

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

8. јун 2019.

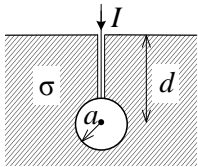
Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају предати. Питања радити искључиво 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. 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. У свакој тачки домена v' у вакууму, у којем постоји квази-стационарно електромагнетско поље, познати су запреминска густина наелектрисања $\rho(\mathbf{r}', t)$ и вектор густине запреминске струје $\mathbf{J}(\mathbf{r}', t)$, где је \mathbf{r}' вектор положаја посматране тачке. У тачки са вектором положаја \mathbf{r} написати изразе за (а) електрични скалар-потенцијал $V(\mathbf{r}, t)$ и магнетски вектор-потенцијал $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$ и (б) вектор јачине електричног поља $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$ и вектор магнетске индукције $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$.

(а)	(б)
-----	-----

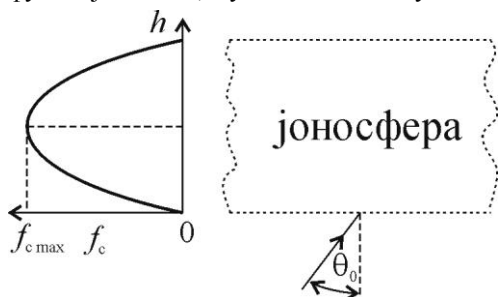
3. На улаз вода, карактеристичне импедансе $Z_c = 50 \Omega$ и времена простирања кроз вод $\tau = 1 \text{ ns}$, прикључен је напонски генератор прилагођен на вод, чији напон има облик Хевисајдовога импулса амплитуде $E = 5 \text{ V}$, док је на излаз вода прикључен калем индуктивности $L = 0,5 \mu\text{H}$.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

4. Раван униформан простопериодичан ТЕМ талас, учестаности f , простире се у линеарном хомогеном материјалу специфичне проводности σ , пермеабилности μ_0 и пермитивности ϵ . Полазећи од израза за комплексни коефицијент простирања, извести изразе за коефицијент слабљења и фазни коефицијент у случају када је материјал добар проводник.

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

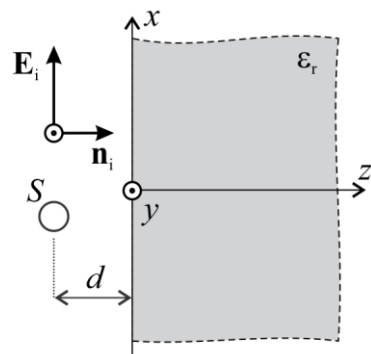


6. Полазећи од Снеловог закона, објаснити простирање таласа кроз јоносферу, чија је критична учестаност параболична функција висине, а у зависности од учестаности таласа f и упадног угла θ_0 (видети слику).

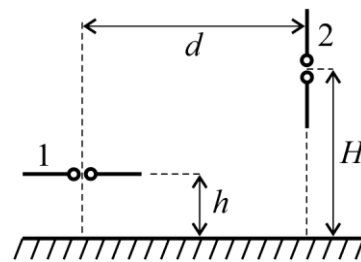


ЗАДАЦИ

1. Инцидентни линијски поларизован раван униформан простопериодичан TEM талас, ефективне вредности електричног поља E и учестаности f , наилази из вакуума нормално на бесконачну равну раздвојну површ са савршеним хомогеним диелектриком, релативне пермитивности $\epsilon_r > 1$ и пермеабилности μ_0 . Инцидентни талас се постире у правцу и смеру орта $\mathbf{n}_i = \mathbf{i}_z$, а његов вектор јачине електричног поља \mathbf{E}_i паралелан је x -оси Декартовог координатног система, као на слици. (а) Одредити изразе за комплексне представнике резултантних вектора јачине електричног и магнетског поља у вакууму и диелектрику. (б) Електрички мала контура површи S лежи, у вакууму, у xz -равни, на растојању d од раздвојне површи. Одредити све могуће вредности d за које је ефективна вредност електромоторне силе индуковане у контури максимална. (в) Ако су познати $E = 0,4 \text{ V/m}$, $f = 900 \text{ MHz}$, $\epsilon_r = 3$ и $S = 3,5 \text{ cm}^2$, израчунати ту максималну ефективна вредност електромоторне силе индуковане у контури.



