

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

14. октобар 2025.

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				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	Укупно		

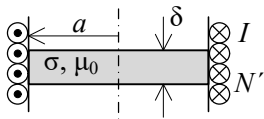
ПИТАЊА

1. (а) Написати, у временском домену, потпун систем диференцијалних једначина за споропроменљиво електромагнетско поље у хомогеној линеарној средини пермитивности ϵ , пермеабилности μ и специфичне проводности σ , у којем нема побудних струја ни побудног поља. (б) Написати израз за тренутну снагу Џулових губитака у домену v ове средине, ако је у свакој тачки домена познат вектор јачине електричног поља E .

(а)

(б)

2. На средини веома дугачког соленоида, кружног попречног пресека полупречника a и подужне густине завојака N' , постављен је танак кружни проводни диск, дебљине $\delta \ll a$, специфичне проводности σ и пермеабилности μ_0 , као на слици. Средина је ваздух, а у завојцима соленоида постоји споропроменљива простопериодична струја, ефективне вредности I и угаоне учестаности ω . Одредити средњу снагу Џулових губитака услед вртложних струја у диску, под претпоставком да се магнетско поље тих струја може занемарити.



3. (а) Написати, у комплексном облику, Лоренцов услов за брзопроменљиво електромагнетско поље у вакууму. (б) Полазећи од израза добијеног под (а) и везе вектора јачине електричног поља и потенцијала, извести диференцијалну једначину коју задовољава електрични скалар-потенцијал V у вакууму, ако је у свакој тачки простора позната запреминска густина наелектрисања, ρ .

(а)

(б)

4. Написати математички исказ Поинтингове теореме за домен од савршеног линеарног диелектрика, у коме нема побудних струја ни побудног поља и објаснити значење чланова. Усвојити потребне величине.

5. Комплексни представник вектора јачине електричног поља дат је изразом $\underline{E} = (3\mathbf{i}_x - j6\mathbf{i}_y) \text{ V/m}$. (а) Одредити ефективну вредност вектора $\mathbf{E}$. (б) Скицирати криву коју описује врх овог вектора—назначити смер кретања, координатни систем и карактеристичне координате криве.

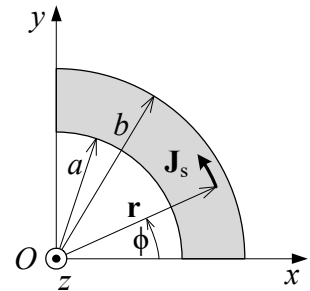
(а)	(б)
-----	-----

6. Раван униформан простопериодичан линијски поларизован ТЕМ талас простире се у вакууму. Површинска густина средње снаге која се преноси таласом је $30 \mu\text{W/m}^2$. Израчунати ефективне вредности (а) електричног поља, и (б) магнетског поља овог таласа.

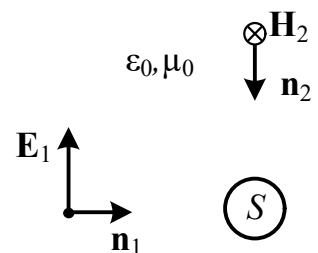
(а)	(б)
-----	-----

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји брзопроменљива простопериодична струја, кружне учестаности ω , само по површи облика четвртине кружног прстена, полупречника a и b , као на слици. Вектор густине површинске струје дат је изразом у цилиндричном координатном систему, $\mathbf{J}_s = \sqrt{2}J_{s0} \sin(2\phi) \cos(\omega t + \beta r) \mathbf{i}_\phi$, $a \leq r \leq b$, $0 \leq \phi \leq \pi/2$, где је J_{s0} константа и $\beta = \omega\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$. Одредити у комплексном облику изразе за (а) расподелу површинског и подужног наелектрисања прстена и (б) магнетски вектор-потенцијал у тачки O .



2. 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.



Напомена: У цилиндричном координатном систему је $\text{div } \mathbf{A} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rA_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$.

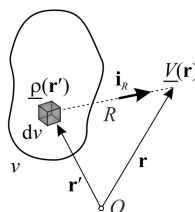
**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),
ОДРЖАНОГ 14. ОКТОБРА 2025. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. (a) $\text{rot } \mathbf{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$, $\text{rot } \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E}$, (б) $P_J(t) = \int_V \sigma |\mathbf{E}(t)|^2 dv$.
 $\text{div } \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon}$, $\text{div } \mathbf{H} = 0$.

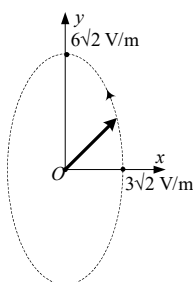
2. $P_J = \frac{\sigma \omega^2 \mu_0^2 N^2 I^2 a^4 \delta \pi}{8}$.

3. (a) $\text{div } \mathbf{A} = -j\omega \epsilon \mu V$. (б) $\Delta V + \omega^2 \epsilon \mu V = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$.



4. $\overbrace{\frac{\partial}{\partial t} \int_V \left(\frac{1}{2} \epsilon |\mathbf{E}|^2 + \frac{1}{2} \mu |\mathbf{H}|^2 \right) dv}^{\text{Стварање и одржавање ЕМ поља}} + \overbrace{\oint_S (\mathbf{E} \times \mathbf{H}) \cdot d\mathbf{S}}^{\text{Размена електромагнетске енергије кроз S}} = 0$.

5. (a) $E_{\text{eff}} = 3\sqrt{5} \text{ V/m}$. (б)



6. (a) $E \approx 106,3 \frac{\text{mV}}{\text{m}}$. (б) $H \approx 282,1 \frac{\mu\text{A}}{\text{m}}$.

ЗАДАЦИ

1. (a) $\rho_s = \frac{j}{\omega} 2J_{s0} \cos(2\phi) \frac{e^{j\beta r}}{r}$, $\underline{Q}' = 0$. (б) $\mathbf{A} = \frac{\mu_0 J_{s0}}{6\pi} (b-a)(-\mathbf{i}_x + \mathbf{i}_y)$.

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

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА БИЋЕ ОБЈАВЉЕНИ ДО 17. ОКТОБРА У 11.00 НА САЈТУ ЗА ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКУ.
- УВИД У ЗАДАТКЕ ЈЕ 17. ОКТОБРА ОД 15.30 ДО 16.00 У ЛАБОРАТОРИЈИ 63.