

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

2. фебруар 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						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	Укупно	УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА

ПИТАЊА

1. Усамљено тело од линеарног хомогеног савршеног диелектрика, релативне пермитивности ϵ_r , равномерно је наелектрисано по својој запремини. У једној тачки тела интензитет вектора јачине електричног поља које потиче од запреминског наелектривања је E . Полазећи од интегралног израза за вектор јачине електричног поља запреминске расподеле наелектривања, одредити, у тој тачки, израз за интензитет вектора јачине електричног поља који потиче само од запреминског: (а) слободног наелектривања тела и (б) везаног наелектривања тела.

(а)	(б)
-----	-----

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. У свакој тачки једног домена у вакууму познати су запреминска густина наелектривања $\rho(\mathbf{r}, t)$ и вектор густине запреминске струје $\mathbf{J}(\mathbf{r}, t)$, где је \mathbf{r} вектор положаја. Написати изразе за закаснели електрични скалар–потенцијал и закаснели магнетски вектор–потенцијал ове расподеле наелектривања и струја. Нацртати слику и на њој назначити величине које се појављују у изразима.

--

4. (а) Израчунати минимални и максимални интензитет простопериодичног вектора чији је комплексни представник дат изразом $\underline{\mathbf{A}} = 3\mathbf{i}_x + j3\mathbf{i}_y + (3 + j3)\mathbf{i}_z$. (б) Како је поларизован овај вектор? Одговор образложити.

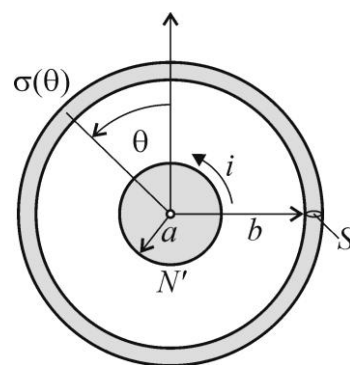
(а)	(б)
-----	-----

5. Израчунати растојање које раван простопериодичан TEM талас треба да пређе кроз материјал, који је на радној учестаности добар диелектрик, специфичне проводности $\sigma_d = 10^{-3} \text{ S/m}$, релативне пермитивности $\epsilon_r = 2,5$ и пермеабилности μ_0 , да би му се ефективна вредност електричног поља двоструко смањила.

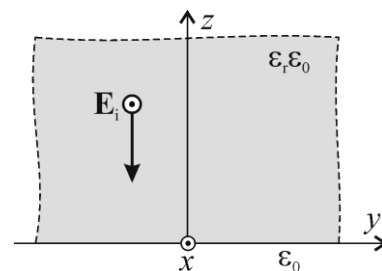
6. Навести основне особине равног униформног прогресивног TEM таласа који се простире кроз савршен диелектрик пермитивности ϵ и пермеабилности μ .

ЗАДАЦИ

1. Веома дугачак соленоид, кружног попречног пресека полупречника a и подужне густине завојака N' , налази се у вакууму. У завојцима соленоида постоји споропроменљива простопериодична струја, учестаности f и ефективне вредности I . Око соленоида, концентрично с њим, постављена је жичана контура облика круга полупречника b , која лежи у равни попречног пресека соленоида, као на слици. Попречни пресек жице је S ($S \ll b^2$), а њена специфична проводност мења се у функцији угла θ са слике као $\sigma(\theta) = \sigma_0 / (2 + \sin(\theta/2))$, $0 \leq \theta \leq 2\pi$. Може се сматрати да је струја равномерно расподељена по попречном пресеку жице. Занемарујући електромоторну силу самоиндукције, одредити (а) ефективну вредност вектора густине струје у жици и (б) средњу вредност снаге Џулових губитака у жици.



2. Раван линијски поларизован простопериодичан TEM талас, ефективне вредности електричног поља E_i и учестаности f , наилази из савршеног хомогеног немагнетског диелектрика, релативне пермитивности ϵ_r , нормално на раздвојну површ са вакуумом. (а) За координатни систем са слике одредити комплексне представнике резултантних вектора јачине електричног и магнетског поља у диелектрику и вакууму. (б) Одредити комплексне представнике Поинтингових вектора инцидентног и трансмитованог таласа. (в) Ако је познат однос максималне и минималне ефективне вредности резултантног електричног поља у диелектрику пермитивности ϵ_r , $E_{\max}/E_{\min} = 3$, израчунати ϵ_r и однос ефективних вредности Поинтингових вектора трансмитованог и инцидентног таласа, P_t/P_i .



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),
ОДРЖАНОГ 2. ФЕБРУАРА 2012. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. (a) $E_s = \epsilon_r E$. (б) $E_p = (1 - \epsilon_r) E$.

2. $E_1 = \frac{D_2}{\epsilon_2 \sigma_1} \sqrt{(\sigma_2 \cos \alpha_2)^2 + (\sigma_1 \sin \alpha_2)^2}$.

3. $V(\mathbf{r}', t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_v \frac{\rho\left(\mathbf{r}, t - \frac{R}{c_0}\right)}{R} dv$, $\mathbf{A}(\mathbf{r}', t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_v \frac{\mathbf{J}\left(\mathbf{r}, t - \frac{R}{c_0}\right)}{R} dv$, $R = |\mathbf{r}' - \mathbf{r}|$, $c_0 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$.

4. (a) $A_{\min} = 3\sqrt{2}$, $A_{\max} = 3\sqrt{2}\sqrt{3}$. (б) Вектор је поларизован елиптички.

5. $d \approx 5,81 \text{ m}$.

6. Вектори \mathbf{E} и \mathbf{H} су међусобно управни и управни на правац простирања таласа. Смер простирања таласа одређен је смером Поинтинговог вектора. Вектори \mathbf{E} и \mathbf{H} су константни у равнима управним на правац простирања таласа. Однос тренутних интензитета вектора \mathbf{E} и \mathbf{H} је $Z = \sqrt{\mu/\epsilon}$. Брзина простирања таласа је $c = 1/\sqrt{\mu\epsilon}$.

ЗАДАЦИ

1. (a) $J = \frac{\pi^2 \mu_0 \sigma_0 f a^2 N'}{2(\pi+1)b} I$. (б) $P_J = \frac{4(\pi+1)Sb}{\sigma_0} J^2$.

2. (a) $\underline{\mathbf{E}} = E_i e^{j\beta z} (1 + R e^{-j2\beta z}) \mathbf{i}_x$, $\underline{\mathbf{H}} = -\frac{E_i}{Z} e^{j\beta z} (1 - R e^{-j2\beta z}) \mathbf{i}_y$, $\underline{\mathbf{E}}_t = E_i T e^{j\beta_0 z} \mathbf{i}_x$, $\underline{\mathbf{H}}_t = -\frac{E_i}{Z_0} T e^{j\beta_0 z} \mathbf{i}_y$, $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$, $Z = \frac{Z_0}{\sqrt{\epsilon_r}}$,

$\beta_0 = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$, $\beta = \beta_0 \sqrt{\epsilon_r}$, $R = \frac{\sqrt{\epsilon_r} - 1}{\sqrt{\epsilon_r} + 1}$, $T = \frac{2\sqrt{\epsilon_r}}{\sqrt{\epsilon_r} + 1}$. (б) $\underline{\mathbf{P}}_i = -\frac{E_i^2}{Z} \mathbf{i}_z$, $\underline{\mathbf{P}}_t = -\frac{E_i^2 T^2}{Z_0} \mathbf{i}_z$, $\frac{P_t}{P_i} = \frac{T^2 Z}{Z_0}$. (в) $\epsilon_r = 9$, $\frac{P_t}{P_i} = \frac{3}{4}$.