

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОТ)

7. септембар 2017.

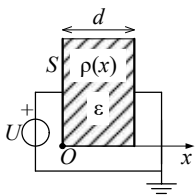
Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају заједно предати. Питања радити 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						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	Укупно	УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА

ПИТАЊА

1. Плочасти кондензатор има две танке металне електроде површине S , постављене на растојању d ($d^2 \ll S$), као на слици. Диелектрик плочастиг кондензатора, је савршен, линеаран и хомоген, пермитивности ϵ , а у њему постоји запреминско слободно наелектрисање густине $\rho(x) = \rho_0 x/d$, где је ρ_0 константа. Кондензатор је прикључен на извор сталног напона U . (а) Решавањем Поасонове једначине одредити електростатички потенцијал, V , у диелектрику кондензатора, ако је десна електрода на нултом потенцијалу. (б) Користећи претходни резултат, одредити вектор јачине електричног поља, \mathbf{E} , у диелектрику кондензатора.

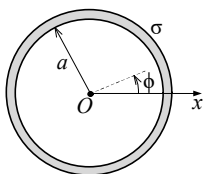


(а)	(б)
-----	-----

2. (а) Полазећи од диференцијалних једначина које описују стационарно магнетско поље у линеарној хомогеној средини пермеабилности μ и везе између вектора магнетске индукције, \mathbf{B} , и магнетског вектор-потенцијала, \mathbf{A} , извести диференцијалну једначину коју задовољава магнетски вектор-потенцијал. У свакој тачки простора је позната густина запреминских струја, \mathbf{J} . (б) Како гласи решење ове једначине?

(а)	(б)
-----	-----

3. Танка кружна контура, полупречника a , направљена од хомогеног материјала специфичне проводности σ , налази се у вакууму, у простопериодичном квазистационарном пољу. Познат је магнетски вектор-потенцијал у контури, у цилиндричном координатном систему дат изразом $\mathbf{A}(t) = \sqrt{2}A_0 \cos \omega t \mathbf{i}_\phi$, где су A_0 и ω константе. У контури одредити комплексне векторе (а) јачине електричног поља и (б) густине струје.



(а)	(б)
-----	-----

4. Написати исказ Поинтингове теореме у временском домену и објаснити значење појединих чланова.

5. За простопериодичан вектор јачине електричног поља, чији је комплексни представник дат изразом $\underline{\mathbf{E}} = (0,5\mathbf{i}_x + 4\mathbf{i}_y) + j(4\mathbf{i}_x - 0,5\mathbf{i}_y) \text{ V/m}$, израчунати (а) минимални интензитет и (б) максимални интензитет. (в) Како је поларизован овај вектор? Одговор образложити.

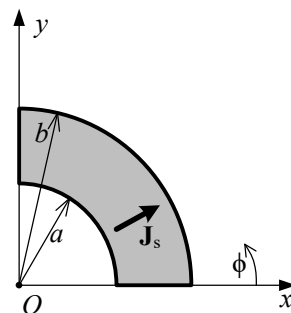
(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

6. Раван униформан линијски поларизован TEM талас, ефективне вредности електричног поља E и учестаности f , простира се кроз вакуум у правцу z -осе Декартовог координатног система. У тренутку $t = 0$ вектор јачине електричног поља таласа у координатном почетку лежи на позитивном делу x -осе, док је његов интензитет једнак половини максималне вредности и опада. Написати изразе за (а) комплексни вектор јачине електричног поља и (б) комплексни вектор јачине магнетског поља.

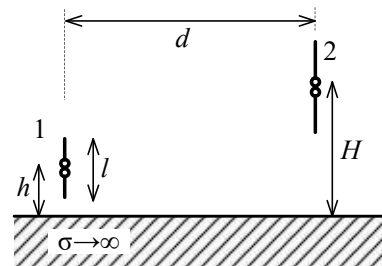
(а)	(б)
-----	-----

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји простопериодична струја, високе кружне учестаности ω , само по површи исечка кружног прстена полупречника a и b , као на слици. Вектор густине површинске струје дат је изразом у цилиндричном координатном систему $\mathbf{J}_s = \sqrt{2}J_{s0} \cos(\omega t)\mathbf{i}_r$, где је J_{s0} константа, $a < r < b$ и $0 < \phi < \pi/2$. Одредити (а) расподелу наелектрисања исечка, (б) комплексни вектор јачине индукованог електричног поља у тачки O и (в) комплексни вектор јачине магнетског поља у тачки O .



