ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

2. септембар 2010.

Напомене. Испит траје 180 минута. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. 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. У линеарном несавршеном диелектрику, константне специфичне проводности σ и променљиве пермитивности $\varepsilon(\mathbf{r})$, где је $\mathbf{r}$ вектор положаја, успостављена је стална запреминска струја константне густине $\mathbf{J}$. Одредити израз за густину запреминских слободних наелектрисања у диелектрику.

2. По запремини проводне коцке, странице a и специфичне проводности σ постоји електрично поље чији је вектор јачине $\mathbf{E}$. Одредити изразе за (а) запреминску густину снаге Џулових губитака коцке и (б) укупну снагу Џулових губитака коцке.

(а)	(б)

3. (а) Написати Лоренцов услов у комплексном облику, ако је средина ваздух. (б) Полазећи од израза за комплексни вектор јачине електричног поља, у ваздуху, преко електричног скалар–потенцијала и магнетског вектор–потенцијала, и Лоренцовог услова, извести израз за комплексни вектор јачине електричног поља само у функцији магнетског вектор-потенцијала.

(а)	(б)

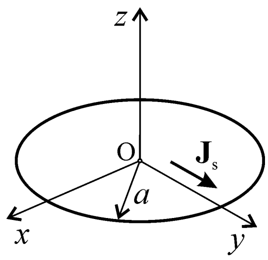
4. Танак проводник, дужине l, постављен је дуж z–осе Декартовог координатног система тако да је координатни почетак на средини проводника. Кроз проводник у смеру $+z$–осе тече брзопроменљива простопериодична струја, учестаности f, дата комплексним изразом $\underline{I}(z) = \underline{I}_0 \sin\left(\pi \frac{l - 2|z|}{l}\right)$. Одредити израз за густину линијског наелектрисања проводника.

5. Израчунати минимални и максимални интензитет простопериодичног вектора датог комплексним изразом $\underline{\mathbf{A}} = \mathbf{i}_x + \mathrm{j}\,\mathbf{i}_y + (2+\mathrm{j})\mathbf{i}_z$.

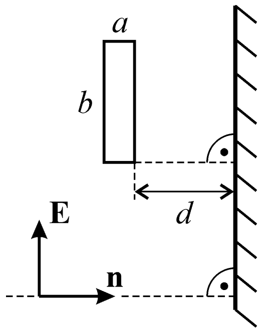
6. Израчунати растојање које раван простопериодичан ТЕМ талас треба да пређе кроз добар немагнетски диелектрик, специфичне проводности $\sigma = 0{,}01\,\mathrm{S/m}$ и релативне пермитивности $\varepsilon_\mathrm{r} = 3$, да би му се ефективна вредност електричног поља двоструко смањила.

ЗАДАЦИ

1. Веома танка, савршено проводна кружна плоча, полупречника a, лежи у Oxy –равни Декартовог координатног система, тако да јој је центар у координатном почетку, као на слици. У плочи постоје брзопроменљиве површинске струје учестаности f и комплексне густине $\underline{\mathbf{J}}_\mathrm{s} = \underline{J}_{\mathrm{s}0}\,\mathbf{i}_y$, где је $\underline{J}_{\mathrm{s}0}$ комплексна константа. Полазећи од интегралног израза за комплексни вектор магнетске индукције у брзопроменљивом пољу, одредити магнетску индукцију на z –оси.



2. Раван простопериодичан ТЕМ талас, ефективне вредности електричног поља $E = 0{,}2\,\mathrm{V/m}$ и таласне дужине $\lambda = 0{,}3\,\mathrm{m}$, 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 $a = \lambda/4$ и $b = \lambda$, тако да су странице дужине b паралелне проводној равни, а ближа од њих на растојању $d = 5\lambda/6$ од проводне равни. (а) Одредити резултантне комплексне векторе јачине електричног и магнетског поља у ваздуху. (б) Израчунати ефективну вредност индуковане електромоторне силе у правоугаоној жичаној контури. Контура се **не може** сматрати електрички малом. Занемарити магнетско поље струја индукованих у контури.



<u>**Напомена**</u>: $\dfrac{(1+\mathrm{j}\beta R)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta R}}{R^2} = -\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}R}\left(\dfrac{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta R}}{R}\right)$.

ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ), ОДРЖАНОГ 2. СЕПТЕМБРА 2010. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

1. $\rho = \frac{\mathbf{J}}{\sigma} \operatorname{grad} \varepsilon(\mathbf{r})$.

2. (а) $p_\mathrm{J} = \sigma E^2$, (б) $P_\mathrm{J} = \sigma E^2 a^3$.

3. (а) $\operatorname{div}\underline{\mathbf{A}} = -\mathrm{j}\omega\varepsilon_0\mu_0 \underline{V}$. (б) $\underline{\mathbf{E}} = -\frac{\mathrm{j}}{\omega\varepsilon_0\mu_0} \operatorname{grad} \operatorname{div} \underline{\mathbf{A}} - \mathrm{j}\omega\underline{\mathbf{A}}$.

4. (а) $\underline{Q}' = -\mathrm{j}\frac{1}{f}\frac{I_0}{l}\cos\left(\pi\frac{l-2|z|}{l}\right)\frac{|z|}{z}$.

5. $A_\mathrm{min} = \sqrt{2}$, $A_\mathrm{max} = 2\sqrt{3}$.

6. $d = \frac{2}{\sigma}\sqrt{\frac{\varepsilon_0\varepsilon_\mathrm{r}}{\mu_0}} \ln 2 = 0{,}64\,\mathrm{m}$.

ЗАДАЦИ

1. $\underline{\mathbf{B}} = \frac{1}{2}\mu_0 \underline{J}_{\mathrm{s}0} z \left(\frac{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta|z|}}{|z|} - \frac{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta\sqrt{z^2+a^2}}}{\sqrt{z^2+a^2}} \right)\mathbf{i}_x$, $\beta = 2\pi f\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$.

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 $\mathbf{E}_\mathrm{rez} = \mathrm{j}2E\sin\left(2\pi\frac{z}{\lambda}\right)\mathbf{i}_y$ и $\mathbf{H}_\mathrm{rez} = \mathrm{j}2\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}E\cos\left(2\pi\frac{z}{\lambda}\right)\mathbf{i}_x$.

(б) $\varepsilon_\mathrm{ind} = Eb\left(1+\sqrt{3}\right) = 164\,\mathrm{mV}$.