

## 21. Elektromágneses indukció, transzformátor

1.

Milyen alapvető módokon lehet

- a) elektromos mezőt,
- b) mágneses mezőt keltetni?

### Alapjelenség

2.

Mekkora elektromotoros erő indukálódik egy 40 menetű,  $60 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű tekercsben, ha olyan homogén mágneses mezőben van, amelynek indukciója a tekercs tengelyével párhuzamos, és  $0,12 \text{ T}$  nagyságúról  $0,2 \text{ s}$  alatt egyenletesen nullára csökken?

3.

Egy vasmagban a fluxus egyenletesen változik, másodpercenként  $2 \text{ Vs}$ -mal növekszik. A vasmagot négyzet alakú zárt vezetőkeret veszi körül. A négyzet minden oldala  $0,1 \text{ ohm}$  ellenállású.

- a) Milyen erős áram folyik a vezetőben? ( **$5 \text{ A}$** )
- b) Mennyi idő alatt fejlődik a vezetőben  $5 \text{ J}$  hő? ( **$0,5 \text{ s}$** )

4.

Egy  $5 \text{ cm}$  átmérőjű,  $4 \text{ ohm}$  ellenállású  $2000$  menetes, rövidre zárt tekercsben a tengelyirányú mágneses indukcióvektor nagysága  $0,08 \text{ Vs/m}^2$  értékről  $2 \text{ s}$  alatt egyenletesen nullára csökkent.

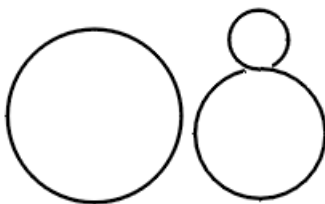
- a) Ábrázolja a tekercsben folyó áramerősségét az idő függvényében! ( **$39 \text{ mA}$  állandó**)
- b) Mennyi hő ad le a tekercs, ha közben a hőmérséklete állandó? ( **$12,2 \text{ mJ}$** )

5.

Egy  $2000$  menetes,  $10 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű tekercs ohmos ellenállása  $20 \text{ ohm}$ . A tekercs végeit rövidre zárjuk, majd a tekercset  $0,02 \text{ Vs/m}^2$  indukciójú, a tekercs tengelyével párhuzamos irányú, homogén mágneses térbe helyezzük.

- a) Mennyi töltés áramlik át a eközben a rövidzáron? ( **$2 \text{ mC}$** )
- b) Mennyi töltés áramlik át a rövidzáron, ha behelyezett tekercset változatlanul hagyva a mágneses indukcióvektor irányát ellentétesre fordítjuk? ( **$4 \text{ mC}$** )

6.



Egy  $0,6 \text{ m}$  hosszú és  $0,1 \text{ ohm}$  ellenállású szigetelt vezetékből először egy zárt kört, másodszor pedig olyan nyolcas alakú síkbeli zárt hurkot hajlítunk, amely hurok két,  $1:3$  sugárarányú kört alkot.

A körvezető a síkjára merőleges irányú homogén mágneses térben van.

- a) Mennyi töltés áramlik át a vezeték valamely keresztmetszetén ezalatt, míg a mágneses indukciót a kezdeti  $0,314 \text{ N/Am}$  értékről egyenletesen a kétszeresére növeljük? ( **$90 \text{ mC}$** )
- b) Ha a fenti kísérletet a nyolcas alakú vezetővel végezzük el, akkor mennyi lesz a keresztmetszeten átáramló töltésmennyiség? ( **$45 \text{ mC}$** )

### Kölcsönös indukció

7.

Egy  $1200$  menetes,  $10 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű,  $60 \text{ cm}$  hosszú, egyenes tekercsben az áramot  $0,3$  másodpercen keresztül egyenletesen növeljük  $0$ -ról  $15 \text{ A}$ -re. Mekkora elektromotoros erő indukálódik abban a  $100$  menetes tekercsben, amely teljesen körülveszi az  $1200$  menetes tekercset?

(A vákuum permeabilitása:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ , a külső-, és belső tekercs keresztmetszete közötti különbség elhanyagolható.)

8.

Egy 1600 menetes, 50 cm hosszú  $10 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű egyenes tekercsben az áramot 0,5 s alatt egyenletesen 0-ról 42 A-re növeljük. Mekkora elektromotoros erő indukálódik abban a 60 menetes tekercsben, amely teljesen körülveszi az 1600 menetes tekercset? (A vákuum permeabilitása  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ , a külső-, és belső tekercs keresztmetszete közötti különbség elhanyagolható.)

9.

Az 1 m hosszú, 10 cm átmérőjű, 30000 menetes légmagos tekercsre egy másik, 50000 menetes tekercset csévélünk. A külső tekercsben kezdetben 0,5 A erősségű áram folyik. Ezután az áramot egyenletesen 0-ra csökkentjük, és eközben a belső tekercs két vége közt 4 V feszültséget mérünk. A két tekercs egyforma hosszú.

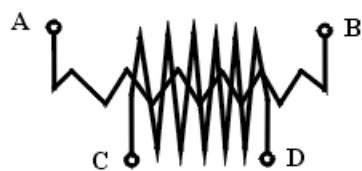
Mennyi idő alatt ment végbe az áram lecsökkenése? **(1,85 s)**

10.

Egy 2000 menetszámú 20 cm hosszú tekercs belsejében egy másik, vele azonos tengelyű, 400 menetszámú  $5 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű tekercs van. A külső tekercsben 10 A erősségű áram folyik. A tekercsek belsejét levegő tölti ki.

Mekkora feszültség indukálódik a belső tekercs végpontjai között, ha a külső tekercs áramát 0,1 s alatt egyenletesen zérusra csökkentjük? **(1,25 V)**

11.



Az  $N_1=1000$  menetszámú, 20 cm hosszú,  $16 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű primer tekercs AB kapcsaira a  $t=0$  időpontban  $U_1=100 \text{ V}$  állandó feszültséget kapcsolunk. Erre a tekercsre egy másik,  $N_2=250$  menetszámú szekunder tekercset is elhelyezünk, amelynek kivezető kapcsait az ábrán CD-vel jelöltük. ( $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ .)

a) Írjuk fel és rajzoljuk meg a primer tekercsben folyó áram időfüggését a  $t=0$ ,  $t=10^{-3} \text{ s}$  időtartományban! ( **$i = 10000t$** )

b) Határozzuk meg feszültséget a CD kapocspáron! **(25 V)**

c) Határozzuk meg az áramforrás által a  $t=0$ ,  $t=10^{-3} \text{ s}$  időintervallumban leadott energiát! **(0,5 J)**

Mindenféle ohmos ellenállástól tekintsünk el!

### Önindukció

12.

Egy 25 cm hosszú,  $50 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű, 100 menetes tekercsen átfolyó áram 0,1 s alatt egyenletesen 0-ról 10 A erősségűre nő. A tekercs ohmos ellenállása elhanyagolható.

a) Mekkora a feszültség a tekercsen? **(2,51 V)**

b) Írjuk fel és ábrázoljuk a teljesítményt az idő függvényében az adott intervallumban!

**( $P = 25t$ )**

c) Mennyi a tekercs által ezen idő alatt felvett energia? **(1,25 J)**

13.

Egy 2 H önindukciós együtthatójú, 2 ohm ellenállású tekercset 50 V belső feszültségű, elhanyagolható belső ellenállású telepre kapcsoljuk.

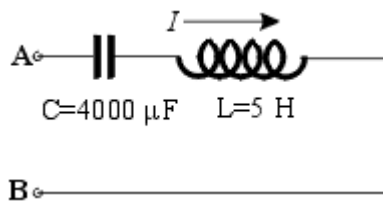
a) Mennyi a meginduló áram változási gyorsasága?

b) Mekkora a bekapcsolás pillanatában az önindukciós elektromotoros erő?

14.

Mekkora energia árán épül fel annak a tekercsnek a mágneses mezője, amelynek hossza 75 cm, keresztmetszetének területe  $120 \text{ cm}^2$ , menetszáma 3600, és 6 A erősségű áram folyik benne?

15.



Töltetlen kondenzátort egy induktivitáson keresztül töltünk fel. Tegyük fel, hogy a töltőáram állandó:  $I = 2 \cdot 10^{-2}$  A.

a) Határozzuk meg az A és B pontok közti feszültség időfüggését! ( $u = 0,5t$ )

Tegyük fel, hogy a töltőáram arányosan nő úgy, hogy nulláról indulva érétke eléri a 2 mA-t, majd ennek

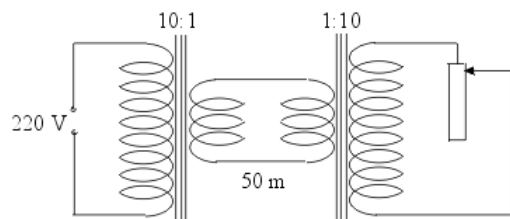
megfelelően nő tovább.

b) Határozzuk meg ebben az esetben is az A és B pontok közti feszültség időfüggését! ( $u = 0,01 + 0,25t^2$ )

c) Mindkét esetben ábrázoljuk az A és B közti feszültséget, mint az idő függvényét a 0 - 0,2 s időintervallumban!

### Transzformátor

16.



A 220 V-os váltóáramú csatlakozóhoz a változtatható ellenállású villamos melegítő 50 m hosszú vezeték-párral kapcsoljuk hozzá. Érintésvédelmi okokból két transzformátort használunk. Az első 10:1 arányban le, a második 1:10 arányban feltranszformál. A rézvezeték fajlagos ellenállása 0,017 ohm.

mm<sup>2</sup>/m. A transzformátorok veszteségmentesek.

a) Mekkora az összekötő vezeték átmérője, ha 1 kW hasznos teljesítmény esetében a fogyasztó feszültsége 200 V? (**7,36 mm**)

b) Mekkora a teljesítményvesztés a vezetékekben? (**100 W**)

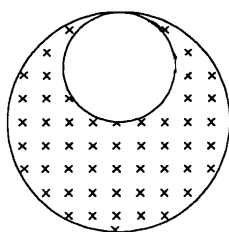
c) Mekkora a fogyasztó feszültsége, ha a hasznos teljesítmény 0,5 kW? (**201,5 V, v. 9,5 V**)

### Versenyfeladatok

17.

Igen hosszú, egyenes tekercs menetsűrűsége 12 menet / cm, keresztmetszete 20 cm<sup>2</sup>. A tekercs kör keresztmetszetű. Mekkora a gyorsulása annak az elektronnak, amelyik a tekercs tengelyétől 6 cm-re tartózkodik, ha a tekercsben folyó áram változási gyorsasága 12 A/s?

18.



Egy  $R = 10$  cm sugarú, hosszú henger belsejében egy vele párhuzamos tengelyű,  $R/2$  sugarú kisebb henger helyezkedik el, ami belülről érinti a nagyobb hengert. A kisebbik hengerben nincs mágneses mező, a nagyobbik henger maradék részében viszont időben egyenletesen változó, homogén eloszlású mágneses mező van. Az indukció változási gyorsasága  $\Delta B / \Delta t = 80$  V/m<sup>2</sup>. A mágneses indukció párhuzamos a henger tengelyével. Határozzuk meg az indukált elektromos mező

térerősségét a kisebbik henger belsejében!

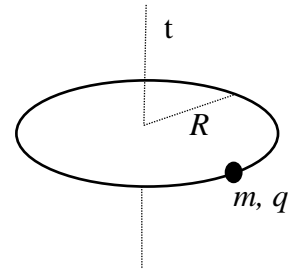
19.

Egy  $m$  tömegű,  $q$  töltésű kicsiny gyöngyöt  $R$  sugarú, szigetelő anyagból készült, vízszintes síkú, vékony karikára fűzünk. A körpályán a gyöngy súrlódás nélkül mozoghat, és kezdetben nyugalomba van. Ezután olyan (a  $t$  tengelyre) hengerszimmetrikus mágneses mezőt hozunk létre, amelyben a mágneses indukció pályasíkra merőleges komponense csak a középponttól mért  $r$  távolságtól és a  $t$  időtől függ

$$B(r, t) = E_0 \frac{t}{r},$$

ahol  $E_0$  adott konstans. (Az  $r = 0$  elhanyagolható kiterjedésű környezetében az indukció valamilyen véges érték.)

- Határozzuk meg a gyöngy sebesség - idő függvényét!
- Hogyan alakul a gyöngy és a pálya között ható nyomóerő sugárirányú komponense az idő függvényében?



20.

Egy téglalap alakú, homogén tömegeloszlású, elhanyagolható ellenállású vezetőkeret egyik szimmetriatengelye körül foroghat. A keret homogén, síkjára merőleges,  $B$  indukciójú, időben állandó mágneses mezőben nyugszik, és benne nem folyik áram. A keret egyik oldalát meglökjük és a keret forogni kezd. A keret területe  $A$ , önindukciós tényezője  $L$ . A tengely súrlódása elhanyagolható.

- Hogyan változik a keretben folyó áram erőssége az elfordulás szögének függvényében?
- Határozza meg, hogy a keret mely helyzetében maximális a mágneses mezőnek a keretre ható forgatónyomatéka?