2. Предајни Хецов дипол (антена 1), дужине l , постављен је вертикално на висини h изнад савршено проводне равни. На растојању $d \gg h$ од Херцовог дипола и на висини H изнад савршено проводне равни налази се вертикални полуталасни дипол (антена 2), као на слици. Херцов дипол се напаја простопериодичном струјом учестаности f и ефективне вредности I . (а) Одредити израз за ефективну вредност електричног поља на месту пријемног дипола. (б) Ако је $l = 1 \text{ cm}$, $h = 12,5 \text{ cm}$, $H = 30 \text{ m}$, $d = 52 \text{ m}$, $f = 600 \text{ MHz}$ и $I = 0,8 \text{ A}$, израчунати снагу коју пријемни дипол предаје прилагођеном пријемнику. Сматрати да су антене без губитака. Околна средина је ваздух.



Напомена: у цилиндричном координатном систему је

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

**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОТ),
ОДРЖАНОГ 7. СЕПТЕМБРА 2017. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. (a) $V(x) = -\frac{\rho_0 x^3}{6\epsilon d} + \left(\frac{\rho_0 d}{6\epsilon} - \frac{U}{d}\right)x + U$. (б) $\mathbf{E}(x) = \left[\frac{\rho_0}{6\epsilon} \left(\frac{3x^2}{d} + d\right) - \frac{U}{d}\right] \mathbf{i}_x$.

2. (a) $\Delta \mathbf{A} = -\mu \mathbf{J}$. (б) $\mathbf{A} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_v \frac{\mathbf{J} dv}{R}$.

3. (a) $\underline{\mathbf{E}} = \underline{\mathbf{E}}_Q - j\omega \underline{\mathbf{A}} = -j\omega \underline{\mathbf{A}} = -j\omega A_0 \mathbf{i}_\phi$. (б) $\underline{\mathbf{J}} = -j\omega \sigma A_0 \mathbf{i}_\phi$.

4. $-\int_v \mathbf{J}_i \cdot \mathbf{E} dv = \int_v \mathbf{J} \cdot \mathbf{E} dv + \int_v \left(\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \cdot \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot \mathbf{H}\right) dv + \oint_S (\mathbf{E} \times \mathbf{H}) \cdot d\mathbf{S}$
Снага генератора Цулови губици Стварање и одржавање ЕМ поља Размена електромагнетске енергије кроз S

5. (a) $E_{\min} = \sqrt{65/2}$ V/m. (б) $E_{\max} = \sqrt{65/2}$ V/m. (в) Вектор је кружно поларизован.

6. (a) $\underline{\mathbf{E}} = E e^{-j(\beta z - \pi/3)} \mathbf{i}_x$. (б) $\underline{\mathbf{H}} = \sqrt{\epsilon_0/\mu_0} E e^{-j(\beta z - \pi/3)} \mathbf{i}_y$, $\beta = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$.

ЗАДАЦИ

1. (a) Површинско наелектрисање $\rho_s = -\frac{J_{s0}}{j\omega r}$, линијска наелектрисања $Q'(r=a) = -\frac{J_{s0}}{j\omega} = -Q'(r=b)$.

(б) $\underline{\mathbf{E}}_{\text{ind}} = \frac{\omega \mu_0 J_{s0}}{4\pi\beta} (e^{-j\beta b} - e^{-j\beta a})(\mathbf{i}_x + \mathbf{i}_y)$. (в) $\underline{\mathbf{H}} = 0$.

2. (a) $E_1 \approx \frac{Z_0 I}{2\pi r} \left| 1 + e^{-j2\beta h \cos\theta} \right| \frac{\beta I}{2} \sin\theta$, где је $r \approx \sqrt{d^2 + H^2}$ и $\theta = \arccos \frac{H}{r}$. (б) $P_p \approx 219,2$ nW.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 12. СЕПТЕМБРА У 14:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 646, ЈЕ 12. СЕПТЕМБРА ОД 14:30 ДО 15:00 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика