

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

25. август 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.

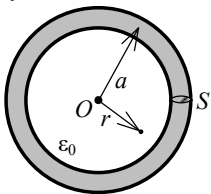
Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

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 потпуни систем диференцијалних једначина, у комплексном домену, за квазистационарно електромагнетско поље у изотропној линеарној хомогеној средини пермитивности ϵ , пермеабилности μ и специфичне проводности σ , у чијој је свакој тачки познат вектор јачине побудног електричног поља, \underline{E}_i .

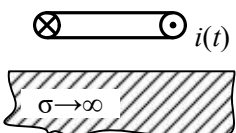
2. Танак кружни завојак, полупречника a и површине попречног пресека S , направљен од хомогеног материјала специфичне проводности σ , налази се у вакууму, у прстопериодичном квазистационарном пољу. Познат је магнетски вектор-потенцијал у свакој тачки простора, дат изразом у цилиндричном координатном систему $\mathbf{A}(r,t) = A_0 e^{-r^2/a^2} \cos \omega t \mathbf{i}_\phi$, где су A_0 и ω константе. У завојку одредити (а) комплексни вектор јачине електричног поља и (б) средњу снагу Дулових губитака.



(а)	(б)
-----	-----

3. Полazeћи од израза за закаснели електрични скалар-потенцијал у временском домену, извести израз за вектор јачине електричног поља услед вишка наелектрисања у комплексном домену, за линеарну средину пермитивности ϵ и пермеабилности μ . Нацртати слику и означити релевантне величине.

4. На примеру хоризонталне кружне контуре у вакууму, постављене хоризонтално изнад равни од савршеног проводника илустровати теорему ликова, ако кроз контуру протиче брзопроменљива струја јачине $i(t)$.



5. (a) Навести основне особине равних униформних TEM таласа који се простиру у хомогеном диелектрику пермитивности ϵ и пермеабилности μ . (б) Одредити средњу запреминску густину електромагнетске енергије таквог таласа, ако је ефективна вредност вектора јачине електричног поља таласа E .

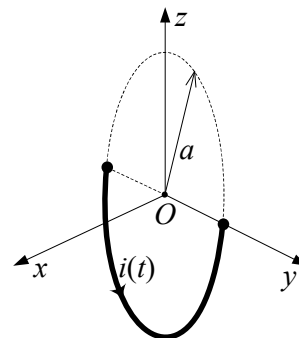
(a)	(б)
-----	-----

6. Раван униформан поларизован TEM талас, учестаности f , простира се у вакууму у правцу и смеру z -осе. Комплексни представник вектора јачине електричног поља таласа у координатном почетку износи $\underline{E} = \mathbf{i}_x + j2\mathbf{i}_y$. Одредити тренутну вредност овог вектора у тачки $P(0;0;1/(8f\sqrt{\epsilon_0\mu_0}))$ у тренутку $t_0 = 1/(4f)$.

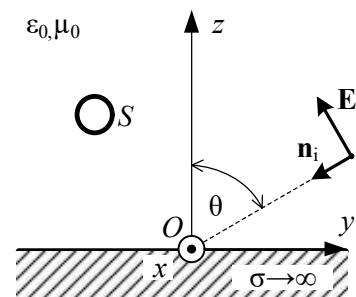
--

ЗАДАЦИ

1. У вакууму, дуж контуре у облику кружног лука полупречника a , који се налази у yOz -равни и заклапа угао π , постоји брзопроменљива простопериодична струја, дата изразом $i(t) = \sqrt{2}I_0 \cos \omega t$, где је I_0 константна, а ω кружна учестаност. Одредити у комплексном облику (а) расподелу наелектрисања на контури, (б) електрични скалар-потенцијал на y -оси и (в) магнетски вектор-потенцијал на x -оси.



2. Раван, униформан, простопериодичан, паралелно поларизован TEM талас, учестаности f и ефективне вредности електричног поља E , наилази из вакуума на савршено проводну раван под углом θ у односу на нормалу. Одредити изразе за комплексне представнике (а) вектора резултантног електричног и магнетског поља изнад равни ($z > 0$) и (б) расподеле индукованих струја и наелектрисања на равни ($z = 0$). (в) Скицирати график ефективне вредности емс која се индукује у електрички малој равној контури, површине S , паралелној yOz -равни, у функцији од висине, $\epsilon_{\text{ind}}(z)$, $0 \leq z < \infty$. (г) Ако је $E = 0,4 \text{ V/m}$, $f = 300 \text{ MHz}$, $\theta = 60^\circ$ и $S = 1,2 \text{ cm}^2$, израчунати максималну ефективну вредност индуковане емс.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),
ОДРЖАНОГ 25. АВГУСТА 2021. ГОДИНЕ**

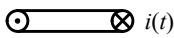
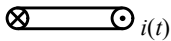
ПИТАЊА

1. $\text{rot } \underline{\mathbf{E}} = -j\omega \underline{\mathbf{H}}, \text{rot } \underline{\mathbf{H}} = \sigma(\underline{\mathbf{E}} + \underline{\mathbf{E}}_i), \text{div } \underline{\mathbf{E}} = \frac{\rho}{\epsilon}, \text{div } \underline{\mathbf{H}} = 0.$

2. (a) $\underline{\mathbf{E}} = -j\omega \frac{A_0}{\sqrt{2}} e^{-1} \mathbf{i}_\phi.$ (б) $P_j = \pi a S \sigma \omega^2 A_0^2 e^{-2}.$

3. $\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = \frac{1}{4\pi\epsilon} \int_v \frac{\rho(\mathbf{r}') \cdot (1 + j\beta R) e^{-j\beta R}}{R^2} \mathbf{i}_R dv,$ где је $R = |\mathbf{R}| = |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|.$

4.



5. (a)

1. Вектори \mathbf{E} и \mathbf{H} су међусобно управни и управни на правац простирања. Смер је одређен смером Поинтинговог вектора $\mathcal{P} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}.$

2. Вектори јачине електричног и магнетског поља у су константни у трансверзалним равнинама.

3. Однос тренутних интензитета \mathbf{E} и \mathbf{H} у произвољној тачки диелектрика вода је једнак импеданси средине

$$E/H = Z = \sqrt{\mu/\epsilon}.$$

4. Брзина простирања таласа износи $c = 1/\sqrt{\epsilon\mu}.$

(б) $w_{em} = \epsilon E^2.$

6. $\mathbf{E}(t_0) = \mathbf{i}_x - 2\mathbf{i}_y.$

ЗАДАЦИ

1. (a) $\underline{Q}' = 0, \underline{Q}_1 = \underline{Q}(0, -a, 0) = -\underline{Q}_2 = -\underline{Q}(0, a, 0) = -\frac{I_0}{j\omega}.$ (б) $\underline{V} = \frac{I_0}{4j\omega\pi\epsilon_0} \left(\frac{e^{-j\beta|y-a|}}{|y-a|} - \frac{e^{-j\beta|y+a|}}{|y+a|} \right).$ (в) $\underline{\mathbf{A}} = \frac{\mu_0 I_0 a}{2\pi} \frac{e^{-j\beta\sqrt{x^2+a^2}}}{\sqrt{x^2+a^2}} \cdot \mathbf{i}_y.$

2. (a) $\underline{\mathbf{E}}_{\text{rez}} = 2E e^{j\beta y \sin \theta} (-j \cos \theta \sin(\beta z \cos \theta) \mathbf{i}_y + \sin \theta \cos(\beta z \cos \theta) \mathbf{i}_z),$ $\underline{\mathbf{H}}_{\text{rez}} = \frac{2E}{Z_0} \cos(\beta z \cos \theta) e^{j\beta y \sin \theta} \cdot (-\mathbf{i}_x),$ где је $\beta = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$

и $Z_0 = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0}.$ (б) $\underline{\mathbf{J}}_s = \frac{2E}{Z_0} e^{j\beta y \sin \theta} (-\mathbf{i}_y),$ $\underline{\rho}_s = 2\epsilon_0 E \sin \theta e^{j\beta y \sin \theta}.$ (в) $\epsilon_{\text{ind}} = 2\omega \mu_0 S \frac{E}{Z_0} |\cos(\beta z \cos \theta)|.$

(г) $(\epsilon_{\text{ind}})_{\text{max}} = 2\omega \mu_0 S \frac{E}{Z_0} \approx 0,6 \text{ mV}.$

• РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 1. СЕПТЕМБРА У 11:00 ЧАСОВА.

• УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 1. СЕПТЕМБРА ОД 11:00 ДО 11:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика