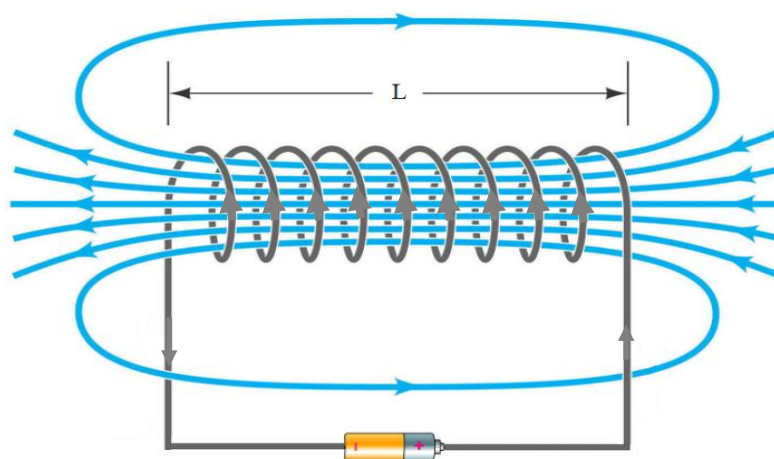
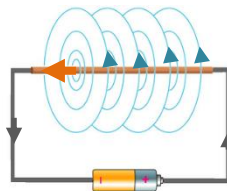


מגנטיות

שדה מגנטי הנוצר על ידי זרם
בתיל ארוך, כריכה מעגלית וסילוניית



$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$$

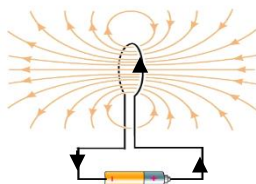


❖ גודלו של השדה המגנטי שיוצר תיל ארוך:

(הכיוון נקבע על פי כלל יד ימין)

❖ בסליל מעגלי דק הנושא זרם, שאורכו L בהרבה יותר קטן מרדיוסו R, עוצמת השדה במרכז הטבעת

$$B_I = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R}$$

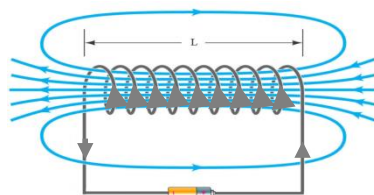


מכסימלית, וגודלה נתון על ידי:

(הכיוון נקבע על פי כלל יד ימין)

❖ בתוך סילונית (שרדיוסה קטן ביחס לאורכה) השדה המגנטי (לא קרוב מידי לקטבים),

$$B_I = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot I$$

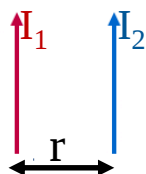


הוא אחיד (בקירוב), שגודלו נתון על ידי:

(הכיוון נקבע על פי כלל יד ימין)

❖ הכוח ליחידת אורך הפועל בין שני תילים ארוכים, ישרים ומקבילים, שבהם זורמים הזרמים I_1 ו-

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{r}$$



שווה בגודלו ל:

I_2 .

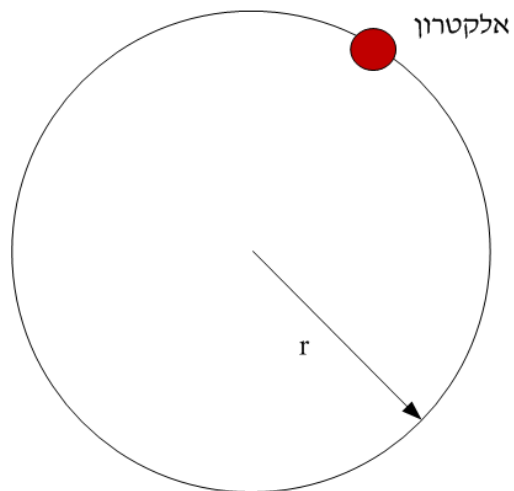
◀ כאשר הזרמים בשני התילים הם בכיוונים זהים הם נמשכים זה אל זה.

◀ כאשר הזרמים בשני התילים הם בכיוונים מנוגדים הם דוחים זה את זה.

על פי מודל האטום של בוהר, האלקטרון (היחיד) באטום המימן מקיף את הגרעין במסלול מעגלי בעל רדיוס של $r \approx 5.3 \cdot 10^{-11} \text{ [m]}$ ובעל זמן מחזור של $T \approx 1.51 \cdot 10^{-16} \text{ [s]}$.

העריכו מהו השדה המגנטי באזור הגרעין של אטום המימן.

הערה: מודל בוהר אינו מקובל כיום בפיזיקה, אך משתמשים בו כעל מנת לפשט את התמונה הפיזיקלית.



על פי מודל האטום של בוהר, האלקטרון (היחיד) באטום המימן מקיף את הגרעין במסלול מעגלי בעל רדיוס של $r \approx 5.3 \cdot 10^{-11} [m]$ ובעל זמן מחזור של $T \approx 1.51 \cdot 10^{-16} [s]$. העריכו מהו השדה המגנטי באזור הגרעין של אטום המימן.

▶ תנועת האלקטרון יוצרת למעשה זרם במסלול מעגלי, ולכן אפשר להתייחס לבעיה כאל מציאת השדה המגנטי של זרם הזורם בסליל בעל כריכה אחת.

▶ נחשב תחילה את עוצמת הזרם. זמן המחזור של האלקטרון הוא: $1.51 \cdot 10^{-16}$ שניות כלומר תדירות התנועה היא:

$$f = \frac{1}{T} = 6.6 \cdot 10^{15} [Hz]$$

▶ במשך שניה אחת עובר בחתך של המסלול $6.6 \cdot 10^{15}$ פעמים מטען של אלקטרון בודד, ולכן נוצר זרם ef . מכאן:

$$I = ef = 1.6 \cdot 10^{-19} [C] \cdot 6.6 \cdot 10^{15} [s^{-1}]$$

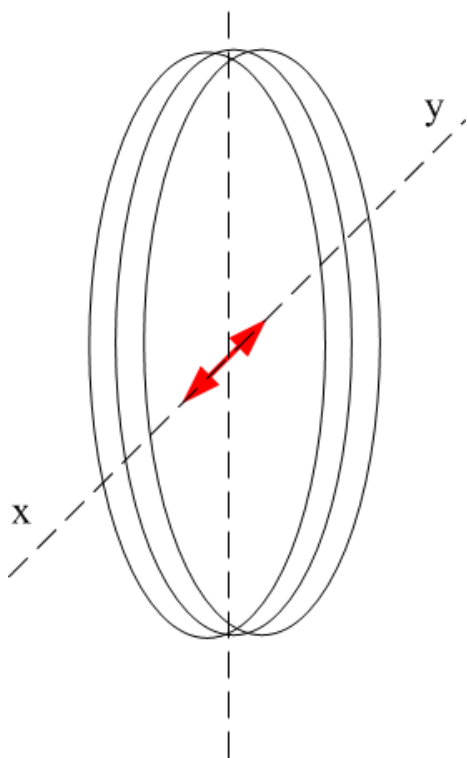
$$I = 1.06 [mA]$$

▶ השדה המגנטי בסביבות הגרעין הוא:

$$B_E = 1 \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1.06 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 5.3 \cdot 10^{-11}} = 12.57 [T]$$

במישור של סליל מעגלי בעל רדיוס של 120 מ"מ ו-10 כריכות הציבו מחט מצפן הקטנה מאוד ביחס לסליל, ואפשר לומר שהיא ממוקמת במרכזו. לאחר שמזרימים בסליל זרם של 0.45 אמפר, מחט המצפן סוטה מכיוונה המקורי בזווית של 45 מעלות.

- א-** מהו כיוון הזרם בסליל? באיור תלת ממדי זה כיוון צפון הוא לתוך הדף (xy) .
- ב-** מהי עוצמת השדה המגנטי של כדור הארץ?



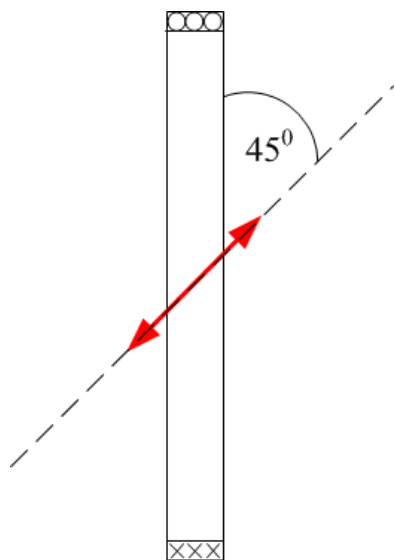
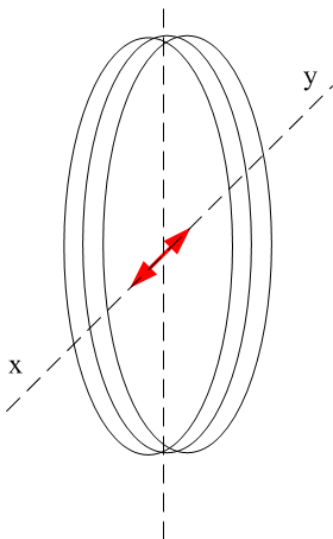
במישור של סליל מעגלי בעל רדיוס של 120 מ"מ ו-10 כריכות הציבו מחט מצפן הקטנה מאוד ביחס לסליל, ואפשר לומר שהיא ממוקמת במרכזו. לאחר שמזרימים בסליל זרם של 0.45 אמפר, מחט המצפן סוטה מכיוונה המקורי בזווית של 45 מעלות.

א- מהו כיוון הזרם בסליל?

באיור התלת ממדי (עליון) כיוון צפון הוא לתוך הדף (xy).

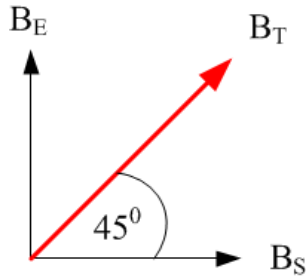
לכן, אם נשרטט שוב את הבעיה, הפעם במבט על (איור תחתון) כיוון צפון יהיה כלפי מעלה, וזהו גם כיוון השדה המגנטי של כדור הארץ.

לכן, אם המחט סוטה ימינה מהצפון, השדה המגנטי במרכז הסליל צריך להיות בכיוון ימין (איור תחתון), כלומר הזרם בחלקו העליון של הסליל הוא מחוץ לדף, ובחלקו התחתון הוא לתוך הדף.



ב- מהי עוצמת השדה המגנטי של כדור הארץ?

◀ הואיל והזווית בין השדות המגנטיים של הארץ ושל הסליל היא 45 מעלות, גודלם צריך להיות שווה:



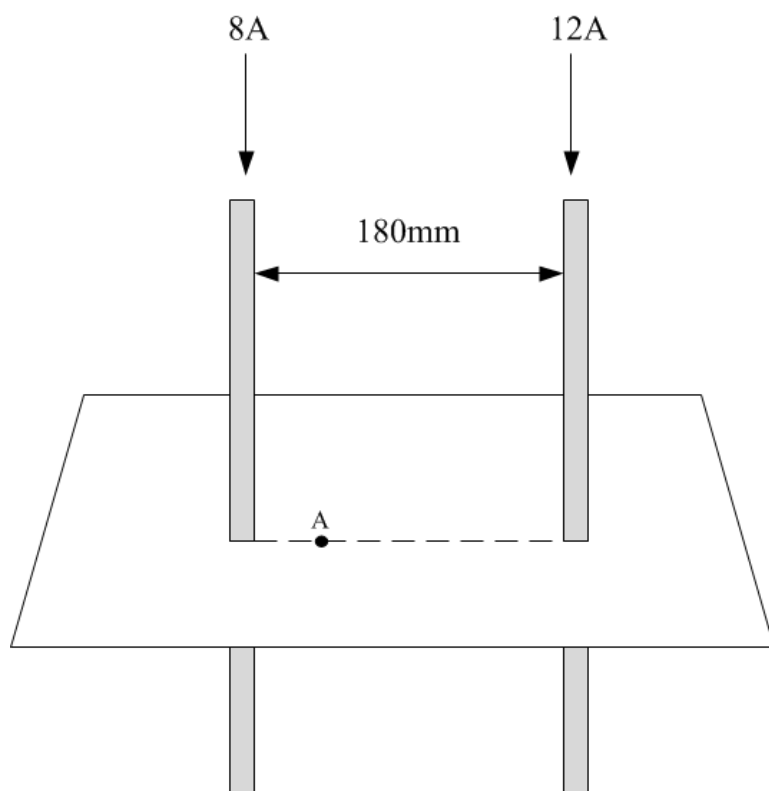
$$B_E = B_S = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R}$$

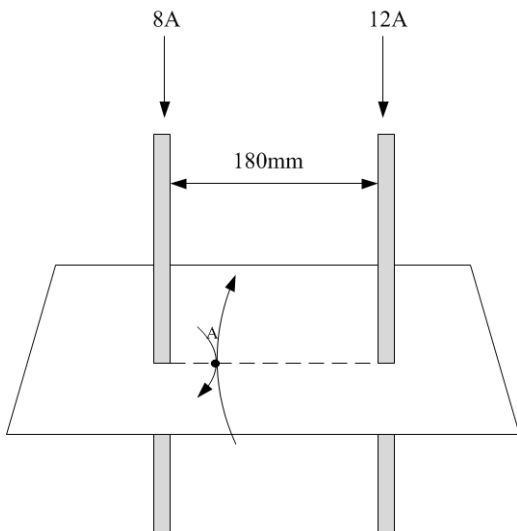
$$B_E = 10 \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0.45}{2 \cdot 0.12} = 23.56 [\mu T]$$

שני תילים מקבילים מרוחקים ביניהם ב- 180 מ"מ. באחד זורם זרם של 8 אמפר ובשני 12 אמפר (ראו איור).

א- מהו השדה המגנטי בנקודה A, המצויה במרחק 30 מ"מ מהתיל השמאלי?

ב- באיזו נקודה על הקו המחבר בין התילים השדה המגנטי הוא 0?





שני תילים מקבילים מרוחקים ביניהם ב- 180 מ"מ. באחד זרם של 8 אמפר ובשני 12 אמפר (ראו איור).

א- מהו השדה המגנטי בנקודה A, המצויה במרחק 30 מ"מ מהתיל השמאלי?

- ▶ השדה בנקודה A הוא תרומה משני השדות הנוצרים על ידי שני התילים.
- ▶ ראשית נקבע מהו הכיוון של השדה השקול. על פי כלל היד הימנית, כיווני השדות הם מנוגדים, כמוראה בתרשים: השדה של התיל הימני מצוי על מישור שבין התילים, וכיוונו "לתוך הדף". באותו האופן, השדה של התיל השמאלי מצוי באותו מישור וכיוונו מחוץ לדף. לכן, השדה השקול בנקודה A הוא תוצאת החיסור בין שני השדות הללו.
- ▶ נחשב את השדה של התיל שנושא זרם של 12 אמפר:

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$$

$$B_{12} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{12}{0.15} = 16 [\mu T]$$

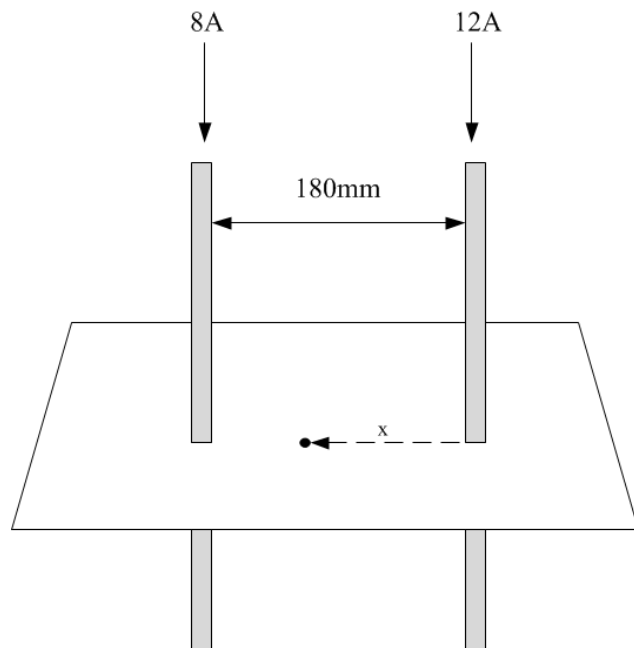
▶ השדה של התיל שנושא זרם של 8 אמפר:

$$B_8 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{8}{0.03} = 53.33 [\mu T]$$

▶ השדה השקול:

$$B_{total} = (53.33 - 16) [T] = 37.33 [T]$$

▶ וכיוונו מחוץ לדף



- ב- באיזו נקודה על הקו המחבר בין התילים השדה המגנטי הוא 0?
- בסעיף הקודם ראינו שבין התילים כיווני השדות מנוגדים, כלומר הם מחלישים זה את זה.
- לכן, על מנת לחשב את הנקודה בה השדות מתאפסים, נחסר אותם (x הוא המרחק מהתיל הימני):

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r}$$

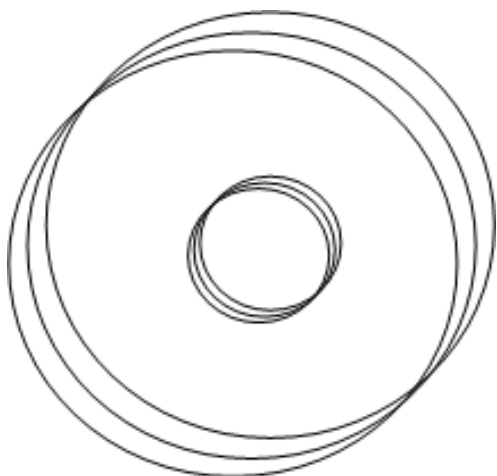
$$B_{12} - B_8 = 2 \cdot 10^{-7} \left(\frac{12}{x} - \frac{8}{0.18 - x} \right) = 0$$

$$8x = 12(0.18 - x)$$

$$20x = 2.16$$

$$x = 0.108[m]$$

- שני סלילים בעלי 100 כריכות כל אחד מצויים אחד בתוך השני, כמוראה בתרשים.
- רדיוס הסליל הגדול הוא 7 ס"מ ורדיוס הסליל הקטן 2 ס"מ.
- הזרם בסליל הגדול הוא 5 אמפר.
- חשבו את הזרם (גודל וכיוון) הנדרש בסליל השני על מנת:
- א- שהשדה המגנטי במרכז הסלילים יהיה $9[mT]$
 - ב- שהשדה המגנטי במרכז הסלילים יהיה 0.



שני סלילים בעלי 100 כריכות כל אחד מצויים אחד בתוך השני, כמוראה בתרשים. קוטר הסליל הגדול הוא 7 ס"מ וקוטר הסליל הקטן 2 ס"מ. הזרם בסליל הגדול הוא 5 אמפר. א- מה צריך להיות הזרם בסליל הקטן על מנת שהשדה המגנטי במרכז הסלילים יהיה 9[mT]?

◀ גודל השדה המגנטי שיוצר הסליל הגדול במרכז הסלילים הוא:

$$B = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R} ; \quad B_1 = 100 \cdot \left(\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \right) \frac{5}{0.07} = 4.49 [mT]$$

◀ על מנת לקבל 9[mT] במרכז הסלילים, השדה המגנטי של הסליל הקטן צריך לחזק את זה של הסליל הגדול בעוצמה של: 9 [mT] - 4.49 [mT] = 4.51 [mT].

◀ כלומר הזרמים בשני הסלילים צריכים להיות באותו הכיוון (מחוץ לדף או אל תוך הדף). גודלו של הזרם שבסליל הקטן הוא:

$$B = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R}$$

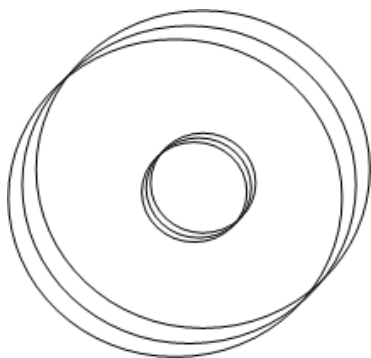
$$B_2 = 0.00451 = 100 \cdot \left(\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \right) \frac{I}{0.02} = 3.141 \cdot 10^{-3} \cdot I$$

$$I_2 = 1.436 [A]$$

ב- מה צריך להיות הזרם בסליל הקטן על מנת שהשדה המגנטי במרכז הסלילים יהיה 0T.

◀ במקרה זה השדות של שני הסלילים צריכים להיות שווים ומנוגדים, כלומר גם הזרמים בסלילים צריכים להיות מנוגדים.

◀ הזרם בסליל הקטן הוא:

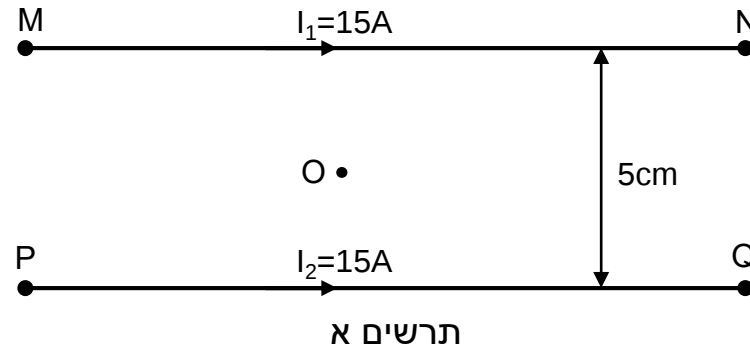


$$B = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R}$$

$$B_2 = 0.00449 = 100 \cdot \left(\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \right) \frac{I}{0.02}$$

$$I_2 = 1.43 [A]$$

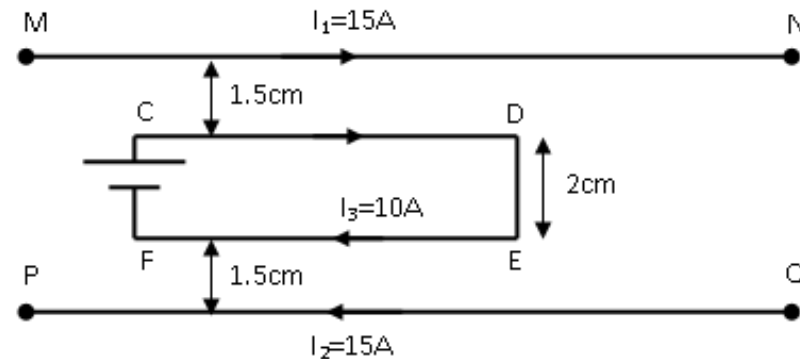
שני תילים ארוכים, MN ו-PQ, נמצאים במישור אחד. התילים מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם הוא 5 [cm]. דרך התילים MN ו-PQ עוברים זרמים I_1 ו- I_2 בהתאמה, הזרים בכיוונם, ועוצמתו של כל אחד מהם היא 15 [A]. (ראה תרשים א).



- א- מהו כיוון הכוח המגנטי שהתיל MN מפעיל על התיל PQ? הסבר.
- ב- מהו השדה המגנטי השקול לשדות המגנטיים הנוצרים על ידי הזרמים בתילים MN ו-PQ בנקודה O, הנמצאת במישור של שני התילים ובמרחק 2.5 cm מכל אחד מהם (ראה תרשים א)? נמק.

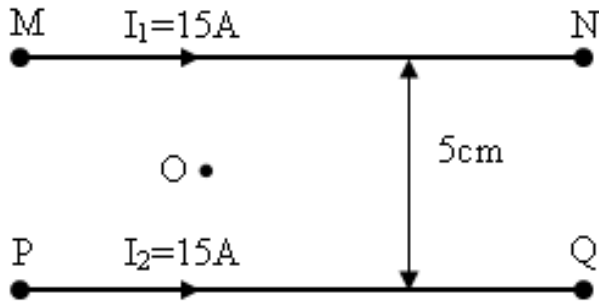
הערה: המשך השאלה בשקף הבא.

הופכים את כיוון הזרם בתיל PQ. המרחק בין התילים נשאר 5 [cm] . במישור התילים ובדיוק באמצע ביניהם מוסיפים מסגרת מלבנית מוליכה CDEF, שאורכי צלעותיה הם $CD = 10 \text{ [cm]}$ ו- $DE = 2 \text{ [cm]}$. הצלע CD והתיל MN מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם הוא $L = 1.5 \text{ [cm]}$ במסגרת זורם שנוצמתו $I_3 = 10 \text{ [A]}$, כמתואר בתרשים ב.



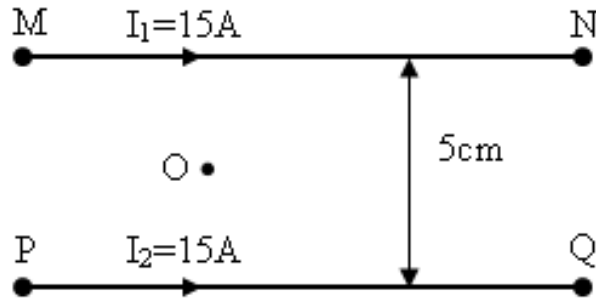
תרשים ב

- ג- הסבר מדוע במצב זה הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת CDEF שווה לאפס.
- ד- מסלקים את התיל PQ. מהו הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון), הפועל על המסגרת CDEF בהשפעת הזרם הזורם בתיל MN?



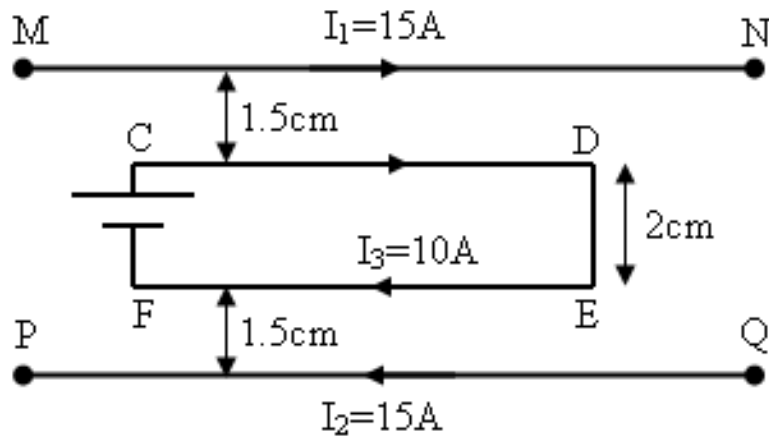
א- מהו כיוון הכוח המגנטי שהתיל MN מפעיל על התיל PQ? הסבר.

- ▶ כיוון הכוח המגנטי הוא כלפי מעלה. על פי כלל יד ימין, השדה המגנטי באזור התיל PQ (בהשפעת הזרם הזורם בתיל MN) הוא פנימה במאונך למישור הדף.
- ▶ מאחר ובתיל זורם זרם מ- P ל- Q פועל על התיל כוח מגנטי שכיוונו מעלה.



ב- מהו השדה המגנטי השקול לשדות המגנטיים הנוצרים על ידי הזרמים בתילים MN ו-PQ בנקודה O, הנמצאת במישור של שני התילים ובמרחק 2.5 cm מכל אחד מהם (ראה תרשים א)? נמק.

- ▶ השדה השקול בנקודה O שווה לאפס.
- ▶ בהשפעת הזרם בתיל MN השדה המגנטי בנק' O הוא פנימה.
- ▶ בהשפעת הזרם בתיל PQ השדה המגנטי בנק, O הוא החוצה.
- ▶ מאחר והזרמים שווים בעוצמתם והם נמצאים במרחק שווה מהנקודה O השדות המגנטיים שיוצרים שני התילים מבטלים זה את זה.



ג- הסבר מדוע במצב זה הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת CDEF שווה לאפס.

- ▶ הכוח השקול על המסגרת שווה לאפס מכיוון ש- MN מושך את CD ו- PQ מושך את EF. שני כוחות אלה שווים בגודלם ומנוגדים בכיוונם.
- ▶ MN דוחה את EF ו- PQ דוחה את CD. גם הפעם השקול שלהם שווה לאפס כי שני כוחות אלה שווים בגודלם ומנוגדים בכיוונם.

ד- מסלקים את התיל PQ. מהו הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון), הפועל על המסגרת CDEF בהשפעת הזרם הזורם בתיל MN?

▲ הכוח שהתיל MN מושך את CD:

$$F_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_3 \cdot \lambda}{2\pi r_1}$$

▲ הכוח שהתיל MN דוחה את FE:

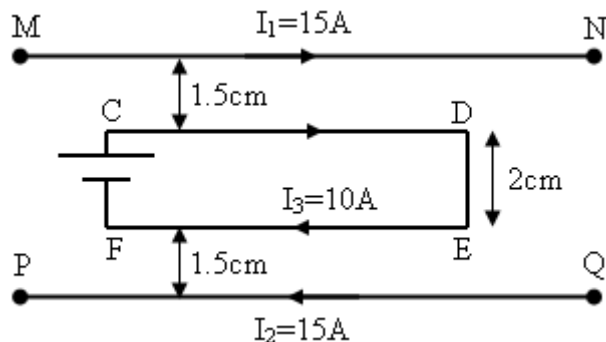
$$F_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_3 \cdot \lambda}{2\pi r_2}$$

▲ מאחר ש $r_1 < r_2$ מתקבל ש- $F_1 > F_2$ לכן הכוח השקול הוא כוח משיכה בכיוון מעלה וגודלו:

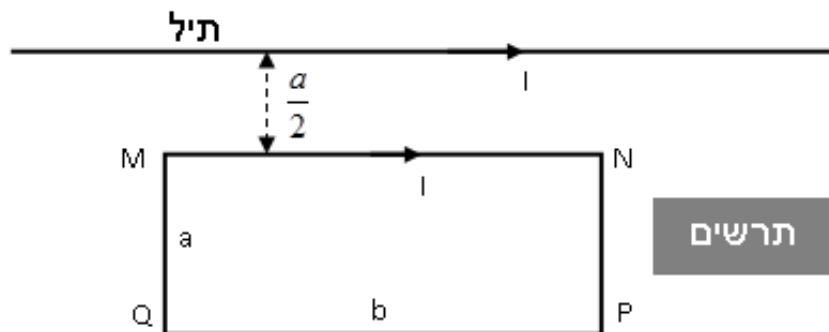
$$\sum F = F_1 - F_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_3 \cdot l}{2\pi} \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\sum F = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 15 \cdot 10 \cdot 0.1}{2\pi} \cdot \left(\frac{1}{0.015} - \frac{1}{0.035} \right)$$

$$\sum F = 1.143 \cdot 10^{-4} [N]$$



מסגרת מוליכה מלבנית MNPQ מונחת על לוח אופקי. אורכי צלעות המסגרת הם a ו- b . המסגרת מחוברת למקור מתח, באופן שזורם בה זרם I . תיל ישר וארוך שגם בו זורם זרם I , נמצא על הלוח במקביל לצלע MN של המסגרת, ובמרחק $a/2$ ממנה. בתרשים א שלפניך מתוארת באופן סכמטי המערכת ממבט על.

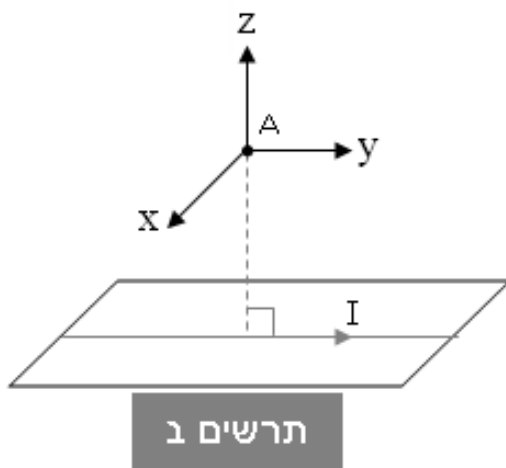


נתון: $b = 18$ [cm], $a = 2$ [cm], $I = 30$ [A]

- א- חשב את הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון) הפועל על המסגרת MNPQ.
- ב- הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי השקול בסעיף א אין צורך לחשב את הכוחות המגנטיים שהתיל מפעיל על הצלעות MQ ו-NP.
- ג- הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי השקול בסעיף א אין צורך להתחשב בכוחות המגנטיים שצלעות המסגרת מפעילות זו על זו.
- ד- מצא את הגודל ואת הכיוון של הכוח המגנטי, שהמסגרת מפעילה על התיל.

הערה: המשך השאלה בשקף הבא.

ה- מסלקים את המסגרת מהמערכת, ועל הלוח נשאר התיל בלבד.
מבין האפשרויות (1)-(6) שלפניך, מהו הכיוון של השדה המגנטי
בנקודה A הנמצאת מעל התיל?



נתון: $b = 18 \text{ [cm]}$, $a = 2 \text{ [cm]}$, $I = 30 \text{ [A]}$

א- חשב את הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון) הפועל על המסגרת MNPQ.

◀ הכוח בין שני תילים נושאי זרם:

$$F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \lambda}{2\pi \cdot d}$$

$$F_{MN} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 30 \cdot 30 \cdot 0.18}{2\pi \cdot 0.01} = 3.24 \cdot 10^{-3} \text{ [N]}$$

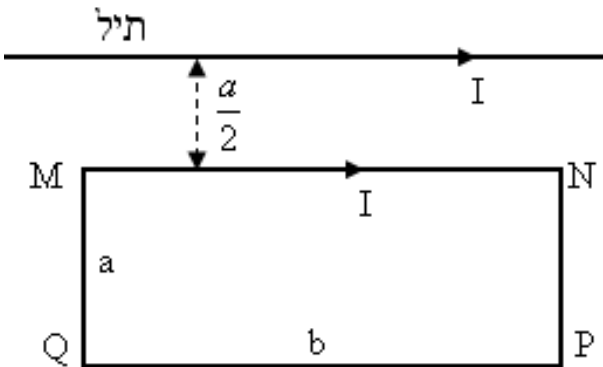
◀ בכיוון מעלה כלפי התיל

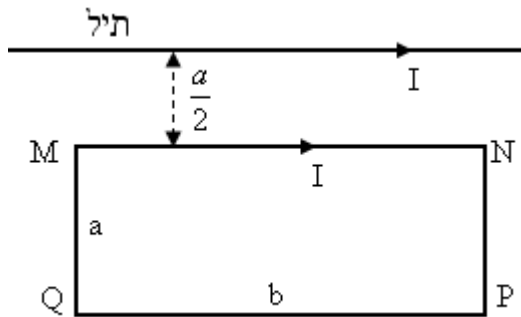
$$F_{PQ} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 30 \cdot 30 \cdot 0.18}{2\pi \cdot 0.03} = 1.08 \cdot 10^{-3} \text{ [N]}$$

◀ בכיוון מטה החוצה מהתיל

$$\sum F = F_{MN} - F_{PQ} = 3.24 \cdot 10^{-3} - 1.08 \cdot 10^{-3} = 2.16 \cdot 10^{-3} \text{ [N]}$$

◀ בכיוון מעלה כלפי התיל



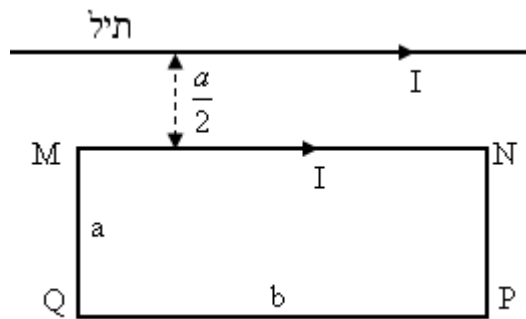


ב- הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי השקול בסעיף א אין צורך לחשב את הכוחות המגנטיים שהתיל מפעיל על הצלעות MQ ו-NP.

◀ בגלל המרחק השונה מהתיל נושא הזרם אל כל נקודה ונקודה לאורך התיל NP פועל כוח שונה בגודלו. כיוון הכוח הוא ימינה. לכל נקודה על התיל NP יש נקודה זזה במרחק, גם בתיל MQ, עליה פועל אותו כוח אבל בכיוון שמאלה, ולכן השקול שלהם הוא אפס.

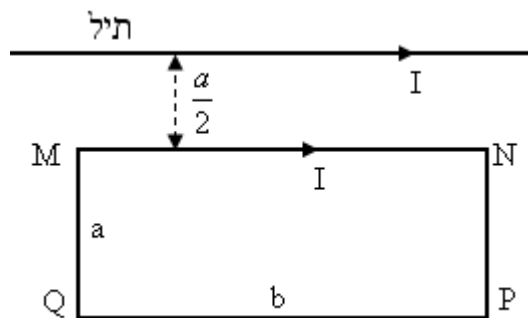
ג- הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי השקול בסעיף א אין צורך להתחשב בכוחות המגנטיים שצלעות המסגרת מפעילות זו על זו.

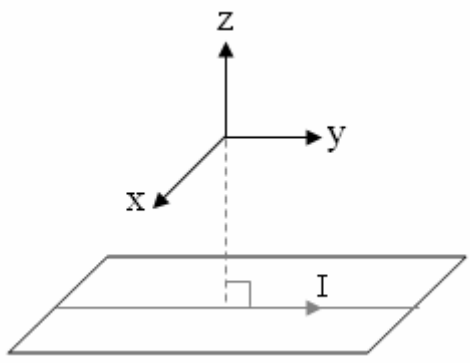
אין צורך להתחשב בכוחות המגנטיים שצלעות המסגרת מפעילות זו על זו כי הכוח השקול שלהם מתאפס היות והכוחות שווים זה לזה בגודל ושונים במגמה. (הכוחות בין התילים הם כוחות פנימיים על המערכת).



ד- מצא את הגודל ואת הכיוון של הכוח המגנטי, שהמסגרת מפעילה על התיל.

◀ הכוח המגנטי שהמסגרת מפעילה על התיל הוא כגודל הכוח שהתיל מפעיל על המסגרת רק בכיוון מנוגד, על פי החוק השלישי של ניוטון.





- ה- מסלקים את המסגרת מהמערכת, ועל הלוח נשאר התיל בלבד. מבין האפשרויות (1)-(6) שלפניך, מהו הכיוון של השדה המגנטי בנקודה A הנמצאת מעל התיל?
- ▶ התשובה: (1) בכיוון ציר x (על פי כלל היד הימנית).

תלמיד התבקש ליצור שדה מגנטי של 0.005 טסלה בנקודה מסוימת במרחב, באמצעות מקור מתח ותיל נחושת המצופה בשכבת בידוד דקה. אורך התיל 80 ס"מ, קוטרו 0.6 מ"מ והתנגדותו ליחידת אורך 0.0594 אום למטר.

א- התלמיד שקל ליצור לולאה מעגלית אחת שהיקפה 80 ס"מ. איזה זרם היה דרוש כדי ליצור במרכז הלולאה את השדה המבוקש?

ב- התלמיד החליט לבנות סילונית ארוכה (יחסית לרדיוסה) על-ידי ליפוף התיל, בשכבה אחת, באופן שכריכות הסליל צמודות זו לזו. איזה זרם דרוש כדי ליצור בתוך הסילונית את השדה המבוקש?

ג- חשב את ההספק הדרוש כדי ליצור את השדה המגנטי המבוקש:

ג(1) בלולאה המתוארת בסעיף א.

ג(2) בסילונית המתוארת בסעיף ב.

תלמיד התבקש ליצור שדה מגנטי של 0.005 טסלה בנקודה מסוימת במרחב, באמצעות מקור מתח ותיל נחושת המצופה בשכבת בידוד דקה. אורך התיל 80 ס"מ, קוטרו 0.6 מ"מ והתנגדותו ליחידת אורך 0.0594 אום למטר.

א- התלמיד שקל ליצור לולאה מעגלית אחת שהיקפה 80 ס"מ. איזה זרם היה דרוש כדי ליצור במרכז הלולאה את השדה המבוקש?

◀ השדה המגנטי במרכז לולאה:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2R}$$

$$L = 2\pi R$$

◀ נחשב את רדיוס הלולאה בעזרת הביטוי להיקפה:

$$R = \frac{L}{2\pi}$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2 \cdot \frac{L}{2\pi}} = \frac{\mu_0 \cdot \pi \cdot N \cdot I}{L}$$

◀ מכאן:

$$0.005 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \pi \cdot 1 \cdot I}{0.8} \Rightarrow I = 1,013.2 [A]$$

- ב- התלמיד החליט לבנות סילונית ארוכה (יחסית לרדיוסה), על-ידי ליפוף התיל, בשכבה אחת, באופן שכריכות הסליל צמודות זו לזו. איזה זרם דרוש כדי ליצור בתוך הסילונית את השדה המבוקש? השדה המגנטי במרכז סילונית ארוכה: ◀

$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{L}$$

- ◀ אורך הסילונית L נבנה ע"י הצבת N חוטים שקוטר כל אחד מהם הוא זה לצד זה:

$$L = N \cdot d$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{N \cdot d} = \frac{\mu_0 \cdot I}{d}$$

$$0.005 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot I}{6 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow I = 2.39 [A]$$

ג- חשב את ההספק הדרוש כדי ליצור את השדה המגנטי המבוקש:
ג(1) בלולאה המתוארת בסעיף א.

$$R = \lambda \cdot L$$

$$P = I^2 \cdot R = I^2 \cdot \lambda \cdot L = (1,013.2)^2 \cdot 0.8 \cdot 0.0594 = 4.9 \cdot 10^4 [W]$$

ג(2) בסילוניית במתוארת בסעיף ב. :

$$P = 2.39^2 \cdot 0.8 \cdot 0.0594 = 0.27 [W]$$