

ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

4. јул 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.

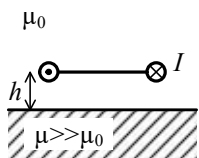
ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ (попуњава кандидат)							КОЛОКВИЈУМ				
Индекс година/број		Презиме и име									
/							ИСПИТ				
ПИТАЊА					ЗАДАЦИ						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	Укупно	1.	2.	Укупно	УКУПНО ПОЕНА	ОЦЕНА

ПИТАЊА

1. (а) Написати диференцијалну везу између вектора јачине електростатичког поља и електричног скалар-потенцијала. (б) Полазећи од израза под (а) и интегралног израза за електрични скалар-потенцијал запремински расподељеног наелектрисања у вакууму, извести одговарајући интегрални израз за вектор јачине електростатичког поља.

(а)	(б)
-----	-----

2. (а) Илустровати теорему ликова за стационарно магнетско поље на примеру равне кружне контуре са сталном струјом јачине I , постављене паралелно бесконачном феромагнетском блоку на висини h изнад њега. (б) Скицирати линије магнетског поља за дати пример.



(а)	(б)
-----	-----

3. У свакој тачки простора познат је вектор јачине споропроменљивог електричног поља, E , услед запреминских споропроменљивих струја и наелектрисања у домену v . Вектор густине струја је J , а средина је вакуум. Одредити израз за разлику електричних скалар-потенцијала две произвољне тачке простора M и N .

4. Написати потпун систем диференцијалних једначина и једначину континуитета за брзопроменљиво електромагнетско поље, ако је у свакој тачки домена познат вектор јачине побудног поља E_1 .

5. Извести Поинтингову теорему у комплексном домену.

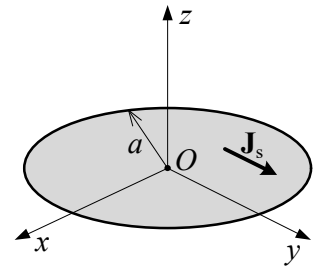
--

6. Комплексни представник простопериодичог вектора јачине магнетског поља дат је изразом $\underline{\mathbf{H}} = (2(\mathbf{i}_x + \mathbf{i}_z) + j\mathbf{i}_y) A/m$. Израчунати (а) минималну, (б) максималну и (в) ефективну вредност интензитета датог вектора.

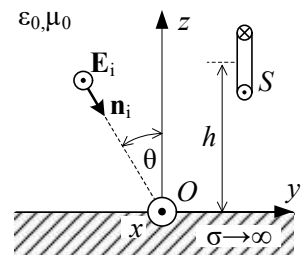
(а)	(б)	(в)
-----	-----	-----

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји брзопроменљива простопериодична струја само по површи диска полупречника a , као на слици. Вектор густине површинских струја дат је изразом $\mathbf{J}_s = \sqrt{2}J_{s0} \cos \omega t \mathbf{i}_y$, где је J_{s0} константа. На z -оси одредити комплексне представнике (а) електричног скалар-потенцијала и (б) вектора јачине индукованог електричног поља.



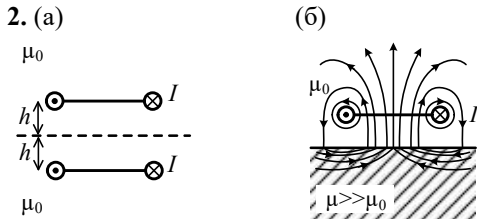
2. Раван, униформан, простопериодичан, нормално поларизован TEM талас, учестаности f и ефективне вредности електричног поља E , наилази из вакуума на савршено проводну равну под углом θ у односу на нормалу. Одредити изразе за (а) комплексне векторе резултантног електричног и магнетског поља изнад равни ($z > 0$), (б) расподелу индукованих струја и наелектрисања на равни ($z = 0$) и (в) висину h изнад равни на коју треба поставити електрички малу, равну, вертикалну контуру, површине S , паралелну xOz -равни, тако да ефективна вредност емс индуковане у њој буде максимална. (г) Ако је $E = 3 V/m$, $f = 2,4 GHz$, $\theta = 30^\circ$ и $S = 2 cm^2$, израчунати ту максималну ефективну вредност емс.



**ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА
ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ),
ОДРЖАНОГ 4. ЈУЛА 2020. ГОДИНЕ**

ПИТАЊА

1. (a) $\mathbf{E} = -\text{grad}V$. (б) $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho d\mathbf{v}}{R^2} \mathbf{i}_R$.



3. $V_M - V_N = \int_M^N \left(\mathbf{E} + \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{(\partial \mathbf{J} / \partial t)}{R} d\mathbf{v} \right) d\mathbf{l}$.

4. $\text{rot} \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$, $\text{rot} \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{J}$, $\text{div} \mathbf{D} = \rho$, $\text{div} \mathbf{B} = 0$, $\text{div} \mathbf{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$, $\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}$, $\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} - \mathbf{M}$, $\mathbf{P} = \mathbf{P}(\mathbf{E})$, $\mathbf{M} = \mathbf{M}(\mathbf{B})$,
 $\mathbf{J} = \mathbf{J}(\mathbf{E} + \mathbf{E}_i)$.

5.
$$-\int_V \underbrace{\mathbf{J}_i^* \cdot \mathbf{E} d\mathbf{v}}_{\text{Снага генератора}} = \int_V \underbrace{\sigma |\mathbf{E}|^2 d\mathbf{v}}_{\text{Цулови губици}} + j\omega \int_V \underbrace{(\mu |\mathbf{H}|^2 - \epsilon^* |\mathbf{E}|^2)}_{\text{Стварање и одржавање ЕМ поља}} d\mathbf{v} + \underbrace{\oint_S (\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*) \cdot d\mathbf{S}}_{\text{Размена електромагнетске енергије кроз S}}.$$

6. (a) $H_{\min} = \sqrt{2}$. (б) $H_{\max} = 4$. (в) $H_{\text{eff}} = 3$.

ЗАДАЦИ

1. (a) $V(0,0,z) = 0$. (б) $\mathbf{E}_{\text{ind}} = \frac{\omega}{2\beta} J_{s0} \left(e^{-j\beta\sqrt{z^2+a^2}} - e^{-j\beta|z|} \right)$.

2. (a) $\mathbf{E}_{\text{rez}} = j2E \sin(\beta z \cos \theta) e^{-j\beta y \sin \theta} \mathbf{i}_x$, $\mathbf{H}_{\text{rez}} = -\frac{2E}{Z_0} e^{-j\beta y \sin \theta} \left(\cos \theta \cos(\beta z \cos \theta) \mathbf{i}_y + j \sin \theta \sin(\beta z \cos \theta) \mathbf{i}_z \right)$, где је $\beta = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ и

$Z_0 = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0}$. (б) $\mathbf{J}_s = \frac{2E}{Z_0} \cos \theta e^{-j\beta y \sin \theta} \mathbf{i}_x$, $\rho_s = 0$. (в) $h_n = n \frac{\lambda}{2 \cos \theta}$, $n = 1, 2, 3, \dots$ (г) $(\epsilon_{\text{ind}})_{\max} = 2\omega \mu_0 S \frac{E}{Z_0} \cos \theta \approx 52,2 \text{ mV}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 11. ЈУЛА У 11:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ (У СОБИ 63) ЈЕ 11. ЈУЛА ОД 11:00 ДО 11:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика