

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ)

10. јануар 2012.

Напомене. Испит траје 180 минута. 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 заједно предати. Питања радити искључиво на овоме папиру, а задатке искључиво у вежбанци. Коначне одговоре на питања и тражена извођења уписати у одговарајуће кућице, учртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Одговори без извођења се неће признати. Вежбанка и овај папир се морају заједно предати. 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. Полазећи од израза за електрични скалар-потенцијал познате расподеле запреминског наелектрисања у вакууму и везе између вектора јачине електричног поља и овог потенцијала извести одговарајући израз за вектор јачине електричног поља. Нацртати слику и назначити потребне величине.

2. Посматра се раздвојна површ две линеарне хомогене проводне средине, означене са 1 и 2, у којима постоји стационарно струјно поље. Познати су параметри средине 1, ϵ_1 и σ_1 , параметри средине 2, ϵ_2 и σ_2 , интензитет вектора електричне индукције у средини 2 непосредно уз површ, D_2 , и угао који овај вектор заклапа са нормалом на површ усмереном ка средини 1, α_2 . Одредити интензитет вектора јачине електричног поља у средини 1 непосредно уз површ.

3. Израчунати еквивалентну комплексну пермитивност немагнетског материјала релативне пермитивности $\epsilon_r = 4,5$ и специфичне проводности $\sigma = 10^{-2} \text{ S/m}$, на учестаности $f = 0,7 \text{ GHz}$.

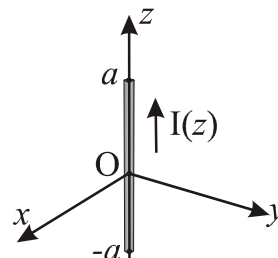
4. Коаксијални вод начињен је од доброг проводника специфичне проводности σ_p а диелектрик му је ваздух. Одредити однос полупречника проводника вода тако да коефицијент слабљења буде минималан.

5. Дубина продирања у једном материјалу, на учестаности $f = 3 \text{ GHz}$, је $\delta = 16 \mu\text{m}$. Израчунати, у истом материјалу, учестаност на којој је дубина продирања $\delta' = 2 \mu\text{m}$.

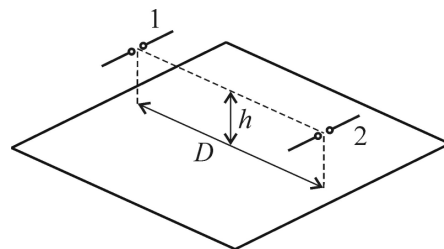
6. Раван униформан линијски поларизован TEM талас, ефективне вредности електричног поља E и кружне учестаности ω , простире се у вакууму. Јединични вектор у правцу простирања таласа је $\mathbf{n} = \cos\alpha \mathbf{i}_x + \sin\alpha \mathbf{i}_y$, где је α позната константа. Комплексни вектор електричног поља у координатном почетку је $\underline{E}_0 = E \mathbf{i}_z$. Одредити израз за комплексни вектор **магнетског поља** у произвољној тачки простора.

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоје прстопериодичне струје, високе кружне учестаности ω , само дуж праве танке нити дужине $2a$, приказане на слици. Комплексни представник јачине струје дат је изразом $\underline{I}(z) = I_0 \sqrt{2} \frac{a - |z|}{a}$, где је I_0 константа и $-a \leq z \leq a$. У комплексном домену одредити изразе за: (а) расподелу наелектрисања нити и (б) вектор јачине електричног поља у тачки са координатама $(a, 0, 0)$, \underline{E}_Q , који потиче само од наелектрисања нити.



2. На слици су приказана два полуталасна дипола, у ваздуху, изнад бесконачне савршено проводне равни. Диполи су паралелни проводној равни и међусобно паралелни, а нормални су на правац који пролази кроз њихове центре. Диполи су на висини $h = 5 \text{ m}$ изнад проводне равни, а центри су им на растојању $D = 15 \text{ m}$. Дипол 1 се напаја прстопериодичном струјом ефективне вредности $I = 0,2 \text{ A}$ и учестаности $f = 2,4 \text{ GHz}$. Израчунати ефективну вредност електромоторне силе индуковане у диполу 2.