2. Предајни полуталасни дипол (1) постављен је хоризонтално, на висини $h = 12,5 \text{ m}$ изнад савршено проводне равни. На хоризонталном растојању $d = 50 \text{ m}$ од предајног дипола и на висини $H = 30 \text{ m}$ изнад савршено проводне равни налази се вертикални пријемни полуталасни дипол (2), као на слици. Предајни дипол 1 се напаја простопериодичном струјом учестаности $f = 5 \text{ GHz}$ и ефективне вредности $I = 0,4 \text{ A}$. (а) Одредити израз за ефективну вредност електромоторне силе индуковане у пријемном диполу. (б) Израчунати снагу коју пријемни дипол предаје прилагођеном пријемнику. Сматрати да су антене без губитака. Околна средина је ваздух.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОЕ, ОС, ИР),
ОДРЖАНОГ 8. ЈУНА 2019. 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.

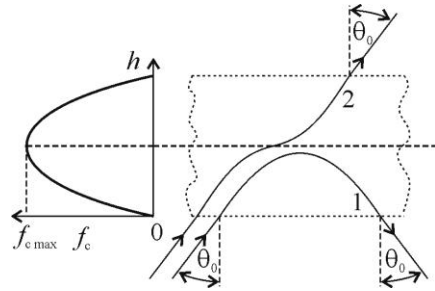
2. (а) $V(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{\rho(\mathbf{r}', t)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dv$, $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\mathbf{J}(\mathbf{r}', t)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dv$. (б) $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = -\text{grad}V(\mathbf{r}, t) - \frac{\partial \mathbf{A}(\mathbf{r}, t)}{\partial t}$, $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = \text{rot} \mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$.

3. $u(t = 3,5 \text{ ns}) = 4,3 \text{ V}$.

4. $\alpha = \beta = \sqrt{\pi\mu_0 f \sigma}$.

5. $P_{\max} = \frac{1}{120 \Omega} a^2 E_{\text{кр}}^2 \sqrt{\epsilon_r} \ln \frac{b}{a}$.

6. При уласку у јоносферу талас се повија од нормале. Ако је на било којој висини испуњен услов $f_c = f \cos\theta_0$, талас се повија надоле (пре достизања висине на којој је $f_c = f_{c\max}$) и излази под истим углом под којим је ушао у јоносферу (путања 1). У противном, ако важи $f_{c\max} < f \cos\theta_0$, талас се након достизања висине на којој је $f_c = f_{c\max}$ повија ка нормали, пролази кроз јоносферу и напушта је под истим углом под којим је ушао у јоносферу (путања 2).



ЗАДАЦИ

1. (а) $\underline{\mathbf{E}}_0 = E e^{-j\beta_0 z} \left(1 + \frac{1 - \sqrt{\epsilon_r}}{1 + \sqrt{\epsilon_r}} e^{j2\beta_0 z} \right) \mathbf{i}_x$, $\underline{\mathbf{H}}_0 = \frac{E}{Z_0} e^{-j\beta_0 z} \left(1 - \frac{1 - \sqrt{\epsilon_r}}{1 + \sqrt{\epsilon_r}} e^{j2\beta_0 z} \right) \mathbf{i}_y$, $\underline{\mathbf{E}} = E \frac{2}{1 + \sqrt{\epsilon_r}} e^{-j\beta_0 \sqrt{\epsilon_r} z} \mathbf{i}_x$,

$\underline{\mathbf{H}} = \frac{E \sqrt{\epsilon_r}}{Z_0} \frac{2}{1 + \sqrt{\epsilon_r}} e^{-j\beta_0 \sqrt{\epsilon_r} z} \mathbf{i}_y$, $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$, $\beta_0 = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$. (б) $d_k = k \frac{\pi}{\beta_0}$, $k = 1, 2, \dots$ (в) $|\epsilon|_{\max} = 3,35 \text{ mV}$.

2. (а) $\epsilon = \frac{c_0}{\pi f} 60 \Omega I \left| \frac{e^{-j\beta R} \cos\left(\frac{\pi d}{2R}\right) \cos\left(\frac{\pi(H+h)}{2R}\right)}{\frac{H+h}{R} \frac{d}{R}} - \frac{e^{-j\beta r} \cos\left(\frac{\pi d}{2r}\right) \cos\left(\frac{\pi(H-h)}{2R}\right)}{r \frac{H-h}{R} \frac{d}{R}} \right|$, где је $r = \sqrt{d^2 + (H-h)^2}$,

$R = \sqrt{d^2 + (H+h)^2}$ и $\beta = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$. . (б) $P_p \approx 28,6 \text{ nW}$ ($\epsilon = 0,4583 | -0,0055785 + j0,0029421 | \text{V} = 2,89 \text{ mV}$).

• РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 16. ЈУНА У 15:00 ЧАСОВА.

• УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 16. ЈУНА ОД 15:00 ДО 15:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика