КОЛОКВИЈУМ ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОС, ИР)

17. април 2010.

Напомене. Колоквијум траје 150 минута. Није дозвољено напуштање сале 90 минута од почетка колоквијума. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба само овога папира и вежбанке, који се морају заједно предати. Дозвољена је и употреба непрограмабилних калкулатора. 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 таблици. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ		Укупно поена
Индекс година/број	Презиме и име	
/		

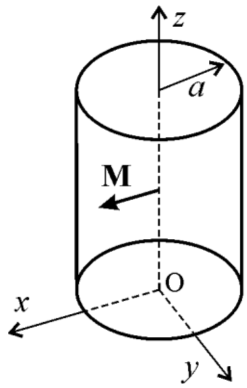
ПИТАЊА				ЗАДАЦИ	
1	2	3	4	1	2

ПИТАЊА

1. На раздвојној површи два линеарна хомогена диелектрика, пермитивности ε_1 и ε_2, нема слободних наелектрисања. Ако је познат вектор $\mathbf{D}_1$ у диелектрику 1, непосредно уз раздвојну површ, одредити густину везаних наелектрисања на раздвојној површи.

2. Одредити отпорност уземљења савршено проводног лоптастог уземљивача, полупречника a, укопаног у хомогену земљу специфичне проводности σ. Центар уземљивача је на дубини d ($d \gg a$).

3. Ваљак од феромагнетика, по чијој запремини постоји заостала магнетизација, налази се у ваздуху. Вектор магнетизације је, у Декартовом координатном систему приказаном на слици, дат изразом $\mathbf{M} = M_0 \frac{z+h}{h} \mathbf{i}_x$, где је M_0 константа, а h висина ваљка. Одредити расподелу Амперових струја ваљка.

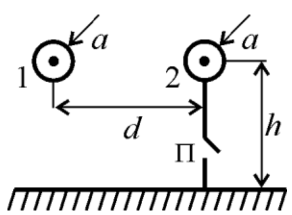


4. У вакууму је позната расподела споропроменљивих запреминских струја, $\mathbf{J}(\mathbf{r}', t)$, и наелектрисања, $\rho(\mathbf{r}', t)$. (а) Како се, преко ових струја и наелектрисања, рачунају магнетски вектор–потенцијал и електрични скалар–потенцијал? (Приложити одговарајући цртеж.) (б) Како се, преко потенцијала из тачке (а), рачунају вектор јачине електричног поља, $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$, и вектор магнетске индукције, $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$?

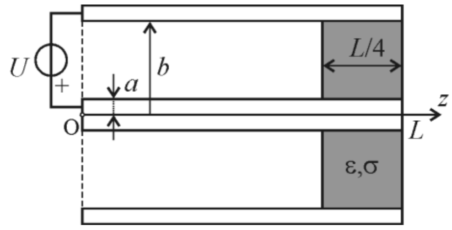
(а)	(б)

ЗАДАЦИ

1. Два веома дугачка паралелна цилиндрична проводника постављена су, у ваздуху, на висини $h = 210\,\mathrm{mm}$ изнад бесконачне проводне равни. Полупречници попречног пресека проводника су $a = 7\,\mathrm{mm}$, а њихово међусобно растојање је $d = 240\,\mathrm{mm}$. Прекидач П је отворен, као на слици. Затварање прекидача (чиме се проводник 2 галвански спаја са проводном равни) узрокује прираштај потенцијала проводника 1 $\Delta V_1 = -0{,}6\,\mathrm{V}$. Израчунати (а) коефицијенте потенцијала овога система, и (б) потенцијал проводника 2 у стационарном стању пре затварања прекидача.



2. На слици је приказан уздужни пресек правог коаксијалног кабла, дужине L, чији су проводници савршени, полупречника a и b ($L \gg a, b$). Завршна четвртина кабла испуњена је линеарним хомогеним диелектриком пермитивности ε и специфичне проводности σ, а у остатку кабла је ваздух. Кабл је на крају испуњеном диелектриком отворен, а на другом крају прикључен на генератор временски константног напона U. Одредити (а) јачину струје у проводницима кабла, $I(z)$, и (б) проводност кабла.



ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА КОЛОКВИЈУМА ИЗ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИКЕ (ОФ, ОС, ИР), ОДРЖАНОГ 17. АПРИЛА 2010. ГОДИНЕ

ПИТАЊА

1. $\rho_{\mathrm{sp}} = \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1} - \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_2}\right)\mathbf{n}\cdot\mathbf{D}_1$, где је $\mathbf{n}$ нормала на раздвојну површ, усмерена ка диелектрику 1.

2. $R_{\mathrm{uz}} \approx \frac{1}{4\pi\sigma a}$.

3. По запремини је $\mathbf{J}_{\mathrm{A}} = \mathrm{rot}\mathbf{M} = \frac{M_0}{h}\mathbf{i}_y$, на доњем базису $\mathbf{J}_{\mathrm{sA}}(z=0) = M_0\mathbf{i}_y$, горњем базису $\mathbf{J}_{\mathrm{sA}}(z=h) = -2M_0\mathbf{i}_y$, а на омотачу $\mathbf{J}_{\mathrm{sA}}(\phi) = M_0\frac{z+h}{h}\sin\phi\,\mathbf{i}_z$, где је ϕ угао између вектора $\mathbf{M}$ и нормале на посматрани део површи омотача.

4. (а) $\mathbf{A}(\mathbf{r},t) = \frac{\mu_0}{4\pi}\int_{v'}\frac{\mathbf{J}(\mathbf{r}',t)}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}\mathrm{d}v'$, $V(\mathbf{r},t) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_{v'}\frac{\rho(\mathbf{r}',t)}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}\mathrm{d}v'$. (б) $\mathbf{E}(\mathbf{r},t) = -\frac{\partial\mathbf{A}(\mathbf{r},t)}{\partial t} - \mathrm{grad}\,V(\mathbf{r},t)$, $\mathbf{B}(\mathbf{r},t) = \mathrm{rot}\,\mathbf{A}(\mathbf{r},t)$.

ЗАДАЦИ

1. (а) $a_{11} = a_{22} = \frac{\ln\frac{2h}{a}}{2\pi\varepsilon_0} \approx 7{,}36\cdot 10^{10}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{F}}$, $a_{12} = a_{21} = \frac{\ln\frac{\sqrt{d^2+(2h)^2}}{d}}{2\pi\varepsilon_0} \approx 1{,}26\cdot 10^{10}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{F}}$. (б) $V_2 = -\frac{a_{22}}{a_{12}}\Delta V_1 \approx 3{,}5\,\mathrm{V}$.

2. (а) $I(z) = \begin{cases} \frac{2\pi\sigma}{\ln\frac{b}{a}}\frac{L}{4}U, & 0 \le z \le \frac{3L}{4} \\ \frac{2\pi\sigma}{\ln\frac{b}{a}}(L-z)U, & \frac{3L}{4} \le z \le L \end{cases}$. (б) $G = \frac{\pi\sigma L}{2\ln\frac{b}{a}}$.