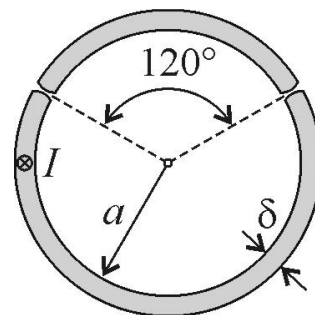


Додатак из првог дела градива

- ОФ -

Задаци

*3. На слици је приказан попречни пресек веома дугачког правога немагнетског проводног шупљег цилиндра, полупречника a и дебљине зида δ ($\delta \ll a$). У проводнику постоји временски константна струја јачине I , равномерно расподељена по попречном пресеку проводника. Ако се цилиндар расече по два изводница на два дела, на начин приказан на слици, одредити вектор подужне силе која делује на мањи од два дела. Околна средина је ваздух.



Питања

*7. У вакууму су постављена два права бесконачно дуга и бесконачно танка концентрична проводна цилиндра, полупречника a и b . Сматрајући цилиндри телима електростатичког система, чије референтно тело је њима концентрични цилиндар полупречника c ($a < b < c$), одредити коефицијенте електростатичке индукције тог система.

--

*8. (а) Написати основне диференцијалне једначине стационарног магнетског поља у вакууму. (б) Чему су једнаки $\text{rot } \mathbf{A}$ и $\text{div } \mathbf{A}$ у стационарном магнетском пољу у вакууму? (в) Полазећи од претходних израза, извести одговарајућу диференцијалну једначину коју задовољава магнетски вектор-потенцијал \mathbf{A} .

(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ),
ОДРЖАНОГ 10. ЈАНУАРА 2012. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. $\mathbf{E} = -\text{grad } V = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho d\mathbf{v}}{r^2} \mathbf{r}_0$. Видети слику 259 из *Збирке*.
2. $E_1 = \frac{D_2}{\epsilon_2 \sigma_1} \sqrt{(\sigma_2 \cos \alpha_2)^2 + (\sigma_1 \sin \alpha_2)^2}$.
3. $\underline{\epsilon} = \left(\epsilon_0 \epsilon_r - j \frac{\sigma}{2\pi f} \right) = (39,825 - j22,736) \frac{\text{pF}}{\text{m}}$.
4. $\frac{b}{a} \approx 3,59$.
5. $f' = f \left(\frac{\delta}{\delta'} \right)^2 = 192 \text{ GHz}$.
6. $\underline{\mathbf{H}} = \mathbf{n} \times \frac{\underline{\mathbf{E}}_0}{Z_0} e^{-j\beta \mathbf{r} \cdot \mathbf{n}} = \frac{E}{Z_0} (\sin \alpha \mathbf{i}_x - \cos \alpha \mathbf{i}_y) e^{-j\beta(x \cos \alpha + y \sin \alpha)}$, где је $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$ и $\beta = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$.
- *7. $b_{11} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{b}{a}}$, $b_{12} = b_{21} = -\frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{b}{a}}$, $b_{22} = \frac{2\pi\epsilon_0 \ln \frac{c}{a}}{\ln \frac{b}{a} \ln \frac{c}{b}}$.
- *8. (а) $\text{rot } \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$, $\text{div } \mathbf{B} = 0$. (б) $\text{rot } \mathbf{A} = \mathbf{B}$, $\text{div } \mathbf{A} = 0$. (в) $\Delta \mathbf{A} = -\mu_0 \mathbf{J}$.

ЗАДАЦИ

1. (а) Густина подужног наелектрисања је $\underline{Q}'(z) = -j \frac{I_0}{\omega a} \frac{|z|}{z}$, а тачкастих наелектрисања нема.
(б) $\underline{\mathbf{E}}_Q = j \frac{I_0}{2\pi\epsilon_0 \omega a} \left(\frac{e^{-j\beta a}}{a} - \frac{e^{-j\beta a \sqrt{2}}}{a\sqrt{2}} \right) \mathbf{i}_z$.
2. $\epsilon_2 = 37,7 \text{ mV}$.
- *3. Вектор подужне силе на мањи део цилиндра је интензитета $F' = \frac{\sqrt{3}\mu_0 I^2}{8\pi^2 a}$ и лежи у равни цртежа, дуж заједничке симетрале два дела цилиндра, усмерен ка већем од њих.