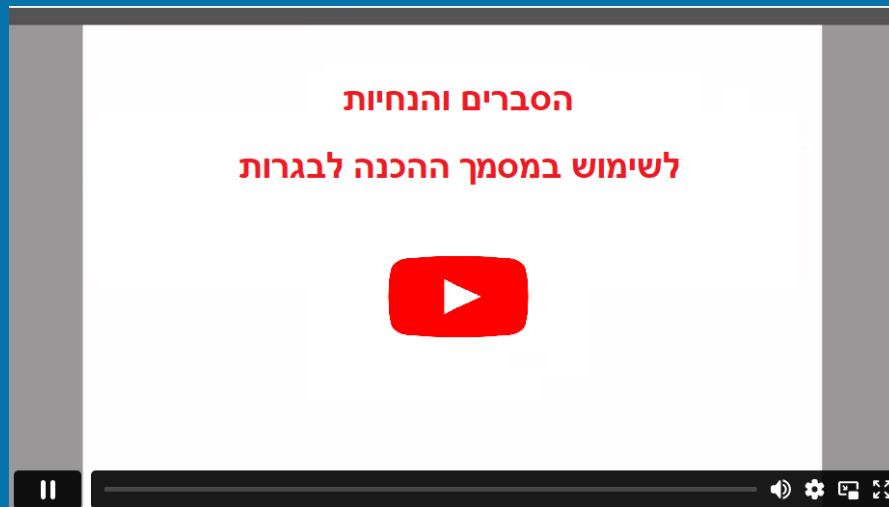


מסמך הכנה מסכם לבגרות חשמל תשפ"ד

[!\[\]\(c8d96c8885d3000a912c2582004aed63_img.jpg\) להורדת מסמך מעודכן](#)

גרסה 7.1.25, עדכון: 5.6.24

- מסמך זה הוכן למנוי YouTube לקראת בחינת הבגרות בחשמל בתשפ"ד.
- המסמך מכיל סיכומים ותרגילי הכנה שנכתבו כהכנה לבחינה, קישורים לפעילויות אינטראקטיביות ולאוגדני הפתרונות של שאלות הבגרות.



- מערכות היוקיוב אינן פעילות בשבתות ובמועדי ישראל.

בברכת למידה פורייה ומהנה.

צוות YouTube

support@youcube.co.il

דף ראשי

שדה מגנטי

סיכום פסיפס

פרקטיקות שדה מגנטי

אוגדני פתרונות לשאלות הבגרות

כוח מגנטי הפועל על מטען נע (cube-46)

כוח מגנטי הפועל על מוליך נושא זרם (cube-47)

מעגלי זרם

סיכום פסיפס

פרקטיקות מעגלי זרם

אוגדני פתרונות לשאלות הבגרות

כא"מ מתח ההדקים (cube-41)

הספק ונצילות (cube-43)

אלקטרוסטטיקה

סיכום פסיפס

פרקטיקות 1- חוק קולון והשדה

פרקטיקות 2- פוטנציאל ואנרגיה פוטנציאלית

אוגדני פתרונות לשאלות הבגרות

הכוח החשמלי וחוק קולון (cube-35)

שדה חשמלי (cube-36)

פוטנציאל חשמלי ועבודת כוח חשמלי (cube-37)

אנרגיה פוטנציאלית חשמלית ושימור אנרגיה (cube-38)

דפי הנוסחאות

טיפים לקראת מבחן הבגרות

סיכום פסיפס אלקטרוסטטיקה

סיכום פסיפס אלקטרוסטטיקה- הגדרות עקרונות הערות דגשים המלצות אופרטיביות תקפות ואיך הגענו

מטען חשמלי אלמנטרי (cube-35)	בטבע קיימים שני חלקיקים אלמנטריים הגורמים להפעלת הכוח החשמלי. החלקיקים האלקטרון והפרוטון. האלקטרון מסומן כמטען שלילי. והפרוטון מסומן כמטען חיובי. סימון האלקטרון כמטען שלילי הוא שרירותי בלבד, יש מקרים בהם לא נתייחס לסימן האלקטרון מבחינה מתמטית.
גופים טעונים (cube-35)	באופן כללי לגופים בטבע יש מספר זהה של אלקטרונים ופרוטונים, גופים אלו הם ניטרליים מבחינה חשמלית. לגוף בעל עודף אלקטרונים נקרא גוף טעון מטען חשמלי שלילי. לגוף בעל עודף פרוטונים נקרא גוף טעון מטען חיובי. הכוח החשמלי לא פועל רק בין המטענים האלמנטריים, הוא פועל גם בין גופים טעונים.
מבנה האטום (cube-35)	כל חומר ביקום מורכב מאוסף של אטומים המקנים לחומר את תכונותיו. במרכז האטום ממוקמים פרוטונים וניוטונים צמודים המהווים את גרעין האטום, סביב הגרעין נעים אלקטרונים המהווים את מעטפת האטום. הכוח החשמלי פועל על האלקטרונים ככוח צנטריפטאלי.
חוק קולון (cube-35)	החוק מתאר את גודל הכוח הפועל החשמלי הפועל בין שני מטענים (או שני גופים טעונים) בתלות במרחק בין המטענים r ובגודל המטענים, לפי: $F = \frac{K \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad K = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ בין מטענים זהים בסימנם פועל כוח דחייה, ובין מטענים שונים בסימנם פועל כוח משיכה. בחישוב גודל הכוח החשמלי יש להתייחס לערכם המוחלט של המטענים. חוק קולון מתאים לחישוב הכוח החשמלי הפועל בין גופים נקודתיים, או שיש להם צורה שניתן להתייחס אליה כאל גוף נקודתי (כמו כדור). חוק קולון לא מתאים לחישוב הכוח הפועל בין לוחות טעונים, או בין גוף נקודתי טעון ללוח טעון.

השדה החשמלי (cube-36)

השדה החשמלי הוא תכונה של נקודה במרחב, השדה מתאר את גודל הכוח הפועל על יחידת מטען בנקודה.
השדה החשמלי בנקודה מוגדר ווקטורית בעזרת מטען קטן וחיובי שנקרא מטען בוחן (q).
ווקטור השדה שווה ליחס שבין הכוח החשמלי הפועל על מטען בוחן הממוקם בנקודה חלקי גודל מטען הבוחן:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

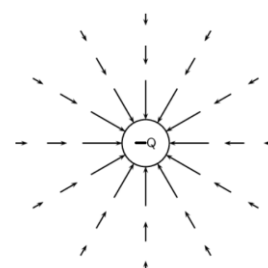
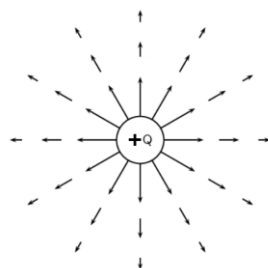
כאשר המטען הוא שלילי, מהגדרת השדה כיוון הכוח החשמלי הפועל על המטען הפוך לכיוון השדה.

הגדרת השדה מתאימה לכל סוג של שדה, גם לשדה אחיד הנוצר מלוח טעון. וגם לשדה רדיאלי הנוצר ממטען נקודתי.

ווקטורי השדה (cube-36)

ווקטורי השדה בסביבת המטען נקודתי הם וקטורים רדיאליים, בהתאם להגדרת השדה, כיוונם של ווקטורי השדה בסביבת מטען נקודתי נקבע בהתאם לסימונו של המטען הנקודתי.

כיוון קווי השדה החשמלי בסביבת מטען נקודתי חיובי הוא רדיאלי החוצה, ובסביבת מטען נקודתי שלילי הוא רדיאלי פנימה.



בהתאם לביטוי השדה החשמלי ככל שמתרחקים מהמטען ווקטורי השדה קטנים בגודלם.

עוצמת השדה החשמלי (cube-36)

עוצמת השדה החשמלי בכל נקודה בסביבתו של מטען נקודתי תלויה במרחק הנקודה מהמטען r . ובגודל המטען היוצר את השדה Q .

$$E = \frac{F}{q} = \frac{\frac{K \cdot Q \cdot q}{r^2}}{q} = \frac{K \cdot Q}{r^2}$$

$$E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$$

ביטוי זה מתאים לתיאור עוצמת השדה בסביבת מטען נקודתי בלבד! הביטוי לא מתאים לשדה חשמלי אחיד.

הביטוי מתאר את גודל השדה ולא את כיוונו, כיוון השדה הוא ככיוון הכוח החשמלי הפועל על מטען בוחן (מטען חיובי קטן) הממוקם בנקודה.

במקרה של נקודה הנמצאת בסמוך למספר מטענים כדי למצוא את וקטור השדה בנקודה, יש לחשב וקטור השדה הנוצר מכל אחד מהמטענים בנקודה. השדה החשמלי השקול שווה לסכום ווקטורי השדה הנוצרים בנקודה.

קווי השדה (cube-36)

קווי השדה הם קווים רציפים המשיקים לווקטורי השדה. הם מתארים בצורה חזותית את השדה.

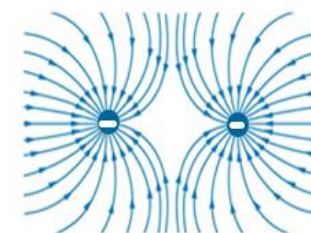
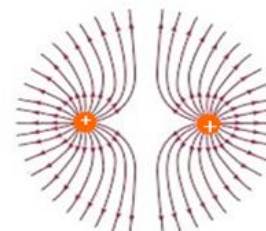
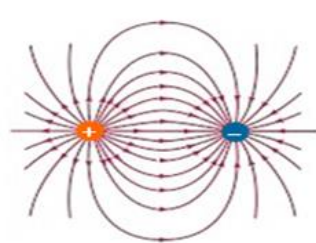
כיוון ווקטורי השדה בכל נקודה הוא ככיוון ווקטור השדה החשמלי בנקודה.

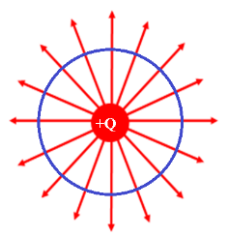
צפיפות קווי השדה בכל נקודה מייצגת את עוצמת השדה החשמלי בנקודה.

קווי השדה יכולים להתעקם אך הם לעולם לא חוצים זה את זה.

קווי השדה ניצבים לפני הגוף.

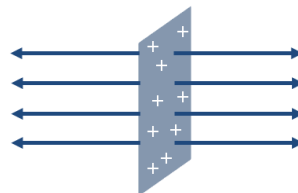
קווי השדה מתחילים במטען חיובי או באינסוף. ומסתיימים במטען שלילי או באינסוף.



השטף החשמלי הוא תיאור של כמות קווי שדה, מסומן ע"י Φ ונמדד ביחידות של $\left[\frac{N \cdot m^2}{C} \right]$.	שטף חשמלי (cube-36)
חוק גאוס קובע שכמות קווי השדה היוצאת מהמטען תלויה ביחס ישר בגודל המטען, לפי: $\Phi = 4\pi K \cdot Q$ בעזרת חוק גאוס ניתן לבטא את עוצמת השדה החשמלי בסביבתו של מטען נקודתי: <u>פיתוח ביטוי לעוצמת שדה חשמלי בסביבת מטען נקודתי:</u> נמקם משטח גאוסי (דימיוני) סביב מטען Q.  שטח מעטפת הכדור: $A = 4 \cdot \pi \cdot r^2$ כמות קווי השדה היוצאת מהמטען וחוצה את הכדור: עוצמת השדה החשמלי בכל נקודה על פני הכדור הגאוסי זהה, נבטא את צפיפות קווי השדה על פני הכדור: $E = \frac{\Phi}{A} = \frac{4 \cdot \pi \cdot K \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{K \cdot Q}{r^2}$ בעזרת גאוס ניתן לחשב את עוצמת השדה החשמלי בסביבתם של גופים טעונים בעלי צורה שונה.	חוק גאוס (cube-36)

שדה אחיד (cube-36)

בהתאם להגדרת השדה בסביבת לוח הטעון במטען חיובי קווי השדה יוצאים מהלוח. ובסביבת לוח הטעון במטען שלילי קווי השדה נכנסים ללוח. מכיוון שקווי השדה ניצבים לפני הגוף הטעון, במקרה של לוח טעון קווי השדה הם קווים מקבילים, צפיפות קווי השדה לא משתנה ככל שמתרחקים מהלוח הטעון. לכן, שדה הנוצר מלוח טעון נקרא שדה אחיד.



עוצמת השדה האחיד בכל אחד משני צדדיו של הלוח תלויה בצפיפות המטען בלוח σ בלבד, לפי:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

σ - צפיפות המטען נמדד ביחידות של קולון למטר ריבועי.

ϵ_0 - מקדם חלחלות שדה חשמלי בריק

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$$

אין צורך לפתח את ביטוי עוצמת השדה האחיד, הביטוי נתון בדפי נוסחאות.

הביטוי לא מתאים לתיאור עוצמת השדה בנקודה הנמצאת באזור קצות הלוח, לכן אנחנו עוסקים רק בלוח טעון אין סופי (לוח שאין לו קצוות)

פיתוח ביטוי עוצמת השדה האחד בעזרת חוק גאוס עם גליל גאומי:



נבטא בעזרת חוק גאוס את גודל השטף היוצא מהמטען התחום בגליל לשני הצדדים של הלוח:

$$\phi = 4\pi K \cdot Q$$

$$\phi = 4\pi K \cdot \sigma A$$

$$\phi = 2\pi K \cdot \sigma A$$

כמות קווי השדה היוצאת לכל צד:

כדי לבטא את עוצמת השדה, נבטא את צפיפות קווי השדה:

$$E = \frac{\phi}{A} = \frac{2\pi K \cdot \sigma A}{A} = 2\pi K \cdot \sigma, \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow E = 2\pi \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \sigma = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

שדה אחד
(cube-36)

השדה החשמלי מתאר את סביבת המטען בצורה ווקטורית. הפוטנציאל החשמלי מתאר את המרחב של המטען בצורה נוחה יותר, בצורה סקלרית. הפוטנציאל בנקודה מוגדר לפי העבודה הנדרשת כדי להניע מטען בוחן מהאינסוף עד לנקודה במהירות קבועה, חלקי גודל מטען הבוחן.

$$V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$$

מהגדרת הפוטנציאל, הפוטנציאל נמדד ביחידות של ג'אול לקולון או בקיצור וולט. יכולה להיות נקודה שבה הפוטנציאל החשמלי הוא אפס. והשדה החשמלי שונה מאפס. ויכולה להיות נקודה שבה הפוטנציאל החשמלי שונה מאפס, והשדה החשמלי שווה לאפס.

פוטנציאל
חשמלי
(cube-37)

גודל
הפוטנציאל
בסביבתו של
מטען נקודתי
(cube-37)

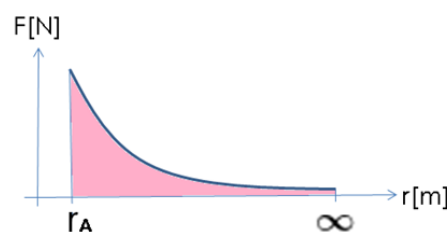
9



A'

∞

כדי להניע מטען בוחן מהאינסוף עד לנקודה בסביבת מטען נקודתי במהירות קבועה יש להשקיע כוח משתנה בגודלו, בגרף של הכוח בתלות במרחק בין מטען הבוחן למטען הנקודתי העבודה שווה לשטח התחום בגרף, ניתן לחשב את שטח זה ולמצוא את העבודה בעזרת אינטגרל:



$$W_{\infty \rightarrow A} = \int_{r_A}^{\infty} F(r) dr$$

$$W_{\infty \rightarrow A} = \int_{r_A}^{\infty} \frac{K \cdot Q \cdot q}{r^2} dr$$

$$W_{\infty \rightarrow A} = K \cdot Q \cdot q \int_{r_A}^{\infty} r^{-2} dr = K \cdot Q \cdot q \left(\frac{r^{-1}}{-1} \right) \Big|_{r_A}^{\infty}$$

$$W_{\infty \rightarrow A} = \frac{K \cdot Q \cdot q}{-1} \left(\frac{1}{r_{\infty}} - \frac{1}{r_A} \right)$$

$$W_{\infty \rightarrow A} = K \cdot Q \cdot q \cdot \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_{\infty}} \right) = \frac{K \cdot Q \cdot q}{r_A}$$

נציב את ביטוי העבודה בהגדרת הפוטנציאל:

$$V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q} = \frac{\frac{K \cdot Q \cdot q}{r_A}}{q} = \frac{K \cdot Q}{r_A}$$

$$V_A = \frac{K \cdot Q}{r_A}$$

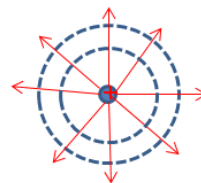
ביטוי זה מתאר את גודל הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי בלבד.

 ניתן להשתמש בהגדרת הפוטנציאל כדי למצוא את העבודה של כוח חיצוני בהנעת מטען בין שתי נקודות: $W_{B \rightarrow A} = W_{\infty \rightarrow A} - W_{\infty \rightarrow B}$ $W_{B \rightarrow A} = V_A \cdot q - V_B \cdot q$ $W_{B \rightarrow A} = (V_A - V_B) \cdot q$ מכיוון שהגדרת הפוטנציאל מתייחסת למקרה שבו הכוח החיצוני מניע את המטען במהירות קבועה, ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החיצוני רק כאשר המטען נע מנקודה לנקודה במהירות קבועה (אין שינוי באנרגיה הקינטית) או כאשר המטען מובא מנקודה לנקודה מבלי לשנות את האנרגיה הקינטית שלו.	העבודה המבוצעת להנעת מטען במהירות קבועה בין שתי נקודות ע"י כוח חיצוני (cube-37)
מכיוון שהמטען נע במהירות קבועה גודל השינוי באנרגיה הקינטית שווה לאפס. נכתוב את משפט העבודה אנרגיה במקרה זה: $W = \Delta E_K$ $W_{B \rightarrow A}^{\text{חיצוני}} + W_{B \rightarrow A}^{\text{חשמלי}} = \Delta E_K$ $W_{B \rightarrow A}^{\text{חיצוני}} + W_{B \rightarrow A}^{\text{חשמלי}} = 0$ $W_{B \rightarrow A}^{\text{חשמלי}} = - (W_{B \rightarrow A}^{\text{חיצוני}})$ $W_{B \rightarrow A}^{\text{חשמלי}} = (V_B - V_A) \cdot q$ בניגוד לעבודת הכוח החיצוני, ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החשמלי בכל מקרה, גם כאשר הגוף לא נע במהירות קבועה. בדפי הנוסחאות לא קיים ביטוי לעבודת הכוח החשמלי או לעבודת הכוח החיצוני, יש ביטוי דומה בדפי הנוסחאות בפרק העוסק במעגלי הזרם.	העבודה המבוצעת להנעת מטען במהירות קבועה בין שתי נקודות ע"י כוח חשמלי (cube-37)

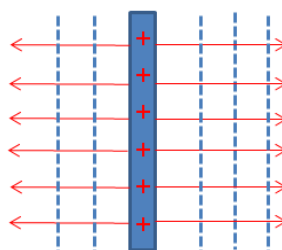
משטחים שווי פוטנציאל (cube-37)

משטח שווי פוטנציאל הוא משטח שלכל הנקודות בו יש פוטנציאל זהה.

סביב מטען נקודתי משטחים שווי פוטנציאל הם משטחים כדוריים:



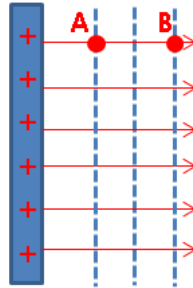
בשדה אחיד (בסביבתו של לוח טעון) משטחים שווי פוטנציאל הם משטחים מישוריים:



משטחים שווי פוטנציאל הם משטחים הניצבים לקווי השדה.

הקשר שבין
עוצמת שדה
אחיד והפרש
פוטנציאלים.
(cube-37)

במורד השדה החשמלי הפוטנציאל קטן. נכתוב ביטוי המתאר את השינוי בפוטנציאל החשמלי ΔV לאורך ΔX מטרים במורד שדה חשמלי שעוצמתו E :



$$W_{A \rightarrow B}^{\text{חשמלי}} = F \cdot (X_B - X_A) = E \cdot q \cdot (X_B - X_A)$$

$$W_{A \rightarrow B}^{\text{חשמלי}} = (V_A - V_B) \cdot q$$

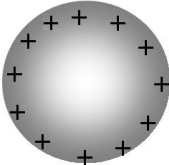
$$E \cdot q \cdot (X_B - X_A) = (V_A - V_B) \cdot q$$

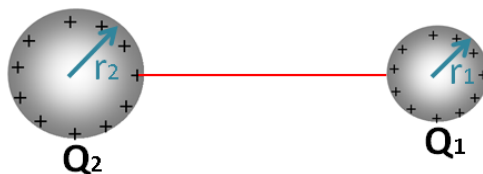
$$E = \frac{(V_A - V_B)}{(X_B - X_A)} = - \frac{(V_B - V_A)}{(X_B - X_A)}$$

$$E = - \frac{\Delta V}{\Delta X}$$

מביטוי זה ניתן לראות שיחידות השדה הן וולט למטר. (זהה ליחידות ניוטון לקולון)
המשמעות של יחידות אלו הן בכמה וולט קטן הפוטנציאל החשמלי בכל מטר במורד השדה החשמלי.

ביטוי זה של השדה מתאים רק לשדה אחיד, שדה הנוצר מלוח טעון.
הביטוי לא מתאים לשדה רדיאלי, שדה הנוצר ממטען נקודתי.

שדה חשמלי בקליפה כדורית (cube-37)	בקליפה כדורית מוליכה טעונה , מרוכז כל המטען על פני הקליפה.  השדה החשמלי בתוך הקליפה- מסיבות גיאומטריות הכוח השקול שיפעל על מטען בוחן הממוקם בתוך חלל הקליפה יהיה אפס, לכן מהגדרת השדה, עוצמת השדה החשמלי בכל נקודה בתוך חלל הקליפה שווה לאפס. השדה החשמלי מחוץ לקליפה- כדי למצוא את עוצמת השדה החשמלי מחוץ לקליפה (ועל פני הקליפה), יש להתייחס למטען הקליפה כאל מטען נקודתי הממוקם במרכז הקליפה. ולהשתמש בביטוי לעוצמת השדה החשמלי בסביבת מטען נקודתי.
הפוטנציאל החשמלי בסביבת קליפה חשמלית טעונה (cube-37)	הפוטנציאל החשמלי בתוך הקליפה- בתוך הקליפה עוצמת השדה החשמלי היא אפס, העבודה הנדרשת כדי להניע מטען מהאינסוף לנקודה על פני הכדור שווה לעבודה הנדרשת כדי להניע מטען מהאינסוף לכל נקודה בתוך הכדור. לכן הפוטנציאל בתוך הקליפה הוא קבוע ושווה לפוטנציאל על פני הקליפה. הפוטנציאל החשמלי מחוץ לקליפה- כדי למצוא את הפוטנציאל מחוץ לקליפה (ועל פני הקליפה) יש להתייחס למטען הקליפה כמטען נקודתי הממוקם בנקודת מרכז הקליפה. ולהשתמש בביטוי לפוטנציאל החשמלי בסביבת מטען נקודתי.



בחיבור כדורים מוליכים טעונים (או קליפות מוליכות טעונות) באמצעות מוליך ארוך (למניעת קיטוב) ודק (למניעת אגירת מטען במוליך) מתקיים:

1. מחוק שימור המטען: סכום מטען הכדורים לפני החיבור שווה לסכום מטען הכדורים אחרי החיבור.

$$Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2'$$

2. זמן רב לאחר חיבור הכדורים הפוטנציאל החשמלי של שני הכדורים יהיה זהה.

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 \\ \frac{K \cdot Q_1'}{r_1} &= \frac{K \cdot Q_2'}{r_2} \\ \frac{Q_1'}{Q_2'} &= \frac{r_1}{r_2} \end{aligned}$$

בעזרת שתי משוואות אלו, בהינתן מטעני הכדורים לפני חיבור המוליך בין הכדורים. ניתן למצוא את מטעני הכדורים זמן רב לאחר חיבור המוליך בין הכדורים.

רק מטען שלילי (אלקטרונים) יכול לנוע בין הכדורים! מטען חיובי לא יכול לנוע בין הכדורים הוא ממוקם בגרעין.

אנרגיה פוטנציאלית חשמלית (cube-38)	עבודת הכוח החשמלי תלויה בפוטנציאל בנקודת תחילת התנועה , ובפוטנציאל בנקודת סיום התנועה ולא במסלול התנועה. לכן הכוח החשמלי הוא כוח משמר, ויש לו אנרגיה פוטנציאלית . עבודה הכוח המשמר שווה למינוס השינוי באנרגיה הפוטנציאלית. נבטא האנרגיה הפוטנציאלית מביטוי עבודת הכוח החשמלי: $W_{A \rightarrow B}^{\text{חשמלי}} = (V_A - V_B) \cdot q$ $W_{A \rightarrow B}^{\text{חשמלי}} = V_A \cdot q - V_B \cdot q$ $W_{A \rightarrow B}^{\text{כוח חשמלי}} = - \Delta U$ $U = V \cdot q$ האנרגיה של מטען הממוקם בנקודה מסוימת שווה למכפלת גודל הפוטנציאל בנקודה (תכונה של הנקודה) במטען הנמצא בנקודה (תכונה של הגוף). דומה לאנרגיה פוטנציאלית כובדית, המוגדרת כמכפלה של הגובה (תכונה של הנקודה) ב mg (תכונה של הגוף) ביטוי האנרגיה הפוטנציאלית נכון לכל סוג שדה, גם לשדה אחיד וגם לשדה רדיאלי.
שימור אנרגיה מכנית (cube-38)	במקרה שבו הכוח החשמלי הוא הכוח היחיד שעושה עבודה על המטען הנע , האנרגיה המכנית הכוללת נשמרת. נכתוב ביטוי לשימור האנרגיה המכנית הכוללת בעזרת משפט העבודה אנרגיה: $W_{A \rightarrow B}^{\text{חשמלי}} = \Delta E_K$ $(V_A - V_B) \cdot q = E_{KB} - E_{KA}$ $V_A \cdot q + E_{KA} = V_B \cdot q + E_{KB}$ $U_A + E_{KA} = U_B + E_{KB}$ משמעות שימור האנרגיה המכנית היא שסכום האנרגיה הקינטית והפוטנציאלית חשמלית קבוע בכל רגע ושווה לאנרגיה המכנית הכוללת. ניתן לבטא את משוואת שימור האנרגיה ממשפט העבודה אנרגיה.

פרקטיקות 1 אלקטרוסטטיקה - חוק קולון והשדה החשמלי

נושאי התרגול:

16

א - המטען החשמלי.

ב – חוק קולון.

ג – השדה החשמלי בסביבת מטען נקודתי.

ד- השדה החשמלי בסביבת לוח טעון.

ה- השדה החשמלי בסביבת כדור מוליך טעון.

א - המטען החשמלי.

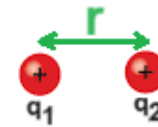
קישור לפיתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=445 6	1. מטען הוא תכונה סקלארית של גוף הנמדד ביחידות של קולון. ערך המטען יכול להיות חיובי או שלילי. 2. אחד קולון הוא מטען של $6.24 \cdot 10^{18}$ פרוטונים. 3. כאשר מספר האלקטרונים והפרוטונים בגוף הוא זהה, הגוף מוגדר כניטרלי, מטען הגוף שווה לאפס, הגוף לא טעון.	$Q = -3.2 \cdot 10^{-19} \text{C}$	ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$	1.1- מוסיפים לכדור הניטרלי שני אלקטרונים. חשב את מטען הכדור Q לאחר הוספת שני האלקטרונים.	1- נתון כדור מתכת קטן וניטרלי שרדיוסו 5 מילימטר. 
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=445 7	4. גוף טעון הוא גוף בעל עודף או חוסר באלקטרונים, יחסית למצב הניטרלי. כתוצאה מהוספת אלקטרונים לגוף ניטרלי, מספר האלקטרונים בגוף גדול ממספר הפרוטונים, מטען הכדור יהיה שלילי.	$Q = 4.8 \cdot 10^{-19} \text{C}$	הקשר בין מספר האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e וסך כל המטען Q (ביחידות קולון) הוא: $Q = N \cdot q_e$	1.2- גורעים מהכדור הניטרלי שלושה אלקטרונים. חשב את מטען הכדור Q לאחר שנגרעו ממנו שלושה אלקטרונים.	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=445 8	כתוצאה מגרעת אלקטרונים מהגוף ניטרלי, מספר הפרוטונים בגוף יהיה גדול ממספר האלקטרונים, לכן מטען הכדור יהיה חיובי. 5. לא ניתן להוסיף או לגרוע פרוטונים מהגוף, מכיוון שהפרוטונים נמצאים בתוך גרעין האטום. לכן, ניתן רק להוסיף או לגרוע אלקטרונים. 6. לא ניתן לגרוע או להוסיף חצי אלקטרון. יש לגרוע או להוסיף רק מספר שלם של אלקטרונים.	$Q = 4.8 \cdot 10^{-10} \text{C}$		1.3- גורעים מהכדור הניטרלי שלושה מיליארד אלקטרונים. חשב את מטען הכדור Q לאחר שנגרעו ממנו האלקטרונים.	

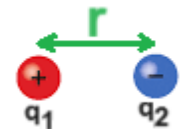
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפיתרון
-2 נתון כדור מתכת גדול וניטרלי שרדיוסו 20 סנטימטרים. 	2.1- מוסיפים לכדור הניטרלי שני אלקטרונים. חשב את מטען הכדור Q לאחר הוספת שני האלקטרונים.	ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	1. מספר האלקטרונים בכדור הגדול, הוא גדול יותר ממספר האלקטרונים בכדור הקטן (סעיף 1.1) מספר האלקטרונים העודפים בכדור הגדול, זהה למספר האלקטרונים העודפים בכדור הקטן. לכן, מטען הכדור הגדול זהה למטען הכדור הקטן. (אם ברכבת חסר רק אלקטרון אחד ובגרגר חול חסרים שני אלקטרונים. המטען החשמלי של הגרגר יהיה גדול מהמטען החשמלי של הרכבת).	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=445_9
2.2- חשב את מספר האלקטרונים N שיש לגרוע ממתכת ניטרלי כדי שמטען המטבע יהיה 1 קולון.	הקשר בין מספר האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e וסך כל המטען Q (ביחידות קולון) הוא: $Q = N \cdot q_e$	$N = 6.25 \cdot 10^{18}$		https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=446_9

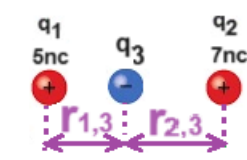
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפיתרון
3- נתונים שני כדורי מתכת זהים.  3.1- חשב את גודל המטען Q שעבר בין הכדורים.	ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$Q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$	1. המשמעות של מיקרו קולון (μC) הוא מיליונית הקולון, 10^{-6} C. 2. הפרוטונים העודפים בכדור הימני לא יכולים לנוע דרך המוליך לכדור השמאלי. (הם מקובעים בגרעין האטום). רק האלקטרונים יכולים לנוע, הם נעים בכיוון הפוך, מהכדור השמאלי לימני.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4461
3.2- מה כיוון תנועת האלקטרונים במוליך? ימינה או שמאלה?	הקשר בין מספר האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e. וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$	כיוון תנועת האלקטרונים במוליך הוא ימינה, מהכדור השמאלי לכדור הימני.	תנועת האלקטרונים מהכדור השמאלי לימני גורמת לכדור השמאלי להיטען במטען חיובי הולך וגדל, והמטען החיובי בכדור הימני קטן. (תנועת מטען שלילי מהכדור השמאלי לימני שקולה לתנועת מטען חיובי מהכדור הימני לשמאלי).	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4463
3.3- חשב את מספר האלקטרונים N שעבר בין הכדורים.  זמן רב לאחר חיבור המוליך מחצית מהמטען שהיה בכדור הימני עבר לכדור השמאלי.		$N = 1.25 \cdot 10^{13}$	3. תנועת האלקטרונים בין הכדורים תלויה בגודל הכדורים. רק כאשר רדיוס הכדורים זהה, המטען מתחלק בשווה. בהמשך לימודי הפיזיקה דנים באופן בו המטען מתחלק בין כדורים בעלי רדיוסים שונים. 4. מחוק שימור המטען, כל עוד המטען נע רק בין שני הכדורים, סכום המטענים בשני הכדורים הוא קבוע.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4462

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפיתרון
4- נתונים שני כדורי מתכת בעלי גדלים שונים. הכדור הימני הוא כדור גדול הטעון במטען של $4nC$ והכדור השמאלי הוא כדור קטן וניטרלי. מחברים את שני הכדורים, כמוראה באיור הבא:  במקרה זה, בהתאם לגודל הכדורים, זמן רב לאחר חיבור המוליך, רק רבע מהמטען שהיה בכדור הגדול עבר לכדור הקטן.	4.1 – מה כיוון תנועת האלקטרונים במוליך? 4.2 – חשב את מספר האלקטרונים שעבר בין הכדורים במקרה זה.	כיוון תנועת האלקטרונים במוליך הוא שמאלה, מהכדור הימני לשמאלי. $N = 6.25 \cdot 10^9$	1. המשמעות של ננו קולון (nC) הוא מיליארדית הקולון, $10^{-9} C$. 2. בהתאם לנתוני השאלה ניתן לקבוע שהמטען שעבר מהכדור הגדול לכדור הקטן הוא: $-1\mu C$. בהמשך פרק האלקטרוסטטיקה נכיר את המושג פוטנציאל חשמלי ובעזרתו את הקשר בין גודל הכדורים לחלוקת המטען ביניהם.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4464 https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4465

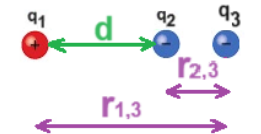
ב – חוק קולון.

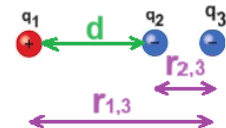
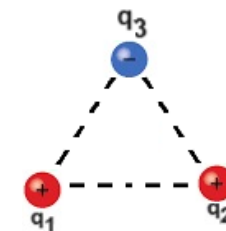
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפיתרון
5- נתונים שני גופים הטעונים במטענים זהים q_1 ו- q_2. ערכי המטענים הם: ו- $q_1 = q_2 = 8nC$ המרחק בין הגופים הטעונים הוא: $r=3m$ באיור הבא מתוארים הגופים הטעונים והמרחק ביניהם: 	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	בין הגופים הטעונים יפעל כוח דחייה.	1. בין מטענים בעלי סימן זהה - פועל כוח דחייה חשמלי. בין מטענים בעלי סימן שונה - פועל כוח משיכה חשמלי. 2. משוואת חוק קולון היא משוואה סקלרית המשמשת לחישוב גודל הכוח החשמלי הפועל על המטענים בלבד. את כיוון הכוח יש לקבוע בהתאם למיקום המטענים וסימנם. 3. אם הגופים הטעונים אינם נקודתיים (גודלם לא זניח בהשוואה למרחק ביניהם) המרחק r, בחוק קולון, הוא המרחק בין מרכזי הגופים. 4. המבנה המתמטי של חוק קולון זהה למבנה המתמטי של חוק הכבידה האוניברסלי.	https://my Moodle.youcu.be.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=44 68 https://my Moodle.youcu.be.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=44 67 https://my Moodle.youcu.be.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=44 66 https://my Moodle.youcu.be.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=44 72
5.1- האם בין הגופים הטעונים יפעל כוח משיכה או כוח דחייה?		$F_{1,2} = 6.4 \cdot 10^{-8} N$		
5.2- חשב את גודל הכוח החשמלי $F_{2,1}$ הכוח שגוף 2 מפעיל על גוף 1.		$F_{2,1} = 6.4 \cdot 10^{-8} N$		
5.3- חשב את גודל הכוח החשמלי $F_{1,2}$ הכוח שגוף 1 מפעיל על גוף 2.				
5.4 - מגדילים את המרחק בין הגופים פי 2 (ל-6 מטרים). פי כמה יקטן הכוח החשמלי.		הכוח החשמלי יקטן פי 4.		

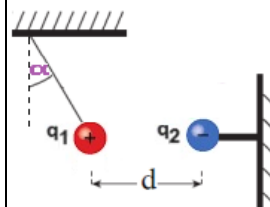
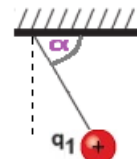
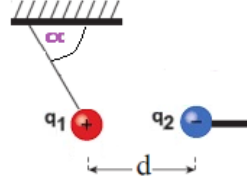
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפיתרון
6 - נתונים שני גופים, הטעונים במטענים שונים בגודלם ובסימונם q_1 ו- q_2. ערכי המטענים הם: $q_1 = 8 \cdot 10^{-9} \text{C}$ $q_2 = -800 \cdot 10^{-9} \text{C}$ המרחק בין הגופים הטעונים הוא: $r = 3 \text{m}$ באיור הבא מתוארים הגופים הטעונים והמרחק ביניהם r: 	6.1 - חשב את גודל הכוח החשמלי $F_{2,1}$ הכוח שגוף 2 מפעיל על גוף 1. 6.2 - חשב את גודל הכוח החשמלי $F_{1,2}$ הכוח שגוף 1 מפעיל על גוף 2.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ -K קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$	1. החוק השלישי של ניוטון מתקיים בין מטענים בעלי סימן זהה וגם בין מטענים בעלי מטען שונה. (החוק השלישי מתקיים בכל פעולת כוח) 2. יש משוואות בהן אנחנו מתייחסים לערך המוחלט של הסימן כך למשל, בביטוי המרחק בין המטענים במקרה זה, אין משמעות שלילית מתמטית לערך המתקבל בתוך השורש. מומלץ להתייחס בחוק קולון לערכם המוחלט של המטענים.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4469
6.3 - חשב את המרחק בין הגופים שבו יפעל על הגופים כוח חשמלי של 1 ניוטון.		$r = 7.58 \cdot 10^{-3} \text{m}$		https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4471

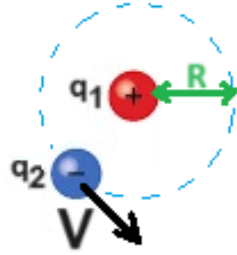
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
7- נתונים שני מטענים חיוביים זהים q_1 ו- q_2 , הממוקמים במרחק d זה מזה. נתונים ערכי המטענים והמרחק d : $q_1 = 5nC$ $q_2 = 5nC$ $d = 2m$ מטען נוסף ושילי q_3 ממוקם בדיוק בנקודת האמצע שבין שני המטענים. כמראה באיור הבא: 	7.1- חשב את גודלו של הכוח החשמלי השקול הפועל על המטען q_3 , במצב זה. 7.2- מחליפים את המטען q_2 במטען חדש q_2' שגודלו $7nC$. באיור הבא מתוארים המטענים q_1 ו- q_2' ושלושה אזורים. באיזה אזור יש למקם את המטען השילי q_3 , כך ששקול הכוחות הפועלים עליו יהיה אפס. 	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=44 74
	7.3- בהמשך לסעיף הקודם, המטען q_3 ממוקם בנקודה בה שקול הכוחות החשמליים הפועלים עליו שווה לאפס. באיור הבא מסומן המרחק בין q_1 ל- q_3 ב- $r_{1,3}$ והמרחק בין q_2 ל- q_3 ב- $r_{2,3}$. חשב את ערכו של $r_{1,3}$. 	$\Sigma F = 0N$ 1. שקול הכוחות החשמליים שיפעל על כל מטען, הממוקם באמצע המרחק שבין המטענים האלה, שווה לאפס ניוטון (ללא כל קשר לגודלו או לסימנו של המטען). 2. אם המטענים q_1 ו- q_2 היו שונים בגודלם, הנקודה בה שקול הכוחות החשמליים שווה לאפס לא הייתה נקודת האמצע.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=44 77
		אזור ב' 1. המטען q_2' גדול מהמטען q_1 , לכן אם q_3 ימוקם בנקודת האמצע הכוח שיפעיל q_2' יהיה גדול יותר. לכן כדי שהכוחות החשמליים יהיו שווים בגודלם יש למקם את q_3 בנקודה הקרובה יותר ל- q_1 . 2. יש למקם את המטען q_3 באזור ב' על נקודה הנמצאת על הישר העובר דרך המטענים. 3. אם נמקם את המטען q_3 באזור א' או באזור ג' הכוחות החשמליים יפעלו עליו בכיוונים זהים ולא בכיוונים מנוגדים. לכן, בשני אזורים אלו שקול הכוחות לא יכול להיות אפס.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=44 76

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
7.4- בהמשך לסעיפים הקודמים, נתונים שני מטענים חיוביים q_1 ו- q_2 ומטען q_3 הנמצא בנקודה בה שקול הכוחות החשמליים הפועלים עליו שווה לאפס. 	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$	$r_{1,3} = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}$ 1. מהביטוי ניתן לראות שכאשר המטען q_2 שווה למטען q_1 המרחק $r_{1,3}$ שווה בדיוק ל $0.5d$. (הנקודה בה שקול הכוחות הפועלים על q_3 שווה לאפס היא נקודת האמצע בין q_1 ל q_2). 2. מהביטוי ניתן לראות שכאשר המטען q_2 גדול מהמטען q_1, המרחק $r_{1,3}$ קטן מ $0.5d$. הנקודה בה שקול הכוחות הפועלים על q_3 שווה לאפס היא נקודה קרובה יותר למטען q_1. 3. מהביטוי שקבלנו ניתן לראות שהמטען q_3 אינו משפיע על ערכו של $r_{1,3}$ (לא בגודלו ולא בסימונו). המרחק $r_{1,3}$ תלוי רק בערכי המטענים q_1 ו- q_2 וערכו של d.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4475

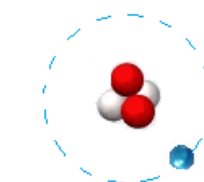
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
8- נתון מטען חיובי q_1 ומטען שלילי q_2, הממוקמים במרחק d זה מזה.  ערכי המטענים וערך המרחק d הם: $q_1 = 5nC$ $q_2 = -2nC$ $d = 2m$ מטען נוסף ושלילי q_3 ממוקם בנקודה בה שקול הכוחות הפועלים עליו שווה לאפס.	8.1 - באיור הבא מתוארים המטענים ושלושה אזורים.  באיזה אזור יש למקם את המטען השלילי q_3, כך ששקול הכוחות הפועלים עליו יהיה אפס.	חוק קולון: מתאר את גודלו של הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4478
	8.2 - בהמשך לסעיף הקודם, המטען q_3 ממוקם בנקודה בה שקול הכוחות החשמליים הפועלים עליו שווה לאפס. באיור הבא מסומן המרחק בין q_1 ל q_3 ב- $r_{1,3}$ והמרחק בין q_2 ל q_3 ב- $r_{2,3}$.  חשב את ערכו של $r_{1,3}$.	מהלך הפתרון לשאלה זו דומה למהלך הפתרון בשאלה 7.3. אך, במקרה זה משוואת המרחקים היא מעט שונה. $r_{1,3} = 5.44m$	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4479

קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4480	$r_{1,3} = \frac{d}{1 - \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}$ 1. מהביטוי ניתן לראות שבכל ערך של המטענים q_1 ו- q_2 המרחק $r_{1,3}$ יהיה גדול מהמרחק d. 2. ההבדל בין ביטוי זה לבן הביטוי בסעיף 7.4 הוא רק בסימן במכנה. שני ביטויים אלה (בסעיף זה ובסעיף 7.4) הם דוגמה ליופי ולא לגנטיות של מידול מתמטי למציאות הפיזיקלית.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$	כתבו ביטוי כללי למרחק $r_{1,3}$ כתלות במרחק d וערכי המטענים q_1 ו- q_2	8.3- בהמשך לסעיפים הקודמים, נתונים שני מטענים חיוביים q_1 ו- q_2. ומטען q_3 הנמצא בנקודה בה שקול הכוחות החשמליים הפועלים עליו שווה לאפס. 
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4473	ביטוי לגודלו של הכוח השקול: $\Sigma F = \frac{K \cdot q_3 \cdot \sin(60) \cdot (q_1 + q_2)}{d^2}$ כיוונו של הכוח השקול הוא כלפי מטה. 1. מהביטוי ניתן לראות שככל שהמטענים גדולים יותר כך הכוח השקול החשמלי הפועל על q_3 יהיה גדול יותר. וככל שהמרחק בין המטענים גדול יותר, כך הכוח החשמלי השקול יהיה קטן יותר. 2. השאלה עוסקת בכוח החשמלי השקול ולא בכוח השקול. כיוון שהמטען q_3 מקובע במקומו שקול הכוחות הפועלים עליו שווה לאפס. אך הכוח החשמלי השקול שונה מאפס.		כתוב ביטוי לגודלו של הכוח השקול הפועל על q_3 וציין את כיוונו.	9. נתון משולש שווה צלעות שאורך כל אחת מצלעותיו הוא d. בקודקודי המשולש ממוקמים שני מטענים חיוביים q_1 ו- q_2 כמראה באיור הבא: 

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
10.1 מטען חיובי q_1 תלוי על חוט המחובר לתקרה. במרחק d מהמטען q_1 ממוקם מטען שלילי q_2 המחובר למוט אופקי, הזווית α מתארת את זווית נטיית החוט ביחס לאנך, כמוראה באיור הבא: 	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$	1. מהביטוי ניתן לראות שכלל שהמטענים גדולים יותר כך זווית נטיית החוט תהיה גדולה יותר. מצד שני, ככל שמסת הגוף והמרחק בין המטענים גדולים יותר, כך זווית נטיית החוט קטנה יותר. 2. החוט והמוט האופקי הם מבודדים כדי שמטען לא יזלוג אליהם מהגופים הטעונים. 3. אם הזווית α תוגדר כזווית שבין החוט לתקרה, כמוראה באיור הבא:  יתקבל ביטוי שונה אך הוא יהיה בעל משמעות זהה.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=448
10.2 – כתוב ביטוי לזווית α, כאשר היא נמצאת בין החוט לתקרה, כמוראה באיור הבא: 		ניתן לראות מהביטוי שכלל שמסת הגוף והמרחק בין המטענים גדולים יותר כך זווית נטיית החוט גדולה יותר. מצד שני, ככל שהמטענים גדולים יותר כך זווית נטיית החוט תהיה קטנה יותר.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=448

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
11. נתונים שני גופים, גוף 1 הטעון במטען חיובי וגוף 2 הטעון במטען שלילי. גוף 2 נזרק בסמוך לגוף 1, במהירות שגודלה V. לאחר הזריקה, גוף 2 נע בתנועה מעגלית קצובה ברדיוס שמסלולו R, כמראה באיור הבא: 	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$	דגשים מפרקי המכניקה: 1. כדי שגוף 2 ינוע סביב גוף 1 בתנועה מעגלית קצובה יש לזרוק את גוף 2 בכיוון משיק למסלול. 2. אם מהירות זריקת גוף 2 תהיה קטנה מידי הוא ינוע סביב גוף 1 ויתקרב אליו. אם מהירות זריקת גוף 2 תהיה גדולה מידי ינוע סביב גוף 1 ויתרחק ממנו. רק אם גוף 2 יזרק במהירות המתאימה הוא ינוע סביב גוף 1 בתנועה מעגלית קצובה. 3. גוף 1 מפעיל כוח על גוף 2, כוח זה הוא הכוח הצנטריפטלי. מחוק שלישי של ניוטון גוף 2 מפעיל כוח זהה בגודלו על גוף 1. כדי שגוף 2 ינוע בתנועה מעגלית קצובה, מסתו של גוף 1 צריכה להיות הרבה יותר גדולה ממסת גוף 2, כך שמיקום נקודת מרכז הסיבוב לא ישתנה בצורה ניכרת.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4483

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
12. באיור שלפניך מתואר אלקטרון הנע בתנועה מעגלית קצובה סביב גרעין אטום הליום. <u>הנחייה:</u> הכוח הצנטריפטלי הפועל על האלקטרון הוא הכוח החשמלי שמפעיל גרעין האטום על האלקטרון. מטען גרעין האטום שווה למטען של שני פרוטונים.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$	$V = 1.9 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ 1. מהירות האלקטרון היא עצומה (כמעט 2 מיליון מטר לשנייה) ברדיוס מסלול מאוד קטן. תנועה מיוחדת זו של האלקטרונים יוצרת את מעטפת האטום. 2. נתוני החלקיקים האלמנטריים: הפרוטון האלקטרון והניוטון מופיעים בדפי הנוסחאות. 3. בחישוב מהירות האלקטרון יש להתייחס לערך המוחלט של האלקטרון. כך שהערך הקיים בתוך השורש יהיה חיובי ולא שלילי.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=448



גרעין האטום מורכב משני פרוטונים ושני ניוטרונים.

רדיוס מסלול תנועת האלקטרון:

$$R = 140 \cdot 10^{-12} \text{m}$$

מסת האלקטרון ומטענו:

$$m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{Kg}$$

$$q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

מסת הפרוטון ומטענו:

$$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{Kg}$$

$$q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

מסת הניוטון ומטענו:

$$m_N = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{Kg}$$

$$q_N = 0 \text{C}$$

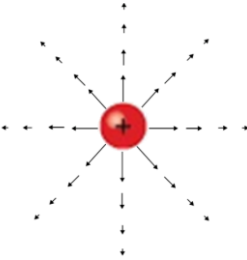
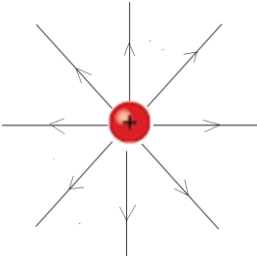
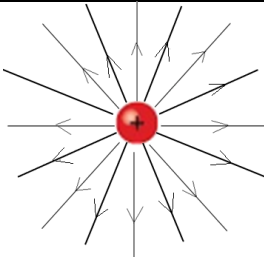
ג – השדה החשמלי בסביבת מטען נקודתי.

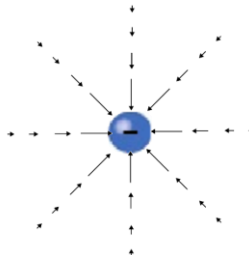
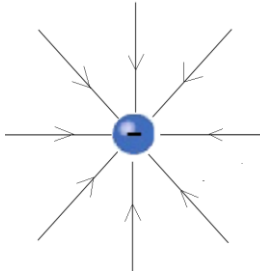
קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4485	$F = 9 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ 1. מטען הבוחן מוגדר כמטען קטן וחיובי (לא קיים מטען בוחן שלילי). 2. אנחנו משתמשים במטען הבוחן כדי להגדיר את השדה החשמלי.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K- קבוע קולון.	13.1 – מניחים מטען בוחן q שגודלו 1nC בנקודה A.  חשב את גודל הכוח החשמלי הפועל על מטען הבוחן.	13- נתון מטען נקודתי Q הטעון במטען חיובי שגודלו $4\mu\text{C}$. נקודה A נמצאת במרחק של 2m מהמטען Q, מרחק זה מסומן ב r.
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4487	כיוון השדה בנקודה A הוא ימינה. 1. מהגדרת השדה החשמלי : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ כיוון השדה החשמלי הוא ככיוון הכוח הפועל על מטען הבוחן . 2. בסביבת מטען חיובי נקודתי כיוון השדה החשמלי הוא רדיאלי החוצה.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	13.2 – מה כיוונו של השדה החשמלי בנקודה A, הנוצר מהמטען Q. 	באיור הבא מתואר המטען Q והנקודה A.
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4486	$E = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ 1. יחידות השדה החשמלי (ניוטון לקולון) מתארות את גודל הכוח החשמלי הפועל על יחידת מטען הממוקם בנקודה. במקרה זה בנקודה A יפעל כוח של 9,000 ניוטון על כל 1 קולון מטען שימוקם בנקודה A. אם נמקם בנקודה A מטען שגודלו 2 קולון יפעל עליו כוח של 1,800 ניוטון. 2. גודל השדה החשמלי בנקודה בסביבת מטען נקודתי תלוי בגודל המטען Q היוצר את השדה ובמרחק הנקודה r מהמטען היוצר את השדה.	ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	13.3 – חשב בעזרת הגדרת השדה את גודלו של השדה החשמלי הנוצר מהמטען Q בנקודה A.	

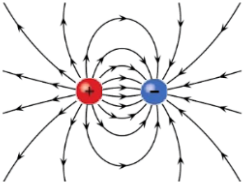
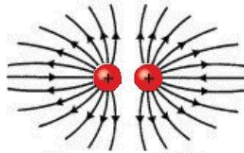
קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=448 8	$E = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ 1. מביטוי עוצמת השדה החשמלי בסביבת מטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$ ניתן לראות שעוצמת השדה החשמלי הנוצר בנקודה בסביבת המטען תלויה ביחס ישר בגודל המטען היוצר את השדה. וביחס הפוך בריבוע מרחק הנקודה מהמטען. 2. ניתן להשתמש בהגדרת השדה החשמלי לכל סוג של שדה חשמלי. לעומת זאת, הביטוי לגודל השדה בסביבת מטען נקודתי מתאים רק לחישוב גודל השדה בסביבת מטען נקודתי. מהביטוי לגודל השדה בסביבת מטען נקודתי לא ניתן לדעת את כיוון השדה. הביטוי עוסק רק בגודל השדה החשמלי ולא בכיוונו.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	13.4 – חשב בעזרת הביטוי לעוצמת השדה בסביבת מטען נקודתי את גודלו של השדה החשמלי הנוצר מהמטען Q בנקודה A.	13- נתון מטען נקודתי Q הטעון במטען חיובי שגודלו $4\mu\text{C}$. נקודה A נמצאת במרחק של 2m מהמטען Q, מרחק זה מסומן ב r. באיור הבא מתואר המטען Q והנקודה A. 

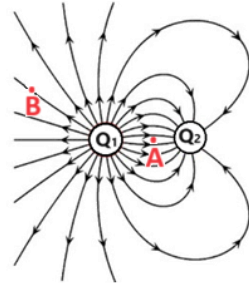
קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymood.le.youcu.be.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4489	$F = 9 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ ערך הכוח החשמלי המחושב מחוק קולון מתאר רק את גודלו של הכוח החשמלי ללא כל קשר לכיוון הכוח.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון.	14.1 – מניחים מטען בוחן q שגודלו 1nC בנקודה A.  חשב את גודל הכוח החשמלי הפועל על מטען הבוחן.	14 – נתון מטען נקודתי Q הטעון במטען שלילי שגודלו $-4\mu\text{C}$. נקודה A נמצאת במרחק של 2m מהמטען Q, מרחק זה מסומן ב r. באזור הבא מתואר המטען Q והנקודה A. 
https://mymood.le.youcu.be.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4490	כיוון השדה החשמלי הוא שמאלה. 1. על מטען הבוחן (מטען חיובי) הממוקם בנקודה A יפעל כוח חשמלי בכיוון שמאל, לכן מהגדרת השדה כיוון השדה החשמלי יהיה ככיוון הכוח, שמאלה. 2. בסביבת מטען שלילי נקודתי כיוון השדה החשמלי הוא רדיאלי פנימה.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	14.2 – מה כיוונו של השדה החשמלי הנוצר על ידי המטען Q בנקודה A.	
https://mymood.le.youcu.be.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4491	$E = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ 1. בחישוב גודלו של ווקטור יש להתייחס לערכו המוחלט, ללא כל קשר לכיוונו. 2. במקרים בהם השדה מתואר ביחס לציר מקום, כאשר כיוון השדה הוא ככיוון הציר השדה הוא חיובי, וכאשר כיוון השדה הוא בכיוון השלילי של הציר השדה הוא שלילי.	ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	14.3 – חשב בעזרת הגדרת השדה את גודלו של השדה החשמלי הנוצר על ידי המטען Q בנקודה A.	

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
14- נתון מטען נקודתי Q הטעון במטען שלילי שגודלו $-4\mu\text{C}$. נקודה A נמצאת במרחק של 2m מהמטען Q, מרחק זה מסומן ב r. באיור הבא מתואר המטען Q והנקודה A. 	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	$E = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ בחישוב גודל השדה החשמלי בסביבת מטען נקודתי שלילי יש להתייחס לערך המוחלט של המטען. כאשר המטען מתואר ביחס לציר סימן השדה נקבע בהתאם לכיוונו ביחס לציר, ולא בהתאם לסימן המטען השלילי.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4492

השאלה	התשובה	הערות חשובות	קישור לפיתרון
15. נתון מטען חיובי נקודתי Q. 	15.1 שרטט את וקטורי השדה בסביבת המטען החיובי.	1. כיוון וקטורי השדה החשמלי הוא ככיוון הכוח החשמלי הפועל על מטען הבוחן (מטען חיובי). בסביבת מטען חיובי כיוון וקטורי השדה הוא רדיאלי החוצה. 2. גודל וקטורי השדה תלוי בגודל הכוח החשמלי הפועל על מטען הבוחן. 	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4493
15.2 שרטט את קווי השדה בסביבת המטען החיובי.	K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	1. קווי השדה החשמלי הם קווים המשיקים בכל נקודה לוקטורי השדה. 2. קווי השדה יוצאים מהמטען החיובי ומגיעים לאינסוף, או למטען שלילי. 3. קווי השדה ניצבים לפני הגוף. 4. צפיפות קווי השדה מייצגת את עוצמת השדה. ככל שמתרחקים מהגוף הטעון צפיפות קווי השדה קטנה. 	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4494
15.3 מגדילים את מטען הגוף הטעון פי 2. שרטט את קווי השדה בסביבת המטען החיובי.	ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	ככל שמטען הגוף גדול יותר מספר קווי השדה היוצאים מהגוף גדולים יותר, וצפיפות קווי השדה בכל נקודה תהיה גדולה בהתאם. 	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4495

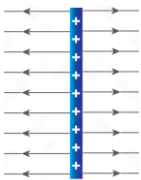
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפיתרון
16. נתון מטען שלילי נקודתי Q.	16.1- שרטט את וקטורי השדה בסביבת המטען השלילי.		בסביבת מטען שלילי כיוון וקטורי השדה הוא רדיאלי פנימה.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4496
16.2- שרטט את קווי השדה בסביבת המטען השלילי.	K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$		1. כיוון קווי השדה בסביבת מטען שלילי הוא רדיאלי פנימה. קווי השדה נכנסים לגוף (בניצב לפני הגוף). 2. קווי השדה מגיעים למטען השלילי מהאינסוף או ממטען חיובי.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4497

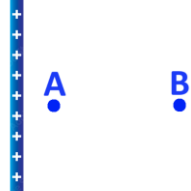
קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4498	 1. המטענים זהים בערכם המוחלט, לכן מספר קווי השדה היוצאים מהמטען החיובי זהה למספר קווי השדה הנכנסים למטען השלילי. 2. קווי השדה הנכנסים למטען השלילי מתחילים במטען החיובי או באינסוף. קווי השדה היוצאים מהמטען החיובי מגיעים מהמטען השלילי או מהאינסוף. 3. בסביבה של מספר מטענים סמוכים, קווי השדה מתעקמים כך שבכל נקודה צפיפות קווי השדה מייצגת את עוצמת השדה וכיוון קו השדה מייצג את כיוון השדה. 4. מהגדרת השדה החשמלי, כיוון קו השדה בכל נקודה בסביבת המטענים הוא ככיוון הכוח החשמלי השקול הפועל על מטען בוחן בנקודה. 5. קווי השדה החשמלי אינם חוצים זה את זה.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	שרטט את קווי השדה בסביבתם של שני המטענים.	17. נתונים שני מטענים שוני סימן סמוכים Q_1 ו- Q_2. ערכם המוחלט של המטענים הוא זהה בגודלו. שני המטענים מופיעים באיור הבא: 
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4500	 בפתרון המוצע מכל מטען יוצאים 13 קווי שדה. ניתן עקרונית לתאר את השדה במספר כלשהו של קווי שדה, כל עוד מספר קווי השדה היוצאים ממטענים זהים הוא זהה.	ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	שרטט את קווי השדה בסביבתם של שני המטענים.	18. נתונים שני מטענים חיוביים סמוכים Q_1 ו- Q_2. ערכם המוחלט של המטענים הוא זהה בגודלו. שני המטענים מופיעים באיור הבא: 

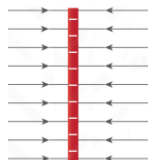
קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4501	מטען Q1 הוא חיובי ומטען Q2 הוא שלילי. לא מצפים מהתלמיד לשרטט באופן מדויק את קווי השדה בסביבת המטענים. יש להכיר את עקרונות קווי השדה ולהסיק מתרשים קווי השדה מסקנות בסיסיות כגון: סימן המטען ועוצמה יחסית של השדה בנקודות שונות.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	19.1 – מה הסימן של כל אחד משני המטענים.	19. באיור הבא מתוארים שני מטענים וקווי השדה הקיימים בסביבתם. על גבי האיור מופיעים שתי נקודות A ו-B. 
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4502	$\frac{ Q_1 }{ Q_2 } = 1.91$ 1. מטען Q2 הוא שלילי, בהתאם לשאלה יש להתייחס לערכו המוחלט. 2. מספר קווי השדה הנכנסים או היוצאים מהגוף תלוי בגודל המטען, לכן יחס מספר קווי השדה של כל מטען שווה ליחס גודלי המטענים.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	19.2 – חשב את היחס בין גודלי המטענים.	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4503	בנקודה A עוצמת השדה החשמלי גדולה יותר מעוצמת השדה בנקודה B. צפיפות קווי השדה מייצגת את עוצמת השדה.		19.3 – היכן עוצמת השדה גדולה יותר בנקודה A או בנקודה B.	

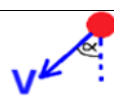
קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4505	שלושת המטענים הם חיוביים. קווי שדה יוצאים ממטען חיובי ונכנסים למטען שלילי.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$	20.1 – קבע מה סימונו של כל אחד משלושת המטענים: Q_1 ו- Q_2 ו- Q_3 .	20. נתונים שלושה מטענים סמוכים Q_1 ו- Q_2 ו- Q_3 . המקובעים במקומם. בסמוך למטען Q_1 מונח מטען q .
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4506	$Q_2 > Q_1 > Q_3$ ניתן ללמוד מהמספר היחסי של קווי השדה היוצאים מהמטען על גודלו היחסי של המטען. ככל שהמטען גדול יותר, כך מספר גדול יותר של קווי שדה יוצאים מהמטען.	K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	20.2- דרג את שלושת המטענים מהמטען הגדול ביותר למטען הקטן ביותר.	מטענו של q קטן בהרבה ממטענם של שלושת המטענים האחרים Q_1 ו- Q_2 ו- Q_3 . התרשים הבא מתאר את קווי השדה הנוצרים משלושת המטענים Q_1 , Q_2 ו- Q_3 .
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4507	שני אזורים.. 1. קווי השדה לא עוברים באזור בו עוצמת השדה שווה לאפס. 2. קיימות רק נקודות בהן עוצמת השדה היא אפס, בתרשים נקודות אלו נראות כאזור בעל שטח שאינו נקודתי.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	20.3- בכמה אזורים שונים בסביבת שלושת המטענים עוצמת השדה החשמלי שווה לאפס?	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4504	סימן המטען q הוא שלילי כיוון קווי השדה מוגדר ככיוון הכוח החשמלי הפועל על מטען בוחן (מטען חיובי). על מטען שלילי פועל כוח חשמלי בכיוון נגדי לכיוון השדה.	ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	20.4- על המטען q פועל כוח חשמלי לכיוון המטען Q_1 , מה סימן המטען q ?	

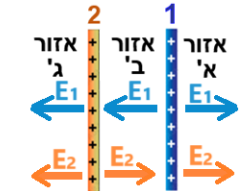
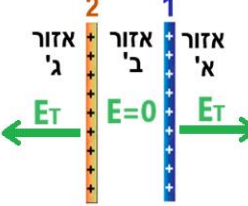
ד- השדה החשמלי בסביבת לוח טעון.

קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4509	 1. כיוון קווי השדה בכל נקודה הוא ככיוון וקטור השדה בנקודה, ומהגדרת השדה נובע שכיוון וקטור השדה בכל נקודה הוא ככיוון הכוח החשמלי הפועל על מטען הבוחן (מטען חיובי) בנקודה. לכן, בסביבת לוח הטעון במטען חיובי כיוון קווי השדה הוא החוצה מהלוח. 2. קווי השדה החשמלי יוצאים מהגוף בניצב לפני הגוף. לכן קווי שדה הם מקבילים. השדה הנוצר על ידי לוח טעון הוא שדה אחיד (שדה אחיד הוא שדה שעוצמתו זהה בכל נקודה בשדה).	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	21.1 - ערוך תרשים של קווי השדה בסביבת הלוח הטעון.	21 - נתון לוח אין סופי הטעון במטען חיובי. ושתי נקודות A ו-B הסמוכות ללוח.  צפיפות המטען בלוח היא: $\sigma = 5 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$ מסת הפרוטון ומטענו: $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4508	$E_A = 282.48 \frac{N}{C}$ 1. הערך המתקבל מחישוב גודל השדה בעזרת ביטוי השדה בתלות בצפיפות המטען בלוח הוא ערך השדה בכל אחד משני צידי הלוח. 2. צפיפות המטען שווה ליחס שבין מטען הלוח לשטחו. 3. כאשר הלוח טעון במטען חיובי צפיפות המטען היא חיובית. $\sigma = \frac{Q}{A}$ $E_B = 282.48 \frac{N}{C}$ מכיוון שהשדה הוא אחיד עוצמת השדה בנקודה B זהה לעוצמת השדה בנקודה A.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	21.2 - חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה A הסמוכה ללוח. 21.3 - חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה B	

קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	21 - נתון לוח אין סופי הטעון במטען חיובי. ושתי נקודות A ו-B הסמוכות ללוח.
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4513	א. $F = 4.519 \cdot 10^{-17} \text{ N}$ ב. $W = 1.67 \cdot 10^{-26} \text{ N}$ ג. $\frac{F}{W} = 2.706 \cdot 10^9$ בשאלות העוסקות בתנועת מטענים כוח הכובד הפועל על המטענים הוא זניח יחסית לכוח החשמלי. לעומת זאת, בשאלות העוסקות בתנועת גופים טעונים בד"כ כוח הכובד לא זניח.	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right]$	21.4 - חשב את גודל הכוח החשמלי F הפועל על הפרוטון. ב. חשב את גודל כוח הכובד W הפועל על הפרוטון. ג. חשב פי כמה גדול הכוח החשמלי הפועל על הפרוטון מכוח הכובד הפועל על הפרוטון	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4511	$a = \frac{\sigma \cdot q_p}{2 \cdot \epsilon_0 \cdot m_p}$ מכיוון שכוח הכובד הפועל על הפרוטון הוא זניח ביחס לכוח החשמלי הפועל על הפרוטון, בפיתוח ביטוי התאוצה אין צורך להתייחס לכוח הכובד.		21.5 - פרוטון משוחרר ממנוחה מהנקודה A והוא נע בכיוון השדה בתאוצה קבועה. כתוב ביטוי לתאוצת הפרוטון.	צפיפות המטען בלוח היא: $\sigma = 5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4512	$V_B = 402.49 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ על מטען הנע בשדה אחיד פועל כוח חשמלי קבוע. בהתאם לחוק השני של ניוטון המטען נע בתאוצה קבועה, וניתן להשתמש בעקרונות הקינמטיקה לתיאור תנועת המטען.		21.6 - נתון שהמרחק בין הנקודה A לנקודה B הוא 3 מטרים. חשב את מהירות הפרוטון כאשר הוא חולף בנקודה B.	מסת הפרוטון ומטענו: $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymood.le.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4515	 1. כיוון קווי השדה בכל נקודה הוא ככיוון הכוח הפועל על מטען הבוחן (מטען חיובי), לכן בסביבת הלוח הטעון בצפיפות מטען שלילית כיוון קווי השדה הוא פנימה אל הלוח. 2. קווי השדה ניצבים לפני הגוף לכן השדה בסביבת הלוח הוא שדה אחיד.	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	22.1 - ערוך תרשים של קווי השדה בסביבת הלוח הטעון. 22.2 - חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה A הסמוכה ללוח. 22.3 - נתון גוף הטעון במטען שלילי. מסת הגוף 5mg ומטענו -1nC. הגוף הטעון משוחרר ממנוחה מהנקודה A. חשב את תאוצת הגוף.	22- נתון לוח אין סופי הטעון במטען שלילי, נקודה A ממוקמת בסמוך ללוח הטעון, כמוראה באיור הבא:  צפיפות המטען בלוח היא: $\sigma = -5 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$
https://mymood.le.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4516	$E = 282.48 \frac{N}{C}$ 1. כאשר הלוח טעון במטען שלילי צפיפות המטען היא שלילית. 2. עוצמת השדה היא חיובית תמיד, גם כאשר הלוח טעון במטען שלילי.			
https://mymood.le.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4514	$a = 0.056 \frac{m}{s^2}$ 1. כיוון הכוח החשמלי הפועל על גוף הטעון במטען שלילי הוא הפוך לכיוון השדה. 2. הביטוי לתאוצת גוף טעון הנמצא בשדה אחיד לא נתון בדפי הנוסחאות יש לפתח את הביטוי ממשוואת התנועה.			

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
23 – בהמשך לשאלה הקודמת, זורקים מהנקודה A גוף הטעון במטען שלילי. מסת הגוף 5mg ומטענו $-1nC$. הגוף הטעון נזרק במהירות 0.2 מטר לשנייה בכיוון מקביל ללוח, כמוראה באיור הבא: 	23.1 – ערוך תרשים המתאר את מסלול תנועת הגוף הטעון. 23.2 – חשב את תאוצת הגוף הטעון 23.3 – בהמשך לסעיף הקודם, חשב את גודל וכיוון מהירות הגוף הטעון כעבור 2 שניות מרגע זריקתו.	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4517  1. מסלול תנועתו של כל גוף תלוי רק במהירותו ההתחלתית ובכוח הפועל עליו בזמן התנועה, אם נכתוב משוואת מסלול לתנועת הגוף, נקבל משוואת פרבולה. 2. תלמיד נדרש לדעת לשרטט באופן כללי את מסלול תנועתו הפרבולי של גוף טעון הנע בשדה האחיד.
		$a = 0.056 \frac{m}{s^2}$ 1. כל עוד הגוף הטעון נמצא בתוך השדה האחיד הגוף נע בתאוצה קבועה. 2. התאוצה קבועה בגודלה ובכיוונה. (בדומה לתאוצת הכובד).	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4519
		$\alpha = 60.75^\circ$ $V = 0.229 \frac{m}{s}$  מעיקרון אי תלות התנועות (הנלמד בפרק התנועה במישור) בכיוון השדה הגוף נע בתאוצה קבועה, ובכיוון הניצב לשדה הגוף מתמיד בתנועתו.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4518

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
24. נתונים שני לוחות אין סופיים הטעונים בצפיפות מטען חיובית זהה. לוח 1 ולוח 2.	24.1 – חשב את עוצמת השדה החשמלי הנוצר מכל לוח בנפרד.	כל אחד משני הלוחות מייצר שדה חשמלי ללא כל תלות בלוח השני. $E = 451.977 \frac{N}{C}$	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4520
24.2 – שרטט בכל אחד משלושת האזורים את וקטורי השדה החשמלי E1 הנוצר מלוח אחד, ואת וקטור השדה E2 הנוצר מלוח 2.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	1. השדה הנוצר מהלוח האחד לא מושפע מקיומו של הלוח השני. 2. עוצמת השדה הנוצרת מכל לוח היא זהה בגודלה בכל שלושת האזורים. 	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4521
24.3 – שרטט את וקטור השדה החשמלי השקול בכל אחד משלושת האזורים.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K – קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	עוצמת השדה השקול באזור א' שווה לעוצמת השדה השקול באזור ג'. כיוון השדה השקול באזור א' הפוך לכיוון השדה השקול באזור ג'. 	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4522
24.4 – חשב את עוצמת השדה השקול בכל אחד משלושת האזורים.		$E_T = 903.954 \frac{N}{C} \text{ אזור א'}$ $E_T = 0 \frac{N}{C} \text{ אזור ב'}$ $E_T = 903.954 \frac{N}{C} \text{ אזור ג'}$	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4523



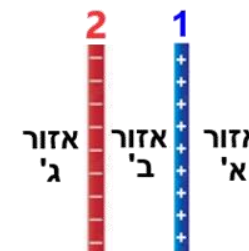
צפיפות המטען בכל אחד שני הלוחות הוא:

$$\sigma = 8 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$$

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה	הערות חשובות	קישור לפיתרון
25.1 – חשב את עוצמת השדה החשמלי הנוצר מכל לוח בנפרד.	השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$	$E = 451,977 \frac{N}{C}$	הלוחות מייצרים שדות זהים בעוצמתם. עוצמת השדה הנוצר מלוח טעון אינה תלויה בסימן מטען הלוח.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4524
25.2 – שרטט בכל אחד משלושת האזורים את וקטורי השדה החשמלי E1 הנוצר מלוח אחד, ואת וקטור השדה E2 הנוצר מלוח 2.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$		בחלק מהאזורים השדות פועלים בכיוונים זהים. ובחלק מהאזורים השדות פועלים בכיוונים מנוגדים. יש לקבוע את כיוון השדה בכל אזור בהתאם לסימן מטען הלוח. מלוח הטעון במטען חיובי קווי השדה יוצאים. ומלוח הטעון במטען שלילי קווי השדה נכנסים.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4525
25.3 – שרטט את וקטור השדה החשמלי השקול בכל אחד משלושת האזורים.	חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$		במקרה זה רק בין הלוחות עוצמת השדה החשמלי השקול שונה מאפס. (בניגוד לסעיף 24.3).	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4526
25.4 – חשב את עוצמת השדה השקול בכל אחד משלושת האזורים.	K – קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	$E_T = 0 \frac{N}{C} \text{ אזור א'}$ $E_T = 903,954 \frac{N}{C} \text{ אזור ב'}$ $E_T = 0 \frac{N}{C} \text{ אזור ג'}$	מכיוון שהשדה המיוצר מלוח אחד לא מושפע מהלוח השני, ניתן להשתמש בעיקרון הסופרפוזיציה ולמצוא את השדה השקול מהסכום הווקטורי של השדות.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4527

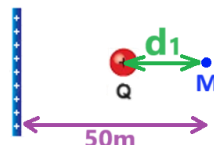
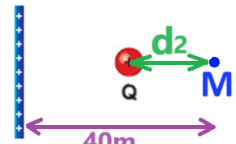
25. נתונים שני לוחות אין סופיים הטעונים בצפיפות מטען שונה, לוח 1 טעון במטען חיובי לוח 2 טעון במטען שלילי.

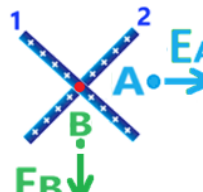
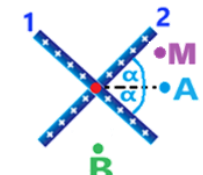
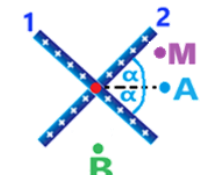
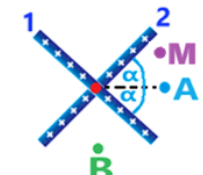
בסביבת הלוחות מתוארים שלושה אזורים, כמוראה באיור הבא:

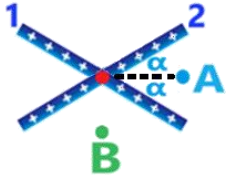
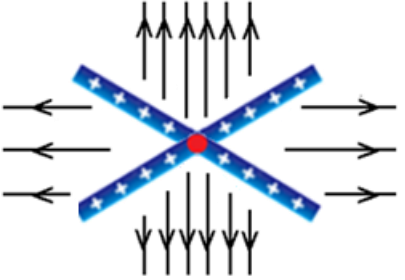


הערך המוחלט של צפיפות המטען בכל אחד משני הלוחות הוא:

$$|\sigma| = 8 \cdot 10^{-6} \frac{C}{m^2}$$

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
26. נתון לוח אינסופי טעון, בעל צפיפות מטען חיובית σ. במרחק 50 מטרים מימין ללוח נמצאת הנקודה M.	26.1 – חשב את צפיפות המטען בלוח הטעון.	$\sigma = 5.31 \cdot 10^{-11} \frac{C}{m^2}$ עוצמת השדה השקול בנקודה M שווה לסכום הווקטורי של השדות החשמליים הנוצרים בנקודה M. כדי שניתן יהיה לבצע את פעולת החיבור הווקטורי יש להבחין בכיוונם של כל אחד משני השדות.	https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4528
במרחק d_1 משמאל לנקודה M מונח מטען חיובי נקודתי Q, כמתואר באיור הבא:  ערך המטען הנקודתי הוא: $Q = 5nC$ עוצמת השדה החשמלי השקול בנקודה M היא: $E = 8 \frac{N}{C}$ ערך המרחק d_1 הוא: $d_1 = 3m$	26.2 – בסביבת המטען הנקודתי והלוח קיימת נקודה בה עוצמת השדה החשמלי שווה לאפס. מצא את מיקומה המדויק של נקודה זו.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K – קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4529
במרחק d_2 משמאל לנקודה M מונח מטען חיובי נקודתי Q, כמתואר באיור הבא:  מקמים את המטען Q משמאל לנקודה M במרחק d_2 מהנקודה M, כך שעוצמת השדה בנקודה M תהיה 8 ניוטון לקולון, (כפי שהייתה במקרה הקודם). חשב את המרחק d_2 במקרה זה.	26.3 – מזיזים את הנקודה M עשרה מטרים שמאלה, לכיוון הלוח הטעון. כמוראה באיור הבא:	$d_2 = d_1 = 3m$ עוצמת השדה הנוצרת מהלוח לא תלויה במרחק הנקודה מהלוח. (זה לא אינטואיטיבי). בפרק האלקטרוסטטיקה אנחנו עוסקים רק בשני סוגים של שדות: שדה הנוצר מלוח טעון ושדה הנוצר ממטען נקודתי. חשוב להכיר היטב את אופיים של כל אחד משני השדות האלו.	https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4530

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפיתרון
27.1 - תאר בתרשים את וקטורי השדה החשמלי השקול בנקודות A ו-B.	השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$	עוצמת השדה הנוצר מכל לוח בנקודה A ובנקודה B לא תלויה בזוויות α. עוצמת השדה השקול בנקודה A ובנקודה B תלויה בזוויות α. 	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4531
27.2 - כתוב ביטוי לעוצמת השדה החשמלי בנקודה A כתלות בצפיפות המטען σ והזווית α. הנחיה: יש לשרטט את השדות הנוצרים בנקודה A מכל אחד מהלוחות ולמצוא את וקטור השדה השקול. הזווית בין וקטורי השדה בנקודה A, הנוצרים מהלוחות, שונה מהזווית בין הלוחות (2α).	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K - קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	בסביבת שני הלוחות קיימים ארבעה אזורים:  מהביטוי המפותח בסעיף זה ניתן לקבוע שעוצמת השדה בכל אזור תלוי בזווית שבין שני הלוחות באותו אזור.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4532
27.3 - חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה A. כאשר ערך הזווית α היא 40 מעלות. צפיפות המטען בכל אחד מהלוחות היא: $\sigma = 8 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$	חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה M הסמוכה ללוח 2 כמוראה באיור הבא: 	הביטוי המפותח בסעיף הקודם הוא סקלארי, הוא מתאר רק את עוצמת השדה. $E_A = 581.05 \frac{N}{C}$	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4535
27.4 - חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה M הסמוכה ללוח 2 כמוראה באיור הבא: 	חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה M הסמוכה ללוח 2 כמוראה באיור הבא: 	השדה השקול של שני שדות אחידים הוא שדה אחיד. $E_M = 581.05 \frac{N}{C}$	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4534

קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	המשך שאלה 27
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=453 6	$E = 451.97 \frac{N}{C} \text{ אזור א'}$ $E = 782.84 \frac{N}{C} \text{ אזור ב'}$ $E = 451.97 \frac{N}{C} \text{ אזור ג'}$ $E = 782.84 \frac{N}{C} \text{ אזור ד'}$ ככל שהזווית בין הלוחות באזור מסוים היא גדולה יותר כך רכיבי הוקטורי השדות גדולים יותר ולכן, עוצמת השדה השקול באותו אזור תהיה גדולה יותר. הזווית בין הלוחות באזור ב' גדולה מהזווית בין הלוחות באזור א', לכן עוצמת השדה ב' גדולה יותר.	השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ חוק קולון: מתאר את הכוח החשמלי כתלות בגודל המטענים והמרחק ביניהם. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ K- קבוע קולון. $K = 9 \cdot 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right]$	27.5 – חשב את עוצמת השדה החשמלי בכל אחד מארבעת האזורים.  27.6 – שרטט תרשים של קווי השדה בסביבת הלוחות, בכל אחד מארבעת האזורים.	מקטינים את הזווית α ל 30 מעלות, כפי שניתן לראות באיור הבא:  צפיפות המטען בלוחות היא: $\sigma = 8 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=453 3	 1. קווי השדה יוצאים מפני הגוף בניצב לגוף, התרשים המופיע בפתרון לא מתאר את האזורים בהם קווי השדה יוצאים מהלוחות. 2. צפיפות קווי השדה מייצגת את עוצמת השדה, לכן צפיפות קווי השדה באזורים ב' ו- ד' גדולה יותר מצפיפות קווי השדה באזורים א' ו- ג'.			

ה- השדה החשמלי בסביבת כדור מוליך טעון.

קישור לפיתרון	תשובה והערות חשובות	השאלה	העקרונות הפיזיקליים
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4537	1. הכדור עשוי מחומר מוליך, האוויר בסביבת הכדור הוא לא מוליך (מבודד). האלקטרונים העודפים נדחים זה מזה ומכיוון שהם לא יכולים לצאת מהכדור הם יתרכזו על פני הכדור, בפיזור אחיד. 2. מבחינת השדה החשמלי, אין הבדל בין כדור חלול (קליפה) לכדור מלא.	28. נתון כדור חלול העשוי מחומר מוליך, רדיוס הכדור הוא 15cm.	ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4538	מכיוון שפיזור המטען על פני הכדור הוא אחיד, שקול הכוחות החשמליים שיפעל על מטען בוחן הממוקם במרכז הכדור שווה לאפס. לכן עוצמת השדה במרכז הכדור שווה לאפס.	28.2 חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודת A הנמצאת במרכז הכדור הטעון.	הקשר בין מספר האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4539	בכל נקודה בתוך כל גוף טעון עוצמת השדה החשמלי שווה לאפס. המטען העודף ינוע על פני הגוף עד שהשדה החשמלי בכל נקודה בתוך הגוף יהיה שווה לאפס.	28.3 חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה B הנמצאת במרחק 10cm מנקודת מרכז הכדור.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4540	השדה הנוצר בכל נקודה מחוץ לכדור, זהה בגודלו ובכיוונו לשדה הנוצר ממטען נקודתי הממוקם במרכז הכדור שמתענו שווה למטען הכדור הטעון.	28.4 חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה C הנמצאת במרחק 20cm מנקודת מרכז הכדור.	ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2445&chapterid=4541	1. נקודות הנמצאות על פני הכדור נחשבות כנקודות הנמצאות מחוץ לכדור. 2. על פני הכדור הטעון עוצמת השדה החשמלי היא מקסימאלית.	28.5 חשב את עוצמת השדה החשמלי D הנמצאת על פני הכדור הטעון.	



טוענים את הכדור בשלושה מיליארד אלקטרונים.

פרקטיקות אלקטרוסטטיקה- 2 פוטנציאל ואנרגיה פוטנציאלית

נושאי התרגול:

- א- הפוטנציאל החשמלי בסביבת מטען נקודתי.
- ב- הפוטנציאל החשמלי בסביבת לוח טעון.
- ג- עבודת הכוח החשמלי.
- ד- עבודת הכוח החיצוני.
- ה- השדה והפוטנציאל בסביבת כדור מוליך טעון.
- ו- חיבור כדורים טעונים.
- ז- שימור אנרגיה מכאנית.

א – הפוטנציאל החשמלי בסביבת מטען נקודתי.

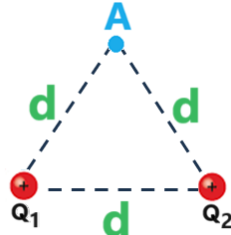
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
1. נתון גוף נקודתי הטעון במטען q שגודלו 4 מיקרו קולון. בסביבת המטען Q נמצאות שלוש נקודות. נקודה A נמצאת במרחק 12 ס"מ מהגוף הטעון. נקודה B נמצאת במרחק 15 ס"מ מהגוף הטעון. נקודה C נמצאת במרחק 20 ס"מ מהגוף הטעון. הגוף הטעון ושלושת הנקודות בסביבתו מתוארות באיור הבא: 	1.1- נתון שהעבודה הנדרשת כדי להניע מטען בוחן, שגודלו 1nC מהאינסוף לנקודה A, במהירות קבועה, היא: $W_{\infty \rightarrow A} = 300 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ חשב את הפוטנציאל בנקודה A, השתמש בהגדרת הפוטנציאל החשמלי.	הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	1. השדה הוא גודל ווקטורי, והפוטנציאל הוא גודל סקלארי. 2. לפוטנציאל יכול להיות ערך שלילי, בביטוי הפוטנציאל יש להתייחס לסימן המטען q. 3. מטען הבוחן הוא מטען קטן וחיובי. 4. הגדרת הפוטנציאל בנקודה עוסקת במטען בוחן הנע מהאינסוף לנקודה במהירות קבועה. על מטען הבוחן פועלים שני כוחות: הכוח החיצוני (המבצע עבודה כנגד הכוח החשמלי) והכוח החשמלי. הכוחות הולכים וגדלים אך הם בכל רגע שווים בגודלם אחד לשני. 5. הגדרת הפוטנציאל לא מופיעה בדפי הנוסחאות, מופיעה הגדרה דומה עם אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $V = \frac{U_E}{q}$ 6. האינסוף הוא מקום שלא מושפע מהשדה הנוצר מהמטען שיוצר את השדה. האינסוף לא חייב להיות מאוד רחוק מהמטען היוצר את השדה. 7. הפוטנציאל מתאר תכונה של נקודה במרחב: כמות האנרגיה המוענקת ליחידת מטען הממוקם בנקודה.	https://mymoodle.youcubecol.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4543
1.2- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה A, השתמש בביטוי הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי.	1. סימון מטען היוצר את השדה הוא q או Q. 2. ביטוי הפוטנציאל מתאים רק לסביבתו של מטען נקודתי. והוא לא מתאים לסביבתו של לוח אחיד.	$V_A = 300,000 \text{ V}$		https://mymoodle.youcubecol.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4544

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4545	1. הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי מוגדר בהתאם לעבודת כוח חיצוני המניע מטען בוחן במהירות קבועה. 2. כאשר מבוצעת עבודה כדי להעביר מטען מנקודה לנקודה הכוונה היא לעבודה המבוצעת רק כדי לשנות את מיקום המטען, מבלי לשנות את האנרגיה הקינטית של המטען. ניסוח זה מקובל גם בשאלות הבגרות.	$V_B = 240,000V$	הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	1.3- נתון שהעבודה הדרושה כדי להעביר מטען q שגודלו $1nC$ המונע בכוח חיצוני מהאינסוף לנקודה B היא: $W_{\infty \rightarrow B} = 240 \cdot 10^{-6} J$ חשב את הפוטנציאל בנקודה B, השתמש בהגדרת הפוטנציאל החשמלי.	1. נתון גוף נקודתי הטעון במטען Q שגודלו 4 מיקרו קולון. בסביבת המטען Q נמצאות שלוש נקודות. נקודה A נמצאת במרחק 12 ס"מ מהגוף הטעון. נקודה B נמצאת במרחק 15 ס"מ מהגוף הטעון. נקודה C נמצאת במרחק 20 ס"מ מהגוף הטעון. הגוף הטעון ושלושת הנקודות בסביבתו מתוארות באיור הבא: 
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4546	לא ניתן להשתמש במקרה זה בעבודה הנתונה ולחשב את הפוטנציאל בנקודה C בעזרת הגדרת הפוטנציאל מכיוון שהאנרגיה הקינטית של מטען הבוחן משתנה. ניתן לחשב את הפוטנציאל בנקודה C בעזרת ביטוי הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי. (ללא כל קשר לעבודה הנתונה).	$V_C = 180,000V$		1.4- נתון מטען בוחן שגודלו $1nC$ המונע ממנוחה מהאינסוף לנקודה C. כאשר המטען מגיע לנקודה C מהירותו שונה מאפס. העבודה המבוצעת על ידי הכוח החיצוני היא: $W_{\infty \rightarrow C} = 600 \cdot 10^{-6} J$ חשב את הפוטנציאל בנקודה C.	

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4547	1. במקרה זה, בהנעת מטען הבוחן מהאינסוף לנקודה, הכוח החשמלי פועל על מטען הבוחן בכיוון התנועה (מטען הבוחן הוא מטען חיובי). כדי שהמטען ינוע במהירות קבועה הכוח החיצוני צריך לפעול נגד כיוון התנועה. לכן, עבודת הכוח החיצוני היא שלילית. מהגדרת הפוטנציאל, כאשר עבודת הכוח החיצוני היא שלילית גם הפוטנציאל הוא שלילי. 2. מטען הבוחן נע במהירות קבועה, בתנועת המטען הכוח החשמלי גדל וגם הכוח החיצוני גדל בהתאם, כך ששקול הכוחות שווה לאפס.	$V_A = -120,000V$	הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	2.1- נתון מטען בוחן שגודלו $1nC$ המונע במהירות קבועה מהאינסוף לנקודה A ע"י כוח חיצוני. העבודה המבוצעת על ידי הכוח החיצוני היא: $W_{\infty \rightarrow A} = -120 \cdot 10^{-6} J$ חשב את הפוטנציאל בנקודה A, השתמש בהגדרת הפוטנציאל החשמלי.	2. נתון גוף נקודתי הטעון במטען Q שלילי שערכו: $Q = -4 \cdot 10^{-6} C$ במרחק 30 ס"מ מהמטען Q נמצאת הנקודה A, כמוראה באיור הבא: 
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4548	1. מביטוי הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי, כאשר המטען היוצר את הפוטנציאל הוא שלילי גם הפוטנציאל בסביבתו הוא שלילי. 2. הביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי מתאים לפוטנציאל ייחוס שנקבע באינסוף (הפוטנציאל באינסוף נקבע כפוטנציאל אפס). בשאלות הבגרות אנחנו עוסקים רק במקרים בהם הפוטנציאל באינסוף נקבע כפוטנציאל אפס.	$V_A = -120,000V$		2.2- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה A, השתמש בביטוי הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי.	

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון	
3. נתונים שני מטענים חיוביים Q1 ו-Q2. המרחק בין המטענים הוא 80 ס"מ. בסמוך לשני המטענים נמצאות הנקודות A ו-B, כמוראה באיור הבא:  הנקודה A נמצאת בדיוק באמצע המרחק שבין המטענים Q1 ו-Q2. הנקודה B נמצאת במרחק 40 ס"מ מהמטען Q2 ערכי המטענים: $Q_1 = 5\mu C$ $Q_2 = 5\mu C$	3.1- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה A.	$V_A = 225,000V$	כל אחד משני המטענים יוצר פוטנציאל בנקודה A ללא תלות במטען השני, לכן מעיקרון הסופרפוזיציה הפוטנציאל בנקודה A שווה לסכום הפוטנציאלים שכל אחד משני המטענים יוצרים.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=4549	
	3.2- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה B.	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	$V_B = 150,000V$	המטענים Q1 ו-Q2 זהים בגודלם, אך נמצאים במרחקים שונים מהנקודה B. לכן, הם יוצרים פוטנציאל שונה בנקודה B.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=4550
	3.3- חשב את הגודל של השדה החשמלי בנקודה A.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה החשמלי בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	$E_A = 0 \frac{N}{C}$	1. מכיוון שהשדה החשמלי הוא גודל ווקטורי יש לחשב את השדה השקול בנקודה A בעזרת חיבור ווקטורי (ולא חיבור סקלארי). 2. אין צורך לחשב את השדה החשמלי בנקודה, מספיק לציין שפועלים שני שדות זהים בגודלם והפוכים בכיוונם. (בקישור לפתרון מופיע פתרון מלא עם חישוב מפורט) 3. השדה והפוטנציאל מתארים את המרחב באופן שונה, לכל אחד מהם הגדרה שונה. יכולה להיות נקודה שבה השדה שווה לאפס והפוטנציאל שונה מאפס. יכולה להיות נקודה שבה השדה שונה מאפס והפוטנציאל שווה לאפס.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=4551

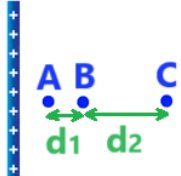
קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	4. נתונים שני מטענים Q1 ו-Q2, המרוחקים 80 ס"מ זה מזה. בסמוך לשני המטענים נמצאות הנקודות A ו-B, כמוראה באיור הבא:  הנקודה A נמצאת בדיוק באמצע המרחק שבין המטענים Q1 ו-Q2. הנקודה B נמצאת במרחק 40 ס"מ מהמטען Q2. ערכי המטענים: $Q_1 = -5\mu C$ $Q_2 = 5\mu C$
https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4552	המטען Q2 הוא מטען חיובי, הוא יוצר פוטנציאל חיובי בנקודה A. המטען Q1 הוא שלילי, הוא יוצר בנקודה A פוטנציאל שלילי . בהתאם למרחקי המטענים מהנקודה A, הפוטנציאלים שהמטענים יוצרים בנקודה A הם זהים בערכם המוחלט.	$V_A = 0V$	הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$	4.1- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה A.	
https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4553	1. בנקודה V נוצר פוטנציאל חיובי ממטען Q2, ופוטנציאל שלילי ממטען Q1. מכיוון שמרחק הנקודה B מהמטענים הוא שונה, הפוטנציאל בנקודה B לא שווה לאפס. 2. שני המטענים שווים בערכם המוחלט, מטען 2 קרוב יותר לנקודה B לכן הפוטנציאל בנקודה B הוא חיובי.	$V_B = 75,000V$	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	4.2- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה B.	
https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4554	1. מהגדרת השדה החשמלי, כיוון השדה החשמלי הוא ככיוון הכוח החשמלי הפועל על מטען הבוחן . 2. הפוטנציאל בנקודה A שווה לאפס, והשדה בנקודה A שונה מאפס (ההיפך מסעיף 3.3). 3. בביטוי הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי, כיוון שהפוטנציאל יכול להיות שלילי, יש להתייחס לסימן המטען היוצר את הפוטנציאל. לעומת זאת, בביטוי השדה החשמלי בסביבת מטען נקודתי כיוון שהביטוי מתאר את גודל וקטור השדה יש להתייחס לערך המוחלט של המטען היוצר את השדה.	$E_A = 562,500 \frac{N}{C}$ כיוון השדה החשמלי הוא שמאלה.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה החשמלי בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	4.3- חשב את הגודל והכיוון של השדה החשמלי בנקודה A.	

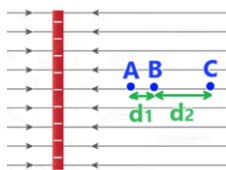
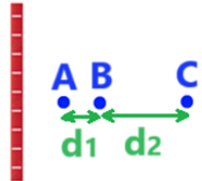
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
5. שני מטענים חיוביים Q1 ו-Q2 ממוקמים בשני קודקודיו של משולש שווה צלעות, בקודקוד השלישי נמצאת הנקודה A כמראה באיור הבא:  האורך d של כל צלע במשולש הוא 80 ס"מ. במשולש שווה צלעות שלושת הזוויות זהות ושוות ל 60 מעלות. ערכי המטענים: $Q_1 = 5nC$ $Q_2 = 5nC$	5.1 - חשב את ערך הפוטנציאל בנקודה A. 5.2 - חשב את גודלו וכיוונו של השדה החשמלי הנוצר בנקודה A.	הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	הפוטנציאל הוא גודל סקלארי. אין לו כיוון. הפוטנציאל בנקודה תלוי רק בגודל המטענים ובמרחקם מהנקודה. כך למשל, גם במקרה הבא ייוצר בנקודה A פוטנציאל זהה לפוטנציאל הנוצר בסעיף זה. 	https://mymoodle.youcub.e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4555
		$V_A = 112.5V$	1. השדה החשמלי הוא גודל ווקטורי, יש לו כיוון. כדי למצוא את גודלו וכיוונו של השדה החשמלי יש לבצע חיבור ווקטורי בין השדות שיוצרים המטענים בנקודה A. 2. כדי לבצע חיבור ווקטורי בין ווקטורי השדה יש לבצע הפרדה ישרת זווית לוקטורי השדה E1 ו-E2, יש לבחור את כיווני הצירים בכיוון בו השדה מתאפס ובכיוון השדה השקול.	https://mymoodle.youcub.e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4556

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcubec.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4557	1. המטענים יוצרים פוטנציאלים זהים בגודלם ושונים בסימונם. 2. ניתן לענות על השאלה בעזרת פרמטרים בלבד, ללא הצבה.	$V_A = 0V$	הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	6.1 - חשב את ערך הפוטנציאל בנקודה A.	6. נתונים שני מטענים בעלי מטען זהה בגודלו ושונה בסימונו Q_1 ו- Q_2. המטענים ממוקמים בשני קודקודיו של משולש שווה צלעות, בקודקוד השלישי נמצאת הנקודה A כמראה באיור הבא:  האורך d של כל צלע במשולש הוא 80 ס"מ. במשולש שווה צלעות שלושת הזוויות זהות ושוות ל 60 מעלות. ערכי המטענים: $Q_1 = -5nC$ $Q_2 = 5nC$
https://mymoodle.youcubec.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4558	1. כדי לענות על שאלה זו יש לערוך תרשים ווקטורי, לכתוב כל שלב בצורה מפורטת ברורה ומלאה. (פתרון מלא ומפורט מופיע בקישור לפתרון) 2. מקרה זה הוא דוגמה נוספת למקרה שבו הפוטנציאל בנקודה שווה לאפס והשדה באותה הנקודה שונה מאפס.	$E_T = 70.3 \frac{N}{C}$ כיוון השדה בנקודה A הוא שמאלה.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	6.2 - חשב את גודלו וכיוונו של השדה החשמלי הנוצר בנקודה A.	

ב- הפוטנציאל החשמלי בסביבת לוח טעון.

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	7. נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען חיובית. עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון.
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4559	1. בסביבת מטען חיובי קווי השדה יוצאים מהגוף, בניצב לפני הגוף. השדה הנוצר משני צידיו של הלוח הוא שדה אחיד. 2. עוצמת השדה הנתונה, היא עוצמת השדה בכל נקודה משמאל ומימין ללוח.		עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	7.1- שרטט את קווי השדה החשמלי בסביבת הלוח.	בסביבת הלוח קיימות שלוש נקודות: A, B ו-C. המרחק בין הנקודה A לנקודה B מסומן ב-d1. המרחק בין הנקודה B לנקודה C מסומן ב-d2. כמורה באיור הבא:
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4560	1. הביטוי המתאר את הקשר שבין עוצמת השדה להפרש הפוטנציאלים וההעתק מתאים רק לשדה אחיד. 2. ביטוי השדה האחיד עוסק בהעתק, לכן יש להגדיר ציר תנועה, ולהתייחס להעתק ביחס לציר. 3. בתיאור ווקטור השדה ביחס לציר, כאשר כיוון השדה הוא ככיוון הציר השדה הוא חיובי, וכאשר כיוון השדה הוא נגדי לכיוון הציר השדה הוא שלילי.	$V_C = 44V$		7.2- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה C.	
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4561	עוצמת השדה היא 2 וולט למטר, המשמעות היא שלאורך מטר אחד במורד השדה הפוטנציאל קטן ב 2 וולט. הנקודה C נמצאת במרחק 8 מטרים מהנקודה B, במורד השדה. לכן, הפוטנציאל בנקודה C קטן ב 16 וולט מהפוטנציאל בנקודה B. הנקודה A נמצאת במרחק 2 מטרים במעלה השדה, הפוטנציאל בנקודה A גדול ב 4 וולט מהפוטנציאל בנקודה B.	$V_A = 64V$	הקשר בין עוצמת שדה אחיד להפרש פוטנציאלים בשדה: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta X}$	7.3- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה A.	נתונים ערכי המרחקים בין הנקודות: $d_1 = 2m$ $d_2 = 8m$ ונתון הפוטנציאל בנקודה B: $V_B = 60V$
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4562	1. הנקודה D לא מופיעה בתרשים. יש לערוך תרשים המכיל את הנקודה D ואת המרחק הדרוש לפני חישוב המרחק בין הנקודה A לנקודה D. 2. בשימוש בביטוי השדה האחיד, יש להתייחס לסימן העתק וסימן הפרש הפוטנציאלים, כפי שמתואר בפתרון המלא. ניתן לחשב את גודל המרחק גם בהתאם לגודל הפרש הפוטנציאלים וגודל השדה. $E = \frac{ \Delta V }{d} \Rightarrow d = \frac{ E }{ \Delta V }$	$d_3 = 30.5m$		7.4- נתונה נקודה D שלא נמצאת באיור, הפוטנציאל בנקודה D שווה 3V חשב את המרחק שבין הנקודה A לנקודה D. נסמן מרחק זה ב-d3	

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
7. נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען חיובית. עוצמת השדה האחד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון. בסביבת הלוח קיימות שלוש נקודות: A, B, ו-C. המרחק בין הנקודה A לנקודה B מסומן ב-d1. המרחק בין הנקודה B לנקודה C מסומן ב-d2. כמוראה באיור הבא:  נתונים ערכי המרחקים בין הנקודות: $d_1 = 2\text{m}$ $d_2 = 8\text{m}$ ונתון הפוטנציאל בנקודה B: $V_B = 60\text{V}$	7.5- לשדה יש שתי יחידות מידה: ניוטון לקולון $\left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$ ו-וולט למטר $\left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$ מה המשמעות של כל אחת משתי יחידות האלו.	השדה החשמלי מתאר תכונה הקיימת במרחב. יחידות השדה החשמלי ניוטון לקולון מתארת את גודל הכוח החשמלי הפועל על מטען שגודלו 1 קולון הנמצא בנקודה במרחב. יחידות השדה החשמלי וולט למטר מתארת את גודל השינוי בפוטנציאל לאורך 1 מטר במורד השדה.	1. לשדה החשמלי יש שתי יחידות מידה שקולות: ניוטון לקולון ו-וולט למטר. כך למשל במקום לכתוב $5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ניתן לכתוב $5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ 2. הבנה טובה של משמעות היחידות תורמת רבות להבנת העקרונות הפיזיקליים, ההגדרות והנוסחאות. מומלץ להשקיע את הזמן הדרוש כדי להבין את משמעות היחידות. 3. בשאלוני הבגרות, היו סעיפים בהם הנבחן נדרש להסביר את המשמעות של גודל פיזיקלי מסוים. ניתן להסביר את משמעות הגודל הפיזיקלי בעזרת משמעות היחידות שלו. לדוגמה: לשאלה מה המשמעות של השדה החשמלי בנקודה, ניתן לענות גודל הכוח החשמלי הפועל על יחידת מטען בנקודה.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4563
7.6- הראה שהיחידות ניוטון לקולון שקולות ליחידות וולט למטר.	הקשר בין עוצמת שדה אחד להפרש פוטנציאלים בשדה: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta X}$	$\left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right] = \left[\frac{\text{J}}{\text{C} \cdot \text{m}} \right]$ $\left[\frac{\text{J}}{\text{C} \cdot \text{m}} \right] = \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C} \cdot \text{m}} \right] = \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$	1. רק בשדה אחד הפוטנציאל קטן בערך קבוע לכל מטר במורד השדה. בשדה ריאלי(שדה הנוצר ממטען נקודתי) עוצמת השדה לא משתנה בערך קבוע לכל מטר במורד השדה. לכן המשמעות של היחידות וולט למטר לא רלוונטיות לשדה הנוצר ממטען נקודתי. 2. אין צורך להוכיח שהיחידות ניוטון לקולון שקולות ליחידות וולט למטר. אם נתון שדה ביחידות של וולט למטר ניתן לתאר את השדה ללא הוכחה ביחידות של ניוטון לקולון. (וההיפך)	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4564

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4565	בהתאם להגדרת השדה החשמלי, בסביבת לוח הטעון במטען שלילי כיוון קווי השדה הוא פנימה אל הלוח הטעון, בניצב לפני הלוח.		עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון:	8.1- שרטט את קווי השדה החשמלי בסביבת הלוח.	8. נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען שלילית. עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון.
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4566	1. כדי לחשב את הפוטנציאל בנקודה C בעזרת ביטוי השדה האחיד, יש להשתמש בביטוי השדה האחיד בהתייחס למטען הנע מנקודה B ל C, או מנקודה C ל B. 2. בהתאם לכיוון הציר נקבעים סימני ההעתק והשדה החשמלי. 3. ניתן לחשב את גודל הפרש הפוטנציאלים בין נקודה B ל C בעזרת ביטוי גודל הפרש הפוטנציאלים $E = \frac{ \Delta V }{d} \Rightarrow \Delta V = E \cdot d$ ובהתאם לפוטנציאל בנקודה B לחשב את הפוטנציאל בנקודה C. 4. הפוטנציאל בנקודה B קטן מהפוטנציאל בנקודה C.	$V_C = -44V$	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	8.2- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה C.	בסביבת הלוח קיימות שלוש נקודות: A, B, ו-C. המרחק בין הנקודה A לנקודה B מסומן ב-d1. המרחק בין הנקודה B לנקודה C מסומן ב-d2. כמוראה באיור הבא:
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4567	במורד השדה הפוטנציאל קטן (לא בערכו המוחלט). ובמעלה השדה הפוטנציאל גדל (לא בערכו המוחלט).	$V_A = -64V$	הקשר בין עוצמת שדה אחיד להפרש פוטנציאלים בשדה: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$	8.3- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה A.	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4568	1. בסביבת מטען נקודתי, נוח לבחור את האינסוף כמקום בו הפוטנציאל שווה לאפס. במקרה של שדה אחיד, גם באין סוף יש שדה, לכן הנקודה בה הפוטנציאל שווה לאפס נבחר שרירותית בנקודה כל שהיא. (גם אם לא קיימת בחירה מפורשת). 2. אין משמעות פיזיקלית לפוטנציאל בנקודה, יש משמעות פיזיקלית רק להפרש פוטנציאלים. לכן, כל גודל פיזיקלי שיש לו משמעות פיזיקלית תלוי בהפרש פוטנציאלים ולא בפוטנציאל.	$d_3 = 32m$		8.4- נתון שבנקודה D הפוטנציאל שווה לאפס וולט. חשב את מרחק הנקודה D מהנקודה A. נסמן מרחק זה ב-d3	נתונים ערכי המרחקים בין הנקודות: $d_1 = 2m$ $d_2 = 8m$ ונתון הפוטנציאל בנקודה B: $V_B = -60V$

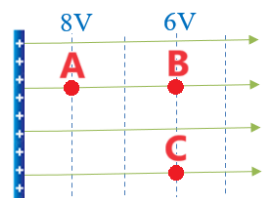
ג- עבודת הכוח החשמלי.

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
9.1- מצא מהאיור את הפוטנציאל בנקודה A.	הגדרת העבודה במכניקה: $W = F \cdot \Delta X \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון:	$V_A = 8V$	1. משטח שווי פוטנציאל מורכב מאוסף נקודות בעלי פוטנציאל זהה. 2. בסביבתו של כל גוף טעון, משטחים שווי פוטנציאל הם משטחים הנצבים לשדה.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4569
9.2- חשב את עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון.	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון:	$E = 0.5 \frac{N}{C}$	כיוון השדה הוא ככיוון הציר הנבחר. לכן ביחס לציר הנבחר השדה הוא חיובי.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4570
9.3- חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 1 מהנקודה A לנקודה B. השתמש בהגדרת העבודה במכניקה.	הגדרת השדה החשמלי: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הקשר בין עוצמת שדה אחיד להפרש פוטנציאליים בשדה: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta X}$	$W_{A \rightarrow B} = 2 \cdot 10^{-9} J$	1. מכיוון שבמקרה זה הכוח הפועל על הגוף הוא קבוע בגודלו ובכיוונו, ניתן לחשב בעזרת הגדרת העבודה במכניקה את עבודת הכוח החשמלי. 2. בכתיבת ביטוי העבודה מומלץ לסמן מאיזה נקודה לאיזה נקודה מבוצעת העבודה, בסעיף זה למשל העבודה מבוצעת בהנעת הגוף מנקודה A לנקודה B, לכן בסמוך לסימן העבודה W מופיע הסימן $A \rightarrow B$	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4571

9. באיור שלפניך מתואר לוח הטעון בצפיפות מטען חיובי.

קווי השדה היוצאים מהלוח מתוארים בחיצים ירוקים ומשטחים שווי הפוטנציאל מתוארים בקווים מקווקווים באיור מופיעות שלוש נקודות: A, B ו-C.

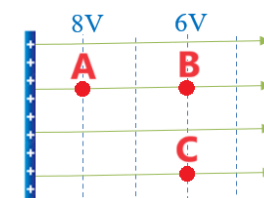
המרחק בין הנקודה A לנקודה B הוא ארבעה מטרים.



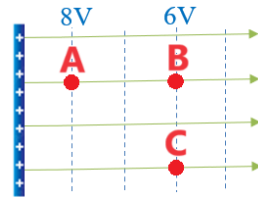
גוף 1 שמטענו $1nC$ משוחרר ממנוחה מהנקודה A.

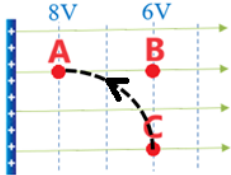
נתאר את תנועת גוף 1 ביחס לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי.

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
המשך שאלה 9 9. באיור שלפניך מתואר לוח הטעון בצפיפות מטען חיובי. קווי השדה היוצאים מהלוח מתוארים בחיצים ירוקים ומשטחים שווי הפוטנציאל מתוארים בקווים מקווקווים באיור מופיעות שלוש נקודות: A, B ו-C. המרחק בין הנקודה A לנקודה B היא ארבעה מטרים.	9.4- חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 1 מהנקודה A לנקודה B. השתמש בביטוי לעבודת כוח חשמלי.	$W_{A \rightarrow B} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ J}$	הביטוי לעבודת הכוח החשמלי מתאים לכל מקרה של גוף טעון הנע בין שתי נקודות, גם אם הכוח החשמלי משתנה בגודלו ובכיוונו, גם כאשר פועלים כוחות נוספים וגם כאשר האנרגיה הקינטית של הגוף משתנה.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4572
9.5- במקרה אחר, גוף 1 נזרק במהירות שגודלה 12 מטר לשנייה מנקודה A לכיוון נקודה B. חשב במקרה זה את עבודת הכוח החשמלי בהנעת גוף 1 מהנקודה A לנקודה B.	9.5- במקרה אחר, גוף 1 נזרק במהירות שגודלה 12 מטר לשנייה מנקודה A לכיוון נקודה B. חשב במקרה זה את עבודת הכוח החשמלי בהנעת גוף 1 מהנקודה A לנקודה B.	$W_{A \rightarrow B} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ J}$	עבודת הכוח החשמלי לא תלויה במהירות הגוף. עבודת הכוח החשמלי תלויה רק בהפרש הפוטנציאלים ובגודל המטען עליו פועל הכוח החשמלי.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4573
9.6- חזור על הסעיף הקודם כאשר מסת הגוף קטנה פי 100.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ הקשר בין עוצמת שדה אחד להפרש פוטנציאלים בשדה: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}$	$W_{A \rightarrow B} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ J}$	עבודת הכוח החשמלי לא תלויה במסת הגוף.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4574

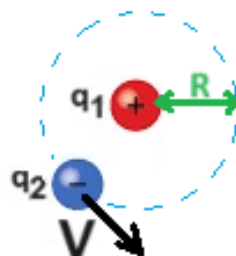


גוף 1 שמטענו 1nC משוחרר ממנוחה מהנקודה A. נתאר את תנועת גוף 1 ביחס לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי.

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
10.1 גוף 2 שמטענו הוא 1nC משוחרר ממנוחה מהנקודה B. המרחק בין הנקודה B לנקודה A הוא 4 מטרים. 	10.1 חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 2 מהנקודה B לנקודה A. השתמש בהגדרת העבודה במכניקה.	$W_{B \rightarrow A} = 2 \cdot 10^{-9} \text{J}$	1. מהגדרת העבודה במכניקה, כל עוד הכוח פועל בכיוון התנועה העבודה היא חיובית. 2. סימן העבודה לא תלוי בכיוון הציר הנבחר.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=45 75
10.2 חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 2 מנקודה B לנקודה A. השתמש בביטוי לעבודת כוח חשמלי.	10.2 חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 2 מנקודה B לנקודה A. השתמש בביטוי לעבודת כוח חשמלי.	$W_{B \rightarrow A} = 2 \cdot 10^{-9} \text{J}$	בביטוי העבודה ערך הפרש הפוטנציאלים הוא שלילי, אך גם סימן המטען הוא שלילי. מהכפלת הפרש הפוטנציאלים במטען מתקבלת עבודה חיובית.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=45 76
10.3 במקרה אחר, גוף 2 נזרק מנקודה B בכיוון השדה במהירות שגודלה 5 מטר לשנייה. במהלך תנועתו הגוף נעצר, משנה את כיוון תנועתו וחולף בנקודה A. חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 2 מנקודה B לנקודה A.	10.3 במקרה אחר, גוף 2 נזרק מנקודה B בכיוון השדה במהירות שגודלה 5 מטר לשנייה. במהלך תנועתו הגוף נעצר, משנה את כיוון תנועתו וחולף בנקודה A. חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 2 מנקודה B לנקודה A.	$W_{B \rightarrow A} = 2 \cdot 10^{-9} \text{J}$	הכוח החשמלי הוא כוח משמר עבודתו לא תלויה במסלול התנועה. מביטוי עבודת הכוח החשמלי ניתן לראות שעבודת הכוח החשמלי תלויה רק בגודל המטען המונע ובסימונו ובפוטנציאל בנקודת תחילת התנועה ובפוטנציאל בנקודת סיום התנועה.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=45 77
10.4 חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 2 מהנקודה C לנקודה B.	10.4 חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת בהנעת גוף 2 מהנקודה C לנקודה B.	$W_{C \rightarrow B} = 0 \text{J}$	1. מביטוי עבודת הכוח החשמלי, כל עוד אין הפרש פוטנציאלים בין הפוטנציאל בנקודת תחילת התנועה לפוטנציאל בנקודת סיום התנועה, עבודת הכוח החשמלי שווה לאפס. 2. משטחים שווים פוטנציאל הינם משטחים המאונכים לקווי השדה, מהגדרת העבודה במכניקה כאשר מטען נע לאורך משטח שווה פוטנציאל הכוח החשמלי ניצב לתנועה לכן עבודת הכוח החשמלי היא אפס.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=45 79

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
11. גוף 2 שמטענו -1nC נע ממנוחה מנקודה C לנקודה A, במסלול עקום, בהשפעת הכוח החשמלי ובהשפעת כוח חיצוני נוסף. מסלול תנועת הגוף מתואר בתרשים הבא: 	11. חשב את ערך עבודת הכוח החשמלי המבוצע בהנעת גוף 2 מנקודה C לנקודה A.	הגדרת העבודה במכניקה: $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$	מסלול תנועת המטען נקבע רק בהתאם למהירותו ההתחלתית ולכוח השקול הפועל עליו. חשוב לשים לב, הערך המחושב מביטוי עבודת הכוח החשמלי הוא רק של עבודת הכוח החשמלי. לא של עבודת הכוח החיצוני ולא של עבודת הכוח השקול.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4578

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
12. נתון גוף נקודתי הטעון במטען Q שגודלו 8 מיקרו קולון. בסביבת המטען Q נמצאות שלוש נקודות.	12.1 – חשב את הפוטנציאלים הנוצרים מהמטען Q בכל אחת משלוש הנקודות.	$V_A = 600,000V$ $V_B = 553,846.15V$ $V_C = 514,285.71V$	בשדה רדיאלי הפוטנציאל לא קטן בערך קבוע בכל מטר במורד השדה. לכן הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות AB שונה מהפרש הפוטנציאלים בין הנקודות BC. $(V_A - V_B) > (V_B - V_C)$	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4580
נקודה A נמצאת במרחק 12 ס"מ מהגוף הטעון. נקודה B נמצאת במרחק 13 ס"מ מהגוף הטעון.	12.2 - חשב את עבודת הכוח החשמלי בהנעת גוף 1 מנקודה A לנקודה B.	$W_{A \rightarrow B} = 1.84 \cdot 10^{-4}J$	1. בתנועת הגוף הטעון מנקודה A לנקודה B הכוח החשמלי הפועל על הגוף הולך וקטן. לכן, לא נוכל להשתמש בהגדרת העבודה במכניקה בצורה פשוטה. אך, ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החשמלי. 2. הכוח החשמלי פועל בכיוון התנועה, לכן עבודת הכוח החשמלי היא חיובית.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4581
נקודה C נמצאת במרחק 14 ס"מ מהגוף הטעון. ציר התנועה הנבחר, הגוף הטעון ושלושת הנקודות בסביבתו מתוארות באיור הבא: 	12.3 - חשב את עבודת הכוח החשמלי בהנעת גוף 1 מנקודה B לנקודה C.	$W_{B \rightarrow C} = 1.58 \cdot 10^{-4}J$	הפרש הפוטנציאלים בין נקודה A לנקודה B גדול יותר מהפרש הפוטנציאלים בין נקודה B לנקודה C. לכן עבודת הכוח החשמלי בקטע AB גדולה מעבודת הכוח החשמלי בקטע BC.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4582
גוף 1 שמטענו 4 ננו קולון משוחרר ממנוחה מהנקודה A.	12.4 - חשב את עבודת הכוח החשמלי בהנעת גוף 1 מנקודה A לנקודה C.	$W_{A \rightarrow C} = 3.42 \cdot 10^{-4}J$	עבודת הכוח החשמלי בהנעת המטען בקטע AC. שווה לסכום העבודות החשמליות בקטעים AB ו-BC. $W_{A \rightarrow C} = W_{A \rightarrow B} + W_{B \rightarrow C}$ ביטוי סכום העבודות נכון גם אם סכום המרחקים AB ו-BC שונה מהמרחק AC, כמו למשל במקרה הבא: 	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4583

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
13. גוף 2 שמטענו 1nC נע בתנועה מעגלית קצובה ברדיוס R, סביב המטען Q, כמראה באיור הבא: 	הגדרת העבודה במכניקה: $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{X} \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$	$W = 0\text{J}$	1. הכוח החשמלי הפועל על הגוף, פועל בכיוון רדיאלי, בניצב לתנועה. מהגדרת העבודה במכניקה הכוח חשמלי במקרה זה לא עושה עבודה. 2. הגוף נע בתנועה מעגלית קצובה, האנרגיה הקינטית של הגוף לא משתנה. מביטוי העבודה אנרגיה: $W = \Delta E_K$ ניתן לקבוע שהעבודה המבוצעת על הגוף שווה לאפס. 2. הגוף נע בתנועה מעגלית, כל הנקודות בהן חולף הגוף נמצאות במרחק זהה מהמטען Q לכן בכל הנקודות בהן חולף הפוטנציאל הוא זהה. ניתן לומר שאוסף נקודות אלו הוא משטח שווי פוטנציאל, מביטוי עבודת הכוח החשמלי, מכיוון שהגוף נע לאורך משטח שווי פוטנציאל, הכוח החשמלי לא עושה עבודה.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4584

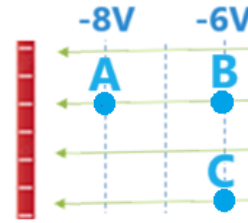
ד- עבודת הכוח החיצוני.

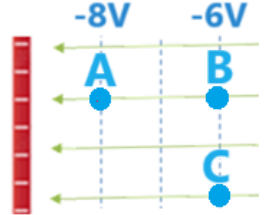
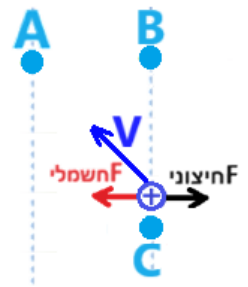
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
14.1 נתון מטען חיובי Q המקובע במקומו. גוף 1 הטעון במטען חיובי q מונע במהירות קבועה באמצעות כוח חיצוני מהנקודה A לנקודה B. על המטען q פועלים שני כוחות, הכוח החשמלי והכוח החיצוני, כמוראה באיור הבא:  במהלך תנועת המטען הכוח החשמלי הולך וגדל, בהתאם גם הכוח החיצוני גדל כך ששקול הכוחות הפועלים על המטען שווה לאפס, כל זמן תנועת הגוף, מנקודה A לנקודה B. נתון גודל המטען המקובע Q, וגודל מטען הגוף הטעון q: $Q = 6\mu C$ $q = 3nC$ נתונים הערכים של הפוטנציאלים בנקודות A ו-B: $V_A = 10,800V$ $V_B = 27,000V$ נתאר את תנועת המטען ביחס לציר שכיוונו ככיוון התנועה שמאלה.	הגדרת העבודה במכניקה: $W = F \cdot \Delta X \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$	$W_{A \rightarrow B} = -4.86 \cdot 10^{-5} J$ כוח חשמלי $\Delta E_K = 0$ $\Sigma W = 0$ $W = 4.86 \cdot 10^{-5} J$ כוח חיצוני	1. הכוח החשמלי פועל נגד כיוון התנועה, לכן עבודתו שלילית. 2. ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החשמלי גם כאשר פועלים כוחות נוספים על הגוף, ללא כל קשר לעבודת הכוחות האחרים. מביטוי האנרגיה הקינטית: $E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$ מכיוון שהמהירות לא משתנה האנרגיה הקינטית לא משתנה. 1. ממשפט העבודה אנרגיה סכום העבודות (חשמלי וחיצוני) שווה לשינוי באנרגיה הקינטית. האנרגיה הקינטית לא משתנה. 2. הגוף נע במהירות קבועה, תאוצתו שווה לאפס. מהחוק השני של ניוטון שקול הכוחות שווה לאפס. במקרה מיוחד שבו פועלים על הגוף רק הכוח החשמלי והכוח החיצוני ואין שינוי באנרגיה הקינטית של הגוף עבודת הכוח החיצוני זהה בגודלה לעבודת הכוח החשמלי אך הפוכה לה בסימונה. במקרה מיוחד זה ביטוי עבודת הכוח החיצוני הוא: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ כוח חיצוני 2. ביטוי עבודת הכוח החשמלי דומה לביטוי אך יש הבדל גדול ביניהם. ביטוי עבודת הכוח החשמלי נכון תמיד. ביטוי עבודת הכוח החיצוני נכון רק כאשר אין שינוי באנרגיה הקינטית.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4585 https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4586 https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4587 https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4588

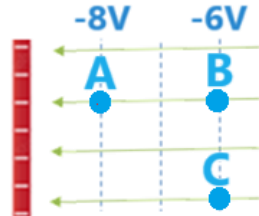
 www.youcube.co.il

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	המשך שאלה 14
https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=4592	באופן כללי, הכוח החיצוני יכול להיות כוח כלשהו, במקרה זה מכיוון שהגוף נע במהירות קבועה הכוח החיצוני שווה בכל נקודה בגודלו לכוח החשמלי. את הכוח החשמלי ניתן לחשב מחוק קולון.	$F_A = 6.48 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ חיצוני $F_B = 4.05 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ חיצוני	הגדרת העבודה במכניקה: $W = F \cdot \Delta X \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$	14.8- חשב את הכוח החיצוני F_A הפועל על המטען q כאשר המטען נמצא בנקודה A ואת הכוח החיצוני F_B כאשר המטען q נמצא בנקודה B.	נתון מטען חיובי Q המקובע במקומו. גוף 1 הטעון במטען חיובי q מונע במהירות קבועה באמצעות כוח חיצוני מהנקודה A לנקודה B. על המטען q פועלים שני כוחות: הכוח החשמלי והכוח החיצוני, כמראה באיור הבא:
https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=4593	בתנועת הגוף מנקודה A לנקודה B, הכוח החיצוני משתנה בקצב לא קבוע. רק כאשר ערך משתנה בקצב קבוע ניתן להשתמש במוצע חשבוני פשוט. לכן ערך הכוח הממוצע המחושב בסעיף זה הוא לא מדויק.	$\bar{F} = 2.349 \cdot 10^{-5} \text{ N}$	ביטוי לעבודת כוח חיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$	14.9- חשב את ערך הממוצע של שני הכוחות החיצוניים: F_B ו- F_A. הנחיה: יש לחשב ממוצע חשבוני פשוט. (הערך המחושב הוא לא מדויק).	 במהלך תנועת המטען הכוח החשמלי הולך וגדל, בהתאם גם הכוח החיצוני גדל כך ששקול הכוחות הפועלים על המטען שווה לאפס, כל זמן תנועת הגוף, מנקודה A לנקודה B. נתון גודל המטען המקובע Q, וגודל מטען הגוף הטעון q:
https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=4594	בחישוב זה העבודה מבוססת על הכוח הממוצע מהסעיף הקודם לכן ערך העבודה המחושבת הוא לא מדויק.	$W_{A \rightarrow B} = 7.182 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ כוח חיצוני	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	14.10- בהתאם לכוח הממוצע חשב את עבודת הכוח החיצוני.	נתונים הערכים של הפוטנציאלים בנקודות A ו- B: $V_A = 10,800 \text{ V}$ $V_B = 27,000 \text{ V}$ נתאר את תנועת המטען ביחס לציר שכיוונו ככיוון התנועה.

