

# КОЛОКВИЈУМ ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 1

26. новембар 2023.

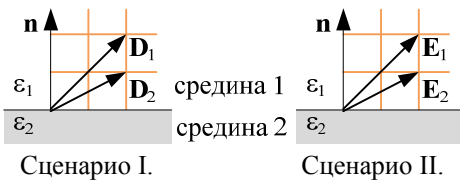
**Напомене.** Колоквијум траје 150 минута. Није дозвољено напуштање сале 90 минута од почетка колоквијума. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба само овога папира и вежбанке, који се морају заједно предати. Вежбанку ставити у овај папир. Питања радити искључиво на овоме папиру, а 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. Питања и задаци ће бити прегледани само уколико се налазе на одговарајућим местима. Свако питање носи по 5 поена, а задатак по 20 поена. Употреба калкулатора није дозвољена.

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

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ						Укупно поена
Група са предавања		Индекс година/број		Презиме и име		
П1	П2	П3	/			
ПИТАЊА				ЗАДАЦИ		
1	2	3	4	1	2	

## ПИТАЊА

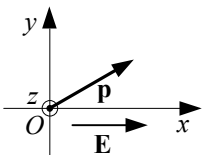
1. На слици су приказани попречни пресеци граничних површи два линеарна диелектрика пермитивности  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ , у два сценарија у којима на граничним површама нема слободних наелектрисања. Вектори  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{D}$ , приказани су у тачкама непосредно уз граничне површи, где индекси 1 и 2 означавају одговарајуће средине. Вектори леже у приказаним равнима и учртани су прецизно у координатном систему са униформном мрежом. (а) Написати који од два сценарија је могућ и (б) за тај сценарио израчунати однос  $\epsilon_1/\epsilon_2$ .



(а)

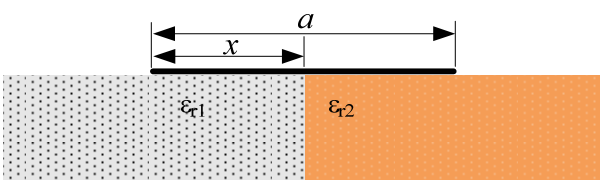
(б)

2. Усамљени крути дипол, електричног момента  $\mathbf{p} = 6 \cdot 10^{-30}(\sqrt{3}/2 \mathbf{i}_x + 1/2 \mathbf{i}_y)$  Cm, налази се у страном хомогеном електростатичком пољу  $\mathbf{E} = 120 \mathbf{i}_x$  kV/m, као на слици. Израчунати вектор електричне силе на дипол.



3. Полазећи од израза за запреминску густину енергије електростатичког поља у ваздуху, извести израз за укупну енергију поља усамљене проводне лопте полупречника  $a$ , наелектрисане наелектрисањем  $Q$ .

4. На слици је приказан попречни пресек оптерећеног танког плочастог кондензатора са квадратним електродама дужина ивица  $a = 3$  cm. Релативне пермитивности диелектрика су:  $\epsilon_{r1} = 2$  и  $\epsilon_{r2} = 10$ . Дужина до које је први диелектрик увучен у кондензатор је  $x$  ( $0 \leq x \leq a$ ), а остатак је испуњен другим диелектриком. Израчунати дужину  $x$ , при којој су количине слободних наелектрисања на горњој електроди изнад једног и другог диелектрика једнаке. Занемарити ивичне ефекте.



## ЗАДАЦИ

1. (Задатак се ради полазећи од **прве** стране вежбанке.)

У лопти полупречника  $a$  расподељена су наелектрисиња тако да је њихова запреминска густина  $\rho(r) = \rho_0 \frac{a-r}{a}$ ,  $0 \leq r \leq a$ , где је  $r$  одстојање посматране тачке од центра лопте, а  $\rho_0$  је константа. Средина је вакуум. Одредити изразе за

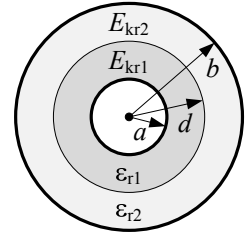
(а) укупно наелектрисиње лопте, (б) **вектор** јачине електричног поља у тачки  $A \left( r = \frac{a}{2} \right)$ , и (в) напон између тачака  $A$  и  $B (r = a)$ .

2. (Задатак се ради полазећи од **последње** стране вежбанке.)

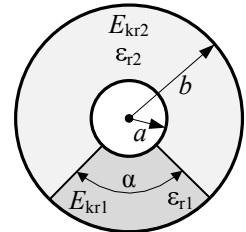
Полупречник унутрашњег проводника коаксијалног кондензатора је  $a = 1 \text{ cm}$ , а унутрашњи полупречник спољашњег проводника је  $b = e^4 \text{ cm}$ , где је  $e$  основа природних логаритама. Кондензатор је испуњен са два диелектрика релативних пермитивности  $\epsilon_{r1} = 3$  и  $\epsilon_{r2} = 2$  и електричних чврстина  $E_{kr1} = 40 \frac{\text{MV}}{\text{m}}$  и

$E_{kr2} = 30 \frac{\text{MV}}{\text{m}}$ . У првом случају диелектрици су постављени коаксијално, као што је приказано на слици 1. У другом случају унутрашњи проводник коаксијалног кондензатора лежи на подметачу од првог диелектрика, чије изводнице заклапају угао  $\alpha$  и секу се дуж осе кондензатора, а остатак је испуњен другим диелектриком, као што је приказано на слици 2. Уколико у првом случају до пробоја долази истовремено у оба диелектрика израчунати (а) полупречник раздвојне површи диелектрика,  $d$  и (б) одговарајуће највеће подужно наелектрисиње унутрашње електроде кондензатора,  $Q'_{\text{max}}$ . При подужном наелектрисињању унутрашње електроде  $\frac{2}{3} Q'_{\text{max}}$  израчунати

(в) минимални угао  $\alpha$  тако да у другом случају не долази до пробоја.



Слика 1.



Слика 2.

**Питања и задаци ће бити прегледани само уколико се налазе на одговарајућим местима.**

ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА КОЛОКВИЈУМА ИЗ  
ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 1, ОДРЖАНОГ 26. НОВЕМБРА 2023. ГОДИНЕ

**ПИТАЊА**

1. (a) Могућ је сценарио II. (б)  $\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{1}{2}$ .

2.  $\mathbf{F} = 0$ .

3.  $W_e = \int_V w_e dv = \int_a^\infty \frac{1}{2} \epsilon_0 \left( \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \right)^2 4\pi r^2 dr = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$ .

4.  $x = 2,5 \text{ cm}$ .

**ЗАДАЦИ**

1. (a)  $Q = \frac{\pi\rho_0 a^3}{3}$ . (б)  $\mathbf{E}\left(r = \frac{a}{2}\right) = \frac{5\rho_0 a}{48\epsilon_0} \mathbf{i}_r$ . (в)  $U_{AB} = \frac{5\rho_0 a^2}{96\epsilon_0}$ .

2. (a)  $d = \frac{\epsilon_{r1}}{\epsilon_{r2}} a \frac{E_{kr1}}{E_{kr2}} = 2 \text{ cm}$ . (б)  $Q'_{\max} = 2\pi\epsilon_0\epsilon_{r1}aE_{kr1} \approx \frac{200 \mu\text{C}}{3 \text{ m}}$ . (в)  $\alpha_{\min} = \frac{2\pi\left(\frac{2}{3}\epsilon_{r1} \frac{E_{kr1}}{E_{kr2}} - \epsilon_{r2}\right)}{\epsilon_{r1} - \epsilon_{r2}} = \frac{4\pi}{3}$ .

- РЕЗУЛТАТИ КОЛОКВИЈУМА ЋЕ БИТИ ОБЈАВЉЕНИ ДО 7. ДЕЦЕМБРА У 20 ЧАСОВА.
- УВИД У ЗАДАТКЕ ЈЕ 8. ДЕЦЕМБРА ОД 19:00 ДО 20:00 ЧАСОВА, У ЛАБОРАТОРИЈИ 95а.

Са предмета Основи електротехнике