

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОТ)

15. септембар 2026.

Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком са плавим или црним мастилом. 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 сваки 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			ОЦЕНА
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	
							УКУПНО ПОЕНА		

ПИТАЊА

1. Написати потпуни систем Максвелових једначина (у диференцијалном временском облику) за брзопроменљиво електромагнетско поље у произвољној средини у чијој је свакој тачки познат вектор густине побудних струја $\mathbf{J}_i$.

2. У вакууму постоје простопериодичне струје, високе угаоне учестаности ω , само у домену v . У свакој тачки домена v познат је комплексни представник вектора густине струје, $\mathbf{J}$. (а) Написати интегрални израз за комплексни закасни магнетски вектор-потенцијал, $\underline{\mathbf{A}}$. **Нацртати слику** и на њој назначити величине које се појављују у изразу. (б) Полазећи од Лоренцовог услова у комплексном облику, одредити израз за комплексни закасни електрични скалар-потенцијал, $\underline{V}$, у функцији $\underline{\mathbf{A}}$.

(а)	(б)
-----	-----

3. Раван униформан линијски поларизован ТЕМ талас, ефективне вредности електричног поља E и учестаности f , простира се кроз вакуум у правцу x -осе Декартовог координатног система. У тренутку $t = 0$ вектор јачине електричног поља таласа у координатном почетку лежи на негативном делу z -осе, док је његов интензитет једнак половини максималне вредности и опада. Одредити изразе за комплексне представнике (а) вектора јачине електричног поља, (б) вектора јачине магнетског поља и (в) Поинтинговог вектора овог таласа.

(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

4. Раван униформан простопериодичан ТЕМ талас, учестаности f , простира 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 диелектрик.

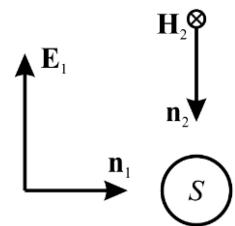
5. Коаксијални вод, унутрашњег полупречника $a = 0,265 \text{ mm}$ и спољашњег полупречника $b = 0,925 \text{ mm}$, испуњен је савршеним немагнетским диелектриком релативне пермитивности $\varepsilon_r = 2,25$, а проводници су му пермеабилности μ_0 и специфичне проводности $\sigma = 57 \text{ MS/m}$. Израчунати колико пута опадне снага ТЕМ таласа, учестаности $f = 67 \text{ GHz}$, при простирању кроз део оваквог коаксијалног вода дужине $d = 2,5 \text{ m}$.

6. (а) Написати дефинициони израз за појачање антене и објаснити коришћене величине. (б) Полазећи од претходног израза и коришћењем општег израза за вектор јачине електричног поља антене у зони зрачења, извести израз за рачунање појачања антене, у функцији карактеристичне функције зрачења и отпорности антене, у односу на изотропни радијатор.

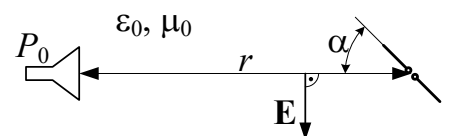
(а)	(б)
-----	-----

ЗАДАЦИ

1. Два равна униформна линијски поларизована простопериодична ТЕМ таласа, истих угаоних учестаности ω , простиру се у вакууму. У пољу ових таласа налази се и електрички мала равна контура површине S . Вектор електричног поља првог таласа, $\mathbf{E}_1$, као и јединични вектори у смеру простирања оба таласа, $\mathbf{n}_1$ и $\mathbf{n}_2$, налазе се у истој равни као и контура, а вектор магнетског поља другог таласа, $\mathbf{H}_2$, нормалан је на раван контуре. Вектори $\mathbf{n}_1$ и $\mathbf{n}_2$ међусобно су управни. Ефективна вредност електричног поља првог таласа је E_1 , а ефективна вредност магнетског поља другог таласа је H_2 . У центру контуре, електрично поље другог таласа фазно предњачи електричном пољу првог таласа за $\pi/3$, у односу на референтне смерове приказане на слици. (а) Одредити изразе за ефективне вредности резултантног електричног и резултантног магнетског поља у центру контуре. (б) Одредити израз за ефективну вредност електромоторне силе индуковане у контури.



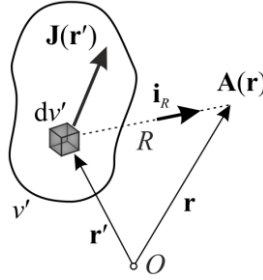
2. Предајна левак антена напаја се из генератора учестаности $f = 2,45 \text{ GHz}$ снагом $P_0 = 1 \text{ W}$. Усмереност ове антене је $D_{\text{dB}} = 14 \text{ dB}$, губици у антени су занемарљиви и антена зрачи линијски поларизован талас. Пријемна антена је полуталасни дипол који се налази на одстојању $r = 7 \text{ m}$ од предајне антене у правцу њеног максималног зрачења. Оса дипола заклапа угао $\alpha = 45^\circ$ са правцем према предајној антени. Предајна антена је постављена тако да вектор електричног поља које она зрачи лежи у равни цртежа, у којој лежи и пријемна антена, као што је приказано на слици. (а) Израчунати снагу коју пријемна антена предаје прилагођеном пријемнику. (б) Израчунати максимално одстојање од предајне антене на које је могуће поставити пријемну антену, при њеној оптималној оријентацији (угао α се може подешавати), уколико је минимална дозвољена снага прилагођеног пријемника $P_{\text{p min}} = 10 \mu\text{W}$.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОТ),
ОДРЖАНОГ 15. СЕПТЕМБРА 2026. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. $\text{rot } \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$, $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{J}_i + \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$, $\text{div } \mathbf{D} = \rho$, $\text{div } \mathbf{B} = 0$, $\mathbf{D} = \mathbf{D}(\mathbf{E})$, $\mathbf{B} = \mathbf{B}(\mathbf{H})$, $\mathbf{J} = \mathbf{J}(\mathbf{E})$.



2. (a) $\underline{\mathbf{A}}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\underline{\mathbf{J}}(\mathbf{r}') e^{-j\beta R}}{R} dv'$. (б) $\underline{V} = j \frac{1}{\omega \epsilon_0 \mu_0} \text{div } \underline{\mathbf{A}}$.

3. (a) $\underline{\mathbf{E}} = E e^{j\left(-\frac{2\pi}{3} - 2\pi f \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} x\right)} \mathbf{i}_z$. (б) $\underline{\mathbf{H}} = -\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E e^{j\left(-\frac{2\pi}{3} - 2\pi f \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} x\right)} \mathbf{i}_y$. (в) $\underline{\mathbf{P}} = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E^2 \mathbf{i}_x$.

4. $\alpha = 0,5 \sigma \sqrt{\mu_0 / \epsilon}$, $\beta = 2\pi f \sqrt{\mu_0 \epsilon}$.

5. Снага опадне 13,91 пута (односно за 11,43 dB).

6. (a) $G = \frac{4\pi I_{zr}}{P_a}$. (б) $G = \frac{4\pi r^2 E^2 / Z_0}{R_a I^2} = \frac{Z_0 F^2}{\pi R_a}$.

ЗАДАЦИ

1. (a) $E = \sqrt{E_1^2 + (Z_0 H_2)^2}$, $H = \sqrt{\left(\frac{E_1}{Z_0} - \frac{H_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3} H_2}{2}\right)^2}$, $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$. (б) $e_{\text{ind}} = \omega \mu_0 S \sqrt{\left(\frac{E_1}{Z_0} - \frac{H_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3} H_2}{2}\right)^2}$.

2. (a) $P_p = 31,5 \mu\text{W}$. (б) $r_{\text{max}} = 19,8 \text{ m}$.

Са предмета Електромагнетика