

Magnetické pole. Elektromagnetické pole. Elektromagnetická indukce. Vznik střídavého harmonického napětí. Oscilační obvod LC. Sériový rezonanční obvod RLC. Výkon střídavého proudu.

- 1) Jádru helia (2 protony a 2 neutrony) vlétlo rychlostí $20\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ do magnetického pole o indukci $0,3\text{ T}$ kolmo na indukční čáry pole. Určete, jak velká síla bude na jádro helia působit a s jakým poloměrem trajektorie se bude pohybovat?

Hmotnost protonu $1,673\cdot 10^{-27}\text{ kg}$, hmotnost neutronu $1,675\cdot 10^{-27}\text{ kg}$. ($1,9\cdot 10^{-12}\text{ N}$; $1,4\text{ m}$)

- 2) V pracovní komoře cyklotronu o poloměru 2 m se pohybují protony. Magnetická indukce uvnitř komory má velikost $0,5\text{ T}$.

Určete maximální rychlost protonů. Hmotnost protonu $1,673\cdot 10^{-27}\text{ kg}$. ($9,58\cdot 10^7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

- 3) Jakou rychlostí se pohyboval proton ($m_p = 1,673\cdot 10^{-27}\text{ kg}$, $Q_p = 1,602\cdot 10^{-19}\text{ C}$) v magnetickém poli o magnetické indukci $B = 1\text{ T}$, pokud jeho trajektorii byla kružnice o poloměru $r = 60\text{ cm}$?

S jakou frekvencí obíhal proton po kružnici? ($5,75\cdot 10^7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $15,26\text{ MHz}$)

- 4) Vodič o hmotnosti 20 g a délce $0,6\text{ m}$ je v magnetickém poli o indukci 10 mT . Vodič svírá s indukčními čarami úhel 30° . S jak velkým zrychlením se bude pohybovat, projde-li jím náboj 120 C za 15 s ? ($1,2\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

- 5) Vodič, kterým prochází proud 1 A a který má obsah příčného průřezu 1 mm^2 , se pohybuje v homogenním magnetickém poli se stálým zrychlením $2\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ kolmo na směr indukčních čar. Hustota látky vodiče je $2500\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Určete velikost magnetické indukce pole. (5 mT)

- 6) Přímý vodič je připojen na napětí 1000 V a má odpor $10\ \Omega$. Jak daleko od vodiče má magnetická indukce velikost 1 mT ? (2 cm)

- 7) Dva přímé vodiče jsou od sebe vzdálené 15 cm . Jak velká síla mezi nimi bude působit na 1 metr délky, projde-li jedním vodičem náboj 200 C za 10 s a druhým vodičem projde náboj 50 C za 10 s ? ($1,33\cdot 10^{-4}\text{ N}$)

- 8) Válcovou cívku se 120 závity prochází proud $7,5\text{ A}$. Magnetický indukční tok v dutině cívky je $2,3\text{ mWb}$. Vypočítejte energii magnetického pole cívky. ($1,04\text{ J}$)

- 9) Indukčnost cívky o 500 závitech je 8 mH . Vypočítejte magnetický indukční tok cívku, jestliže jí protéká proud 6 mA . ($9,6\cdot 10^{-8}\text{ Wb}$)

- 10) V homogenním magnetickém poli umístíme rovinnou čtvercovou smyčku o straně 20 cm a odporu $20\text{ m}\Omega$ tak, že magnetická indukce o velikosti 2 T je kolmá k rovině smyčky. Jestliže protáhneme smyčku tak, že dvě protilehlé se vzdálí a zbývající dvě přiblíží, zmenší se plocha smyčky. Za dobu $0,2\text{ s}$ zmenšíme plochu až na nulu. Jaké je a) průměrné indukované elektromotorické napětí, b) průměrný indukovaný proud ve smyčce během tohoto časového intervalu? ($0,4\text{ V}$; 20 A)

- 11) Čtvercový závit o straně 50 mm se nachází v magnetickém poli a jeho rovina svírá s vektorem magnetické indukce úhel 30° . Jak velké napětí se indukuje v závitě, jestliže za dobu 0,3 s klesne velikost vektoru magnetické indukce o 0,6 T? (2,5 mV)
- 12) Určete elektromotorické napětí, které se indukuje v cívce s vlastní indukčností 0,05 H, když v ní proud rovnoměrně klesne za 3 s z hodnoty 20 A na nulu. (0,33 V)
- 13) Magnetická indukce homogenního magnetického pole je 0,5 T. Rovina kruhové smyčky o poloměru 5 cm svírá se směrem indukce úhel 60° . Určete průměrnou velikost indukovaného napětí, jestliže se tento úhel za 0,02 s změní na 30° . (0,07 V)
- 14) Určete maximální elektromotorické napětí, které se může indukovat v rovinné cívce se 4 000 závitů o středním poloměru 120 mm, rotující s frekvencí 30 Hz v zemském magnetickém poli o velikosti magnetické indukce $5 \cdot 10^{-5}$ T. (1,7 V)
- 15) Dva solenoidy jsou částí indukční cívkou v automobilu. Jestliže proud solenoidem klesne z 6 A na nulu za 2,5 ms, indukuje se na druhém solenoidu elektromotorické napětí 30 kV. Jaká je jejich vzájemná indukčnost? (12,5 H)
- 16) Dvě cívky mají vůči sobě pevnou polohu. Jestliže 1. cívkou proud neteče a proud 2. cívkou roste rychlostí 15,0 A/s, na 1. cívce vzniká elektromagnetické napětí 25,0 mV. Určete:
 a) Jaká je vzájemná indukčnost cívek?
 b) Když poteče 2. cívkou nulový proud a 1. cívkou proud 3,60 A, jaký je celkový magnetický tok 2. cívkou?
 (1,66 · 10⁻³ H ; 6 · 10⁻³ Wb)
- 17) Oscilační obvod se skládá z cívkou vlastní indukčností 0,07 H a deskového kondenzátoru, jehož každá deska má plošný obsah 0,45 m². Prostor mezi deskami, jejichž vzdálenost je 0,1 mm, je vyplněn parafinovým papírem s relativní permitivitou 2. Vypočítejte periodu vlastních kmitů T obvodu, je-li elektrický odpor obvodu zanedbatelný. (4,7 · 10⁻⁴ s)
- 18) Amplituda střídavého napětí je 300 V. Kmitočet 50 Hz. Za jak dlouho po projití nulovou polohou dosáhne okamžité napětí hodnoty 30 V? (0,3 ms)
- 19) Oscilační obvod se skládá z cívkou o indukčností 0,1 H a kondenzátoru o kapacitě 20 μF. Při kmitech obvodu dosahuje maximální napětí na kondenzátoru hodnoty 4 V.
 a) Napište rovnici popisující závislost okamžité hodnoty napětí kondenzátoru na čase.
 b) Určete energii elektrického pole kondenzátoru a energii magnetického pole cívkou v okamžiku, kdy je napětí na kondenzátoru nulové. ($u = 4 \sin 707 t$; 1,6 · 10⁻⁴ J)
- 20) Sériový obvod střídavého proudu je tvořen rezistorem o odporu 90 Ω, cívkou o indukčností 1,3 H a kondenzátorem o kapacitě 10 μF. Obvod je připojen ke zdroji střídavého napětí o amplitudě 100 V a frekvenci 50 Hz. Napište rovnice pro okamžité hodnoty napětí a proudu v obvodu, jestliže počáteční fáze proudu je nulová.
 ($I_m = 0,787$ A; $\varphi = 45^\circ$)

21) Rezistor o elektrickém odporu 50Ω je zapojen do série s cívkou o indukčnosti 100 mH (odpor vinutí je zanedbatelný) a kondenzátorem o kapacitě $1,0 \mu\text{F}$. Obvod je připojen ke zdroji proměnné frekvence při amplitudě napětí 12 V . Určete:

- amplitudu proudu v obvodu při frekvenci zdroje 50 Hz ,
- určete fázové posunutí mezi napětím a proudem při frekvenci zdroje 50 Hz ,
- frekvenci zdroje, při které je obvod v rezonanci.

($3,8 \text{ mA}$; -90° ; 503 Hz)

Elektromagnetické pole. Maxwellův proud. Maxwellovy rovnice. Elektromagnetické vlny v dielektriku, vlnová rovnice. Rovinná postupná elektromagnetická vlna. Energie přenášená elektromagnetickým vlněním, Poyntingův vektor. Záření otevřeného oscilátoru.

22) Rovinná, harmonická, lineárně polarizovaná elektromagnetická vlna o frekvenci $f = 40 \text{ MHz}$ se šíří ve vakuu ve směru osy x . V počátku souřadné soustavy dosahuje intenzita elektrického pole v čase $t = 0$ právě maximální hodnoty $E_0 = 750 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ tak, že platí $\vec{E} = (0, E_0, 0)$. Určete

- vlnovou délku λ a periodu T vlny,
- směr a velikost magnetické indukce \vec{B} ,
- jak se mění vektory \vec{E} a \vec{B} v prostoru a čase.

($7,5 \text{ m}$; $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ s}$, $B_z = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$;))

23) Vypočítejte vlnovou délku elektromagnetického vlnění vytvořeného ve vakuu vlastními kmity proudu v obvodu tvořeném cívkou o vlastní indukčnosti $0,4 \text{ mH}$ a kondenzátorem kapacity $1,2 \text{ nF}$. Elektrický odpor obvodu je zanedbatelný. (1305 m)

24) V oscilačním obvodu je zapojen kondenzátor s proměnnou kapacitou ($60 \text{ pF} - 400 \text{ pF}$) a cívka o indukčnosti $0,4 \mu\text{H}$. Vypočítejte rozsah frekvencí vlastního kmitání oscilátoru. ($12,5 \text{ MHz} - 32 \text{ MHz}$)

25) Oscilační obvod přijímače, který se skládá z cívky o indukčnosti $0,1 \mu\text{H}$ a z kondenzátoru s proměnnou kapacitou, je naladěn na rozhlasový vysílač pracující na vlnové délce $3,11 \text{ m}$. Určete:
a) odpovídající frekvenci rozhlasového vysílání
b) konkrétní nastavenou hodnotu kapacity kondenzátoru přijímače. ($9,6 \cdot 10^7 \text{ Hz}$; $27,2 \text{ pF}$)