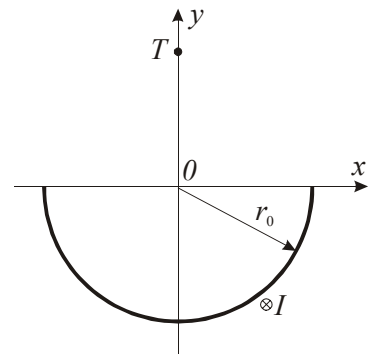
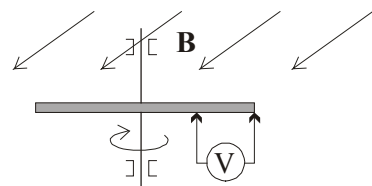


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 19. september 2005

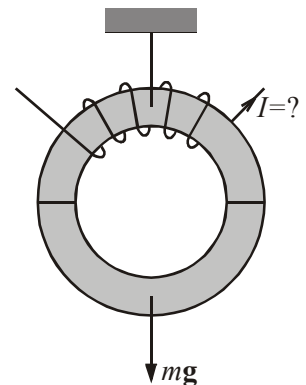
1. Vzdlž polkrožnega žlebu polmera 15 cm teče tok 30 A. Izračunajte vektor gostote magnetnega pretoka v točki T , ki se nahaja 30 cm nad žlebovim dnom!



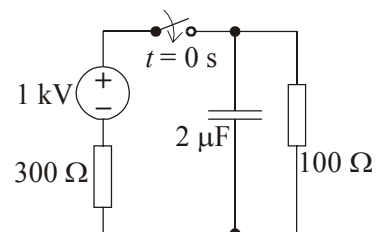
2. Bakren disk premera 40 cm se vrti s 3000 obrati/minuto v homogenem magnetnem polju gostote 10 mT. Smer magnetnega polja oklepa z osjo diska kot 60° . Diska se dotikata dva drsnika: prvi na radiju 10 cm in drugi na radiju 20 cm. Kolikšno absolutno vrednost napetosti meri idealni voltmeter, ki je priključen med oba drsnika?



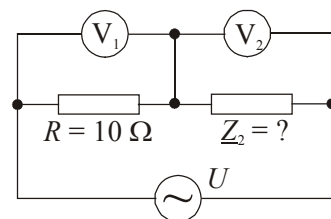
3. Dvodavno linearno toroidno jedro kvadratnega preseka 10 cm^2 , srednjega polmera 12 cm in relativne permeabilnosti 4000 ima na zgornjem, vpetem delu, navitje s 15 ovoji. Najmanj kolikšen mora biti magnetilni tok I v navitju, da spodnji del jedra zaradi lastne teže ne pade dol? ($\rho_{\text{Fe}} = 7.8 \text{ kg/dm}^3$).



4. Kondenzator kapacitivnosti $2 \mu\text{F}$ ima med ploščama razmika 0,1 mm dielektrik, katerega prebojna trdnost je 2 MV/m. Ob katerem času po vklopu stikala bo prišlo v kondenzatorju do preboja?



5. O neznanem bremenu impedanca Z_2 vemo le to, da je kapacitivnega značaja. Da bi določili njegovo impedanco, si pomagamo z merilnim vezjem, ki ga vzbuja harmonični vir efektivne napetosti $U = 24 \text{ V}$. Voltmetra, ki merita efektivno vrednost napetosti, izmerita $U_1 = 10 \text{ V}$ in $U_2 = 16 \text{ V}$. Kolikšna je impedanca Z_2 neznanega bremena?



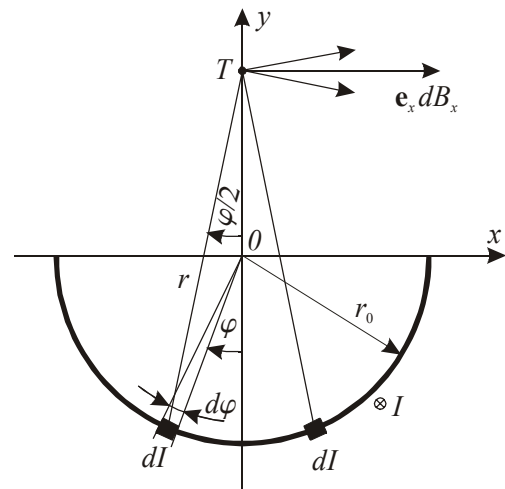
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
izpit, 19. september 2005, rešitve

1. Žleb razdelimo na tokovne premice, ki vodijo tok $dI = (I/\pi)d\varphi$. Od simetrane žlebu enako oddaljeni tokovni premici povzročata v točki T polji enake absolutne vrednosti; horizontalni komponenti sta enaki, vertikalni pa nasprotni. Upoštevamo, da je središčni kot φ dvakrat večji od obodnega kota. Zapišimo gostoto magnetnega pretoka para tokovnih premic,

$$dB_x = 2 \frac{\mu_0 dI}{2\pi r} \cos(\varphi/2) = \frac{\mu_0 I d\varphi}{\pi^2 (r/\cos(\varphi/2))} = \frac{\mu_0 I d\varphi}{\pi^2 (2r_0)},$$

in te delne prispevke integrirajmo (po polovičnem loku žlebu); dobimo:

$$\mathbf{B} = \mathbf{e}_x \int dB_x = \mathbf{e}_x \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 r_0} \int_0^{\pi/2} d\varphi = \mathbf{e}_x \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} = \underline{\underline{\mathbf{e}_x 20\mu\text{T}}}.$$



2. Zapišimo napetost, ki se inducira v radialni smeri diska med dvema radijema:

$$U_{ind} = \int_{r_n}^{r_z} (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l} = f \pi (r_z^2 - r_n^2) B_{nor}.$$

(Anton. R. Sinigoj, Osnove elektromagnetike, Zgled 53.4, str. 345)

Smer magnetnega polja oklepa z osjo diska kot $\varphi = 60^\circ$. Inducirano napetost povzroča normalna komponenta gostote mag. pretoka $B_{nor} = B \cos \varphi$.

Zapišimo absolutno vrednost napetosti, inducirane med priključkoma voltmetra:

$$U_{ind} = f \pi (r_z^2 - r_n^2) B \cos \varphi \doteq \underline{\underline{23,6 \text{ mV}}}.$$

3. Gostota magnetnega pretoka na srednji gostotnici v toroidu je $B = \mu_r \mu_0 NI / 2\pi r_0$. Aproximativno vrednost privlačne magnetne sile na spodnji del jedra določa izraz: $F_m = 2(B^2 / 2\mu_0)A = B^2 A / \mu_0$.

Najmanjšo potrebno vrednost toka I skozi navitje dobimo iz ravnotežne enačbe – ko je sila teže spodnjega dela jedra enaka magnetni sili:

$$\rho_{Fe} \pi r_0 A g = \frac{B^2 A}{\mu_0} = \mu_0 A \left(\frac{\mu_r NI}{2\pi r_0} \right)^2 \Rightarrow I = \frac{2\pi r_0}{N \mu_r} \sqrt{\frac{\pi r_0 g \rho_{Fe}}{\mu_0}} \doteq \underline{\underline{1,90 \text{ A}}}.$$

4. Vezju med sponkama kondenzatorja priredimo Theveninovo nadomestno vezje. Napetost odprtih sponk in notranja upornost vezja sta:

$$U_T = \frac{1 \text{ kV}}{(100+300) \Omega} 100 \Omega = 250 \text{ V}, \quad R_T = 100 \Omega \parallel 300 \Omega = 75 \Omega.$$

Napetost na kondenzatorju določa funkcija:

$$u(t) = U_T (1 - e^{-t/(R_T C)})$$

Če ob času t_1 izolant prebije, potem velja:

$$u(t_1) = E_{preb.} d = U_T (1 - e^{-t_1/(R_T C)}) \Rightarrow$$

$$t_1 = R_T C \ln \frac{1}{1 - E_{preb.} d / U_T} \doteq \underline{\underline{241,4 \mu\text{s}}}.$$

5. Nalogo rešimo s pomočjo kazalčnega diagrama: kazalec napetosti \underline{U}_1 na upor je v fazi z bremenskim tokom \underline{I} , kazalec napetosti \underline{U}_2 na bremenu kapacitivnega značaja pa za tokom \underline{I} zaostaja. Fazni kót φ impedance $\underline{Z} = R + \underline{Z}_2$ določimo iz trikotnika napetosti oziroma impedanc. Po kosinusnem izreku je $\cos \varphi = (U^2 + U_1^2 - U_2^2) / (2UU_1) \rightarrow \varphi \cong -29^\circ$. Absolutna vrednost impedance je $Z = U / I = UR / U_1 = 24\Omega$. Impedanca neznanega bremena je $\underline{Z}_2 = \underline{Z} - R \cong \underline{(11 - j11,6)\Omega}$.

