

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОТ)

03. фебруар 2011.

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, 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 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. Три проводна тела, коначних димензија, наелектрисана су наелектрисањима $Q_1 = 1 \text{ nC}$, $Q_2 = 2 \text{ nC}$ и $Q_3 = 5 \text{ nC}$, а потенцијали ових тела у односу на референтну тачку у бесконачности су $V_1 = 10 \text{ V}$, $V_2 = 5 \text{ V}$ и $V_3 = 2 \text{ V}$, редом. Израчунати укупну електростатичку енергију овог система.

2. У танком бесконачно дугачком праволинијском проводнику постоји стална струја I . Околна средина је вакуум. Ако је \mathbf{A} магнетски вектор-потенцијал, чему је једнак (а) $\text{rot } \mathbf{A}$ и (б) $\text{div } \mathbf{A}$, у произвољној тачки простора ван проводника? Образложити одговоре.

| | |
|-----|-----|
| (а) | (б) |
|-----|-----|

3. Одредити израз за производ подужне капацитивности и спољашње подужне индуктивности коаксијалног вода испуњеног ваздухом. Унутрашњи полупречник вода је a , а спољашњи b .

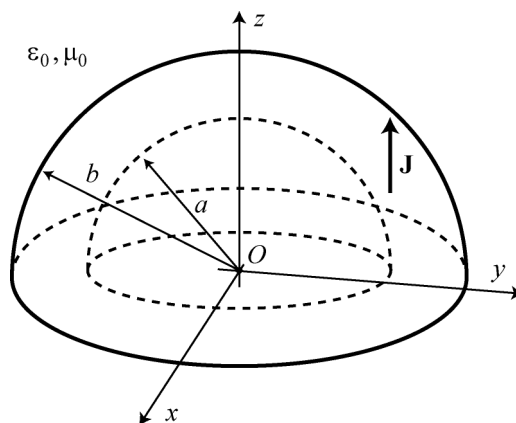
4. Написати исказ Поинтингове теореме у комплексном домену и објаснити значење сваког члана.

5. Израчунати дубину продирања електромагнетског таласа у немагнетски материјал комплексне пермитивности $\epsilon = \epsilon_0(7 - j2)$, на учестаности $f = 1 \text{ GHz}$.

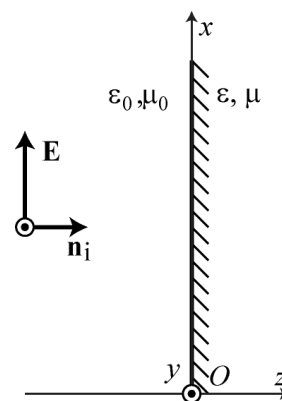
6. Ако се радна учестаност једне антене повећа 2 пута, а при томе се усмереност антене у главном правцу зрачења повећа 3 пута, за колико се промени ефективна површина антене?

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоје брзопроменљиве простопериодичне запреминске струје комплексне густине \mathbf{J} и кружне учестаности ω , само у полусферној љусци унутрашњег полупречника a и спољашњег полупречника b . Вектор \mathbf{J} је константан и управан је на равну површ љуске, која лежи у Oxy равни Декартовог координатног система на слици. Одредити изразе за (а) расподелу запреминских и површинских наелектрисања љуске у комплексном домену и (б) комплексни магнетски вектор-потенцијал у координатном почетку (тачка O).



2. Раван униформан линијски поларизован простопериодичан ТЕМ талас ефективне вредности електричног поља $E = 1 \text{ V/m}$ и учестаности $f = 2 \text{ GHz}$ наилази управно на раздвојну површ ваздуха и савшеног хомогеног диелектрика релативне пермитивности $\epsilon_r = 9$ и релативне пермеабилности $\mu_r = 1$. Талас наилази из ваздуха, као на слици. (а) Извести и израчунати коефицијент рефлексије. (б) Одредити израз за ефективну вредност резултантног електричног поља у ваздуху. (в) Како и где треба поставити пријемни полуталасни дипол у ваздуху да би индукована електромоторна сила у њему била максимална? (г) Израчунати максималну ефективну вредност струје кроз потрошач $R_p = 50 \Omega$ прикључен на пријемни полуталасни дипол.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОТ),
ОДРЖАНОГ 3. ФЕБРУАРА 2011. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. $W_e = \frac{1}{2} Q_1 V_1 + \frac{1}{2} Q_2 V_2 + \frac{1}{2} Q_3 V_3 = 15 \text{ nJ} .$

2. (а) $\text{rot } \mathbf{A} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \mathbf{i}_\phi$, где је r одстојање тачке од осе проводника. (б) $\text{div } \mathbf{A} = 0$, на основу Лоренцовог услова.

3. $C' L' = \epsilon_0 \mu_0 = \frac{1}{c_0^2} .$

4. $-\int_v \mathbf{J}_i^* \cdot \mathbf{E} dv = \int_v \sigma E^2 dv + j\omega \int_v (\mu H^2 - \epsilon^* E^2) dv + \oint_S (\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*) \cdot d\mathbf{S} .$

5. $\underline{\gamma} = j\omega \sqrt{\epsilon \mu} = (7,84 + j55,96) \text{ m}^{-1}$, $\delta = \frac{1}{\text{Re}(\underline{\gamma})} \approx 128 \text{ mm} .$

6. $S'_{\text{eff}} = S_{\text{eff}} \frac{3}{4} .$

ЗАДАЦИ

1. (а) $\underline{\rho}_s(r=a) = \frac{j}{\omega} \mathbf{J} \cos \theta$, $\underline{\rho}_s(r=b) = -\frac{j}{\omega} \mathbf{J} \cos \theta$, $\underline{\rho}(z=0) = \frac{j}{\omega} \mathbf{J}$. (б) $\underline{\mathbf{A}} = \frac{\mu_0 \mathbf{J}}{2} \left(\frac{e^{-j\beta b}}{\beta^2} (1 + j\beta b) - \frac{e^{-j\beta a}}{\beta^2} (1 + j\beta a) \right)$.

2. (а) $R = \frac{1 - \sqrt{\epsilon_r}}{1 + \sqrt{\epsilon_r}} = -\frac{1}{2}$. (б) $E_{\text{rez}}(z) = E |e^{-j\beta z} + R e^{+j\beta z}| = E \sqrt{(1-R)^2 + 4R \cos^2(\beta z)}$. (в) Пријемни дипол је потребно поставити паралелно резултантном електричном пољу (x -оса Декартовог координатног система на слици), у максимумима стојећег таласа. Ти максимуми се налазе у равнима (паралелним Oxy равни) са координатама $z = -\frac{\lambda}{2} \left(\frac{1}{2} + k \right)$, $k \in N_0$.

(г) $\epsilon_{\text{max}} = \frac{\lambda}{\pi} \frac{3E}{2}$, $I_{\text{max}} = \frac{\epsilon_{\text{max}}}{R_z + R_p} \approx 582 \mu\text{A} .$