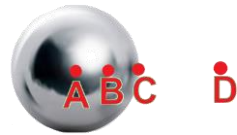
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
המשך שאלה 14 נתון מטען חיובי Q המקובע במקומו. גוף 1 הטעון במטען חיובי q מונע במהירות קבועה באמצעות כוח חיצוני מהנקודה A לנקודה B. על המטען פועלים שני כוחות: הכוח החשמלי והכוח החיצוני, כמוראה באיור הבא:  במהלך תנועת המטען הכוח החשמלי הולך וגדל, בהתאם גם הכוח החיצוני גדל כך ששקול הכוחות הפועלים על המטען שווה לאפס, כל זמן תנועת הגוף, מנקודה A לנקודה B. נתון גודל המטען המקובע Q, וגודל מטען הגוף הטעון q: $Q = 6\mu C$ $q = 3nC$ נתונים הערכים של הפוטנציאלים בנקודות A ו-B: $V_A = 10,800V$ $V_B = 27,000V$ נתאר את תנועת המטען ביחס לציר שכיוונו ככיוון התנועה.	הגדרת העבודה במכניקה: $W = F \cdot \Delta X \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$	התשובה $W_{A \rightarrow B} = 4.86 \cdot 10^{-5} J$ חיצוני	1. הערך המתקבל משימוש בביטוי עבודת הכוח החיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ חיצוני הוא זהה לערך המתקבל ממשוואת העבודה אנרגיה (סעיף 14.4). והוא מדויק. ביטוי זה הוא הסיבה להגדרת הפוטנציאל! 2. ביטוי עבודת הכוח החיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ חיצוני דומה לביטוי עבודת הכוח החשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ חשמלי קיים הבדל חשוב בין שני ביטויים אלו: ביטוי עבודת הכוח החשמלי מתאים לכל מקרה. אך ביטוי עבודת הכוח החיצוני מתאים רק למקרה שבו האנרגיה הקינטית של הגוף בנקודת תחילת התנועה זהה לאנרגיה הקינטית של הגוף בנקודת סיום התנועה.	https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=45 95

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
15. באיור שלפניך מתואר לוח הטעון בצפיפות מטען שלילית. 	15.1 - גוף 1 שמטענו 3nC נע בהשפעת כוח חיצוני במהירות קבועה מהנקודה B לנקודה A. חשב את עבודת הכוח החיצוני.	הגדרת העבודה במכניקה: $W = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{x} \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$	1. לפני חישוב העבודה יש לערוך תרשים כוחות המתאר את שני הכוחות הפועלים על הגוף ואת כיוון התנועה. 2. מכיוון שאין שינוי באנרגיה הקינטית, ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החיצוני. 3. הכוח החיצוני פועל נגד כיוון התנועה, לכן עבודתו שלילית.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4596
באיור מופיעות שלוש נקודות: A, B ו-C. המרחק בין הנקודה A לנקודה B היא ארבעה מטרים. נתייחס בכל סעיפי שאלה זו לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי.	15.2 - גוף 1 שמטענו 3nC נע בהשפעת כוח חיצוני במהירות קבועה מהנקודה A לנקודה B. חשב את עבודת הכוח החיצוני.	ביטוי לעבודת כוח חיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	הכוח החשמלי לא תלוי בכיוון תנועת הגוף. כדי שהגוף ינוע במהירות קבועה הכוח החיצוני "מתאים את עצמו" לכוח החשמלי כך ששקול הכוחות יהיה אפס. במקרה הקודם הכוח החיצוני פועל נגד כיוון התנועה ועבודתו שלילית. במקרה זה הכוח החיצוני פועל בכיוון התנועה ועבודתו חיובית.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4597
15.3 - גוף 2 שמטענו 3nC נע בהשפעת כוח חיצוני במהירות קבועה מהנקודה B לנקודה A. חשב את עבודת הכוח החיצוני.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ הקשר בין עוצמת שדה אחיד להפרש פוטנציאליים בשדה: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}$	סימן העבודה תלוי בשלושה גורמים: א. סוג הכוח הפועל על הגוף (חשמלי או חיצוני). ב. סימן מטען הגוף (חיובי או שלילי). ג. כיוון תנועת הגוף. (במעלה או במורד השדה).	1. לאחר חישוב העבודה מומלץ לבדוק את סימן העבודה. מהגדרת העבודה, כאשר כוח פועל בכיוון התנועה עבודתו חיובית. כאשר הכוח פועל נגד כיוון התנועה עבודתו שלילית. 2. סימן העבודה לא תלוי בכיוון ציר התנועה הנבחר.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4598
15.4 - גוף 2 שמטענו 3nC נע בהשפעת כוח חיצוני במהירות קבועה מהנקודה A לנקודה B. חשב את עבודת הכוח החיצוני.		$W_{A \rightarrow B} = -6 \cdot 10^{-9} \text{ J}$		https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4599

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
המשך שאלה 15 באיור שלפניך מתואר לוח הטעון בצפיפות מטען שלילית. 	15.5 - גוף 1 שמטענו $3nC$ נע בהשפעת כוח חיצוני במהירות קבועה מהנקודה C לנקודה B. א- חשב את עבודת הכוח החיצוני. ב- חשב את עבודת הכוח החשמלי.	הגדרת העבודה במכניקה: $W = F \cdot \Delta X \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$	מכיוון שגוף 1 נע מפוטנציאל של $-6V$ לפוטנציאל של $-8V$ מביטוי עבודת הכוח החיצוני וגם מעבודת הכוח החשמלי העבודות שוות לאפס. מהגדרת העבודה, מכיוון שהכוח החשמלי והכוח החיצוני פועלים בניצב לתנועה הם לא עושים עבודה.	https://mymoodle.youcub.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4600
באיור מופיעות שלוש נקודות: A, B ו-C. המרחק בין הנקודה A לנקודה B הוא ארבעה מטרים. נתייחס בכל סעיפי שאלה זו לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי, שמאלה.	15.6 - כוח חיצוני מניע את גוף 1 שמטענו $3nC$, במהירות קבועה בקו ישר, מהנקודה C לנקודה A. א- חשב את עבודת הכוח החיצוני. ב- חשב את עבודת הכוח החשמלי.	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ הקשר בין עוצמת שדה אחיד להפרש פוטנציאליים בשדה: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta X}$	1. יש להכיר את הניסוח "גוף מועבר", הכוונה היא שמושקעת אנרגיה מינימלית רק כדי שהגוף ינוע מנקודה לנקודה, מבלי לשנות את האנרגיה קינטית של הגוף. לכן, כאשר גוף מועבר מנקודה לנקודה ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החיצוני. 2. הזווית שבין כיוון התנועה לכיוון הכוח החשמלי קטנה מ 90 מעלות, לכן מהגדרת העבודה במכניקה, עבודת הכוח החשמלי היא חיובית. לעומת זאת הזווית שבין כיוון התנועה לכיוון הכוח החיצוני היא גדולה מ 90 מעלות, לכן עבודת הכוח החיצוני היא שלילית. 	https://mymoodle.youcub.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4601

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
המשך שאלה 15 באיור שלפניך מתואר לוח הטעון בצפיפות מטען שלילית.  באיור מופיעות שלוש נקודות: A, B ו-C. המרחק בין הנקודה A לנקודה B הוא ארבעה מטרים. נתייחס בכל סעיפי שאלה זו לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי, שמאלה.	15.7 - גוף 1 שמטענו $3nC$ נע באופן לא ידוע בהשפעת כוח חיצוני מהנקודה C לנקודה A. א- חשב את עבודת הכוח החשמלי. ב- חשב את עבודת הכוח החיצוני.	הגדרת העבודה במכניקה: $W = F \cdot \Delta X \cdot \cos(\alpha)$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חיצוני: $W_{A \rightarrow B} = (V_B - V_A) \cdot q$ עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ הקשר בין עוצמת שדה אחיד להפרש פוטנציאליים בשדה: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta X}$	ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החיצוני רק כאשר ברור שהאנרגיה הקינטית לא משתנה, במקרה זה הגוף נע באופן לא ידוע, לכן לא ניתן לחשב את עבודת הכוח החיצוני. ניתן להשתמש בביטוי הכוח החשמלי גם במקרה זה.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4602

ה- השדה והפוטנציאל בסביבת כדור מוליך טעון.

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4603	1. מכיוון שהכדור עשוי מחומר מוליך, המטען העודף ימוקם על פני הכדור, בפיזור אחיד. 2. אם נמקם מטען בוחן בנקודה A (במרכז הכדור), שקול הכוחות שיפעלו על מטען הבוחן יהיה אפס. לכן, מהגדרת השדה החשמלי עוצמת השדה בנקודה A שווה לאפס.	$E_A = 0$	הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	16.1- חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה A.	16. נתון כדור מוליך הטעון במטען שלילי $Q = -5\mu C$ רדיוס הכדור הוא 8 ס"מ. נתונות ארבעת הנקודות הבאות: נקודה A נמצאת במרכז הכדור.
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4604	1. מעט מפתיע, אך שקול הכוחות הפועלים על מטען הבוחן שווה לאפס בכל נקודה בתוך הכדור הטעון. בכל נקודה בתוך כדור מוליך טעון עוצמת השדה היא אפס. 2. עוצמת השדה החשמלי בתוך כדור לא מוליך שונה מאפס, מכיוון שפיזור המטען בכדור הלא מוליך הוא לא אחיד.	$E_B = 0$	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	16.2- חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה B.	נקודה B נמצאת במרחק 4 ס"מ מנקודת מרכז הכדור. נקודה C נמצאת על פני הכדור. נתונה D נמצאת במרחק 15 ס"מ מנקודת מרכז הכדור.
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4605	1. הנקודה C נמצאת על פני הכדור יש להתייחס אליה כאל נקודה הנמצאת מחוץ לכדור. 2. לחישוב עוצמת השדה בכל נקודה מחוץ לכדור, יש להשתמש בביטוי לעוצמת שדה חשמלי בסביבת מטען נקודתי, ולהתייחס למטען הכדור כאל מטען נקודתי הממוקם במרכז הכדור.	$E_C = 7.03 \cdot 10^6 \frac{N}{C}$	ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$ הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e. וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$	16.3- חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה C.	הכדור וארבעת הנקודות מתוארים באיור הבא: 
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4606	קווי השדה החשמלי מחוץ לכדור הנוצרים מהכדור זהים לקווי השדה הנוצרים ממטען נקודתי המרוכז במרכז הכדור שמטענו זהה למטען הכדור.	$E_D = 2 \cdot 10^6 \frac{N}{C}$		16.4- חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה D.	

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
המשך שאלה 16 נתון כדור מוליך הטעון במטען שלילי שערך $Q = -5\mu C$.	16.5- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה D.	$V_D = -300 \cdot 10^3 V$	הפוטנציאל הנוצר בנקודה D שווה לפוטנציאל הנוצר ממטען נקודתי במרכז הכדור שמטענו כמטען הכדור. מכיוון שלמטען נקודתי יש סימטריה כדורית.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4607
רדיוס הכדור הוא 8 ס"מ. נתונות ארבעת הנקודות הבאות: נקודה A נמצאת במרכז הכדור. נקודה B נמצאת במרחק 4 ס"מ מנקודת מרכז הכדור. נקודה C נמצאת על פני הכדור. נתונה D נמצאת במרחק 15 ס"מ מנקודת מרכז הכדור. הכדור וארבעת הנקודות מתוארים באיור הבא:	16.6- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה C.	$V_C = -562.5 \cdot 10^3 V$	1. יש להתייחס לפוטנציאל בנקודה C כאל פוטנציאל בנקודה הנמצאת מחוץ לכדור. ולחשב את הפוטנציאל בדומה לחישוב בסעיף הקודם. 2. פני הכדור הוא משטח שווה פוטנציאל.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4608
16.7- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה B.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$ הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e. וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$	$V_B = -562.5 \cdot 10^3 V$	עוצמת השדה החשמלי בתוך הכדור הטעון שווה לאפס. (לא ניתן להתייחס לשדה בתוך הכדור כאל שדה הנוצר ממטען נקודתי הממוקם במרכזו). עבודת הכוח החיצוני הדרושה להנעת מטען בוחן מהאינסוף לפני הכדור זהה לעבודה הנדרשת כדי להביא את המטען מהאינסוף לכל נקודה בתוך הכדור. לכן מהגדרת הפוטנציאל, הפוטנציאל בנקודה B שווה לפוטנציאל בנקודה C.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4609
16.8- חשב את הפוטנציאל החשמלי בנקודה A.		$V_A = -562.5 \cdot 10^3 V$	1. הפוטנציאל על פני הכדור זהה לפוטנציאל בתוך הכדור, אך השדה על פני הכדור הטעון שונה מאפס והשדה בתוך הכדור שווה לאפס. 2. מכיוון שהמטען העודף מרוכז על פני הקליפה, מבחינת השדה והפוטנציאל אין הבדל בין כדור טעון לקליפה טעונה.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4610



השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
17- בעזרת מנגנון מכני מיוחד, מכווצים את הכדור באופן אחיד בכל הכיוונים, הרדיוס הסופי של הכדור הוא 4"מ.	17.1- חשב את ערך הפוטנציאל בנקודה B.	הגדרת הפוטנציאל החשמלי: $V_A = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q}$	1. למרות שמטען הכדור לא משתנה, כיווץ הכדור גורם להגדלת הפוטנציאל על פניו. 2. בהתאם לביטוי הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי, כיווץ הכדור לרדיוס קטן פי 2 מגדיל פי 2 את הפוטנציאל החשמלי על פני הכדור.	https://mymodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4611
17.2- חשב את גודל השדה החשמלי בנקודה B.	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	$E_B = 28.125 \cdot 10^6 \frac{N}{C}$	בהתאם לביטוי השדה בסביבת מטען נקודתי, כיווץ הכדור לרדיוס קטן פי 2 מגדיל פי 4 את עוצמת השדה החשמלי על פני הכדור.	https://mymodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4612
17.3- חשב את ערך הפוטנציאל בנקודה A.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	$V_A = V_B = -1.125 \cdot 10^6 V$	הפוטנציאל בכל נקודה בתוך הכדור הטעון הוא זהה ושווה לפוטנציאל על פני הכדור.	https://mymodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4613
17.4- חשב את גודל השדה החשמלי בנקודה A.	ביטוי לעוצמת השדה בסמוך למטען נקודתי: $E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$	$E_A = 0 \frac{N}{C}$	בתוך כל כדור מוליך טעון עוצמת השדה היא אפס.	https://mymodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4614
17.5- חשב את ערך הפוטנציאל בנקודה D.	הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e . וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$	$V_D = -300 \cdot 10^3 V$	כל עוד מטען הכדור לא משתנה, כיווץ הכדור לא משפיע על עוצמת השדה הנמצאת בכל נקודה מחוץ לכדורים.	https://mymodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4615
17.6- חשב את גודל השדה החשמלי בנקודה D.		$E_D = 2 \cdot 10^6 \frac{N}{C}$	כל עוד מטען הכדור לא משתנה, כיווץ הכדור לא משפיע על הפוטנציאל הנמצא בכל נקודה מחוץ לכדורים.	https://mymodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4616



ו- חיבור כדורים טעונים.

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4617	לשני הכדורים רדיוס זהה והם טעונים במטען זהה, לכן פוטנציאל הכדורים הוא זהה.	$V_1 = V_2 = -200V$	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19}C$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}C$	18.1 – חשב את הפוטנציאל על פניו של כל אחד משני הכדורים, לפני חיבור המוליך.	18. נתונים שני כדורים מוליכים בעלי רדיוסים זהים. נסמן את הכדור הימני ככדור מספר 1, ואת הכדור השמאלי ככדור מספר 2.
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4618	1. המוליך מחובר לכדורים בעלי פוטנציאל זהה. אין הפרש פוטנציאלים בין קצות המוליך. מהגדרת עבודת החשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ לא מבוצעת עבודה בהנעת מטען מכדור לכדור דרך המוליך. 2. מכיוון שאין הפרש פוטנציאלים בין קצות המוליך, עוצמת השדה החשמלי במוליך שווה לאפס. לא יפעל כוח על האלקטרונים במוליך. 3. מטען נע דרך המוליך המחובר לכדורים רק כאשר הפוטנציאלים של הכדורים הם שונים.	$Q = 0C$	הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e . וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$ חוק שימור מטען: מטען לא נולד ולא נכחד הוא רק עובר בין גוף לגוף.	18.2 – חשב את כמות המטען Q העוברת בין הכדורים, זמן רב לאחר חיבור המוליך בין הכדורים.	הכדורים טעונים במטענים שליליים זהים. נתונים המטען והרדיוס של הכדורים: $Q_1 = Q_2 = -4nC$ $R_1 = R_2 = 18cm$ מחברים מוליך בין הכדורים, כמראה באיור הבא:

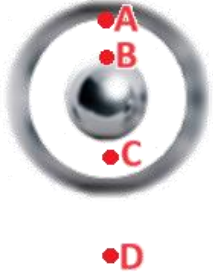


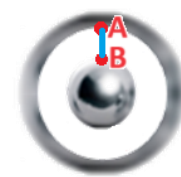
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
19. נתונים שני כדורים מוליכים בעלי רדיוסים שונים. נסמן את הכדור הגדול ככדור מספר 1 ואת הכדור הקטן ככדור מספר 2.  הכדורים טעונים במטענים שליליים זהים. נתונים מטעני הכדורים ורדיוסם: $Q_1 = Q_2 = -4nC$ $R_1 = 18cm$ $R_2 = 9cm$ מחברים מוליך בין הכדורים, כמראה באיור הבא: 	19.1 – חשב את הפוטנציאל על פניו של כל אחד משני הכדורים, לפני חיבור המוליך. 19.2 – נסמן את המטען בכל אחד משני הכדורים (זמן רב לאחר חיבור המוליך) בסימונים: Q_1' ו- Q_2' א. מה כיוון תנועת האלקטרונים במוליך לאחר חיבור המוליך. ב. חשב את המטען בכל אחד מהכדורים זמן רב לאחר חיבור המוליך. 19.3 – חשב את גודל המטען Q העובר בין הכדורים, זמן רב לאחר חיבור המוליך בין הכדורים.	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19}C$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}C$ הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e. וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$ חוק שימור מטען: מטען לא נולד ולא נכחד הוא רק עובר בין גוף לגוף. העקרונות הפיזיקליים	$V_1 = -200V$ $V_2 = -400V$ א. האלקטרונים ינועו ימינה. מכדור 2 לכדור 1. ב. $Q_1' = -5.33 \cdot 10^{-9}C$ $Q_2' = -2.66 \cdot 10^{-9}C$ $Q = 1.33 \cdot 10^{-9}C$	https://my.moodle.youcubecol/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4619 https://my.moodle.youcubecol/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4620 https://my.moodle.youcubecol/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4621

השאלה	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
המשך שאלה 19 19. נתונים שני כדורים מוליכים בעלי רדיוסים שונים. נסמן את הכדור הגדול ככדור מספר 1 ואת הכדור הקטן ככדור מספר 2.  הכדורים טעונים במטענים שליליים זהים. נתונים מטעני הכדורים ורדיוסם: $Q_1 = Q_2 = -4nC$ $R_1 = 18cm$ $R_2 = 9cm$ מחברים מוליך בין הכדורים, כמראה באיור הבא: 	19.4 – חשב את מספר האלקטרונים שעבר בין הכדורים, מרגע חיבור המוליך ועד זמן רב לאחר חיבור המוליך. 19.5 – חשב את הפוטנציאל בכל אחד משני הכדורים זמן רב לאחר חיבור המוליך.	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19}C$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}C$ הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e. וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$ חוק שימור מטען: מטען לא נולד ולא נכחד הוא רק עובר בין גוף לגוף.	בהתאם לכמות המטען שעברה בין הכדורים Q ומטען האלקטרון בעזרת הביטוי: $Q = q_e \cdot N$ ניתן לחשב את מספר האלקטרונים N שעברו בין הכדורים.
	$N = 8.31 \cdot 10^9$	$V_1' = -266.6V$ $V_2' = -266.6V$	כסום הפוטנציאלים בשני הכדורים לפני חיבור המוליך שונה מסכום הפוטנציאלים לאחר חיבור הכדורים. המטען נשמר אך הפוטנציאל לא נשמר.

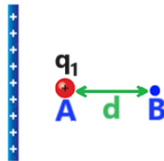
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
20. נתונים שני כדורים מוליכים בעלי רדיוסים שונים. נסמן את הכדור הגדול ככדור מספר 1 ואת הכדור הקטן ככדור מספר 2.  הכדורים טעונים במטענים שונים, הכדור הגדול טעון במטען חיובי והכדור הקטן טעון במטען שלילי. נתונים מטעני הכדורים ורדיוסים: $Q_1 = 4nC$ $Q_2 = -8nC$ $R_1 = 18cm$ $R_2 = 9cm$ מחברים מוליך בין הכדורים, כמורה באיור הבא: 	20.1 - נסמן את המטען בכל אחד משני הכדורים, (זמן המוליך) בסימונים: Q_1' ו- Q_2'. חשב את המטען בכל אחד מהכדורים זמן רב לאחר חיבור המוליך. 20.2 - חשב את גודל המטען Q העובר בין הכדורים, זמן רב לאחר חיבור המוליך בין הכדורים. 20.3 - מה כיוון תנועת האלקטרונים במוליך. 20.4 - חשב את מספר האלקטרונים שעברו בין הכדורים, מרגע חיבור המוליך ועד זמן רב לאחר חיבור המוליך.	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19}C$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}C$ הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e. וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$ חוק שימור מטען: מטען לא נולד ולא נכחד הוא רק עובר בין גוף לגוף.	לפני חיבור הכדורים הטעונים בכל כדור יכול להיות מטען כלשהו ובהתאם פוטנציאל כלשהו. זמן רב לאחר חיבור הכדורים, ממשוואת הפוטנציאלים מתקיים שיחס המטענים זהה ליחס הרדיוסים: $\frac{Q_2'}{Q_1'} = \frac{r_1}{r_2}$	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4624
		$Q = 6.66 \cdot 10^{-9}C$	1. כמות המטען העובר בין הכדורים לא תלוי רק ביחס רדיוסי הכדורים הוא תלוי גם בכמות המטען ההתחלתית הקיימת בכל כדור. 2. גודל המטען העובר בין הכדורים שווה לגודל שינוי המטען בכל אחד משני הכדורים.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4625
			כדור 1 היה טעון לפני חיבור הכדורים במטען חיובי. לאחר חיבור הכדורים כדור 1 טעון במטען שלילי. לכן הוא קיבל אלקטרונים. המטען בכדור 2 הוא פחות שלילי כתוצאה מחיבור המוליך לכן כדור 2 מסר אלקטרונים.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4626
		$N = 4.162 \cdot 10^{10}$	1. הביטוי המקשר בין כמות מטען למספר האלקטרונים: $Q = q_e \cdot N$ לא מופיע בדפי הנוסחאות. 2. ההיגיון של הביטוי דומה להיגיון בקניית מוצרים זהים, מכפלת מספר המוצרים בעלות מוצר בודד שווה לעלות הכוללת.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4627

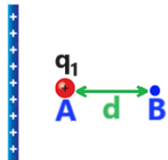
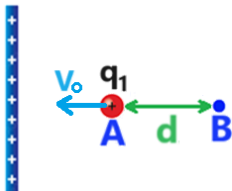
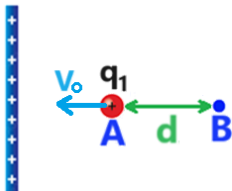
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
21. בהמשך לשאלה הקודמת, משנים את המטען בכדורים, לפני חיבור המוליך: $Q_1 = -2.66 \text{ nC}$ $Q_2 = -1.33 \text{ nC}$ ומחברים מוליך בין הכדורים, כמראה באיור הבא: 	21 – חשב את גודל המטען Q העובר בין הכדורים, זמן רב לאחר חיבור המוליך בין הכדורים.	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	1. פוטנציאל הכדורים זהה כאשר יחס המטענים זהה ליחס הרדיוסים, זה המצב במקרה זה לפני חיבור המוליך. מכיוון שפוטנציאל הכדורים זהה לפני חיבור לא יעבור מטען מכדור לכדור. 2. אם נכתוב את משוואת שימור המטען ואת משוואת השוואת הפוטנציאלים, ונפתור מערכת של שתי משוואות בשני נעלמים נראה שהמטען בכדורים לאחר חיבור המוליך זהה למטען שהיה בהם לפני חיבור המוליך. מטען לא ינוע בין הכדורים.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4628
22. נתונים שתי קליפות (כדורים חלולים) בעלי רדיוסים שונים. שתי הקליפות עשויות מחומרים מוליכים. נסמן את הקליפה הגדולה כקליפה מספר 1 ואת הקליפה הקטנה כקליפה מספר 2.  מחברים מוליך בין שתי הקליפות, וממתינים זמן רב. נתון מטען קליפה 1 לפני חיבור המוליך. זמן רב לאחר חיבור המוליך. $Q_1 = 24 \mu\text{C} \quad Q_1' = 14 \mu\text{C}$ נתונים רדיוסי הקליפות: $R_1 = 18 \text{ cm} \quad R_2 = 9 \text{ cm}$	22 – חשב את מטען כדור 2 לפני חיבור המוליך Q_2 וזמן רב לאחר חיבור המוליך Q_2'.	הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e. וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$ חוק שימור מטען: מטען לא נולד ולא נכחד הוא רק עובר בין גוף לגוף.	1. אין הבדל מבחינה פיזיקלית בין תנועת מטענים בין כדורים טעונים לתנועת מטענים בין קליפות טעונות. המטען העודף בכדור הטעון מרוכז על פני הכדור (בדומה לקליפה) 2. בשאלה הקלאסית בנושא חיבור כדורים טעונים. נתונים מטעני הכדורים לפני חיבור המוליך, יש למצוא את מטען הכדורים זמן רב לאחר חיבור המוליך. שאלה זו מעט שונה, נתון מטען כדור 1 לפני חיבור המוליך וזמן רב אחרי חיבור המוליך. יש למצוא את מטען כדור 2 לפני חיבור המוליך ואחרי חיבור המוליך. מהלך הפתרון דומה, יש לנו שתי משוואות, בכל משוואה יש ארבעה נעלמים: $Q_1 \quad Q_2 \quad Q_1' \quad Q_2'$ בשאלה נתונים שני נתונים ויש למצוא בעזרת המשוואות את שני הנתונים החסרים. 3. בשאלות העוסקות בחיבור כדורים טעונים, אנחנו עוסקים במוליך ארוך ודק. המוליך הוא דק כדי שהוא לא יהיה גוף נוסף. (הוא לא מקבל ולא מוסר לאלקטרונים) המוליך ארוך כך שהמרחק בין הכדורים הטעונים הוא גדול, הכדורים לא משפיעים על פיזור המטען בכדורים.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4629

קישור לפתרון	הערות חשובות	התשובה	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	23. שאלת רשות! נתונים שתי קליפות דקות ומוליכות בעלי רדיוסים שונים. נסמן את הקליפה הגדולה כקליפה מספר 1 ואת הקליפה הקטנה כקליפה מספר 2. רדיוסי הקליפות: $R_1 = 18\text{cm}$ $R_2 = 9\text{cm}$ נתונים מטעני הקליפות: $Q_1 = 14\mu\text{C}$ $Q_2 = 7\mu\text{C}$ מכניסים את הקליפה הקטנה לתוך הקליפה הגדולה. בסביבת הקליפות מתוארות ארבע נקודות D, C, B, A כמוראה באיור הבא:
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapter=4631	1. במקרה של קליפה בתוך קליפה, מעיקרון הסופרפוזיציה, הפוטנציאל בכל נקודה שווה לסכום הפוטנציאלים שיוצרות הקליפות בנקודה. 2. בחישוב הפוטנציאל בנקודה בסביבת קליפה טעונה (או כדור טעון) יש להבחין בין נקודה הנמצאת בתוך הקליפה לנקודה הנמצאת מחוץ לקליפה. הפוטנציאל בנקודה הנמצאת בתוך הקליפה שווה לפוטנציאל על פני הקליפה. הפוטנציאל בנקודה הנמצאת מחוץ לקליפה שווה לפוטנציאל הנוצר בנקודה ממטען נקודתי הממוקם במרכז הקליפה שמטענו כמטען הקליפה. לכן, לפני חישוב הפוטנציאל הנוצר מהקליפה בנקודה יש להבחין בין נקודה הנמצאת בתוך הקליפה לנקודה הנמצאת מחוץ לקליפה.	$V_A = 1.05 \cdot 10^6\text{V}$	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}\text{C}$	23.1- מרכזי שתי הקליפות ממוקמים בנקודה זרה. חשב את הפוטנציאל בנקודה A, הנמצאת במרחק 18 ס"מ מנקודת מרכז הקליפות.	
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapter=4632	שווה לפוטנציאל על פני הקליפה. הפוטנציאל בנקודה הנמצאת מחוץ לקליפה שווה לפוטנציאל הנוצר בנקודה ממטען נקודתי הממוקם במרכז הקליפה שמטענו כמטען הקליפה. לכן, לפני חישוב הפוטנציאל הנוצר מהקליפה בנקודה יש להבחין בין נקודה הנמצאת בתוך הקליפה לנקודה הנמצאת מחוץ לקליפה.	$V_B = 1.4 \cdot 10^6\text{V}$	הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e . וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$	23.2- חשב את הפוטנציאל בנקודה B, הנמצאת במרחק 9 ס"מ מנקודת מרכז הקליפות.	
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapter=4633	כך למשל הנקודה C נמצאת בתוך הקליפה הגדולה ומחוץ לקליפה הקטנה. והנקודה D נמצאת מחוץ לשתי הקליפות.	$V_C = 1.18 \cdot 10^6\text{V}$	חוק שימור מטען: מטען לא נולד ולא נכחד הוא רק עובר בין גוף לגוף.	23.3- חשב את הפוטנציאל בנקודה C, הנמצאת במרחק 13 ס"מ מנקודת מרכז הקליפות.	
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapter=4634		$V_D = 756 \cdot 10^3\text{V}$		23.4- חשב את הפוטנציאל בנקודה D, הנמצאת במרחק 25 ס"מ מנקודת מרכז הקליפות.	

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
24. חשב את המטען בכל אחד משתי הקליפות, זמן רב לאחר חיבור המוליך.  נסמן את המטענים בקליפות זמן רב לאחר חיבור המוליך $Q_1' \quad Q_2'$	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ ערכי המטענים האלמנטריים: $q_p = +1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ הקשר בין כמות האלקטרונים N. מטען האלקטרון q_e. וסך כל המטען Q הוא: $Q = N \cdot q_e$ חוק שימור מטען: מטען לא נולד ולא נכחד הוא רק עובר בין גוף לגוף.	$Q_1' = 21 \mu\text{C}$ $Q_2' = 0 \text{ C}$	1. גם במקרה של קליפה בתוך קליפה, זמן רב לאחר חיבור הקליפות הפוטנציאלים של הקליפות משתווים וסכום מטעני הקליפות לא משתנה. 2. מכיוון שהפוטנציאל בכל נקודה בתוך קליפה טעונה כלשהי שווה לפוטנציאל על פני הקליפה. במקרה זה, לאחר חיבור המוליך, הפוטנציאל בנקודות A ו B יכול להיות זהה רק כאשר מטען הקליפה הקטנה הוא אפס. לכן כתוצאה מחיבור המוליך כל המטען בקליפה הפנימית יעבור לקליפה החיצונית. 3. לאחר חיבור המוליך ניתן לראות את שתי הקליפות כגוף אחד טעון. בכל נקודה בתוך הכדור (בחלל הריק או בקליפה הקטנה) הפוטנציאל זהה ושווה לפוטנציאל על פני הקליפה.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4630

ז- שימור אנרגיה מכאנית.

קישור לפתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4715	$a = 0.333 \frac{m}{s^2}$ 1. סימן התאוצה נקבע רק בהתאם לכיוון הכוח ביחס לכיוון הציר הנבחר. כל עוד הכוח פועל בכיוון ציר התנועה הנבחר התאוצה היא חיובית, גם אם סימן המטען הנע הוא שלילי וגם אם הלוח טעון במטען שלילי. 2. בתנועת מטען בשדה אחיד לא ניתן להשתמש בחוק קולון לחישוב הכוח, ניתן לחשב את הכוח רק בעזרת הגדרת השדה.	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: במקרה בו רק כוח חשמלי מבצע עבודה האנרגיה המכנית נשמרת, ומתקיים: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	25.1- בתנועת גוף 1 מנקודה A לנקודה B, הגוף נע בתאוצה קבועה. חשב את תאוצת הגוף.	25. נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען חיובית. עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון. בסמוך ללוח קיימות שתי נקודות A ו-B. גוף 1 הטעון במטען חיובי q_1 מוחזק במנוחה בנקודה A, כמוראה באיור הבא:  הגוף משוחרר ממנוחה מהנקודה A ונע בהשפעת הכוח החשמלי בלבד. בתנועתו חולף הגוף בנקודה B. נתייחס לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי, ימינה.
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4716	$V_B = 2 \frac{m}{s}$ 1. מכיוון שהגוף נע בתאוצה קבועה ניתן לחשב בעזרת עקרונות המכניקה את מהירות הגוף בנקודה B במדויק. 2. כדי להבחין בין פוטנציאל למהירות. נסמן מהירות ב- V ופוטנציאל ב- V.		25.2- חשב בעזרת עקרונות הקינמטיקה את מהירותו של הגוף כאשר הוא חולף בנקודה B.	הגוף משוחרר ממנוחה מהנקודה A ונע בהשפעת הכוח החשמלי בלבד. בתנועתו חולף הגוף בנקודה B. נתייחס לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי, ימינה.
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4717	$V_B = 16V$ יחידות השדה הן גם וולט למטר. עוצמת השדה 2 וולט למטר, המשמעות היא שלאורך מטר במורד השדה, הפוטנציאל קטן ב 2 וולט. במקרה זה לאורך שישה מטרים הפוטנציאל קטן ב 12 וולט. ניתן להגיע לאותה המסקנה משימוש בביטוי השדה האחיד: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta X}$		25.3- נתון שהפוטנציאל הנוצר מהלוח הטעון בנקודה A הוא 28 וולט. חשב את הפוטנציאל הנוצר מהלוח הטעון בנקודה B.	נתון מטען גוף 1 q_1, המרחק בין הנקודות d ומסת הגוף m_1: $q_1 = 5mc$ $d = 6m$ $m_1 = 0.03kg$

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפתרון
25. נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען חיובית. עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון. בסמוך ללוח קיימות שתי נקודות A ו-B. גוף 1 הטעון במטען חיובי q_1 מוחזק במנוחה בנקודה A, כמוראה באיור הבא:  הגוף משוחרר ממנוחה מהנקודה A ונע בהשפעת הכוח החשמלי בלבד. בתנועתו חולף הגוף בנקודה B. נתייחס לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי, ימינה. נתון מטען גוף 1 q_1, המרחק בין הנקודות d ומסת הגוף m_1: $q_1 = 5mc$ $d = 6m$ $m_1 = 0.03kg$	25.4- חשב בעזרת שימור האנרגיה המכאנית, את מהירותו של הגוף כאשר הוא חולף בנקודה B. 25.5- במקרה אחר, הגוף נזרק מנקודה A שמאלה, במהירות גודלה 2 מטר לשנייה.  הגוף לא פוגע בלוח, הוא נעצר סמוך ללוח וחוזר ימינה. חשב את המרחק בין נקודה A לנקודת העצירה.	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: במקרה בו רק כוח חשמלי מבצע עבודה האנרגיה המכנית נשמרת, ומתקיים: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4718 $V_B = 2 \frac{m}{s}$ 1. בעזרת שימור אנרגיה אנחנו מקשרים בין המהירות לפוטנציאל. (כשם שבמכניקה, בעזרת שימור אנרגיה, אנחנו מקשרים בין המהירות לגובה). 2. לפני שימוש במשוואת שימור האנרגיה יש לציין שרק הכוח החשמלי עושה עבודה לכן האנרגיה המכנית נשמרת.
הגוף משוחרר ממנוחה מהנקודה A ונע בהשפעת הכוח החשמלי בלבד. בתנועתו חולף הגוף בנקודה B. נתייחס לציר שכיוונו ככיוון השדה החשמלי, ימינה. נתון מטען גוף 1 q_1, המרחק בין הנקודות d ומסת הגוף m_1: $q_1 = 5mc$ $d = 6m$ $m_1 = 0.03kg$	25.4- חשב בעזרת שימור האנרגיה המכאנית, את מהירותו של הגוף כאשר הוא חולף בנקודה B. 25.5- במקרה אחר, הגוף נזרק מנקודה A שמאלה, במהירות גודלה 2 מטר לשנייה.  הגוף לא פוגע בלוח, הוא נעצר סמוך ללוח וחוזר ימינה. חשב את המרחק בין נקודה A לנקודת העצירה.	עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: במקרה בו רק כוח חשמלי מבצע עבודה האנרגיה המכנית נשמרת, ומתקיים: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4720 $d' = 6m$ 1. נקודת העצירה והמרחק המבוקש לא מופיעים באיור. לפני כתיבת הפתרון, חשוב להגדיר את נקודת העצירה ואת המרחק המבוקש ולערוך תרשים חדש בהתאם, ורק לאחר מכן לפתור את השאלה. 2. הגוף נע בתאוצה קבועה. לכן, ניתן למצוא את המרחק המבוקש בעזרת עקרונות המכניקה. 3. בסעיף זה ובסעיף הקודם רק הכוח החשמלי מבצע עבודה. בסעיף קודם הכוח החשמלי פועל בכיוון התנועה הוא מבצע עבודה חיובית, גורם להגדלת האנרגיה הקינטית. בסעיף זה הכוח החשמלי פועל בכיוון נגדי לכיוון התנועה הוא מבצע עבודה שלילית, גורם להקטנת האנרגיה הקינטית. בסעיף זה ובסעיף הקודם העבודות זהות בגודלן ושונות בסימונן. השינוי באנרגיה הקינטית במקרה זה הינו מינוס השינוי באנרגיה הקינטית בסעיף הקודם.

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה והערות חשובות	קישור לפתרון
26. נתון כדור הטעון במטען חיובי Q, המקובע במקומו. בסמוך לכדור קיימות שתי נקודות A ו-B. גוף 1 הטעון במטען חיובי q_1 מוחזק במנוחה בנקודה A, כמראה באיור הבא:  הגוף משוחרר ממנוחה ונע בהשפעת הכוח החשמלי בלבד. בתנועתו חולף הגוף בנקודה B. נתונים ערכי המטענים, מרחקי הנקודות ממרכז הכדור הטעון ומסת הגוף הנקודתי: $Q = 50\mu\text{C}$ $q_1 = 3\text{nC}$ $r_A = 1\text{m}$ $r_B = 3\text{m}$ $m_1 = 0.03\text{kg}$ המשך שאלה 26	26.1- הגוף נע בתאוצה הולכת וקטנה. כתוב ביטוי לתאוצת הגוף, כתלות במרחק הגוף r ממרכז הכדור הטעון. 26.2- חשב את תאוצת הגוף כאשר הוא נמצא בנקודה A וכאשר הוא נמצא בנקודה B. 26.3- בתנועת הגוף מנקודה A לנקודה B, תאוצת הגוף הולכת וקטנה. חשב את הערך של ממוצע התאוצות. הנחיה: יש לחשב את הממוצע החשבוני הפשוט בין תאוצת הגוף בנקודה A לתאוצת הגוף בנקודה B.	חוק קולון: $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ שימור אנרגיה מכאנית: במקרה בו רק כוח חשמלי מבצע עבודה האנרגיה המכנית נשמרת, ומתקיים: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4705 $a = \frac{K \cdot Q \cdot q}{r^2 \cdot m_1}$ הביטוי מתאר את תאוצת הגוף בכל נקודה בה נמצא הגוף, בהתאם למרחק הנקודה מנקודת מרכז הכדור. https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4706 $a_B = 0.005 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad a_A = 0.045 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ מביטוי התאוצה בסעיף הקודם, ניתן לראות שתאוצת הגוף תלויה ביחס הפוך בריבוע המרחק. הנקודה B רחוקה מנקודת מרכז הכדור פי 3 יחסית למרחק הנקודה A. התאוצה בנקודה B קטנה פי 9 מהתאוצה בנקודה A. https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4707 $\bar{a} = 0.025 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ רק כאשר גודל פיזיקלי משתנה בקצב קבוע, הממוצע החשבוני הפשוט של הערך ההתחלתי והערך הסופי שווה בדיוק לממוצע הגודל הפיזיקלי. במקרה זה תאוצת הגוף לא משתנה בקצב קבוע. לכן, ערך התאוצה הממוצע המדויק שונה מעט מ-0.025 מטר לשנייה בריבוע.

קישור לפתרון	תשובה והערות חשובות	העקרונות הפיזיקליים	השאלה	נתון כדור הטעון במטען חיובי Q, המקובע במקומו. בסמוך לכדור קיימות שתי נקודות A ו-B. גוף 1 הטעון במטען חיובי q_1 מוחזק במנוחה בנקודה A, כמראה באיור הבא:  הגוף משוחרר ממנוחה ונע בהשפעת הכוח החשמלי בלבד. בתנועתו חולף הגוף בנקודה B. נתונים ערכי המטענים, מרחקי הנקודות ממרכז הכדור הטעון ומסת הגוף הנקודתי: $Q = 50\mu\text{C}$ $q_1 = 3\text{nC}$ $r_A = 1\text{m}$ $r_B = 3\text{m}$ $m_1 = 0.03\text{kg}$
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4709	$V_B = 150,000\text{V} \quad V_A = 450,000\text{V}$ ערכי הפוטנציאלים גדולים (גם כאשר מטען הכדור Q הוא יחסית קטן) בגלל ערכו הגדול של הקבוע K.	חוק קולון: $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ שימור אנרגיה מכאנית: במקרה בו רק כוח חשמלי מבצע עבודה האנרגיה המכנית נשמרת, ומתקיים: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	26.5- חשב את הפוטנציאלים הנוצרים מהכדור הטעון בנקודות A ו-B.	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4710	$V_B = 0.24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ 1. האנרגיה המכאנית נשמרת מכיוון שרק הכוח החשמלי מבצע עבודה. 2. ערך המהירות המחושב משימור האנרגיה הוא מדויק. 3. במשוות שימור האנרגיה מופיעה המהירות והפוטנציאל. לכן חשוב לסמן אותם בסימון שונה. בתרגול זה המהירות מסומנת ב-V והפוטנציאל מסומן ב-V.	26.6- חשב את מהירות הגוף בנקודה B בעזרת שימור האנרגיה המכאנית.		

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
27. נתון כדור הטעון במטען חיובי Q, המקובע במקומו. בסמוך לכדור קיימות שתי נקודות A ו-B. גוף 2 הטעון במטען שלילי q_2 מוחזק במנוחה בנקודה B, כמראה באיור הבא:  הגוף משוחרר ממנוחה ונע בהשפעת הכוח החשמלי בלבד. בתנועתו חולף הגוף בנקודה A. נתונים ערכי המטענים, מרחקי הנקודות ממרכז הכדור הטעון ומסת הגוף הנקודתי:	27.1- חשב את האנרגיה הפוטנציאלית של גוף 2 כאשר הוא נמצא בנקודה A וכאשר הגוף נמצא בנקודה B.	חוק קולון: $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: במקרה בו רק כוח חשמלי מבצע עבודה האנרגיה המכנית נשמרת, ומתקיים: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	1. יש להבחין בין פוטנציאל לאנרגיה פוטנציאלית. הפוטנציאל הוא תכונה של נקודה במרחב, האנרגיה הפוטנציאלית היא תכונה של הגוף. הפוטנציאל בנקודה לא תלוי במטען הממוקם בנקודה. לעומת זאת, האנרגיה הפוטנציאלית תלויה במטען הממוקם בנקודה. 2. האנרגיה הפוטנציאלית היא של שני הגופים הטעונים. אנרגיה פוטנציאלית חיובית מתארת את יכולת הכוח החשמלי לבצע עבודה בהרחקת המטענים עד לאינסוף. כאשר האנרגיה הפוטנציאלית היא שלילית הכוח החשמלי פועל לקרב בין המטענים.	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4711
27.2- עבודת כוח משמר שווה למינוס השינוי באנרגיה הפוטנציאלית, השתמש בעובדה זו ובמשפט העבודה אנרגיה וחשב את מהירותו של גוף 2 כאשר הוא חולף בנקודה A.	27.2- עבודת כוח משמר שווה למינוס השינוי באנרגיה הפוטנציאלית, השתמש בעובדה זו ובמשפט העבודה אנרגיה וחשב את מהירותו של גוף 2 כאשר הוא חולף בנקודה A.	$V_A = 0.24 \frac{m}{s}$	עבודת הכוח החשמלי שווה למינוס השינוי באנרגיה הפוטנציאלית חשמלית: $W = -\Delta U$ ביטוי זה שקול לביטוי עבודת הכוח החשמלי: $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4712

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון
המשך שאלה 27 נתון כדור הטעון במטען חיובי Q, המקובע במקומו. בסמוך לכדור קיימות שתי נקודות A ו-B.	27.3- חשב בעזרת משוואת שימור האנרגיה את מהירותו של גוף 2 כאשר הוא חולף בנקודה A.	חוק קולון: $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$	בכתיבת הפתרון, לפני כתיבת משוואת שימור האנרגיה, יש לנמק מדוע האנרגיה נשמרת. הנימוק: רק הכוח החשמלי עושה עבודה לכן האנרגיה המכנית נשמרת.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4713
27.4- במקרה אחר גוף 2 נזרק מנקודה B בכיוון לא ידוע, במהירות שגודלה 0.4 מטר לשנייה, בתנועתו חולף הגוף בנקודה A. חשב את מהירותו של גוף 2 כאשר הוא חולף בנקודה A.	אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: במקרה בו רק כוח חשמלי מבצע עבודה האנרגיה המכנית נשמרת, ומתקיים: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	$V_A = 0.47 \frac{m}{s}$	1. אין צורך במקרה זה לדעת מה הוא כיוון הזריקה כדי לחשב את גודל המהירות בנקודה A. משוואת שימור האנרגיה לא מתייחסת לכיוון תנועת הגוף רק לגודל המהירות.	https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4714

גוף 2 הטעון במטען שלילי q_2 מוחזק במנוחה בנקודה B, כמראה באיור הבא:



הגוף משוחרר ממנוחה ונע בהשפעת הכוח החשמלי בלבד. בתנועתו חולף הגוף בנקודה A.

נתונים ערכי המטענים, מרחקי הנקודות ממרכז הכדור הטעון ומסת הגוף הנקודתי:

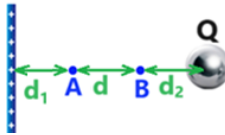
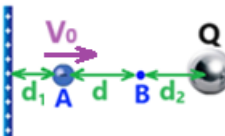
$$Q = 50 \mu c$$

$$q_2 = -3 nc$$

$$r_A = 1 m$$

$$r_B = 3 m$$

$$m_2 = 0.03 kg$$

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה והערות חשובות	קישור לפתרון
28. נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען חיובית. עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון. בסמוך ללוח קיימות שתי נקודות A ו-B. נסמן ב-d את המרחק בין הנקודות. וב-d₁ את המרחק בין נקודה A ללוח הטעון. נתונים הפוטנציאלים הנוצרים מהלוח הטעון בנקודות A ו-B, ביחס לאינסוף: $V_A = 30V \quad V_B = 22V$ ממקמים מימין לנקודה B כדור נקודתי הטעון במטען שלילי Q. שמטענו Q. נסמן את המרחק בין הכדור הטעון לנקודה B ב-d₂. גוף נקודתי הטעון במטען שלילי q נזרק מהנקודה A. נתון: $q = -7mc$ $d_1 = 0.7m$ $d_2 = 0.5m$ $d = 2m$ $m = 0.03kg$ $Q = -5nC$	28.1- חשב את הפוטנציאל הנוצר בכל אחת משתי הנקודות A ו-B משני הגופים הטעונים. 	חוק קולון: $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	https://mymoodle.youcub.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4719
28.2- ממקמים בנקודה A את הגוף הנקודתי הטעון במטען שלילי, הגוף נזרק ימינה במהירות V₀, כמראה באיור הבא:  הגוף נע מנקודה A לנקודה B ונעצר רגעית בנקודה B. התייחס לציר תנועה שכיוונו ימינה. וחשב את גודל מהירות זריקת הגוף V₀.	ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	1. בכל מקרה שבו בסביבת הנקודה יש מספר מטענים כדי לחשב את פוטנציאל הנקודה יש לסכום את הפוטנציאלים הנוצרים מכל הגופים בנקודה. 2. הפוטנציאל הנוצר בנקודות A ו-B הוא ביחס לאינסוף גם מבחינת הלוח וגם מבחינת הכדור, לכן ניתן לחבר בין הפוטנציאלים. אם הפוטנציאל בסביבת הכדור לא היה ביחס לאינסוף לא ניתן היה לחבר בין הפוטנציאלים.	https://mymoodle.youcub.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4721

המשך שאלה 28

נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען חיובית. עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון.

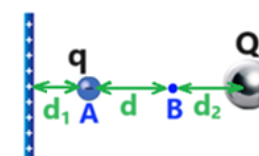
בסמוך ללוח קיימות שתי נקודות A ו-B. נסמן ב-d את המרחק בין הנקודות. וב-d₁ את המרחק בין נקודה A ללוח הטעון.

נתונים הפוטנציאלים הנוצרים מהלוח הטעון בנקודות A ו-B, ביחס לאינסוף:

$$V_A = 30V$$

$$V_B = 22V$$

ממקמים מימין לנקודה B כדור נקודתי הטעון במטען שלילי שמטענו Q.

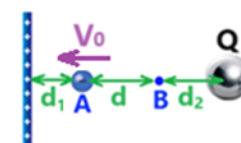


נסמן את המרחק בין הכדור הטעון לנקודה B ב-d₂.

גוף נקודתי הטעון במטען שלילי q נזרק מהנקודה A. נתון:

$$\begin{aligned} q &= -7mc \\ d_1 &= 0.7m \\ d_2 &= 0.5m \\ d &= 2m \\ m &= 0.03kg \\ Q &= -5nC \end{aligned}$$

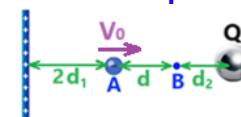
28.3- במקרה אחר, הגוף הטעון במטען שלילי, שוב נזרק מהנקודה A במהירות V₀ (המחושבת בסעיף הקודם), הפעם הגוף נזרק שמאלה, כפי שניתן לראות באיור הבא:



היכן במקרה זה ייעצר הגוף.

הנח שהמרחק בין הנקודה A ללוח הוא מספיק גדול כך שהגוף לא פוגע בלוח.

28.4- מגדילים את המרחק בין הלוח למטען (d₁) פי 2. מבלי לשנות את המרחקים האחרים



זורקים שוב את הגוף הטעון מהנקודה A ימינה, באותה המהירות V₀ האם במקרה זה הגוף ייעצר בנקודה B? הסבר.

חוק קולון:

$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון:

$$E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$$

ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי:

$$V = \frac{K \cdot q}{r}$$

אנרגיה פוטנציאלית חשמלית:

$$U_E = V \cdot q$$

ביטוי לעבודת כוח חשמלי:

$$\begin{aligned} W &= -\Delta U_E \\ W_{A \rightarrow B} &= (V_A - V_B) \cdot q \end{aligned}$$

שימור אנרגיה מכאנית:

$$\begin{aligned} E_A &= E_B \\ E_{K_A} + U_A &= E_{K_B} + U_B \end{aligned}$$

הגוף ייעצר בנקודה B

1. כפי שראינו במכניקה, במסילה אנכית, כאשר האנרגיה המכנית נשמרת, בכל נקודה יש לגוף מהירות המתאימה לגובה בו נמצא הגוף.

באופן דומה, בתנועת מטען חשמלי, כאשר האנרגיה המכנית נשמרת, בכל נקודה יש לגוף מהירות המתאימה לפוטנציאל בו נמצא הגוף.

לכן, אם הגוף נזרק ימינה והוא נעצר בנקודה B, גם כאשר הוא יזרק שמאלה הוא ייעצר באותה הנקודה, (באותו הפוטנציאל).

2. ניתן לענות על סעיף זה באופן מילולי. כתרגול חשוב לכתוב פתרון מלא עם משוואות שימור אנרגיה.

הגוף ייעצר בנקודה B.

1. הלוח הטעון יוצר שדה חשמלי אחיד. מביטוי השדה האחיד:

$$E = -\frac{\Delta V}{\Delta X}$$

כל עוד השדה לא משתנה והמרחק בין הנקודות לא משתנה, הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות לא ישתנה, לכן למרות השינוי במיקום הלוח, המטען ייעצר בנקודה B.

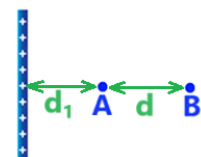
2. שינוי מיקום הלוח לא משנה את תנועת הגוף הטעון, לכן הוא ייעצר בנקודה B.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4722>

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4758>

המשך שאלה 28

נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען חיובית.
עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון.

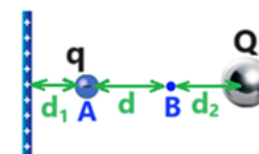


בסמוך ללוח קיימות שתי נקודות A ו-B.
נסמן ב-d את המרחק בין הנקודות. וב-
 d_1 את המרחק בין נקודה A ללוח
הטעון.

נתונים הפוטנציאלים הנוצרים מהלוח הטעון בנקודות A ו-B:

$$V_A = 30V$$

$$V_B = 22V$$



ממקמים מימין לנקודה B כדור
נקודתי הטעון במטען שלילי
שמטענו Q.

נסמן את המרחק בין הכדור הטעון
לנקודה B ב- d_2 .

גוף נקודתי הטעון במטען שלילי q נזרק מהנקודה A.

נתון:

$$q = -7mc$$

$$d_1 = 0.7m$$

$$d_2 = 0.5m$$

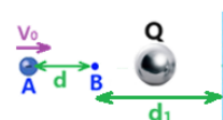
$$d = 2m$$

$$m = 0.03kg$$

$$Q = -5nC$$

השאלה

28.5- ממקמים את
הלוח הטעון מימין
לכדור הטעון במרחק
 d_1 מהנקודה B
כמוראה באיור הבא:



*התרשים הוא לא בקנה מידה
נכון.

זורקים שוב את הגוף
הטעון מנקודה A

במהירות V_0 האם
הגוף ייעצר בנקודה B?

העקרונות הפיזיקליים

חוק קולון:

$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

עוצמת השדה
החשמלי בסביבת
לוח טעון:

$$E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$$

ביטוי לפוטנציאל
בסביבת מטען
נקודתי:

$$V = \frac{K \cdot q}{r}$$

אנרגיה פוטנציאלית
חשמלית:

$$U_E = V \cdot q$$

ביטוי לעבודת כוח
חשמלי:

$$W = -\Delta U_E$$

$$W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$$

שימור אנרגיה
מכאנית:

$$E_A = E_B$$

$$E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$$

התשובה והערות חשובות

הגוף לא ייעצר
בנקודה B.

בניגוד להזזת הלוח בסעיף הקודם שינוי מיקום
הלוח במקרה זה גורם לשינוי כיוון השדה.

מעקרונות החשמל - במורד השדה הפוטנציאל
קטן, לכן הפוטנציאל הנוצר מהלוח בנקודה A
קטן מהפוטנציאל הנוצר מהלוח בנקודה B.

הפוטנציאל הנוצר בנקודות שווה לסכום
הפוטנציאלים הנוצרים בכל נקודה מהלוח
ומהכדור.

מכיוון שהפוטנציאלים משתנים, המטען לא
ייעצר בנקודה B.

מעקרונות המכניקה - בעקבות שינוי מיקום הלוח
במקרה זה, השדה החשמלי יהפוך את כיוונו.
ובהתאם גם הכוח החשמלי הפועל על הגוף
הטעון יהפוך את כיוונו ויפעל ימינה. בהתאם
הכוח השקול משתנה, התאוצה משתנה, והגוף
לא יעצור בנקודה B.

קישור לפתרון

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4759>

המשך שאלה 28

נתון לוח אין סופי הטעון בצפיפות מטען חיובית.
עוצמת השדה האחיד הנוצר מהלוח הטעון היא 2 ניוטון לקולון.

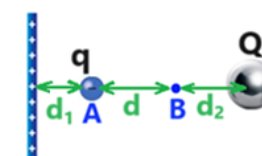
בסמוך ללוח קיימות שתי נקודות A ו-B.
נסמן ב-d את המרחק בין הנקודות. וב-
 d_1 את המרחק בין נקודה A ללוח הטעון.

נתונים הפוטנציאלים הנוצרים מהלוח הטעון בנקודות A ו-B:

$$V_A = 30V$$

$$V_B = 22V$$

ממקמים מימין לנקודה B כדור נקודתי הטעון במטען שלילי שמטענו Q.



נסמן את המרחק בין הכדור הטעון לנקודה B ב-d₂.

גוף נקודתי הטעון במטען שלילי q נזרק מהנקודה A.
נתון:

$$q = -7mc$$

$$d_1 = 0.7m$$

$$d_2 = 0.5m$$

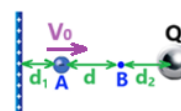
$$d = 2m$$

$$m = 0.03kg$$

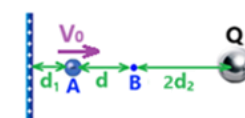
$$Q = -5nC$$

השאלה

28.6- מחזירים את המערכת למצב ההתחלתי:



ומגדילים את המרחק d_2 פי 2. כמראה באיור הבא:



במצב החדש, זורקים את הגוף הטעון במהירות V_0 מהנקודה A. האם הגוף ייעצר בנקודה B?

העקרונות הפיזיקליים

חוק קולון:

$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון:

$$E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$$

ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי:

$$V = \frac{K \cdot q}{r}$$

אנרגיה פוטנציאלית חשמלית:

$$U_E = V \cdot q$$

ביטוי לעבודת כוח חשמלי:

$$W = -\Delta U_E$$

$$W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$$

שימור אנרגיה מכאנית:

$$E_A = E_B$$

$$E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$$

התשובה והערות חשובות

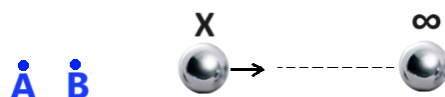
הגוף לא ייעצר בנקודה B.

1. בשונה מלוח טעון, גם כאשר הכדור הטעון מוזז, באותו הצד של הנקודות, הפרש הפוטנציאלים בין הנקודה B לנקודה A משתנה. (הוכחה מתמטית נמצאת בקישור לפתרון המלא)

מכיוון שהפרש הפוטנציאלים משתנה אם הגוף ייזרק במהירות V_0 מהנקודה A, הגוף לא ייעצר בנקודה B.

2. מכיוון שחוקי הפיזיקה פועלים באופן עקרוני, לפעמים יותר קל להגיע למסקנה הנכונה כאשר בוחנים את המקרה בצורה קיצונית.

אם נזיז את הכדור הטעון מנקודה מסוימת X לאינסוף

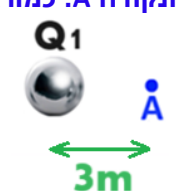


הפוטנציאל בנקודות A ו-B ישאף לאפס, הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות יהיה אפסי. לכן, עקרונית גם כאשר הכדור מוזז במרחק קטן יש שינוי בהפרש הפוטנציאלים בנקודות (בניגוד ללוח טעון).

3. סעיף זה הוא מעט מאתגר גם מבחינת ההבנה וגם מבחינת הפעולות האלגבריות. מאוד חשוב להתחבר להיגיון של התשובה לאחר ביצוע הפעולות האלגבריות.

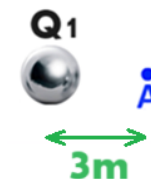
קישור לפתרון

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4760>

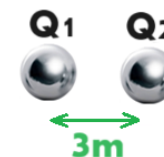
השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה והערות חשובות	קישור לפתרון
29. נתון מטען Q_1 המקובע במקומו, במרחק 3 מטרים ממרכז הכדור נמצאת הנקודה A. כמראה באיור הבא:  מטען אחר Q_2 מובא על ידי כוח חיצוני מהאינסוף לנקודה A, כמראה באיור הבא:  נתונים הרדיוסים של הכדורים, מטענם ומסתם: $Q_1 = 20\mu\text{C}$ $Q_2 = 10\mu\text{C}$ $m_1 = 0.2\text{kg}$ $m_2 = 0.8\text{kg}$ נתייחס לציר תנועה שכיוונו ימינה.	29.1- חשב את הפוטנציאל הנוצר על ידי המטען Q_1 בנקודה A. 29.2- חשב את עבודת הכוח החיצוני הדרוש להבאת המטען Q_2 מהאינסוף לנקודה A. 29.3- חשב את האנרגיה הפוטנציאלית של המטען Q_2 כאשר הוא נמצא בנקודה A. 29.4- מפסיקים את פעולת הכוח החיצוני ומשחררים את המטען Q_2 ממנוחה חשב את מהירותו כאשר הוא מגיע לאינסוף.	חוק קולון: $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=47 61 https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=47 62 https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=47 63 https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/ book/view.php?id=2462&chapterid=47 64
		$V_A = 60,000\text{V}$ הפוטנציאל הוא יחסי, ערך הפוטנציאל המתקבל מביטוי הפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי הוא ביחס לפוטנציאל אפס באינסוף.	
		$W_{\infty \rightarrow A} = 0.6\text{J}$ ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החיצוני רק בתנועת מטען שבה האנרגיה הקינטית לא משתנה. במקרה זה מטען Q_2 רק מובא מהאינסוף לנקודה A, האנרגיה הקינטית של Q_2 לא משתנה. לכן, ניתן להשתמש בביטוי עבודת הכוח החיצוני.	
		$U_A = 0.6\text{J}$ 1. בחישוב האנרגיה הפוטנציאלית יש להכפיל את הפוטנציאל הנוצר ממטען Q_1 בנקודה A, בערכו של המטען Q_2. 2. האנרגיה הפוטנציאלית האגורה במערכת שווה לעבודת הכוח החיצוני.	
		$V_{\infty} = 1.224 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ מכיוון שרק הכוח החשמלי עושה עבודה, האנרגיה המכנית נשמרת. ניתן לחשב את מהירות המטען באינסוף ממשוואת שימור האנרגיה.	

המשך שאלה 29

נתון מטען Q_1 המקובע במקומו, במרחק 3 מטרים ממרכז הכדור נמצאת הנקודה A. כמוראה באיור הבא:



מטען אחר Q_2 מובא על ידי כוח חיצוני מהאינסוף לנקודה A, כמוראה באיור הבא:



נתונים הרדיוסים של הכדורים, מטענם ומסתם:

$$\begin{aligned} Q_1 &= 20\mu\text{C} \\ Q_2 &= 10\mu\text{C} \\ m_1 &= 0.2\text{kg} \\ m_2 &= 0.8\text{kg} \end{aligned}$$

נתייחס לציר תנועה שכיוונו ימינה.

29.5- חשב את עבודת הכוח החשמלי בהנעת המטען Q_2 מהנקודה A לאינסוף.

29.6- במקרה אחר, המטען Q_2 נזרק מהנקודה A ימינה. גודל מהירות הזריקה 3 מטר לשנייה. חשב את מהירותו כאשר הוא מגיע לאינסוף.

29.7- חשב את עבודת הכוח החשמלי בהנעת המטען Q_2 מהנקודה A לאינסוף. כאשר המטען Q_2 נזרק מהנקודה A במהירות 30 מטר לשנייה.

העקרונות הפיזיקליים

חוק קולון:

$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון:

$$E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$$

ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי:

$$V = \frac{K \cdot q}{r}$$

אנרגיה פוטנציאלית חשמלית:

$$U_E = V \cdot q$$

ביטוי לעבודת כוח חשמלי:

$$\begin{aligned} W &= -\Delta U_E \\ W_{A \rightarrow B} &= (V_A - V_B) \cdot q \end{aligned}$$

שימור אנרגיה מכאנית:

$$\begin{aligned} E_A &= E_B \\ E_{K_A} + U_A &= E_{K_B} + U_B \end{aligned}$$

התשובה והערות חשובות

$$W_{A \rightarrow \infty} = 0.6\text{J} \quad \text{חשמלי}$$

1. הכוח החיצוני עושה עבודה של 0.6 ג'אול כדי להניע את המטען Q_2 מהאינסוף לנקודה A.

כאשר המטען Q_2 נמצא בנקודה A, יש לו אנרגיה פוטנציאלית של 0.6 ג'אול.

מרגע שחרור המטען Q_2 ועד שהוא מגיע לאינסוף, הכוח החשמלי מבצע עבודה של 0.6 ג'אול.

2. לאחר שחרור המטען Q_2 מהנקודה A, בתנועת המטען לאינסוף הוא נע במהירות משתנה.

$$V_\infty = 3.24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

במקרה זה, המהירות ההתחלתית של המטען Q_2 גדולה ב 3 מטר לשנייה מהמהירות ההתחלתית בסעיף 29.4, אך מהירות המטען באינסוף בסעיף זה לא גדולה ב 3 מטר לשנייה ממהירות המטען באינסוף בסעיף 29.4. (האנרגיה נשמרת. המהירות לא נשמרת).

$$W_{A \rightarrow \infty} = 0.6\text{J} \quad \text{חשמלי}$$

עבודת הכוח החשמלי לא תלויה במהירות הגוף. היא תלויה רק בהפרש הפוטנציאלים ובגודל המטען עליו הכוח החשמלי עושה עבודה.

קישור לפתרון

<https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4765>

<https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4766>

<https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4767>

המשך שאלה 29.	השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה והערות חשובות	קישור לפתרון
מחזירים את המטען Q_2 לנקודה A (המרחק בין מרכזי הכדורים הוא 3 מטרים). משחררים את שני הגופים ממנוחה, גוף 1 נע שמאלה וגוף 2 נע ימינה. כמוראה באיור הבא:  נתאר את תנועת הכדורים ביחס לציר תנועה שכיוונו ימינה. נתונים מסת הכדורים, ומטענם: $r_1 = 0.5m$ $r_2 = 0.5m$ $Q_1 = 20\mu C$ $Q_2 = 10\mu C$ $m_1 = 0.2kg$ $m_2 = 0.8kg$	29.8- תאר את תנועת הכדורים באופן מילולי, מרגע שחרורם ועד שהם מגיעים לאין סוף.	חוק קולון: $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	הכדורים ינועו בתאוצה הולכת וקטנה בגודלה, עד לאינסוף. באינסוף ינועו הכדורים במהירות קבועה. ביחס לציר שכיוונו ימינה, כדור 2 ינוע בתאוצה חיובית הולכת וקטנה, וכדור 1 ינוע בתאוצה שלילית הולכת וגדלה. באין סוף תאוצת הגופים היא אפס.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4768
	29.9- מי מבין שני הכוחות החשמליים הפועלים על הכדורים גדול יותר בערכו המוחלט?		שני הכוחות זהים בגודלם. 1. בזמן תנועת הכדורים הכוחות החשמליים משתנים בגודלם, אך הם שווים זה לזה בכל רגע. 2. החוק השלישי מתקיים בכל פעולת כוח.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4769
	29.10- במהלך תנועת הגופים תאוצתו של כל אחד מהגופים משתנה אך יחס התאוצות הוא קבוע. כתוב ביטוי ליחס תאוצות הגופים.		1. יש למצוא את יחס התאוצות לא את יחס גודל התאוצות. לכן יש להתייחס לסימן התאוצות (ביחס לציר). 2. יחס התאוצות הפוך ליחס המסות, ככל שמסת הכדור גדולה יותר כך תאוצתו קטנה יותר.	https://my Moodle.youcub e.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4770

המשך שאלה 29

מחזירים את המטען Q_2 לנקודה A (המרחק בין מרכזי הכדורים הוא 3 מטרים).

משחררים את שני הגופים ממנוחה, גוף 1 נע שמאלה וגוף 2 נע ימינה. כמראה באיור הבא:



נתאר את תנועת הכדורים ביחס לציר תנועה שכיוונו ימינה.

נתונים מסת הכדורים, ומטענם:

$$\begin{aligned} r_1 &= 0.5\text{m} \\ r_2 &= 0.5\text{m} \\ Q_1 &= 20\mu\text{C} \\ Q_2 &= 10\mu\text{C} \\ m_1 &= 0.2\text{kg} \\ m_2 &= 0.8\text{kg} \end{aligned}$$

השאלה	העקרונות הפיזיקליים	התשובה והערות חשובות	קישור לפתרון
29.11- נסמן את מהירות כדור 1 כאשר הוא מגיע לאינסוף ב- V_1'. נסמן את מהירות כדור 2 כאשר הוא מגיע לאינסוף ב- V_2'. חשב את מהירותם של כל אחד משני הכדורים כאשר הם מגיעים לאינסוף.	חוק קולון: $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ עוצמת השדה החשמלי בסביבת לוח טעון: $E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$ ביטוי לפוטנציאל בסביבת מטען נקודתי: $V = \frac{K \cdot q}{r}$ אנרגיה פוטנציאלית חשמלית: $U_E = V \cdot q$ ביטוי לעבודת כוח חשמלי: $W = -\Delta U_E$ $W_{A \rightarrow B} = (V_A - V_B) \cdot q$ שימור אנרגיה מכאנית: $E_A = E_B$ $E_{K_A} + U_A = E_{K_B} + U_B$	1. מהכפלת הפוטנציאל שיוצר מטען 1 בנקודה A במטען של מטען 2, מתקבלת אנרגיה פוטנציאלית: $U = V_A \cdot Q_2 = \frac{K \cdot Q_1}{r_A} \cdot Q_2$ אנרגיה פוטנציאלית זו היא של שני הכדורים. (לרוב האנרגיה הפוטנציאלית מומרת לקינטית רק באחד הגופים, לכן נוח להתייחס לאנרגיה הפוטנציאלית כתכונה של הגוף הנע בלבד. אך כאמור, האנרגיה הפוטנציאלית היא של שני הגופים) 2. האנרגיה המכנית שווה לסכום של שני האנרגיות הקינטיות ושל האנרגיה הפוטנציאלית חשמלית של הכדורים: $E = E_{K_1} + E_{K_2} + U$ כוללת 3. ממשוואת שימור האנרגיה מתקבלת משוואה עם שני נעלמים: V_1' ו- V_2'. משוואה נוספת עם אותם הנעלמים מתקבלת משימור התנע. 4. הפתרון של סעיף זה הוא ארוך יחסית, שאלות הבגרות עוסקות יותר בהבנת העקרונות, דורשות פחות פעולות מתמטיות.	https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=47 71
29.12- חשב את עבודת הכוח החשמלי המבוצעת כדי להניע את שני המטענים לאינסוף. הנחיה: ניתן להשתמש בביטוי עבודת כוח משמר		$W = 0.6\text{J}$ 1. משמעות האנרגיה הפוטנציאלית היא יכולת ביצוע עבודה של הכוח החשמלי. זה נכון כאשר גוף אחד מונע וגם כאשר שני הגופים מונעים. 2. ניתן לחשב את עבודת הכוח החשמלי בעזרת ביטוי עבודת הכוח המשמר: $W = -\Delta U$ ובעזרת משפט העבודה אנרגיה: $W = \Delta E_{K_1} + \Delta E_{K_2}$	https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2462&chapterid=4773

אוגדני פתרונות שאלות בגרות אלקטרוסטטיקה

כוח חשמלי חוק קולון (קיום 35)

1,2009- כוחות חשמליים פועלים על מטענים נקודתיים בשלושה ניסויים שונים.

1,1996- מערכת משמשת למדידת מטען. מורכבת משני מטענים, האחד תלוי והשני מונח במרחקים שונים.

השדה החשמלי (קיום 36)

1,2021- שלושה כדורים נטענים בתוך שדה חשמלי, מוצאים מהשדה ומקיימים תנועה מעגלית קצובה.

1,2020- גוף טעון תלוי על חוט נטוי בסמוך ללוח טעון.

1,2003- כדורים שונים נטענים בתוך שדה חשמלי, מוצאים שני כדורים טעונים ותולים על חוטים סמוכים.

4,2002- שדה חשמלי בסביבת טבעת טעונה במטען חשמלי.

פוטנציאל חשמלי ועבודה בשדה חשמלי (קיום 37)

1,2022- שדה ופוטנציאל בסביבת לוח טעון.

2,2021- שדה ופוטנציאל בסביבת שני מטענים נקודתיים, בהמשך נתון גרף $V(X)$ יש למצוא גרף $E(X)$.

1,2013 – חיבור שני כדורים טעונים באמצעות מוליך.

1,2011- נתון כדור מוליך טעון ומספר קווים שווי פוטנציאל בסביבתו.

1,2010- נתונים קווי שווי פוטנציאל לאורכו של ציר X .

1,2007- יש למצוא שדה ופוטנציאל בסביבת קליפה טעונה, בהמשך מחברים את הקליפה לקליפה אחרת.

1,2005- שני כדורים מחוברים באמצעות מוליך, לאחר תנועת המטענים מכניסים כדור לתוך כדור (שאלות הבגרות כיום לא עוסקות בקליפה בתוך קליפה)

1,2004- שתי קליפות טעונות נמצאות האחת בתוך השנייה, מחברים בין הקליפות.

אנרגיה פוטנציאלית חשמלית ושימור אנרגיה מכנית (קובץ 38)

2023,1- נתון כדור מוליך טעון יש שדה פוטנציאל בסביבתו ולמצוא מהירות בעזרת שימור אנרגיה.

2019,1- שני מטענים סמוכים וקווי השדה בסביבתם.

2018,1- מטען נקודתי. בהמשך נתונים שני מטענים נקודתיים.

2017,1- מטען הממוקם בסמוך ללוח טעון.

2016,1- חלקיקי צבע טעונים נעים לאורך קווי שדה ונצמדים למוצר.

2015,1- נתון מטען נקודתי קווי שדה ומשטחים שווי פוטנציאל. מביאים מטען נוסף בסמוך למטען הנתון.

2014,1- נתון גרף $V(X)$ המתאר את הפוטנציאל בסביבת שלושה לוחות טעונים, חלקיק נע בין הלוחות.

2012,1- חרוז טעון נע בתוך מוט אנכי.

2006,1- מטען נע בסביבת שני מטענים המוחזקים במנוחה.

1997,1- אלקטרון משוחרר ממנוחה בסמוך לקליפה כדורית טעונה.

1995,1- קליפה מתמלאת בטיפות טעונות.

1994,1- נתונים שני מטענים נקודתיים סמוכים, מבוצעת עבודה כדי להגדיל את המרחק ביניהם.

1993,1- חמישה מטענים ממוקמים בחמישה קודקודים של משושה.

1991,1- מטען נע בסביבת שני מטענים המוחזקים במנוחה.

1990,1- מטען מונע בסביבת כדור מוליך טעון.

1984,20- שני כדורים שונים וטעונים מחוברים בעזרת מוליך.

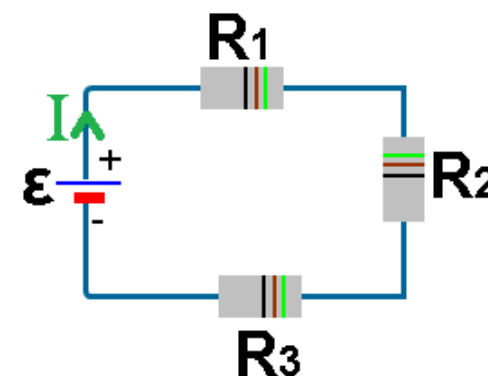
סיכום פסיפס מעגלי זרם

סיכום פסיפס אלקטרוסטטיקה- הגדרות עקרונות הערות דגשים המלצות אופרטיביות תקפות ואיך הגענו

זרם חשמלי הוא תנועה מכוונת של אלקטרונים חופשיים. הזרם במוליך נוצר כתוצאה מהפרש פוטנציאליים בין קצות המוליך. <u>כיוון הזרם</u>- הכיוון האמיתי של תנועת האלקטרונים הוא מהפוטנציאל הנמוך לגבוה. הכיוון המוסכם הוא מהפוטנציאל הגבוה לנמוך. אנחנו נשתמש רק בכיוון המוסכם.	הזרם החשמלי (cube-39)
$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ הזרם החשמלי מוגדר ככמות המטען העובר דרך שטח החתך של המוליך בשנייה. יחידות הזרם הם מההגדרה קולון חלקי שנייה, או בקיצור אמפר [A]	הגדרת הזרם החשמלי (cube-39)
$R = \frac{U}{I}$ היחס בין מפל המתח בקצות המוליך (הפרש הפוטנציאליים) לעוצמת הזרם הוא קבוע לכל מוליך והוא הוגדר כהתנגדות המוליך. ההתנגדות נמדדת ביחידות של וולט לאמפר או בקיצור אום [Ω].	ההתנגדות החשמלית (cube-39)
$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$ ρ- ההתנגדות הסגולית, אופיינית לחומר ממנו עשוי המוליך [Ω·m] R- התנגדות המוליך [Ω] L- אורך המוליך [m] A-שטח החתך של המוליך [m²] ביטוי התנגדות מוליך מתאים למוליך שהטמפרטורה שלו היא טמפרטורת החדר, ככל שטמפרטורת המוליך גדולה יותר כך התנגדותו תהיה גדולה יותר.	התנגדות מוליך בהתאם לנתוניו הגאומטריים ולסוג החומר ממנו עשוי המוליך: (cube-39)

צרכן הוא מכשיר הצורך אנרגיה חשמלית לביצוע עבודה כלשהיא . צרכנים לדוגמה: תנור, מנוע, מזגן.	צרכן חשמלי (cube-39)
$I = \frac{U}{R}$ החוק מתאר את עוצמת הזרם במוליך כתלות במתח בין קצות המוליך ובהתנגדותו. המתח הוא הסיבה לזרם, הוא קובע את עוצמת הזרם בהתאם להתנגדות המוליך. (כשם שלפי החוק השני של ניוטון הכוח השקול קובע את תאוצת הגוף בהתאם למסתו). התנגדות המוליך לא תלויה במתח בין קצותיו ובזרם הזורם דרכו. (כשם שהמסה לא תלויה בכוח וגם לא בתאוצה). חוק אוהם הוא אחד החוקים הבסיסיים והחשובים ביותר בנושא החשמל. ניתן להשתמש בחוק אוהם על צרכן בודד, על מספר צרכנים או על כל המעגל.	חוק אוהם (cube-39)
במעגל החשמלי מתוארים באופן סכמתי מרכיבי המעגל בעזרת סימונים מקובלים: <u>מקור המתח</u>: התקן בעל הפרש פוטנציאלים היוצר אנרגיה חשמלית. (כמו סוללה). סימון מקור המתח:  הקו הארוך של מקור המתח מייצג את הפוטנציאל הגבוה, הקו הקצר מייצג את הפוטנציאל הנמוך. <u>הצרכן (הנגד)</u>: התקן העושה שימוש באנרגיה החשמלית. קיימים סימונים שונים לצרכנים:  <u>מוליך חשמלי</u>: המוליך הוא תיל המחובר בין מרכיבי המעגל. בשאלות בהן נעסוק נשתמש במוליך שהתנגדותו זניחה. קיימים שלושה סוגים עיקריים של מעגלים חשמליים: מעגל טורי, מעגל מקבילי ומעגל מעורב.	המעגל החשמלי (cube-40) 

מעגל טורי (cube-40)



מעגל טורי- מעגל ללא צומת חשמלית.

- הזרם דרך כל הנגדים הוא זהה ושווה לזרם המקור.
 - סכום המתחים על הנגדים שווה למתח המקור.
 - ההתנגדות השקולה שווה לסכום התנגדויות הנגדים.
- קירכהוף למתחים :** סכום המתחים בכל לולאה סגורה שווה לאפס.

ניתן לפתח ביטוי להתנגדות השקולה בעזרת ביטוי המתחים וחוק אוהם:

$$I = I_{R_1} = I_{R_2} = I_{R_3}$$

$$\epsilon = U_{R_1} + U_{R_2} + U_{R_3}$$

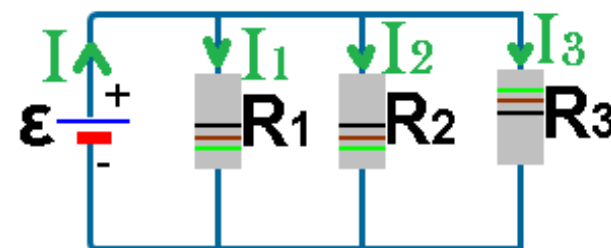
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$\epsilon = U_{R_1} + U_{R_2} + U_{R_3}$$

$$\Rightarrow R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I \cdot R_T = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$$

מעגל מקבילי (cube-40)



מעגל מקבילי- מעגל בו כל הצרכנים מחוברים משני ההדקים ישירות למקור המתח.

- המתח על כל הנגדים הוא זהה ושווה למתח הדקי המקור.
- סכום הזרמים דרך כל הצרכנים שווה לזרם המקור.
- לחישוב ההתנגדות השקולה יש להשתמש בביטוי ההתנגדות השקולה המתאימה לחיבור נגדים במקביל.

קירכהוף לזרמים (חוק הצומת) : סכום הזרמים שנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים שיוצאים מהצומת.

ניתן לפתח ביטוי להתנגדות השקולה בעזרת ביטוי הזרמים וחוק אוהם:

$$I = I_{R_1} + I_{R_2} + I_{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{\epsilon}{R_T} = \frac{U_{R_1}}{R_1} + \frac{U_{R_2}}{R_2} + \frac{U_{R_3}}{R_3}$$

ההתנגדות השקולה של שני נגדים מחוברים במקביל נתונה לפי מכפלתם חלקי סכומם:
ניתן לפתח את ביטוי ההתנגדות לשני נגדים מחוברים במקביל בעזרת מכנה משותף:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow \frac{R_T}{1} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

ניתן לחשב התנגדות שקולה בעזרת ביטוי מכפלתם חלקי סכומם לשני נגדים בלבד.

$$\epsilon = U_{R_1} = U_{R_2} = U_{R_3}$$

$$I = I_{R_1} + I_{R_2} + I_{R_3}$$

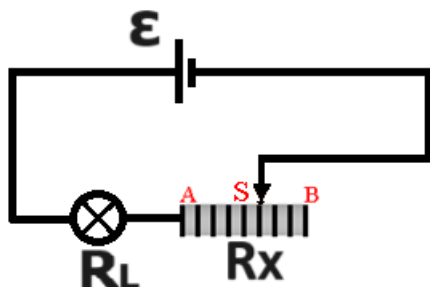
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

הריאוסטט (cube-41)

הריאוסטט הוא שם של התקן המשמש ליצירת התנגדות משתנה.

הריאוסטט מורכב ממוליך חשוף המלופף על מוט מבודד. על המוליך ממוקמת גרר (קליפס מתכתי), מיקום הגרר קובע את אורך המוליך דרכו יעבור הזרם.



כך מיקום הגרר קובע את התנגדות הריאוסטט.

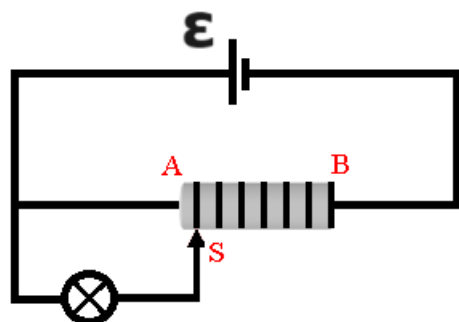
במעגל המתואר, כאשר מזיזים את הגרר ימינה, אורך המוליך בין נקודה A לנקודה S יהיה ארוך יותר ובהתאם התנגדות הריאוסטט תהיה גדולה יותר.

הריאוסטט מחובר למעגל בגרר ובאחד הקצוות.

פוטנציומטר (cube-41)

פוטנציומטר הוא שם של חיבור חשמלי המתבצע באמצעות התקן הריאוסטט.

שינוי מיקום הגרר בחיבור הפוטנציומטר גורם לשינוי המתח בין הגרר לקצות הריאוסטט.



במעגל המתואר, הפוטנציאל בנקודה A שווה לפוטנציאל ההדק החיובי של הסוללה והפוטנציאל בנקודה B שווה לפוטנציאל ההדק השלילי של הסוללה.

הפוטנציאל בכל נקודה בין A ל B משתנה.

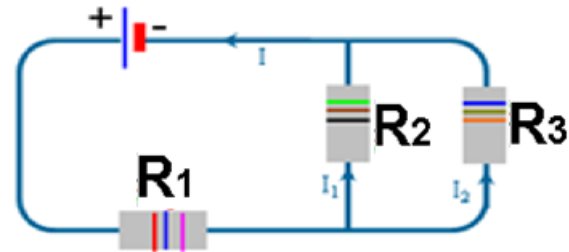
הנורה מחוברת בצידה האחד לפוטנציאל הגבוה של מקור המתח, ובצידה השני לגרר. כאשר מזיזים את הגרר ימינה המתח על הנורה גדל.

הריאוסטט מחובר למעגל בגרר ובשני הקצוות.

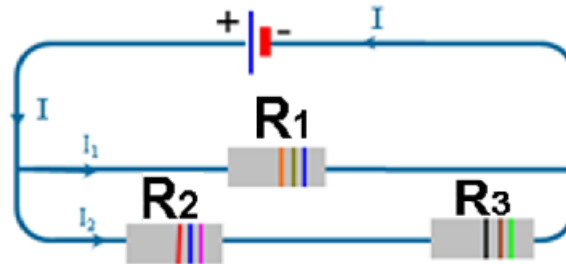
לכל סוללה יש אנרגיה כימית המומרת לאנרגיה חשמלית. האנרגיה החשמלית מקנה לסוללה את יכולת ביצוע עבודה להנעת מטענים. כא"מ הסוללה שווה לכמות האנרגיה המוענקה ליחידת מטען המונעת בין הדקי הסוללה. הכא"מ מסומן ע"י ε ונמדד בוולט. ראשי התיבות של הכא"מ הם: כמות אנרגיה מטען. כא"מ הסוללה מושפע ממידת השימוש בסוללה ומגורמים נוספים, שאלות הבגרות עוסקות בסוללות בעלות כא"מ קבוע.	כא"מ ε (cube-41)
לכל מקור מתח קיימת התנגדות פנימית המסומנת ע"י r. ההתנגדות הפנימית והכא"מ הן שתי תכונות המאפיינות את מקור המתח. להתנגדות הפנימית יש שתי השפעות עיקריות על המעגל: 1. בגלל ההתנגדות הפנימית המתח בין הדקי הסוללה קטן יותר מהכא"מ של הסוללה. 2. כתוצאה מההתנגדות הפנימית הסוללה מתחממת, הספק ההתנגדות הפנימית בא לידי ביטוי בחימום הסוללה. סוללה שאין לה התנגדות פנימית נקראת סוללה אידיאלית.	התנגדות פנימית של סוללה r (cube-41)
מתח ההדקים הוא המתח בין הדקי הסוללה, המתח המסופק לצרכן המחובר ישירות לסוללה. ביטוי מתח ההדקים: $V_{\text{eff}} = \varepsilon - I \cdot r$ הביטוי מתקבל מעקרונות המעגל הטורי: הסכום של המתח על הצרכן (V_{eff}) והמתח על ההתנגדות הפנימית ($I \cdot r$) שווה לכא"מ הסוללה (ε). בגרף המתאר את מתח ההדקים כתלות בזרם: 1. נקודת חיתוך הגרף עם הציר האנכי שווה לכא"מ הסוללה. 2. שיפוע הגרף שווה למינוס ההתנגדות הפנימית. 3. נקודת חיתוך הגרף עם הציר האופקי שווה לזרם מקסימאלי (זרם קצר). לכא"מ ולהתנגדות הפנימית יש ערך קבוע, הם לא משתנים. מתח ההדקים משתנה בהתאם לזרם המקור.	מתח הדקים V_{eff} (cube-41)

מעגל מעורב (cube-42)

מעגל מעורב – מעגל שחלק מהנגדים בו מחוברים בטור או במקביל, ויש לו מעגל שקול טורי או מקבילי.
דוגמה למעגל מעורב שהמעגל השקול שלו הוא מעגל טורי:



דוגמה למעגל מעורב שהמעגל השקול שלו הוא מעגל מקבילי:



כדי לנתח את המעגל המעורב יש למצוא תחילה את התנגדותו השקולה של המעגל.
בהתאם להתנגדות השקולה ובהתאם למתח המקור ניתן לחשב בעזרת חוק אוהם על כל המעגל את זרם המקור.
זרם המקור מתחלק בצומת כך שיחס הזרמים הפוך ליחס ההתנגדויות הענפים.

רוב שאלות הבגרות בנושא מעגלי הזרם עוסקות במעגל מעורב פשוט המכיל שני צמתים בלבד.

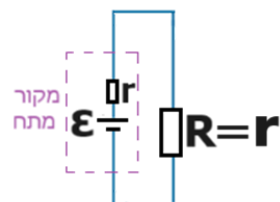
הצרכנים במעגל החשמלי משתמשים באנרגיה חשמלית כדי לבצע עבודה. העבודה נמדדת בג'אול [J]. קיימים סוגים שונים של צרכנים המבצעים סוגים שונים של עבודות. לדוגמה: מנורה מפיקה אור. תנור יוצר חום.	W- עבודה (cube-43)
ההספק מתאר את קצב ביצוע העבודה, הוא מוגדר ביחס ישר לגודל העבודה המבוצעת וביחס הפוך לזמן ביצוע העבודה. $P = \frac{W}{t}$ בהתאם להגדרת ההספק, ההספק נמדד ביחידות של ג'אול לשנייה או בקיצור וואט [W] הגדרת ההספק היא הגדרה במכניקה.	P- הספק (cube-43)
חוק ג'אול קובע שההספק של כל צרכן שווה למכפלת המתח בין הדקין לעוצמת הזרם דרכו. $P = U \cdot I$ ניתן לפתח את חוק ג'אול מהגדרת ההספק בעזרת ביטוי העבודה והגדרת הזרם. $P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta V \cdot Q}{t} = U \cdot I$ ניתן להשתמש בחוק ג'אול כדי לחשב את הספק הצרכן וגם כדי לחשב את הספק המקור.	חוק ג'אול (cube-43)
החוק מתאר את ההספק של הצרכן כתלות בהתנגדות הצרכן. $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$ חוק ג'אול המורחב הוא הרחבה של חוק ג'אול בעזרת חוק אום. $I = \frac{U}{R}$ ניתן להשתמש בחוק ג'אול לחישוב הספק הצרכן בלבד, לא ניתן להשתמש בחוק ג'אול לחישוב הספק המקור. $P = U \cdot I = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right) = I^2 \cdot R$ כדי לחשב את הספק המקור יש להשתמש במכפלת מתח המקור בזרם המקור. $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$	חוק ג'אול המורחב (cube-43)

ההספק במעגל חשמלי (cube-43)

בכל מעגל חשמלי (טורי, מקבילי או מעורב) סכום הספקי הצרכנים שווה להספק המקור.
משימור אנרגיה, בכל מעגל האנרגיה שהמקור מעניק בכל שנייה שווה לסכום האנרגיות המתקבלות בצרכנים בכל שנייה.

הספק מקסימאלי (cube-43)

אם נחבר צרכן למקור מתח לא אידיאלי הספק הצרכן יהיה מקסימאלי רק כאשר התנגדות הצרכן תהיה שווה להתנגדות הפנימית של הסוללה. כמוראה באיור:

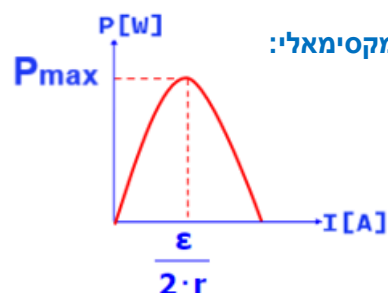


הוכחה:

נכתוב ביטוי להספק הצרכן כתלות בזרם:

$$P_R = V_{\text{eff}} \cdot I = (\varepsilon - I \cdot r) \cdot I = \varepsilon \cdot I - I^2 \cdot r$$

בגרף המתאר את ההספק הצרכן כתלות בזרם מתקבלת פרבולה:



נגזור את הפונקציה ונשווה לאפס כדי למצוא את הזרם הספציפי I' עבורו ההספק הוא מקסימאלי:

$$\varepsilon - 2 \cdot I' \cdot r = 0$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{2 \cdot r}$$

באופן כללי, מחוק אוהם הזרם תלוי בהתנגדות הצרכן ובהתנגדות הפנימית לפי:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

כאשר ההספק הוא מקסימאלי מתקיימים שני ביטויי הזרם, נשווה ביניהם:

$$\frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{2 \cdot r} \Rightarrow \frac{1}{R + r} = \frac{1}{2 \cdot r} \Rightarrow R + r = 2 \cdot r \Rightarrow \boxed{R = r}$$

לכן כדי שהספק הצרכן יהיה מקסימאלי התנגדותו צריכה להיות שווה להתנגדות הפנימית של מקור המתח.

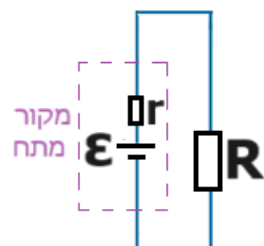
נצילות (cube-43)

הנצילות מתארת את היעילות האנרגטית של המערכת, היא מוגדרת לפי היחס שבין האנרגיה המתקבלת במערכת לאנרגיה המושקעת במערכת. מקובל לתאר את הנצילות באחוזים.

$$\eta = \frac{E_{\text{מתקבלת}}}{E_{\text{מושקעת}}} \cdot 100\%$$

לדוגמה: במנוע חשמלי מושקעת אנרגיה חשמלית של 200 ג'אול, המנוע משתמש באנרגיה החשמלית כדי להפיק אנרגיה מכנית, אם האנרגיה המכנית המתקבלת היא 50 ג'אול בלבד מהגדרת הנצילות, נצילות המנוע היא רק 25 אחוז.

נצילות במעגל חשמלי (cube-43)



במעגל החשמלי האנרגיה מושקעת ע"י מקור המתח. חלק האנרגיה המושקעת המתקבל בצרכן מוגדר אנרגיה מתקבלת. חלק האנרגיה המושקעת המומר לחום בעקבות ההתנגדות הפנימית, מוגדר האנרגיה המתבזבזת.

ניתן לחשב את הנצילות של המעגל כיחס אנרגיות, יחס הספקים, יחס מתחים או יחס התנגדויות:

ביטויי הנצילות:

$$\eta = \frac{P_R}{P_{\text{מקור}}} \cdot 100\% = \frac{P_R}{P_{\text{מקור}}} \cdot 100\% = \frac{V_{\text{eff}}}{\varepsilon} \cdot 100\% = \frac{R}{r+R} \cdot 100\%$$

כאשר ההספק הוא מקסימאלי ($R=r$) נצילות המעגל היא לא מקסימאלית, היא שווה 50 אחוז. הנצילות היא מקסימאלית (100%) רק כאשר הסוללה אידיאלית, כשההתנגדות הפנימית שווה לאפס.

ביטויי הנצילות לא מופיעים בדפי הנוסחאות, יש לפתח אותם. פיתוח מלא נמצא ב cube-43.

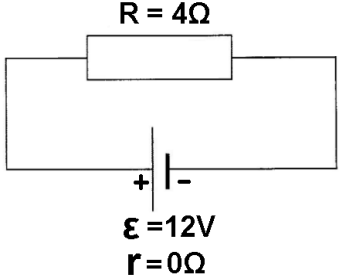
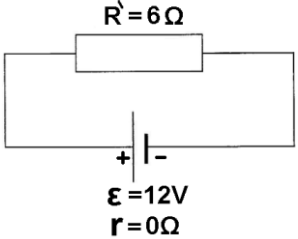
פרקטיקות מעגלי זרם

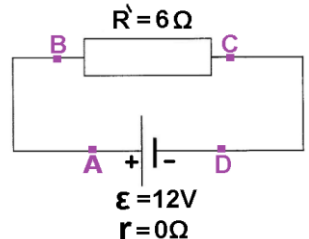
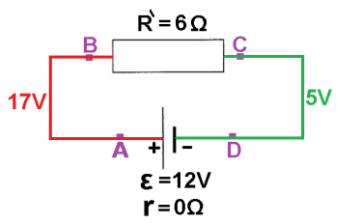
נושאי התרגול:

- א. מעגל בסיסי - מקור מתח אידיאלי.
- ב. מעגל בסיסי- מקור מתח לא אידיאלי.
- ג. חיבור טורי או מקבילי.
- ד. חיבור מעורב.
- ה. הספק ונצילות.
- ו. מעגל בעל שני מקורות מתח.

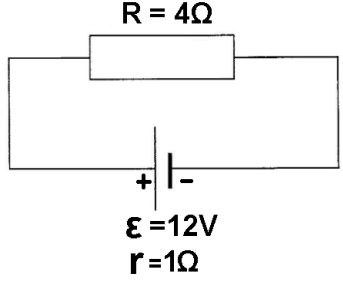
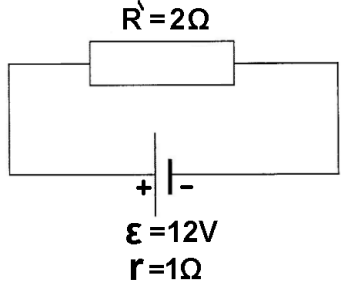
108

א. מעגל בסיסי - מקור מתח אידיאלי

תיאור המעגל	השאלה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה	הערות חשובות	קישור לפתרון מלא
1. א - צרכן R שהתנגדותו 4Ω מחובר באמצעות מוליכים חסרי התנגדות, ישירות <u>למקור מתח אידיאלי</u> בעל כ"מ של $12V$.  $R = 4\Omega$ $\epsilon = 12V$ $r = 0\Omega$	א-כיוון הזרם דרך הצרכן. ב- מתח ההדקים. ג-המתח על הצרכן R. ד- עוצמת הזרם במעגל.	<u>חוק אוהם</u> $V = R \cdot I$ <u>מתח ההדקים</u> $V_{ab} = \epsilon - I \cdot r$ <u>כיוון הזרם</u> מהפוטנציאל הגבוה לנמוך.	א- כיוון הזרם משמאל לימין. ב- $V_{ab} = 12V$ ג- $U_R = 12V$ ד- $I = 3A$	1. כיוון הזרם המוסכם הוא מהפוטנציאל הגבוה לנמוך, מההדק החיובי של הסוללה להדק השלילי. 2. במעגל אין נקודת צומת, הזרם לא מתפצל, זרם זהה זורם דרך כל נקודה במעגל. 3. הצרכן R מחובר ישירות להדקי הסוללה, המתח על הצרכן R שווה למתח ההדקים.	https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3288
2. א - מחליפים את הצרכן R בצרכן אחר R' שהתנגדותו 6Ω.  $R' = 6\Omega$ $\epsilon = 12V$ $r = 0\Omega$	א- מתח ההדקים ב- המתח על הצרכן R. ג- עוצמת הזרם במעגל.		א - $V_{ab} = 12V$ ב - $U_R = 12V$ ג - $I = 2A$	צרכן בעל התנגדות גדולה יותר יגרום לזרם במעגל להיות קטן יותר. אך מביטוי מתח ההדקים: $V_{ab} = \epsilon - I \cdot r$ מכיוון שההתנגדות הפנימית שווה לאפס מתח ההדקים שווה בסוללה אידיאלית לכא"מ הסוללה.	https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3289

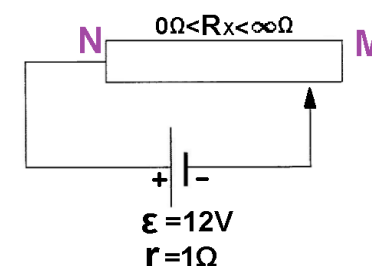
https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3290	נסמן את התנגדות המוליך בין הנקודות A ו-B ב R_{AB}. מכיוון שהתנגדות המוליכים היא אפסית, מחוק אום מתקיים: $V_{AB} = I \cdot R_{AB}$ לכן, הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו-B הוא אפס וולט.	א $V_{AD} = 12V$ ב $V_{CB} = -12V$ ג $V_{AB} = 0V$	הפרש הפוטנציאלים V_{AD} מוגדר כך: $V_{AD} = V_A - V_D$	חשב את הפרשי הפוטנציאלים הבאים: א V_{AD} ב V_{CB} ג V_{AB}	א.3 - במעגל מסומנים ארבע נקודות: A, B, C, D 
https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3291	1. הפוטנציאל בהדק החיובי גדול ב $12V$ מהפוטנציאל בהדק השלילי. 2. בכל המעגל יש רק שני פוטנציאלים שונים: $5V$ ו- $17V$. 	א $V_A = 17V$ ב $V_B = 17V$ ג $V_C = 5V$		חשב את הפוטנציאלים בנקודות הבאות: א V_A ב V_B ג V_C	א.4 - נתון שהפוטנציאל בנקודה D הוא $5V$.

ב. מעגל בסיסי - מקור מתח לא אידיאלי

https://moodle.yocube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3292	1. התנגדות הצרכן והתנגדות הפנימית של הסוללה מחוברים בטור. 2. מביטוי מתח ההדקים, כאשר מקור המתח הוא לא אידיאלי, זורם זרם במעגל, מתח ההדקים קטן מכא"מ הסוללה. 3. גם כאשר מקור המתח הוא לא אידיאלי, מתח ההדקים שווה למתח על הצרכן.	א- $I=2.4A$ ב- $V_{ab} = 9.6V$ ג- $U_R = 9.6V$	<u>חוק אוהם</u> $V = R \cdot I$ <u>מתח ההדקים</u> $V_{ab} = \mathcal{E} - I \cdot r$ <u>כיוון הזרם</u> מהפוטנציאל הגבוה לנמוך.	א-עוצמת הזרם במעגל. ב-מתח ההדקים. ג-המתח על הצרכן R.	1.ב - צרכן R שהתנגדותו 4Ω מחובר באמצעות מוליכים חסרי התנגדות ישירות למקור מתח לא אידיאלי בעל כא"מ של $12V$, והתנגדות פנימית של 1Ω. 
https://moodle.yocube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3293	כאשר התנגדות הצרכן קטנה, ההתנגדות השקולה קטנה, עוצמת הזרם גדלה, ומתח ההדקים קטן.	א- $I=4A$ ב- $V_{ab} = 8V$		א-עוצמת הזרם במעגל. ב-מתח ההדקים.	2.ב - מחליפים את הצרכן R בצרכן אחר R' שהתנגדותו 2Ω 

ב.3 - נתון מעגל חשמלי המורכב ממקור מתח לא אידיאלי וריאוסטט (נגד משתנה) שהתנגדותו משתנה בין אפס אוהם לאין סוף אוהם.

נסמן את הקצה הימני של הריאוסטט ב M ואת הקצה השמאלי של הריאוסטט ב N.



מניעים את נקודת המגע (הגררה) מנקודת הקצה M לנקודת הקצה N.

א- מיקום נקודת המגע כאשר עוצמת הזרם היא מקסימאלית (קצר).

ב- עוצמת הזרם המקסימאלית שהסוללה יכולה לספק.

ג- מתח ההדקים כאשר עוצמת הזרם היא מקסימאלית.

ד- מיקום נקודת המגע כאשר עוצמת הזרם היא מינימאלית.

ה- עוצמת הזרם המינימאלית.

ו- מתח ההדקים כאשר עוצמת הזרם היא אפס (נתק).

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

מתח ההדקים

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

א- קצה N.

ב- $I_{\max} = 12A$

ג- $V_{AB} = 0V$

ד- קצה M.

ה- $I_{\min} = 0A$

ו- $V_{AB} = 12V$

1. סוללה מספקת זרם מקסימאלי כאשר התנגדות הצרכן היא אפס. (סוללה מקוצרת, נקודת המגע נמצאת בנקודה N). לכן, הזרם המקסימאלי שכל סוללה יכולה לספק שווה ליחס שבין כ"מ הסוללה להתנגדותה הפנימית.

2. כאשר הסוללה מקוצרת מתח ההדקים שווה לאפס:

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

$$V_{ab} = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{r} \cdot r = 0V$$

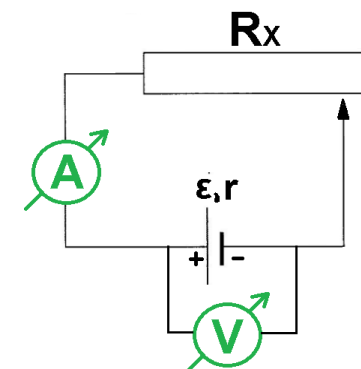
3. כאשר הסוללה מנותקת, מתח ההדקים שווה לכ"מ הסוללה:

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

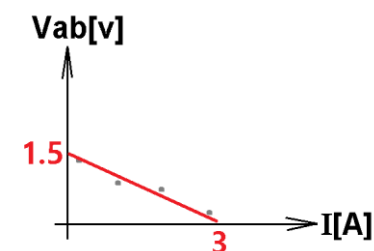
$$V_{ab} = \varepsilon - 0 \cdot r = \varepsilon$$

<https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3294>

4.2 - תלמיד ערך ניסוי
למציאת כ"מ הסוללה
והתנגדותה הפנימית, לשם כך
הוא הרכיב את המעגל הבא:



התלמיד שינה מספר פעמים את
מיקום נקודת המגע, ורשם בכל
פעם את ערכי המתח והזרם.
בהתאם שרטט את הגרף הבא:



א- התנגדות פנימית של
הסוללה.

ב- כ"מ הסוללה.

ג- עוצמת הזרם המקסימלית.

ד- התנגדות R_x כאשר מתח
ההדקים שווה לאפס וולט.

ה- התנגדות R_x כאשר מתח
ההדקים שווה למחצית מתח
כ"מ הסוללה.

ו- התנגדות R_x כאשר הזרם
במעגל שווה למחצית הזרם
המקסימאלי.

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

מתח ההדקים
$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

א - $r = 0.5 \Omega$

ב - $\varepsilon = 1.5V$

ג - $I_{max} = 3A$

ד - $R_x = 0 \Omega$

ה, ו - $R_x = 0.5 \Omega$

1. גרף מתח ההדקים בתלות
בזרם הוא גרף נפוך בשאלות
הבגרות.

חשוב להכיר את הגרף
ולדעת כיצד לחשב
באמצעותו את כ"מ
הסוללה ואת התנגדותה
הפנימית.

2. את כל המסקנות הנובעות
מהגרף יש להפיק רק מקו
המגמה (הישר המסתבר
ביותר) ולא על סמך חלק
מהמדידות.

3. יש לקבוע את קו המגמה
כך שהוא ייצג את פיזור כל
הנקודות בגרף.

יש לשרטט את קו המגמה
בעזרת סרגל (בודקי
מחברות הבגרות מקפידים
על זה).

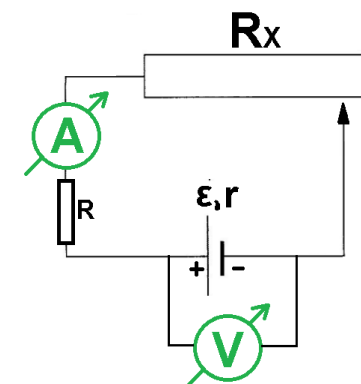
4. מביטוי מתח ההדקים ניתן
לקבוע ששיפוע קו המגמה
שווה למינוס ההתנגדות,
ונקודת החיתוך של קו
המגמה עם הציר האנכי שווה
לכ"מ הסוללה.

5. מתח ההדקים שווה
למתח על הנגד המשתנה.

<https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3295>

5.2 - תלמיד ערך ניסוי

למציאת כ"מ הסוללה והתנגדותה הפנימית, לשם כך הוא הרכיב מעגל הזה למעגל בסעיף הקודם (4) בתוספת נגד R שהתנגדותו 20Ω :



התלמיד שינה מספר פעמים את מיקום נקודת המגע, ורשם בכל פעם את ערכי המתח והזרם.

א- האם בגרף מתח ההדקים כתלות בזרם ישתנה שיפוע קו המגמה כתוצאה מהוספת הנגד R?

ב- האם בגרף מתח ההדקים כתלות בזרם ישתנו הנקודות בהן קו המגמה חוצה את הצירים?

ג- תלמיד מניע את נקודת המגע במהירות גדולה, מהקצה הימני לשמאלי. כיצד ישתנה גרף מתח ההדקים כתלות בזרם?

ד- תלמיד מניע את נקודת המגע במהירות קטנה מהקצה השמאלי לימני. כיצד ישתנה גרף מתח ההדקים כתלות בזרם?

ה- מחליפים את המוליכים חסרי ההתנגדות במוליכים שהתנגדותם איננה זניחה וחוזרים על הניסוי. כיצד ישתנה גרף מתח ההדקים בתלות בזרם?

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

מתח ההדקים

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

א- שיפוע קו המגמה לא ישתנה.

ב- הנקודות בהן קו המגמה חוצה את הצירים לא ישתנו.

ג- הגרף לא ישתנה.

ד- הגרף לא ישתנה.

ה- הגרף לא ישתנה.

1. ערך שיפוע הגרף שווה ל מינוס ההתנגדות הפנימית של הסוללה, כל עוד התנגדות הפנימית של הסוללה לא תשתנה שיפוע הגרף לא ישתנה.

2. ערך הנקודה בה קו המגמה חוצה את הציר האנכי שווה לערך כ"מ הסוללה, כל עוד כ"מ הסוללה לא משתנה וההתנגדות הפנימית לא משתנה – הנקודות בהן קו המגמה חוצה את הצירים לא ישתנו.

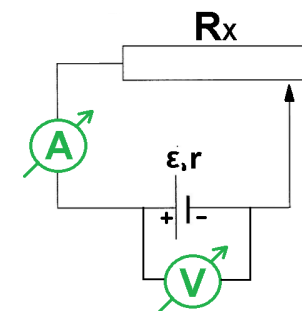
3. גרף מתח ההדקים בתלות בזרם נקרא גם אופיין הסוללה מכיוון שקו המגמה תלוי רק בהתנגדות הפנימית ובכ"מ הסוללה.

4. אנחנו משתמשים בזרם כדי לדעת מה ערכי הכ"מ ואת ההתנגדות הפנימית, אך חשוב להבין שערכי הכ"מ וההתנגדות הפנימית לא תלויים בזרם.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3296>

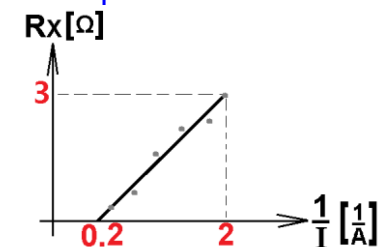
6.2 - תלמיד ערך ניסוי

למציאת כ"מ הסוללה והתנגדותה הפנימית, לשם כך הוא הרכיב את המעגל הבא:



התלמיד שינה מספר פעמים את מיקום נקודת המגע ורשם בכל פעם את ערכי המתח והזרם. בהתאם חישב את R_X בכל פעם.

התלמיד שרטט את הגרף הבא:



א- פתח את הביטוי הבא:

$$R_X = \varepsilon \cdot \frac{1}{I} - r$$

ב- כ"מ הסוללה.

ג- חישוב ההתנגדות הפנימית של הסוללה.

ד- מציאת ההתנגדות הפנימית של הסוללה מהגרף.

ה- עוצמת הזרם המקסימאלית בעזרת חישוב.

ו- עוצמת הזרם המקסימאלית מהגרף.

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

מתח ההדקים

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

ב - $\varepsilon = 1.66 \text{ V}$

ג, ד - $r = 0.33 \Omega$

ה, ו - $I_{\max} = 5 \text{ A}$

1. כדי לפתח ביטוי נתון כלשהו, יש להתחיל מביטוי ידוע ולהגיע לביטוי הדרוש.

או להתחיל מהביטוי הדרוש וממנו להגיע לביטוי ידוע. במקרה זה אם נכפיל את המשוואה בזרם נקבל ביטוי הדומה לביטוי כ"מ מתח ההדקים.

2. נקודת החיתוך עם הציר האנכי שווה למינוס ההתנגדות הפנימית.

3. מבחינה פיזיקלית ההתנגדות לא יכולה להיות שלילית. למרות זאת, ניתן לחשב מתמטית את ההתנגדות הפנימית מנקודת חציית קו המגמה את הציר האנכי.

המתמטיקה מכסה את העולם הפיזיקלי וגולשת גם לעולם הלא פיזיקלי. (כמו זמן שלילי בקינמטיקה)

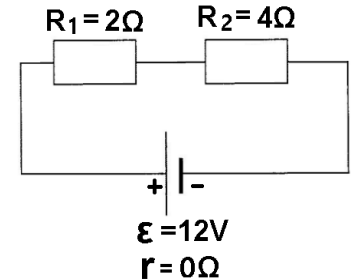
לפעמים אנחנו מגיעים באמצעות המתמטיקה לתובנות פיזיקליות מהעולם הלא פיזיקלי.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3297>

ג. מעגלים בחיבור טורי או מקבילי

116

1.ג - שני צרכנים R_1 ו- R_2 מחוברים בטור למקור מתח אידיאלי כמראה בתרשים הבא:



א- התנגדות שקולה R_T .

ב- עוצמת הזרם במעגל I .

ג- המתח על כל נגד U_{R1} ו- U_{R2} .

ד- מגדילים את התנגדותו של הנגד R_2 .

1. כיצד ישתנה המתח U_{R1} ?

2. כיצד ישתנה מתח ההדקים?

חוק אוהם
 $V = R \cdot I$

מתח ההדקים
 $V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א - $R_T = 6\Omega$

ב - $I = 2A$

ג - $U_{R1} = 4V$

$U_{R2} = 8V$

ד.1- המתח על $R1$ יקטן.

ד.2- מתח ההדקים לא ישתנה.

1. ניתן להשתמש בחוק אוהם על כל המעגל:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T}$$

ניתן להשתמש בחוק אוהם עבור כל נגד בנפרד לדוגמה:

$$I = \frac{U_{R1}}{R1}$$

2. זרם זהה זורם דרך הצרכנים. לכן יחס המתחים על הצרכנים זהה ליחס התנגדויות הצרכנים.

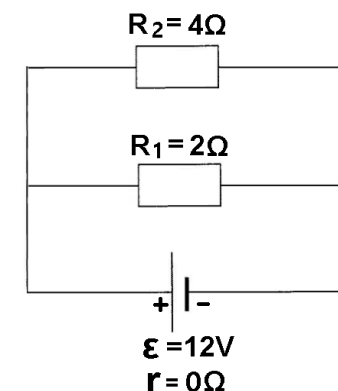
$$\frac{U_{R1}}{R1} = \frac{U_{R2}}{R2} \Rightarrow \frac{R2}{R1} = \frac{U_{R2}}{U_{R1}}$$

3. במעגל טורי שינוי בהתנגדותו של אחד הנגדים משפיעה על המתח של הנגדים האחרים.

4. כאשר $r=0$ מתח ההדקים שווה לכא"מ, ללא תלות בזרם.

<https://mymoodle.youcubee.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3298>

ג.2 - שני צרכנים R_1 ו- R_2 מחוברים במקביל למקור מתח אידיאלי כמראה בתרשים הבא:



א- התנגדות שקולה R_T .

ב- עוצמת הזרם במעגל I .

ג- המתח על כל נגד U_{R1} ו- U_{R2} .

ד- מגדילים את התנגדותו של הנגד R_2 .

1. כיצד ישתנה המתח U_{R1} ?

2. כיצד ישתנה מתח ההדקים?

חוק אוהם
 $V = R \cdot I$

עקרונות מעגל מקבילי:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קירכהוף:
 $I = I_1 + I_2$

חוק המתחים של קירכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

א $R_T = 1.33\Omega$

ב $I = 9A$

ג $U_{R1} = 12V$

$U_{R2} = 12V$

ד.1- המתח על R_1 לא ישתנה.

ד.2- מתח ההדקים לא ישתנה.

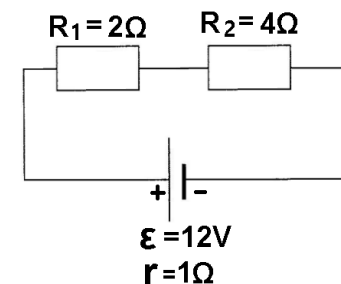
1. במעגל מקבילי כל הנגדים מחוברים ישירות למתח המקור, כך שהמתח על הצרכנים שווה למתח הדקי הסוללה ללא כל קשר להתנגדות הנגדים, לכן שינוי בהתנגדותו של אחד הצרכנים לא גורם לשינוי כל שהוא במתח או בזרם של הצרכנים האחרים.

2. כדי שהצרכנים בבית יוכלו לפעול ללא תלות האחד בשני, כל הצרכנים בבית מחוברים בחיבור מקבילי.

3. בחיבור מקבילי ההתנגדות השקולה קטנה מההתנגדות של כל אחד מהנגדים הנתונים.

<https://mymoodle.youcubee.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3299>

ג.3 - שני צרכנים R_1 ו- R_2 מחוברים בטור למקור מתח לא אידיאלי כמוראה בתרשים הבא:



א- התנגדות שקולה R_T .

ב- עוצמת הזרם במעגל I .

ג- המתח על כל נגד U_{R1} ו- U_{R2} .

ד- מגדילים את התנגדותו של הנגד R_2 .

1. כיצד ישתנה המתח U_{R1} ?

2. כיצד ישתנה מתח ההדקים?

חוק אוהם
 $V = R \cdot I$

עקרונות המעגל הסורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א - $R_T = 7\Omega$

ב - $I = 1.71A$

ג - $U_{R1} = 3.42V$

$$U_{R2} = 6.85V$$

ד.1- המתח על $R1$ יקטן.

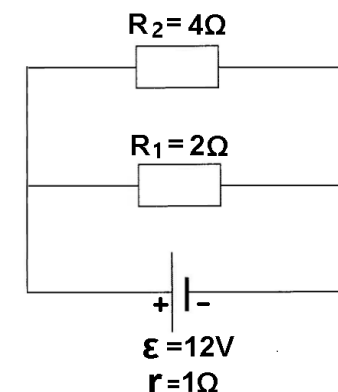
ד.2- מתח ההדקים יגדל.

1. ההתנגדות הפנימית מחוברת בטור לצרכנים. למרות ההתנגדות הפנימית המעגל נשאר מעגל טורי.

2. כאשר מקור המתח הוא לא אידיאלי, מביטוי מתח ההדקים, ניתן לראות שמתח ההדקים שונה מכא"מ הסוללה והוא תלוי בעוצמת הזרם.

<https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=300>

ג.4 - שני צרכנים R_1 ו- R_2 מחוברים במקביל למקור מתח לא אידיאלי כמוראה בתרשים הבא:



א- התנגדות שקולה R_T .

ב- עוצמת הזרם במעגל I .

ג- המתח על כל נגד U_{R1} ו- U_{R2} .

ד- מגדילים את התנגדותו של הנגד R_2 .

1. כיצד ישתנה מתח ההדקים?

2. כיצד ישתנה המתח U_{R1} ?

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קירכהוף:
$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קירכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

א - $R_T = 2.33\Omega$

ב - $I = 5.14A$

ג - $U_{R1} = 6.86V$

$U_{R2} = 6.86V$

ד.1- מתח ההדקים יגדל.

ד.2- המתח על R_1 יגדל.

1. הצרכנים וההתנגדות הפנימית של הסוללה מחוברים מחיבור מעורב.

בגלל ההתנגדות הפנימית המעגל לא נחשב למעגל מקבילי, שינוי בהתנגדות אחד הצרכנים יגרום לשינוי המתח והזרם בכל הצרכנים.

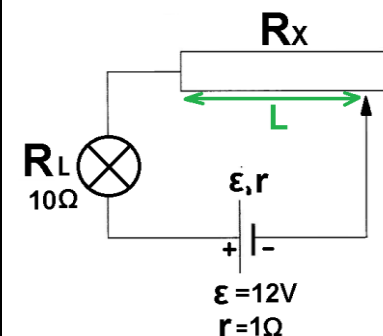
2. הצרכנים מחוברים במקביל אחד לשני, והם מחוברים להדקי מקור המתח, לכן המתח על הצרכנים זהה ושווה למתח ההדקים.

3. בהתאם לביטוי מתח ההדקים, מכיוון שהסוללה לא אידיאלית (יש לה התנגדות פנימית) מתח ההדקים שונה מכא"מ הסוללה.

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=301>

ג.5 - נתון מעגל טורי המורכב מסוללה לא אידיאלית, נורה ונגד משתנה.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



נתון כי המתח על הנורה צריך להיות 3V כדי שהנורה תפעל בצורה תקינה.

אורכו של הנגד המשתנה הוא 10 ס"מ והתנגדותו המקסימאלית היא 40Ω .

המרחק בין הקצה **השמאלי** של הריאוסטט לנקודת המגע מסומן ע"י האות L.

א- מה צריכה להיות התנגדותו של הנגד המשתנה R_x כדי שהנורה תפעל כנדרש.

ב- מה ערכו של L עבורו הנורה תפעל כנדרש?

ג- כדי שהנורה לא "תשרף", מאיזה קצה של הריאוסטט יש להתחיל את הזזת נקודת המגע, מהקצה הימני או מהקצה השמאלי?

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

מתח ההדקים

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- $R_x = 29\Omega$

ב- $L = 7.25 \text{ cm}$

ג- מהקצה הימני.

1. מתח גבוה מידי על הנורה עלול "לשרוף" את הנורה. במתח נמוך מידי הנורה לא תאיר.

יצרן הנורה מציין על הנורה את המתח הדרוש להפעלת הנורה בצורה תקינה (באורה המלא).

2. במעגל טורי, ניתן למצוא את הזרם במעגל באמצעות חוק אום על אחד הרכיבים.

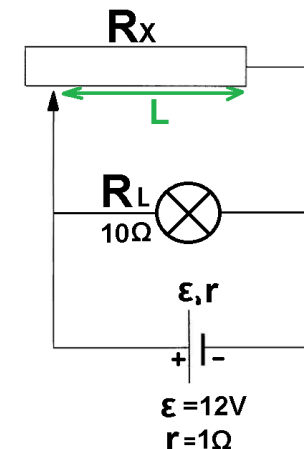
3. זרם גבוה יכול לגרום לנזקים ברכיבי המעגל. לכן, באופן כללי במעגלים בהם קיים נגד משתנה יש לשנות את התנגדותו מהתנגדות גבוהה לנמוכה ולא ההיפך.

4. התנגדות הריאוסטט תלויה ביחס ישר באורכו L.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=302>

ג.6 - נתון מעגל המורכב מסוללה לא אידיאלית, נורה ונגד משתנה.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



הנורה מיועדת למתח של 3V.

אורכו של הנגד המשתנה הוא 10 ס"מ והתנגדותו המקסימאלית היא 40Ω.

המרחק בין הקצה הימני של הריאוסטט לנקודת המגע מסומן ע"י האות L.

א- מה צריכה להיות התנגדותו של הנגד המשתנה R_x כדי שהנורה תפעל כנדרש.

ב- מה ערכו של L עבורו הנורה תפעל כנדרש?

ג- מאיזה קצה של הריאוסטט יש להזיז את נקודת המגע, מהקצה הימני או מהקצה השמאלי?

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:
$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

א- $R_x = 0.34 \Omega$

ב- $L = 0.085 \text{ cm}$

ג- מהקצה השמאלי.

1. התנגדות הנגד המשתנה קובעת את ההתנגדות השקולה.

ההתנגדות השקולה קובעת את עוצמת הזרם. ועוצמת הזרם קובעת את ערך מתח ההדקים.

מתח ההדקים שווה למתח על הנורה.

2. כדי למצוא את התנגדות הנגד R_x יש להניח שהמתח על הנורה הוא המתח הדרוש ובהתאם למתח זה למצוא את התנגדות הנגד המשתנה R_x .

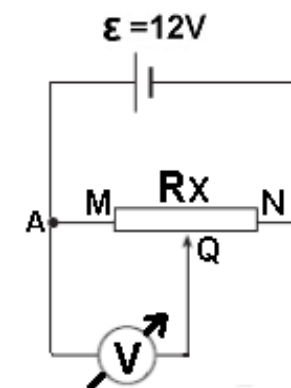
3. בסעיף זה ובסעיף הקודם נעשה שימוש במקור מתח זהה ובנורה זהה. אך מכיוון שהמעגלים שונים מבחינה חשמלית, התנגדות הנגד המשתנה R_x היא שונה.

4. לקביעת המיקום ההתחלתי של המגע הנייד, חשוב לשים לב שהנגד המשתנה מחובר בתצורה של ריאוסטט ולא פוטנציומטר.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=303>

7.ג - נתון מעגל המורכב מסוללה אידיאלית, מד מתח אידיאלי ונגד משתנה.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



אורכו של הנגד המשתנה הוא 10 ס"מ והתנגדותו המקסימאלית היא 40Ω.

נסמן את ההתנגדות בין נקודת המגע Q לנקודה M ב RQM. ואת ההתנגדות בין נקודת המגע Q לנקודה N ב RQN.

א- באיזה נקודה יש למקם את נקודת המגע Q כך שמד המתח יורה על המתח המינימאלי.

ב- באיזה נקודה יש למקם את נקודת המגע Q כך שמד המתח יורה על המתח המקסימאלי.

ג- חשב את ההתנגדות RQM עבורה מד המתח יורה על מתח של 3V.

ד- באיזה מרחק L מהנקודה M יש למקם את המגע הנייד כך שמד המתח יורה על מתח של 3V.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:
$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים מחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

א- בנקודה M.
ב- בנקודה N.

ג- $R_{QM} = 10\Omega$

הנחיות למציאת RQM:

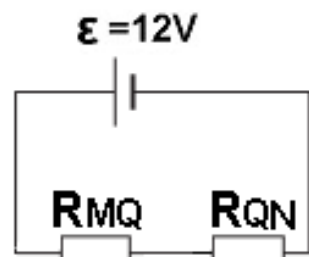
דרך א': יש להניח שהמתח על ההתנגדות RQM שווה ל 3V ובהתאם לזרם למצוא את ההתנגדות RQM.

דרך ב':
שתי משוואות בשני נעלמים: משוואה א' – סכום ההתנגדויות RQM ו-RQN שווה ל 40Ω. משוואה ב' – במעגל טורי יחס ההתנגדויות זהה ליחס המתחים, במקרה זה ההתנגדות RQN גדולה פי 3 מההתנגדות של RQM.

ד- $L = 2.5\text{cm}$

1. הנגד המשתנה מחובר בחיבור פוטנציומטר.

2. בגלל ההתנגדות האין סופית של מד המתח הזרם לא מתפצל, המעגל השקול למעגל הנתון הוא מעגל טורי, כפי שניתן לראות באיור הבא:



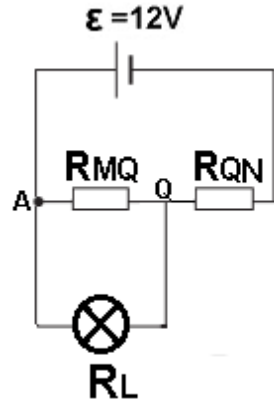
3. התנגדות ליחידת אורך של הנגד המשתנה היא 4Ω ל ס"מ, בהתאם להתנגדות RQM ולהתנגדות ליחידת אורך ניתן לחשב את האורך L הדרוש.

4. במעגל טורי, זרם זהה זורם דרך כל הנגדים. לכן מחוק אוהם יחס המתחים בנגדים שווה ליחס ההתנגדויות.

1. הנגד המשתנה מחובר בחיבור פוטנציומטר.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=304>

2. במקרה זה, מכיוון שהתנגדות הנורה היא לא אינסופית, הזרם מתפצל בצומת A ומתקבל מעגל מעורב, כפי שניתן לראות באיור הבא:



3. במקרה הקודם שינוי מיקום נקודת המגע לא השפיע על ההתנגדות השקולה. במקרה זה שינוי מיקום הגרר גורם לשינוי בהתנגדות השקולה ובהתאם גם לשינוי בזרם המקור.

$$R_{MQ} = 20\Omega$$

הנחיות למציאת R_{MQ} :

דרך א': שתי משוואות בשני נעלמים: משוואת זרמים (מחוק הצומת) בתלות בהתנגדויות. ומשוואה נוספת: סכום ההתנגדויות R_{MQ} ו- R_{QN} שווה 40Ω .

דרך ב': שתי משוואות משני נעלמים (בדומה לדרך ב' המופיעה בדף הקודם) ההתנגדות R_{QN} גדולה פי שלוש מהתנגדות השקולה של ההתנגדות R_{MQ} והנורה.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף: סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

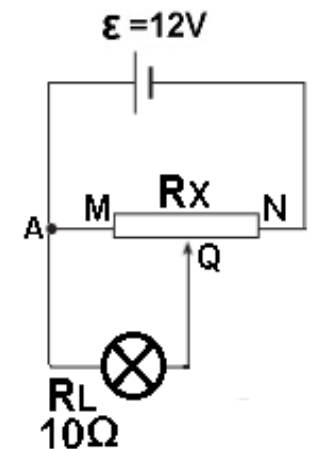
$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

חשב את ההתנגדות R_{MQ} של הנגד המשתנה עבורה המתח על הנורה יהיה $3V$.

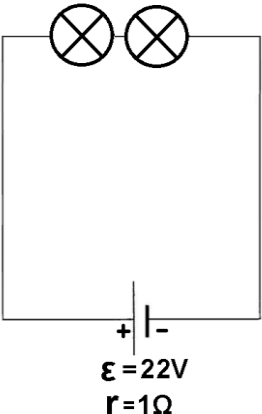
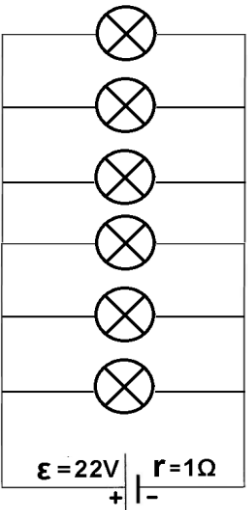
8.ג - נתון מעגל המורכב מסוללה אידיאלית, נורה ונגד משתנה.

הנורה מיועדת למתח של $3V$ והתנגדותה 10Ω .

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



אורכו של הנגד המשתנה הוא 10cm והתנגדותו המקסימאלית היא 40Ω .

https://moodle.youcubecol/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=316	הנורות מחוברות בטור, זרם זהה זורם דרך שלושת הנורות. יש למצוא את מספר הנורות עבורם יזרום זרם המתאים לפעולה התקינה של כל אחת מהנורות.	1- יש לחבר שתי נורות בטור כמוראה בתרשים הבא: 	חוק אוהם $V = R \cdot I$ עקרונות המעגל הטורי $R_T = R_1 + R_2 + \dots$ $\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$ $I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$ עקרונות מעגל מקבילי $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ $\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$ חוק הזרמים של קרכהוף: $I = I_1 + I_2$ חוק המתחים של קרכהוף: סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.	1- התלמיד מעוניין להשתמש ברכיבים אלו במעגל טורי, כך שכל הנורות תארנה באורן המלא. כמה נורות עליו לחבר בטור למקור המתח?	9.ג - לרשותו של תלמיד מספר נורות זהות ומקור מתח. מקור המתח הוא בעל כ"מ של 22V, והתנגדותו הפנימית 1Ω. התנגדותה של כל נורה 5Ω והמתח הדרוש להפעלתה באורה המלא הוא 10V.
	הנורות מחוברות במקביל למקור המתח, המתח על הנורות זהה ושווה למתח ההדקים. יש למצוא את מספר הנורות עבורם מתח ההדקים יהיה שווה למתח הדרוש לפעולה תקינה של כל אחת מהנורות.	2- יש לחבר שש נורות במקביל כמוראה בתרשים הבא: 		2 - התלמיד מעוניין להשתמש ברכיבים אלו במעגל מקבילי, כך שכל הנורות תארנה באורן המלא. כמה נורות עליו לחבר במקביל למקור המתח?	

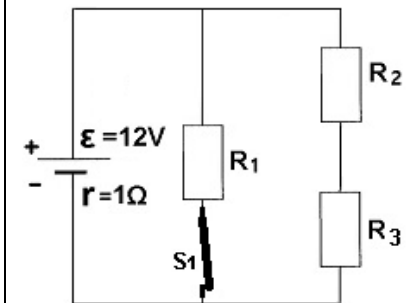
ד. מעגלים בחיבור מעורב

125

ד1 - נתון מעגל מעורב
המורכב מסוללה לא אידיאלית
מפסק סגור ושלושה נגדים
זהים.

התנגדות כל נגד 10Ω .

המעגל החשמלי מתואר
בתרשים הבא:



א- חשב את ההתנגדות
השקולה של המעגל.

ב- חשב את עוצמת זרם
המקור.

ג- חשב את מתח ההדקים.

ד- חשב את המתח על הנגד
 R_2 .

במעגל מעורב משתמשים
בעקרונות המעגל הטורי
והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:
$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה
שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- $R_T = 7.66\Omega$

ב- $I = 1.57A$

ג- $V_{ab} = 10.43V$

ד- $U_{R2} = 5.21V$

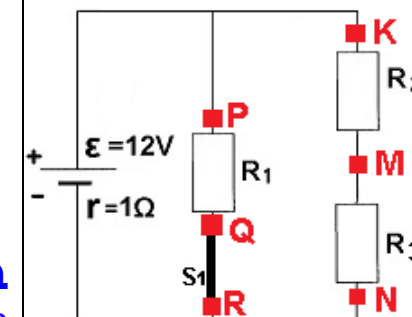
1. הנגדים R_2 ו- R_3 מחוברים
בטור, הנגד השקול של שני
נגדים אלו מחובר במקביל
לנגד R_1 .

הנגד השקול של שלושת
הנגדים מחובר בטור
להתנגדות הפנימית של
הסוללה.

2. המעגל השקול של מעגל
זה הוא מעגל מקבילי
המחובר למקור מתח לא
אידיאלי.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3317>

ד2 - על המעגל מהסעיף הקודם מוסיפים שש נקודות: P,Q,R,K,M,N



נסמן את מתח ההדקים ב V_{ab} .

הנח כי למעט התנגדות הנגדים וההתנגדות הפנימית, כל שאר ההתנגדויות במעגל זניחות.

א-קבע עבור כל אחת משלושת המשוואות של הפוטנציאלים הבאות אם היא נכונה או לא נכונה.

$$V_R = V_Q \quad 1.$$

$$V_P = V_Q \quad 2.$$

$$V_P = V_M \quad 3.$$

ב-קבע עבור כל אחת משלושת המשוואות של המתחים הבאות אם היא נכונה או לא נכונה.

$$V_{PQ} = V_{KM} + V_{MN} \quad 1.$$

$$V_{ab} = V_{QR} \quad 2.$$

$$V_{ab} = V_{PQ} \quad 3.$$

ג-דרג את הפוטנציאלים מהפוטנציאל הגבוה ביותר לפוטנציאל הנמוך ביותר.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א.1- נכון.

א.2- לא נכון.

א.3- לא נכון.

ב.1- נכון.

ב.2- לא נכון.

ב.3- נכון.

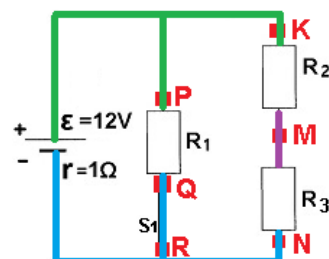
$$V_K > V_M > V_N \quad \text{ג.}$$

$$V_P = V_K$$

$$V_Q = V_R = V_N$$

1. בכל המעגל יש רק שלושה פוטנציאלים שונים.

במעגל הבא מתוארים שלושת הפוטנציאלים השונים בשלושה צבעים שונים: ירוק, סגול וכחול.



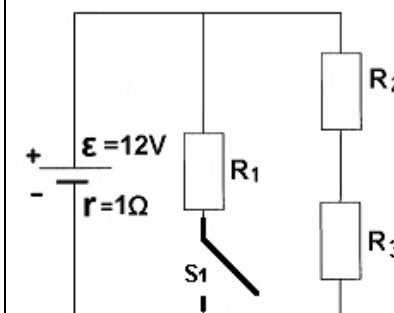
בכל נקודה במוליכים המסומנים בירוק יש פוטנציאל זהה, הפוטנציאל הגבוה ביותר.

בכל נקודה במוליכים המסומנים בכחול יש פוטנציאל זהה, הפוטנציאל הנמוך ביותר.

בכל נקודה במוליך הסגול יש פוטנציאל זהה, פוטנציאל ביניים.

2. בהתאם למתח המקור ומתחי הצרכנים, כדי למצוא

3.ד - פותחים את המפסק
במעגל המופיע בסעיף הקודם.



א- כיצד ישתנה ערכו של מתח ההדקים כתוצאה מפתיחת המפסק?
השתדלו לנמק ללא חישוב.

ב- כיצד ישתנה המתח על הנגד R2 כתוצאה מפתיחת המספק?

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- מתח ההדקים יגדל.

ב- המתח על הנגד R2 יגדל.

את הפוטנציאל בכל נקודה במעגל מספיק לדעת את ערך הפוטנציאל בנקודה אחת במעגל.

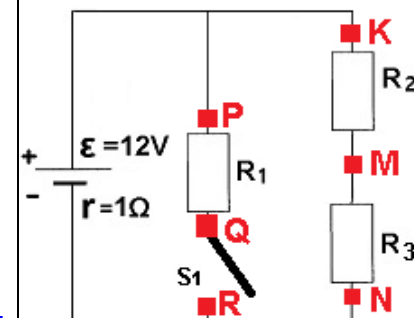
כתוצאה מפתיחת המפסק מתקבל מעגל טורי.

ההתנגדות השקולה של המעגל גדלה וזרם המקור יקטן.

אומנם זרם המקור קטן יותר אך הוא לא מתפצל. כול זרם המקור יזרום דרך R2. לכן המתח על 2R יגדל.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3319>

ד.4 - על המעגל מהסעיף הקודם מוסיפים את ששת הנקודות: P,Q,R,K,M,N



נסמן את מתח ההדקים ב V_{ab} .

א- קבע עבור כל אחת מהמשוואות של הפוטנציאלים הבאות אם היא נכונה או לא נכונה.

$$V_R = V_Q \quad 1.$$

$$V_P = V_Q \quad 2.$$

$$V_P = V_M \quad 3.$$

ב- קבע עבור כל אחת מהמשוואות של המתחים הבאות אם היא נכונה או לא נכונה.

$$V_{PQ} = V_{KM} + V_{MN} \quad 1.$$

$$V_{ab} = V_{QR} \quad 2.$$

$$V_{ab} = V_{PQ} \quad 3.$$

ג- דרג את הפוטנציאלים בנקודות, מהפוטנציאל הגבוה ביותר לפוטנציאל הנמוך ביותר.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א.1- לא נכון.

א.2- נכון.

א.3- לא נכון.

ב.1- לא נכון.

ב.2- נכון.

ב.3- לא נכון.

ג.

$$V_K > V_M > V_N$$

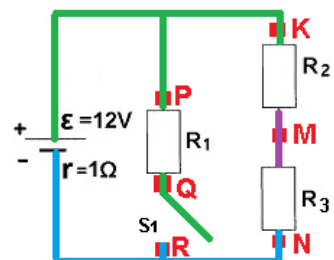
$$V_P = V_K = V_Q$$

$$V_R = V_N$$

1. כתוצאה מפתחת המפסק מתקבל מעגל טורי.

2. גם לאחר פתיחת המפסק קיימים במעגל שלושה פוטנציאלים שונים.

במעגל הבא מתוארים שלושת הפוטנציאלים השונים בשלושה צבעים שונים: ירוק, סגול וכחול.



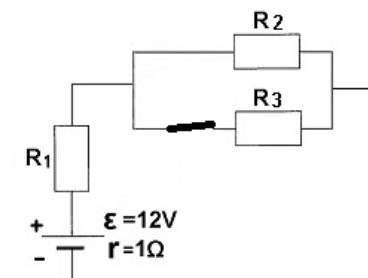
3. כאשר המפסק סגור הפוטנציאל בנקודה Q שווה לפוטנציאל ההדק השלילי של הסוללה.

וכאשר המפסק פתוח, לא זורם זרם דרך R_1 , המתח על R_1 שווה לאפס.

הפוטנציאל בנקודה Q יהיה שווה לפוטנציאל ההדק החיובי של הסוללה.

ד5 - נתון מעגל מעורב המורכב מסוללה לא אידיאלית מפסק סגור ושלושה נגדים זהים. התנגדות כל נגד 10Ω .

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



א- חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

ג- חשב את מתח ההדקים.

ד - חשב את המתח על הנגד R_2 .

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

א- $R_T = 16\Omega$

ב- $I = 0.75A$

ג- $V_{AB} = 11.25V$

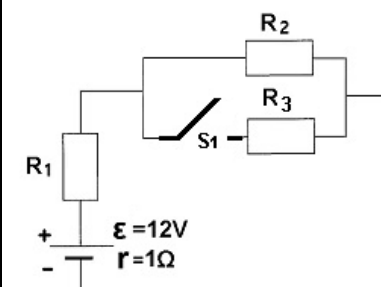
ד- $U_{R2} = 3.75V$

1. הנגדים R_2 ו- R_3 מחוברים במקביל, הנגד השקול של שני נגדים אלו מחובר בטור לנגד R_1 .

2. המעגל השקול של מעגל זה הוא מעגל טורי המחובר למקור מתח לא אידיאלי.

<https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3321>

ד.6 - פותחים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם.



א- כיצד ישתנה ערכו של מתח ההדקים כתוצאה מסגירת המפסק? השתדלו לנמק ללא חישוב.

ב- כיצד ישתנה המתח על הנגד **R2** כתוצאה מסגירת המספק?

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הסורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א - מתח ההדקים יגדל.

ב- המתח על הנגד **R2** יגדל.

1. כתוצאה מפתיחת המפסק מתקבל מעגל טורי.

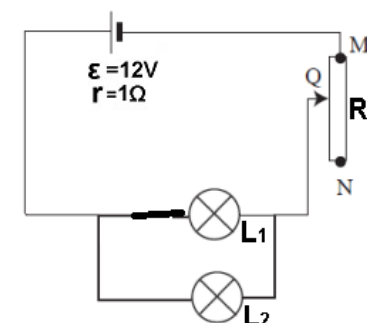
ההתנגדות השקולה של המעגל גדלה וזרם המקור יקטן. אך הזרם לא מתפצל. כול זרם המקור יזרום דרך R2.

2. כדי לענות על סעיף ב' יש לבצע חישוב.

<https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3322>

7.ד - נתון מעגל מעורב המורכב מסוללה לא אידיאלית, שתי נורות זהות ונגד משתנה R_x .

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



התנגדות של כל נורה 6Ω , והיא מיועדת למתח של $3V$.

תלמיד מזיז את נקודת המגע Q מקצה הנגד המשתנה ועד לנקודה בה האורות מאירות באורן המלא.

א - מאיזה קצה על התלמיד להתחיל בהזזת נקודת המגע Q, מהקצה M או מהקצה N?

ב - חשב את התנגדות הנגד המשתנה כאשר הנורות מאירות באורן המלא.

ג - חשב את ערך מתח הדקים.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:
$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

א - יש להזיז את נקודת המגע מהקצה N.

ב - $R_x = 8\Omega$

ג - $V_{AB} = 11V$

1. חשוב להבחין בתצורת חיבור הנגד המשתנה, במקרה זה הוא מחובר בתצורת ריאוסטט ולא בתצורת פוטנציומטר.

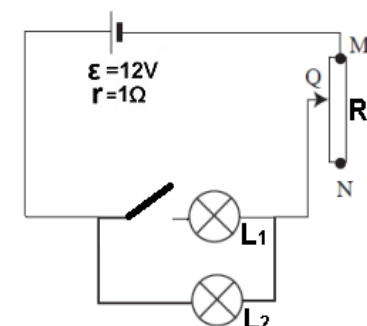
2. הנורות מחוברות אחת לשנייה במקביל, המעגל השקול של מעגל מעורב זה הוא מעגל טורי המחובר למקור מתח לא אידיאלי.

3. יש לשנות את מיקום נקודת המגע כך שהזרם יתחיל מעוצמה מינימאלית ויגדל עד לערך הדרוש. אחרת, אם הזרם יתחיל מערך מקסימאלי הנורות עלולות להישרף.

4. כדי שהנורה תפעל בצורה תקינה המתח על הנורה צריך להיות $3V$. לכן, כדי למצוא את התנגדות הנגד המשתנה שבה הנורות יאירו באורן המלא, יש להניח שהמתח על כל נורה הוא $3V$.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3323>

ד8. - פותחים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם.



התנגדות של כל נורה 6Ω , והיא מיועדת למתח של $3V$.

א- לאיזה כיוון יש להזיז את נקודת המגע Q , (לאחר פתיחת המפסק) כדי שהנורה $L2$ תאיר באורה המלא, לאחר פתיחת המפסק.

ב- כיצד ישתנה מתח ההדקים כתוצאה מפתיחת המפסק?

ג- האם כתוצאה מפתיחת המפסק הנורה עלולה להישרף?

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
 סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- לכיוון הקצה N .

ב- מתח ההדקים יגדל.

ג- כן.

1. כתוצאה מפתיחת המפסק מתקבל מעגל טורי. בו הנורה $L1$ מנותקת מהמעגל.

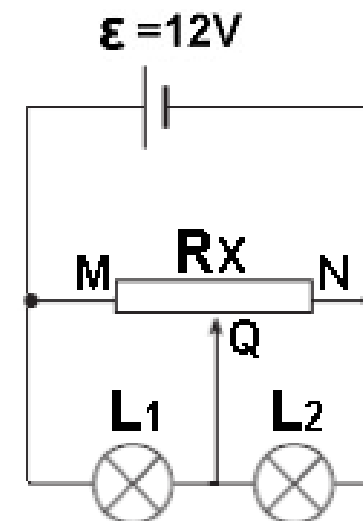
2. התנגדות הנורות לא משתנה כתוצאה מפתיחת המפסק. ההתנגדות השקולה משתנה מכיוון שהמעגל החשמלי משתנה ממעגל מעורב למעגל טורי.

3. פתיחת המפסק גורמת להגדלת ההתנגדות השקולה, לכן זרם המקור קטן. אך הפעם הוא לא מתפצל, כולו זורם דרך הנורה $L2$.

4. פתיחת המפסק גורמת לשינויים רבים ובקלות ניתן להגיע למסקנות שגויות. לכן, מומלץ לחשב את התנגדות הנגד המשתנה לאחר פתיחת המפסק. ובהתאם להחליט כיצד לשנות את מיקום נקודת המגע Q .

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3324>

9. ד - נתון מעגל חשמלי המורכב מסוללה אידיאלית, שתי נורות זהות, ונגד משתנה R_X . המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



התנגדותו המקסימאלית של הנגד המשתנה היא 20Ω .

התנגדות כל נורה 5Ω , והיא מיועדת למתח של $6V$.

נקודת המגע Q ממוקמת באמצע הנגד המשתנה.

א - חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.

ב - האם הנורות יאירו באורן המלא?

ג - זמן רב לאחר הפעלת המעגל הנורה L_2 "נשרפה" (נוצר נתק האם המתח על נורה L_1 יגדל יקטן או לא ישתנה?

ד - תלמיד חיבר מוליך בין הדקי הנורה L_2 (נוצר קצר על הנורה השרופה). האם המתח על נורה L_1 יגדל יקטן או לא ישתנה?

ה - מחזירים את המעגל לקדמותו, מחליפים את הנגד המשתנה בנגד משתנה אחר שהתנגדותו המקסימאלית היא 200Ω , האם הנורות יאירו באורן המלא?

ו - מחליפים את הסוללה בסוללה לא אידיאלית, האם הנורות יאירו באורן המלא?

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א - $R_T = 6.66\Omega$

ב - כן, המתח על כל נורה יהיה $6V$.

ג - המתח יקטן.

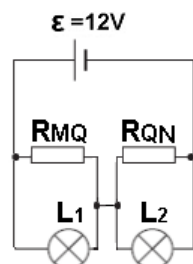
ד - המתח יגדל.

ה - כן.

ו - לא.

1. הנגד המשתנה מחובר בתצורה של פוטנציומטר.

2. מעגל שקול למעגל הנתון מתואר בתרשים הבא:



בצד הימני: $L1$ ו- R_{MQ} מחוברים במקביל.
בצד השמאלי: $L2$ ו- R_{QN} מחוברים במקביל.

3. מטעמי סימטריה המתח בכל צד (ובכל נורה) זהה ושווה $6V$.

4. נורה שרופה היא נורה הנמצאת במצב של נתק.

5. כשנורה $L2$ בנתק התנגדות הצד הימני גדולה יותר, וכאשר נורה $L2$ בקצר אין התנגדות בצד הימני.

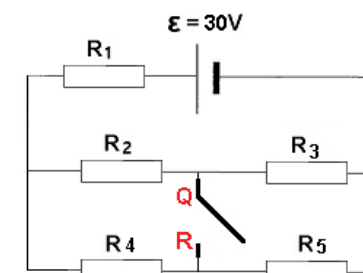
6. שינוי ערך התנגדות הנגד המשתנה לא תשפיע על הסימטריה, לכן לא תשפיע על המתחים בנורות.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3325>

ד. 10 - נתון מעגל חשמלי המורכב מסוללה אידיאלית חמישה נגדים זהים ומפסק פתוח.

התנגדותו של כל נגד 10Ω , כא"מ הסוללה $30V$.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



א- חשב את ההתנגדות השקולה.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

ג- חשב את המתח על R_1 .

ד- חשב את המתח בין הדקי המפסק הפתוח.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- $R_T = 20\Omega$

ב- $I = 1.5A$

ג- $U_{R1} = 15V$

ד- $V_{QR} = 0V$

1. המעגל השקול למעגל הנתון הוא מעגל טורי.

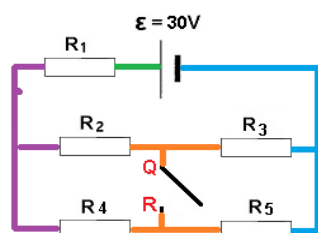
הנגדים R_2 ו- R_3 מחוברים בטור. והנגדים R_4 ו- R_5 מחוברים בטור.

ההתנגדות השקולה של R_2 ו- R_3 מחוברת במקביל להתנגדות השקולה של R_4 ו- R_5 .

2. בד"כ בין קצותיו של מפסק פתוח הפרש הפוטנציאלים שונה מאפס.

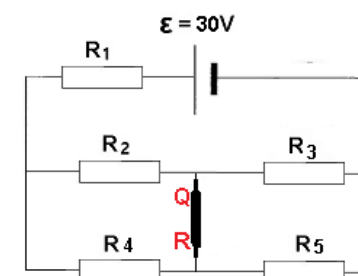
במקרה מיוחד זה קיים פוטנציאל זהה בשני צידי המפסק, לכן הפרש הפוטנציאלים שווה לאפס.

3. באיור הבא מתוארים הפוטנציאלים השונים בצבעים שונים:



<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3326>

ד.11 - סוגרים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם



א- חשב את ההתנגדות השקולה.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

ג-חשב את המתח על R1.

ד- חשב את המתח בין הדקי המפסק הסגור.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:
$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- $R_T = 20\Omega$

ב- $I = 1.5A$

ג- $U_{R1} = 15V$

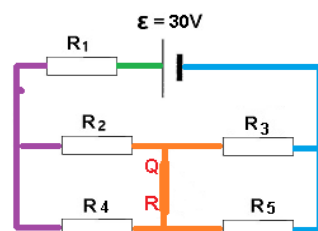
ד- $V_{QR} = 0V$

1. המעגל השקול למעגל הנתון הוא מעגל טורי.

2. במקרה זה סגירת המפסק לא משנה את ההתנגדות השקולה. לכן, גם עוצמת זרם המקור לא משתנה.

סגירת המפסק אומנם לא משנה את ההתנגדות השקולה, אך היא כן משנה את התצורה החשמלית של המעגל.

3. באיור הבא מתוארים הפוטנציאלים השונים בצבעים שונים:



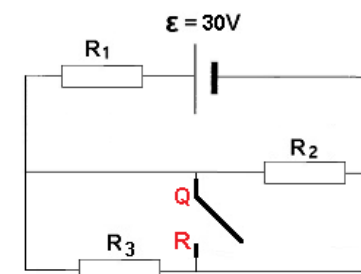
4. מכיוון שאין הפרש פוטנציאלים בין הנקודה Q לנקודה R, לא זורם זרם דרך המפסק.

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3327>

ד. 12 - נתון מעגל חשמלי המורכב מסוללה אידיאלית שלושה נגדים זהים ומפסק פתוח.

התנגדותו של כל נגד 10Ω , כא"מ הסוללה $30V$.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



א- חשב את ההתנגדות השקולה.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

ג- חשב את המתח על $R1$.

ד- חשב את המתח בין הדקי המפסק הפתוח.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
$$V = R \cdot I$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- $R_T = 15\Omega$

ב- $I = 2A$

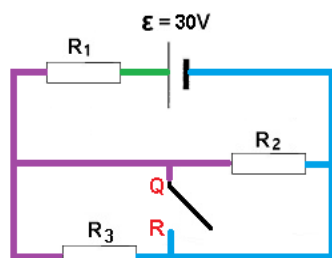
ג- $U_{R1} = 20V$

ד- $V_{QR} = 10V$

1. המעגל השקול למעגל הנתון הוא מעגל טורי.

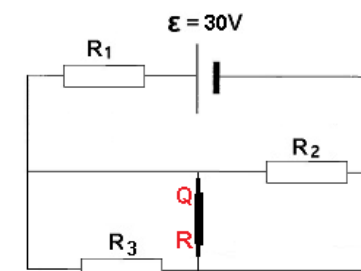
הנגדים $R2$ ו- $R3$ מחוברים במקביל, ההתנגדות השקולה שלהם מחוברת בטור ל $R1$.

2. באיור הבא מתוארים הפוטנציאלים השונים במעגל בצבעים שונים.



<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3328>

ד.13 - סוגרים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם.



א- חשב את ההתנגדות השקולה.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

ג- חשב את המתח על R_1 .

ד- חשב את המתח בין הדקי המפסק הפתוח.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = R \cdot I$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- $R_T = 10\Omega$

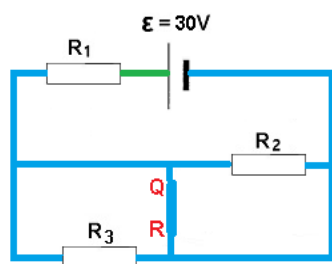
ב- $I = 3A$

ג- $U_{R1} = 30V$

ד- $V_{QR} = 0V$

1. כתוצאה מסגירת המפסק הנגדים R_3 ו- R_2 מקוצרים. ההתנגדות השקולה של המעגל היא רק התנגדותו של הנגד R_1 .

2. באיור הבא מתוארים הפוטנציאלים השונים בעזרת צבעים שונים.



3. בכל מעגל חשמלי הפרש הפוטנציאלים בין הדקיו של מפסק סגור שווה לאפס.

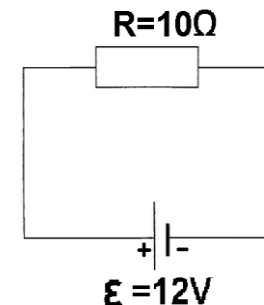
<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3329>

ה. הספק ונצילות

138

ה.1 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ומקור מתח אידיאלי. ($r=0\Omega$)

המעגל מתואר בתרשים הבא:



א- מצא את המתח על הצרכן.

ב- חשב את עוצמת הזרם דרך הצרכן.

ג- חשב את הספק הצרכן. בעזרת כל אחד משלושת הביטויים הבאים:

$$P_R = V \cdot I$$

$$P_R = \frac{V^2}{R}$$

$$P_R = I^2 \cdot R$$

ד- חשב את הספק מקור המתח.

ה- חשב את נצילות המעגל.

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול

$$P = V \cdot I$$

הגדרת הנצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

א- $U_R = 12V$

ב- $I = 1.2A$

ג- $P_R = 14.4W$

ד- $P_{\text{מקור}} = 14.4W$

ה- $\eta = 100\%$

1. מביטוי מתח ההדקים :

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

מתח ההדקים של הסוללה שווה לכא"מ הסוללה, מכיוון שאין לסוללה התנגדות פנימית.

2. לחישוב הספק הצרכן ניתן להשתמש בחוק ג'אול:

$$P_R = V \cdot I$$

או בחוק ג'אול המורחב:

$$P_R = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$$

מומלץ להכיר את כל האפשרויות לחישוב ההספק.

3. את הספק המקור ניתן לחשב רק בעזרת חוק ג'אול.

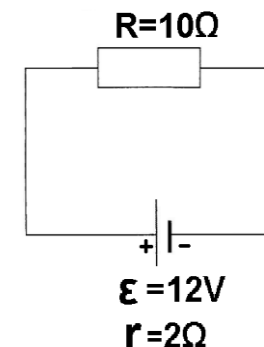
$$P_{\text{מקור}} = \varepsilon \cdot I$$

4. לסוללה אידיאלית אין התנגדות פנימית, היא לא מתחממת. כל האנרגיה המושקעת על ידי המקור מגיעה לצרכן. נצילות המעגל היא 100 אחוז.

<https://mymoodle.youcubec.o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=330>

ה.2 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ומקור מתח לא אידיאלי.

המעגל מתואר בתרשים הבא:



א- חשב את עוצמת הזרם דרך הצרכן.

ב- מצא את המתח על הצרכן.

ג- חשב את הספק הצרכן.

ד- חשב את הספק ההתנגדות הפנימית של הסוללה.

ה- חשב את הספק מקור המתח.

ו- חשב את נצילות המעגל בעזרת כל אחד משלושת הביטויים הבאים:

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

$$\eta = \frac{R}{R+r}$$

$$\eta = \frac{V_{ab}}{\varepsilon}$$

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול

$$P = V \cdot I$$

הגדרת הנצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

א- $I = 1A$

ב- $U_R = 10V$

ג- $P_R = 10W$

ד- $P_r = 2W$

ה- $P_{\text{מקור}} = 12W$

ו- $\eta = 83.33\%$

1. מביטוי מתח ההדקים:

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

מתח ההדקים קטן מכא"מ הסוללה, מכיוון שהסוללה לא אידיאלית.

2. הסוללה מתחממת בגלל התנגדותה הפנימית. האנרגיה הגורמת להתחממות הסוללה מוגדרת כאנרגיה מבוצעת.

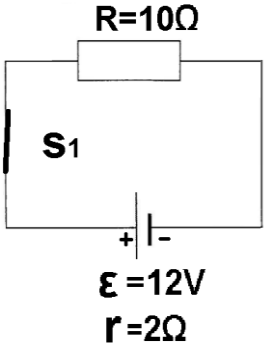
3. הספק הצרכן מתאר את קצב ביצוע עבודת הצרכן. במעגל החשמלי עבודת הצרכן מוגדרת כאנרגיה המתקבלת.

4. הספק מקור המתח מתאר את קצב ביצוע העבודה של מקור המתח, עבודת מקור המתח היא הנעת מטענים במעגל בין הדקי המקור. עבודת מקור המתח מוגדרת כאנרגיה מושקעת.

5. כדי לייצג את הנצילות באחוזים יש להכפיל את היחס המתקבל ב 100%.

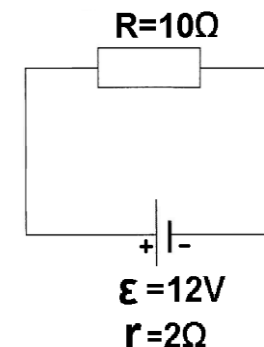
<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=331>

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=331>

o.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=332	1. בכל ביטויי הנצילות אין תלות בזמן פעולת המעגל, זמן פעולת המעגל אינו משפיע על נצילות המעגל. כמות האנרגיה המושקעת תלויה ביחס ישר במשך זמן פעולת המעגל. גם כמות האנרגיה המתקבלת תלויה ביחס ישר במשך זמן פעולת המעגל. לכן היחס בין שתי אנרגיות אלו לא תלוי בזמן פעולת המעגל. 2. בדפי הנוסחאות מופיע רק ביטוי הנצילות בתלות ביחס ההספקים. ביטויי הנצילות האחרים לא מופיעים בדפי הנוסחאות. חשוב להכיר את כל ביטויי הנצילות ולדעת לפתח אותם. הנושא נלמד בהרחבה בקיוב 43: https://mymoodle.youcube.co.il/mod/quiz/view.php?id=643	א- נצילות המעגל לא תלויה בזמן פעולת המעגל. ב- $E_R = 1,800J$ ג- $E_{מקור} = 2160J$ ד- $\eta = 83.33\%$	חוק אוהם $V = R \cdot I$ הגדרת ההספק $P = \frac{W}{t}$ חוק ג'אול $P = V \cdot I$ הגדרת הנצילות $\eta = \frac{P_{eff}}{P_{in}}$	א- כיצד משתנה נצילות המעגל כתלות בזמן פעולת המעגל. ב- חשב את האנרגיה המתקבלת בצרכן, כל זמן פעולת המעגל? ג- חשב את האנרגיה המושקעת על ידי מקור המתח, כל זמן פעולת המעגל? ד- חשב את נצילות המעגל בעזרת היחס שבין האנרגיה המתקבלת לאנרגיה המושקעת. $\eta = \frac{E_{מתקבלת}}{E_{מושקעת}}$	ה.3 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן, מפסק ומקור מתח לא אידיאלי. המעגל מתואר בתרשים הבא:  המעגל פועל במשך שלוש דקות. לאחר שלוש דקות המפסק נפתח ופעולת המעגל מופסקת.
---	--	---	--	--	--

ה.4 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ומקור מתח לא אידיאלי.

המעגל מתואר בתרשים הבא:



תלמיד חישב את הספק הצרכן ומצא שהספקו 10W.

א- התלמיד מעוניין להגדיל את הספק הצרכן.

לשם כך הוא מתכוון לשנות את התנגדות הצרכן.

האם עליו להגדיל את התנגדות הצרכן או להקטין אותה?

ב- מצא את התנגדות הצרכן עבורה הספק הצרכן יהיה מקסימאלי.

ג- האם כאשר הספק הצרכן הוא מקסימאלי נצילות המעגל היא מקסימאלית?

ד- האם כאשר הספק הצרכן הוא מקסימאלי, הזרם הזורם במעגל הוא הזרם המקסימאלי שהסוללה יכולה לספק?

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול

$$P = V \cdot I$$

הגדרת הנצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

א- יש להקטין את התנגדות הצרכן.

ב- $R=2\Omega$

ג- לא .

ד- לא.

הספק הצרכן גדול יותר ככל שהתנגדותו קרובה יותר להתנגדות הפנימית של הסוללה.

הוכחה: הספק הצרכן שווה למכפלת מתח ההדקים בזרם. ביטוי הספק הצרכן הוא:

$$P_R = (\varepsilon - I \cdot r) \cdot I$$

$$P_R = \varepsilon \cdot I - I^2 \cdot r$$

מביטוי זה ניתן לראות שבגרף הספק הצרכן בתלות בזרם, מתקבלת פרבולה הפוכה.

