

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОЕ, ОС, ИР)

30. јануар 2020.

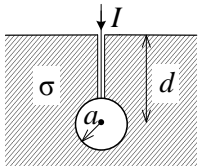
Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају предати. Питања радити искључиво 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. 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.

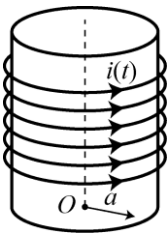
ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ (попуњава кандидат)							КОЛОКВИЈУМ				
Индекс година/број		Презиме и име									
/							ИСПИТ				
ПИТАЊА					ЗАДАЦИ						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	Укупно	УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА

ПИТАЊА

1. Сферни уземљивач, полупречника a , налази се на дубини $d \gg a$ у хомогеној земљи специфичне проводности σ . Ако је позната стална струја уземљивача I , одредити тангенцијалну компоненту вектора јачине електричног поља у ваздуху, непосредно изнад површи земље.



2. На слици је приказан део врло дугачког соленоида у ваздуху, полупречника попречног пресека a , у чијим завојцима, подужне густине N' , постоји споропроменљива струја јачине $i(t)$. (а) Полазећи од израза за магнетски вектор-потенцијал, показати како изгледају линије индукованог електричног поља у соленоиду. (б) Одредити интензитет вектора јачине индукованог електричног поља у соленоиду и ван њега.



(а)	(б)
-----	-----

3. (а) Написати потпуни систем Максвелових једначина за брзопроменљиво електромагнетско поље у вакууму, у диференцијалном облику. (б) Полазећи од тих израза, извести таласну једначину за вектор јачине магнетског поља.

(а)	(б)
-----	-----

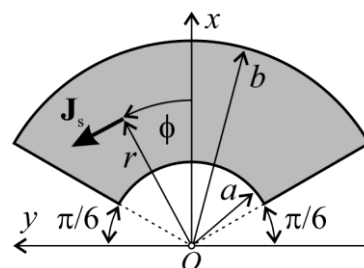
4. Раван униформан простопериодичан кружно поларизован ТЕМ талас, учестаности f , простире се у вакууму у смеру $+z$ -осе. Вектор јачине електричног поља овог таласа има ефективну вредност E_0 , лево је поларизован и у тренутку $t = 0$, у координатном почетку, лежи на $+y$ -оси. У Декартовом координатном систему написати израз за комплексни вектор јачине магнетског поља овог таласа.

5. Одредити максималну средњу снагу која се може преносити вођеним простопериодичним ТЕМ таласом кроз коаксијални кабл, полупречника проводника a и b , са савршеним диелектриком релативне пермитивности ϵ_r , пермеабилности μ_0 и критичног поља E_{kr} .

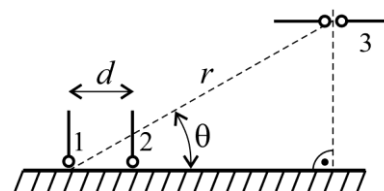
6. На улаз вода, карактеристичне импедансе $Z_c = 50 \Omega$ и времена простирања кроз вод $\tau = 1 \text{ ns}$, прикључен је напонски генератор прилагођен на вод, чији напон има облик Хевисајдовога импулса амплитуде $E = 5 \text{ V}$, док је на излаз вода прикључен калем индуктивности $L = 0,2 \mu\text{H}$. Израчунати напон на улазу у вод у тренутку $t = 3,5 \text{ ns}$. Сматрати да је вод без губитака.

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји брзопроменљива струја само по површи исечка кружног прстена, унутрашњег полупречника a и спољашњег полупречника b , као на слици. Вектор густине површинске струје, у цилиндричном координатном систему, дат је изразом $\mathbf{J}_s(r, \phi, t) = \sqrt{2} J_{s0} (\cos\phi - 0,5) \cos[\omega(t + r\sqrt{\epsilon_0\mu_0})] \mathbf{i}_\phi$, $a \leq r \leq b$, $-\pi/3 \leq \phi \leq \pi/3$, где су J_{s0} и ω познате константе. Одредити, у комплексном облику, изразе за (а) расподелу наелектрисања исечка, (б) вектор јачине електричног поља у тачки O , и (в) вектор магнетске индукције у тачки O .



