омотачу цилиндра и (б) комплексни вектор јачине индукованог електричног поља у тачки O .



2. Раван паралелно поларизован простопериодичан ТЕМ талас, непознате ефективне вредности електричног поља E и таласне дужине $\lambda = 0,8\text{ m}$, наилази из вакуума на бесконачну савршено проводну раван, под углом $\theta = 30^\circ$ у односу на нормалу на раздвојну површ, као на слици. Позната је ефективна вредност електромоторне силе, $\varepsilon = 4\text{ mV}$, индуковане у електрички малој танкој жичаној контури, површине $S = 6\text{ cm}^2$, постављеној у вакууму, на висини $h = \lambda/4$, тако да лежи у равни инциденције. (а) Одредити комплексне изразе за векторе јачине електричног и магнетског поља у вакууму. (б) Израчунати E .

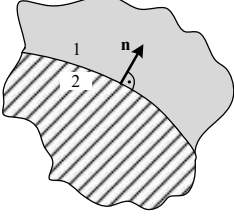


Напомена: У цилиндричном координатном систему је $\text{div } \mathbf{A} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}(rA_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$.

**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),
ОДРЖАНОГ 22. СЕПТЕМБРА 2022. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. $\mathbf{n} \times (\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2) = 0$, $\mathbf{n} \cdot (\mathbf{D}_1 - \mathbf{D}_2) = \rho_s$, $\mathbf{n} \times (\mathbf{H}_1 - \mathbf{H}_2) = \mathbf{J}_s$, $\mathbf{n} \cdot (\mathbf{J}_1 - \mathbf{J}_2) = 0$.



2. $|\mathbf{E}_{\text{ind}}| = \frac{\mu_0}{2\pi} \left| -\frac{\partial i}{\partial t} \right| \mathbf{i}_y$.

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

4. (a) $-\int_v \mathbf{J}_i \cdot \mathbf{E} dv = \underbrace{\int_v \mathbf{J} \cdot \mathbf{E} dv}_{\text{Снага Цулових губитака}} + \underbrace{\int_v \left(\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \cdot \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot \mathbf{H} \right) dv}_{\text{Стварање и одржавање ЕМ поља}} + \underbrace{\oint_S (\mathbf{E} \times \mathbf{H}) \cdot d\mathbf{S}}_{\text{Размена електромагнетске енергије кроз S}} \quad (б) \quad -\int_v \mathbf{J}_i \cdot \mathbf{E} dv = \int_v \left(\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \cdot \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot \mathbf{H} \right) dv \quad \text{Снага генератора} \quad \text{Стварање и одржавање ЕМ поља}$

5. (a) $\mathbf{E}(t) = 2\sqrt{2} \cos \omega t \mathbf{i}_x - \sqrt{2} \sin \omega t \mathbf{i}_y + 2 \cos(\omega t + \pi/4) \mathbf{i}_z$. (б) $E(t) = \sqrt{4 + 6(\cos \omega t)^2 - 2 \sin(2\omega t)}$. (в) Вектор је елиптички поларизован.

6. $\mathbf{E}(\mathbf{r}_0) = \underline{\mathbf{E}}_0 e^{-\sqrt{\pi \mu_0 / \sigma} (1+j)(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0) \cdot \mathbf{n}}$.

ЗАДАЦИ

1. (a) $\rho_s = -\frac{J_{s0}}{j\omega} \frac{z}{a^2} \cos \phi$. (б) $\mathbf{E}_{\text{ind}} = -\frac{\omega \mu_0 J_{s0}}{4\beta} \left(e^{-j\beta \sqrt{a^2 + h^2}} - e^{-j\beta a} \right) \mathbf{i}_x$.

2. (a) $\underline{\mathbf{E}} = 2E e^{-j\beta y \sin \theta} \left[j \sin(\beta z \cos \theta) \cos \theta \mathbf{i}_y + \cos(\beta z \cos \theta) \sin \theta \mathbf{i}_z \right]$, $\underline{\mathbf{H}} = \frac{2E}{Z_0} e^{-j\beta y \sin \theta} \cos(\beta z \cos \theta) \mathbf{i}_x$.

(б) $E = \frac{\lambda \varepsilon}{4\pi S \cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)} \approx 2,03 \frac{\text{V}}{\text{m}}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 19. СЕПТЕМБРА У 11:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 19. СЕПТЕМБРА ОД 11:00 ДО 11:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика