

## 1. Elektrostatika vo vákuu, v dielektrikách a kovoch.

- Napíšte Coulombov zákon pre silu medzi dvoma nábojmi  $Q_1$  a  $Q_2$  vo vákuu. Vysvetlite význam jednotlivých veličín, ktoré do zákona vstupujú. Aký smer má sila običa medzi dvoma nábojmi? Permitivita vákuu  $\epsilon_0$ : jednotka, veľkosť (rádová).
- Ako je definovaná intenzita elektrického poľa  $\vec{E}$ ? Akú ma jednotku? Intenzita elektrostatického poľa jednoduchých útvarov: homogénne nabitej gule, roviny, priamky. Intenzita poľa vo vnútri homogénne nabitej gule a vo vnútri kovu.
- Napíšte Gaussovu vetu pre  $\vec{E}$  a  $\vec{D}$  v elektrostatike (v integrálnom aj diferenciálnom tvare).
- Definícia elektrostatického potenciálu. Jednotka potenciálu. Vzťah elektrostatického potenciálu  $V(\vec{r})$  a intenzity poľa  $\vec{E}(\vec{r})$ . Ako je definovaná ekvipotenciálna plocha v elektrostatickom poli? Prečo je povrch kovu ekvipotenciálnou plochou?
- Definujte prácu vykonanú v elektrostatickom poli prenosom náboja. Ukážte, že práca vykonaná prenosom náboja po uzavretej dráhe je nulová.
- Definícia elektrického dipólu. Elektrostatické pole dipólu: nakreslite, napíšte vzorec. Ako klesá intenzita na veľkých vzdialenostiach? Porovnajte s elektrostatickým polom bodového náboja.
- Odvodte vzťah pre silu a moment sily pôsobiacej na elektrický dipól v homogénnom elektrostatickom poli.
- Kondenzátor: definícia, vzťah medzi nábojom a napätím. Definícia kapacity kondenzátora s dielektrikom. Jednotka kapacity  $C$ .
- Definujte vektor elektrickej indukcie  $\vec{D}$ : čím je určený? Akú má jednotku?
- Intenzita elektrického poľa  $\vec{E}$  v dielektriku a vo vnútri kovu a na povrchu kovu. Faradayova klietka. Relatívna permitivita  $\epsilon_r$ .
- Vektor polarizácie  $\vec{P}$ : definícia, vzťah medzi  $\vec{E}$ ,  $\vec{P}$  a  $\vec{D}$  v dielektrikách. Jednotka  $\vec{P}$  a  $\vec{D}$ .
- Pôvod viazaného náboja v dielektrikách. Vzťah medzi viazanými nábojmi a polarizáciou. Vysvetlite rozdiel medzi viazaným a voľným nábojom. Ukážte na príklade kondenzátora s dielektrikom.
- Odvodte hraničné podmienky pre  $\vec{E}$  a  $\vec{D}$  na rozhraní dvoch dielektrík (bez voľných nábojov).
- Odvodte vzťah pre energiu kondenzátora vo vákuu a kondenzátora s dielektrikom. Akou silou sa prit'ahujú platne kondenzátora?
- Energia a hustota energie elektrostatického poľa ako funkcia intenzity poľa  $\vec{E}(\vec{r})$ .

## 2. Elektrický prúd

- Nosiče elektrického prúdu. Definícia a jednotka el. prúdu a prúdovej hustoty.
- Napíšte a vysvetlite rovnica kontinuity pre prúd a náboj.
- Ohmov zákon. Definícia a jednotka elektrického odporu a merného odporu. Vodivosť a merná vodivosť. Joulove straty na odpore.
- Kirchhoffove zákony pre prúd a pre napätie. Jednoduché obvody s odpormi a kondenzátormi. Energetické zmeny v obvodoch s kondenzátorom a odporom.

## 3. Magnetické pole

- Zdroje magnetického poľa. Definícia magnetickej indukcie  $\vec{B}$ . Jednotka  $\vec{B}$ . Permeabilita vákua  $\mu_0$ : veľkosť (rádová), jednotka.
- Lorentzova sila pôsobiaca na elektrický náboj v magnetickom poli: definícia, smer.
- Biot-Savartov zákon pre magnetickú indukciu  $\vec{B}$  v okolí vodiča s prúdom.
- Sila medzi dvoma priamymi vodičmi, ktorými pretekajú prúdy  $I_1$  a  $I_2$ . Definícia jednotky Ampér. Sila na vodič s prúdom v magnetickom poli.
- Magnetický moment (dipól). Príklady dipólu. Magnetické pole v okolí magnetického momentu: nakresliť, napísať vzorec.
- Sila a moment sily pôsobiace na magnetický dipól v magnetickom poli. Princíp kompasu. Energia magnetického dipólu v magnetickom poli.
- Magnetická odozva materiálneho prostredia: magnetická permeabilita  $\mu_r$ . Intenzita magnetického poľa  $\vec{H}$ . Vzťah medzi  $\vec{H}$  a  $\vec{B}$ . Jednotky  $\vec{H}$  a  $\vec{B}$ . Paramagnetické a diamagnetické látky. Feromagnetizmus.
- Odvodte hraničné podmienky pre  $\vec{H}$  a  $\vec{B}$  na rozhraní dvoch materiálov s rôznou relatívnou permeabilitou.

## 4. Elektromagnetická indukcia

- Definícia magnetického toku. Tok magnetického poľa cez uzavretú prúdovú slučku. Faradayov zákon elektromagnetickej indukcie.
- Indukčné účinky premenného magnetického poľa. Elektromotorické napätie.
- Vzájomná indukčnosť  $M_{12}$  dvoch obvodov. Definícia, jednotka. Princíp symetrie.
- Vlastná indukčnosť  $L$ : Definícia, jednotka. Vlastná indukčnosť cievky s  $N$  závitmi.
- Energetické zmeny v obvodoch s indukčnosťou a odporom. Energia magnetického poľa.

## 5. Maxwellove rovnice a rovnica vlnenia

- Napíšte Maxwellove rovnice.
- Napíšte rovnicu vlnenia a jej všeobecné riešenie. Vyjadrite rýchlosť svetla  $c$  pomocou elektrickej permitivity a magnetickej permeability vákuu.
- Poyntingov vektor: definícia, jednotka. Hustota energie elektromagnetického poľa. Zákon zachovania energie.
- Vzájomná orientácia  $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$ ,  $\vec{k}$  a Poyntingovho vektora  $\vec{S}$  v elektromagnetickej vlne. Vzťah medzi intenzitami  $E = |\vec{E}|$  a  $H = |\vec{H}|$  pre elektromagnetickú vlnu vo vákuu. Polarizácia.

## 6. Šírenie elektromagnetických vln.

- Základné charakteristiky rovinatej vlny: Vlnová dĺžka a frekvencia elektromagnetickej vlny. Fázová a grupová rýchlosť elektromagnetickej vlny. Princíp superpozície.
- Frekvenčný rozsah viditeľného svetla, jeho vlnová dĺžka. Porovnajme vlnovú dĺžku viditeľného svetla so vzdialenosťou susedných atómov v kryštalickej mriežke.
- Index lomu: definícia. Rýchlosť svetla v materiálovom prostredí. Snellov zákon pre prechod elektromagnetickej vlny cez rozhranie medzi dvoma dielektrikami s indexom lomu  $n_1$  a  $n_2$ . Úplný odraz elektromagnetickej vlny od rozhrania. Kedy nastáva? Zo Snellovho zákona odvodte vzťah pre kritický uhol dopadu.
- Interferencia elektromagnetickej vlny na tenkej dielektrickej vrstve: podmienka pre maximum odrazu a maximum prechodu EM vlny.

## 7. Kvantový charakter elektromagnetického žiarenia

- Absolútne čierne teleso. Spektrum žiarenia absolútne čierneho telesa. Porovnajme klasickú a kvantovú predstavu. Vysvetlite podstatu kvantovej teórie. Planckova konštanta  $h$ : veľkosť, jednotka.
- Fotón ako kvantová častica: jeho frekvencia, energia, hybnosť.
- Fotoelektrický jav a Comptonov jav ako prejav časticovej povahy elektromagnetického žiarenia.

## 8. Vlnový charakter kvantových častíc

- Difrakcia kvantových častíc (elektrónov) Kvantový charakter elektrónu. de Broglieho vlna. Vlnová dĺžka elektrónu.
- Jednoduché kvantovomechanické problémy: Kvantová častica v pravouhlej potenciálovej jame (analógia so strunou). Kvantovanie energetických hladín. Kvantový model atómu. Tunelovanie častice cez potenciálovú bariéru.