

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

11. септембар 2019.

Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. 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

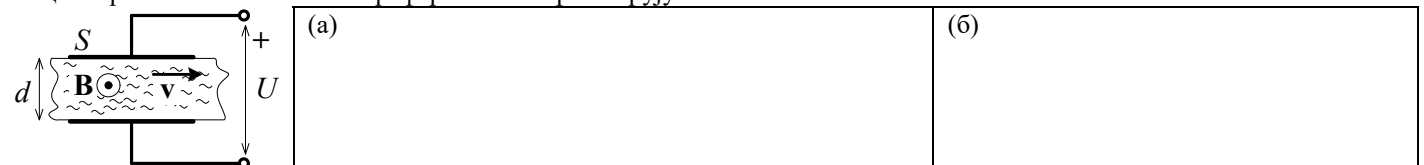
1. (а) Одредити коефицијенте потенцијала за систем који чине две концентричне, бесконачно танке сферне металне љуске, полупречника a (љуска 1) и b (љуска 2), при чему је $a < b$. Љуске се налазе у ваздуху. Референтно тело нултог потенцијала је сфера у бесконачности. (б) Полазећи од израза добијених под (а), одредити коефицијенте делимичних капацитивности датог система.

(а)	(б)
-----	-----

2. Илустровати теорему ликова за магнетско поље на примеру равне жичане контуре која се налази близу хоризонталне равне површи великог хомогеног феромагнетског блока и кроз коју протиче стационарна струја јачине I .



3. Између електрода плочастог кондензатора протиче проводна течност, специфичне проводности σ , константном брзином v , као на слици. Површина једне електроде кондензатора је S , а растојање између електрода је d ($S \gg d^2$). Кондензатор се налази у хомогеном стационарном магнетском пољу, магнетске индукције \mathbf{B} (вектор \mathbf{B} нормалан је на вектор v и на раван цртежа). (а) Одредити напон између електрода кондензатора U према референтном смеру са слике. (б) Ако би се електроде кондензатора кратко спојиле, одредити јачину струје која би текла кроз њих, након успостављања стационарног стања. Назначити референтни смер за струју.



4. (а) Написати у диференцијалном облику потпун систем једначина за брзо променљиво поље за хомоген савршен немагнетски диелектрик, пермитивности ϵ , у коме нема извора поља. (б) Полазећи од израза добијених под (а), извести таласну једначину за вектор јачине магнетског поља.

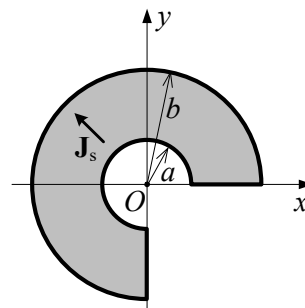
5. Раван униформан простопериодичан TEM талас, учестаности f , линијски је поларизован и простире се у вакууму у смеру z -осе Декартовог система. Ефективна вредност електричног поља таласа је E . Вектор јачине електричног поља има само y -компоненту, чија је почетна фаза у координатном почетку једнака нули. Написати изразе за тренутне вредности (а) вектора јачине електричног поља, (б) Вектора јачине магнетског поља и (в) Поинтинговог вектора.

(а)	(б)	(в)

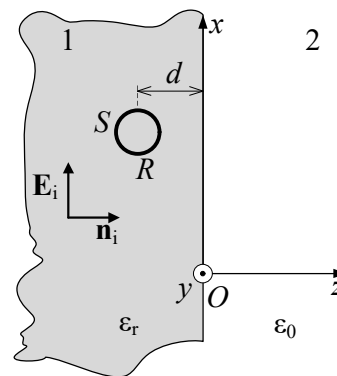
6. Израчунати растојање које раван простопериодичан TEM талас, учестаности $f = 20\text{ MHz}$, треба да пређе кроз добар немагнетски проводник, специфичне проводности $\sigma = 12\text{ MS/m}$ и пермитивности ϵ_0 , да би му се ефективна вредност електричног поља двоструко смањила.

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји простопериодична струја, високе кружне учестаности ω , расподељена по површини бесконачно танког исечка диска унутрашњег полупречника a , спољашњег полупречника b , као на слици. Вектор густине струје дат је изразом, $\mathbf{J}_s = J_{s0} \cos \omega t \cdot (-\mathbf{i}_x + \mathbf{i}_y)$, где је J_{s0} константа. Одредити у комплексном облику (а) расподелу наелектрисања диска и (б) вектор јачине индукованог електричног поља у тачки O .



2. Раван, линијски поларизован простопериодичан TEM талас, ефективне вредности електричног поља $E = 0,6\text{ V/m}$ и учестаности $f = 300\text{ MHz}$, наилази из савршеног хомогеног немагнетског диелектрика, релативне пермитивности $\epsilon_r = 16$, нормално на раздвојну површ са вакуумом. (а) У координатном систему са слике одредити изразе за комплексне представнике резултантних вектора јачине електричног и магнетског поља у диелектрику и вакууму. (б) Израчунати средњу снагу Цулових губитака у електрички малој контури која се налази у диелектрику на растојању $d = 6,25\text{ cm}$ од раздвојне равни, паралелно равни цртежа, ако је њена површина $S = 10\text{ cm}^2$, а отпорност $R_k = 100\ \Omega$.



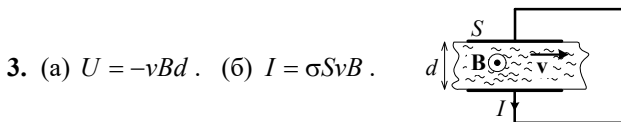
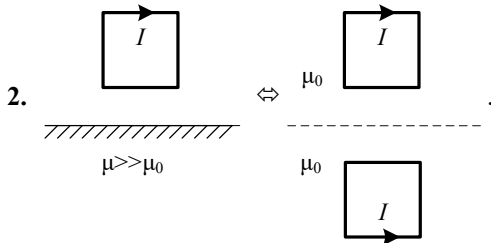
Напомена

У цилиндричном координатном систему је $\text{div } \mathbf{A} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r A_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$.

**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),
ОДРЖАНОГ 11. СЕПТЕМБРА 2019. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. (a) $[a] = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \begin{bmatrix} \frac{1}{a} & \frac{1}{b} \\ \frac{1}{b} & \frac{1}{a} \end{bmatrix}$. (б) $c_{11} = 0$, $c_{12} = c_{21} = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{b-a}$, $c_{22} = 4\pi\epsilon_0 b$.



4. (a) $\text{rot } \mathbf{E} = -\mu_0 \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$, $\text{rot } \mathbf{H} = \epsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$, $\text{div } \mathbf{E} = 0$, $\text{div } \mathbf{H} = 0$. (б) $\Delta \mathbf{H} - \epsilon \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{H}}{\partial t^2} = 0$

5. (a) $\mathbf{E} = \sqrt{2} E \cos(\omega t - \beta z) \mathbf{i}_y$, где је $\beta = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$. (б) $\mathbf{H} = -\sqrt{2} \frac{E}{Z_0} \cos(\omega t - \beta z) \mathbf{i}_x$. (в) $\mathbf{P} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} = 2 \frac{E^2}{Z_0} \cos^2(\omega t - \beta z) \mathbf{i}_z$.

6. $d = \frac{\ln 2}{\sqrt{\pi \mu_0 f \sigma}} \approx 22,5 \mu\text{m}$.

ЗАДАЦИ

1. (a) На површини $\rho_s = 0$, на лучним ивицама је $\underline{Q}'(r=a) = -\underline{Q}'(r=b) = \frac{J_{s0}}{j\omega\sqrt{2}} (\cos\phi - \sin\phi)$, на равним ивицама

$\underline{Q}'(\phi=0) = \underline{Q}'(\phi=3\pi/2) = -\frac{J_{s0}}{j\omega\sqrt{2}}$. (б) $\underline{\mathbf{E}}_{\text{ind}} = \frac{3\omega\mu_0 \underline{J}_s}{8\beta} (e^{-j\beta b} - e^{-j\beta a})$, где је $\beta = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$.

2. (a) $\underline{\mathbf{E}}_{\text{rez1}} = E(e^{-j\beta_1 z} + R e^{+j\beta_1 z}) \mathbf{i}_x$, $\underline{\mathbf{H}}_{\text{rez1}} = \frac{E}{Z_1} (e^{-j\beta_1 z} - R e^{+j\beta_1 z}) \mathbf{i}_x$, $\underline{\mathbf{E}}_{\text{rez2}} = T E e^{-j\beta_2 z} \mathbf{i}_x$, и $\underline{\mathbf{H}}_{\text{rez2}} = T \frac{E}{Z_2} e^{-j\beta_2 z} \mathbf{i}_y$, где је $\beta_1 = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0 \epsilon_r}$,

$\beta_2 = \beta_0 = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$, $R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$, $T = \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1}$, $Z_2 = Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$ и $Z_1 = \frac{Z_0}{\sqrt{\epsilon_r}}$

(б) $P_J = \left[\omega \mu_0 \frac{E}{Z_1} S (1 + |R|) \right]^2 \frac{1}{R_k} \approx 5,81 \mu\text{W}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 18. СЕПТЕМБРА У 11:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 18. СЕПТЕМБРА ОД 11:00 ДО 11:30 ЧАСОВА.

