

# КОЛОКВИЈУМ ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 2

8. мај 2005.

Напомене. Колоквијум траје 150 минута. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка колоквијума. Писати искључиво хемијском оловком. Дозвољена је употреба само овога папира и вежбанке, који се морају заједно предати. Питања радити искључиво на овоме папиру, а задатке искључиво у вежбанци. Коначне одговоре на питања и тражена извођења уписати у одговарајуће кућице, учртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Одговори без извођења се неће признати. Свако питање носи по 5 поена, а задатак по 20 поена.

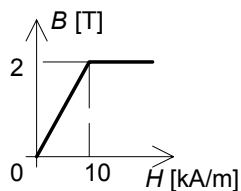
Попунити податке о кандидату у следећој табели. Исте податке написати и на омоту вежбанке.

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ						Укупно питања
Група са предавања	Индекс година/број		Презиме и име			
П1 П2 П3	/					Укупно задаци
ПИТАЊА				ЗАДАЦИ		
1	2	3	4	1	2	

## ПИТАЊА

1. Полазећи од упрошћеног облика Био-Саваровог закона за копланарне системе, **извести** израз за магнетску индукцију у центру кружне контуре полупречника  $a$  која се налази у вакууму, а у којој постоји стална струја јачине  $I$ .

2. Дужина средње линије танког торусног језгра је  $l = 0,2 \text{ m}$ , а површина попречног пресека  $S = 10 \text{ cm}^2$ . На торус је равномерно и густо намотан калем са  $N = 1000$  завојака и у њему је успостављена стална струја јачине  $I = 2,5 \text{ A}$ . Карактеристика магнетисања материјала од кога је начињено језгро приказана је на слици. Израчунати магнетски флукс калема.



3. Замишљена непокретна контура  $C$  налази се у нехомогеном магнетском пољу индукције  $\mathbf{B}(t)$ . Колика је циркулација (а) индукованог електричног поља и (б) укупног електричног поља дуж те контуре?

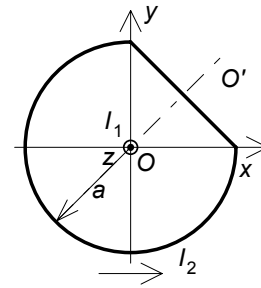
(а)

(б)

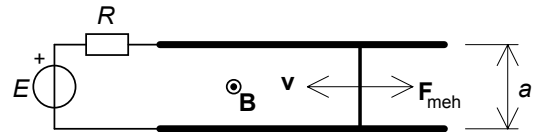
4. Извести израз за подужну унутрашњу индуктивност бакарног проводника кружног попречног пресека полупречника  $a$ .

## ЗАДАЦИ

1. Веома дугачак праволинијски проводник постављен је у вакууму дуж  $z$ -осе Декартовог координатног система, као на слици. У проводнику постоји стална струја јачине  $I_1 = 1 \text{ kA}$ . Око тога проводника, у  $Oxy$ -равни, постављена је крута контура, облика приказаног на слици, при чему је  $a = 100 \text{ mm}$ . У контури постоји стална струја јачине  $I_2 = 2 \text{ kA}$ . Израчунати (а) резултантну магнетску силу на контуру и (б) резултантни моменат у односу на осу симетрије контуре,  $OO'$ .



2. Две дугачке шине постављене су у равни цртежа. Растојање између њих је  $a = 100 \text{ mm}$ . По шинама може да клизи шипка, уз занемарљиво мало трење. Шине се налазе у хомогеном магнетском пољу нормалном на раван цртежа, интензитета магнетске индукције  $B = 1 \text{ T}$ . Између шина је прикључен реални напонски генератор константне електромоторне силе  $E$  и отпорности  $R = 0,1 \Omega$ . Отпорност шина и шипке је занемарљива. Када је механичка сила која делује на шипку ( $F_{\text{meh}}$ ) једнака нули, брзина кретања шипке је  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ . Израчунати (а) механичку силу при којој је снага мотора максимална и (б) ту максималну снагу. Занемарити електромоторну силу самоиндукције.



# ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА И РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА КОЛОКВИЈУМА ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ 2, ОДРЖАНОГ 8. МАЈА 2005. ГОДИНЕ

## ПИТАЊА

- $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_C \frac{I d\theta}{r} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2a}$ .
- $H = NI/l = 12,5 \text{ kA/m} > 10 \text{ kA/m}$ , па је  $B = 2 \text{ T}$  и  $\Phi = NBS = 2 \text{ Wb}$ .
- $\oint_C \mathbf{E}_{\text{ind}} \cdot d\mathbf{l} = \oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \int_S \frac{d\mathbf{B}}{dt} \cdot d\mathbf{S}$
- $L_i = \frac{\mu_0}{8\pi}$ .

## ЗАДАЦИ

- Линије вектора магнетске индукције праволинијског проводника су кружне, а интензитет овога вектора је  $B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$ , где је  $r$  растојање од проводника. Сила на струјни елемент контуре је  $d\mathbf{F} = I_2 d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$ . Сила на сваки елемент лучног дела је нула јер су вектори  $d\mathbf{l}$  и  $\mathbf{B}$  колинеарни. Уведимо угао  $\phi$  између потега  $r$  и осе симетрије контуре, који се рачуна у математички позитивном смеру. Тада је за праволинијски дело контуре  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \sqrt{2} \cos \phi$ ,  $d\mathbf{l} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \frac{d\phi}{\cos^2 \phi}$  и  $dF_z = I_2 dB \sin \phi$ . Због симетрије,  $F_z = \int_{\phi=-\pi/4}^{\pi/4} dF_z = 0$ , тј. резултантна сила на контуру је нула. Даље је моментат спрега сила које делују на два симетрично постављена струја елемента  $dM = dF_z a\sqrt{2} \text{ tg } \phi$  јер је растојање између тих елемената једнако  $a\sqrt{2} \text{ tg } \phi$ . Коначно је  $M = \int_0^{\pi/4} dF_z a\sqrt{2} \text{ tg } \phi = \frac{\mu_0}{2\pi} I_1 I_2 a\sqrt{2} \int_0^{\pi/4} \frac{\sin^2 \phi}{\cos^2 \phi} d\phi = \frac{\mu_0}{2\pi} I_1 I_2 a\sqrt{2} \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \approx 12 \text{ mNm}$  и  $M_x = M_y = M\sqrt{2}/2$ .
- Када је мотор неоптерећен, индукована емс и емс прикљученог генератора су у равнотежи, одакле је  $av_0 B = E = 1 \text{ V}$ . Када је мотор оптерећен, јачина струје у колу (у односу на референтни смер који се поклапа са референтним смером емс прикљученог генератора) је  $I = \frac{E - avB}{R}$ , а интензитет магнетске силе  $F_m = IaB = F_{\text{meh}}$ . Снага мотора је  $P_m = F_m v = \frac{E - avB}{R} avB$ . Ова квадратна функција брзине има максимум када је  $avB = E/2$ , односно  $v = v_0/2 = 5 \text{ m/s}$ . При томе је  $F_{\text{meh}} = 0,5 \text{ N}$  и  $P_m = 2,5 \text{ W}$ .