

6. Téma: Elektromagnetická indukce

31/2C. Uvnitř dlouhého solenoidu (n závitů na jednotku délky) je malá smyčka o ploše S protékána proudem I . Osa smyčky je shodná s osou solenoidu. Proud solenoidem je dán vztahem $I = I_m \sin \omega t$. Určete emn indukované ve smyčce. $[-S\mu_0 n I_m \omega \cos \omega t]$

31/5C. V homogenním magnetickém poli umístíme rovinnou čtvercovou smyčku o straně 20 cm a odporu $20 \text{ m}\Omega$ tak, že magnetická indukce o velikosti $B = 2,0 \text{ T}$ je kolmá k rovině smyčky. Jestliže protáhneme smyčku tak, že se dvě protilehlé strany vzdálí a zbývající dvě přiblíží, zmenší se plocha smyčky. Za dobu $\Delta t = 0,20 \text{ s}$ zmenšíme plochu až na nulu. Jaké je (a) průměrné indukované emn, (b) průměrný proud indukovaný ve smyčce během Δt ? [(a) $0,4 \text{ V}$; (b) 20 A]

31/11Ů. Dlouhý solenoid o poloměru 25 mm má 100 závitů/cm. Jednoduchá vodivá smyčka o poloměru 5,0 cm obepíná solenoid a je s ním souosá. Za 10 ms proud solenoidem rovnoměrně poklesl z 1,0 A na 0,50 A. Jaké emn se indukuje ve smyčce? [$1,2 \text{ mV}$]

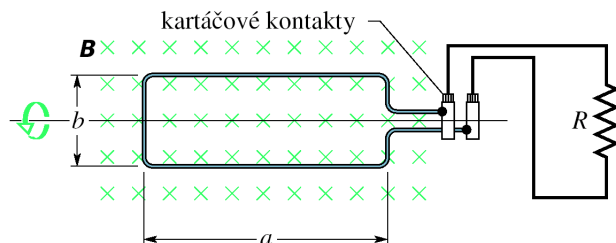
31/12Ů. Odvoďte výraz pro indukční tok toroidem o N závitěch protékaným proudem I . Vinutí toroidu má obdélníkový průřez, toroid má vnitřní poloměr a , vnější poloměr b a výšku h . $[\frac{\mu_0 I N^2 h}{2\pi} \ln \frac{b}{a}]$

31/17Ů. Malá kruhová smyčka o ploše $2,00 \text{ cm}^2$ je umístěna soustředně a ve stejné rovině jako velká kruhová smyčka o poloměru 1,00 m. Proud velkou smyčkou se mění rovnoměrně od 200 A do -200 A za dobu 1,00 s počínaje časem $t = 0$. (a) Jaké je magnetické pole ve středu malé smyčky vyvolané proudem tekoucím velkou smyčkou v časech $t = 0$, $t = 0,500 \text{ s}$ a $t = 1,00 \text{ s}$? (b) Jaké je indukované emn v malé smyčce v čase $t = 0,500 \text{ s}$? (Vzhledem k tomu, že vnitřní smyčka je malá, považujte pole \vec{B} , ve kterém se nachází, za homogenní.) [(a) $-1,27 \cdot 10^{-4} \text{ T}$; (b) $5 \cdot 10^{-8} \text{ V}$]

31/25Ů. Obdélníková cívka má N závitů a délky stran a a b . Otáčí se s frekvencí f v homogenním magnetickém poli \vec{B} , jak ukazuje obrázek. Cívka se otáčí spolu s válci, kontakt zajišťují připojené kovové kartáčky. (a) Ukažte, že indukované emn v cívkce je dáno v závislosti na čase vztahem

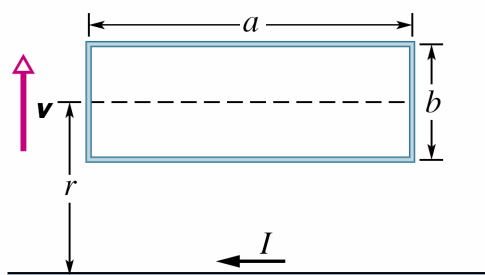
$$\mathcal{E}(t) = 2\pi f N a b B \sin(2\pi f t) = \mathcal{E}_m \sin(2\pi f t).$$

(Na tomto principu je založen běžný generátor střídavého proudu.) (b) Navrhněte smyčku, která bude při 60 otáčkách za sekundu v magnetickém poli o indukci 0,500 T generovat emn $\mathcal{E}_m = 150 \text{ V}$. [(b) $N a b = \frac{5}{2\pi} \text{ m}^2$]

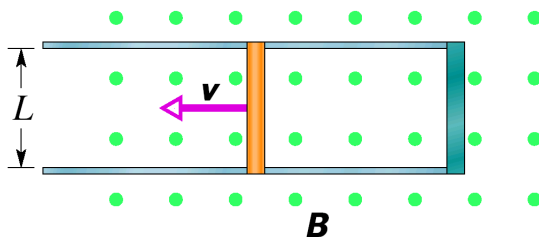


31/26Ů. Elektrický generátor používá cívku o 100 závitěch drátu ve tvaru obdélníkové smyčky $50,0 \text{ cm} \times 30,0 \text{ cm}$. Cívka je umístěna v homogenním magnetickém poli 3,50 T. Jaká maximální hodnota emn se indukuje, otáčí-li se smyčka 1 000 krát za minutu kolem osy kolmé k \vec{B} ? [5500 V]

31/29Ů. Obdélníková vodivá smyčka o délce a , šířce b a odporu R leží blízko nekonečně dlouhého vodiče protékaného proudem I , jak je vidět na obrázku. Vzdálenost osy smyčky od dlouhého vodiče je r . Určete (a) velikost magnetického indukčního toku plochou smyčky a (b) proud smyčkou, jestliže se smyčka vzdaluje od dlouhého vodiče rychlostí \vec{v} . [(a) $\mu_0 I a (2r + b) / [2\pi(2r - b)]$; (b) $2\mu_0 I a b v / [\pi R(4r^2 - b^2)]$]



31/34C. Vodivá tyč na obrázku má délku L a klouže bez tření po vodorovných vodivých kolejnicích konstantní rychlostí \vec{v} . Kolejnice jsou na jednom konci spojeny kovovým páskem. Homogenní magnetické pole \vec{B} , které směřuje k nám, vyplňuje celou oblast, v níž se tyč pohybuje. Je zadáno $L = 10\text{ cm}$, $v = 5,0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $B = 1,2\text{ T}$. (a) Jaké emn se indukuje v tyči? (b) Jak velký proud teče vodivou smyčkou? Předpokládejte odpor tyče $0,40\ \Omega$ a odpor kolejnic a kovového proužku zanedbatelný. (c) S jakým výkonem se vyvíjí Joulovo teplo v tyči? (d) Jaká vnější síla je nutná k udržení tyče v pohybu? (e) Jaký je výkon této vnější síly? Srovnajte odpověď s odpovědí na úkol (c). [(a) $0,6\text{ V}$; (b) $1,5\text{ A}$; (c) $0,9\text{ W}$; (d) $0,18\text{ N}$ (e) $0,9\text{ W}$]

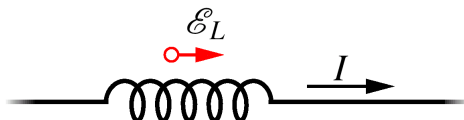


31/40C. Dlouhý solenoid má průměr $12,0\text{ cm}$. Protéká-li jeho závity proud I , vytvoří uvnitř solenoidu homogenní magnetické pole $B = 30,0\text{ mT}$. Snížením proudu slábne i magnetické pole, a to rychlostí $6,50\text{ mT}\cdot\text{s}^{-1}$. Vypočtete velikost intenzity indukovaného elektrického pole ve vzdálenosti (a) $2,20\text{ cm}$ a (b) $8,20\text{ cm}$ od osy solenoidu. [(a) $7,2\cdot 10^{-5}\text{ Vm}^{-1}$; (b) $1,4\cdot 10^{-4}\text{ Vm}^{-1}$]

31/46C. Kruhová cívka má poloměr $10,0\text{ cm}$ a tvoří ji 30 hustě navinutých závitů. Vnější magnetické pole $2,60\text{ mT}$ je kolmé k rovině cívky. (a) Jaký je celkový magnetický indukční tok, jestliže cívkou neprotéká proud? (b) Jestliže cívkou teče proud $3,80\text{ A}$ určitého směru, indukční tok cívkou vymizí. Jaká je indukčnost cívky? [(a) $2,4\cdot 10^{-3}\text{ Wb}$; (b) $0,64\text{ mH}$]

31/47C. Solenoid těsně navinutý jednou vrstvou izolovaného měděného drátu (průměr drátu $2,5\text{ mm}$) má průměr $4,0\text{ cm}$ a je dlouhý $2,0\text{ m}$. (a) Kolik má závitů? (b) Jakou indukčnost má centimetr délky solenoidu (daleko od okrajů)? Předpokládejte, že sousední dráty se dotýkají a tloušťka izolace je zanedbatelná. [(a) 800 ; (b) $2,5\ \mu\text{H}$]

31/51C. Na obrázku je vyznačen směr proudu a indukovaného napětí cívky v určitém okamžiku. (a) Klesá proud, nebo roste? (b) Indukované emn je 17 V a rychlost změny proudu $25\text{ kA}\cdot\text{s}^{-1}$. Určete indukčnost cívky. [(a) klesá; (b) $680\ \mu\text{H}$]



31/53C. Dlouhý válcový solenoid se 100 závity/cm má poloměr $1,6\text{ cm}$. Předpokládejte, že jeho magnetické pole je uvnitř solenoidu rovnoběžné s jeho osou a je homogenní. (a) Jaká je indukčnost solenoidu připadající na metr délky? (b) Jaké emn se indukuje na 1 m délky solenoidu, je-li změna proudu $13\text{ A}\cdot\text{s}^{-1}$? [(a) $0,1\text{ Hm}^{-1}$; (b) $1,3\text{ Vm}^{-1}$]

31/74C. Magnetická energie jisté cívky je 25 mJ při proudu $60,0\text{ mA}$. (a) Vypočtete její indukčnost. (b) Jaký proud je nutný pro vytvoření čtyřikrát větší magnetické energie? [(a) $13,9\text{ H}$; (b) dvojnásobný]

31/88C. Kolik energie je potřeba, abychom v krychli o hraně 10 cm vytvořili (a) homogenní elektrické pole o intenzitě $100\text{ kV}\cdot\text{m}^{-1}$, (b) homogenní magnetické pole o indukci 1 T . (Obojí je reálně dosažitelné v laboratoři.) (c) Které z těchto polí obsahuje více energie? [(a) $4,43\cdot 10^{-5}\text{ J}$; (b) 398 J]

31/93C. Dvě cívky mají vůči sobě pevnou polohu. Jestliže cívkou **1** proud neteče a proud cívkou **2** roste rychlostí $15,0\text{ A}\cdot\text{s}^{-1}$, na cívce **1** vzniká emn $25,0\text{ mV}$. (a) Jaká je vzájemná indukčnost cívek? (b) Kdy poteče cívkou **2** nulový proud a cívkou **1** proud $3,60\text{ A}$? Jaký je celkový magnetický tok cívkou **2**? [(a) $1,6\text{ mH}$; (b) $5,76\text{ mWb}$]

31/95C. Dva solenoidy jsou částí indukční cívky v automobilu. Jestliže proud jedním solenoidem klesne z $6,0\text{ A}$ na nulu za $2,5\text{ ms}$, indukuje se na druhém solenoidu emn 30 kV . Jaká je jejich vzájemná indukčnost? [$12,5\text{ H}$]

31/98Ú. Obrázek ukazuje cívku o N_2 závitů navinutou kolem části toroidu o N_1 závitů. Vnitřní poloměr toroidu je a , vnější poloměr je b a výška je h . Ukažte, že vzájemná indukčnost této kombinace toroidu a cívky je

$$M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 h}{2\pi} \ln \frac{b}{a}.$$

