ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

19. јун 2015.

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 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. 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 таблици. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

<table>
<tr><td colspan="10">ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ (попуњава кандидат)</td><td>КОЛОКВИЈУМ</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Индекс
година/број</td><td colspan="8">Презиме и име</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">/</td><td colspan="8"></td><td>ИСПИТ</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">ПИТАЊА</td><td colspan="3">ЗАДАЦИ</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1.</td><td>2.</td><td>3.</td><td>4.</td><td>5.</td><td>6.</td><td>Укупно</td><td>1.</td><td>2.</td><td>Укупно</td><td>УКУПНО ПОЕНА</td><td>ОЦЕНА</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

ПИТАЊА

1. Полазећи од интегралног израза за елекрични скалар-потенцијал познате расподеле запреминског наелектрисања у вакууму и диференцијалне везе између вектора јачине електричног поља и овог потенцијала извести одговарајући интегрални израз за вектор јачине електричног поља.

2. Написати потпуни систем диференцијалних једначина које описују стационарно струјно поље у линеарној хомогеној средини специфичне проводности σ, у чијој је свакој тачки познат вектор густине побудних струја, $\mathbf{J}_{\mathrm{i}}$.

3. На примеру хоризонталног, вертикалног и косог струјног елемента у вакууму, изнад бесконачног равног феромагнетског блока ($\mu \to \infty$), илустровати теорему ликова за стационарно магнетско поље.

4. За простопериодичан вектор, чији је комплексни представник дат изразом $\underline{\mathbf{A}} = (2\mathbf{i}_x + \mathbf{i}_y) + \mathrm{j}(\mathbf{i}_x - 2\mathbf{i}_y)$, израчунати (а) минимални интензитет и (б) максимални интензитет. (в) Како је поларизован овај вектор? Одговор образложити.

(а)	(б)	(в)

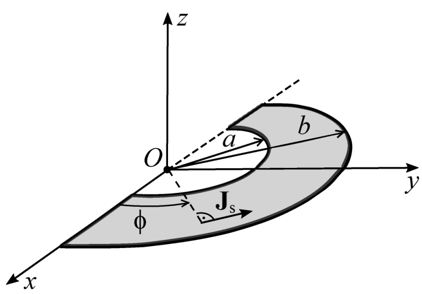
5. У свакој тачки простопериодичног брзопроменљивог поља учестаности f, у вакууму, познат је комплексни магнетски вектор-потенцијал $\underline{\mathbf{A}}$. (а) Написати Лоренцов услов, у комплексном домену. (б) Изразити комплексни Поинтингов вектор преко магнетског вектор-потенцијала $\underline{\mathbf{A}}$.

(а)	(б)

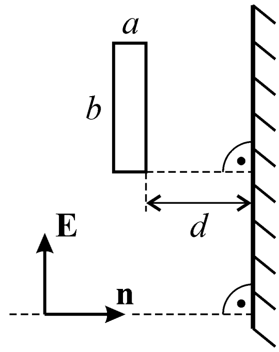
6. Израчунати растојање које раван простопериодичан ТЕМ талас, учестаности $f = 5\,\mathrm{GHz}$, треба да пређе кроз бакар, специфичне проводности $\sigma = 57\,\mathrm{MS/m}$, пермитивности ε_0 и пермеабилности μ_0, да би му се ефективна вредност електричног поља смањила три пута.

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји простопериодична струја, високе кружне учестаности ω, само по површи облика полукружног прстена, унутрашњег полупречника a и спољашњег полупречника b, приказаној на слици. Вектор густине површинске струје дат је изразом $\mathbf{J}_\mathrm{s}(r,\phi,t) = \sqrt{2}J_{\mathrm{s}0}\sin\phi\cos(\omega t)\,\mathbf{i}_\phi$, где је $J_{\mathrm{s}0}$ константа, $a \le r \le b$ и $0 \le \phi \le \pi$. Одредити комплексне представнике (а) расподеле наелектрисања прстена и (б) вектора јачине индукованог електричног поља у координатном почетку (у тачки O).



2. Раван простопериодичан ТЕМ талас, ефективне вредности електричног поља $E = 0{,}2\,\mathrm{V/m}$ и таласне дужине у ваздуху $\lambda = 0{,}3\,\mathrm{m}$, наилази из ваздуха нормално на бесконачну савршено проводну раван. Вектор $\mathbf{E}$ таласа лежи у равни цртежа, а правац и смер кретања таласа дат је ортом $\mathbf{n}$. У равни цртежа лежи и правоугаона жичана контура, дужина страница $a = 3\lambda/4$ и $b = 2\lambda$, тако да су странице дужине b паралелне проводној равни, а ближа од њих на растојању $d = 5\lambda/4$ од проводне равни. (а) Одредити резултантне комплексне векторе јачине електричног и магнетског поља у ваздуху. (б) Израчунати ефективну вредност електромоторне силе индуковане у правоугаоној жичаној контури. Контура се **не може** сматрати електрички малом. Занемарити поље струја индукованих у контури.



Напомена: у цилиндричном координатном систему је

$$\mathrm{div}\mathbf{A} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rA_r) + \frac{1}{r}\frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}.$$

ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ), ОДРЖАНОГ 19. ЈУНА 2015. ГОДИНЕ

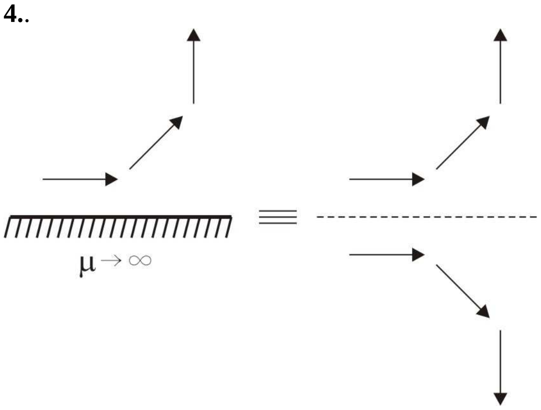
ПИТАЊА

1. $\mathbf{E} = -\mathrm{grad}\, V = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\displaystyle\int_v \dfrac{\rho \mathrm{d}v}{r^2}\mathbf{r}_0$.

2. $\mathrm{rot}\, \mathbf{E} = 0$, $\mathrm{div}\left(\mathbf{J} + \mathbf{J}_\mathrm{i}\right) = 0$, $\mathbf{J} = \sigma\mathbf{E}$.

3. (а) $A_\mathrm{min} = \sqrt{10}$. (б) $A_\mathrm{max} = \sqrt{10}$. (в) Вектор је поларизован кружно ($A_\mathrm{min} = A_\mathrm{max}$).

4..



5..(а) $\mathrm{div}\, \underline{\mathbf{A}} = -\mathrm{j}2\pi f\, \varepsilon_0\mu_0 \underline{V}$. (б) $\underline{\mathbf{P}} = -\mathrm{j}\dfrac{1}{2\pi f\varepsilon_0\mu_0}\left(4\pi^2 f^2\varepsilon_0\mu_0 \underline{\mathbf{A}} + \mathrm{grad}\left(\mathrm{div}\underline{\mathbf{A}}\right)\right)\times \mathrm{rot}\underline{\mathbf{A}}^*$.

6. $d = \dfrac{\ln 3}{\sqrt{\pi\mu_0 f\sigma}} = 1{,}04\,\mu\mathrm{m}$.

ЗАДАЦИ

1. (а) $\underline{\rho}_\mathrm{s} = \mathrm{j}\dfrac{J_{\mathrm{s}0}}{\omega}\dfrac{\cos\phi}{r}$, $\underline{Q}' = 0$. (б) $\underline{\mathbf{E}}_\mathrm{ind} = -\dfrac{\mu_0 J_{\mathrm{s}0}}{8\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}\left(\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}\,b} - \mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}\,a}\right)\mathbf{i}_x$.

2. (а) У Декартовом десном координатном систему у којем је $\mathbf{i}_y$ у смеру вектора $\mathbf{E}$, $\mathbf{i}_z = -\mathbf{n}$, а координатни почетак лежи у произвољној тачки проводне равни је $\mathbf{E}_\mathrm{rez} = \mathrm{j}2E\sin\left(2\pi\dfrac{z}{\lambda}\right)\mathbf{i}_y$ и $\mathbf{H}_\mathrm{rez} = \mathrm{j}2\sqrt{\dfrac{\varepsilon_0}{\mu_0}}E\cos\left(2\pi\dfrac{z}{\lambda}\right)\mathbf{i}_x$.

(б) $\varepsilon_\mathrm{ind} = 4E\lambda = 0{,}24\,\mathrm{V}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 26. ЈУНА У 13:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 26. ЈУНА ОД 13:00 ДО 13:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика