

תכנית רוטשילד ויצמן למצוינות בהוראת המדעים

פרויקט גמר

העשרת דגם ההוראה בנושא:

”מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי”.

שם הסטודנטית : אירינה ספרוב

מנחה : ד"ר חנה ברגר

תאריך הגשה : בכסלו תשע"ד, 5 נובמבר 2013

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

תוכן עניינים :

1. מבוא.....	3-4
2. רקע מדעי.....	5-12
3.רקע פדגוגי.....	13
3.1 תמצית דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי".....	13-14
3.2 מהות ההעשרה המופיעה בפרויקט זה.....	15
3.2.1 הצעה להפעלה הראשונה - שאלון רב ברירה בעבודה : יחידנית,	
קבוצתית ודיון כיתתי.....	16
(1 עבור מורים - דרך העבודה ומטרות ההפעלה.....	16-17
(2 עבור תלמידים - שאלון לבדיקת הידע.....	18-21
(3 עבור מורים : מיפוי שאלות אל מול המטרה, הערכה לשם	
למידה, תשובות לשאלון והרחבה.....	22-27
3.2.2 הצעה להפעלה השנייה - מטלת ביצוע "תחרות סרטונים".....	28
(1 מאפייני מטלת ביצוע.....	28
(2 עבור מורים - דרך עבודה, מטרות ההוראה, מחוון והצעה	
לרשימת סרטונים.....	28-33
(3 עבור תלמידים- הנחיות לפעילות.....	34
3.2.3 הצעה להפעלה השלישית – פתרון שאלות דירוג בעבודה : יחידנית,	
קבוצתית ודיון כיתתי.....	35
(1 עבור מורים - מטרות ההפעלה.....	36
(2 עבור תלמידים - שאלות דירוג לבדיקת הידע.....	37-41
4. מילון מושגים.....	42-43
5. סיכום.....	43-44
6. ביבליוגרפיה.....	45-46
7. נספח (העשרת רקע המדעי).....	47-49

תודות

ברצוני להודות לכל האנשים שלימדו אותי לתואר השני במסגרת התוכנית של רוטשילד ויצמן למורים מצטיינים בהוראת המדעים, וגרמו לשינויים בידע שהיה ברשותי. תודה רבה לדוקטור חנה ברגר על העצה, על ההכוונה, על התמיכה ועל העידוד בכתיבת העבודה. תודה רבה לדוקטור אמנון חזן על הליווי, על העצות ועל התמיכה בכתיבת העבודה.

1. מבוא

לאלקטרומגנטיות יש תפקיד מרכזי בקביעת המבנה של עולם הטבע והיא הבסיס של הטכנולוגיה המודרנית, לכן הבנה של עקרונות בסיסיים בחשמל ומגנטיות היא חשוב מאוד. הבנת המושגים הקשורים לאלקטרומגנטיות דורשת ראייה מרחבית. לתלמידים רבים תפיסה מרחבית חלשה, הם מתקשים מאוד בהבנת המושגים ובראיית הקשרים ביניהם.

רוב המושגים הנלמדים באלקטרומגנטיות הם מופשטים ורחוקים מחיי היום-יום של התלמידים. בלימודיהם, תלמידים נכנסים במהירות לעולם שבו כמעט כל הערכים הם בלתי נראים או מיקרוסקופיים (כמו אלקטרונים) או מושגים מופשטים (כמו שדה או פוטנציאל). המבוא המהיר של המושגים החדשים והסלמה במורכבות בתדירות גבוהה, יצורים במוחם של תלמידים אמונה שפיזיקה מורכבת ממספר רב של נוסחאות לא קשורות.

ראו : Restructuring the introductory electricity and magnetism course, Am. J. Phys. (2006).

בשנים האחרונות פותח ע"י צוות מהמחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן דגם הוראה בנושא "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי". מטרתו של דגם ההוראה לסייע למורה בתכנון ההוראה שלו. בדגם ההוראה מופיע מגוון של רעיונות ופעילויות להוראת הנושא, כמו סקירה של קשיים נפוצים של התלמידים והצעות להתמודדות איתם, רעיונות לשיעור פתיחה, ניסויים, פעילויות ורעיונות להערכה. מתוך דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי"

<http://ptc.weizmann.ac.il/?CategoryID=1426&ArticleID=3297>

מטרתה של עבודת הגמר הזאת היא להעשיר את דגם ההוראה, בפעילויות הממוקדות בתלמיד. את הרעיונות הללו למדתי לתואר שני במכון ויצמן במהלך הקורסים, העוסקים בדיקטיקה של הפיזיקה, כגון: קורס "סוגיות בהוראת הפיזיקה" (הערכה לשם למידה ופתרון בעיות בפיזיקה); קורס "דרכים ושיטות להערכת הלמידה" (מטלות ביצוע); קורס "קוגניציה, למידה והוראה"

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

(קשיים בלמידה ותפיסות אלטרנטיביות, ייצוג מנטלי של ידע); וקורס "שילוב טכנולוגיה בהוראה" (קווים מנחים לעיצוב פעילויות משלבות טכנולוגיה).

הוראה ממוקדת בלומד הינה תהליך הוראה/למידה, המדגיש את האקטיביות והרפלקטיביות של הלומד, יחד עם מתן תשומת לב לשונות בין לומדים. הוראה ממוקדת בלומד מתרכזת בצרכים, ביכולות ובתהליך הלמידה של הלומדים.

(ראו : Learner-Centered, American Psychological Association, November 1997)

אחד המאפיינים של הוראה ממוקדת בלומד הוא הערכה לשם למידה (הל"ל). הל"ל היא חלק מתהליך ההוראה והלמידה, כאשר תכנון שיעור על-ידי מורה צריך לספק הזדמנויות לאיסוף מידע על התקדמות התלמידים לכיוון מטרות הלמידה ולשימוש במידע זה. השאלות שנשאלות והמטלות שניתנות על ידי מורה צריכות לאפשר להציג את הידע, את ההבנה ואת המיומנויות של התלמידים בדרכים שונות. כמו כן, לספק משוב לשיפור הלמידה, ההוראה והערכה ולהציע דרכים כיצד לגשר על הפער בין מטרות הלמידה לבין ידע הלומד. (ראו : הערכה לשם למידה ומאפיינים של קהילה מקצועית בית ספרית ותרבות כיתה המעצימים אותה, מנוחה בירנבוים, 2009)

בהמשך, אביא הצעות לשלוש הפעלות, הממוקדות בתלמיד. כל שלוש הפעילויות הן פעילויות הערכה לשם למידה.

הפעילות הראשונה (שאלות רבות ברירה) והפעילות השלישית (שאלות דירוג), הן כלים, המתאימים לאיסוף מידע על מיקומו של תלמיד ביחס למטרה ולטיפול בפער בידע באמצעות הערכת עמיתים ומשוב עצמי. בפעילויות הללו מופיעות מספר שאלות, כאשר כל שאלה עומדת בפני עצמה וניתנת להפעלה במשך 1-2 שיעורי פיזיקה. מבנה ההפעלה של הפעילויות היא: עבודה אישית, קבוצתית, דיון כיתתי ורפלקציה.

הפעילות השנייה הינה מטלת ביצוע - צורת עבודה, המבוססת על הערכה אישית והערכת עמיתים מתמשכות ושמקדמות למידה. הפעילות מתבצעת לאורך זמן רב יותר (כשבועיים).

כל הפעילויות פותחו או עובדו על ידי, בדגש של מאפיינים של הערכה מקדמת למידה.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

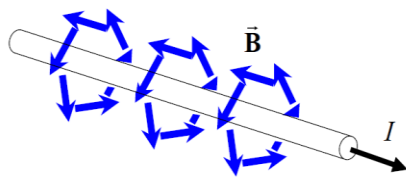


2. רקע מדעי

מעובד לפי הספר של רות צ'באי וברוס שרווד,
Matter & Interactions

שדה מגנטי

• ...שדות חשמליים E נוצרים על ידי ... נוכחות של מטען חשמלי (נייח או נע) ...



• ..שדות
מגנטיים
... B
נוצרים
על ידי...
מטענים
... נעים



גילוי שדות מגנטיים ...

הנס אורסטד בשנת 1820 גילה שזרם חשמלי יוצר שדות מגנטיים

חוק ביו-סבר לחלקיק נע בעל מטען חשמלי

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



השדה המגנטי בנקודה מסוימת שיוצר מטען נע נקבע על פי חוק ביו-סבר. בניסוח מתמטי, השדה המגנטי שיוצר חלקיק בעל מטען חשמלי הנע במהירות, בנקודה שנמצאת במיקום במרחב ביחס

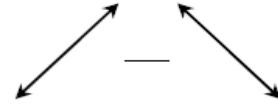
$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k}$$

לחלקי ק, הוא:

$$= \vec{G} \text{ where } \vec{G} \perp \vec{A} \text{ and } \vec{G} \perp \vec{B}$$

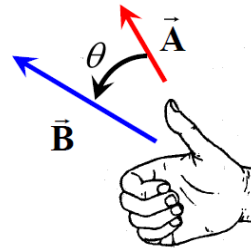
$$\begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

always



שדה

$$\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \hat{k}$$

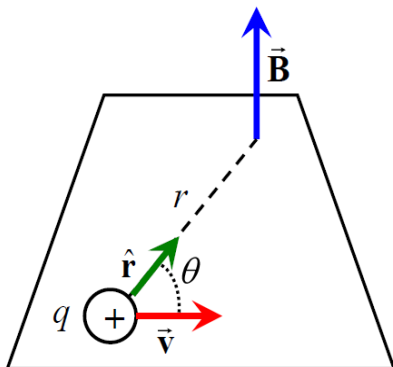


יחידת מידה של מגנטי B: טסלה (T)
מכפלה וקטורית



בקואורדינטות פולריות:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$$



$$\mu_0 = \text{permeability of free space} \\ = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \text{ exactly}$$

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למת בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכך זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

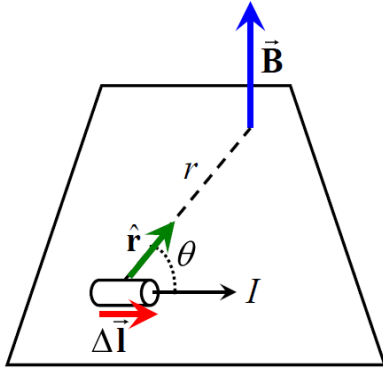


זרם אלקטרוניים.

בתיל מתכתי עם שטח החתך A , אלקטרוניים

$$q\vec{v} = nA\Delta l |q|\vec{v} = |q|nA\bar{v} \Delta l = I\Delta l \quad \text{חופש}$$

יים נעים בהשפעת שדה E .



מהירות הסחיפה

של האלקטרוניים

במוליך \bar{v} .

$$\Delta\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$



המרחק שעוברים האלקטרוניים בזמן Δt שווה $\bar{v}\Delta t$. מספר האלקטרוניים בגליל

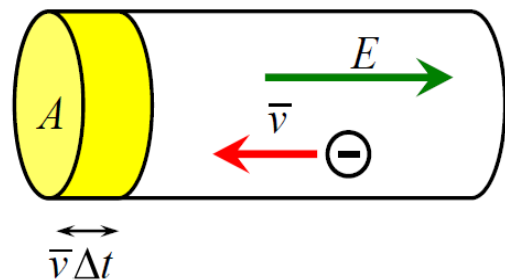
הצהוב שווה $nA\bar{v}\Delta t$, מספר האלקטרוניים ביחידת נפח. הזרם במתכות:

חוק ביו-סבר לזרמים

ניקח תיל קטן ודק באורך Δl עם שטח חתך A . אם

יש n חלקיקים הנעים ביחידת נפח, אז יש $nA\Delta l$

חלקיקים בנפח זה. סך הכל התרומה היא:



אפשר לכתוב:

בכיוון של זרם I

$\Delta\vec{l}$ הוא וקטור של גודל Δl

$$I = enA\bar{v}$$

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



השדה המגנטי של תיל

ישר.

$$B_z = \frac{\mu_0}{4\pi} I x \int_{-\frac{L}{2}}^{+\frac{L}{2}} \frac{dy}{x^2 + y^2}^{\frac{3}{2}}$$

$$B_z = \frac{\mu_0}{4\pi} I x \frac{y}{x^2 \sqrt{x^2 + y^2}} \Big|_{-\frac{L}{2}}^{+\frac{L}{2}} = \dots = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{LI}{x \sqrt{x^2 + L/2^2}}$$

של המגנטי $B_{wire} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{LI}{r \sqrt{r^2 + L/2^2}}$ השדה אלמנט זעיר בלבד:

$$B_{wire} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I}{r}$$

$$\vec{r} = x\hat{i} - y\hat{j}$$

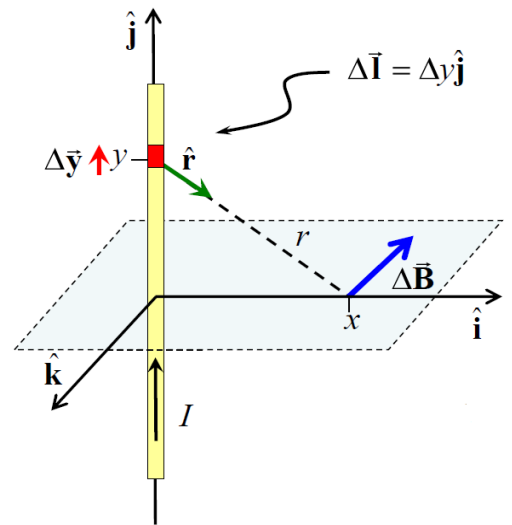
$$\vec{r} : r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{r} = \frac{x\hat{i} - y\hat{j}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

נעשה אינטגרציה על כל האורך L של התיל, כאשר $\Delta y \rightarrow 0$ (רק B_z אינו אפס):

$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta y \hat{j} \times \hat{r}}{x^2 + y^2}$$

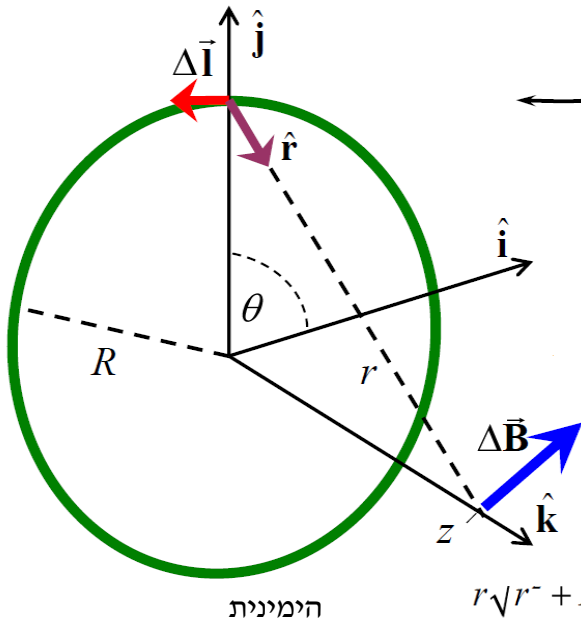
$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta y \hat{j}}{x^2 + y^2} \times \frac{x\hat{i} - y\hat{j}}{\sqrt{x^2 + y^2}} \quad \hat{j} \times x\hat{i} - y\hat{j} = -x\hat{k}$$



אפשר לכתוב: $r = x$

$$\Delta \vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I x \Delta y}{x^2 + y^2}^{\frac{3}{2}} \hat{k}$$

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביוכימיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



אם $L \gg r$:

$$\Delta \vec{I} = -R \Delta \theta \hat{i}$$

$$\vec{r} = -R \hat{j} + z \hat{k}$$

$$r : r = \sqrt{R^2 + z^2}$$

$$: r \gg L \quad \hat{r} = \frac{\vec{r}}{r} = \frac{-R \hat{j} + z \hat{k}}{\sqrt{R^2 + z^2}} \quad \text{אם}$$

מה כיוונו של

$$r \sqrt{r^2 + L/2^2} \rightarrow r \sqrt{L/2^2} = r L/2 \quad \text{נשתמש בכלל היד}$$

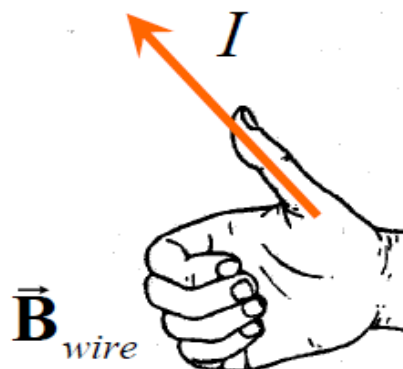
$$B_{wire} \rightarrow \frac{\mu_0 I \Delta l}{4\pi r^2}$$

\vec{B}_{wire} ?

הציר של הלולאה

השדה המגנטי לאורך המעגלית של התיל

... עם רדיוס R וזרם I



כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



השדה המגנטי של אלמנט זעיר בלבד:

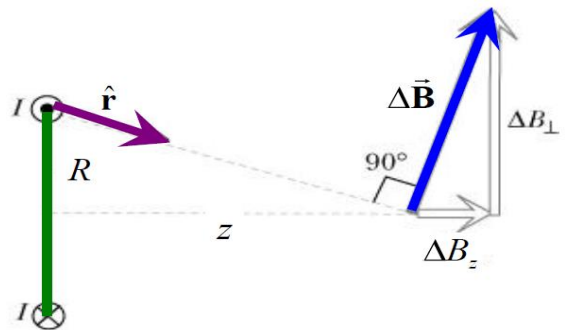
זה

$$B_z = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I R^2}{R^2 + z^2} \int_0^{2\pi} d\theta = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I R^2}{R^2 + z^2} 2\pi$$

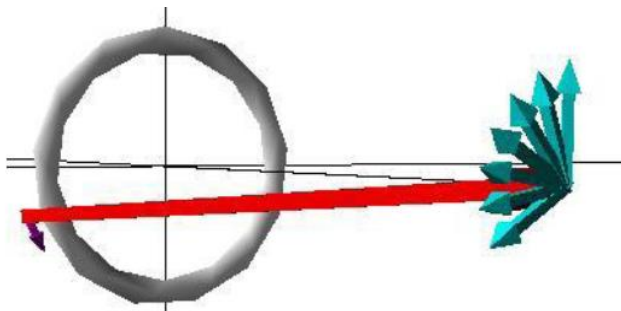
$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \vec{l} \times \hat{r}}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{-R\Delta\theta \hat{i} \times -R\hat{j} + z\hat{k}}{R^2 + z^2} \leftarrow \begin{aligned} & -R\Delta\theta \hat{i} \times -R\hat{j} + z\hat{k} \\ & = +zR\Delta\theta \hat{j} + R^2\Delta\theta \hat{k} \end{aligned}$$

רק ΔB_z אינו אפס:

$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{+zR\Delta\theta \hat{j} + R^2\Delta\theta \hat{k}}{R^2 + z^2}$$



$$\Delta B_z = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR^2\Delta\theta}{R^2 + z^2}$$



נעשה אינטגרציה על לולאה המעגלית כאשר $\Delta\theta \rightarrow 0$.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



מקרה ספציפי: במרכז הלולאה $z = 0$

$$B_{loop} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi I R^2}{R^2 + z^2}$$

מקרה ספציפי אחר, $z \gg R$:

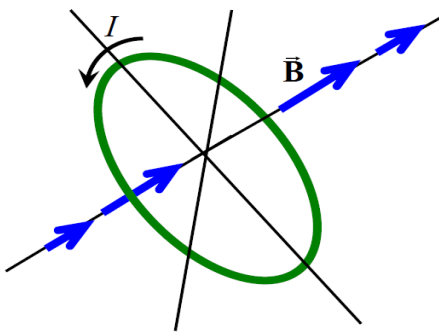
$$B_{loop} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi I}{R}$$

$$R^2 + z^2 \approx z^2 = z^3$$

$$B_{loop} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{z^3}$$

דיפול מגנטי.

מומנט

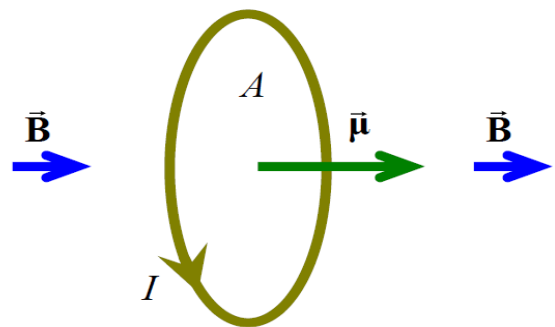


$$B_{axis} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{r^3}$$

for $r \gg R$

מומנט
מגנטי:

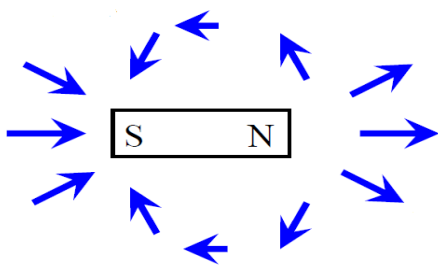
Write $B_{axis} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\mu}{r^3}$ דיפול



השדה המגנטי של מומנט מוט.

$$\mu = IA$$

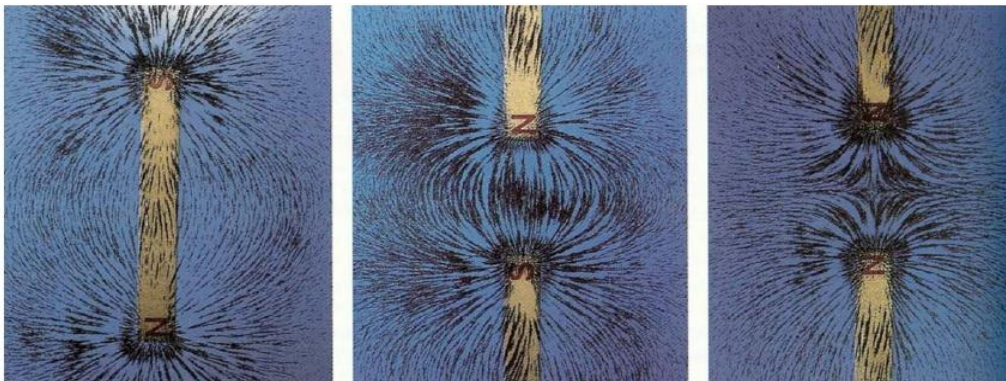
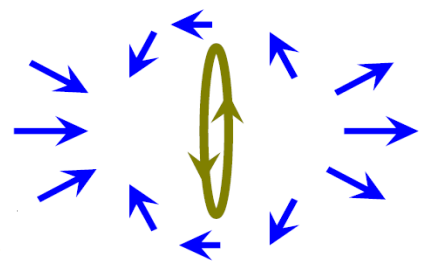
כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



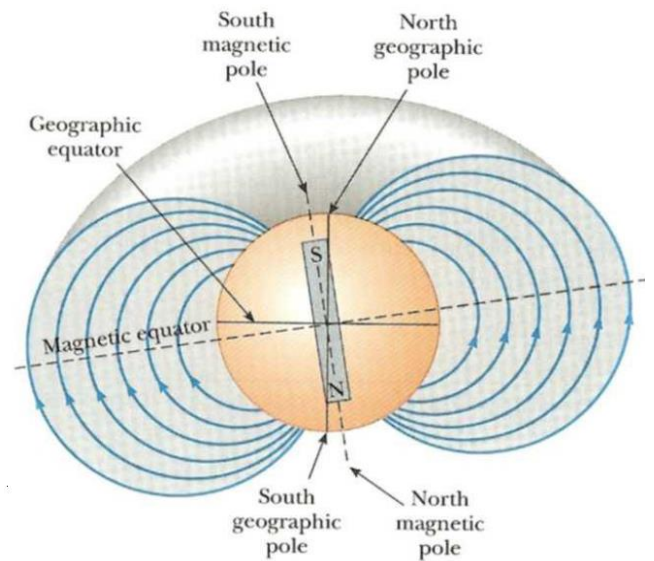
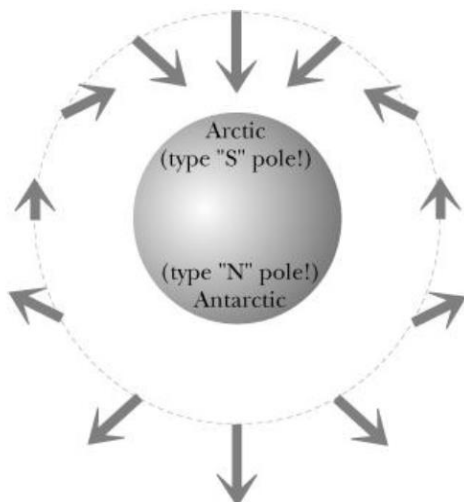
$$B_{axis} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\mu}{r^3}$$

עב...

ור מגנט מוט וטבעת מוליכה.



השדה המגנטי של כדור הארץ

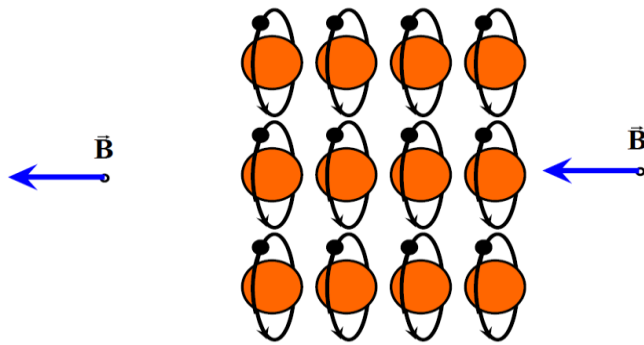


$$B_{Earth \text{ at Cape Town}} \approx 2.6 \times 10^{-5} \text{ T}$$

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



מודל האטום של בוהר (Bohr atomic model)



המבנה האטומי של מגנט...

כל לולאת הזרם האטומי תורמת לשדה מגנטי הכולל:

$$\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\mu}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{r^3}$$

$$I = \frac{e}{T} = \frac{e}{\left(\frac{2\pi R}{v}\right)} = \frac{ev}{2\pi R}$$

$$A = \pi R^2$$

$$\mu = IA = \left(\frac{ev}{2\pi R}\right) \pi R^2 = \frac{1}{2} eRv$$

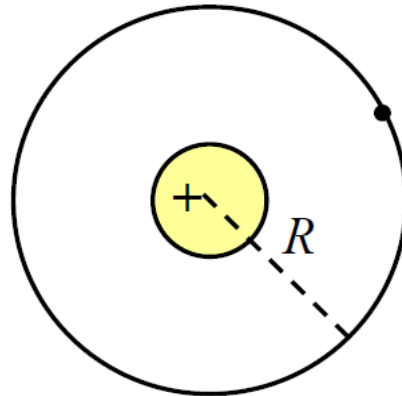


מומנט דיפול מגנטי: מודל פשוט של

אטום.

$$\left| m \frac{d\vec{v}}{dt} \right| = m \frac{v^2}{R} = F_{net}$$

$$m \frac{v^2}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{R^2}$$



$$v = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{R^2 m}}$$

... get $v \approx 1.6 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ for $R \approx 10^{-10} \text{ m}$

$$\mu = \frac{1}{2} eRv = \frac{1}{2} (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(10^{-10} \text{ m})(1.6 \times 10^6 \text{ m s}^{-1})$$

$$\mu \approx 1.3 \times 10^{-23} \text{ A m}^2 \text{ per atom}$$

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

העשרת רקע המדעי ראו נספח

3. רקע פדגוגי

במסגרת לימודי האלקטרומגנטיות תלמידים צריכים להכיר מודלים מדעיים, לבחון את התפתחויות שלהם, להבין תופעות שונות, ללמוד ולהבין חומר תיאורטי, לעשות ניסויים המקשרים ביניהם. תלמידים צריכים להכיר ייצוגים שונים, הם צריכים לדעת להשתמש ברעיונות מתמטיים של התחום, במחשב ובטכנולוגיה המודרנית.

תחילה, היה לי רעיון לעשות עבודת גמר בנושא: "התבוננות על שילוב בין חשמל לבין מגנטיות". במהלך איסוף החומרים לעבודת הגמר נתקלתי בדגם ההוראה בנושא שבחרתי, "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי". הדגם נכתב ע"י צוות מהמחלקה להוראת המדעים: ראש הפרויקט - ד"ר אסתר בגנו; יעוץ מדעי - ד"ר אסתר בגנו ופרופ' בת שבע אלון; כתיבה ועריכה - ד"ר חנה ברגר, זהורית קאפח ונדיה קרסניאנסקי. דגם ההוראה זה מציג את תכנית הלימודים בתחום, הוא מדגים כיצד ניתן לקדם מטרות הלימודיות באמצעות מגוון פעילויות ומציע פעילויות הערכה מתאימות.

לאחר שמצאתי את הדגם, חשבתי שאצטרך לוותר על נושא העבודה שלי, אך בהמשך עלה רעיון להמשיך בנושא האלקטרומגנטיות ולהעשיר את הדגם ההוראה בפעילויות ממוקדות בתלמיד, בהתאם לגישות הוראה חדשות בהוראת המדעים, עליהן למדתי במסגרת התוכנית של רוטשילד ויצמן למורים מצטיינים בהוראת המדעים.

3.1 תמצית דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי".

מטרות בתחום התוכן של דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי":

- הצגת עיקרי הדברים בהתפתחות הידע אודות השדה המגנטי ומקורותיו.
- תאור של אופן פעולתו של המצפן ככלי למציאת כיוון השדה המגנטי ושימוש נכון בו.
- הכרת השדה המגנטי של כדור הארץ, של מגנטים בעלי גיאומטריה שונה ושל תילים נושאי זרם בעלי גיאומטריה שונה.
- הכרת נוסחאות שונות לתיאור השדה המגנטי הנוצר ע"י תילים נושאי זרם בעלי גיאומטריה שונה ושימוש נכון בהן.
- הכרת כוחות ושדות מגנטיים והצגת קווי דמיון ושוני בין כוחות/שדות מגנטיים לבין כוחות/שדות חשמליים.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

- הסבר ושימוש נכון בנוסחה המתארת את הקשר בין הכוח שמפעיל שדה מגנטי על תיל נושא זרם לבין הגורמים המשפיעים על כוח זה.
- שימוש נכון בכלל יד ימין למציאת כיוון הכוח.
- הגדרת עצמת השדה המגנטי בנקודה, השוואת ההגדרה להגדרת השדה החשמלי בנקודה ושימוש נכון בהגדרה.

דגם הוראה זה מציג רצף הוראה המתאים לגישה: תחילה לדון בקשר שבין שדה מגנטי וזרם חשמלי ולאחר מכן בכוח לורנץ ובתנועת חלקיק טעון בשדה מגנטי. אם כי כל מורה מוזמן לשנות את סדר הפעילויות כך שיתאים לגישת ההוראה השנייה: לדון תחילה בכוח לורנץ ובתנועת חלקיק בודד בשדה מגנטי ורק בהמשך בקשר בין השדה המגנטי והזרם החשמלי.

פירוט הנושאים על פי תוכנית הלימודים לרמת 3 ו-5 יח"ל של דגם ההוראה " מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי, מופיע באתר מורי הפיזיקה. כתובת האתר:

<http://ptc.weizmann.ac.il/?CategoryID=1426&ArticleID=3297>

סוגי הפעילויות שיש בדגם ההוראה

פעילות 1 - פתיחה.

נושאי הפעילות: הכרת השדה המגנטי של מגנט ושל כדה"א, מיפוי השדה המגנטי ע"י קווי שדה וקביעת כיוון השדה המגנטי בעזרת מצפן.

הפעילות מתמקדת בהשוואה בין התכונות של השדה האלקטרוסטטי לבין תכונות השדה המגנטי. ההשוואה מתבססת על הידע שרכשו התלמידים אודות השדה החשמלי בפרקים קודמים ועל תופעות מגנטיות המוכרות לתלמידים מחיי היום-יום.

מספר שעות: 2 (5 יח"ל), 1 (3 יח"ל)

פעילות 2 - השפעת השדה המגנטי על זרם, עצמת השדה המגנטי.

נושאי הפעילות: ביצוע הדגמה (או ניסוי כמותי) של הכוח המגנטי הפועל על תיל נושא זרם, ביטוי מתמטי של הקשר בין הכוח לבין הגורמים בהם הוא תלוי, $F=BI\ell\sin\alpha$, והגדרת עוצמת השדה המגנטי בעזרת ביטוי זה.

מספר שעות: 3 (5 יח"ל), 5 (3 יח"ל)

פעילות 3 - הקשר בין השדה המגנטי ומקורותיו.

נושאי הפעילות: הזרם החשמלי כמקור לשדה מגנטי- המבנה הגיאומטרי של המוליכים כגורם משפיע על השדה המגנטי.

מספר שעות: 5 (5 יח"ל), 7 (3 יח"ל)

פעילות 4 - ניסוי - גליונומטר טנגנטי

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

נושאי הפעילות: יישום התיאוריה בניסוי למציאת הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ במקום בו נערך הניסוי.
מספר שעות: 3 ברמת 5 יח"ל, נספר כחלק משעות המעבדה.

פעילות 5- יישומון

נושאי הפעילות: חקירה באמצעות הדמיה של שדות מגנטיים הנוצרים על ידי מקורות שונים שיעורי בית להגשה.
בדגם ההוראה מפורטות הפעילויות 1, 2, 3, 4. בכל פעילויות מוגדרות המטרות האופרטיביות של הפעילות והדרכים להשיגן.
(מתוך דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי").

3.2 מהות ההעשרה המופיעה בפרויקט הגמר.

בפרק זה מופיעות הצעות לשלוש הפעלות. כל שלוש ההפעלות מדגישות הוראה ממוקדת לומד ומשלבות הערכה לשם למידה.

הוראה ממוקדת בלומד הינה תהליך הוראה/למידה, המדגיש את האקטיביות והרפלקטיביות של הלומד, יחד עם מתן תשומת לב לשונות בין לומדים. הוראה ממוקדת בלומד מתרכזת בצרכים, ביכולות ובתהליך הלמידה של הלומדים.

(ראו: Learner-Centered, American Psychological Association, November 1997)

מאפיינים של הוראה ממוקדת לומד

1. הסתמכות על הלמידה אקטיבית ולא פסיבית
2. דגש על למידה מעמיקה והבנה
3. הגברת אחריות של התלמידים
4. תחושה מוגברת של אוטונומיה של לומד
5. תלות הדדית בין מורה לתלמיד
6. כבוד הדדי בין מורה לבין התלמיד
7. גישה רפלקטיבית לתהליך ההוראה ולמידה מצד המורה והלומד

(לפי: Student - centred learning: what does it mean for students and lecturers? /

Geraldine O'Neill and Tim McMahon, University College Dublin, 2005)

אחת מהדרכים בהן ניתן ליישם הוראה ממוקדת לומד הוא הערכה לשם למידה. את אסטרטגיית ההוראה- הערכה לשם למידה למדתי במהלך הקורס "סוגיות בהוראת הפיזיקה 2".

"תהליך מיטבי של הל"ל (הערכה לשם למידה או הערכה מעצבת) כולל חמישה שלבים: הגדרת יעדים (סימון המטרה), פיתוח כלים מתאימים לאיסוף ראיות על מיקומו של הלומד ביחס למטרה, איסוף הראיות, ניתוח ופירוש הראיות (אבחון הפער בין הרצוי למצוי) ונקיטת צעדים

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

מתאימים לצמצום הפער ולהערכת יעילותם". (פרופ' מנוחה בירנבוים, "הערכה לשם למידה", אוניברסיטת תל אביב, 2007)

הערכה, כדי שתהיה מעצבת, צריכה להיות קומוניקטיבית ובעלת משמעות למי שהיא מופנית, היא צריכה להיות ברורה ומובנת. כמו כן, כדי שהערכה תעזור לתמיד לשפר את הישגיו, היא צריכה להינתן בזמן שעוד אפשר לשפר, ז"א צריך לספק את הערכה בסוף השבוע, בסוף הפרק, לפני שעוברים לשלב הבא, כשעוד אפשר לתקן. הערכה מעצבת אסור שתהיה מאיימת (ציונים מאיימים). אם ההערכה תאיים על התלמיד, הוא לא יפיק שום תועלת מההערכה.

3.2.1 הצעה להפעלה הראשונה – שאלות רב ברירה

בסעיף זה מוצגים:

- רקע למורים המציג את הגישה הדידקטית העומדת מאחורי הפעילות, את מבנה הפעילות ואת המטרות האופרטיביות שלה
- הדף לתלמידים המדריך את התלמידים מה לעשות בכל שלב וכולל את השאלות
- הדף למורים הכולל תשובות לשאלות והסברים על נכונות/אי נכונות התשובות וכן, קשיים שהשאלה חושפת והרחבות מתחום התוכן.

רקע למורים

כדי לקדם הוראה ממוקדת לומד, אני מציעה פעילות כיתה (פעילות ששמה את התלמיד במרכז) לבדיקת מצב הידע וטיפול בקשיים, שמתגלים בשאלות רבות ברירה. הפעילות מתבצעת לפי שלבים הבאים: עבודה אישית, קבוצתית, דיון כיתתי ורפלקציה.

כפי שצינתי קודם, אחד המאפיינים של ההוראה ממוקדת לומד הוא הערכה לשם למידה.

ארבעת המאפיינים של הערכה לשם למידה שלפיהם מתבצעת הפעילות.

- א. **שלב העבודה היחידנית** - כל תלמיד עונה על השאלות בכוחות עצמו ובכך חושף את הידע שלו. מומלץ לבקש מהתלמידים להשתמש בעט כחול.
- ב. **שלב העבודה בקבוצות** - התלמידים מתחלקים לקבוצות. בכל קבוצה התלמידים בודקים את הדומה והשונה בתשובותיהם לשאלות של הפעילות, דנים ביניהם על התשובות השונות ומגיעים להסכמה או לאי הסכמה מנומקת. בתהליך זה מתקיימת הערכת עמיתים בהתייחס לידע שהוצהר על ידי כל אחד מהם בעבודה היחידנית. מומלץ לבקש מהתלמידים, לשנות, לתקן או להוסיף על מה שכתבו בעבודה היחידנית בעזרת עט בצבע שונה. חשוב לתת זמן מספיק לשלב הזה ורצוי לבצעו בכתה.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

ג. **שלב הדין הכתתי** – נציגי הקבוצות מציגים לכתה את תשובותיהם לשאלות של הפעילות. בשלב זה, מתבצעת הערכת הידע הקבוצתי על ידי המורה ועמיתים. המורה מנהל את הדין ומסכם אותו. חשוב שהדין יתבסס על דברי התלמידים.

ד. **שלב המשוב האישי** – כל תלמיד ממלא משוב אישי ומתייחס לתוכן שאותו למד ולתהליך שבו התרחשה הלמידה; כל תלמיד מתייחס לתרומה האפשרית של השלבים השונים של הפעילות. רצוי לא לדלג על השלב הזה. אם נותר זמן, כדאי לאפשר לתלמידים לבטא בקול רם את הרפלקציה שלהם. לעיתים, תלמידים מגלים שהדברים ה"פעוטים" בעיניהם אותם למדו בפעילות, משותפים להרבה מחבריהם, וזה מחזק אצלם את התחושה שלמדו משהו חשוב ולא "פעוט".

(מתוך דף פעילות – "נוסחה ומשמעותה", המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע).

הפעלה הראשונה מיועדת לפעילות 1 שבדגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי". במהלך פעילות 1 שבדגם, התלמידים לומדים שיש חומרים בטבע, שיש להם או שהם יכולים לסגל לעצמם תכונות מגנטיות, בעוד שיש חומרים שאינם יכולים לרכוש תכונות מגנטיות. התלמידים לומדים שזרם חשמלי הוא מקור לשדה מגנטי ועל השדה המגנטי של כדור הארץ. התלמידים לומדים לתאר במילים ולהדגים כוחות משיכה ודחייה מגנטיים. כמו כן, לומדים התלמידים לציין קווי דמיון ושוני בין כוחות אלקטרוסטטיים וכוחות מגנטיים ולספר שבעוד שניתן להפריד בין מטענים חשמליים השונים בסימניהם, לא ניתן להפריד בין קטבים שונים של מגנט. בנוסף, התלמידים לומדים לתאר מרכיבים, מבנה כללי ואופן פעולה של מצפן. כמו כן, התלמידים לומדים למפות קווי השדה המגנטי של מגנטים והשוואתם לקווי השדה האלקטרוסטטי ולתאר במילים ובתרשים את קווי השדה המגנטי של מגנט מוט. (מעובד לפי דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי").

מטרות בתחום התוכן של הפעלה הראשונה - שאלות רב ברירה:

- 1) לוודא שהתלמידים יודעים לתאר מגנט קבוע.
- 2) לוודא שהתלמידים יודעים להגיד שלא ניתן להפריד בין קטבים שונים של מגנט.
- 3) לוודא שהתלמידים מסוגלים לזהות תמונה של קווי שדה, המתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים זהים ותמונה, המתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים שונים.
- 4) לוודא שהתלמידים יודעים לתאר תגובה של מחט המצפן בנוכחות מגנט מוט.
- 5) לוודא שהתלמידים יודעים לתאר, ששדות חשמליים נוצרים על ידי נוכחות של מטען חשמלי (נייח או נע), ושדות מגנטיים נוצרים על ידי מטענים נעים.
- 6) לוודא שהתלמידים מסוגלים לזהות בתרשים ולתאר במילים את קווי השדה המגנטי של מגנט מוט.
- 7) לוודא שהתלמידים יודעים להגיד, שבטבע אין מטענים מגנטיים.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

שאלות רב ברירה - להערכה לשם למידה.

כדי לדעת מצב הידע של התלמידים בפעילות 1 שבדגם ולטפל בקשייהם, מצורף סט שאלות רב ברירה.

את השאלות פיתחתי בעצמי, כשנעזרתי במקורות שונים באינטרנט כמו: מצגות, שאלות והאתר interlect. כתובת האתר:

<http://www.interlect.co.il/MatriculationExams/MatriculationExams.aspx>

לתלמיד

פתרון השאלות בעבודה אישית, קבוצתית ודיון כיתתי.

א. עבודה אישית

שאלון לבדיקת הידע בפעילות

סמנו את התשובה הנכונה
(1)-(6), ונמקו במילים את בחירתכם.

1. מגנט קבוע הוא:

א. אלקטרומגנט.
ב. גוף ששומר על התכונות המגנטיות שלו לאורך זמן.
ג. גוף שמאבד בנקל את המגנטיות שלו.

1.
לדעתכם לכל אחת מהשאלות

S

N

הסבר:

2. שוברים מגנט מוט לשניים. כתוצאה מכך:

א. מתקבלים שני מגנטים. אחד מהם עם קוטב צפוני, והשני עם קוטב דרומי.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

ב. מתקבלים שני מגנטים. כל אחד מהם עם שני קטבים, קוטב צפוני וקוטב דרומי.



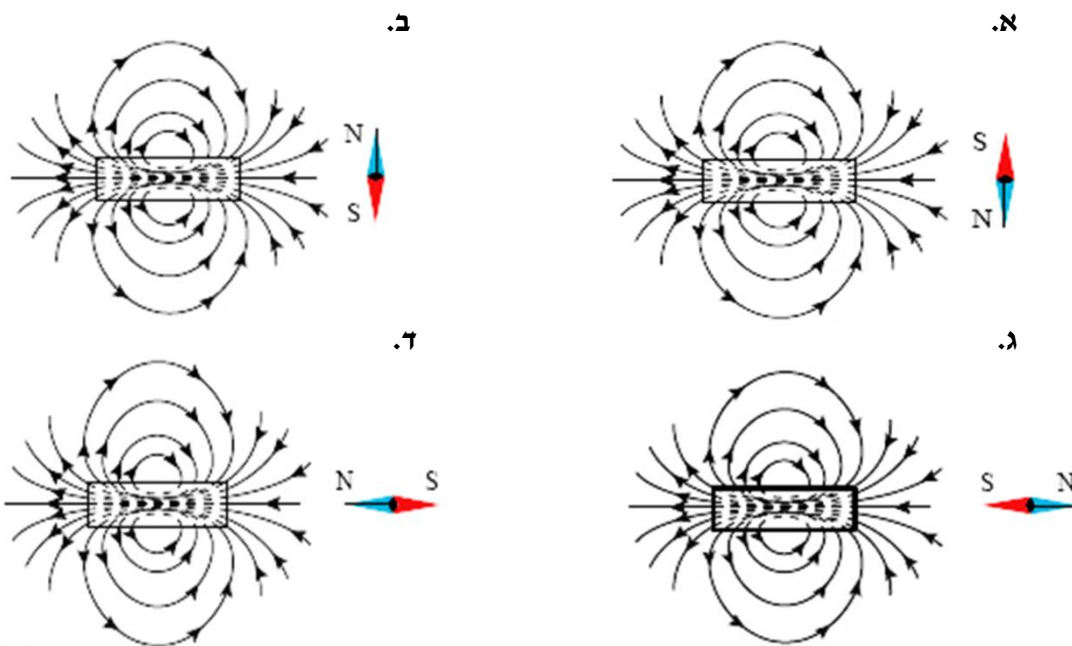
ג. מתקבלים שני גופים חסרים קטבים מגנטיים.



הסבר: _____

פיתוח תמונות אירינה ספרוב

3. התבוננו בתרשימים וענו על השאלה: איזה מהתרשימים מתאר בצורה נכונה את מצבה של המחט המגנטית בשדה של המגנט הקבוע?



הסבר: _____

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

4. השלימו את המשפט שלפניכם מתוך האפשרויות (א)-(ג): "סביב מטען חשמלי נייה יש

- א. רק שדה מגנטי.
- ב. רק שדה חשמלי.
- ג. שדות חשמלי ומגנטי.

הסבר:

5. סמנו את הטענות הנכונות לדעתכם:

- א. בטבע יש מטענים חשמליים.
- ב. בטבע יש מטענים מגנטיים.
- ג. בטבע אין מטענים חשמליים.
- ד. בטבע אין מטענים מגנטיים.

הסבר:

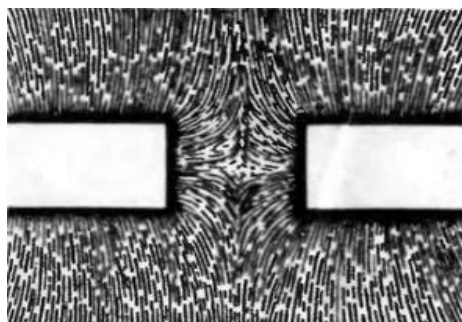
6. לפניכם שתי תמונות¹ של שדות מגנטיים. כל אחת מהתמונות התקבלה משני מגנטים קבועים. סמנו את הטענות הנכונות לדעתכם ונמקו במילים את בחירתכם.

¹ המקור של התמונות. עיבוד אירינה ספרוב

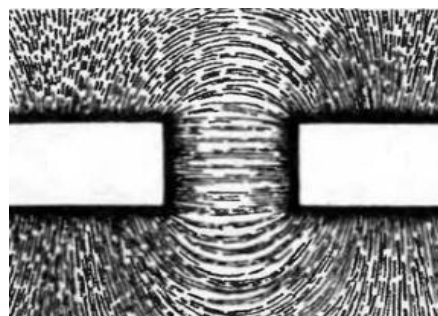
<http://www.google.co.il/search?q=%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5+%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B8+%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE+%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8F&tbm>

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

תמונה 2



תמונה 1



- א. תמונה 1 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים זהים.
 ב. תמונה 2 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים זהים.
 ג. תמונה 1 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים שונים.
 ד. תמונה 2 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים שונים.

הסבר:

ב. עבודה בקבוצות (מתייחסת לכל אחת מהשאלות)

דנו עם חבריכם על תשובתכם בעבודה האישית והגיעו להסכמה או לאי הסכמה מנומקת.
 ערכו רשימה של הנושאים והרעיונות שעולים בזמן הדיון שלכם.

התשובה שלנו היא:

ההסבר שלנו הוא:

המושגים והרעיונות שעלו בדיון שלנו הם:

ג. דיון כיתתי (מתייחס לכל אחת מהשאלות)

הציגו את התשובות, את המושגים ואת החוקים הקבוצתיים בפני המליאה.

ד. משוב אישי (מתייחס לכל אחת מהשאלות)

לפני הפעילות חשבתי ש:

[=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=yBUBUv_eNsvEsgbZzIC4Bg&ved=0CDEQsAQ&biw=1163&bih=826](https://www.researchgate.net/publication/353111111)

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

עכשיו אני יודע ש :

הסיבה לשינוי היא :

מה עדיין לא ברור לי בקשר לתכנים שעלו בפעילות :

למורים

תשובות לשאלון

סמנו את התשובה הנכונה לדעתכם לכל אחת מהשאלות (1)-(6), ונמקו במילים את בחירתכם.

שאלה 1

מגנט קבוע הוא :

א. אלקטרומגנט.

ב. גוף ששומר על התכונות המגנטיות שלו לאורך זמן.

ג. גוף שמאבד בנקל את המגנטיות שלו.

תשובה נכונה : ב. גוף ששומר על התכונות המגנטיות שלו לאורך זמן.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

הסבר: תשובה (א) לא נכונה, מכיוון שאלקטרומגנט הוא סוג של מגנט שבו השדה המגנטי מופק באמצעות זרם חשמלי המועבר מסביב לליבת מתכת, ובו השדה המגנטי מתפוגג כאשר הזרם החשמלי נפסק.

תשובה (ג) לא נכונה, מכיוון שגוף שמאבד בנקל את המגנטיות שלו הוא חומר שמפסיק להיות מגנטי כשהוא יוצא מהשדה המגנטי.

תשובה (ב) נכונה, משום שמגנט קבוע, הוא גוף או חפץ בעל שדה מגנטי, שאינו מתפוגג.

קשיים שהשאלה חושפת: אצל חלק מהתלמידים יש תפיסה שגויה לגבי מגנט קבוע, הם חושבים שזה אלקטרומגנט (לפי ניסיון ההוראה שלי).

הרחבה: מגנט קבוע הוא חפץ העשוי חומר פרומגנטי (חומר ההופך מגנטי כשהוא נמצא בשדה מגנטי חיצוני ונשאר מגנטי כשהוא יוצא מהשדה) כגון ניקל או ברזל שעבר תהליך של מגנט קבוע. כל אטום בחומר יוצר סביבו שדה מגנטי, והשדה המגנטי הכללי הוא סופרפוזיציה (חיבור) של השדות הללו. בתהליך המגנטיזציה, האטומים שמהם מורכב החומר מסודרים כך שהשדות המגנטיים שיוצר כל אטום בנפרד, יצביעו באותו הכיוון.
מקורות:

מתוך: <http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%92%D7%A0%D7%98>

ולפי הספר של רות צ'יבאי וברוס שרווד, Matter & Interactions

שאלה 2

שברים מגנט מוט לשניים. כתוצאה מכך:

א. מתקבלים שני מגנטים. אחד מהם עם קוטב צפוני, והשני עם קוטב דרומי.



ב. מתקבלים שני מגנטים. כל אחד מהם עם שני קטבים, קוטב צפוני וקוטב דרומי.



ג. מתקבלים שני גופים חסרים קטבים מגנטיים.



תשובה נכונה: ב. מתקבלים שני מגנטים. כל אחד מהם עם שני קטבים, קוטב צפוני וקוטב דרומי.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

הסבר: אין בכלל קטבים מגנטיים נפרדים, לכל מגנט יש שני קטבים שונים זה מזה, בהתאם להסבר המובא בשאלה 1.

קשיים שהשאלה חושפת:

1. תלמידים חושבים, שאם שוברים מגנט מוט לשניים, אז מתקבלים שני מגנטים נפרדים, אחד עם קוטב צפוני והשני עם קוטב דרומי (לפי ניסיון ההוראה של מורים המלמדים בביה"ס שלי ושל עמית בתוכנית רוטשילד ויצמן).

2. תלמידים מתייחסים לקטבים מגנטיים כטעונים באנלוגיה לקטבים חשמליים – קוטב צפוני טעון במטען חיובי בעוד שקוטב דרומי טעון במטען שלילי. (מתוך דגם ההוראה, קשיים צפויים והצעות להתמודדות עם קשיים אלה).

הרחבה: כידוע, מגנטים קבועים יוצרים שדות מגנטיים. השדה המגנטי של מגנט מוט דומה לשדה המגנטי של סליל. אם נחלק סליל לכריכות נפרדות נקבל שני קטבים מגנטיים שונים, קוטב צפוני וקוטב דרומי. אם נמשיך לחלק מגנט מוט עד מולקולה או אטום (שבהם נוצרות לולאות הזרם המיקרוסקופיות על-ידי תנועת אלקטרונים של החומר המגנטי) גם נקבל שני קטבים מגנטיים שונים, קוטב צפוני וקוטב דרומי.

הצעה לסרטון עם אנימציה מעולה (הסרטון בשפה רוסית, יש אפשרות רק לצפייה).

<http://www.youtube.com/watch?v=0BgV-ST478M>

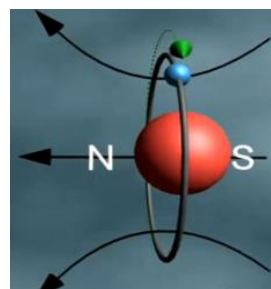
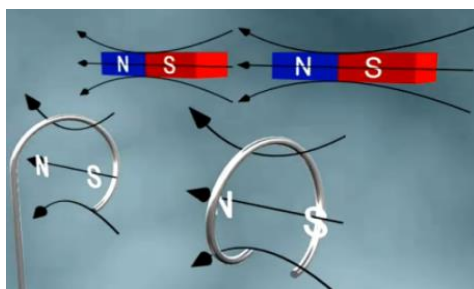
התמונות הן צילום מסך של הסרטון.

שאלה 3

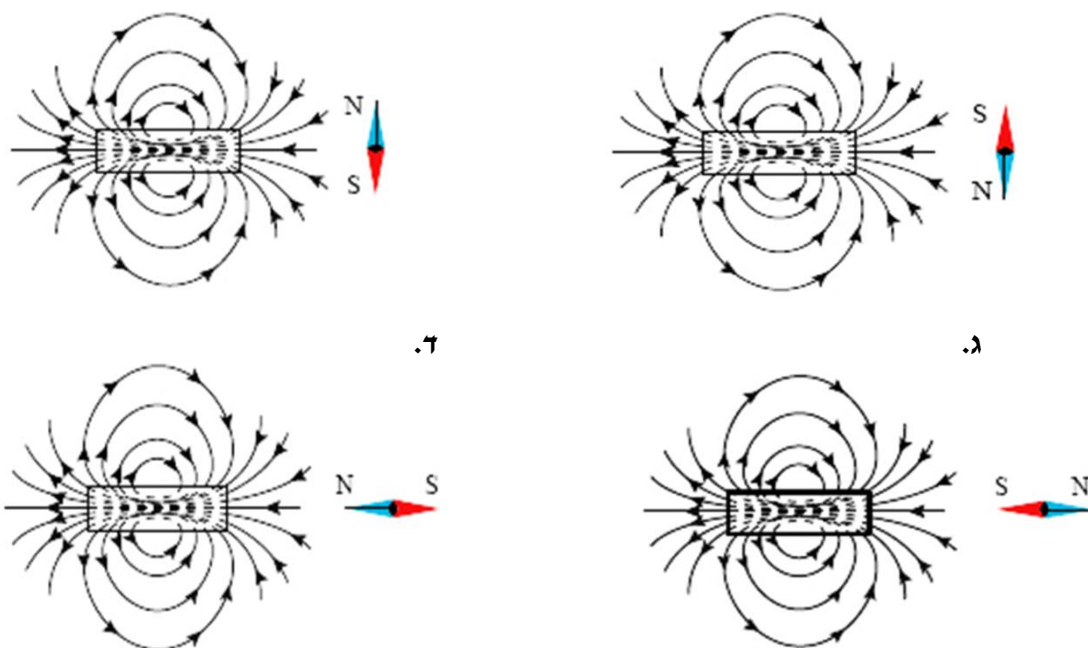
התבוננו בתרשימים וענו על השאלה: איזה מהתרשימים מתאר בצורה נכונה את מצבה של המחט המגנטית בשדה של המגנט הקבוע?

ב.

א.



כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



תשובה נכונה: (ד). מחט המצפן מסתדרת לאורך קווי השדה כך שהקוטב הצפוני של המחט פונה לקוטב הדרומי של מגנט מוט, והקוטב הדרומי של המחט פונה לקוטב הצפוני של מגנט מוט.

הסבר: קווי שדה מגנטי יוצאים מהקוטב הצפוני, חוזרים לקוטב הדרומי וסוגרים את מסלולם בתוך המגנט.

קשיים שהשאלה חושפת: לחלק מתלמידים יש קושי להבין, שהקוטב הצפוני של המחט המגנטית נמשך אל הקוטב הדרומי של מגנט מוט, לכן המחט מסתובבת עד שהיא מתייצבת לאורך קו השדה המגנטי במקום בו היא נמצאת (על פי ניסיון ההוראה של מורים המלמדים בביה"ס שלי).

הרחבה: נהוג למפות את השדה המגנטי בעזרת קווי שדה. לקווי השדה המגנטי מס' חוקים: קווי שדה לעולם לא נחתכים; הם סגורים, כלומר יוצאים מהקוטב הצפוני, חוזרים לקוטב הדרומי וסוגרים את מסלולם בתוך המגנט; צפיפות קווי השדה מייצגת את עצמתו של השדה המגנט, צפיפות גדולה יותר מייצגת שדה חזק יותר.

ניתן לקבוע כיוון השדה המגנטי בעזרת מחט המצפן באופן הבא: כיוון השדה המגנטי במקום מסוים מוגדר ככיוון מהקוטב הדרומי אל הקוטב הצפוני לאורך מחט מצפן הנמצאת במקום הזה, בהנחה שמחט המצפן קצרה ויכולה להסתובב בחופשיות.
(מתוך דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי").

שאלה 4

השלימו את המשפט שלפניכם מתוך האפשרויות (א)-(ג): "סביב מטען חשמלי ניח יש

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

- א. רק שדה מגנטי.
 ב. רק שדה חשמלי.
 ג. שדות חשמלי ומגנטי.

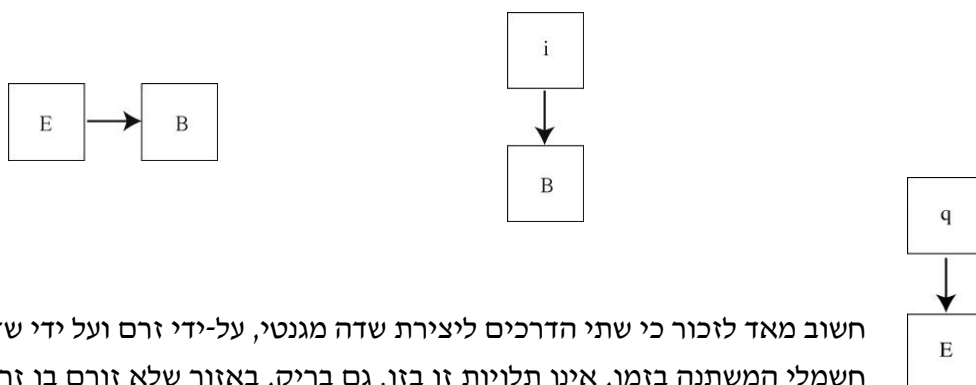
תשובה נכונה: ב. רק שדה חשמלי.

הסבר: מטען חשמלי נייח יוצר רק שדה חשמלי. קיימות שתי דרכים ליצירת שדה מגנטי: על ידי זרם ועל ידי שינוי בזמן של שדה חשמלי.

קשיים שהשאלה חושפת: שימוש במושג "מטען" לקטבים מגנטיים: "אם השדה החשמלי נוצר על-ידי מטענים חשמליים, אזי השדה המגנטי נוצר על-ידי מטענים מגנטיים". (מתוך דגם ההוראה, קשיים צפויים והצעות להתמודדות עם קשיים אלה).
 חלק מתלמידים חושבים שסביב מטען חשמלי נייח יש שדות חשמלי ומגנטי. (על פי ניסיון ההוראה שלי)

הרחבה:

מטען יוצר שדה חשמלי זרם חשמלי קבוע יוצר שדה מגנטי. שדה חשמלי משתנה בזמן יוצר שדה מגנטי.



חשוב מאד לזכור כי שתי הדרכים ליצירת שדה מגנטי, על-ידי זרם ועל ידי שדה חשמלי המשתנה בזמן, אינן תלויות זו בזו. גם בריק, באזור שלא זורם בו זרם, להיווצר שדה מגנטי אם באיזור הזה קיים שדה חשמלי המשתנה בזמן. יכול למעשה, כך נוצרים הגלים האלקטרומגנטיים.
 (מתוך "מעוף" פרק ז' "ארגון מושגים באלקטרומגנטיות", המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע)

שאלה 5

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

סמנו את הטענות הנכונות לדעתכם :

- א. בטבע יש מטענים חשמליים.
- ב. בטבע יש מטענים מגנטיים.
- ג. בטבע אין מטענים חשמליים.
- ד. בטבע אין מטענים מגנטיים.

תשובות נכונות : א. בטבע יש מטענים חשמליים, ד. בטבע אין מטענים מגנטיים.

הסבר : בטבע יש מטענים חשמליים - מטען חיובי ומטען שלילי אבל אין מטענים מגנטיים.

קשיים שהשאלה חושפת : תלמידים חושבים שבטבע יש מטענים מגנטיים. שימוש במושג "מטען" לקטבים מגנטיים : "אם השדה החשמלי נוצר על-ידי מטענים חשמליים, אזי השדה המגנטי נוצר על-ידי מטענים מגנטיים". (מתוך דגם ההוראה, קשיים צפויים והצעות להתמודדות עם קשיים אלה).

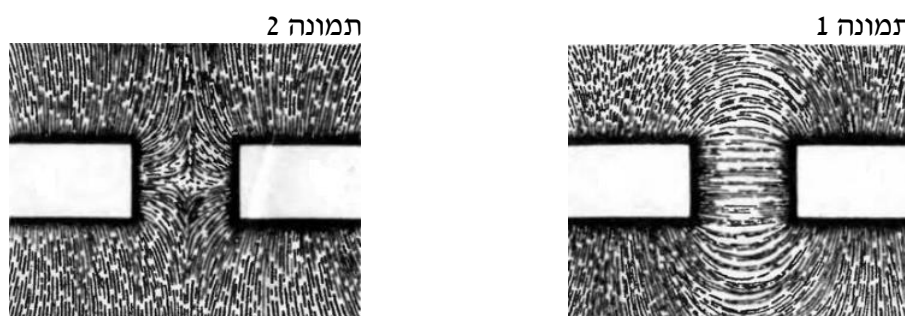
הרחבה : התאוריה הקלאסית של מטען מגנטי קיימת עוד מאז ניסוח משוואות מקסוול (1884), אך היא נחשבת פחות חשובה או מעניינת מהתאוריות הקוונטיות של מטען מגנטי, אשר הוצגו לראשונה ב-1931 במאמר מאת פול דיראק. במאמר זה, דיראק הראה כי אם מונופולים מגנטיים קיימים, הם יסבירו את הקוונטיזציה של המטען החשמלי ביקום. מאז פרסום המאמר בוצעו מספר חיפושים שיטתיים למונופולים מגנטיים. ניסויים ב-1975 וב-1982 הפיקו תוצאות אשר בתחילה היה נדמה כי הן מוכיחות את קיומם של מונופולים מגנטיים, אך כיום מוסכם כי הן לא היו חד-משמעיות. מכאן, עדיין ייתכן כי מונופולים מגנטיים אינם קיימים כלל.

מקור :

<http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%95%D7%A0%D7%95%D7%A4%D7%95%D7%9C%D7%9E%D7%92%D7%A0%D7%98%D7%99>

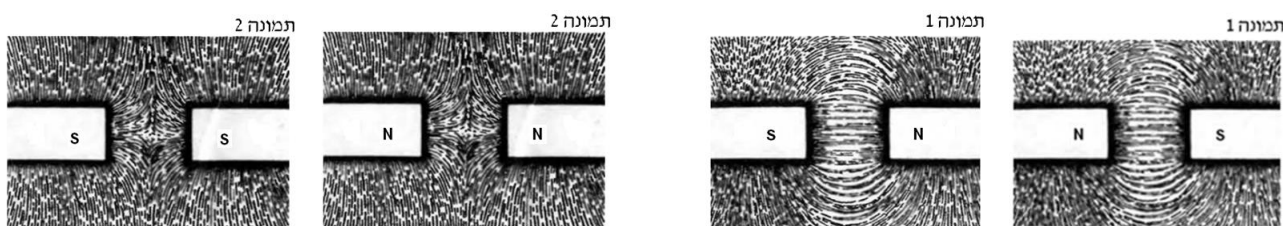
כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

6. לפניכם שתי תמונות של שדות מגנטיים. כל אחת מהתמונות התקבלה משני מגנטים קבועים. סמנו את הטענות הנכונות לדעתכם ונמקו במילים את בחירתכם.



- א. תמונה 1 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים זהים.
 ב. תמונה 2 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים זהים.
 ג. תמונה 1 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים שונים.
 ד. תמונה 2 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים שונים.

תשובות נכונות: ב. תמונה 2 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים זהים.
 ג. תמונה 1 מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים שונים.



הסבר: בתמונה 2 מוצגים שני מגנטים בעלי קטבים זהים (צפון - צפון או דרום-דרום). לפי המבנה של הקווים בתמונה ניתן לקבוע שקווי השדה המגנטי הם מן שני הקטבים או אל שני הקטבים, לכן התמונה מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים זהים.
 בתמונה 1 מוצגים שני מגנטים בעלי קטבים שונים (צפון-דרום). לפי המבנה של הקווים בתמונה ניתן לקבוע שקווי השדה המגנטי מן הקוטב אחד אל הקוטב השני, לכן התמונה מתקבלת משני מגנטים בעלי קטבים שונים.

קשיים שהשאלה חושפת: אצל חלק מתלמידים יש בלבול בין קווי השדה החשמל לבין קווי השדה המגנטי. (על פי ניסיון ההוראה של מורים המלמדים בביה"ס שלי).

הרחבה:

בעוד שלקווי השדה החשמלי יש נקודת מוצא ונקודת סיום, ז"א הן יוצאים מן המטען החיובי ומסתיימים במטען השלילי, בכל המרחב ובפרט לאורך הקו המחבר את המטענים, קווי השדה המגנטי הם קווים סגורים – מחוץ למגנט כיוון הקווים הוא מן הקוטב הצפוני אל הקוטב הדרומי בעוד שבתוך המגנט הכיוון של הקווים הוא מן הקוטב הדרומי אל הקוטב הצפוני.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

(מתוך דגם ההוראה - מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי).

3.2.2 הצעה להפעלה השנייה - מטלת ביצוע "תחרות סרטונים"

בסעיף זה מוצגים:

- מאפייני מטלת ביצוע.
- רקע למורים המציג את דרך העבודה הכוללת: מטרות הוראה, הפעלת המשימה, סגנון העבודה, הזמן הנדרש, הצעה לקריטריונים להערכת בחירת סרטון, הצעה לקריטריונים להערכת המטלה (מחוון) ודוגמאות של סרטונים.
- הדף לתלמידים המדריך את התלמידים מה לעשות בכל שלב של הפעילות ושאלות רפלקציה.

מאפייני מטלת ביצוע

מטלת ביצוע היא מטלה המאפשרת פתרונות שונים, נקודות מבט שונות וכיווני מחקר המובילים לשאלות אחרות או עשויים לשפוך אור חדש על ידע קודם; מטלה אינטגרטיבית הדורשת לערוך קישורים בין חלקים נפרדים של תכנית הלימודים ומערבת ידע קודם; מטלה שאינה מובנית בצורה חד משמעית; מטלה שביצועה מתמשך לאורך זמן והיא דורשת תכנון וביצוע חקירה, ומאפשרת לתלמיד בחירה ובקרה על עבודתו; מטלה המאפשרת עבודה בצוות; מטלה המספקת הזדמנות להערכה עצמית ולרפלקציה; מטלה בעלת משמעות אישית לתלמיד, מעניינת, מאתגרת, פרובוקטיבית ומושכת, הגורמת להמשך העניין בנושא.

(מתוך: בירנבוים, מ. (1997) חלופות בהערכת הישגים, תל אביב: הוצאת רמות-אוני' ת"א).

אני סבורה שסרטונים עשויים לקדם למידה של עקרונות פיזיקליים, של מושגים מופשטים ושל מערכות מורכבות, זאת בהשוואה ללמידה מסורתית הנוקטת בהסברים מילוליים ובסיוע תמונות ניחות. מקובל לומר כי תמונה אחת שווה אלף מילים. בדומה לכך ניתן לומר כי סרטון אחד שווה אלף תמונות. בנוסף, למידה משולבת סרטונים משפיעה על מיומנויות חשיבה והבנה, על יישום והנמקה, על מוטיבציה ללימוד הפיזיקה אצל הלומדים ועל הישגיהם של הלומדים. בעקבות זאת, אני מציעה משימת הביצוע "תחרות סרטונים". אפשר להפעיל את המשימה בסיום של מספר תת נושאים של דגם ההוראה מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי (או בסוף חמשת הפעילויות של דגם ההוראה, לאחר שהתלמידים סיימו את לימוד הנושא).

למורים

דרך עבודה

דף למורה:

1. מטרות ההוראה, הפעלת המשימה, דרישות מוקדמות, קהל היעד, סגנון העבודה, הזמן הנדרש.
2. הערכה - הצעה לקריטריונים להערכה בחירת סרטון, הצעה לקריטריונים להערכת המטלה.

דף לתלמיד:

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

1. המטלה לתלמיד.
2. שאלות רפלקטיביות על המטלה.

מטלת ביצוע-תחרות סרטונים

מטרות ההוראה:

בתחום התוכן:

אני מציעה להגדיר את המטרות בהתאם לנושאים שיבחרו לפעילות

בתחום המיומנות:

- התלמידים יגלו יכולת תכנון וארגון חומר
- התלמידים ידעו לשקף ידע והבנה נכונים של הבסיס הפיזיקלי שמוצג בסרטון
- התלמידים יחזרו בדרך לא שגרתית ומעניינת על מושגים בנושא הנלמד
- התלמידים יגדירו באופן ממוקד את המושגים
- התלמידים יפתחו רשימת קריטריונים על פיה יבחר הסרטון
- התלמידים יגלו יצירתיות בבחירת הסרטון

בתחום הרגשי/ חברתי:

- התלמידים יוציאו לפועל ביטוי אישי ויצירתיות
- התלמידים יפעלו בשיתוף פעולה
- התלמידים יחוו עניין בשיעור פיזיקה

הפעלת המשימה

תחילה כשיעורי בית יש לתת לתלמידים לכתוב רשימה של כמה שיותר נושאים מתוך דגם ההוראה. בשיעור הבא לרשום את הנושאים שהתלמידים כתבו על הלוח, לחלק את הכיתה לקבוצות של 2-3 תלמידים ולערוך הגרלה, כדי שכל קבוצה תקבל נושא שונה לבחירת הסרטון. כמו כן, להציג בפני הכיתה את משימת הביצוע, לחלק דף הנחיות לתלמיד, לוח זמנים ומחווון. לאחר מכן לתת לקבוצות לבצע את השלב הראשון, המוצג בהמשך, בדף הנחיות לתלמיד - הכנת תוכנית מפורטת לבחירת סרטון והגשתה למורה במייל שבוע מאוחר יותר. לאחר קבלת אישור מורה, לתת לתלמידים שבוע לביצוע שלב שני המוצג בדף הנחיות לתלמיד- בחירת סרטון והכנת מצגת/פלקט/פוסטר של התוכנית המפורטת בשלב ראשון. שלב שלישי - שבוע לאחר מכן הקבוצות יצטרכו להציג סרטון ומצגת/פלקט/פוסטר לכיתה. במהלך הצגת סרטונים המורה יאסוף נתונים על כל קבוצה להערכה. על פי החלטת המורה אפשר להציע לתלמידים לאסוף נתונים להערכה על כל קבוצה במהלך הצגת סרטונים, ולפי קריטריונים להערכת עמיתים (סרטון בעיני המשתתף) המצויים במחווון לבחור סרטון זוכה. הקבוצה שתזכה בתחרות תקבל תוספת נקודות (שיתווספו על פי החלטת המורה לציון הסופי של המטלה או לציון הסופי במחצית).

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

שלב רביעי התלמידים מתבקשים לענות על שאלות רפלקציה המופיעות בדף הנחיות לתלמיד ולהגיש בדף מודפס למורה.

דרישות מוקדמות:

סיום מספר תת נושאים של דגם ההוראה מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי (או סיום נושא לימוד מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי). מסד סביר של מושגים בנושא.

קהל היעד

תלמידי פיזיקה 3,5 יח"ל.

סגנון העבודה

קבוצות קטנות של 2-3 תלמידים. המטרה לזמן דינמי והתלבטויות.

הזמן הנדרש

המטלה דורשת כשבועיים (איסוף המושגים, הגדרתם וחיפוש הסרטון).

השלים	בי"ס	בית
קביעת הנושאים, חלוקה לקבוצות, הגרלה	שעה	
תכנון, הצגת טיוטה למורה, קבלת אישור לביצוע		שבוע
ביצוע התוכנית בקבוצות		שבוע
הצגת הסרטון והמצגת/פלקט/פוסטר לכיתה ע"י הקבוצות	15 דקות לכל קבוצה	

הצעה לקריטריונים להערכה של בחירת סרטון (איך בוחרים סרטון טוב?)

התלמידים צריכים לבדוק האם הסרטון עונה על השאלות הבאות:

1. האם הסרטון מתאים לנושא הפיזיקלי הנבחר?

2. האם הסרטון מבהיר/ממחיש/מלמד את הנושא הפיזיקלי?

3. האם הסרטון בהיר ומסביר?

4. האם יש דיוק מדעי של הידע הנכלל בסרטון?

5. האם הסרטון מעניין ומאתגר?

6. האם הסרטון מזמן למידה ומעורר מוטיבציה?

7. האם הסרטון מושך את תשומת לב?

8. האם הסרטון ברור ותורם לתלמידים?

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

הצעה לקריטריונים להערכת המטלה.

מחווון לדוגמא

מימדים	קריטריונים	השיג את היעד	מתקדם לקראת השגת היעד	בתחילת הדרך	ניקוד
ידע תוכני 25 נק'	התלמיד מציג את מטרות הסרטון בבהירות.	מטרות הסרטון היו בהירות.	ציין מטרות באופן חלקי	לא ציין מטרות הסרטון	4
	התלמיד משקף ידע והבנה נכונים של הבסיס הפיזיקלי של הסרטון.	ידע והבנה של הבסיס הפיזיקלי של הסרטון נכונים.	ידע והבנה של הבסיס הפיזיקלי של הסרטון חלקיים	לא הפגין ידע והבנה של הבסיס הפיזיקלי של הסרטון	6
	האם מופיעים ברשימה די מושגים? האם כולם קשורים לנושא הסרטון?	ציין לפחות 5 מושגים הקשורים לנושא הסרטון	ציין פחות מ-5 מושגים הקשורים לנושא הסרטון	לא ציין מושגים הקשורים לנושא הסרטון	8
בחירת הסרטון, מיומנות חקר 28 נק'	האם רמת הגדרות המושגים תואמת את רמת הלימוד?	במידה גבוהה	במידה בינונית	לא תואמת כלל	7
	מידת היצירתיות המבוטאת בבחירת הסרטון	גילה יצירתיות רבה	גילה יצירתיות מעטה	לא היה יצירתי כלל	5
	האם מופיעים ברשימה די קריטריונים על פיה יבחר הסרטון.	רשימה של 5 קריטריונים לפחות	ציין פחות מ-5 קריטריונים	אין קריטריונים כלל	8
עבודת צוות 15 נק'	תוכנית לבחירת הסרטון נראית בעלת עניין ואתגר	באופן מלא	באופן חלקי	אין תוכנית כלל	5
	מידת העניין והאתגר בסרטון	במידה גבוהה	במידה בינונית	במידה נמוכה	5
	האם הסרטון ברור ותורם לתלמידים	במידה גבוהה	במידה בינונית	במידה נמוכה	5
	שיתוף פעולה בין חברי הקבוצה, התחשבות בעמיתים.	שיתוף פעולה מלא והתחשבות מלאה בעמיתים	שיתוף פעולה חלקי והתחשבות חלקית בעמיתים	לא היה שיתוף פעולה ו/או חוסר התחשבות בעמיתים	5
	התארגנות וחלוקת תפקידים	חילקו תפקידים בצורה שוויונית	חילקו תפקידים בצורה לא שוויונית (חלק עשו יותר מהאחרים)	לא הייתה חלוקת תפקידים (אחד עשה הכל)	5
עמידה בזמנים 7 נק'	הכוונת הקבוצה לכיוון מטרות המשימה.	הקבוצה הייתה מוכוונת למטרות במלואן	הקבוצה הייתה מוכוונת למטרות בחלקן	הקבוצה לא הייתה מוכוונת למטרות	5
	הגשת המטלה ושלבי הביניים בזמן	הגישו הכל בזמן	הגישו חלק מהשלבים/ מטלות בזמן	הגישו הכל באיחור	7
רפלקציה 13 נק'	התייחסות להתלבטויות שעלו ושביעות הרצון מהתוצר הסופי	הייתה התייחסות מלאה	הייתה התייחסות חלקית	לא הייתה כל התייחסות	5
	מה למדתי מהמטלה	הייתה התייחסות מלאה	הייתה התייחסות חלקית	לא הייתה כל התייחסות	4
	התייחסות לעבודת צוות	הייתה התייחסות מלאה לשני היבטים לפחות	הייתה התייחסות חלקית, היבט אחד בלבד	לא הייתה כל התייחסות	4
הסרטון	הסרטון מעניין ומעורר	במידה גבוהה	במידה בינונית	במידה נמוכה	4

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

				מוטיבציה	בעיני המשתתף (הערכת העמיתים) 12 נק'
4	במידה נמוכה	במידה בינונית	במידה גבוהה	הסרטון מזמן למידה	
4	במידה נמוכה	במידה בינונית	במידה גבוהה	שיתוף הפעולה בין חברי הקבוצה מסייע ללמידה	

הצעה לסרטונים

1. Magnetic field of a coil of wire (electric currents create magnetic fields)

<http://www.youtube.com/watch?v=AgZHqfIBkUI>

2. Lorentz Force

<http://www.youtube.com/watch?v=nOSJ6nxHiH0>

3. Oersted's Experiment

http://www.youtube.com/watch?v=p_bU2CInQDE

4. Magnetic field of a current (an electric currents creates a magnetic fields in the surrounding space)

<http://www.youtube.com/watch?v=3KkOqVEa1oI>

5. Direct Current Electric Motor

<http://www.youtube.com/watch?v=Xi7o8cMPI0E>

6. Charged particle in a magnetic field

http://www.youtube.com/watch?v=a2_wUDBI-g8

מבט כולל על הסרטונים.

אני מציעה ששה סרטונים, המתאימים לנושאים הפיזיקליים שבדגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי". הסרטונים שהצעתי רלוונטים להבהרת/המחשת/הוראת הנושאים. כמו כן, בחלקם יש הסבר בהיר ומדעי ובחלקם אנימציה והדגמות טובות וברורות. לדעתי הסרטונים שהצעתי מושכים את תשומת הלב, מזמנים למידה של עקרונות פיזיקליים, של מושגים מופשטים, של מערכות מורכבות ומעוררים מוטיבציה אצל התלמידים.

סרטונים 1,2,3 - הסבר מדעי מדויק + אנימציה או הדגמה טובות וברורות.

סרטון 1. הדגמת הניסוי והסבר - הזרם החשמלי העובר דרך סליל יוצר שדה מגנטי.

(להרחבת הרקע העיוני ראו סעיפים 8.2, 8.3 בפרק ח' בספר "חשמל ומגנטיות" (5 יח"ל) או

סעיפים 5.2 ו- 5.8 - בפרק ה' בספר "פרקים בחשמל ומגנטיות" (3 יח"ל) של ד"ר דוד זינגר).

מושגים המופיעים בסרטון:

סליל, סוללה, מצפן, זרם חשמלי, שדה מגנטי.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

סרטון 2. אנימציה והסבר בנושא כוח לורנץ - כוח שמפעיל השדה המגנטי של מגנט פרסה על החלקיקים הטעונים הנעים בתיל, שנמצא בשדה זה ושימוש בכלל היד הימנית. מושגים המופיעים בסרטון:

אלקטרונים, סוללה (הדק שלילי, הדק חיובי), מגנט פרסה, זרם חשמלי, שדה מגנטי, כוח לורנץ.

סרטון 3 – אנימציה והסבר של ניסוי אורסטד (זרם חשמלי העובר דרך תיל ישר יוצר שדות מגנטיים).

מושגים המופיעים בסרטון:

זרם חשמלי, שדה מגנטי, מחט מגנטית, תיל מוליך, סוללה, מפסק.

סרטונים 4,5,6 - הדגמות הניסויים + אנימציה

סרטון 4 – הדגמות הניסויים של השדה המגנטי של זרם (התגובה של המחט המגנטית ליד תיל ישר וסילונית נושאי זרם)

מושגים המופיעים בסרטון:

זרם חשמלי, מצפן, סילונית, תיל מוליך, מחט מגנטית, סוללה, מפסק.

סרטון 5 - אנימציה של פעולת מנוע זרם ישר (DC Motor), שימוש בכוח המגנטי הפועל על הזרם החשמלי.

(להרחבת הרקע העיוני ראו סעיף 8.6.2 בפרק ח' בספר "חשמל ומגנטיות" (5 יח"ל) של ד"ר דוד זינגר)

מושגים המופיעים בסרטון:

מנוע זרם ישר, מגנט פרסה, קוטב צפוני, קוטב דרומי, וקטור עוצמת השדה, זרם חשמלי, כוח לורנץ.

סרטון 6 – אנימציה של תנועת החלקיק הטעון במטען חיובי בשדה מגנטי.

מושגים המופיעים בסרטון:

וקטור עוצמת השדה, חלקיק טעון, מטען חיובי, שדה מגנטי, תנועת (סיבוב) החלקיק.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

לתלמיד

תחרות סרטונים

הנחיות לפעילות

עליכם למצוא סרטון בנושא (נושא שקיבלתם בהגרלה).....
הפעילות תתבצעת בארבעה שלבים:

שלב ראשון

הכינו תוכנית מפורטת לבחירת סרטון ולהגישה למורה לאישור במייל. בתכנית יוצגו:

- רשימה של מירב המושגים הקשורים לנושא.
- 5 מושגים ברשימה שהנם חשובים ביותר לדעתכם בנושא.
- הגדרות מתאימות ל-5 המושגים שרשמתם.
- הצעה של קריטריונים שעל פיהם תבחרו את הסרטון (לא פחות מ-5 קריטריונים).
- ציינו באילו מקורות השתמשתם.

שלב שני

לאחר אישור התוכנית תתבקשו למצוא סרטון בנושא שקיבלתם בהגרלה. בדקו אם הסרטון שבחרתם עומד בקריטריונים שרשמתם. תארו את התוכנית המפורטת בשלב הראשון בצורת מצגת/פלקט/פוסטר.

במצגת/בפלקט/בפוסטר יופיע: 5 המושגים החשובים ביותר לדעתכם בנושא (צרפו רשימת המושגים הקשורים לנושא גם אם בסרטון מופעים רק חלק מהמושגים), הגדרות מתאימות ל-5 המושגים, הצעה לקריטריונים לבחירת סרטון.

שלב שלישי

הסרטון והמצגת/פלקט/פוסטר יוצגו לפני הכיתה ותתבצע הערכה שלו.

שלב רביעי

שאלות רפלקציה

1. מאיזה חלק במשימה נהנית ביותר?
2. מה למדת במהלך ביצוע המשימה?

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

3. האם שלב הגדרת המושגים היווה קושי? איך התגברת עליו?
4. רשום באלו מקורות נעזרת לביצוע המטלה ואילו רעיונות קבלתם מהם?
5. תאר התלבטויות שהיו לכם במהלך העבודה? פרט כמה מהן: מה היו האפשרויות ומדוע בחרתם דווקא בדרך בה נקטתם?
6. כיצד חילקתם את העבודה בין חברי הקבוצה?
7. האם טוב לדעתך לעשות עבודה כזאת עם חברים?

3.2.3 הצעה להפעלה השלישית – שאלות דירוג

בסעיף זה מוצגים:

- רקע למורים המציג את המבנה הבסיסי של משימות דירוג, תמצית פעילות 3 שבדגם ההוראה, צורת העבודה
- הדף לתלמידים המדריך את התלמידים מה לעשות בכל שלב של הפעילות ושאלות דירוג.

שאלת דירוג היא סוג של פעילות, שמבקשת מתלמידים לעשות שיפוטים השוואתיים על סט וריאציות של מצב פיזיקלי מסוים. שאלות דירוג, בניגוד לשאלות רגילות בפיזיקה, מבקשות מהתלמיד לחשוב באופן שונה, להבחין מה קורה למשוואה, או להחליט בין דעות שונות הקשורות למצבים פיזיקליים. כמו כן, שאלות דירוג מדגישות מיקרים מיוחדים, מצבי קיצון פיזיקליים. באמצעות משימות דירוג למורים ניתנת אפשרות להבין טוב יותר את תהליכי החשיבה של התלמידים.

המבנה הבסיסי של משימות דירוג:

1. תיאור המצב, כולל את הגבלות הדירוג ואת הבסיס לסדר הדירוג.
 2. סט של נתונים המראים את הסדרים השונים להשוואה.
 3. מקום לרשום את הוריאציות של הדירוג.
 4. מקום לכתוב את הסבר של הדירוג שנבחר.
- מעובד לפי ספרם:

From Ranking Task Exercises in Physics. Tom O'Kuma, David Maloney, and Curtis Hieggelk, Boston : Pearson/Addison Wesley, c2008.

כדי לקדם הוראה ממוקדת לומד ואסטרטגיית הוראה - הערכה לשם למידה, אני מציעה פעילות כיתה לבדיקת מצב הידע של התלמידים וטיפול בקשים, שמתגלים בשאלות דירוג. ההפעלה זו

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

מיועדת לפעילות 3 (הקשר בין השדה המגנטי ומקורותיו), שבדגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי".

בפעילות 3 הכירו התלמידים את הגודל והכיוון של השדה המגנטי שיוצר זרם בסביבתו במקרים הבאים: תיל ישר וארוך, כריכה מעגלית, סליל דק וסילונית (לפי דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי").

העבודה על הפעלה השלישית מתבצעת לפי השלבים, המתוארים בהפעלה הראשונה של עבודת הגמר. צורת העבודה: עבודה אישית, קבוצתית, דיון כיתתי ורפלקציה.

- בעבודה האישית: כל תלמיד מדרג את המצבים ומסביר את השיקולים שלו.
- בעבודה הקבוצתית: התלמידים משווים את תשובותיהם, מתקנים ומסבירים אותן.
- בדיון הכיתתי: מסכמים את הדיוג הנכון ומסבירים מדוע.
- ברפלקציה: כל תלמיד מתייחס למה שלמד ולמה שעדיין לא ברור לו.

מטרות הפעלה:

1. לוודא שהתלמידים יודעים לתאר ולהסביר שמגמת השדה המגנטי מתהפכת, אם מחליפים את כיוון הזרם.
2. לוודא שהתלמידים יודעים להשתמש בכלל היד הימנית לקביעת כיוון קווי השדה המגנטי סביב תיל ישר נושא זרם בהינתן כיוון הזרם בתיל.
3. לוודא שהתלמידים יודעים באילו גורמים תלוי גודלו של השדה המגנטי, ולוודא שהם יודעים להעריך לפי הנוסחה $B = \left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right)\left(\frac{I}{r}\right)$ את גודלה עצמת השדה המגנטי סביב תיל ישר על פי גודל הזרם והמרחק, הנתונים בתרשימים.
4. לוודא שהתלמידים יודעים להשתמש בעקרון סופרפוזיציה.
5. לוודא שהתלמידים יודעים שעצמת השדה המגנטי במרכז סליל דק מתוארת ע"י הנוסחה:

$$B = N\left(\frac{\mu_0}{2}\right)\left(\frac{I}{R}\right)$$

(מעובד לפי דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי").

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

לתלמיד

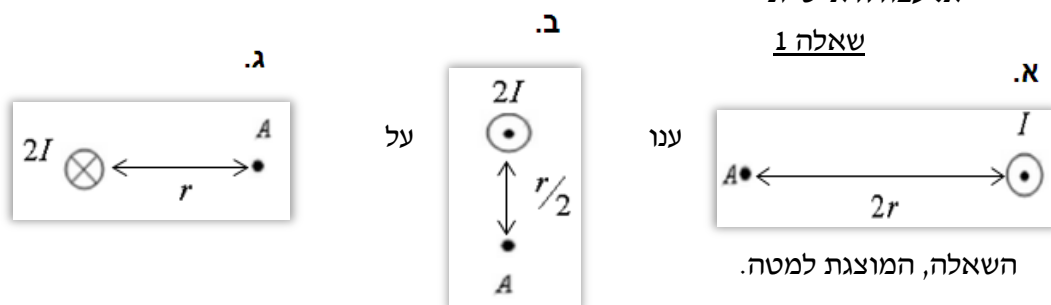
שאלות דירוג

פתרון השאלות בעבודה אישית, קבוצתית ודיון כיתתי.

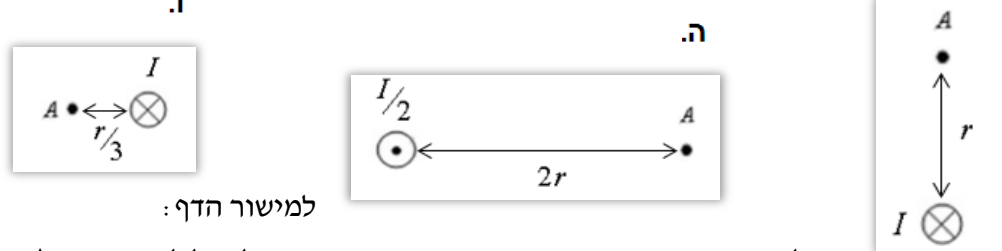


א. עבודה אישית

שאלה 1



ד. לפניכם שישה תרשימים של תילים נושאי זרם, בשני הכיוונים הניצבים



"אל תוך הדף" ו- "מתוך הדף". המרחק בין כל תיל לבין נקודה A וגודלו של הזרם הזורם בתיל מוצגים בתרשימים.

דרגו את המצבים שבתרשימים (א)-(ו) על פי גודל השדה המגנטי בנקודה A, מהגדול ביותר לקטן ביותר.

השדה המגנטי הגדול ביותר _____ השדה המגנטי הקטן ביותר.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

הסבירו את שיקוליכם:

פיתוח תמונות אירינה ספרוב

שאלה 2

ענו על השאלה, המוצגת למטה.

נתונים ארבעה תרשימים. בכל אחד מהתרשימים מוצגים שני תילים מקבילים, שבהם זורמים זרמים זהים בגודלם והמרחק ביניהם שווה ל- r . בתרשימים (א) ו-(ב) נקודה A נמצאת באמצע

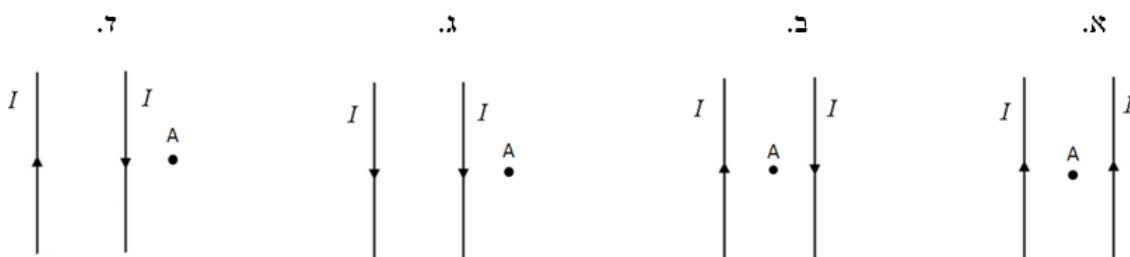
המרחק r , ובתרשימים (ג) ו-(ד) נקודה A נמצאת במרחק $\frac{r}{2}$ מהתיל הקרוב.

דרגו את המצבים שבתרשימים על פי גודל של השדה המגנטי השקול בנקודה A, מהגדול ביותר לקטן ביותר.

השדה המגנטי הגדול ביותר _____ השדה המגנטי הקטן ביותר.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

הסבירו את שיקוליכם:



פיתוח תמונות אירינה ספרוב

שאלה 3

ענו על השאלה, המוצגת למטה.

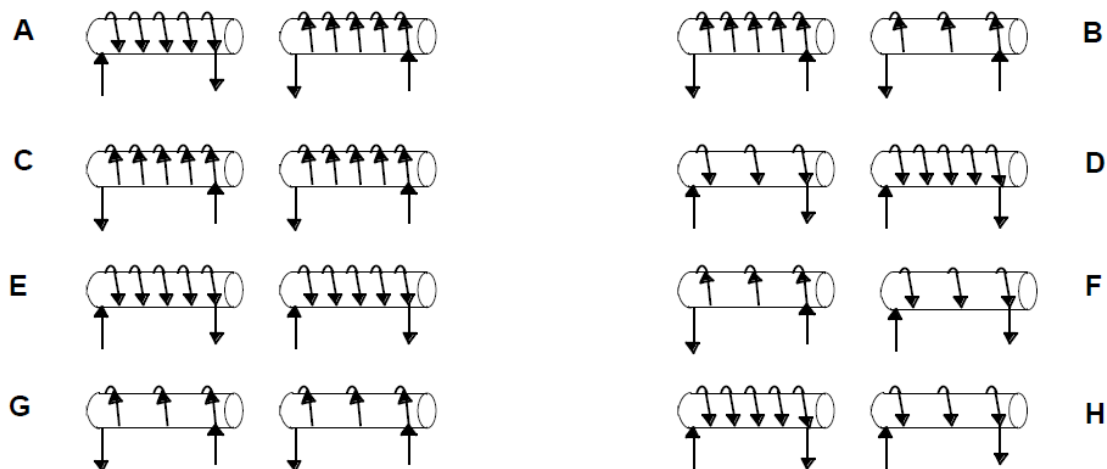
נתונים שמונה תרשימים, בכל אחד מהתרשימים מוצגים זוגות של סלילים. בכל אחד מהסלילים זורמים זרמים זהים בגודלם והמרחק בין כל זוג הסלילים זהה. כמו כן, הקוטר של כל הסלילים שווה וגם האורך של כל הסלילים שווה. שימו לב לכיוון הזרם בסלילים ולמספר הכריכות של הסלילים.

דרגו את המצבים שבתרשימים על פי גודל של השדה המגנטי בנקודה, הנמצאת באמצע המרחק בין כל זוג הסלילים, מהגדול ביותר לקטן ביותר.

השדה המגנטי הגדול ביותר _____ השדה המגנטי הקטן ביותר.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

או, גודל של השדה המגנטי בכל המצבים שווה _____



הסבירו את שיקוליכם :

השאלה מעובדת לפי הספר :

Ranking Task Exercises in Physics by Thomas O'Kuma, David Maloney, and Curtis Hieggelk

מקור התמונה :

http://www.prenhall.com/divisions/esm/adv/marketing_websites/TIPS/tipsfolder2/rankingtask/navanswer.htm#ans

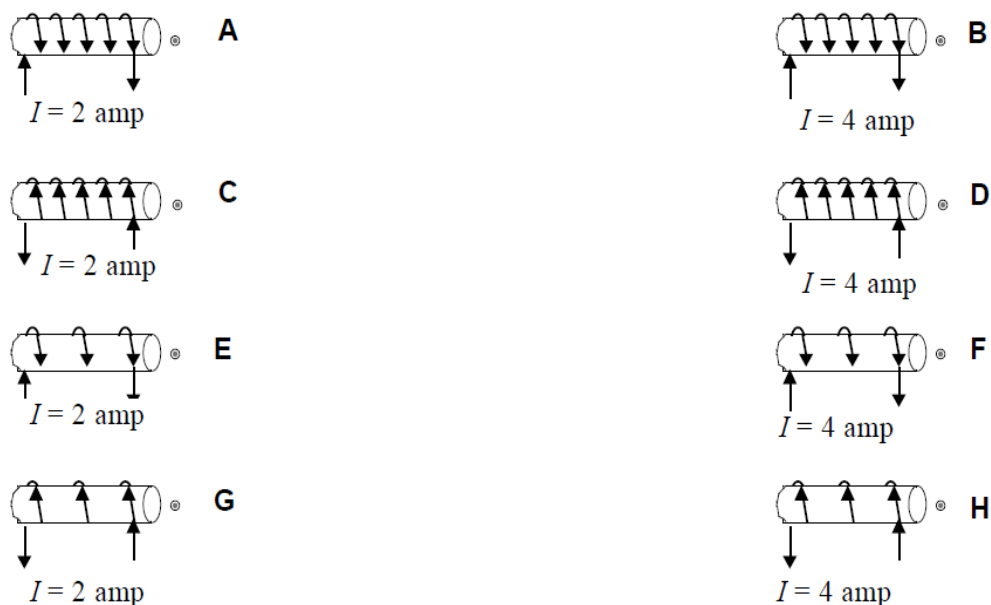
שאלה 4

ענו על השאלה, המוצגת למטה.

לפניכם שמונה תרשימים של אלקטרומגנטים. בכל אחד מהתרשימים מוצגים כיווני הזרמים, גודלי הזרמים ומספר הכריכות. רדיוסם ואורכם של האלקטרומגנטים שווים. דרגו את המצבים שבתרשימים על פי גודל של השדה המגנטי בנקודה, הנמצאת במרחק שווה מהקצה הימני של כל אחד מהאלקטרומגנטים, מהגדול ביותר לקטן ביותר.

השדה המגנטי הגדול ביותר _____ השדה המגנטי הקטן ביותר _____.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



הסבירו את שיקוליכם :

השאלה מעובדת לפי הספר :

Ranking Task Exercises in Physics by Thomas O'Kuma, David Maloney, and Curtis Hieggelk

מקור התמונה :

http://www.prenhall.com/divisions/esm/adv/marketing_websites/TIPS/tipsfolder2/rankingtask/navanswer.htm#ans

ב. עבודה בקבוצות (מתייחסת לכל אחת מהשאלות)

דונו עם חבריכם על תשובתכם בעבודה האישית והגיעו להסכמה או לאי הסכמה מנומקת.

ערכו רשימה של הנושאים שעולים בזמן הדיון שלכם.

התשובה שלנו היא :

הנושאים שעלו בדיון שלנו הם :

ג. דיון כיתתי (מתייחס לכל אחת מהשאלות)

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

הציגו את המשובים הקבוצתיים בפני הכיתה.

ד. משוב אישי(מתייחס לכל אחת מהשאלות)

האם נראה לך שהפעילות תסייע לך להבין טוב יותר את הנושא ? אם כן – נסה להסביר כיצד.

באיזה חלק מן הפעילות היו לך קשיים? האם אתה יכול להסביר את מקור הקשיים? האם התגברת עליהם?

תשובות לשאלות דירוג:

תשובה לשאלה 1

השדה המגנטי הגדול ביותר ב ו ג ד א ה השדה המגנטי הקטן ביותר.

תשובה לשאלה 2

השדה המגנטי הגדולה ביותר ב ג ד א השדה המגנטי הקטן ביותר.

תשובה לשאלה 3

השדה המגנטי הגדול ביותר C, E B, D, H G A, F השדה המגנטי הקטן ביותר.

תשובה לשאלה 4

השדה המגנטי הגדול ביותר B F A E G C H D השדה המגנטי הקטן ביותר.

4. מילון מושגים (מונחים):

הוראה ממוקדת- לומד.

הוראה ממוקדת-לומד היא הוראה המדגישה את האקטיביות והרפלקטיביות של הלומד ושל תהליך הלמידה, יחד עם התייחסות לשונות בין לומדים. הוראה ממוקדת בלומד מתרכזת בצרכים, ביכולות ובתהליך הלמידה של הלומדים.

(מעובד לפי : Learner-Centered, American Psychological Association, November 1997)

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

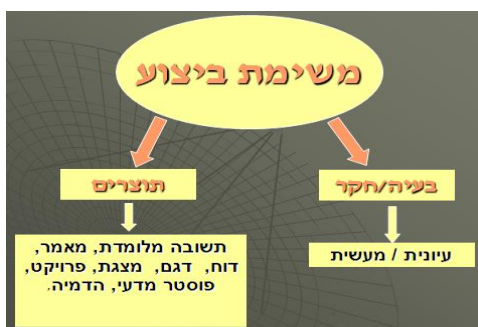
הערכה לשם למידה.

"הערכה לשם למידה – תהליך של חיפוש, איסוף ופירוש ראיות (מידע) לשימוש התלמידים ומוריהם על מנת להחליט היכן מצויים התלמידים בלמידתם, לאן עליהם להתקדם ואיך להגיע לשם באופן הטוב ביותר". (Assessment Reform Group, 2002)

משימת ביצוע.

מבנה משימת ביצוע

- שאלה גדולה ופתוחה
- הצגת סיטואציה ובעקבותיה סעיפים מדורגים
- פעילות חקר / מעבדה
- תכנים / נושאים
- כוללת מספר מושגים, מספר נושאים
- כוללת מספר מיומנויות
- כוללת חלק מעשי (בדרך כלל). (מתוך מצגת של קורס דרכים ושיטות להערכת הלמידה).



מחווון הוא כלי הערכה לביצועי הלומד. המחווון כולל תקני תוכן ותקני ביצוע (מיומנויות) שהלומד צריך לרכוש, להפגין ולהיות מסוגל לעשות בהם שימוש.

מחווון מורכב מ- ממדים, המורכבים מקריטריונים, המורכבים מרמות ביצוע - נקודות קבע. (מתוך מצגת של קורס "דרכים ושיטות להערכת הלמידה").

שאלות דירוג

שאלת דירוג היא סוג של פעילות, המבקשת מתלמידים לעשות שיפוטים השוואתיים על סט וריאציות של מצב פיזיקלי מסוים. שאלות דירוג מבקשות מהתלמיד לחשוב באופן שונה, להבחין מה קורה למשוואה, להחליט בין דעות שונות הקשורות למצבים פיזיקליים ומדגישות מיקרים מיוחדים, מצבי קיצון פיזיקליים. מעובד לפי ספרם:

From Ranking Task Exercises in Physics. Tom O'Kuma, David Maloney, and Curtis Hieggelk, Boston: Pearson/Addison Wesley, c2008.

5. סיכום

עבודה זו עוסקת בהעשרת דגם ההוראה בנושא "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי", כמו שהצעתי במבוא. את הרעיונות הללו למדתי לתואר שני במסגרת תכנית "רוטשילד – ויצמן",

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

בתחום הפיזיקה ובתחום הדידקטיקה של הוראת הפיזיקה. הידע, שרכשתי במהלך הקורסים, עזר לי לארגן מחדש את הידע הקודם שהיה ברשותי.

המטרות העיקריות של עבודת הגמר היו לשלב את הידע החדש להפעלות, שפיתחתי במהלך כתיבת העבודה, על מנת לגרום לתלמידים למידה אקטיבית. כמו כן, להגביר את האחריות שלהם ללמידה, לקדם אותם ללמידה מעמיקה ולספק משוב על מנת לשפר את למידת התלמידים ואת הוראת המורה.

בתהליך בחירת הנושא לעבודת הגמר החלטתי, כי היא תעסוק בתחום אלקטרומגנטיות. הסיבה העיקרית לכך הייתה, שהנושא הוא מעניין והבנתו חשובה מאוד. התפקיד העיקרי של אלקטרומגנטיות הוא לעזור לתלמידים להבין את המבנה של עולם הטבע, מאחר שאלקטרומגנטיות היא הבסיס לטכנולוגיה של היום. הסיבה השנייה לבחירת הנושא הייתה, לחדש את הידע שלי בהוראת נושא השדה המגנטי, אשר לימדתי בעבר.

ברקע הפדגוגי של עבודת הגמר מופיעות הצעות לשלוש הפעלות, שתיים מהן בצורת עבודה יחידנית, קבוצתית, דיון כיתתי ורפלקציה (ההפעלה הראשונה וההפעלה השלישית). בהפעלה הראשונה מופיע שאלון לתלמיד אשר פיתחתי לבדיקת הידע של הפעילות הראשונה שבדגם ההוראה: "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי" (בצורה של שאלות רב ברירתיות). כמו כן, נתתי תשובות לשאלון עם הסבר, עם קשיים שהשאלה חושפת והרחבה בתחום התוכן.

בהפעלה השלישית מופיעות שאלות דירוג, המבקשות מהתלמידים, בניגוד לשאלות רגילות, לחשוב באופן שונה. שאלות דירוג מבקשות מהתלמידים לדרג את המצבים המוצגים בדרך כלל כסדרת תרשימים לפי סדר עולה או יורד. כמו כן, שאלות דירוג מדגישות מיקרים פיזיקליים מיוחדים.

ההפעלה השנייה ניתנה בצורה של מטלת ביצוע - תחרות סרטונים. בדפים המיועדים למורים מוצגים מאפייני מטלת הביצוע, ודרך העבודה שכוללת: מטרות הוראה, הפעלת המשימה, סגנון העבודה, הזמן הנדרש, הצעה לקריטריונים להערכת בחירת סרטון, הצעה לקריטריונים להערכת המטלה (מחווין) ודוגמאות של סרטונים. בדפים המיועדים לתלמידים מופיעות הנחיות לפעילות ושאלות רפלקציה.

במהלך איסוף החומר לעבודה הצלחתי למצוא חומרים מעניינים במגוון מאמרים ובאינטרנט בנושא השדה המגנטי, ובייחוד בספרם של רות צ'באי וברוס שרווד: "Matter & Interactions", שאותו לקחתי כבסיס לרקע המדעי של העבודה. להעשרת הרקע המדעי של העבודה לקחתי סיכומי הרצאות מקורס "אלקטרומגנטיות", מאת פרופ' דוד ברגמן.

מקורות המידע העיקריים ששימשו אותי לכתיבת העבודה היו מצגות, המזמנות למידה, תמונות העוזרות להסביר לתלמידים את החומר, סרטונים המתאימים להבהרת/הוראת הנושאים

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

הפיזיקליים ושאלות המבקשות מתלמידים לחשוב באופן אקטיבי, באופן שונה או בסדר הפוך. בנוסף, בחרתי לפתח שאלון המתאים לאיסוף מידע על מיקומו של התלמיד ביחס למטרה (אסטרטגית ההוראה - הערכה לשם למידה), שעליו כתבתי בפסקה הקודמת (ההפעלה הראשונה). במהלך הפיתוח למדתי, שאני מסוגלת לעבד את החומרים שמצאתי, לבחור את עיקרי הדברים ולסכם אותם. היה לי קל לחבר שאלות לשאלון המוצג בהפעלה הראשונה. בדקתי את הפעילות הראשונה שבדגם ההוראה, וסיכמתי את הנושאים שבהם רציתי לבדוק את הידע של התלמידים. עיבדתי הרבה שאלות, שמצאתי בספרים ובאינטרנט בשלוש שפות (רוסית, עברית ואנגלית). בהתחלה חיברתי שש שאלות ולאחר התייעצות עם המנחה שלי הורדתי שלוש שאלות, מאחר שהיו פשוטות, ומספר שאלות אחרות דרשו שינוי. אחרי זמן מה שיניתי את השאלות וחיברתי שלוש שאלות חדשות שעברו את בדיקת המנחה.

לעומת זאת, התקשיתי בחיבור שאלות דירוג שמוצגות בהפעלה השלישית של העבודה. לא נפגשתי בשאלות מסוג זה בעבר (חוץ מכמה שאלות דירוג שד"ר חנה ברגר הציעה לנו בקורס "סוגיות בהוראת הפיזיקה"2). חיבור השאלות דרש ממני לחשוב באופן שונה ולגלות יצירתיות.

נהניתי לפתח את ההפעלה השנייה. תחילה, עלה הרעיון לעשות פעילות "תחרות סרטונים" ולכתוב קריטריונים לבחירת סרטון. במהלך איסוף החומרים לפעילות הצעתי לעשות אותה בצורה של מטלת ביצוע. ראיתי שהשאלה היא גדולה ופתוחה, מציגה סיטואציה וסעיפים מדורגים, כוללת פעילות חקר, מספר מושגים ומספר מיומנויות. לפיתוח ההפעלה השתמשתי בידע שרכשתי בקורס "דרכים ושיטות להערכת הלמידה". היה לי קל לחבר דף למורים הכולל את מטרות ההוראה, את הפעלת המשימה ואת חלוקת הזמן. כמו כן חיברתי מחוון ודף לתלמידים עם הנחיות לפעילות ושאלות רפלקציה, וזאת מכיוון שפיתחתי פעילות בצורה דומה בקורס "דרכים ושיטות להערכת הלמידה" והפעלתי אותה בכיתה. לעומת זאת, התקשיתי בהצעות לקריטריונים להערכת בחירת סרטון. כדי להצליח בחיבור ההצעות הייתי צריכה לקרוא ולעבד חומרים רבים.

בפגישות עם המנחה, ד"ר חנה ברגר, קיבלתי הפנייה למאמרים, לספרים, לדגמי הוראה, להרצאות ולאחרים באינטרנט עם תמונות ושאלות בנושא העבודה. קיבלתי יעוץ מקצועי, תמיכה ועידוד.

עבודה זו תרמה לי כמורה הן בתחום המדעי והן בתחום הפדגוגי. עברתי תהליך של צמיחה מקצועית, למדתי להתפתח בהדרגה ולבצע רפלקציה על העבודה. אספתי מקורות מידע, עיבדתי וסיכמתי אותם. לא הספקתי להפעיל את הפעילויות עם תלמידים, אך בעתיד אני מתכוונת לנסות אותן בכיתה ולערוך שינויים בהתאם.

6. ביבליוגרפיה

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

ספרים

- 1) Sherwood & Chabay / Matter & Interactions
- 2) Thomas O'Kuma, David Maloney, and Curtis Hieggelke/ Ranking Task Exercises in Physics

מאמרים

- 1) Ruth Chabay and Bruce Sherwood/ Restructuring the introductory electricity and magnetism course
- 2) Student - centred learning: what does it mean for students and lecturers? / Geraldine O'Neill and Tim McMahon, University College Dublin, 2005
- 3) David P Maloney/Charged poles
- 4) David P Maloney/ Ranking Tasks: A New Type of Test Item
- 5) Learner-Centered, American Psychological Association, November 1997
- 6) פרופ' מנוחה בירנבוים/ הערכה לשם למידה, 2007
- 7) הערכה לשם למידה ומאפיינים של קהילה מקצועית בית ספרית ותרבות כיתה המעצימים אותה/ מנוחה בירנבוים, 2009
- 8) נבו, ד. (1992)/ ההערכה ככלי לשיפור ההוראה והלמידה
- 9) בירנבוים, מ/ (1997) חלופות בהערכת הישגים, תל אביב: הוצאת רמות- אוני' ת"א
- 10) אסר בגנו ובת שבע אילון/ מעבר מפתרון בעיות לארגון ידע: דוגמה מאלקטרומגנטיות, American Journal of Physics, 65(8) 1997

שונות

- 1) David J. Bergman/Advanced Electromagnetism: Lecture notes for high school teachers.
- 2) ד"ר אסתר בגנו, פרופ' בת שבע אילון, ד"ר חנה ברגר, זהורית קאפח, נדיה קרסניאנסקי/ דגם ההוראה "מקורותיו ותכונותיו של השדה המגנטי"
- 3) דף פעילות – "נוסחה ומשמעותה", המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

- 4) "מעוף" פרק ז' "ארגון מושגים באלקטרומוגנטיות", המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
- 5) מצגת של קורס "דרכים ושיטות להערכת הלמידה"
- 6) חשמל ומגנטיות, ד"ר דוד זינגר
- 7) האתר Interlect
<http://www.interlect.co.il/MatriculationExams/MatriculationExams.aspx>
- 8) <http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%92%D7%A0%D7%98>
- 9) <http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%95%D7%A0%D7%95%D7%A4%D7%95%D7%9C%D7%9E%D7%92%D7%A0%D7%98%D7%99>
- 10) <http://www.youtube.com/watch?v=0BgV-ST478M>

7. נספח (העשרת רקע המדעי)

Advanced Electromagnetism: Lecture notes for high school teachers.
David J. Bergman

1. Some mathematical properties of vector fields

Theorem 1: Any vector field $B(r)$ that decreases at large distances at least as fast as $1/r^2$ can always be written as a sum of the gradient of a scalar field $\psi(r)$ and the curl of a divergence-free vector field $A(r)$, i.e., a vector field that satisfies $\nabla \cdot A = 0$.

Proof: Given the vector field $B(r)$, we would like to find $\psi(r)$ and $A(r)$, where $\nabla \cdot A = 0$, such that $B = \nabla\psi + \nabla \times A$. Applying the $\nabla \cdot$ operator to the last equation, we get

$$\nabla^2\psi = \nabla \cdot B$$

We have thus obtained a Poisson-type equation for ψ . This has the solution

$$\psi(r) = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\nabla' \cdot B(r')}{|r - r'|} d^3r' \propto \frac{1}{r} \text{ when } |r| \rightarrow \infty$$

The vector field $B - \nabla\psi$ is divergence-free, therefore the equation $\nabla \times A = B - \nabla\psi$ has the following solution

$$A(r) = \frac{1}{4\pi} \nabla \times \int \frac{B(r') - \nabla'\psi(r')}{|r - r'|} d^3r' \quad (1.1)$$

Clearly this expression is divergence-free.

Theorem 2: Any scalar field $\phi(r)$ which vanishes outside of some finite volume V and integrates to zero over that volume can be written as the divergence of a vector field that vanishes outside V .

Proof: We would like to find a vector field $P(r)$ that vanishes outside V and satisfies

$$\phi = \nabla \cdot P \quad (1.2)$$

From the previous theorem we know that, if there exists such a field P , then there also exist two fields, $\psi(r)$ and $A(r)$, such that $P = \nabla\psi + \nabla \times A$. Applying $\nabla \cdot$ to this equation we get

$$\nabla^2\psi = \nabla \cdot P = \phi$$

Again this is a Poisson-type equation where the right hand side is known and vanishes outside V . A solution of this equation is

$$\psi = -\frac{1}{4\pi} \int \frac{\phi(r')}{|r - r'|} d^3r'$$

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

and this decreases at large distances as $\frac{1}{r^2}$.

Theorem 3: Any divergence-free vector field $J(r)$ which vanishes outside of some finite volume V can be written as the curl of a vector field that also vanishes outside V

$$A(r) = \frac{1}{4\pi} \nabla \times \int \frac{J(r')}{|r - r'|} d^3 r'$$

We now try to add to A the gradient of a scalar field ϕ such that the sum vanishes outside V but leaves A unchanged inside V

$$A(r) + \nabla\phi(r) = \begin{cases} 0, & r \notin V \\ A(r), & r \in V \end{cases} \equiv A'(r)$$

Applying the $\nabla \cdot$ operator to this equation we get a Poisson-type equation for ϕ , namely $\nabla^2 \phi = \nabla \cdot A'$. This can be solved, and thus the field $A' \equiv A + \nabla\phi$ vanishes outside V and its curl equals J . Note that $\nabla \cdot A' \neq 0$ in general.

Again, the solution for A' is unique, because adding to it a gradient $\nabla\psi'$, with $\nabla^2\psi' = 0$, will always make A' nonzero outside V .

2. Ampere's law and the Lorentz force

Shortly after Oersted discovered that an electric current produces a magnetic field around it (in 1819), Ampere discovered that two long, straight, parallel wires, carrying currents I_1 and I_2 , exert a force F upon each other in the perpendicular direction. He found that the force per unit length of wire is proportional to $I_1 I_2 / d$, where d is the distance between the wires. Since the units of current are charge/time, i.e., Coulomb/second, therefore the proportionality coefficient must have the units of $1/(\text{velocity})^2$. We will write this as

$$\frac{d|F|}{dl} = \frac{2}{c^2} \frac{I_1 I_2}{d},$$

where we have chosen the symbol c for this velocity, in anticipation of the fact that it will turn out to be the velocity of EM waves in vacuum.

Oersted also found that a perpendicular force is exerted on a current carrying wire by the presence of a magnetic field that is perpendicular to both the wire and the force and that this force is proportional to the current. These findings, taken together with Ampere's observation, lead to the idea of *defining* the magnetic field B as a vector that is perpendicular to the wire and the force, which also satisfies

$$|B_2| = \frac{2I_2}{cR} \quad (2.1)$$

$$\frac{d|F_1|}{dl_1} = \frac{I_1 |B_2|}{c} \quad (2.2)$$

Here R is the perpendicular distance from the I_2 wire.

Extending Eq. (2.2) to currents in a non-straight wire we write

$$dF = \frac{I_1}{c} dl \times B_2 \rightarrow F = \frac{1}{c} \int J \times B_2 d^3 r \quad (2.3)$$

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

The first of these equations can be transformed by writing the electric current in the form of a time derivative of charge q : $I = dq/dt$, and by associating dt with the line element d to get the velocity of that charge: $v = d/dt$. In this way we get the following expression for the infinitesimal force felt by an infinitesimal charge moving with velocity v in a magnetic field B :

$$dF = \frac{dq}{c} v \times B \quad (2.4)$$

This can immediately be generalized to a non-infinitesimal charge q by omitting the d from both sides of this equation. This force is called the "Lorentz force". Combining this with the Coulomb force exerted on such a particle by an electric field, we conclude that a charge q moving in an electromagnetic field experiences the following total force:

$$F = qE + q\frac{v}{c} \times B \quad (2.5)$$

An important conclusion which can be drawn from this equation is that, if E and B have comparable magnitudes, then the Lorentz force is usually smaller than the Coulomb force by a factor of order $|v|/c$, which is much less than 1 for a non-relativistic particle.

Application: The Hall effect. When an electric current density J flows through a wire subject to a perpendicular magnetic induction field $B \equiv |B|e_B$, the Lorentz force first accelerates the charge carriers in a direction perpendicular to J and B . Very quickly a nonzero surface charge density builds up on the sides of the wire until the resulting electric field E_{Hall} exactly cancels the Lorentz force ($q = \pm|e|$ is the charge of each of the itinerant charges, either hole (upper sign) or electron (lower sign), and n is their density):

$$\frac{1}{c}(J \times B) = -nqE_{Hall} \Rightarrow E_{Hall} = \rho_{Hall}(e_B \times J) \quad \text{where } \rho_{Hall} \equiv \frac{|B|}{nqc}$$

is the "Hall resistivity". The resistivity of an isotropic free electron or free hole conductor is no longer a scalar quantity, but is rather a tensor $\hat{\rho}$ with off-diagonal components which are anti symmetric:

$$\hat{\rho} = \begin{pmatrix} \rho_{\Omega} & -\rho_{Hall} & 0 \\ \rho_{Hall} & \rho_{\Omega} & 0 \\ 0 & 0 & \rho_{\Omega} \end{pmatrix}$$

where ρ_{Ω} is the Ohmic resistivity and where we assumed that $B \parallel z$. In contrast with ρ_{Ω} , which is always positive and depends on transport properties like the mean free time between successive electron collisions, ρ_{Hall} can have either sign and is independent of any transport properties. In practice, measurements of ρ_{Hall} can serve to determine both the sign and the density of the itinerant charges.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.

כל קובץ המועלה לאתר נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.