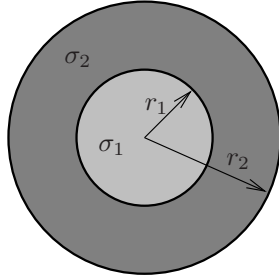


**NAGYPÉLDA (10 PONT)** – A nagypéldára csak egész pontszám adható!

Az ábrán egy kétrétegű, hengeres vezeték keresztmetszete látható. A belső réteg fajlagos vezetőképessége  $\sigma_1 = 1,45 \text{ MS/m}$ , a külső rétegé  $\sigma_2 = 35 \text{ MS/m}$ . A sugarak:  $r_1 = 5 \text{ mm}$ ,  $r_2 = 8 \text{ mm}$ . A vezetékben összesen  $I = 5 \text{ A}$  egyenáram folyik. A vezeték kívül levegő van.



a. Mekkora  $I_1$ , illetve  $I_2$  áram folyik az egyes rétegekben? (3 p.)

$$\left. \begin{aligned} I_1 + I_2 = I &\Rightarrow J_1 r_1^2 \pi + J_2 (r_2^2 - r_1^2) \pi = I \\ E_{1t} = E_{2t} &\Rightarrow J_1 / \sigma_1 = J_2 / \sigma_2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} J_1 &= 1,647 \text{ kA/m} \\ J_2 &= 39,753 \text{ kA/m} \end{aligned} \quad (2 \text{ p.})$$

$$I_1 = J_1 r_1^2 \pi = \underline{0,13 \text{ A}}, \quad I_2 = J_2 (r_2^2 - r_1^2) \pi = \underline{4,87 \text{ A}} \quad (1 \text{ p.})$$

b. Határozza meg a vezeték egyenáramra vonatkozó, hosszegységre eső  $R'$  ellenállását! (2 p.)

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R'_1} + \frac{1}{R'_2} = \sigma_1 r_1^2 \pi + \sigma_2 (r_2^2 - r_1^2) \pi \rightarrow R' = \underline{0,227 \Omega/\text{km}} \quad (2 \text{ p.})$$

c. Számítsa ki a mágneses indukció nagyságát a vezeték tengelyétől  $h = 10 \text{ mm}$  távolságra! (2 p.)

$$B(h) = \frac{\mu_0 I}{2\pi h} = \underline{0,1 \text{ mT}} \quad (2 \text{ p.})$$

d. Adjon formulát a mágneses térerősség abszolút értékére a vezeték tengelyétől mért  $r$  távolság függvényében, az  $r_1 \leq r \leq r_2$  tartományon. Ebben a feladatrészen számértékek helyett használja az  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  paramétereket! (3 p.)

$$\text{gerj. tv.: } 2\pi r \cdot H(r) = I_1 + I_2 \frac{r^2 \pi - r_1^2 \pi}{r_2^2 \pi - r_1^2 \pi} \quad (2 \text{ p.})$$

$$H(r) = \frac{I_1}{2\pi r} + \frac{I_2 (r^2 - r_1^2)}{2\pi r (r_2^2 - r_1^2)}, \quad r_1 \leq r \leq r_2 \quad (1 \text{ p.})$$

**KISPÉLDÁK – 5 × 2 PONT** – A kispéldákra csak 2 vagy 0 pont adható, kivéve ha a numerikusan helyes megoldás mértékegysége hibás vagy hiányzik: ekkor 1 pontot ér.

1. Homogén,  $5 \text{ S/m}$  fajlagos vezetőképességű közegben egy  $12 \text{ cm}$  sugarú fémgömb helyezkedik el. A fémgömb és a végtelen távoli pont közé egy  $10 \text{ V}$  egyenfeszültségű forrást kapcsolunk. Határozza meg a fémgömbből kifolyó összes áramot!

$$I = 75,4 \text{ A}$$

2. Két igen hosszú, vékony, egyenes vezetőben egyformán  $5 \text{ A}$  áram folyik, azonos irányba. A vezetők távolsága  $2 \text{ m}$ , a közeg levegő. Adja meg a mágneses indukció nagyságát abban a pontban, amely a vezetők közös síkjában, az egyik vezetőtől  $2 \text{ m}$ , a másiktól  $4 \text{ m}$  távolságban van!

$$B = 750 \text{ nT}$$

3. Becsülje meg annak a légmagos,  $300$  menetes szolenoidnak az öninduktívását, amelynek hossza  $15 \text{ cm}$ , átmérője pedig  $2 \text{ cm}$ !

$$L = 237 \mu\text{H}$$

4. Van két egyforma, egymással csatolt, légmagos szolenoidtekercsünk. Az 1. tekercsben az áram erőssége  $5 \text{ A/s}$  meredekséggel változik. Eközben kapcsain mérjük az  $u_1$  feszültséget. Ha a 2. tekercs kapcsai nyitottak, akkor  $u_1 = 10 \text{ mV}$ ; ha rövidre zártak, akkor  $u_1 = 7,5 \text{ mV}$ . Adja meg a szolenoidok közötti kölcsönös induktívát!

$$M = 1 \text{ mH}$$

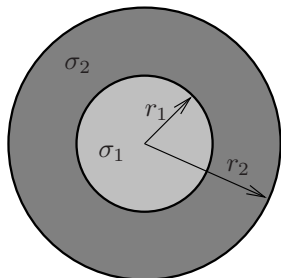
5. A tér egy tartományában az elektromos térerősség és a mágneses indukció közelítőleg homogén, vektoruk megegyező irányú, nagyságuk  $B = 450 \text{ mT}$  illetve  $E = 10 \text{ V/m}$ . Az indukcióvonalakra merőleges irányban egy  $8 \mu\text{C}$  nagyságú, pontszerű töltés mozog egyenletesen,  $20 \text{ m/s}$  sebességgel. Mekkora erő hat a töltésre?

$$F = 108 \mu\text{N}$$

Pontszám	Osztályzat
0 - 9	elégtelen (1)
10 - 13	elégséges (2)
14 - 15	közepes (3)
16 - 17	jó (4)
18 - 20	jeles (5)

**NAGYPÉLDA (10 PONT)** – A nagypéldára csak egész pontszám adható!

Az ábrán egy kétrétegű, hengeres vezeték keresztmetszete látható. A belső réteg fajlagos vezetőképessége  $\sigma_1 = 1,45 \text{ MS/m}$ , a külső rétegé  $\sigma_2 = 35 \text{ MS/m}$ . A sugarak:  $r_1 = 7 \text{ mm}$ ,  $r_2 = 8 \text{ mm}$ . A vezetékben összesen  $I = 5 \text{ A}$  egyenáram folyik. A vezetéken kívül levegő van.



a. Mekkora  $I_1$ , illetve  $I_2$  áram folyik az egyes rétegekben? (3 p.)

$$\left. \begin{aligned} I_1 + I_2 = I &\Rightarrow J_1 r_1^2 \pi + J_2 (r_2^2 - r_1^2) \pi = I \\ E_{1t} = E_{2t} &\Rightarrow J_1 / \sigma_1 = J_2 / \sigma_2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} J_1 &= 3,872 \text{ kA/m}^2 \\ J_2 &= 93,456 \text{ kA/m}^2 \end{aligned} \quad (2 \text{ p.})$$

$$I_1 = J_1 r_1^2 \pi = \underline{0,60 \text{ A}}, \quad I_2 = J_2 (r_2^2 - r_1^2) \pi = \underline{4,40 \text{ A}} \quad (1 \text{ p.})$$

b. Határozza meg a vezeték egyenáramra vonatkozó, hosszegységre eső  $R'$  ellenállását! (2 p.)

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R'_1} + \frac{1}{R'_2} = \sigma_1 r_1^2 \pi + \sigma_2 (r_2^2 - r_1^2) \pi \rightarrow R' = \underline{0,534 \Omega/\text{km}} \quad (2 \text{ p.})$$

c. Számítsa ki a mágneses indukció nagyságát a vezeték tengelyétől  $h = 20 \text{ mm}$  távolságra! (2 p.)

$$B(h) = \frac{\mu_0 I}{2\pi h} = \underline{50 \mu\text{T}} \quad (2 \text{ p.})$$

d. Adjon formulát a mágneses térerősség abszolút értékére a vezeték tengelyétől mért  $r$  távolság függvényében, az  $r \leq r_1$  tartományon. Ebben a feladatrészben számértékek helyett használja az  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  paramétereket! (3 p.)

$$\text{gerj. tv.: } 2\pi r \cdot H(r) = I_1 \frac{r^2 \pi}{r_1^2 \pi} \quad (2 \text{ p.})$$

$$H(r) = \frac{I_1}{2\pi r_1^2} r, \quad r \leq r_1 \quad (1 \text{ p.})$$

**KISPÉLDÁK – 5 × 2 PONT** – A kispéldákra csak 2 vagy 0 pont adható, kivéve ha a numerikusan helyes megoldás mértékegysége hibás vagy hiányzik: ekkor 1 pontot ér.

1. Két igen hosszú, vékony, egyenes vezetékben egyformán 5 A áram folyik, azonos irányba. A vezetők távolsága 2 m, a közeg levegő. Adja meg a mágneses indukció nagyságát abban a pontban, amely a vezetők közös síkjában, az egyik vezetőtől 1 m, a másiktól 3 m távolságban van!

$$B = 1,33 \mu\text{T}$$

2. Homogén, 8 S/m fajlagos vezetőképességű közegben egy 12 cm sugarú fémgömb helyezkedik el. A fémgömb és a végtelen távoli pont közé egy 10 V egyenfeszültségű forrást kapcsolunk. Határozza meg a fémgömbből kifolyó összes áramot!

$$I = 120,6 \text{ A}$$

3. Becsülje meg annak a légmagos, 200 menetes szolenoidnak az öninduktivitását, amelynek hossza 15 cm, átmérője pedig 2 cm!

$$L = 105 \mu\text{H}$$

4. A tér egy tartományában az elektromos térerősség és a mágneses indukció közelítőleg homogén, vektoruk megegyező irányú, nagyságuk  $B = 450 \text{ mT}$  illetve  $E = 15 \text{ V/m}$ . Az indukcióvonalakra merőleges irányban egy  $8 \mu\text{C}$  nagyságú, pontszerű töltés mozog egyenletesen, 20 m/s sebességgel. Mekkora erő hat a töltésre?

$$F = 140 \mu\text{N}$$

5. Van két egyforma, egymással csatolt, légmagos szolenoidtekercsünk. Az 1. tekercsben az áram erőssége 10 A/s meredekséggel változik. Eközben kapcsain mérjük az  $u_1$  feszültséget. Ha a 2. tekercs kapcsai nyitottak, akkor  $u_1 = 10 \text{ mV}$ ; ha rövidre zártak, akkor  $u_1 = 7,5 \text{ mV}$ . Adja meg a szolenoidok közötti kölcsönös induktivitást!

$$M = 0,5 \text{ mH}$$

Pontszám	Osztályzat
0 - 9	elégtelen (1)
10 - 13	elégséges (2)
14 - 15	közepes (3)
16 - 17	jó (4)
18 - 20	jeles (5)