

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-komponens 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.