ИСПИТ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ)

18. јануар 2017.

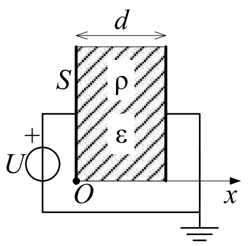
Напомене. Испит траје 180 минута и ради се самостално. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба непрограмабилних калкулатора. Дозвољена је употреба само овога папира и једне вежбанке, који се морају заједно предати. Питања радити 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.

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

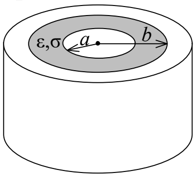
ПИТАЊА

1. Плочасти кондензатор има две танке металне електроде површине S, постављене на растојању d, као на слици. Диелектрик плочастог кондензатора је линеаран и хомоген, пермитивности ε, а у њему постоји запреминско слободно наелектрисање константне густине ρ. Кондензатор је прикључен на извор сталног напона U. (а) Решавањем Поасонове једначине одредити електростатички потенцијал, V, у диелектрику кондензатора, ако је десна електрода на нултом потенцијалу. (б) Користећи претходни резултат одредити вектор јачине електричног поља, $\mathbf{E}$, у диелектрику кондензатора. Занемарити ивичне ефекте.



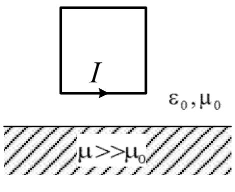
(а)	(б)

2. Веома дугачак цилиндрични коаксијални вод, полупречника унутрашњег проводника a и унутрашњег полупречника спољашњег проводника $b(b > a)$, испуњен је линеарним несавршеним диелектриком, пермитивности ε и специфичне проводности σ. Проводници вода су савршени. Одредити (а) подужну проводност и (б) подужну капацитивност вода.



(а)	(б)

3. Илустровати теорему ликова за стационарно магнетско поље, на примеру контуре, са сталном струјом I, која се налази у вакууму изнад феромагнетског полупростора, као на слици.



4. (а) Написати потпун систем једначина у временском домену у интегралном облику, за квазистационарно електромагнетско поље у произвољној средини, у којој постоје запреминске побудне струје $\mathbf{J}_i$. (б) Написати једначину континуитета у овом случају.

(а)	(б)

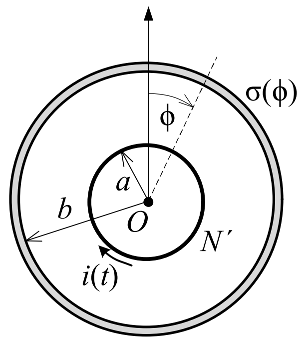
5. (а) Написати математички исказ Поинтингове теореме у комплексном домену и објаснити значење сваког члана. (б) Написати одговарајући облик претходног израза за домен без губитака, који је обухваћен савршеним проводником. Образложити одговор.

(а)	(б)

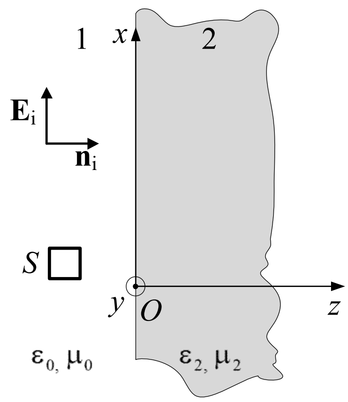
6. Извести израз за комплексни коефицијент простирања ТЕМ таласа у несавршеном диелектрику пермитивности ε, пермеабилности μ_0 и специфичне проводности σ, на учестаности $f >> \sigma/(2\pi\varepsilon)$.

ЗАДАЦИ

1. Веома дугачак соленоид, кружног попречног пресека полупречника a, налази се у вакууму. У завојцима соленоида, подужне густине N', постоји споро промењива простопериодична струја јачине $i(t) = \sqrt{2}I\cos\omega t$, где су I и ω ефективна вредност и кружна учестаност, респективно. Око соленоида је постављена танка кружна контура, полупречника b и специфичне проводности $\sigma = \sigma_0/(1+\phi/\pi)$, $0 \le \phi \le 2\pi$, где је σ_0 константа. Центар контуре је на оси соленоида, а њена раван је нормална на ову осу, као на слици. Занемарујући електромоторну силу самоиндукције, одредити (а) комплексни вектор густине струје у контури и (б) разлику електричних скалар-потенцијала две произвољне тачке дуж контуре.



2. Раван униформан линијски поларизован ТЕМ талас, ефективне вредности јачине електричног поља E и учестаности f, наилази из вакуума (средина 1) нормално на бесконачну раздвојну површ са савршеним диелектриком (средина 2), пермитивности $\varepsilon_2 = \varepsilon_r\varepsilon_0$ и пермеабилности $\mu_2 = \mu_0$, као на слици. (а) За координатни систем са слике извести изразе за резултантне комплексне векторе јачине електричног и магнетског поља у вакууму и диелектрику. (б) Где у вакууму треба поставити електрички малу, равну контуру, паралелну Oxz-равни и површине $S = 10\,\mathrm{cm}^2$, тако да ефективна вредност индуковане емс у њој буде максимална? Израчунати ту максималну ефективну емс, ако је $E = 0{,}7\,\mathrm{V/m}$, $\varepsilon_r = 3$ и $f = 200\,\mathrm{MHz}$.



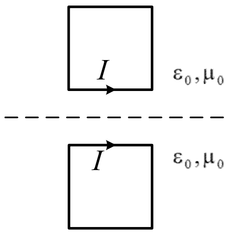
ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ИСПИТА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОГ), ОДРЖАНОГ 18. ЈАНУАРА 2017. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

1. (а) $V(x) = \dfrac{\rho x(d-x)}{2\varepsilon} + U\left(1 - \dfrac{x}{d}\right)$, (б) $\mathbf{E}(x) = \left[\dfrac{\rho}{\varepsilon}\left(x - \dfrac{d}{2}\right) + \dfrac{U}{d}\right]\mathbf{i}_x$

2. (а) $G' = \dfrac{2\pi\sigma}{\ln\dfrac{b}{a}}$, (б) $C' = \dfrac{2\pi\varepsilon}{\ln\dfrac{b}{a}}$

3.



4. (а) $\oint_C \mathbf{E}\cdot \mathrm{d}\mathbf{l} = -\int_S \dfrac{\mathrm{d}\mathbf{B}}{\mathrm{d}t}\cdot \mathrm{d}\mathbf{S}$, $\oint_C \mathbf{H}\cdot \mathrm{d}\mathbf{l} = \int_S (\mathbf{J}+\mathbf{J}_\mathrm{i})\cdot \mathrm{d}\mathbf{S}$, $\oint_S \mathbf{D}\cdot \mathrm{d}\mathbf{S} = \int_v \rho \mathrm{d}v$, $\oint_S \mathbf{B}\cdot \mathrm{d}\mathbf{S} = 0$, $\mathbf{D} = \mathbf{D}(\mathbf{E}), \mathbf{B} = \mathbf{B}(\mathbf{H}), \mathbf{J} = \mathbf{J}(\mathbf{E})$.

(б) $\oint_S (\mathbf{J}+\mathbf{J}_\mathrm{i})\cdot \mathrm{d}\mathbf{S} = 0$

5. (а) $\overbrace{-\int_v \mathbf{J}_\mathrm{i}^*\cdot \mathbf{E}\mathrm{d}v}^{\text{Снага генератора}} = \overbrace{\int_v \sigma|\mathbf{E}|^2 \mathrm{d}v}^{\text{Џулови губици}} + \overbrace{\mathrm{j}\omega\int_v \left(\mu|\mathbf{H}|^2 - \varepsilon^*|\mathbf{E}|^2\right)\mathrm{d}v}^{\text{Стварање и одржавање ЕМ поља}} + \overbrace{\oint_S \left(\mathbf{E}\times\mathbf{H}^*\right)\cdot \mathrm{d}\mathbf{S}}^{\text{Размена електромагнетске енергије кроз } S}$.

(б) $\overbrace{-\int_v \mathbf{J}_\mathrm{i}^*\cdot \mathbf{E}\mathrm{d}v}^{\text{Снага генератора}} = \overbrace{\mathrm{j}\omega\int_v \left(\mu|\mathbf{H}|^2 - \varepsilon^*|\mathbf{E}|^2\right)\mathrm{d}v}^{\text{Стварање и одржавање ЕМ поља}}$.

6. $\underline{\gamma} = \dfrac{\sigma}{2}\sqrt{\dfrac{\mu_0}{\varepsilon}} + \mathrm{j}2\pi f\sqrt{\mu_0\varepsilon}$.

ЗАДАЦИ

1. (а) $\underline{\mathbf{J}} = -\dfrac{\mathrm{j}\omega\mu_0\sigma_0 N' I a^2}{4b}\mathbf{i}_\phi$.

(б) $\underline{U}_{12} = -\mathrm{j}\omega\mu_0 N' I a^2 \pi\left(\dfrac{\phi_2^2 - \phi_1^2}{8\pi} - \dfrac{1}{4}(\phi_2 - \phi_1)\right)$, где су ϕ_1 и ϕ_2 углови који одговарају двема произвољним тачкама на контури.

2. (а) $\mathbf{E}_1 = E\left(\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta_1 z} + \dfrac{1-\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}}{1+\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\beta_1 z}\right)\mathbf{i}_x$, $\mathbf{H}_1 = \dfrac{E}{\sqrt{\dfrac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}\left(\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta_1 z} - \dfrac{1-\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}}{1+\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\beta_1 z}\right)\mathbf{i}_y$, $\mathbf{E}_2 = E\dfrac{2}{1+\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta_2 z}\mathbf{i}_x$,

$\mathbf{H}_2 = \dfrac{E}{\sqrt{\dfrac{\mu_0}{\varepsilon_0\varepsilon_\mathrm{r}}}}\dfrac{2}{\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}+1}$ $\mathbf{H}_2 = \dfrac{E}{\sqrt{\dfrac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}\dfrac{2}{\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}+1}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\beta_2 z}\mathbf{i}_y$, $\beta_1 = \omega\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$, $\beta_2 = \beta_1\sqrt{\varepsilon_\mathrm{r}}$.

(б) $z_n = -\dfrac{n\pi}{\beta_1}, n = 1,2,3,\ldots$ $\quad |\underline{e}_\mathrm{ind}| \approx 3{,}72\,\mathrm{mV}$.

- РЕЗУЛТАТИ ИСПИТА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 24. ЈАНУАРА У 14:30 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ, У СОБИ 63, ЈЕ 24. ЈАНУАРА ОД 14:30 ДО 15:00 ЧАСОВА.

Са предмета Електромагнетика