2. Два четвртталасна монопола (1 и 2) монтирана су вертикално на равној површи бесконачне савршено проводне земље. Монополи су на међусобном растојању $d = 0,3 \text{ m}$ и напајају се простопериодичним струјама учестаности $f = 450 \text{ MHz}$ и ефективних вредности $I = 2,5 \text{ A}$, а струја монопола 2 фазно предњачи струји монопола 1 за $\Delta\psi$. Пријемни полуталасни дипол (3) постављен је хоризонтално, као на слици, при чему је $r = 850 \text{ m}$ и $\theta = 40^\circ$. (а) Полазећи од израза за далеко поље монопола, одредити израз за ефективну вредност резултантног електричног поља на месту пријемног дипола. (б) Израчунати $\Delta\psi$ тако да ефективна вредност електромоторне силе индуковане у пријемном диполу буде максимална, као и ту ефективну вредност, ϵ_{ind} .



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 (ОФ, ОЕ, ОС, ИР),
ОДРЖАНОГ 30. ЈАНУАРА 2020. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. $\mathbf{E}_{\tan}(r) = \frac{I}{2\pi\sigma} \frac{r}{(r^2 + d^2)^{3/2}} \mathbf{i}_r$, где је r радијално растојање посматране тачке од тачке где проводник уземљивача улази у земљу, а \mathbf{i}_r је одговарајући радијални орт.
2. (а) Линије индукованог електричног поља су кружнице са центром на оси соленоида. (б) $|\mathbf{E}_{\text{ind}}(r)| = \frac{\mu_0 N' r}{2} \left| \frac{di(t)}{dt} \right|$,
 $0 \leq r < a$, $|\mathbf{E}_{\text{ind}}(r)| = \frac{\mu_0 N' a^2}{2} \left| \frac{di(t)}{dt} \right| \frac{1}{r}$, $a < r$.
3. (а) $\text{rot} \mathbf{E} = -\mu_0 \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$, $\text{rot} \mathbf{H} = \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$, $\text{div} \mathbf{E} = 0$, $\text{div} \mathbf{H} = 0$. (б) $\Delta \mathbf{H} - \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{H}}{\partial t^2} = 0$.
4. $\mathbf{H} = \frac{E_0}{Z_0 \sqrt{2}} (-\mathbf{i}_x - j\mathbf{i}_y) e^{-j\beta z}$, $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$, $\beta = 2\pi f \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$.
5. $P_{\max} = \frac{1}{120 \Omega} a^2 E_{\text{kr}}^2 \sqrt{\varepsilon_r} \ln \frac{b}{a}$.
6. $u(t = 3,5 \text{ ns}) \approx 3,44 \text{ V}$.

ЗАДАЦИ

1. (а) $\underline{\rho}_s = -j \frac{J_{s0}}{\omega} \sin \phi \frac{e^{j\beta r}}{r}$, (б) $\underline{\mathbf{E}} = j \frac{J_{s0}}{4\pi \varepsilon_0 \omega} \left(\frac{b-a}{ab} + j\beta \ln \frac{b}{a} - \beta^2 (b-a) \right) \left(\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right) \mathbf{i}_y$, $\beta = \omega \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$.
(в) $\underline{\mathbf{B}} = \frac{\mu_0 J_{s0}}{4\pi} \left(\ln \frac{b}{a} + j\beta (b-a) \right) \left(\sqrt{3} - \frac{\pi}{3} \right) \mathbf{i}_z$.
2. (а) $E_{\text{rez}} = \frac{Z_0}{\pi} I \frac{F_1}{r} \left| \cos \frac{\beta d \cos \theta + \Delta \Psi}{2} \right|$, $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$, $\beta = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}$, $F_1 = \frac{\cos \left(\frac{\pi}{2} \sin \theta \right)}{\cos \theta}$.
(б) $\Delta \Psi = -0,689\pi \pm 2\pi k$, $k = 0, 1, 2, \dots$, $\varepsilon_{\text{ind}} \approx 29 \text{ mV}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 6. ФЕБРУАРА У 14:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 6. ФЕБРУАРА ОД 14:30 ДО 15:00 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика