

DUM č. 9 v sadě

11. Fy-2 Učební materiály do fyziky pro 3. ročník gymnázia

Autor: Vojtěch Beneš

Datum: 09.12.2013

Ročník: 2A, 2C

Anotace DUMu: Dokument je souborem cvičení z fyziky zaměřených na elektromagnetickou indukci a chování cívek v obvodech s proměnlivým proudem. Je určen k samostatné domácí přípravě žáků.

Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nestacionární magnetické pole – cvičení

Metodické pokyny

Dokument je souborem cvičení z fyziky zaměřených na elektromagnetickou indukci a chování cívek v obvodech s proměnlivým proudem. Je určen k samostatné domácí přípravě žáků.

Určeno pro 3. ročník čtyřletého gymnaziálního studia.

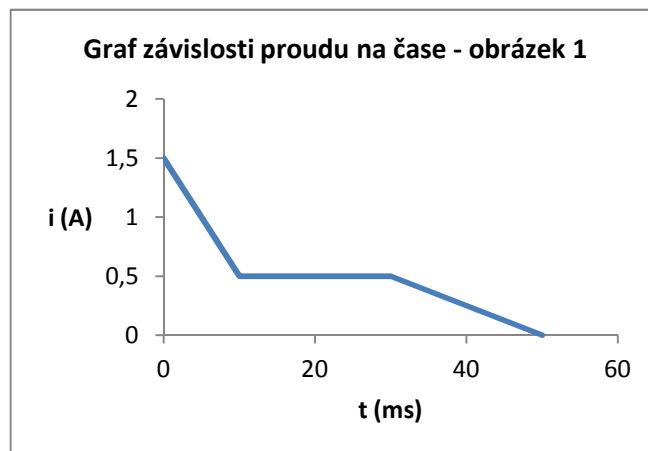
Samostatnému počítání příkladů by měl předcházet výklad v hodině doplněný experimenty a předvedení několika vzorových příkladů. Předpokládá se zvládnutí učiva o stacionárním magnetickém poli a zákonů proudu v obvodech.

Jedná se o výběr cvičení, které autor považuje za základ, který by měl dobrý student zvládnout. Cvičení nebyla opsána z učebnic či sbírek, ale nově vytvořena tak, aby co nejlépe doplňovala autorův výklad v hodinách. Snahou nebylo vymyslet co nejoriginálnější nejzapeklitější příklady, ale naopak poskytnout základní problémy k procvičování probrané látky.

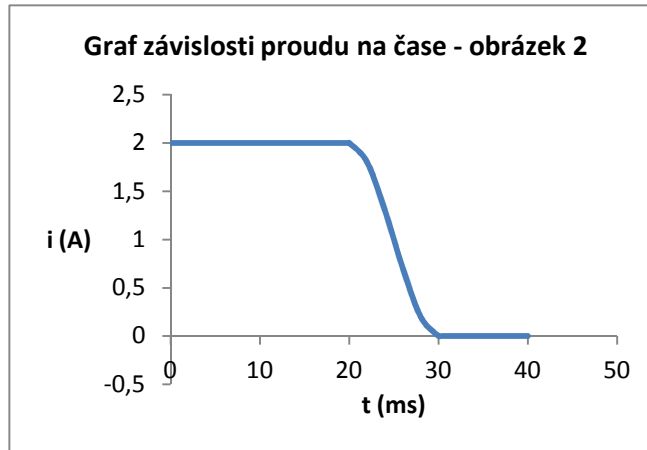
Autor usiloval o to, aby byla jednotlivá cvičení správně seřazena, totiž od lehčího k těžšímu, a aby zvládnutý problém v jednom cvičení byl pokud možno použit a rozšířen v některém z následujících. Je třeba poznamenat, že v současné době existuje několik velmi obsáhlých sbírek příkladů, které ovšem nerespektují výše zmíněnou pedagogickou zásadu. Často také množství příkladů k dispozici (desítky v jedné kapitole) žáky od počítání odradí. Autor se snažil udělat kompromis mezi kvalitou zvládnutí učiva a časovou náročností na domácí přípravu žáků.

Nestacionární magnetické pole – cvičení

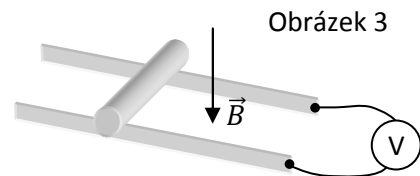
1. Vlastními slovy vysvětlíte, co je podstatou elektromagnetické indukce, vlastní indukce, Faradayova zákona elektromagnetické indukce, Lenzova zákona. [viz hodina]
2. Vysvětlíte rozdíl mezi těmito pojmy: magnetická indukce, elektromagnetická indukce, elektrostatická indukce. [viz hodina]
3. Napište definiční vztahy pro magnetickou indukci B , magnetický indukční tok Φ a indukčnost L . Vyjádřete jednotky T, Wb a H pomocí základních jednotek soustavy SI. [$\vec{F}_m = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$; $\Phi = BNS\cos\varphi$; $\Phi = L \cdot I$; $T = \text{kg} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$; $\text{Wb} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$; $\text{H} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{A}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$]
4. Plochá cívka má 300 závitů a plošný obsah $0,5 \text{ dm}^2$. Magnetické pole, rovnoběžné s její osou, se plynule zvýší z 0 na 30 mT za 2 s. Vypočítejte magnetický indukční tok na začátku děje Φ_1 , magnetický indukční tok na konci děje Φ_2 , celkovou změnu magnetického indukčního toku $\Delta\Phi$ a indukované napětí U_{ind} . [0; 45 mWb; +45 mWb; -22,5 mV]
5. Za jak dlouho se musí magnetická indukce plynule snížit z 30 mT na 0, aby se na cívce z předchozího příkladu ($S = 0,5 \text{ dm}^2$, 300 závitů) indukovalo napětí +5 V? [9 ms]
6. Plochá cívka má 120 závitů, plochu 1 dm^2 a nachází se v homogenním magnetickém poli o indukci 50 mT. Cívka se rovnoměrně otáčí kolem osy kolmé ke směru indukčních čar s frekvencí 50 Hz. Z hodiny víme, že se na ní indukuje střídavé sinusové napětí. Jaká je jeho amplituda? [18,8 V]
7. Do cívky připojené ke zdroji stejnosměrného napětí zasuneme jádro z měkké oceli. Popište, jak se bude měnit elektrický proud před započítím zasouváním, během zasouvání, po ukončení zasouvání. [před: proud konstantní I_1 ; během: proud bude nižší než I_1 ; po: proud konstantní roven I_1]
8. Na obrázku 1 je graf závislosti proudu tekoucího cívkou na čase. Indukčnost cívky je $L = 50 \text{ mH}$. Vypočítejte indukovaná napětí v průběhu jednotlivých fází a nakreslete graf závislosti indukovaného napětí na čase $U_{\text{ind}} = f(t)$ včetně číselných hodnot. [+ 5 V; 0 V; + 1,25 V]



9. Na obrázku 2 je graf závislosti proudu tekoucího cívkou na čase. Nakreslete kvalitativně průběh indukovaného napětí, tj. graf $U_{\text{ind}} = f(t)$. [viz níže]

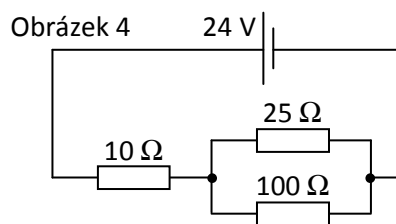


10. Kovová tyčka se kutálí rychlostí $v = 0,5 \text{ m/s}$ po kolejničkách vzdálených $d = 15 \text{ cm}$ od sebe (viz obr. 3). Celek se nachází v homogenním magnetickém poli o indukci $B = 20 \text{ mT}$, kolmém na rovinu kolejnic. Vypočítejte, jaké napětí se díky tomu indukuje mezi kolejnicemi. Vypočítejte proud, který by tekł obvodem, kdybychom kolejnice propojili drátem o odporu $0,3 \Omega$ (odpor tyčky, kolejí a kontaktu neuvažujte). [1,5 mV; 5 mA]



11. Stejným vypínačem budeme vypínat tyto spotřebiče: žárovka, mixér, nabíječka na mobil, čerpadlo domácí vodárny, žehlička. Seřadte je podle toho, jak moc to bude ve vypínači jiskřit. Může být toto jiskření nebezpečné? Jak se v praxi toto jiskření odstraňuje? [čím větší indukčnost a proud, tím to víc jiskří; viz např. metan v dolech; stykače a kompenzační kondenzátory]

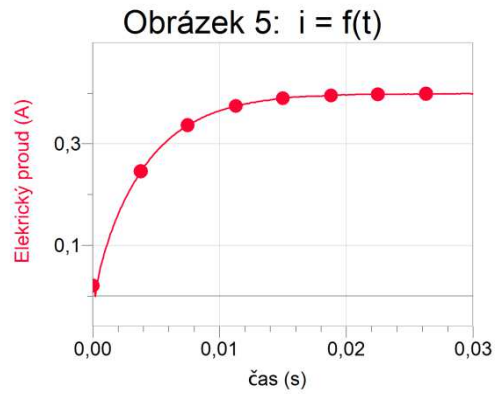
12. Na obrázku 4 je obvod sestávající ze zdroje stejnosměrného napětí 24 V a tří rezistorů. Vypočítejte proud I_1 odebíraný ze zdroje, napětí na rezistoru 10Ω a proud tekoucí rezistorem 25Ω . [0,8 A; 8 V; 0,64 A]



13. Na obrázku 5 na následující straně je záznam průběhu proudu v sériovém obvodu s 6 V zdrojem, cívkou a rezistorem. Obvod byl uzavřen v čase 0 s . Na základě grafu určete časovou konstantu τ , odpor obvodu R a indukčnost cívky L . [4 ms; 15Ω ; 60 mH]

14. Do obrázku 5 zakreslete, jak by vypadal průběh proudu, kdybychom použili a) cívku s menší indukčností, b) rezistor s menším odporem.

15. Překreslete si graf z př. 13. Zakreslete do něj průběh indukovaného napětí na čase $u_{\text{ind}} = f(t)$ a průběh napětí (cívku považujeme za spotřebič) $u_L = f(t)$.



16. V obvodu s cívkou se po sepnutí vypínače dá proud popsat exponenciální funkcí

$$i = I_{max} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right).$$

Pomocí I_{max} , R a L vyjádřete

- jaká bude hodnota proudu v čase $t = \tau = \frac{L}{R}$;
- v jakém čase dosáhne proud hodnoty $i_1 = 0,99 \cdot I_{max}$;
- vyšetřete význačné limity a nakreslete graf této funkce.

[$i_1 = e^{-1} \cdot I_{max} = 0,37 \cdot I_{max}$; $t_2 = 4,6 \cdot \tau$; rostoucí exponenciála s horizontální asymptotou I_{max} pro $t \rightarrow \infty$]