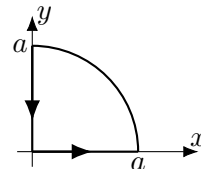


Domácí úkol č. 3 z F2050

1. Uvažujte prostor vyplněný homogenním elektrickým polem s vektorem elektrické indukce směřujícím podél osy x a velikostí E . Kromě elektrického pole uvažujte ještě homogenní magnetické pole s vektorem magnetické indukce směřujícím podél osy y a velikostí B . Do tohoto prostoru vletí podél osy z nabitá částice s nábojem q . Určete, jakou musí mít nabitá částice rychlost, aby se v tomto prostoru pohybovala rovnoměrně přímočaře.

2. Uvažujte nekonečně dlouhý přímý vodič kruhového průřezu s poloměrem R . Vodičem protéká proud tak, že vektor proudové hustoty uvnitř vodiče je rovnoběžný s osou vodiče a jeho velikost závisí na vzdálenosti r od osy vodiče podle předpisu $j(r) = Kr^3$. Určete rozložení magnetické indukce vytvořené tímto vodičem. (Určete výsledek jak pro oblast ve vodiči, tak vně vodiče.)

3. Uvažujte smyčku ležící v rovině x - y znázorněnou na obrázku, kterou protéká proud I ve vyznačeném směru. Určete vektor magnetické indukce na ose z .



4. Uvažujte kruhový disk poloměru R_2 v jehož středu je vytvořen kruhový otvor poloměru R_1 . Takto vytvořený útvar je nabitý konstantní plošnou hustotou σ , a otáčí se kolem své osy úhlovou rychlostí ω . Určete vektor magnetické indukce na ose disku.

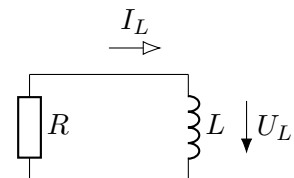
5. Uvažujte magnetické pole od nekonečně dlouhého vodiče protékaného časově proměnným proudem $I(t) = I_0 e^{-t/T}$, kde I_0 a T jsou konstanty. Dále uvažujte čtvercovou smyčku s hranami délky a a odporem R . Nekonečně dlouhý vodič a čtvercová smyčka leží ve stejné rovině a dvě z hran čtvercové smyčky jsou rovnoběžné s nekonečně dlouhým vodičem, bližší z těchto hran je vzdálena $2a$ od nekonečně dlouhého vodiče a vzdálenější je vzdálena $3a$. Určete časovou závislost proudu protékajícího smyčkou a velikost náboje, který touto smyčkou proteče mezi časem $t = 0$ a $t = \infty$. Při výpočtu zanedbejte vliv magnetického pole vytvořeného proudem ve smyčce.

6. Uvažujte magnetické pole od nekonečně dlouhého vodiče protékaného konstantním proudem I_0 . Dále uvažujte čtvercovou smyčku s hranami délky a a odporem R . Nekonečně dlouhý vodič a čtvercová smyčka leží ve stejné rovině a dvě z hran čtvercové smyčky jsou rovnoběžné s nekonečně dlouhým vodičem, bližší z těchto hran je vzdálena a od nekonečně dlouhého vodiče a vzdálenější je vzdálena $2a$. Uvažujte proces, při kterém je čtvercová smyčka odsunuta do nekonečné vzdálenosti od vodiče a určete náboj, který během tohoto procesu protekl vodičem.

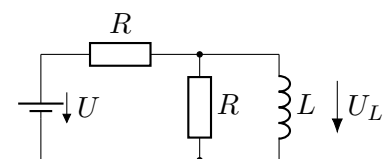
7. Uvažujte dlouhou válcovou cívku (solenoid) délky h a poloměru R se dvěma vinutími s počty závitů N_1 a N_2 . Určete vlastní indukčnosti cívek tvořených těmito vinutími a jejich vzájemnou indukčnost.

8. Uvažujte toroidní cívku čtvercového průřezu o N závitěch. Ramena mají hrany o délce a a vnitřní poloměr toroidu je b . Na ose symetrie leží nekonečně dlouhý rovný vodič. Vypočtete vzájemnou indukčnost vodiče a cívky.

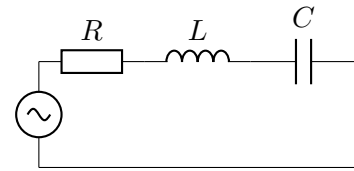
9. Uvažujte zapojení znázorněné na obrázku. Určete časovou závislost napětí na cívce a proudu cívkou, za předpokladu, že v čase $t = 0$ protéká cívkou proud I_0 . Určete jaký náboj protekl obvodem mezi časem $t = 0$ a $t = \infty$.



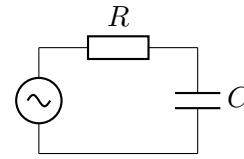
10. Uvažujte zapojení znázorněné na obrázku, přičemž oba rezistory v obvodu mají stejný odpor. Určete časovou závislost napětí na cívce a proudu cívkou, za předpokladu, že v čase $t = 0$ neprotéká cívkou žádný proud.



11. Uvažujte zapojení znázorněné na obrázku. Určete, jakou frekvenci musí mít zdroj napětí s harmonickým průběhem, aby byl proud odebíraný ze zdroje ve fázi s jeho napětím.



12. Uvažujte zapojení se zdrojem napětí s harmonickým průběhem znázorněné na obrázku. Z měření pomocí voltmetru je zřejmé, že amplituda napětí na rezistoru je dvojnásobná než amplituda napětí na kondenzátoru. Jaká z této podmínky plyne podmínka pro frekvenci zdroje?



Výsledky

1.

$$v = \frac{E}{B}$$

2.

$$B = \frac{\mu_0 K r^4}{5} \quad \text{pro } r \leq R, \quad B = \frac{\mu_0 K R^5}{5r} \quad \text{pro } r \geq R$$

3.

$$B_x = -\frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{a^3}{z\sqrt{a^2 + z^2}^3}, \quad B_y = -\frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{a^3}{z\sqrt{a^2 + z^2}^3}, \quad B_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\pi a^2}{\sqrt{a^2 + z^2}^3}$$

4.

$$B_x = B_y = 0, \quad B_z = \frac{\mu_0 \sigma \omega}{2} \left(\frac{R_2^2 + 2z^2}{\sqrt{R_2^2 + z^2}} - \frac{R_1^2 + 2z^2}{\sqrt{R_1^2 + z^2}} \right)$$

5.

$$I_s = e^{-t/T} \frac{\mu_0 I_0 a}{2\pi R T} \ln \frac{3}{2}, \quad Q_s = \frac{\mu_0 I_0 a}{2\pi R} \ln \frac{3}{2}$$

6.

$$Q = \frac{\mu_0 I_0 a}{2\pi R} \ln 2$$

7.

$$L_1 = \frac{\mu_0 N_1^2 \pi R^2}{h}, \quad L_2 = \frac{\mu_0 N_2^2 \pi R^2}{h}, \quad M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 \pi R^2}{h}$$

8.

$$M = \frac{\mu_0 N a}{2\pi} \ln \frac{b+a}{b}$$

9.

$$I_L = I_0 e^{-\frac{R}{L}t}, \quad U_L = -R I_0 e^{-\frac{R}{L}t}, \quad Q_L = \frac{I_0 L}{R}$$

10.

$$I_L = \frac{U}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{2L}t} \right), \quad U_L = \frac{U}{2} e^{-\frac{R}{2L}t}$$

11.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

12.

$$\omega = \frac{2}{RC}$$