

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОС, ИР)

23. септембар 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						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	Укупно	УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА

ПИТАЊА

1. Проверити да ли је, у ограниченом домену испуњеном хомогеним линеарним диелектриком без слободних наелектрисања, могућа расподела електростатичког потенцијала дата изразом у цилиндричном координатном систему, $V(r, z) = V_0 r \cos z$, где је V_0 константа.

2. У свакој тачки вакуума, у непосредној близини раздвојне површи са хомогеном немагнетском средином, пермитивности ϵ и специфичне проводности σ , познат је вектор тангенцијалне компоненте вектора јачине електричног поља, \mathbf{E}_{10} . Одредити векторе тангенцијалних компоненти вектора густине струја са обе стране раздвојне површи.

3. Одредити израз за флукс Поинтинговог вектора кроз сферну површ полупречника r у вакууму, ако је у свакој тачки те површи позната нормална компонента вектора јачине електричног поља, E_n , а тангенцијална компонента вектора јачине електричног поља на тој површи једнака је нули.

4. (a) Написати таласну једначину за вектор јачине магнетског поља у хомогеном, савршеном, немагнетском диелектрику у коме нема извора поља. (б) Да ли решење претходне једначине аутоматски задовољава Максвелове једначине? Образложити одговор.

(a)	(б)
-----	-----

5. Комплексни вектор јачине електричног поља електромагнетског таласа, кружне учестаности ω , дат је изразом $\underline{\mathbf{E}} = (3\mathbf{i}_y + \mathbf{i}_z) \text{V/m}$. Одредити изразе за: (a) тренутни, (б) минимални и (в) максимални интензитет овог вектора. (г) Како је поларизован овај талас?

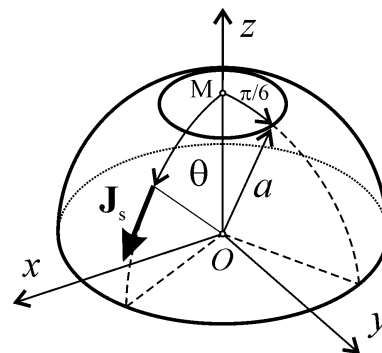
(a)	(б)	(в)	(г)
-----	-----	-----	-----

6. Полазећи од дефиниционог израза за снагу зрачења антене у слободном простору, извести израз за отпорност зрачења Херцовог дипола дужине h на таласној дужини λ .

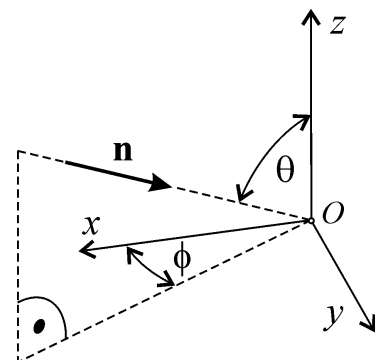
--

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоје брзопроменљиве струје на делу сферне површи, полупречника a , са центром у координатном почетку, приказане на слици. Вектор густине ове површинске струје је $\mathbf{J}_s(\theta, t) = \sqrt{2} J_{s0} \cos(\omega t + 2\omega\sqrt{\epsilon_0\mu_0} a \sin(\theta/2)) \mathbf{i}_\theta$, $\pi/6 \leq \theta \leq \pi/2$, а J_{s0} и ω су познате константе. У тачки $M(0, 0, a)$ одредити изразе за комплексне векторе: (a) индукованог електричног поља, и (б) магнетске индукције.



2. Раван линијски поларизован простопериодичан ТЕМ талас, таласне дужине $\lambda = 3\text{m}$, простире се кроз ваздух у правцу и смеру орта \mathbf{n} . Правац простирања таласа са z -осом заклапа угао $\theta = \pi/3$, као на слици, а пројекција овог правца на Oxy равни са x -осом заклапа угао $\phi = \pi/6$. Вектор јачине електричног поља овог таласа паралелан је Oxy равни, а његова ефективна вредност је $E_0 = 0,4 \text{V/m}$. Израчунати ефективну вредност електромоторне силе индуковане у електрички малој равной жичаној контури, површине $S = 3 \text{cm}^2$, која је у електромагнетском пољу таласа постављена нормално на y -осу.



У цилиндричном координатном систему је:

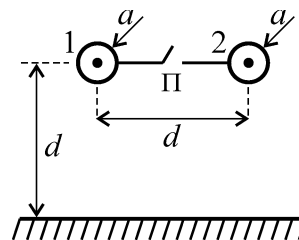
$$\text{grad } f = \frac{\partial f}{\partial r} \mathbf{i}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial \phi} \mathbf{i}_\phi + \frac{\partial f}{\partial z} \mathbf{i}_z, \quad \text{div } \mathbf{A} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rA_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

Додатак из првог дела градива

- ОФ, ОС, ИР -

Задаци

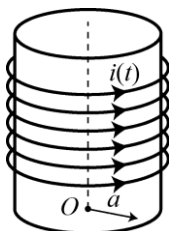
*3. Два веома танка цилиндрична паралелна проводника постављена су у ваздуху, на висини d изнад проводне равни, као на слици. Полупречници проводника су $a = d/50$, а осе суседних проводника су на растојању d . Када је прекидач Π отворен позната је разлика потенцијала првог и другог проводника, $\Delta V = V_1^{(o)} - V_2^{(o)} = -2V$. Затим се прекидач затвори, након чега се потенцијал проводника 1 промени на $V_1^{(z)} = 1V$. Израчунати потенцијале проводника 1 и 2, $V_1^{(o)}$ и $V_2^{(o)}$, у почетном стању, када је прекидач био отворен.



Питања

*7. Одредити израз за отпорност уземљења савршено проводног полулоптастог уземљивача, полупречника a , укопаног у хомогену земљу специфичне проводности σ тако да му је раван део на раздвојној површи земље и ваздуха.

*8. У завојцима веома дугачког соленоида (чији је део приказан на слици) постоји споропроменљива струја $i(t)$, а подужна густина завојака је N' . Одредити израз за вектор индукованог електричног поља (а) у соленоиду и (б) ван соленоида.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОС, ИР),
ОДРЖАНОГ 23. СЕПТЕМБРА 2011. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. Дата расподела потенцијала није могућа јер не задовољава Лапласову диференцијалну једначину.

2. Са стране вакуума је $\mathbf{J}_{t0} = 0$, са стране хомогене средине $\mathbf{J}_t = \sigma \mathbf{E}_{t0}$.

3. $\oint_S \mathbf{P} \cdot d\mathbf{S} = 0$.

4. (а) $\Delta \mathbf{H} - \epsilon \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{H}}{\partial t^2} = 0$. (б) Не, потребно је да решење задовољава и једначину $\operatorname{div} \mathbf{H} = 0$.

5. (а) $E(t) = \sqrt{20} |\cos \omega t| \text{ V/m}$. (б) $E_{\min} = 0 \text{ V/m}$. (в) $E_{\max} = \sqrt{20} \text{ V/m}$. (г) Талас је линијски поларизован.

6. $R_{zr} = \frac{2\pi}{3} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2$.

*7. $R_{uz} = \frac{1}{2\pi\sigma a}$.

*8. (а) Линије индукованог електричног поља су кружнице са центром на оси соленоида, а смер је супротан смеру струје.

(б) (а) $\mathbf{E}_{\text{ind}}(r) = -\frac{\mu_0 N' r}{2} \frac{di(t)}{dt} \mathbf{i}_\phi$. (б) $\mathbf{E}_{\text{ind}}(r) = -\frac{\mu_0 N' a^2}{2r} \frac{di(t)}{dt} \mathbf{i}_\phi$.

ЗАДАЦИ

1. (а) $\mathbf{E}_{\text{ind}} = -j\omega \frac{2\mu_0 J_{s0} a}{3} \left(\cos^3 \frac{\pi}{4} - \cos^3 \frac{\pi}{12} \right) \mathbf{i}_z$. (б) $\mathbf{B} = 0$.

2. $\epsilon = \frac{2\pi}{\lambda} SE \cos \theta \sin \phi = 62,8 \mu\text{V}$.

*3. $V_1^{(0)} = 0 \text{ V}$, $V_2^{(0)} = 2 \text{ V}$.