

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОТ)

21. септембар 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			УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.			Укупно

ПИТАЊА

1. (а) Написати Фарадејев закон електромагнетске индукције за споро променљиво електромагнетско поље у диференцијалном облику. (б) Полазећи од израза добијеног под (а) и Стоксове теореме, извести Фарадејев закон у интегралном облику.

(а)	(б)
-----	-----

2. По запремини хомогене проводне коцке, странице a и специфичне проводности σ постоји квазистационарно сложенопериодично електрично поље чији је вектор јачине $E(t)$. Одредити изразе за (а) тренутну запреминску густину снаге Џулових губитака коцке и (б) укупну средњу снагу Џулових губитака коцке.

(а)	(б)
-----	-----

3. Полазећи од израза за закаснеле потенцијале у временском домену извести изразе за закаснеле потенцијале у комплексном домену за линеарну средину пермитивности ϵ и пермеабилности μ . Скицирати слику и на њој назначити потребне величине.

--

4. (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)
-----	-----

5. (а) Израчунати минимални и максимални интензитет простопериодичног вектора чији је комплексни представник дат изразом $\underline{\mathbf{A}} = (1 + j)\mathbf{i}_x - (2 + j2)\mathbf{i}_y + (1 + j)\mathbf{i}_z$. (б) Како је поларизован овај вектор? Одговор образложити

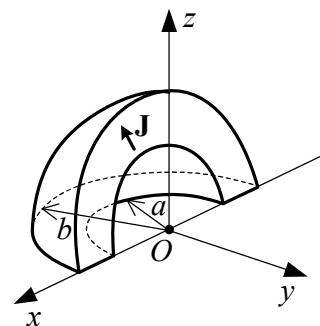
(а)	(б)
-----	-----

6. Полазећи од израза за комплексни коефицијент простирања униформног простопериодичног ТЕМ таласа, у линеарној хомогеној средини пермитивности ϵ , пермеабилности μ и специфичне проводности σ , извести упрошћени израз за коефицијент слабљења и фазни коефицијент у добром проводнику, на учестаности f .

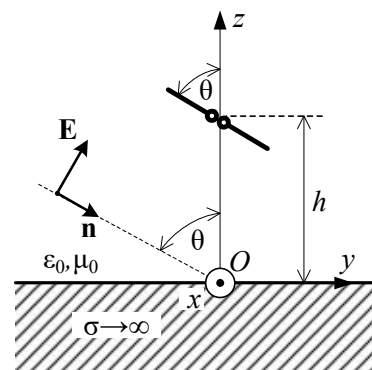
--

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји простопериодична струја, високе кружне учестаности ω , само по запремини дела сферне љуске полупречника a и b , као на слици. Вектор густине струје дат је изразом у сферном координатном систему $\mathbf{J}(r, \theta, \phi) = \sqrt{2}J_0 \cos(\omega t + \beta r)\mathbf{i}_r$, где је J_0 константа, $a \leq r \leq b$, $0 \leq \theta \leq \pi/2$, $\pi \leq \phi \leq 2\pi$ и $\beta = \omega\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$. Одредити у комплексном облику (а) расподелу наелектрисања љуске и (б) вектор јачине индукваног електричног поља у тачки O .



2. На место пријема стиже раван униформан линијски поларизован ТЕМ талас, учестаности $f = 2 \text{ GHz}$, под углом $\theta = \pi/3$ у односу на вертикалу, као на слици. Ефективна вредност електричног поља овог таласа је $E = 3 \text{ V/m}$, а вектор \mathbf{E} лежи у равни инциденције. Пријемна антена је полуталасни дипол који лежи у равни инциденције. Дипол је постављен такође под углом $\theta = \pi/3$ у односу на вертикалу, а центар дипола се налази на висини $h = 10/(f\sqrt{\epsilon_0\mu_0})$ изнад савршено проводне равни. (а) Одредити изразе за векторе резултантног електричног и магнетског поља изнад равни. (б) Израчунати ефективну вредност емс индукване у диполу.



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 (ОТ),
ОДРЖАНОГ 21. СЕПТЕМБРА 2020. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. (a) $\text{rot } \underline{\mathbf{E}} = -\frac{\partial \underline{\mathbf{B}}}{\partial t}$. (б) $\oint_C \underline{\mathbf{E}} \cdot d\underline{\mathbf{l}} = -\int_S \frac{\partial \underline{\mathbf{B}}}{\partial t} \cdot d\underline{\mathbf{S}}$.

2. (a) $p_j(t) = \sigma E^2(t)$. (б) $P_j(t) = \int_V \sigma \overline{E^2(t)} dv = \sigma \overline{E^2(t)} a^3$.

3. $\underline{V}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon} \int_{V'} \frac{\rho(\mathbf{r}') e^{-j\beta|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|} dv'$, $\underline{\mathbf{A}}(\mathbf{r}) = \frac{\mu}{4\pi} \int_{V'} \frac{\underline{\mathbf{J}}(\mathbf{r}') e^{-j\beta|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|} dv'$.

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

5. (a) $A_{\min} = 0$, $A_{\max} = \sqrt{24}$. (б) Вектор је поларизован линијски.

6. $\alpha = \beta = \sqrt{\pi\mu f\sigma}$.

ЗАДАЦИ

1. (a) $\underline{\rho} = -\frac{J_0 e^{j\beta r}}{j\omega r} (2 + j\beta r)$, $\underline{\rho}_{sa} = -\frac{J_0 e^{j\beta a}}{j\omega}$, $\underline{\rho}_{sb} = \frac{J_0 e^{j\beta b}}{j\omega}$. (б) $\underline{\mathbf{E}}_{\text{ind}} = -j\omega \frac{\mu_0 J_0}{16} (b^2 - a^2) (-\mathbf{i}_y + \mathbf{i}_z)$.

2. (a) $\underline{\mathbf{E}}_{\text{rez}} = \underline{\mathbf{E}}_i + \underline{\mathbf{E}}_r = E e^{-j\beta \frac{\sqrt{3}}{2} y} \left(j \sin\left(\beta \frac{z}{2}\right) \mathbf{i}_y + \sqrt{3} \cos\left(\beta \frac{z}{2}\right) \mathbf{i}_z \right)$, $\underline{\mathbf{H}}_{\text{rez}} = \underline{\mathbf{H}}_i + \underline{\mathbf{H}}_r = 2 \frac{E}{Z_0} e^{-j\beta \frac{\sqrt{3}}{2} y} \cos\left(\beta \frac{z}{2}\right) \mathbf{i}_x$.

(б) $\epsilon = \frac{\lambda}{\pi} |\underline{\mathbf{E}}_r \cdot \underline{\mathbf{F}}_r| = \frac{\lambda}{\pi} \cdot EF(\theta) \approx 0,117 \text{ V/m}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 26. СЕПТЕМБРА У 17:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 26. СЕПТЕМБРА ОД 17:30 ДО 18:00 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика