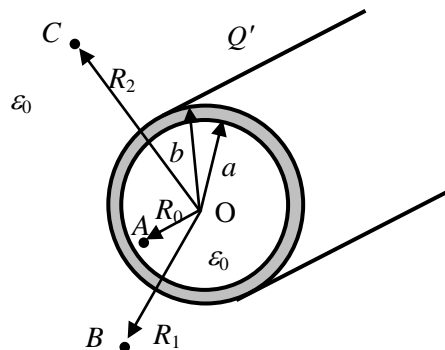


Задачи за Вежбање  
(електростатика)

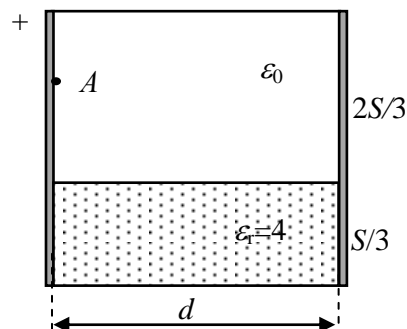
- 1 На сликата е прикажана наелектризирана бесконечна долга спроводна цилиндрична метална обвивка која има внатрешен радиус  $a=0,8\text{cm}$  и надворешен радиус  $b=1\text{cm}$ . Познат е потенцијалот во точката  $A$ ,  $V_A=25\text{V}$  на радиус  $R_0=0,5\text{cm}$  во однос на референтната точка на растојание  $R=1\text{m}$ . Да се определи:

- а) должинската густина на електрицитет  $Q'$  со која е наелектризиран цилиндричниот спроводник;  
 б) работата на силите на електрично поле за пренесување на електричен полнеж  $\Delta Q=1\text{pC}$  од точка  $B$  до точка  $C$  според формулата  $A_{BC} = \Delta Q \int_B^C \vec{E} \cdot d\vec{l}$  со избор на најсоодветна патека за решавање на интегралот. Точките  $B$  и  $C$  се наоѓаат на радиуси  $R_1=2\text{cm}$ ,  $R_2=5\text{cm}$  соодветно.



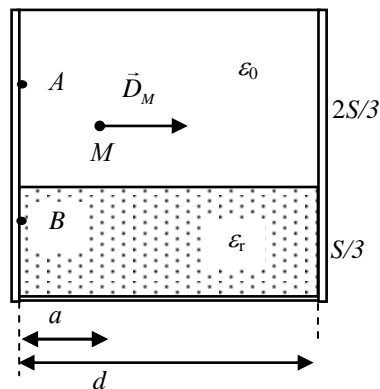
- 2 Даден е плочест кондензатор со површина на електродите  $S$  и растојание меѓу нив  $d$ . Дел од просторот меѓу електродите е исполнет со диелектрична плоча која има релативна диелектрична константа  $\epsilon_r=4$  која допира до  $S/3$  од површината на електродите, а останатиот простор е воздух. Разделната површина меѓу диелектрикот и воздухот е нормална на електродите (како на сликата). Познато е дека во електричното поле во диелектрикот е акумулирана енергија  $W_\epsilon$ .  $\epsilon_0=8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \approx 10^{-9}/(36\pi) \text{ F/m}$

- а) Да се изведат изразите за интензитетите на векторите на јачина на електричното поле и електрично поместување во кондензаторот. Да се определи електричниот полнеж со кој е наелектризиран кондензаторот. Да се определи површинската густина на електричен полнеж во точката  $A$  на горниот дел од позитивната електрода.



- б) Без да се промени електричниот полнеж на кондензаторот извлечен е диелектрикот и кондензаторот станува исполнет само со воздух. Во новата состојба да се определи површинската густина на електрицитет во точката  $A$ . Да се определи интензитетот на електричното поле во кондензаторот а потоа резултатот да се спореди со вредноста во претходната состојба и истиот да се прокоментира.

- 3 Даден е плочест кондензатор со површината на електродите  $S$  и растојание меѓу нив  $d$ . Просторот меѓу електродите е исполнет со диелектрична плоча која има релативна диелектрична константа  $\epsilon_r$  која допира до  $S/3$  од површината на електродите, а останатиот простор е воздух. Разделната површина меѓу диелектрикот и воздухот е нормална на електродите (како на сликата). Познато е дека во точката  $M$  која се наоѓа на растојание  $a$  од позитивната електрода векторот на електрично поместување изнесува  $\vec{D}_M$ .



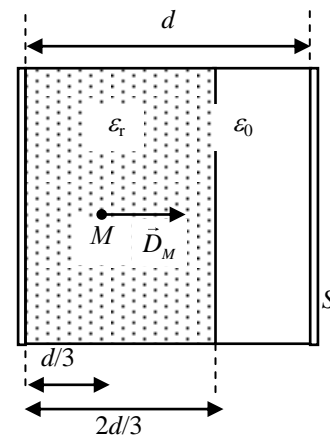
- а) Да се определи векторот на јачина на електростатското поле и векторот на електрично поместување во сите точки од кондензаторот.

- б) Да се определи количеството електрицитет со кое е оптоварен кондензаторот, површинската густина на електрицитет во точките  $A$  и  $B$ , напонот и капацитивноста на кондензаторот.

- 4 Даден е плочест кондензатор со површината на електродите  $S$  и растојание меѓу нив  $d$ . Дел од просторот меѓу електродите е исполнет со диелектрична плоча со дебелина  $2d/3$  која има релативна диелектрична константа  $\epsilon_r$ , а останатиот простор е воздух. Познато е дека во диелектрикот со  $\epsilon_r$  во точката  $M$  која се наоѓа на растојание  $d/3$  од позитивната електрода векторот на електрично поместување изнесува  $\vec{D}_M$ .

а) Да се определи векторот на јачина на електростатското поле и векторот на електрично поместување во сите точки од кондензаторот.

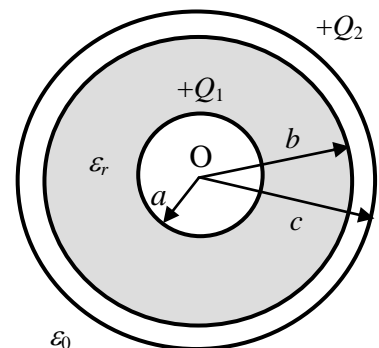
б) Да се определи оптоварувањето, напонот и капацитивноста на кондензаторот.



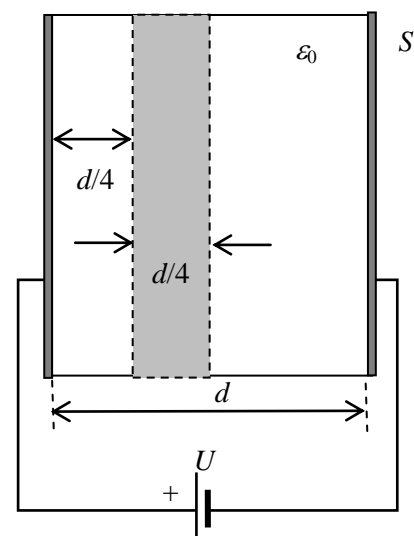
- 5 Даден е систем составен од сфера со радиус  $a$  наелектризирана со количество електрицитет  $+Q_1$  и концентрично поставена сферна лушпа со радиуси  $b$  и  $c$  која е наелектризирана со количество електрицитет  $+Q_2$ . Просторот меѓу сферата и лушпата е исполнет со диелектрик различен од воздух, а останатиот простор надвор е воздух.

а) Да се изведат изразите за векторот на јачина на електричното поле и за векторот на електрична индукција во просторот внатре и надвор од системот.

б) Ако е познато дека односот на електростатските енергии во внатрешноста и надворешноста на системот е  $W_{\text{vn}}/W_{\text{nad}}=1/3$  да се определи изразот за релативната диелектрична константа  $\epsilon_r$  на диелектрикот во просторот меѓу сферата и лушпата.

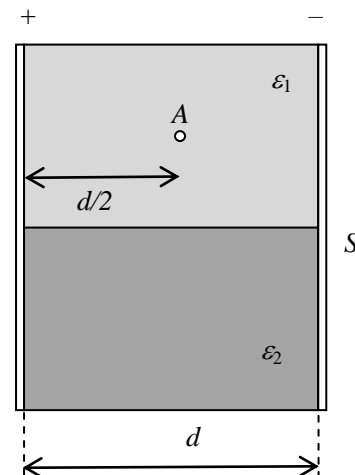


- 6 Даден е плочест воздушен кондензатор кој е приклучен на батерија со напон  $U$ . Површината на електродите е  $S$  а растојанието меѓу нив е  $d$ . При постојано приклучена батерија во просторот меѓу електродите на кондензаторот се поставува неутрална спроводна плоча со дебелина  $d/4$  така што плочата стои паралелно на растојание  $d/4$  од позитивната електрода. Да се определи количеството електрицитет, густината на енергија, и енергијата на електростатското поле во кондензаторот пред и после вметнување на неутралната спроводна плоча.

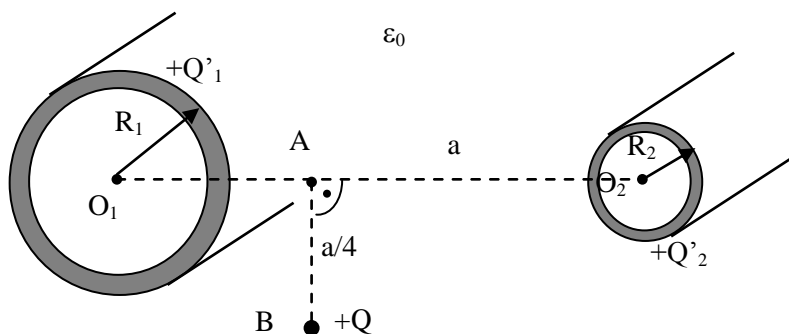


$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \approx 10^{-9} / (36\pi) \text{ F/m}$$

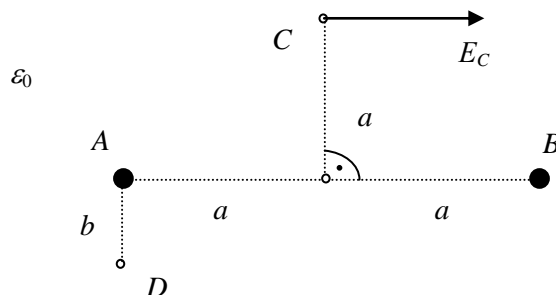
- 7 Просторот меѓу електродите на плочест кондензатор исполнет е по половина со два диелектрика со диелектрични константи  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  како што е прикажано на сликата. Површината на електродите е  $S$  а нивното меѓусебно растојание е  $d$ . Густината на електростатската енергија во точката  $A$  во првиот диелектрик која се наоѓа на растојание  $d/2$  од позитивната електрода изнесува  $w_A$ . Да се определи површинската густина на електрицитет на горната половина од позитивната електрода. Да се определи енергијата на електричното поле во диелектрикот со диелектрична константа  $\epsilon_2$ .



- 8 Се посматра систем составен од две метални цевки со радиуси  $R_1=2.5$  cm и  $R_2=1$  cm кои се рамномерно наелектризирани со подолжни густини на електричен полнеж  $Q'_1=2$  nC/m и  $Q'_2=4$  nC/m. Во точката  $A$ , на растојание  $a=20$  cm од оската на десната цевка по правецот што ги поврзува оските на цевките, јачината на електричното поле изнесува  $E_A=0$ . Во точката  $B$ , која се наоѓа на растојание  $a/4$  нормално на точката  $A$  во истата рамнина, се наоѓа точкест електричен полнеж  $+Q=5$  nC. Да се определи работата на надворешни сили за поместување на точкестиот полнеж од точката  $B$  во точката  $A$ .

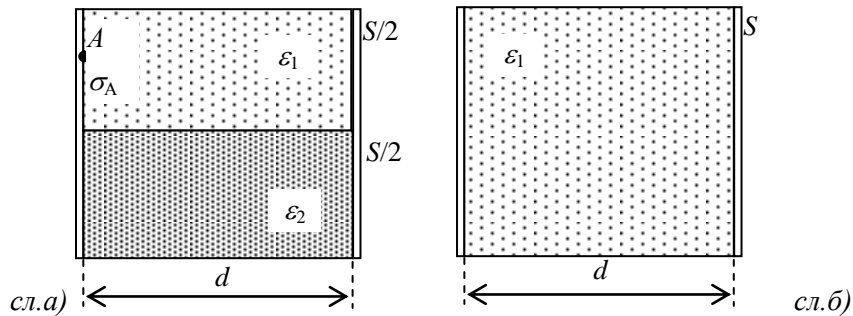


- 9 Два точкасти полнежи се поставени во точките  $A$  и  $B$  на растојание  $2a=20$  cm. Над средината меѓу полнежите, на растојание  $a$  се наоѓа точката  $C$ . Векторот на јачина на електростатското поле во оваа точка е  $E_C=450\sqrt{2}$  V/m (прикажан на сликата). Под точката  $A$ , на растојание  $b=5$  cm се наоѓа точката  $D$ . Да се определи оптоварувањето на двата полнежи. Да се определи електричниот потенцијал во точката  $D$ .



- 10 На сликата а) е прикажан плочест кондензатор со површина на електродите  $S$  и растојание меѓу нив  $d$ . Просторот меѓу плочите попречно по половина е исполнет со диелектрици со диелектрични константи  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Позната е површинската густина на електрицитет  $\sigma_A$  во точката  $A$ , на горниот дел од левата електрода. Да се определи количеството електрицитет со кое е наелектризиран кондензаторот и неговиот напон.

На сликата б) е прикажан плочест кондензатор со истите димензии на плочите и растојание меѓу нив кој е исполнет со диелектрикот со диелектрична константа  $\epsilon_1$ . Познато е дека напонот на вториот кондензатор е еднаков на напонот на првиот кондензатор. Да се определи количеството електрицитет со кое е наелектризиран вториот кондензатор и енергијата на електричното поле акумулирана во кондензаторот.

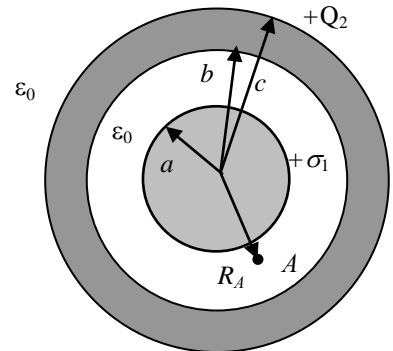


- 11 Даден е систем од спроводна сфера со радиус  $a=1\text{cm}$  и концентрична спроводна сферна лушпа со радиуси  $b=3\text{cm}$  и  $c=4\text{cm}$ . Сферата е наелектризирана со површинска густина на електрицитет  $\sigma_1=3/(4\pi)\text{nC/m}^2$ , додека сферната лушпа е наелектризирана со количество електрицитет  $Q_2=0.7\text{pC}$ . Околниот простор е воздух.

а) Да се изведе изразот за векторот на јачина на електричното поле во сите точки од просторот.

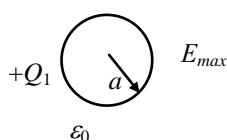
б) Да се пресмета потенцијалот во точката  $A$  на радиус  $R_A=2\text{cm}$  во однос на референтна точка во бесконечност.

в) Колку изнесува векторот на јачина на електрично поле на сите спроводни површини ( $a^-$  и  $a^+$ ,  $b^-$  и  $b^+$ ,  $c^-$  и  $c^+$ )? Да се нацрта график на интензитетот на електричното поле во функција од растојанието.

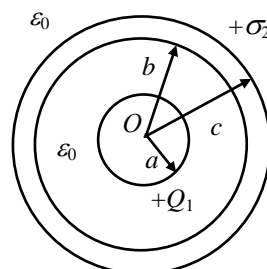


- 12 Метална топка со радиус  $a$  поставена во воздух наелектризирана е со непознато количество електрицитет  $+Q_1=?$ . Познато е дека максималната вредност на векторот на јачина на електричното поле во воздухот изнесува  $E_{max}$ . Да се определи непознатото количество електрицитет со кое е наелектризирана топката и потенцијалот на површината на топката (слика а). Потоа околу топката концентрично се поставува метална сферна лушпа со радиуси  $b$  и  $c$  наелектризирана со површинска густина на електрицитет  $+\sigma_2$ . Во електростатска рамнотежа да се определи крајното количество електрицитет на топката и сферната лушпа во вака формирано концентрично систем (слика б). Да се определи потенцијалот на површината на топката и на сферната лушпа.

(а)



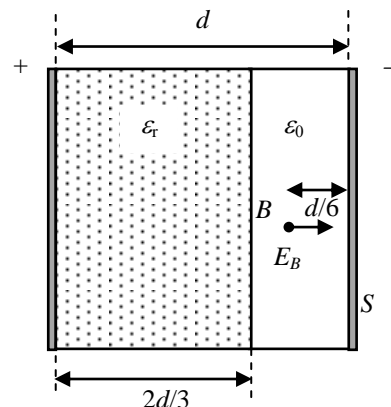
(б)



- 13 Даден е плочест кондензатор со површина на електродите  $S=1\text{cm}^2$  и растојание меѓу нив  $d=1\text{cm}$ . Дел од просторот меѓу електродите е исполнет со диелектрична плоча која има релативна диелектрична константа  $\epsilon_r=3$  со дебелина  $2d/3$ , а останатиот простор е воздух. Познато е дека во точката В интензитетот на векторот на јачина на електричното поле изнесува  $E_B=300\text{V/m}$ .

а) Со граничните услови кои важат на разделната површина диелектрик/воздух и со Гаусов закон да се определат изразите за интензитетите на векторите на јачина на електричното поле и електрично поместување во кондензаторот. Да се определи електричниот полнеж со кој е наелектризиран кондензаторот. Да се определат напонот и капацитивноста на кондензаторот.

б) Без да се промени електричниот полнеж на кондензаторот извлечен е диелектрикот и кондензаторот станува исполнет само со воздух. Во новата состојба да се определат напонот и капацитивноста на кондензаторот, а потоа резултатите да се споредат со вредностите во претходната состојба.



- 14 Просторот по половина е исполнет со два диелектрика со релативни диелектрични константи  $\epsilon_{r1}=1$  и  $\epsilon_{r2}=3$ . Разделната површина меѓу диелектриците е бесконечна рамнина нормална на рамнината на цртежот. Во двете средини електричното поле има карактеристики на хомогено поле. Во првиот диелектрик во точката А интензитетот на векторот на јачина на електричното поле изнесува  $E_A=500\text{V/m}$  и зафаќа агол  $\alpha=30^\circ$  во однос на нормалата на граничната површина на која лежат точките А и В (растојанијата на точките А и В до граничната површина се соодветно  $a=10\text{cm}$  и  $b=30\text{cm}$ ). Да се определи векторот на јачина на електричното поле во точката В (интензитет и агол во однос на нормалата на граничната површина). Да се одреди напонот меѓу точките А и С кои се на растојание  $l=40\sqrt{2}\text{ cm}$ .

