

Прашања и вежби

1. Каков вид поларизација настанува во: а) чистите полупроводници; б) солите; ц) Поларните диелектрици; д) племенитите гасови

Одговор: а) електронска; б) електронска и јонска; ц) електронска и диполно-релаксациона; д) електронска

2. Која величина карактеристична за материјалот на диелектрикот е во директна врска со капацитетот на еден кондензатор изграден со тој диелектрик? Одговорот напиши го во

форма на равенка или пропорција. **Одговор:** $\frac{C_1}{C_2} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$

3. Еден воздушен кондензатор е наполнет до напон $U_1 = 12V$ а потоа е одспоен од изворот. Потоа просторот меѓу плочите е наполнет со диелектрик. Притоа напонот опаднал на $U_2 = 4V$. а) Колку изнесува релативната диелектрична константа ϵ_r ? б) Каков вид диелектрик се работи? **Одговор:** Од фактот што товарот $Q = Q_1 = Q_2 = const$ пред и по додавањето на диелектрикот и фактот што првиот диелектрик е воздух со $\epsilon_{r1} = 1$ и знаејќи

дека важи $Q = CU$ имаме: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{\epsilon_{r2}}{\epsilon_{r1}} = \frac{12}{4}$ следува дека $\epsilon_{r2} = 3$ б) Се работи за

некој неполарен диелектрик, например од органски синтетички материјал.

4. На еден воздушен кондензатор со капацитет $C=120 \text{ pF}$ применет е напон $U=100 \text{ V}$. Растојанието на плочите е $d=0,1 \text{ mm}$. Пресметај: а) Диелектричното поместување во воздух D_o ; б) Поларизацијата P ако просторот меѓу плочите се исполни со диелектрик со $\epsilon_r = 100$. **Одговор:** а)

$$D_o = \epsilon_o E = \epsilon_o \frac{U}{d} = 8,9 * 10^{-12} \text{ AsV}^{-1} * 10^2 * 10^{-4} \text{ m}^{-1} = 8,9 * 10^{-6} \text{ Asm}^{-2} = 8,9 \text{ кулони/m}^2.$$

$$\text{б) } P = (\epsilon_r - 1)\epsilon_o E = 99 * 8,9 * 10^{-6} \text{ Asm}^{-2} = 8,8 * 10^{-4} \text{ Asm}^{-2}$$

Забелешка: Во задачата воопшто не се користи податокот за C . Тоа е затоа што величините D_o и P се специфични величини, т.е. се однесуваат за единица површина на материјалот.

5. Колку изнесува капацитетот на планпаралелен кондензатор со димензии $S=5 \times 100 \text{ mm}^2$ и дебелина $d=0,1 \text{ mm}$ ако диелектрикот е направен од полистирол со $\epsilon_r = 2,5$.

$$\text{Одговор: } C = \epsilon_o \epsilon_r S d^{-1} = 8,9 * 10^{-12} \text{ AsV}^{-1} * 2,5 * 0,5 * 10^{-2} \text{ m}^2 * 10^4 \text{ m}^{-1} = 1,1 \text{ nF}$$

6. Еден диелектрик има $\rho_v = 10^{12} \Omega m$ и $\epsilon_r = 2,5$ и подложен е на електрично поле со фреквенција $f = 50 \text{ Hz}$. Колку му изнесува факторот на загубите $tg\delta$ на овој диелектрик? (претпоставка: сите загуби се моделирани преку овој даден отпор на изолација)

$$\text{Одговор: } tg\delta = \frac{1}{\omega \epsilon_o \epsilon_r \rho_v} = \frac{1}{2\pi 50 * 8,9 * 10^{-12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1} * 2,5 * 10^{12} \Omega m} = 1,4 * 10^{-4}.$$

7. Што е тоа фактор на доброта на еден диелектрик (кондензатор)?

$$\text{Одговор: } \text{Тоа е реципрочната вредност на факторот на загубите, имено } Q = \frac{1}{tg\delta}.$$

8. Еден бакарен кабел е долг 1000m има пречник 10 mm и према оклопот кој е заземјен има приложено напон од 1kV со фреквенција 1MHz. Изолациониот слој е дебел 10 mm. За диелектрикот е познато $\epsilon_r = 2,5$ и $\tan \delta = 10^{-2}$. Пресметај ги загубите на енергија во диелектрикот и тоа: а) Специфичните загуби во диелектрикот; б) Загубите во текот на еден ден во целиот кабел.

Одговор: $p = E^2 \omega \epsilon_0 \epsilon_r \tan \delta$; $E^2 = \left(\frac{10^3 V}{10^{-2} m} \right)^2 = 10^{10} V^2 m^{-2}$ $\omega = 6,28 * 10^6 s^{-1}$

$\epsilon_0 = 8,9 * 10^{-12} AsV^{-1} m^{-1}$ $\epsilon_r \tan \delta = 2,5 * 10^{-2}$. Одовде се добива: $p = 14 kW m^{-3}$.

Волуменот на сиот диелектрик на кабелот е: $V = \frac{(D^2 - d^2)\pi}{4} \ell$ и за $D = 3 * 10^{-2} m$ и

$d = 10^{-2} m$ и должина $\ell = 10^3 m$ се добива $V = 0,63 m^3$

Конечно, вкупната енергија за еден ден е $Q = pV * 24 = 212 kWh = 763 MJ$.

9. Зошто се особено важни диелектричните загуби во примени на диелектриците за високи фреквенции? **Одговор:** Затоа што фреквенцијата во формулата за специфични загуби влегува во броителот.

10. Од кои влијателни величини зависи специфичниот волуменски отпор ρ_v и ρ_s на диелектриците?

Одговор: Од температурата, влажноста, хемиските реакции, а за површинскиот додатно и од рапавоста на површината и од присутните нечистотии.

11. Од што зависи диелектричната цврстина E_{pr} на еден диелектрик?

Одговор: Диелектричната цврстина не е нешто константно. Таа зависи од дебелината на примерокот, од влажноста, од фреквенцијата на полето и од долготрајноста на приложување на напонот. Затоа кога се одредува истата, треба строго да се запазат пропишаните услови.

12. За која вредност на диелектричната цврстина во праксата велиме дека е голема а за која дека е мала? **Одговор:** Може приближно да се смета дека голема диелектрична цврстина имаат диелектриците со $E_{pr} > 100 kV/mm$, а мала за оние со $E_{pr} < 20 kV/mm$.

13. Еден кондензатор има капацитет $C = 1000 nF$ и релативна диелектрична пропусливост $\epsilon_r = 2,5$. Кога се приложи еднонасочен напон се добива изолационен отпор од $10^4 \Omega$.

Кога се приложи наизменичен напон со фреквенција 10kHz, со иста ефективна вредност како и еднонасочниот, се добива отпор на изолацијата од $10^6 \Omega$.

а) На што се должи оваа разлика? б) Одреди го факторот на загубите и проводливоста за фреквенција 10 KHz. ц) Пресметај ги параметрите на сериската еквивалентна шема за фреквенција 10kHz.

Одговор: а) Намалувањето на вкупниот изолационен отпор и наголемувањето на вкупната проводливост се должи на поларизацијата која е присутна при наизменично поле. б)

$$\tan \delta = \frac{G}{\omega C} = \frac{1}{\omega CR} = \frac{1}{2\pi * 10^4 * 10^{-6} * 10^6} \frac{sVA}{AsV} \approx 1,6 * 10^{-5}$$

$$\sigma = \omega \epsilon_0 \epsilon_r'' = \omega \epsilon_0 \epsilon_r \tan \delta = 2\pi * 10^4 * 8.8542 * 10^{-14} * 2,5 * 1,6 * 10^{-5} (\Omega cm)^{-1} = 0,223 * 10^{-12} (\Omega cm)^{-1}$$

$$\text{ц) } Z_s = Z_p = \frac{1}{Y_p}; \quad Z_s = R_s - j \frac{1}{\omega C_s} = \frac{1}{G_p + j\omega C_p} = \frac{G_p}{G_p^2 + (\omega C_p)^2} - j \frac{\omega C_p}{G_p^2 + (\omega C_p)^2} \quad \text{Со}$$

изедначување на левите и десните реални и имагинарни членови, се решава по R_s и C_s :

$$R_s = \frac{G_p}{G_p^2 + (\omega C_p)^2} = \frac{10^{-6}}{10^{-12} + (2\pi * 10^4 * 10^{-6})^2} \Omega = 0,253 m\Omega; \quad C_s \approx 1000 nF.$$

Прашања за самопроверка

1. Како се дефинира отпорот на изолацијата кај диелектриците?
2. Што се тоа волуменски и површински специфичен отпор и кај кои диелектрици истите се дефинираат? Кои се единиците за мерење?
3. Како се толкува проводливоста кај гасовите, кои износи поприма и како изгледа зависноста $U - I$?
4. Како се толкува проводливоста кај течните диелектрици, кои износи поприма, и од што зависи?
5. Кои се причините за постоење на диелектрични загуби кај диелектриците? Посматрај посебно еднонасочно, а посебно наизменично поле.
6. Преку кој показател се прикажуваат диелектричните загуби? Нацртај ги еквивалентните електрични шеми на диелектрик со загуби (паралелна и сериска врска). Нацртај ги и соодветните векторски дијаграми на напоните и струите.
7. Зошто $tg\delta$ е наречен “фактор на загубите”? Колкави се загубите за еден диелектрик кој има капацитет C , подвргнат на наизменично поле со фреквенција ω при напон U и агол на загубите $tg\delta$.
8. Како можеме да ги поделиме загубите во диелектрикот според физичката причина за нивното настанување?
9. Што е карактеристично за диелектричните загуби кај гасовите?
10. Што е карактеристично за диелектричните загуби кај течните диелектрици и од кои влијателни величини тие зависат?
11. Опиши ја со зборови појавата “пробив” во диелектрикот. Што е специфично кај диелектрици со различна агрегатна сосотјба во врска со електричниот пробив?
12. Што е тоа “диелектрична цврстина”? Во кои единици се мери? Каков е односот на оваа величина кон пробивниот напон?
13. Во врска со појавата “пробив” во гасовите се спомнува поимот “лавина од електрони” Објасни го подетално овој поим!
14. Како зависи диелектричната цврстина на гасовите од растојанието, притисокот, температурата и густината?
15. Како зависи диелектричната цврстина на гасовите од степенот на хомогеноста на полето (обликот на електродите)?
16. што е тоа “парцијално празнење” а што “корона” кај гасните диелектрици?

17. Од што зависи диелектричната цврстина кај течните диелектрици?
18. Кои видови пробив постојат кај цврстите диелектрици?
19. Што е тоа “топлотен пробив”?
20. Каков е односот на влагата и диелектрикот во смисла на неговите својства?
21. што е апсолутна а што релативна влажност на воздухот?
22. Како се одредува способноста за “натопување” на диелектрикот?
23. Какви видови порозност постојат кај диелектриците и кои се предностите и недостатоците на порозноста ?
24. Зошто се битни механичките својства на диелектриците?
25. Дефинирај го помот “топлинска постојаност.
26. Наброј ги класите на топлинска постојаност.
27. Како влијае работната температура на изолацијата врз нејзиниот животен век?