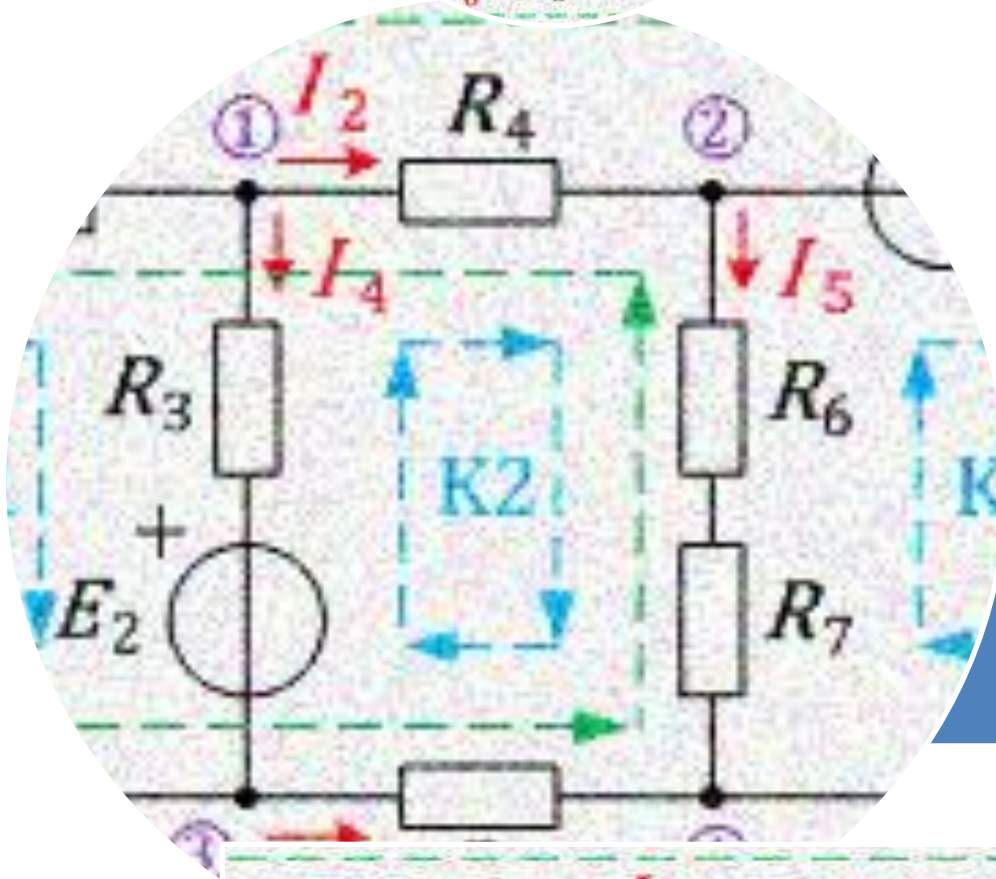
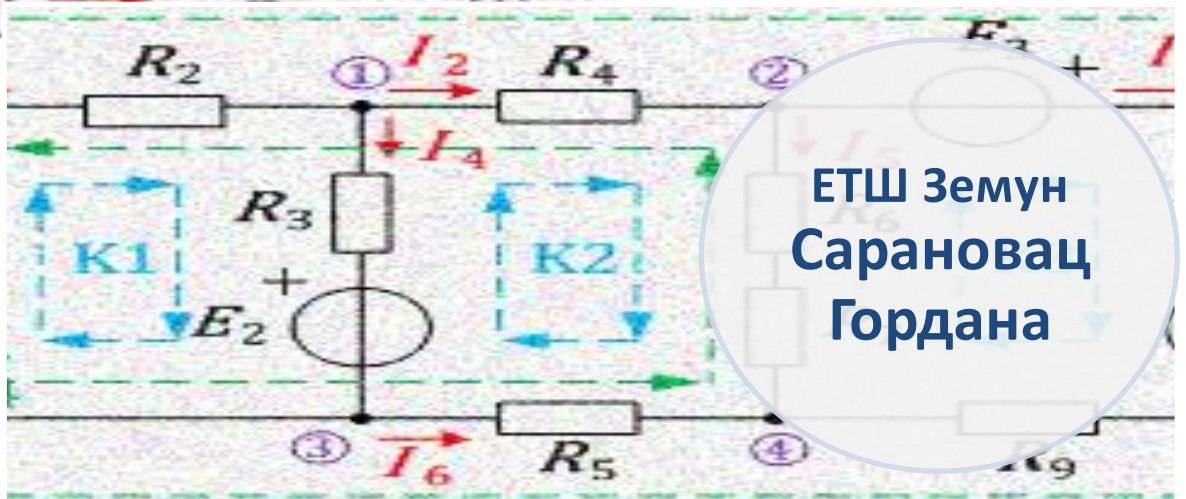


ОЕТ практикуми  
електростатика



први  
разред

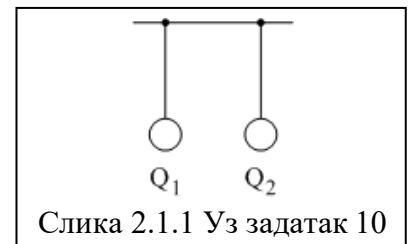


ЕТШ Земун  
Сарановац  
Гордана

## 2. Електростатика

### 2.1 Количина наелектрисања

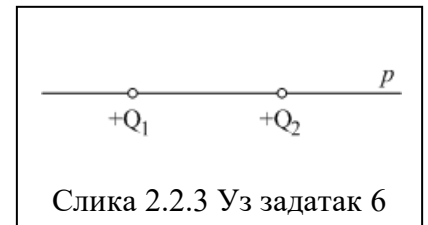
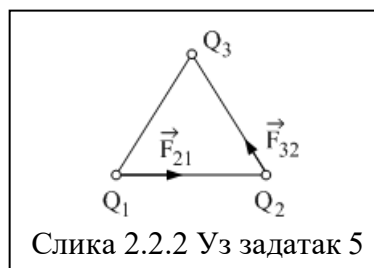
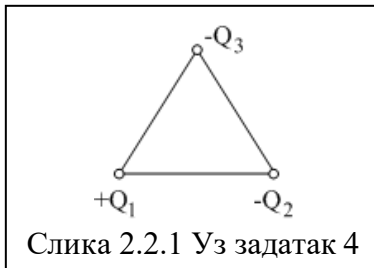
- Претворити:
  - $1,6 \text{ pC} =$
  - $12 \text{ kC} =$
  - $37 \text{ MC} =$
  - $11 \text{ } \mu\text{C} =$
  - $14 \text{ mC} =$
  - $26 \text{ nC} =$
- Које наелектрисање није могуће:
  - $13e$
  - $10,5e$
  - $\frac{3}{4}e$
  - $\frac{12}{4}e$
- Тело има вишак од 50 електрона. Одредити наелектрисање тела.
- Наелектрисање неког тела је  $Q = -48 \text{ aC}$ . Одредити колико има елементарних носилаца наелектрисања на телу.
- Од капи наелектрисања  $+2e$  одвоји се  $-3e$ . Наелектрисање капи је сада:
  - $-e$
  - $+5e$
  - $-5e$
  - $+e$
  - $-3e$
- Једном телу недостаје 5 електрона да би било неутрално. Одредити наелектрисање тела  $Q$ .
- Једном телу недостаје 12 електрона да би било неутрално. Одредити наелектрисање тела после довођења 8 електрона.
- Једно тело има вишак 7 електрона. Одредити наелектрисање тела после одвођења 12 електрона.
- Два тела истих димензија се налазе на великом растојању. На првом телу има вишка 250 електрона. Друго тело је наелектрисано са  $Q_2 = 3 \text{ aC}$ . Тела се затим повежу проводником. Како и колико ће бити наелектрисана тела по завршетку прелазног процеса.
- Две куглице једнаких димензија помоћу танке нити висе у ваздуху као што је приказано на слици 2.1.1. У почетном тренутку на куглице је доведено наелектрисање  $Q_1 = 4 \text{ mC}$  и  $Q_2 = -6 \text{ mC}$ . Шта ће се дешавати?



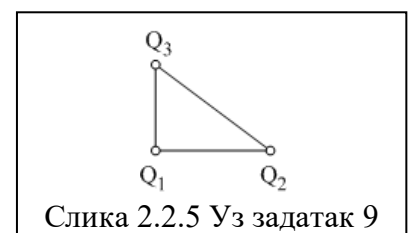
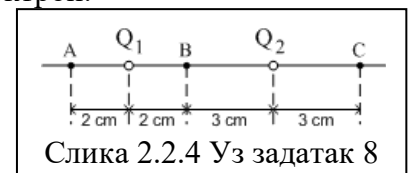
## 2. Електростатика

### 2.2 Кулонова сила

1. Сила између два тачкаста наелектрисања у ваздуху износи  $F$ . Како ће се променити сила ако се (неопходан математички доказ):
  - a) растојање повећа два пута
  - b) једно наелектрисање повећа 5 пута, друго смањи 3 пута
  - c) наелектрисање оба тела и растојање смање 2 пута
  - d) оба наелектрисања повећају 4 пута и пребаце у средину чије је  $\epsilon_r = 64$ .
2. Тачкаста наелектрисања  $Q_1 = 8 \text{ nC}$  и  $Q_2 = -18 \text{ nC}$  се налазе у средини чије је  $\epsilon_r = 64$ . Растојање између њих се повећава за по један метар од почетне вредности  $1 \text{ m}$  до крајње  $4 \text{ m}$ . Одредити интензитет Кулонове силе на сваком растојању између наелектрисања. Нацртати график  $F(r_{12})$
3. Тачни искази су:
  - a) интензитет силе зависи од средине у којој се налазе наелектрисања
  - b) интензитет силе зависи од растојања између наелектрисања
  - c) интензитет силе зависи од предзнака (+, -) наелектрисања
  - d) интензитет силе зависи од квадрата растојања између наелектрисања
4. Три тачкаста наелектрисања су постављена као на слици 2.2.1. Нацртати силу којом  $Q_1$  делује на  $Q_3$  и силу којом  $Q_2$  делује на  $Q_3$ .



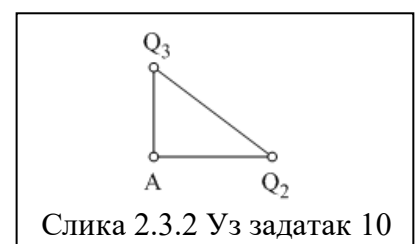
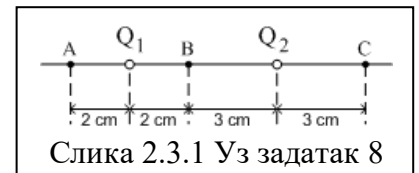
5. Три тачкаста наелектрисања су постављена као на слици 2.2.2. Нацртати силу којом  $Q_1$  делује на  $Q_3$
6. Два тачкаста наелектрисања су постављена на правој  $p$ , слика 2.2.3. Тачка у коју треба поставити наелектрисање  $-Q$  да би оно било у равнотежи се налази:
  - a) на правој  $p$ , лево од  $Q_1$
  - b) на правој  $p$ , десно од  $Q_2$
  - c) изнад праве  $p$
  - d) испод праве  $p$
  - e) на правој  $p$ , између  $Q_1$  и  $Q_2$
7. Три једнака тачкаста наелектрисања се налазе у теменима једнакоугаоног троугла. У тежишту се налази електрон. Одредити резултантну силу на електрон.
8. Наелектрисања  $Q_1 = 4 \text{ nC}$  и  $Q_2 = -6 \text{ nC}$  се налазе у средини чије је  $\epsilon_r = 3$ , слика 2.2.4. Одредити вектор резултантне силе на наелектрисање  $Q_3 = 2 \text{ pC}$  ако се оно постави:
  - a) у тачку А
  - b) у тачку В
  - c) у тачку С
9. Наелектрисања  $Q_1 = 6 \text{ nC}$ ,  $Q_2 = 10 \text{ nC}$  и  $Q_3 = 5 \text{ nC}$  се налазе у средини чије је  $\epsilon_r = 9$ , слика 2.2.5. Одредити вектор резултантне силе на наелектрисање  $Q_1$ .  $r_{13} = 3 \text{ cm}$ ,  $r_{12} = 4 \text{ cm}$



## 2. Електростатика

### 2.3 Јачина електричног поља

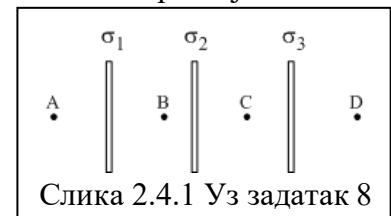
- Тачни искази за електрично поље тачкастог наелектрисања у тачки А су:
  - интензитет поља зависи од његовог знака
  - интензитет поља зависи од средине
  - интензитет поља не зависи од растојања између наелектрисања и тачке А
  - интензитет поља зависи од квадрата растојања између наелектрисања и тачке А
- Јединица  $\frac{V}{m}$  се користи за исту величину као
  - $\frac{J}{m}$
  - $\frac{N}{C}$
  - $\frac{J}{N}$
- Два позитивна тачкаста наелектрисања  $Q_1 = Q_2$  се налазе на растојању  $r_1$ . На средини растојања се налази тачка А. Затим се наелектрисања размакну на растојање  $r_2 = 3r_1$ . На средини овог растојања се налази тачка В. Нацртати слике и упоредити јачине поља у овим тачкама:
  - $E_A < E_B$
  - $E_A = E_B \neq 0$
  - $E_A > E_B$
  - $E_A = E_B = 0$
- Два тачкаста наелектрисања  $Q_1 = -Q_2$  се налазе на растојању  $r_1$ . На средини растојања се налази тачка А. Затим се наелектрисања размакну на растојање  $r_2 = 3r_1$ . На средини овог растојања се налази тачка В. Нацртати слику и упоредити јачине поља у овим тачкама:
  - $E_A < E_B$
  - $E_A = E_B \neq 0$
  - $E_A > E_B$
  - $E_A = E_B = 0$
- Јачина поља наелектрисања  $Q = -3 nC$  у тачки А која се налази на растојању  $r_A = 1 cm$  износи  $E_A = 9 \frac{kN}{C}$ . Одредити релативну диелектричну пропустљивост средине.
- Јачина поља негативног тачкастог наелектрисања у тачки А која се налази на растојању  $r_A = 3 cm$  износи  $E_A = 50 \frac{N}{C}$ . Релативна диелектрична пропустљивост средине износи 4. Одредити количину наелектрисања  $Q$ .
- На ком растојању од тачкастог наелектрисања  $Q = 2 nC$  у дестилованој води ( $\epsilon_r = 81$ ) јачина поља износи  $1 \frac{V}{m}$ ?
- Наелектрисања  $Q_1 = 4 nC$  и  $Q_2 = -6 nC$  се налазе у средини чије је  $\epsilon_r = 3$ , слика 2.3.1. Одредити вектор резултантне јачине поља у:
  - тачки А
  - тачки В
  - тачки С
- Урадити задатак 8 користећи решења задатка 8 из практикума 2.2.
- Наелектрисања  $Q_2 = 10 nC$  и  $Q_3 = 5 nC$  се налазе у средини чије је  $\epsilon_r = 9$ , слика 2.3.2. Одредити вектор резултантне јачине поља у тачки А.  $r_{3A} = 3 cm$ ,  $r_{2A} = 4 cm$ .
- Урадити задатак 10 користећи решења задатка 10 из практикума 2.2.
- Нацртати једно хомогено и једно радијално поље, и записати поред формуле које важе у тим пољима.



## 2. Електростатика

### 2.4 Флукс, Гаусов закон\*

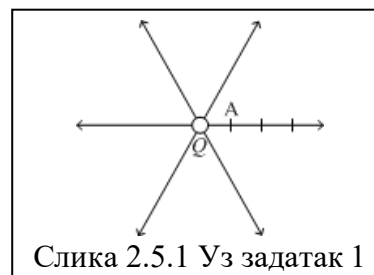
1. Кружна површина се налази у хомогеном електричном пољу јачине  $E = 20 \frac{mN}{C}$ . Када је угао између нормале на површину и вектора електричног поља  $72^\circ$  флукс кроз површину износи  $5 \mu Vm$ . Одредити полупречник кружне површине.
2. Коцка странице  $a = 10 \text{ cm}$  се налази у хомогеном електричном пољу јачине  $E = 10 \frac{mV}{m}$ . Коцка је постављена тако да су јој две наспрамне странице паралелне са вектором јачине поља. Нацртати слику и одредити флукс кроз сваку страницу и укупни флукс кроз коцку.
3. Купа има базу површине  $S_B = 20 \text{ cm}^2$  и налази се у хомогеном електричном пољу јачине  $E = 30 \frac{V}{m}$ . Вектор електричног поља заклапа са површином базе угао од  $30^\circ$ . Нацртати слику и израчунати флукс кроз омотач купе.
4. Две концентричне сферне површине имају полупречнике  $R_1 = 6 \text{ cm}$  и  $R_2 = 10 \text{ cm}$ . Сфере су наелектрисане са  $Q_1 = 5 \text{ nC}$  и  $Q_2 = -3 \text{ nC}$ . Одредити јачине електричног поља у тачкама удаљеним  $4 \text{ cm}$ ,  $9 \text{ cm}$  и  $12 \text{ cm}$ .
5. Усамљена проводна лопта полупречника  $R = 3 \text{ cm}$  се налази у ваздуху. Одредити максималну количину електрицитета којом се може оптеретити лопта ( $E_{kr} = 30 \frac{kV}{cm}$ ).
6. Усамљена проводна лопта се налази у ваздуху. Лопта је наелектрисана са  $Q = 5 \mu C$ . Одредити минимални полупречник лопте да не би дошло до пробоја ( $E_{kr} = 30 \frac{kV}{cm}$ ).
7. Усамљена проводна лопта полупречника  $R = 3 \text{ cm}$  се налази у ваздуху. Лопта је наелектрисана са  $Q = 15 \mu C$ . Нацртати график зависности јачине поља од растојања од центра лопте.
8. Три паралелне равни су постављене као на слици 2.4.1. Равни су наелектрисане површинским густинама  $\sigma_1 = 88,5 \frac{pC}{m^2}$ ,  $\sigma_2 = -53,1 \frac{pC}{m^2}$ , и  $\sigma_3 = 17,7 \frac{pC}{m^2}$ . Одредити интензитет, правац и смер електричног поља у тачкама А, В, С и D.
9. Одредити интензитет, правац и смер сила које делују на наелектрисање  $Q = 2 \text{ mC}$  када се постави у тачке А, В, С и D, слика 2.4.1. Користити резултате из задатка 8. Шта ће се променити код сила ако је наелектрисање  $Q = -2 \text{ mC}$ .
10. Хомогено поље је поље:
  - a) Тачкастог наелектрисања
  - b) У равном кондензатору
  - c) Површински наелектрисане лопте
  - d) Површински наелектрисане равни



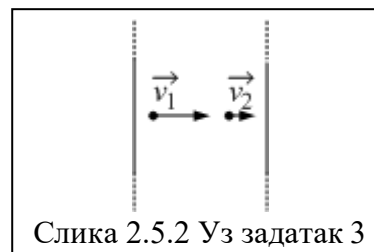
## 2. Електростатика

### 2.5 Рад, потенцијал, енергија

- На слици 2.5.1 је приказано поље тачкастог наелектрсања. Уцртати еквипотенцијалну линију на којој се налази тачка А и еквипотенцијалну линију на којој је потенцијал два пута мањи него у тачки А.
- Напон између тачке В и А износи  $U_{BA} = 200 \text{ V}$ . Напон између тачке С и В износи  $U_{CB} = -100 \text{ V}$ . Одредити напон између тачака А и С,  $U_{AC}$ .
- На слици је приказан део кондензатора, и уцртане су тренутне брзине  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$  у тренуцима  $t_1$  и  $t_2$ , ( $t_1 < t_2$ ), електрона који се креће између плоча. Означити наелектрсање на плочама и уцртати линије електричног поља.
- Свакој величини придружи одговарајућу мерну јединицу:



Слика 2.5.1 Уз задатак 1



Слика 2.5.2 Уз задатак 3

- Количина наелектрсања
- Јачина електричног поља
- Електрични потенцијал
- Флукс електричног поља
- Енергија
- Површинска густина

- $Vm$
- $C$
- $\frac{C}{V}$
- $\frac{m^2}{V}$
- $Cm$
- $V$
- $N$
- $J$

- Свакој величини придружи одговарајућу формулу:

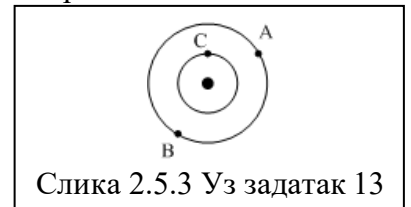
- Кулонова сила
- Потенцијал тачкастог наелектрсања
- Јачина електричног поља тачкастог наелектрсања
- Рад електричне силе

- $\frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2}$
- $Q \cdot V$
- $\frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$
- $Q \cdot U$
- $\frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r}$
- $\frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r}$

- Шест тачкастих наелектрсања једнаких по модулу су распоређени на кружници. Три наелектрсања су позитивна а три негативна. Упоредити потенцијале тачке у центру кружнице ако су наелектрсања распоређена равномерно  $V_A$  и ако распоред наелектрсања није равномеран  $V_B$ .
  - $V_A < V_B$
  - $V_A = V_B$
  - $V_A > V_B$
- Векторске величине су:
  - Кулонова сила
  - Потенцијал електричног поља
  - Рад
  - Флукс електричног поља
  - Јачина електричног поља
  - Напон
  - Енергија
- Тачкасто наелектрсање  $Q = -5 \mu\text{C}$  се налази у средини чије је  $\epsilon_r = 6$ . Одредити вредност потенцијала у тачкама:
  - А, удаљена од наелектрсања  $r_A = 2 \text{ cm}$
  - В, удаљена од наелектрсања  $r_B = 5 \text{ cm}$
  - С, удаљена од наелектрсања  $r_C = 9 \text{ cm}$

## 2. Електростатика

9. Одредити вредности напона између тачака:
- А и В, (користити добијене резултате из задатка број 8)
  - В и С, (користити добијене резултате из задатка број 8)
  - С и А, (користити добијене резултате из задатка број 8)
10. Израчунати рад који се изврши при премештању наелектрисања  $Q_1 = -2 \text{ mC}$
- од А до В, (користити добијене резултате из задатка број 9)
  - од В до С, (користити добијене резултате из задатка број 9)
  - од С до А, (користити добијене резултате из задатка број 9)
11. Ако се повећава растојање између позитивног и негативног тачкастог наелектрисања:
- Интензитет силе између њих се:
    - смањи
    - повећа
    - не мења се
  - Апсолутна вредност потенцијалне енергије се:
    - смањи
    - повећа
    - не мења се
12. Лопта полупречника  $R = 5 \text{ cm}$  је равномерно површински наелектрисана наелектрисањем  $Q = 10 \text{ nC}$ . Израчунати потенцијал на површини лопте, у унутрашњости на растојању  $3 \text{ cm}$  од центра лопте, у центру лопте и у тачки која је удаљена  $10 \text{ cm}$  од површине лопте.
13. На слици 2.5.3 је приказано једно тачкасто наелектрисање и три тачке А, В и С у његовој околини. Заокружити тачне исказе:
- $V_A > V_B > V_C$
  - $V_A = V_B < V_C$
  - $V_A = V_B > V_C$
  - $A_{AC} < A_{BC}$
  - $A_{AC} = A_{BC}$
  - $A_{AB} = 0$
14. Када се додирну наелектрисана тела, њихови потенцијали се изједначе. ДА / НЕ



## 2. Електростатика

### 2.6 Кондензатори

- Капацитивност кондензатора зависи од:
  - количине наелектрисања
  - напона
  - растојања између електрода
  - површине електрода
  - од тога да ли је у редној или паралелној вези
- Кондензатор се прикључи на извор, и после неког времена искључи. Затим се смањи растојање између плоча.
  - Капацитивност кондензатора се:
    - повећа
    - смањи
    - остане иста
  - Количина наелектрисања кондензатора се:
    - повећа
    - смањи
    - остане иста
  - Енергија кондензатора се:
    - повећа
    - смањи
    - остане иста
- Наелектрисани мехур од сапунице се надувава. Упоредити капацитивност мањег  $C_A$  и већег мехура  $C_B$ :
  - $C_B > C_A$
  - $C_B = C_A$
  - $C_B < C_A$
- Ако се повећа разлика потенцијала облога кондензатора, повећава се:
  - капацитивност
  - количина наелектрисања
  - површинска густина
  - енергија
  - флукс
- Између електрода плочастог кондензатора које де налазе на растојању од  $d = 1 \text{ mm}$  је ваздух. При којој површини електрода кондензатора би његова капацитивност износила  $C = 1 \text{ F}$ ?
  - $S = 11,29 \text{ cm}^2$
  - $S = 1,129 \text{ m}^2$
  - $S = 8,85 \cdot 10^2 \text{ m}^2$
  - $S = 1,602 \cdot 10^4 \text{ m}^2$
  - $S = 112,9 \text{ km}^2$
- Како се мења капацитивност и количина наелектрисања кондензатора ако се напон смањи два пута?
  - $C$  се смањи два пута,  $Q$  се смањи два пута
  - $C$  остаје исто,  $Q$  се смањи два пута
  - $C$  се смањи два пута,  $Q$  се не мења
  - $C$  се смањи два пута,  $Q$  се смањи четири пута
  - $C$  се не мења,  $Q$  се повећа два пута
- Две једнаке паралелне металне плоче са ваздухом између су биле прикључене на напон  $U$ , а затим одвојене. У кондензатору постоји електрично поље  $E$  а капацитивност овог кондензатора је  $C$ . Затим се размак између електрода повећа два пута и убади се диелектрик  $\epsilon_r = 6$ . Одредити нову вредност напона  $U_1$ , јачине електричног поља  $E_1$  и капацитивност  $C_1$ .



## 2. Електростатика

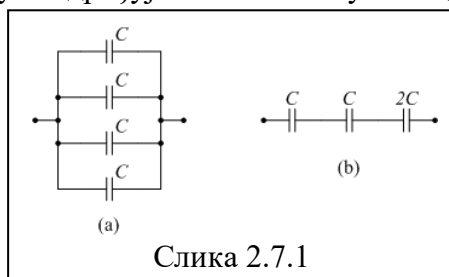
---

- a)  $U_1 = \frac{1}{3}U, E_1 = \frac{1}{3}E, C_1 = 3C$
- b)  $U_1 = \frac{1}{6}U, E_1 = \frac{1}{3}E, C_1 = 6C$
- c)  $U_1 = \frac{1}{3}U, E_1 = \frac{1}{6}E, C_1 = 3C$
- d)  $U_1 = 3U, E_1 = \frac{1}{6}E, C_1 = \frac{1}{3}C$
- e)  $U_1 = U, E_1 = \frac{1}{6}E, C_1 = 6C$
8. Ваздушни кондензатор површине електрода  $S$  и растојања између њих  $d$  се прикључи на напон  $U$ . Ако се напон смањи два пута и растојање смањи два пута, како се мења капацитивност овог кондензатора и његово наелектрисање?
9. Између две паралелне равне кружне металне плоче се налази ваздух. Полупречник плоче је  $r = 60 \text{ cm}$  а растојање између њих износи  $d = 5 \text{ mm}$ . Овај кондензатор је прикључен на напон и између електрода постоји поље  $E = 200 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$ . Одредити капацитивност кондензатора, количину наелектрисања и површинску густину наелектрисања на његовим електродама.
10. Доказати да у равном плочастом кондензатору важи израз  $\sigma = \epsilon_0 \epsilon_r E$

## 2. Електростатика

### 2.7 Везе кондензатора

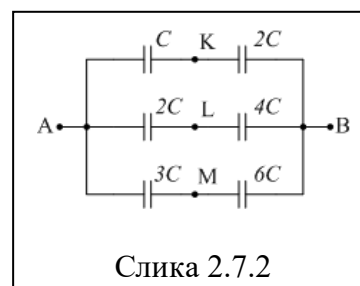
- При редној вези три кондензатора еквивалентна капацитивност износи  $C_{123red} = 1 \mu F$ . При паралелној вези истих кондензатора еквивалентна капацитивност износи  $C_{123par} = 11 \mu F$ . Одредити капацитете кондензатора  $C_2$  и  $C_3$ , ако је  $C_1 = 2 \mu F$ .
- Која од наведених формула одређује еквивалентну капацитивност сваке задате шеме приказне на слици 2.7.1?



Слика 2.7.1

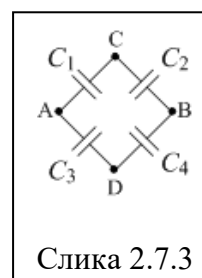
- $C_e = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C}$
- $C_e = 4C$
- $C_e = \frac{C}{4}$
- $C_e = \frac{2}{5}C$
- $C_e = \frac{4}{5}C$

- Како ће се променити еквивалентна капацитивност кола приказаног на слици 2.7.2 између тачака А и В, када се тачке К, L и M кратко споје? Капацитивност  $C$  износи  $6 nF$ . Подразумева се математички доказ.



Слика 2.7.2

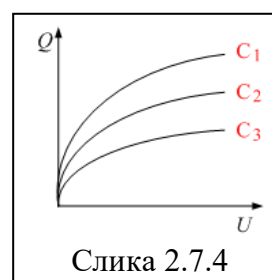
- Четири кондензатора су везана тако да граде четвороугао, слика 2.7.3. Кондензатори се могу прикључити у коло преко тачака А и В или С и D. Вредности капацитивности су  $C_1 = 20 mF$ ,  $C_2 = 40 mF$ ,  $C_3 = 80 mF$  и  $C_4 = 160 mF$ . Одредити:



Слика 2.7.3

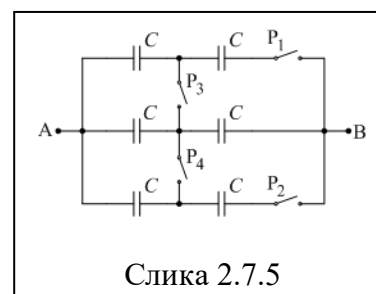
- Еквивалентну капацитивност између тачака С и D ако се крајеви А и В кратко споје
- Еквивалентну капацитивност између тачака А и В ако се крајеви С и D кратко споје

- Кондензатори  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$ , чије су карактеристике  $Q = f(U)$  приказане на слици 2.7.4 везани су паралелно и прикључени на извор једносмерног напона  $U$ . На ком кондензатору ће бити највећа количина наелектрисања?
- Кондензатори  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$ , чије су карактеристике  $Q = f(U)$  приказане на слици 2.7.4 везани су редно и прикључени на извор једносмерног напона  $U$ . На ком кондензатору ће бити највећи напон?



Слика 2.7.4

- Шест кондензатора истог капацитета  $C = 6 \mu F$  везани су као што је приказано на слици 2.7.5. Одредити еквивалентни капацитет те кондензаторске групе за следеће случајеве:



Слика 2.7.5

- сви прекидачи затворени
- отворен прекидач  $P_1$
- отворени прекидачи  $P_1$  и  $P_2$
- отворени прекидачи  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$
- отворени сви прекидачи

Који од наведених одговора су тачни?

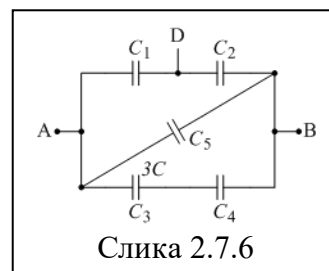
- $C_e = 9 \mu F$ , б)  $C_e = 7,2 \mu F$ , в)  $C_e = 4,8 \mu F$ , д)  $C_e = 9 \mu F$ , е)  $C_e = 3 \mu F$
- На располагању је 5 једнаких кондензатора капацитивности по  $C = 14 \mu F$ . Како их треба повезати тако да  $C_e$  везе износи  $8 \mu F$ . Потребно је искористити све кондензаторе, нацртати шему и математички доказ.

## 2. Электростатика

---

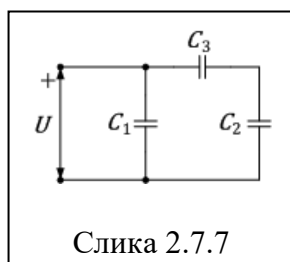
## 2. Електростатика

9. Група од 5 кондензатора чији су капацитети:  $C_1 = C_3 = 2 \mu F$ ,  $C_2 = C_4 = 6 \mu F$  и  $C_5 = 4 \mu F$  везани су у коло као што је приказано на слици 2.7.6. Одредити еквивалентни капацитет између тачака А и В и између тачака А и D.

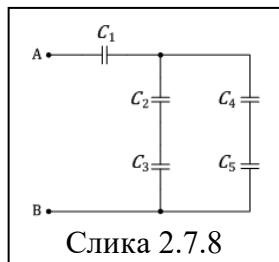


Слика 2.7.6

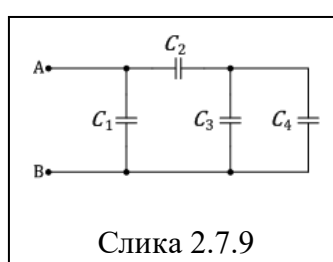
- 10.
- Кондензатори  $C_1$  и  $C_2$  су везани паралелно. Кондензатори  $C_3$  и  $C_4$  су везани паралелно. Затим су ове две групе кондензатора везане редно. Нацртати слику и одредити  $C_e$ . Подаци:  $C_1 = 4 nF$ ,  $C_2 = 12 nF$ ,  $C_3 = 6 nF$ ,  $C_4 = 10 nF$ .
  - Кондензатори  $C_1$  и  $C_2$  су везани редно. Кондензатори  $C_3$  и  $C_4$  су везани редно. Затим су ове две групе кондензатора везане паралелно. Нацртати слику и одредити  $C_e$ . Подаци:  $C_1 = 5 pF$ ,  $C_2 = 20 pF$ ,  $C_3 = 12 pF$ ,  $C_4 = 12 pF$ .
  - Кондензатори  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$  су везани редно. Затим је на њих паралелно везан кондензатор  $C_4$ . Нацртати слику и одредити  $C_e$ . Подаци:  $C_1 = 20 mF$ ,  $C_2 = 20 mF$ ,  $C_3 = 10 mF$ ,  $C_4 = 15 mF$ .
  - Кондензатори  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$  су везани паралелно. Затим је на њих редно везан кондензатор  $C_4$ . Нацртати слику и одредити  $C_e$ . Подаци:  $C_1 = 4 pF$ ,  $C_2 = 10 pF$ ,  $C_3 = 6 pF$ ,  $C_4 = 20 pF$
- 11.
- Одредити еквивалентну капацитивност кола приказаног на слици 2.7.7. Подаци:  $C_1 = 3 pF$ ,  $C_2 = 6 pF$ ,  $C_3 = 3 pF$
  - Одредити еквивалентну капацитивност  $C_{AB}$  између крајева А и В кола приказаног на слици 2.7.8. Подаци:  $C_1 = 3 pF$ ,  $C_2 = 6 pF$ ,  $C_3 = 3 pF$ ,  $C_4 = 20 pF$ ,  $C_5 = 5 pF$
  - Одредити еквивалентну капацитивност  $C_{AB}$  између крајева А и В кола приказаног на слици 2.7.9. Подаци:  $C_1 = 4 pF$ ,  $C_2 = 9 pF$ ,  $C_3 = 10 pF$ ,  $C_4 = 8 pF$
  - Одредити еквивалентну капацитивност  $C_{AB}$  између крајева А и В кола приказаног на слици 2.7.10. Подаци:  $C_1 = 10 nF$ ,  $C_2 = 5 nF$ ,  $C_3 = 10 nF$ ,  $C_4 = 4 nF$ ,  $C_5 = 10 nF$ ,  $C_6 = 15 nF$



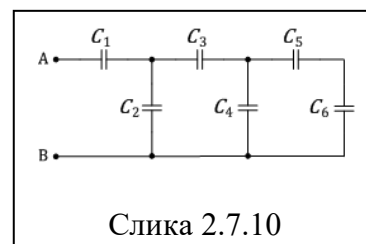
Слика 2.7.7



Слика 2.7.8

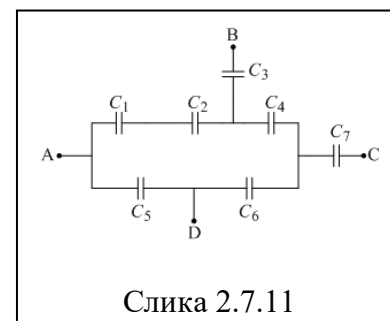


Слика 2.7.9



Слика 2.7.10

- 12.
- Одредити еквивалентну капацитивност између крајева А и В, слика 2.7.11. Подаци:  $C_1 = C_2 = 4 pF$ ,  $C_3 = 8 pF$ ,  $C_4 = C_5 = C_6 = 18 pF$ ,  $C_7 = 13 pF$
  - Одредити еквивалентну капацитивност између крајева В и С, слика 2.7.11. Подаци:  $C_1 = C_2 = 8 nF$ ,  $C_3 = 9 nF$ ,  $C_4 = 7 nF$ ,  $C_5 = C_6 = 8 nF$ ,  $C_7 = 9 nF$
  - Одредити еквивалентну капацитивност између крајева А и D, слика 2.7.11. Подаци:  $C_1 = C_2 = 20 nF$ ,  $C_3 = 9 nF$ ,  $C_4 = 20 nF$ ,  $C_5 = 1 nF$ ,  $C_6 = 20 nF$ ,  $C_7 = 9 nF$
  - Одредити еквивалентну капацитивност између крајева В и D, слика 2.7.11. Подаци:  $C_1 = C_2 = 18 nF$ ,  $C_3 = 10 nF$ ,  $C_4 = 8 nF$ ,  $C_5 = 18 nF$ ,  $C_6 = 8 nF$ ,  $C_7 = 9 nF$ .

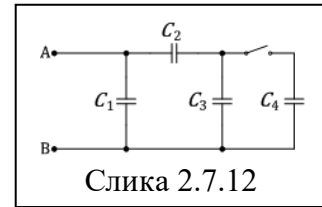


Слика 2.7.11

13. На располагању су 4 једнака кондензатора капацитивности од по  $20 mF$ . Коришћењем свих кондензатора нацртати еквивалентну шему тако да  $C_E$  износи  $8 mF$ . Доказати рачунским путем.
14. На располагању су 4 једнака кондензатора капацитивности од по  $10 mF$ . Коришћењем свих кондензатора нацртати еквивалентну шему тако да  $C_E$  износи  $6 mF$ . Доказати рачунски.

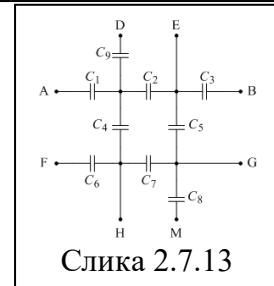
## 2. Електростатика

15. За колико се промени еквивалентна капацитивност кола приказаног на слици 2.7.12 затварањем прекидача? Сви кондензатори имају вредност  $C = 10 \text{ nF}$ .



Слика 2.7.12

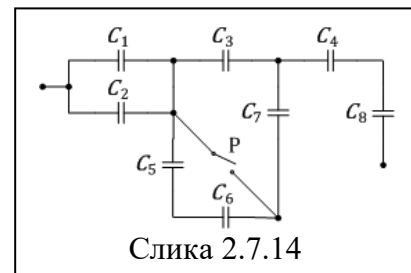
16. У колу приказаном на слици 2.7.13 сви кондензатори имају исте вредности  $C = 30 \text{ nF}$ . Одредити еквивалентну капацитивност између крајева:



Слика 2.7.13

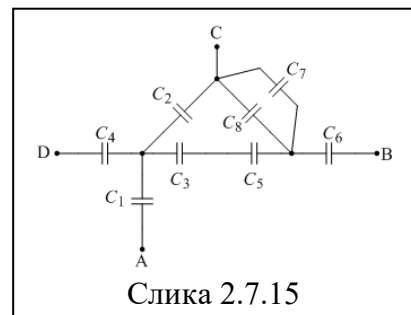
- a) А и В
- b) А и D
- c) А и F
- d) G и M
- e) H и M
- f) F и H
- g) F и В

17. Одредити еквивалентну капацитивност при отвореном прекидачу, слика 2.7.14. Затим одредити еквивалентну капацитивност при затвореном прекидачу. Која вредност је већа и за колико? Да ли се могло без рачунања утврдити која еквивалентна вредност мора бити већа, и зашто? Подаци су:  $C_1 = 40 \text{ nF}$ ,  $C_2 = 50 \text{ nF}$ ,  $C_3 = 80 \text{ nF}$ ,  $C_4 = 90 \text{ nF}$ ,  $C_5 = 30 \text{ nF}$ ,  $C_6 = 60 \text{ nF}$ ,  $C_7 = 20 \text{ nF}$ ,  $C_8 = 90 \text{ nF}$



Слика 2.7.14

18. У колу приказаном на слици 2.7.15 сви кондензатори имају исте вредности  $C = 20 \text{ mF}$ . Одредити еквивалентну капацитивност између крајева:



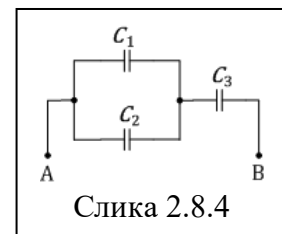
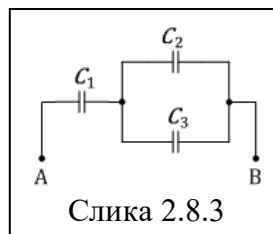
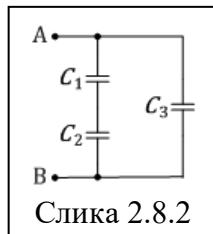
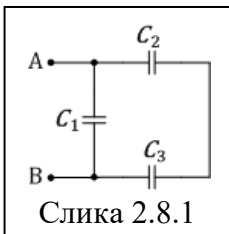
Слика 2.7.15

- a) А и В
- b) А и D
- c) С и D
- d) А и С
- e) С и В
- f) В и D

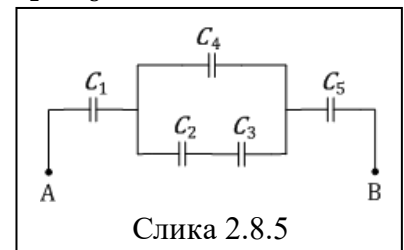
## 2. Електростатика

### 2.8 Капацитивни разделник, енергија, пробој

1. За коло приказано на слици 2.8.1 познате су вредности:  $C_1 = 8 \text{ mF}$ ,  $C_2 = 6 \text{ mF}$ ,  $C_3 = 3 \text{ mF}$ ,  $U_2 = 20 \text{ V}$ . Одредити напон  $U_{AB}$  и енергију кондензатора  $C_1$ .
2. За коло приказано на слици 2.8.2 познате су вредности:  $C_1 = 20 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 5 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_3 = 5 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $Q_3 = 250 \text{ }\mu\text{C}$ . Одредити напон кондензатора  $C_1$  и енергију кондензатора  $C_2$ .
3. За коло приказано на слици 2.8.3 познате су вредности:  $C_1 = 3 \text{ nF}$ ,  $C_2 = 1 \text{ nF}$ ,  $C_3 = 5 \text{ nF}$  и  $Q_3 = 20 \text{ nC}$ . Одредити напон  $U_{AB}$  и наелектрисање кондензатора  $C_1$ .
4. За коло приказано на слици 2.8.4 познате су вредности:  $C_1 = 16 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 4 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_3 = 5 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $U_2 = 8 \text{ V}$ . Одредити напон  $U_{AB}$  и наелектрисање кондензатора  $C_3$ .



5. Кондензаторска батерија која се састоји од пет једнаких кондензатора капацитивности  $C = 20 \text{ }\mu\text{F}$  прикључена је на напон  $U = 240 \text{ V}$ . Колико износи енергија електричног поља батерије, ако су кондензатори:
  - a) везани паралелно
  - b) везани редно
6. У колу приказаном на слици 2.8.3 напони и енергије кондензатора  $C_1$  и  $C_2$  стоје у односима  $U_1:U_2 = 2:1$  и  $W_1:W_2 = 8:1$ . Ако је  $C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$ , одредити вредности  $C_1$  и  $C_3$ .
7. У колу приказаном на слици 2.8.5 познате су вредности:  $C_1 = 20 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 40 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_3 = 60 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_4 = 16 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_5 = 40 \text{ }\mu\text{F}$  и  $U_{AB} = 120 \text{ V}$ . Одредити напоне на кондензаторима  $C_3$  и  $C_5$ .



## 2. Електростатика

### 2.9 Разни задаци

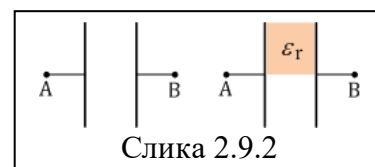
1. Ваздушни кондензатор се састоји од три једнаке плоче, свака површине  $S = 100 \text{ cm}^2$ . Растојања међу плочама су по  $0,5 \text{ cm}$ . Одредити капацитет овог кондензатора. Колика ће бити капацитивност ако се урони у керозин,  $\epsilon_r = 2$ , а горња и доња плоча удаље на двоструко веће растојање?



Слика 2.9.1

2. Колико једнаких кондензатора капацитивности  $C = 32 \text{ nF}$  треба везати на ред са кондензатором од  $24 \text{ nF}$ , да би еквивалентна капацитивност целе везе била  $6 \text{ nF}$ ?
3. Три кондензатора једнаких капацитета везана су прво редно, а затим паралелно. Одредити однос еквивалентних капацитета.

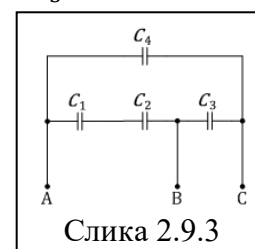
4. У плочастом кондензатору, одвојеном од извора, јачина поља између плоча је  $E_0$ . Ако се половина простора испуни диелектриком диелектричне константе  $\epsilon_r$ , слика 2.9.2, одредити јачину поља у простору где нема диелектрика. Колика је јачина поља у делу где је диелектрик?



Слика 2.9.2

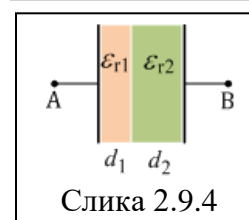
5. На извор напона  $U = 100 \text{ V}$  редно су везана два кондензатора једнаких капацитивности  $C = 4 \cdot 10^{-11} \text{ F}$ . Затим је један кондензатор испуњен диелектриком  $\epsilon_r = 3$ . Како се променила јачина поља у њему? Колика је количина наелектрисања прошла кроз коло?
6. У плочасти ваздушни кондензатор, површине плоча  $S$  и растојања  $d$ , постављена је проводна плоча, паралелно са плочама кондензатора исте површине и дебљине  $d_1 = \frac{d}{3}$ . Одредити однос капацитивности кондензатора пре и после постављања плоче.

7. Четири једнака ваздушна кондензатора  $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 10 \text{ pF}$  везани су као што је приказано на слици 2.9.3. Одредити колико износи релативна диелектрична константа  $\epsilon_r$  дрвене плоче коју треба убацити између плоча кондензатора  $C_4$ , да би еквивалентна капацитивност кондензатора између тачака А и В била три пута мања него између тачака А и С.



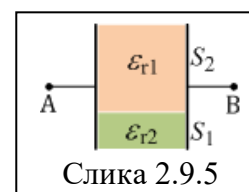
Слика 2.9.3

8. Плочасти ваздушни кондензатор површине плоча  $S = 160 \text{ cm}^2$ , приказан на слици 2.9.4, са састоји од два слоја. Први слој има диелектрик релативне диелектричне константе  $\epsilon_{r1} = 6$ , чија је дебљина  $d_1 = 1 \text{ mm}$ . Други слој има диелектрик релативне диелектричне константе  $\epsilon_{r2} = 4$ , чија је дебљина  $d_2 = 2 \text{ mm}$ . Одредити еквивалентну капацитивност овог кондензатора.



Слика 2.9.4

9. Плочасти ваздушни кондензатор површине плоча  $S$  приказан на слици 2.9.5 са састоји од два слоја. Први слој има диелектрик релативне диелектричне константе  $\epsilon_{r1} = 2$ , чија је површина уз плочу кондензатора  $S_1 = 100 \text{ cm}^2$ . Други слој има диелектрик релативне диелектричне константе  $\epsilon_{r2} = 6$ , чија је површина уз плочу кондензатора  $S_2 = 40 \text{ cm}^2$ . Растојање између плоча кондензатора је  $d = 1 \text{ mm}$ . Одредити еквивалентну капацитивност овог кондензатора.

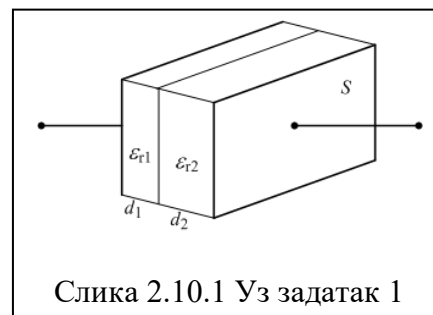


Слика 2.9.5

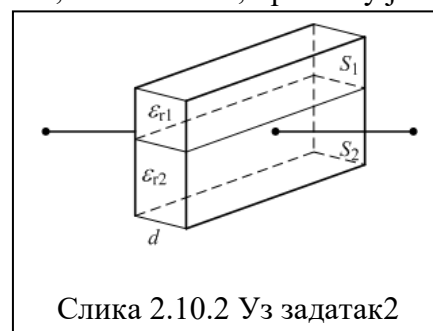
## 2. Електростатика

### 2.10 Диелектрични материјали у електростатичком пољу\*

- У плочастом кондензатору, површине плоча  $S = 32 \text{ cm}^2$  и наелектрисања  $Q = 16 \text{ nC}$ , налазе се два хомогена диелектрика дебљине  $d_1 = 1 \text{ mm}$  и  $d_2 = 3 \text{ mm}$ , слика 2.10.1. Релативне диелектричне пропустљивости ових диелектрика су  $\epsilon_{r1} = 3$  и  $\epsilon_{r2} = 9$ . Одредити:
  - Векторе електростатичке индукције  $D_1, D_2$
  - Векторе јачине електричног поља  $E_1, E_2$
  - Напон и капацитивност овог кондензатора



- Између плоча плочастог кондензатора налазе се два диелектрика, слика 2.10.2, при чему је:  $d = 5 \text{ mm}$ ,  $S_1 = 10 \text{ cm}^2$ ,  $S_2 = 15 \text{ cm}^2$ ,  $\epsilon_{r1} = 5$  и  $\epsilon_{r2} = 9$ . Наелектрисања плоча кондензатора је  $Q = 2 \text{ nC}$ . Одредити:
  - Векторе електростатичке индукције  $D_1, D_2$
  - Векторе јачине електричног поља  $E_1, E_2$
  - Напон и капацитивност овог кондензатора



Уз задатак 1

Примена уопштеног Гаусовог закона на затворену површину (црвено на слици, не само правоугаоник него у 3 димензије-квадар):  $\vec{D} \cdot \vec{S} = Q_{pus}$ .

Одавде је  $D = \frac{Q}{S}$ , па се може уочити да је  $D = \sigma$  (површинска густина наелектрисања), и да су  $D_1$  и  $D_2$  једнаки.

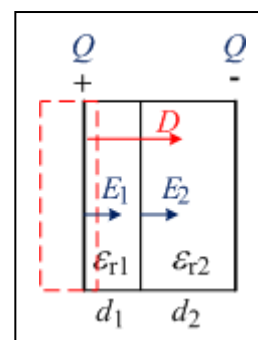
Затим се одреде  $E_1$  и  $E_2$ . ( $E_1 = \frac{D}{\epsilon_1} \dots \dots$ ).

Онда се одреди напон ( $U = E \cdot d$ , хомогено поље),  $U_{ukupno} = E_1 \cdot d_1 + \dots$ .

Капацитивност је  $C = \frac{Q}{U}$

Урадити пример са бројевима. ( $C = 42,5 \text{ pF}$ ).

Урадити пример са општим бројевима. Одавде се види да се овај кондензатор може заменити редном везом два кондензатора.



Уз задатак 2

У овом случају је све обрнуто,  $E_1 = E_2$ ,  $D_1 \neq D_2 \dots$

Овај кондензатор може заменити паралелном везом два кондензатора.