ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

5. фебруар 2019.

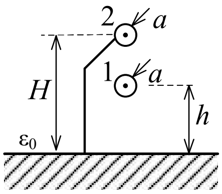
Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају заједно предати. Питања радити 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. Вежбанка и овај папир се морају заједно предати. Свако питање носи по 5 поена, а задатак по 20 поена.

Попунити податке о кандидату у следећој таблици. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

<table>
<tr><td colspan="10">ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ (попуњава кандидат)</td><td>КОЛОКВИЈУМ</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Индекс
година/број</td><td colspan="7">Презиме и име</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">/</td><td colspan="7"></td><td>ИСПИТ</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">ПИТАЊА</td><td colspan="3">ЗАДАЦИ</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1.</td><td>2.</td><td>3.</td><td>4.</td><td>5.</td><td>6.</td><td>Укупно</td><td>1.</td><td>2.</td><td>Укупно</td><td>УКУПНО ПОЕНА</td><td>ОЦЕНА</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

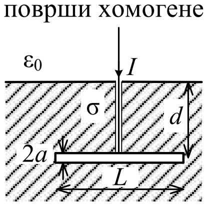
ПИТАЊА

1. Два веома дугачка паралелна танка жичана проводника, кружног попречног пресека полупречника a, постављена су у ваздуху изнад проводне равни, један изнад другог, као на слици. Проводник 1 се налази на висини h, а проводник 2 на висини H ($H > h$). Проводник 2 је галвански спојен са проводном равни. Одредити подужну капацитивност ове структуре.

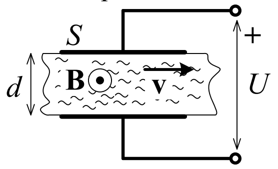


(б)

2. Илустровати теорему ликова за стационарно струјно поље на примеру танког цилиндричног савршено проводног уземљивача, полупречника попречног пресека a, и дужине L ($L >> a$), чија се оса налази на дубини d ($d >> a$) испод површи хомогене земље, специфичне проводности σ.



3. Између електрода плочастог кондензатора протиче проводна течност, специфичне проводности σ, константном брзином **v**, као на слици. Површина једне електроде кондензатора је S, а растојање између електрода је d ($S >> d^2$). Кондензатор се налази у хомогеном стационарном магнетском пољу, магнетске индукције **B** (вектор **B** нормалан је на вектор **v** и на раван цртежа). (а) Одредити напон између електрода кондензатора U, према референтном смеру са слике. (б) Ако би се електроде кондензатора кратко спојиле, одредити јачину струје која би текла кроз њих, након успостављања стационарног стања. Назначити референтни смер за струју.



(а)	(б)

4. (а) Написати потпун систем једначина у диференцијалном облику, у временском домену, за брзо променљиво електромагнетско поље у линеарној средини пермитивности ε, пермеабилности μ и специфичне проводности σ, ако је у свакој тачки средине познат вектор јачине побудног поља $\mathbf{E}_i$. (б) На основу претходних једначина, извести једначину континуитета.

(а)	(б)

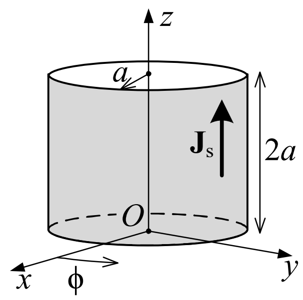
5. Израчунати (а) минималну и (б) максималну вредност интензитета вектора јачине електричног поља, датог комплексним изразом $\underline{\mathbf{E}} = 2\,\mathbf{i}_x + 2\,\mathbf{i}_y + \mathrm{j}2\sqrt{2}\,\mathbf{i}_z\,\mathrm{V/m}$. (в) Како је поларизован овај вектор? Образложити одговор.

(а)	(б)	(в)

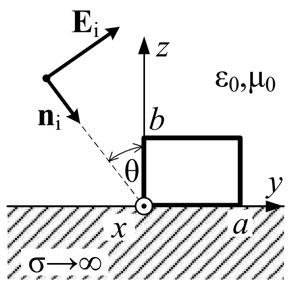
6. Навести основне особине прогресивних равних униформних TEM таласа који се простиру кроз хомогени диелектрик пермитивности ε и пермеабилности μ.

ЗАДАЦИ

1. У вакууму постоји простопериодична струја, високе кружне учестаности ω, само по омотачу цилиндра полупречника a и висине $2a$, као на слици. Вектор густине струје дат је изразом у цилиндричном координатном систему $\mathbf{J}_\mathrm{s} = \sqrt{2}J_{\mathrm{s}0}\dfrac{z}{2a}\cos\omega t\,\mathbf{i}_z$, где је $J_{\mathrm{s}0}$ константа, $0 \le z \le 2a$ и $0 \le \phi < 2\pi$. (а) Одредити расподелу наелектрисања на омотачу цилиндра. (б) Одредити комплексни вектор јачине индукованог електричног поља у тачки O.



2. Раван униформан паралелно поларизован TEM талас, ефективне вредности јачине електричног поља E и учестаности f, наилази из вакуума косо на савршено проводну раван, као на слици. За координатни систем са слике одредити комплексне представнике (а) резултантних вектора јачине електричног и магнетског поља у вакууму и (б) вектора густине индукованих струја на савршено проводној равни. (в) Израчунати ефективну вредност емс која се индукује у правоугаоној контури, чије су странице дужине a и b паралелне y- и z-оси, ако је $E = 0{,}5\,\mathrm{V/m}$, $f = 300\,\mathrm{MHz}$, $\theta = \pi/6$, $a = \lambda/2$ и $b = \lambda/(2\sqrt{3})$, где је λ таласна дужина. Контура се не може сматрати електрички малом.



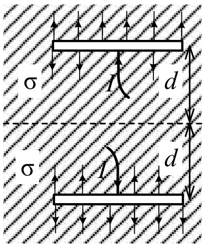
Напомена: у цилиндричном координатном систему је $\operatorname{div}\mathbf{A} = \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial}{\partial r}\left(rA_r\right) + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \dfrac{\partial A_z}{\partial z}$

ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ), ОДРЖАНОГ 5. ФЕБРУАРА 2019. ГОДИНЕ

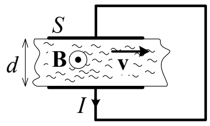
ПИТАЊА

1. $C'=\dfrac{a_{22}}{a_{11}a_{22}-a_{12}^2}$, $a_{11}=\dfrac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\dfrac{2h}{a}$, $a_{22}=\dfrac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\dfrac{2H}{a}$, $a_{12}=a_{21}=\dfrac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\dfrac{H+h}{H-h}$.

2.



3. (а) $U=-vBd$. (б) $I=\sigma SvB$.



4. (а) $\mathrm{rot}\,\mathbf{E}=-\dfrac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}$, $\mathrm{rot}\,\mathbf{H}=\mathbf{J}+\dfrac{\partial\mathbf{D}}{\partial t}$, $\mathrm{div}\,\mathbf{D}=\rho$, $\mathrm{div}\,\mathbf{B}=0$, $\mathbf{D}=\varepsilon\mathbf{E}$, $\mathbf{B}=\mu\mathbf{H}$, $\mathbf{J}=\sigma(\mathbf{E}+\mathbf{E}_\mathrm{i})$. (б) $\mathrm{div}\,\mathbf{J}=-\dfrac{\partial\rho}{\partial t}$.

5. (а) $E_{\min}=4\,\mathrm{V/m}$. (б) $E_{\max}=4\,\mathrm{V/m}$. (в) Вектор је кружно поларизован.

6.
1. Вектори $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$ су управни међусобно, као и на правац простирања. Правац и смер простирања су одређени Поинтинговим вектором $\mathbf{P}=\mathbf{E}\times\mathbf{H}$.
2. Вектори јачине електричног и магнетског поља су константни у трансверзалним равнима.
3. Однос тренутних интензитета E и H у произвољној тачки диелектрика вода је једнак импеданси средине $\dfrac{E}{H}=\mathrm{const}=Z=\sqrt{\dfrac{\mu}{\varepsilon}}$.
4. Брзина простирања таласа једнака је $c=\dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$.

ЗАДАЦИ

1. (а) $\underline{\rho}_\mathrm{s}=-\dfrac{J_{\mathrm{s}0}}{2\mathrm{j}\omega a}$, $\underline{Q}'(z=2a)=\dfrac{J_{\mathrm{s}0}}{\mathrm{j}\omega}$. (б) $\underline{\mathbf{E}}_\mathrm{ind}=\dfrac{\omega\mu_0 J_{\mathrm{s}0}}{4\beta}(\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta a\sqrt{5}}-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta a})\,\mathbf{i}_z$.

2. (а) $\underline{\mathbf{E}}_\mathrm{rez}=2E\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta y\sin\theta}(\mathrm{j}\cos\theta\sin(\beta z\cos\theta)\,\mathbf{i}_y+\sin\theta\cos(\beta z\cos\theta)\,\mathbf{i}_z)$, $\underline{\mathbf{H}}_\mathrm{rez}=\dfrac{2E}{Z_0}\cos(\beta z\cos\theta)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta y\sin\theta}\,\mathbf{i}_x$, где је $\beta=2\pi f\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$, $Z_0=\sqrt{\dfrac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$. (б) $\underline{\mathbf{J}}_\mathrm{s}=\dfrac{2E}{Z_0}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta y\sin\theta}\,\mathbf{i}_y$. (в) $e_\mathrm{ind}=\dfrac{16\sqrt{2}\pi f\mu_0 E}{Z_0\beta^2\sqrt{3}}\approx 0{,}52\,\mathrm{V}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 12. ФЕБРУАРА У 11:00 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 12. ФЕБРУАРА ОД 11:00 ДО 11:30 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика