

**Megoldás.** Az első kérdésre viszonylag könnyen válaszolhatunk, ha felismerjük, hogy amikor állandó erősségű áram folyik a szolenoidban, akkor a tekercs szájánál fele akkora mágneses fluxus alakul ki, mint a tekercs közepe táján. (Ennek legegyszerűbb igazolásához úgy juthatunk, hogy gondolatban hozzáillesztünk a szolenoidhoz egy ugyanolyan másikat. Azon a helyen, ahol a két tekercs találkozik, mindkét tekercsnek a szimmetriatengely irányában  $B/2$  nagyságú mágneses indukcióvektor-komponenset kell létrehozni ahhoz, hogy kialakuljon a tekercs belsejére jellemző,  $B$  nagyságú indukcióvektor.)

A fele nagyságú mágneses fluxust két menettel kell létrehozni a tekercs végén, vagyis egy menetben itt *negyedakkora áram* is elég, mint amire a tekercs közepe táján lévő egyetlen menetben van szükség.

A feladat második kérdése az  $A$  hurokban folyó  $I_A$  áram nagyságára vonatkozik. Egy körvezetőben folyó  $I$  áram a körvezető középpontjában

$$B = \mu_0 \frac{I}{2r}$$

nagyságú mágneses teret hoz létre. Első közelítésben tegyük fel, hogy ez éppen akkora, mint amekkorát a szolenoidban folyó  $I_0$  áram hozott létre:

$$B = \mu_0 \frac{I_0 N}{\ell}.$$

Ebben a közelítésben tehát

$$I = 2r \frac{I_0 N}{\ell}.$$

Behelyettesítve a megadott értékeket, a tekercs közepe táján levő hurokban indukálódó áramra  $I = I_A = 40$  mA adódik. Figyelembe véve azonban azt, hogy a körvezető közepén a legkisebb a mágneses indukció értéke, vagyis a körlap pontjaira vonatkozó „átlagos” indukció ennél biztosan nagyobb, a 40 mA-nél biztosan kisebb áram indukálódik a szupravezető hurokban.

Felhasználva például a körvezető induktivitására a szakirodalomban található

$$L = \mu_0 r \ln \frac{r}{r_{\text{drót}}}$$

közelítő képletet (és feltételezve, hogy mondjuk  $r_{\text{drót}} = r/50$ ), a körvezetőben indukálódó áramra a fluxus változatlan-ságát kifejező

$$\mu_0 \frac{I_0 N}{\ell} \cdot (r^2 \pi) = L I_A$$

összefüggésből  $I_A = 16$  mA adódik.

*Megjegyzések:* 1. A drót vastagságára vonatkozó adat nem szerepelt a feladat szövegében, de az eredmény – ésszerű határok között – nem is függ lényegesen ettől az adattól. Ha például a drót sugara  $r/10$  vagy  $r/100$ , az indukálódó áramerősségre 27 mA, illetve 13 mA értékeket kapunk.

2.  $I_A$ -ra a következő egyszerű megfontolással is adhatunk nagyságrendi becslést. A szolenoid közepe táján az átmenő fluxust nagyon sok menetben folyó áram együttes hatása hozza létre. A vizsgált helyen levő egyetlen menet (mint körvezető) fluxusa annyszor kisebb az egymenetes szupravezető fluxusánál, ahányszor kisebb az  $I$  áram  $I_A$ -nál. Gyakorlatilag ugyanekkora fluxust hoz létre a szolenoid kiszemelt menete melletti egy-egy „körvezető” menet is. A távolabbi (néhány  $r$ -nyi távolságnál jóval messzebb levő) menetek azonban már egyre kevésbé járulnak hozzá a középső rész fluxusához, hiszen a mágneses terük „szétszóródik”, erővonalai csak kis része halad át a kiszemelt körlapon. A szolenoid néhányszor (mondjuk 1 vagy 2-szer)  $r$  hosszúságú szakaszán kb. 20-40 menet található. Ezek mágneses fluxusa akkor lesz ugyanakkora, mint az egyetlen szupravezető köráram fluxusa, ha  $I_A$  20-40-szer erősebb, mint a szolenoid 1 mA-es árama.