אם נגזור את הביטוי ונשווה אותו לאפס, נמצא את "נקודת הקיצון" זרם שבו ההספק הוא מקסימאלי. ביטוי זרם זה הוא:

$$I = \frac{\varepsilon}{2 \cdot r}$$

חוק אוהם על כל המעגל הוא:

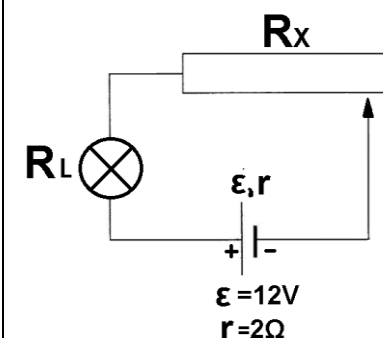
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R}$$

מכיוון ששני הביטויים מתקיימים, ההספק הוא מקסימאלי, כאשר: $R=r$.

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=333>

ה.5 - על נורה מופיע הכיתוב $3V/0.9W$

תלמיד מעוניין להפעיל את הנורה בעזרת סוללה לא אידיאלית בעלת כ"מ של 12V, לשם כך התלמיד משתמש בריאוסטט כמתואר בתרשים הבא:



א- מה המשמעות של הכיתוב $3V/0.9W$

ב- חשב את התנגדות הנורה?

ג- חשב את התנגדות הנגד המשתנה עבורה הנורה תאיר באורה המלא.

ד- קובעים את התנגדותו של הנגד המשתנה לערך שמצאת בסעיף ג', כך שהנורה מאירה באורה המלא.
חשב במצב זה, את כל ההספקים המתקבלים במעגל והראה שסכומם שווה להספק המקור.

ה- באיזה סוג מעגל ההספק המושקע על ידי המקור שווה לסכום ההספקים המתקבלים במעגל.

ו- חשב את נצילות המעגל, כאשר הנורה מאירה באורה המלא. (התייחס רק להספק הנורה כהספק המתקבל).

הגדרת הנצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

$$\eta = \frac{R}{r + R}$$

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול

$$P = V \cdot I$$

א- הנורה מיועדת למתח של 3V, כאשר המתח על הנורה הוא 3V הספק הנורה 0.9W

$$R_L = 10\Omega \text{ ב-}$$

$$R_x = 28\Omega \text{ ג-}$$

$$P_{RX} = 2.52W \text{ ד-}$$

$$P_{RL} = 0.9W$$

$$P_r = 0.18 W$$

$$P_{\text{מקור}} = 3.6W$$

$$P_{\text{מקור}} = P_r + P_{RL} + P_{RX}$$

ה- בכל מעגל.

$$\eta = 25\% \text{ ו-}$$

1. גם בשאלות הבגרות מופיעים רק ערכי המתח וההספק של הנורה, יש לחשב את התנגדות הנורה בעזרת חוק ג'אול המורחב.

2. משיקולי שימור אנרגיה, האנרגיה המוענקת ע"י מקור המתח שווה לסכום כל האנרגיות המתקבלות במעגל.

3. התלמיד משתמש בנגד המשתנה כדי שהמתח על הנורה יהיה 3V כנדרש. עבודת הנגד המשתנה נחשבת כאנרגיה מבוצעת. (בדומה להתנגדות הפנימית של הסוללה).

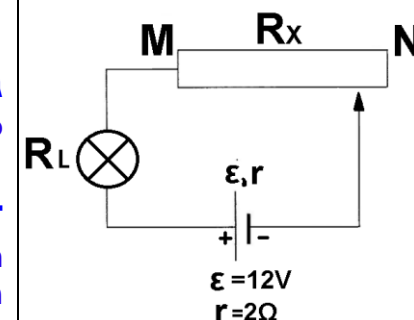
4. במקרה זה לא ניתן לחשב את הנצילות מהיחס שבין מתח ההדקים לכא"מ הסוללה מכיוון שהנגד המשתנה לא נחשב כצרכן.

5. כדי להשתמש בביטוי הנצילות בתלות ב r ו R יש להתייחס להתנגדות הנגד המשתנה כאל התנגדות פנימית.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=334>

ה.6 - תלמיד השתמש במעגל המופיע בסעיף הקודם, הוא קבע את התנגדות הנגד המשתנה ל 28Ω .

במצב זה המתח על הנורה היה 3V והספק הנורה 0.9W, בהתאם להוראות היצרן.



א- התלמיד מעוניין להגביר במעט את הספק הנורה.

לאיזה כיוון עליו להזיז את המגע הנייד? לכיוון הקצה M או לכיוון הקצה N?

ב- חשב את התנגדות הנגד המשתנה עבורה הספק הנורה יהיה 1W.

ג- חשב את המתח על הנורה כאשר הספקה 1W?

ד- האם נצילות המעגל תגדל תקטן או לא תשתנה כתוצאה מהזזת המגע הנייד?

ה- חשב את נצילות המעגל במצב החדש.

הגדרת הנצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

$$\eta = \frac{R}{r + R}$$

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול

$$P = V \cdot I$$

א- לכיוון הקצה M.

ב- $R_x = 25.94\Omega$

ג- $U_{RL} = 3.16V$

ד- נצילות המעגל תגדל.

ה- $\eta = 26.3\%$

1. במקרה זה הזזת המגע הנייד לקצה M גורמת להקטנת התנגדות הנגד המשתנה, כתוצאה מכך ההתנגדות השקולה תקטן והזרם במעגל יגדל. מביטוי חוק ג'אול המורחב

$$P_R = I^2 \cdot R$$

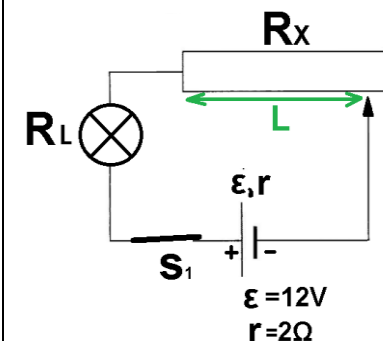
כאשר הזרם דרך הנורה גדל גם הספקה גדל.

2. מתח מעט גדול מהמתח הדרוש לנורה יגרום לנורה להאיר באור מעט חזק יותר, מכיוון שהיא עובדת במתח גדול מהמתח אליו היא מיועדת, אולם היא "תשרף" יותר מהר.

3. הגדלת הספק הנורה לא משפיעה על התנגדותה. (בפועל ככל שהנורה חמה יותר כך התנגדותה גדלה, אך אנחנו לא עוסקים בשינוי התנגדות הנורה).

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=335>

ה.7 - מוסיפים למעגל המופיע בסעיפים הקודמים מפסק S1 כמתואר בתרשים הבא:



תלמיד קבע את התנגדות הנגד המשתנה 28Ω , כדי שהמתח על הנורה יהיה 3V והנורה תאיר באורה המלא.

המעגל פועל במשך שלוש דקות.

לאחר שלוש דקות המפסק נפתח ופעולת המעגל מופסקת.

א- חשב את כמות החום Q המתפתחת בסוללה בזמן פעולת המעגל.

ב- חשב את כמות החום Q_{RX} המתפתח בנגד המשתנה בזמן פעולת המעגל.

ג- חשב את עבודת הנורה.

ד- חשב את עבודת מקור המתח W כל זמן פעולת המעגל.

הגדרת הנצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

$$\eta = \frac{R}{r + R}$$

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול

$$P = V \cdot I$$

$$\text{א- } Q = 32.4 \text{ J}$$

$$\text{ב- } Q_{\text{RX}} = 453.6 \text{ J}$$

$$\text{ג- } W = 162 \text{ J}$$

$$\text{ד- } W = 648 \text{ J}$$

1. בהתאם לסוג עבודת הצרכנים הם ממירים את האנרגיה החשמלית לצורות שונות של אנרגיה.

כך למשל, גוף חימום ממיר אנרגיה חשמלית לאנרגיית חום, והנורה ממירה אנרגיה חשמלית לאור.

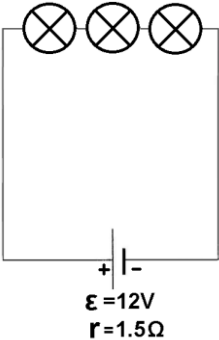
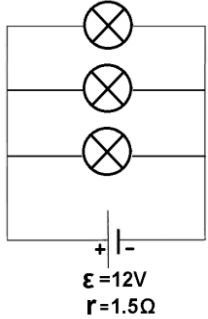
2. ההספק מתאר את כמות העבודה המבוצעת על ידי הצרכן בשנייה ללא כל קשר לסוג עבודת הצרכן.

3. מבחינה מעשית לא כל האנרגיה המגיעה לצרכן מגיעה לייעודה. לדוגמה נורה לא רק פולטת אור היא גם מתחממת.

באופן כללי, שאלות הבגרות עוסקות בצרכנים אידיאליים, צרכנים שכל האנרגיה המושקעת בהם מגיעה לייעודה.

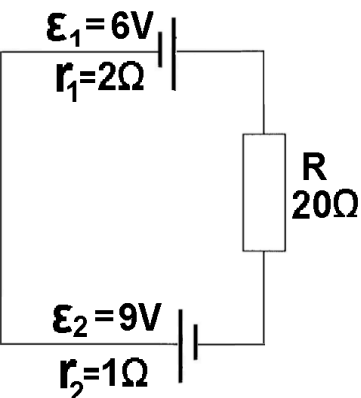
4. כמות העבודה המושקעת על ידי מקור המתח בזמן מסוים שווה לסכום כל העבודות המתקבלות באותו זמן.

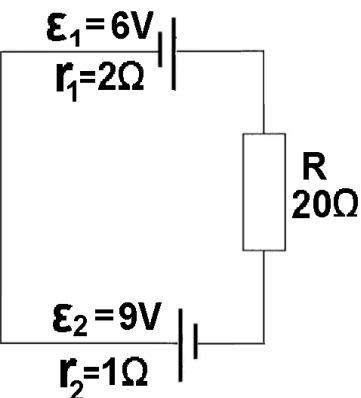
<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=336>

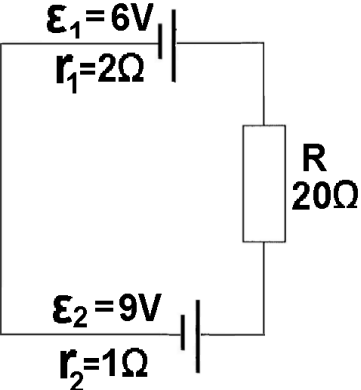
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=337	ה.8 - לרשותו של תלמיד מוליכים שהתנגדותם זניחה, מספר נורות זהות, ומקור מתח לא אידיאלי. התנגדות כל נורה 1.5Ω, המתח הדרוש להפעלת הנורה באורה המלא הוא $3V$ כא"מ מקור המתח הוא $12V$, והתנגדותו הפנימית 1.5Ω.	א- יש לחבר שלוש נורות בטור כמוראה בתרשים הבא: 	הגדרת הנצילות $\eta = \frac{P_{eff}}{P_{in}}$ $\eta = \frac{R}{r + R}$	א- התלמיד מעוניין להשתמש ברכיבים אלו במעגל טורי, כך שכל הנורות תארנה באורן המלא. כמה נורות עליו לחבר בטור למקור המתח?	
	הנורות מחוברות במקביל למקור המתח, המתח על הנורות זהה ושווה למתח ההדקים. יש למצוא את מספר הנורות עבורם מתח ההדקים יהיה שווה למתח הדרוש לפעולה תקינה של כל אחת מהנורות. 2. בשני המקרים מספר הנורות הוא זהה, למרות שמבחינה חשמלית המעגלים שונים. בשני המעגלים ההספק המתקבל הוא זהה, הספק המקור במעגל המקבילי הוא גדול יותר, לכן נצילות המעגל המקבילי קטנה יותר.	ב- יש לחבר שלוש נורות במקביל כמוראה בתרשים הבא:  ג- $\eta_1 = 75\%$ $\eta_2 = 25\%$	חוק אוהם $V = R \cdot I$ הגדרת ההספק $P = \frac{W}{t}$ חוק ג'אול $P = V \cdot I$	ב- התלמיד מעוניין להשתמש ברכיבים אלו במעגל מקבילי, כך שכל הנורות תארנה אורן המלא. כמה נורות עליו לחבר במקביל למקור המתח? ג- חשב את הנצילות כל אחד משני המעגלים.	

ו - מעגל בעל שני מקורות מתח

146

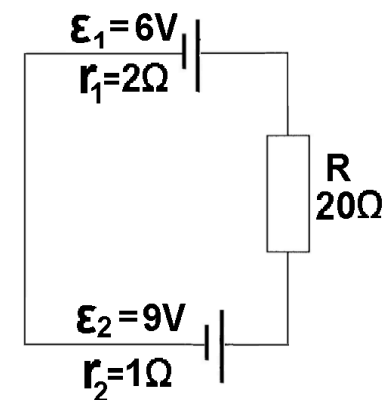
https://mymoodle.youcubecoo.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=338	1. נושא שני מקורות המתח הוא נושא הדורש זמן ותרגול רב, מצד שני הוא יחסית די נדיר בשאלות הבגרות. תלמיד שלא מרגיש מוכן לבגרות מוטב שיתמקד בנושאים הבסיסיים. 2. במקרה זה אין צומת חשמלית במעגל, לכן חוק הצומת הוא לא רלוונטי. 3. לאחר כתיבת משוואת המתחים יש לבטא את המתחים על הצרכן ועל ההתנגדויות הפנימיות בעזרת חוק אוהם, ולפתור משוואה בנעלם אחד. 4. במעגל לא מופיעים ההתנגדויות הפנימיות, לכתיבת משוואות המתחים של קירכהוף יש להוסיף את ההתנגדויות הפנימיות ולסמן את חצי המתח.	א- הזרמים נוצרים בכיוונים משלימים. ב- במעגל יזרום זרם בכיוון השעון. ג- $I=0.65A$	חוק הזרמים של קירכהוף (חוק הצומת) קובע שסכום הזרמים הנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים היוצאים מהצומת. חוק המתחים של קירכהוף קובע שסכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס. לכתיבת משוואות המתחים של קירכהוף, נוח להשתמש בחצי מתח כדי לתאר את קוטביות המתחים. (ראו פתרון מלא) לאחר כתיבת משוואת המתחים, ניתן לבטא את המתחים על הצרכנים בעזרת חוק אוהם ולקבל משוואת זרמים. מתמטית ניתן למצוא ממשוואות הזרמים את הזרמים המבוקשים.	א- האם מקורות המתח יוצרים זרמים בכיוונים משלימים או בכיוונים מנוגדים? ב- מה כיוון הזרם שיזרום במעגל, בכיוון השעון או נגד כיוון השעון? ג- חשב את עוצמת הזרם במעגל בעזרת חוקי קירכהוף	1.1 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מקור מתח לא אידיאליים. המעגל מתואר בתרשים הבא: 
--	---	---	--	---	---

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=339	1. אם נקצר מקור מתח בפועל אנחנו "נבטל" את כא"מ המקור וגם את התנגדותו הפנימית. שיטת הסופרפוזיציה היא שיטה מתמטית, כאשר אנחנו משתמשים בשיטת הסופרפוזיציה קיצור מקור המתח היא פעולה תיאורטית שלא מבטלת את ההתנגדות הפנימית. 2. שאלות בגרות העוסקות בשני מקורות מתח הן שאלות נדירות. מומלץ להכיר ולשלוט באחת השיטות סופרפוזיציה או קרקהוף. 3. קיימות שיטות נוספות לניתוח מעגל מרובה מקורות(זרמי חוגים, משפט תבנין, משפט נורטון) בדפי פרקטיקות אלו נפתור כל שאלה בעזרת חוקי קרקהוף ועיקרון הסופרפוזיציה, לא נשתמש בשיטות נוספות.	$I=0.65A$	ע"פי עיקרון הסופרפוזיציה סכום הזרמים הנוצרים כאשר כל אחד מהמקורות עובד לבד(מקור שני מקוצר) שווה לזרם הנוצר במעגל כאשר שני המקורות עובדים ביחד.	חשב את עוצמת הזרם במעגל בעזרת עיקרון הסופרפוזיציה.	2.I - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מקור מתח לא אידיאלי. המעגל מתואר בתרשים הבא: 
---	---	------------------------------------	--	--	---

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=340	1. שאלה זו זהה לשאלה הקודמת, למעט קוטביות מקור 2. 2. עוצמת הזרם הנוצר ממקור 2 גדול יותר מעוצמת הזרם הנוצר ממקור 1. לכן הזרם במעגל יזרום בהתאם לכיוון הזרם הנוצר ממקור 2, נגד כיוון השעון. 3. כיוון הזרם במעגל נקבע בהתאם לכא"מ של מקורות המתח, וקוטביות מקור המתח והוא לא תלוי בהתנגדות הפנימית של מקורות המתח. 4. במקרה זה ניתן לחשב את עוצמת הזרם בעזרת חוק אוהם באופן הבא: $I = \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{R_T}$	א- הזרמים נוצרים בכיוונים משלימים. ב- במעגל יזרום זרם נגד כיוון השעון. ג- $I = 0.13A$	חוק הזרמים של קרכהוף (חוק בצומת) קובע שסכום הזרמים הנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים היוצאים מהצומת. חוק המתחים של קרכהוף קובע שסכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס. לכתיבת משוואות המתחים של קרכהוף, נוח להשתמש בחצי מתח כדי לתאר את קוטביות המתחים. (ראו פתרון מלא) לאחר כתיבת משוואות המתחים, ניתן לבטא את המתחים על הצרכנים בעזרת חוק אוהם ולקבל משוואות זרמים. מתמטית ניתן למצוא ממשוואות הזרמים את הזרמים המבוקשים.	א- האם מקורות המתח יוצרים זרמים בכיוונים משלימים או בכיוונים מנוגדים? ב- מה כיוון הזרם שיזרום במעגל, בכיוון השעון או נגד כיוון השעון? ג- חשב את עוצמת הזרם במעגל בעזרת חוקי קרכהוף.	3.1 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מתח לא אידיאליים. המעגל מתואר בתרשים הבא: 
---	---	--	---	---	--

4.I - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מתח לא אידיאלי.

המעגל מתואר בתרשים הבא:



חשב את עוצמת הזרם במעגל בעזרת עיקרון הסופרפוזיציה.

ע"פי עיקרון הסופרפוזיציה סכום הזרמים הנוצרים כאשר כל אחד מהמקורות עובד לבד(מקור שני מקוצר) שווה לזרם הנוצר במעגל כאשר שני המקורות עובדים ביחד.

$$I = 0.13 \text{ A}$$

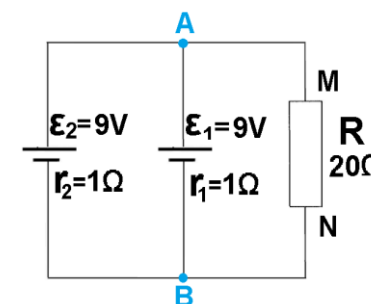
השאלה הזו היא יחסית פשוטה, אנחנו משתמשים בחוקי קרכהוף ובשיטת הסופרפוזיציה כתרגול במקרים פשוטים, למרות שאין צורך להשתמש בהם.

במקרים הבאים נראה שלא ניתן להשתמש רק בחוק אום על כל המעגל למציאת הזרם. נצטרף להשתמש בקרכהוף או בסופרפוזיציה.

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=341>

5.I - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מקור מתח לא אידיאליים.

נקודות הצומת במעגל מסומנות ב A ו- B.



א- מה כיוון הזרם שיזרום בצרכן, מהנקודה M לנקודה N או מהנקודה N לנקודה M?

ב- חשב את עוצמת הזרם בצרכן בעזרת חוקי קרכהוף

חוק הזרמים של קרכהוף (חוק בצומת) קובע שסכום הזרמים הנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים היוצאים מהצומת.

חוק המתחים של קרכהוף קובע שסכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

לכתיבת משוואות המתחים של קרכהוף, נוח להשתמש בחצי מתח כדי לתאר את קוטביות המתחים. (ראו פתרון מלא)

לאחר כתיבת משוואות המתחים, ניתן לבטא את המתחים על הצרכנים בעזרת חוק אוהם ולקבל משוואת זרמים.

מתמטית ניתן למצוא ממשוואות הזרמים את הזרמים המבוקשים.

א- כיוון הזרם בנגד הוא מנקודה M לנקודה N.

ב- $I = 0.44A$

1. במעגל הנתון המקורות הם זהים לכן ניתן להניח שכיווני הזרמים שהם יוצרים הם לא הפוכים לכיווני הזרמים שכל אחד מהם יוצר כמקור יחיד.

2. במעגל זה יש שתי לולאות, מקרכהוף למתחים מתקבלות שתי משוואות של מתחים.

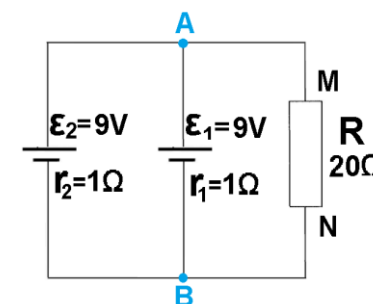
יחד עם חוק הצומת מתקבלות שלוש משוואות.

משלושת משוואות אלו ניתן למצוא מתמטית את הזרם דרך הצרכן R.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=342>

6.I - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מקור מתח לא אידיאליים.

נקודות הצומת במעגל מסומנות ב A ו- B.



חשב את עוצמת הזרם בצרכן בעזרת עיקרון סופרפוזיציה.

ע"פי עיקרון הסופרפוזיציה סכום הזרמים הנוצרים כאשר כל אחד מהמקורות עובד לבד (מקור שני מקוצר) שווה לזרם הנוצר במעגל כאשר שני המקורות עובדים ביחד.

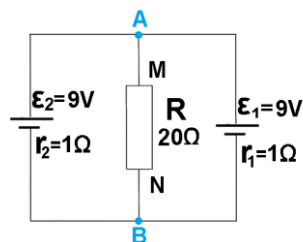
$$I = 0.44A$$

1. כדי לחשב את הזרם דרך הצרכן יש לסכום את הזרמים שכל מקור יוצר בצרכן R , ולא את סכום זרמי המקור.

2. כאשר מקור 1 פעיל קיימים כיווני זרמים מסוימים בצומת A. וכאשר מקור 2 פעיל קיימים כיווני זרמים אחרים.

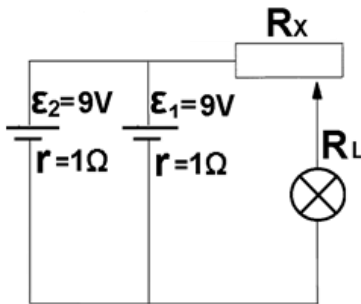
3. לפני ניתוח המעגל, ניתן לשנות את המעגל הנתון למעגל אחר, נוח יותר להבנה.

המעגל הבא שקול למעגל הנתון בשאלה.



4. לאחר מציאת הזרם הנוצר ממקור 1 בצרכן, ניתן לקבוע שמקור 2 יוצר זרם זהה בגודלו ובכיוונו מטעמי סימטריה.

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3343>

https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3344	1. כדי למצוא את התנגדות הנגד המשתנה עבורה הנורה מאירה באורה המלא, יש להניח שהנורה פועלת באורה המלא. 2. ניתן לפתור את השאלה בעזרת חוקי קירכהוף . 3. שיטת הסופרפוזיציה פחות מתאימה לפתרון שאלה זו. 4. שאלות הבגרות במעגלי זרם מצריכות יותר הבנה עקרונית פחות פעולות מתמטיות. בשאלות הבגרות לא תהיינה שאלות המכילות יותר משתי צמתים.	$R_x = 19.5\Omega$	הנחיה לפתרון: בהתאם לנתוני הנורה ניתן למצוא את הזרם דרכה כאשר היא פועלת באורה המלא. דרך כל אחד ממקורות המתח זורם זרם השווה למחצית הזרם דרך הנורה. ניתן לחשב את מתח הדקי הסוללות ובהתאם למתח על הנורה ומתחי ההדקים לחשב את המתח על הנגד המשתנה.	חשב את התנגדות הנגד המשתנה, עבורה הנורה תאיר באורה המלא.	7.1 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מתח שונים לא אידיאליים. המעגל מתואר בתרשים הבא:  על הנורה מופיע הכיתוב $3V/0.9W$.
---	--	--------------------	---	---	--

אוגדני פתרונות שאלות בגרות מעגלי זרם

התנגדות, זרם, מתח, מקור מתח וחוק אום (קיום 39)

2012-2 - התנגדות של מוליך בהתאם לנתוניו, וחוק אום.

מד מתח מד זרם מעגל טורי ומעגל מקבילי (קיום 40)

2019,2- מעגל טורי המורכב משני נגדים המחוברים למקור מתח לא אידיאלי. מחליפים נגד בהתקן מיוחד(תרמיסטור).

2011,3- מציאת התנגדות של אדם

1999-3 – מד זרם הפועל כמד דלק

2-1992- אלקטרומטר (פועל כמד מתח אידיאלי)

1985-21- גליונומטר הפועל כמכשיר מדידה.

1983-20- שינוי תחום מדידה של מד זרם, והסבתו למדידת מתח.

ריאוסטט פוטנציומטר כאמ מתח הדקים (קיום 41)

2023,2- מעגל טורי, ריאוסטט ונגד קבוע, מקור מתח לא אידיאלי, גרף המתאר מתח על הסוללה ועל הנגד כתלות בזרם.

2022,2- ריאוסטט מחובר לסוללה לא אידיאלית פעם אחת בטור, ופעם שנייה במקביל.

2021,3- מציאת כא"מ ומתח הדקים של סוללה מגרף מתח הדקים בתלות בזרם

2020,2- מעגל מעורב עם שני מפסקים, יש סעיף עם שני מקורות.

2018,3- מעגל מעורב המורכב ממקור מתח לא אידיאלי פוטנציומטר, נורה, ושני מדי מתח אידיאליים.

2017,2- מעגל מעורב המורכב מארבעה נגדים ושני מפסקים.

2015-2 - מכשירי מדידה, מעגל מקבילי, אנרגיה של סוללה.

2014-2- כאמ מתח הדקים, מד זרם לא אידיאלי.

[2011-2 – ריאוסטט , תוספת נורה.](#)

2009-2 ריאוסטט במעגל טורי.

2009-3 ריאוסטט ופוטנציומטר .

2008-1 ריאוסטט , חישוב התנגדות סגולית.

[2007-2 ריאוסטט , ניסוי כאמ מתח הדקים.](#)

[2006-3- ריאוסטט, התנגדות מוליך על פי נתוניו, סוללה לא אידיאלית.](#)

2004-3 - מעגל עם שלושה מפסקים, כאמ מתח הדקים.

2003-2 - מתח נמדד בתלות בנקודת חיבור מד המתח למוליך שהתנגדותו איננה זניחה

2002-1 - כאמ מתח הדקים, מעגל טורי ומקבילי.

[2000-3 – מציאת כא"מ הסוללה והתנגדותה ומגרף אחד חלקי הזרם בתלות באורך התיל.](#)

[1990-16- מציאת כא"מ והתנגדות פנימית מגרף התנגדות של ריאוסט בתלות באחד חלקי הזרם.](#)

1988-15- חיבור נורות וריאוסטט בטור למקור מתח לא אידיאלי.

1987-15- מעגל מעורב עם שני מפסקים.

1987-16- מקור מתח לא אידיאלי משתנה , משמש למציאת התנגדות. מד מתח לא אידיאלי.

1986-7- שלושה מעגלים מעורבים שונים , שאלה פרמטרית

[מעגל מעורב \(קירוב 42\)](#)

2017-2- מעגל מעורב , כא"מ מתח הדקים.

2016-3 מעגל מעורב , נורה שהתנגדותה משתנה כתוצאה מחום, הספקים.

2014-3 מעגל מעורב

2013-3 - מעגל מעורב , שאלה קצת שונה , לשמור אותה לסוף.

2004-2 – מעגל מעורב.

2001-2- מעגל מעורב

1998-1 – מעגל מעורב, עם חיבור ריאוסטט.

2-1993- מעגל מעורב, שאלה פרמטרית.

הספק ונצילות (קיום 43)

3,2023- מעגל מעורב מורכב שתי נורות נגד קבוע וריאוסטט , השאלה עוסקת בהספקים נצילות.

3,2022- שלוש נורות מחוברות למקור מתח לא אידיאליים במעגל אחד בטור, ובמעגל שני במקביל.

3,2020- במעגל המורכב ממקור מתח לא אידיאלי ריאוסטט ונורה מוסיפים נורות במקביל לנורה.

3,2019- שני נגדים מחוברים במקביל למקור מתח לא אידיאלי, בין הנגדים קיים מפסק.

2,2018- נתונים ערכי מתח הדקים וזרם של סוללת טלפון נייד יש למצוא: כא"מ, התנגדות פנימית, אנרגיה והספקים.

3-2017- כא"מ מתח הדקים והספקים.

2-2016- כאמ מתח הדקים מעגל מעורב ונצילות.

3-2015- ריאוסטט ופוטנציומטר. עבודת גוף חימום, נצילות.

2-2013- הספק ונצילות

3-2011- פוטנציומטר וריאוסטט , ו הספק.

3-2010- שלוש נורות מעגל מעורב, הספקים

2-2008- מעגל טורי ומקבילי, ריאוסטט , והספק.

3-2012- כאמ מתח הדקים והספקים. התנגדות צרכן עבורה הספק צרכן מקסימאלי.

2-2006- נורות , הספקים.

8-2004 – ריאוסטט הספקים.

2-2002- פוטנציומטר, מעגל מעורב הספקים

3-2001 – ריאוסטט מחובר למקור מתח לא אידיאלי, השאלה עוסקת בהספקים.

2-2000- מעגל טורי של שתי נורות עם הספקים

- 1-1999- חיבור סוללות להפעלת צעצוע, ונצילות.
- 2-1997- זרמי חוגים, הספק
- 2-1996 – חיבור שלוש נורות לסוללה לא אידאלית עם ריאוסטט.
- 8-1995- חיבור נורה ונגד למקור מתח והחלפת הנגד בנורות נוספות
- 3-1994- ריאוסטט מחובר במעגל טורי, נתונים שני גרפים של מתח בתלות בזרם. עם הספק.
- 2-1991- שני נגדים מחוברים במקביל עם מפסק, למקור מתח לא אידאלי, עם הספק.
- 16-1989- הספק ונצילות של הסוללה.
- 8-1986- ריאוסטט מחובר למקור מתח לא אידאלי, שאלה עוסקת בהספק והספק מקסימאלי.
- 19-1983- שני מעגלים, מעגל א' נורה מחוברת למקור בחיבור פוטנציומטר, מעגל ב' נורה מחוברת בחיבור ריאוסטט.

\

פסיפס שדה מגנטי

פסיפס שדה מגנטי- הגדרות עקרונות הערות דגשים המלצות אופרטיביות תקפות ואיך הגענו

כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה מגנטי (cube-46)	$F = q \cdot B \cdot v \cdot \sin(\alpha)$ גודל הכוח מגנטי הפועל על מטען q הנע בתוך שדה מגנטי B במהירות V . הזווית α היא הזווית שבין כיוון השדה לכיוון התנועה. כוח זה נקרא כוח לורנץ. הוא מתואר בגודלו ובכוונו בעזרת המשוואה הווקטורית: $\vec{F} = q \cdot \vec{V} \times \vec{B}$ מטען נע יוצר שדה מגנטי, לכן כאשר המטען נע בתוך שדה מגנטי פועל כוח מגנטי על המטען. כמו כל כוח , גם הכוח המגנטי נמדד ביחידות של ניוטון. בעזרת כוח לורנץ ניתן להגדיר את השדה המגנטי. בפתרון שאלות נשתמש בביטוי גודל הכוח ולא במשוואה הווקטורית. ביטוי גודל הכוח מתאים למטען חיובי ולמטען שלילי הנע בשדה מגנטי כלשהו.
הגדרת גודל השדה המגנטי בנקודה (cube-46)	$B = \frac{F}{q \cdot v \cdot \sin(\alpha)}$ ההגדרה מתקבלת מביטוי גודל הכוח המגנטי. ההגדרה עוסקת רק בגודל השדה המגנטי בנקודה ולא בכיוון השדה המגנטי.
יחידות השדה המגנטי (cube-46)	מהגדרת גודל השדה המגנטי בנקודה , יחידות השדה המגנטי הן: $\left[\frac{N}{C \cdot \frac{m}{s}} \right]$ יחידות אלו נקראות טסלה. [T] המשמעות של אחד טסלה: השדה המגנטי בנקודה כשלהי A שווה לאחד טסלה אם מטען שגודלו 1 קולון, חולף בנקודה A במהירות 1 מטר לשנייה, בניצב לכיוון השדה ופועל על המטען בנקודה כוח שגודלו 1 ניוטון.

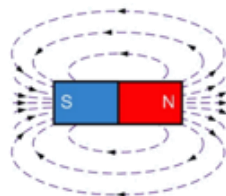
כיוון השדה המגנטי בנקודה כלשהי הוא הכיוון שמורה מחט המצפן באותה נקודה.	כיוון השדה המגנטי (cube-46)
$\otimes$ - סימון קו שדה שכיוונו לתוך הדף. $\odot$ - סימון קו שדה שכיוונו החוצה מהדף. באיור הבא מימין מתואר אזור בו קיים שדה מגנטי שכיוונו החוצה ממישור הדף, ומשמאלו אזור בו קיים שדה מגנטי שכיוונו פנימה לתוך הדף. XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	סימון כיוון השדה מגנטי (cube-46)
כלל יד שמאל מתאר את הקשר שבין שלושת הכיוונים: כיוון השדה המגנטי $\vec{B}$, כיוון התנועה $\vec{V}$ וכיוון הכוח המגנטי $\vec{F}$. לדוגמה: כדי למצוא את כיוון הכוח הפועל על מטען יש לכוון את אצבע בכיוון השדה המגנטי $\vec{B}$ את האמה בכיוון תנועת המטען $\vec{V}$ כיוון האגודל המתקבל הוא ככיוון הכוח המגנטי $\vec{F}$. הכוח המגנטי תמיד פועל בניצב לשדה המגנטי וגם בניצב לווקטור המהירות. בהינתן כיוון השדה וכיוון התנועה יש רק שני כיוונים אפשריים לכוח המגנטי. בעזרת כלל יד שמאל ניתן למצוא את הכיוון הנכון של הכוח. הכלל מתאים למטען חיובי. על מטען שלילי פועל כוח בכיוון ההפוך, יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין. *קיימים כללים נוספים למציאת כיוון הכוח המגנטי.	כלל יד שמאל (cube-46)

גוף מגנטי (cube-46)



גוף מגנטי הוא גוף היוצר שדה מגנטי בסביבתו.

לכל גוף מגנטי יש שני קטבים מגנטיים : קוטב צפוני (N) וקוטב דרומי (S).
קווי השדה הם קווים סגורים היוצאים מהקוטב הצפוני ונכנסים לקוטב הדרומי, כפי שניתן לראות באיור הבא:



בין קטבים זהים פועל כוח דחייה מגנטי, ובין קטבים שונים פועל כוח משיכה מגנטי.

באיור הבא מתוארים שני מקרים שונים, במקרה אחד המגנטים הנמשכים זה לזה ובמקרה השני הם נדחים.

נדחים



נמשכים

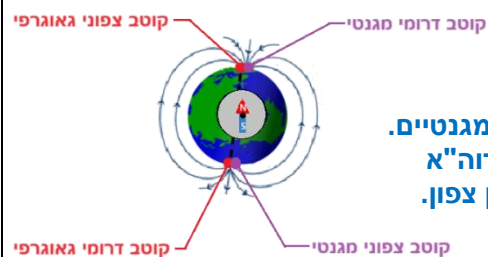


השדה המגנטי של כדור הארץ (cube-46)

כדור הארץ הוא גוף מגנטי, לכן בנוסף לקטבים הגיאוגרפיים יש לכדור הארץ גם קטבים מגנטיים.

בסמוך לקוטב הצפוני הגאוגרפי נמצא הקוטב הדרומי המגנטי ובסמוך לקוטב הדרומי המגנטי נמצא הקוטב הצפוני הגאוגרפי.

מחט המצפן היא מגוף מגנטי, וכמו כל גוף מגנטי יש למחט המצפן שני קטבים מגנטיים.
ראש מחט המצפן הוא קוטב צפוני מגנטי הנמשך לקוטב הדרומי המגנטי של כדור הארץ (שם נמצא הקוטב הצפוני הגיאוגרפי) זאת הסיבה שמחט המצפן מצביעה לכיוון צפון.



ביטוי רדיוס מסלול של חלקיק טעון
הנע בתוך שדה מגנטי.
(cube-46)

$$R = \frac{m \cdot V}{B \cdot q}$$

פיתוח הביטוי: על המטען פועל כוח מגנטי בניצב לתנועה, הכוח המגנטי פועל ככוח צנטריפטאלי, לא פועלים כוחות נוספים, לכן המטען נע בתנועה מעגלית קצובה, כמוראה באיור הבא:



נכתוב את משוואת התנועה ונבטא ממנה את זמן המחזור, נתייחס למטען הנע בניצב לשדה המגנטי:

$$\Sigma F_R = \frac{m \cdot V^2}{R}$$

$$B \cdot q \cdot v \cdot \sin(90) = \frac{m \cdot V^2}{R}$$

$$R = \frac{m \cdot V}{B \cdot q}$$

$$R = \frac{m \cdot V}{B \cdot q}$$

ביטוי רדיוס המסלול לא נתון בדפי הנוסחאות, לפני שימוש בביטוי יש לפתח את הביטוי ממשוואת התנועה המעגלית. הפתרון של חלק גדול משאלות הבגרות מבוסס על ביטוי זמן המחזור ועל ביטוי רדיוס המסלול.

ביטוי זמן מחזור של חלקיק טעון
הנע בתוך שדה מגנטי.
(cube-46)

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$$

פיתוח הביטוי: על המטען פועל כוח מגנטי בניצב לתנועה, הכוח המגנטי פועל ככוח צנטריפטלי, לא פועלים כוחות נוספים, לכן המטען נע בתנועה מעגלית קצובה.



נכתוב את משוואת התנועה המעגלית ובבטא ממנה את זמן המחזור:

$$\Sigma F_R = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

$$B \cdot q \cdot v \cdot \sin(90) = m \cdot \omega^2 \cdot R \quad v = \omega \cdot R$$

$$B \cdot q \cdot \omega \cdot R = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

$$\omega = \frac{B \cdot q}{m}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

$$\frac{2 \cdot \pi}{T} = \frac{B \cdot q}{m}$$

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$$

גם ביטוי זמן המחזור לא נתון בדפי הנוסחאות, יש לפתח את הביטוי בעזרת משוואת התנועה לפני שמשתמשים בו. את פיתוח ביטוי רדיוס המסלול יש לפתח בעזרת המהירות הקווית, ואת פיתוח זמן המחזור יש לפתח בעזרת המהירות הזוויתית.

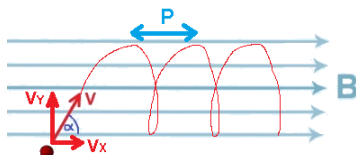
חשוב לזכור שלפיתוח זמן המחזור יש לבטא את המהירות בביטוי הכוח כתלות במהירות הזוויתית.

מהביטוי ניתן לראות שזמן המחזור לא תלוי במהירות הגוף.

תנועה בורגית (cube-46)

כאשר מטען נכנס לשדה מגנטי בזווית קטנה מ 90 מעלות ביחס לשדה, יש להתייחס לתנועת המטען כתנועה המורכבת משתי תנועות בלתי תלויות:
 בכיוון השדה - המטען מתמיד בתנועתו.
 בכיוון ניצב לשדה - המטען נע בתנועה מעגלית קצובה.

משילוב שתי תנועות אלו המטען נע בתנועה ספירלית, הנקראת תנועה בורגית. כמראה באיור הבא:



גודל מהירות המטען בכיוון השדה שווה לרכיב מהירות הכניסה V בכיוון השדה V_x .

גודל מהירות המטען בתנועה המעגלית שווה לרכיב המהירות הכניסה V בכיוון הניצב לשדה V_y .

P- מרחק הפסיעה- גודל התקדמות המטען בכיוון השדה במשך זמן מחזור אחד בתנועה הניצבת לשדה. **נפתח ביטוי למרחק הפסיעה, נשתמש בפונקציית מקום של גוף הנע במהירות קבועה, נתייחס לציר אופקי שראשיתו בנקודת תחילת מרחק הפסיעה, וכיוונו בכיוון השדה המגנטי:**

$$P = V_x \cdot T$$

$$P = V \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$$

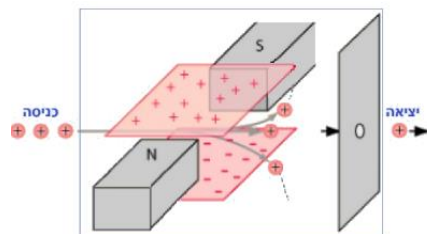
$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot m \cdot V \cdot \cos(\alpha)}{B \cdot q}$$

הביטוי לא נתון בדפי הנוסחאות יש לדעת כיצד לפתח אותו.

בשנים עברו היו שאלות בודדות בלבד שעסקו בנושא התנועה הבורגית.

בורר מהירויות (cube-46)

ייעוד המכשיר: לבורר מהירויות נכנסים מטענים במהירויות שונות ויוצאים רק מטענים במהירות הרצויה.
אופן פעולה: בתוך בורר המהירויות קיימים שני שדות: שדה מגנטי ושדה חשמלי, השדות נצבים זה לזה.
 כאשר מטען נכנס לתוך השדות פועלים על המטען כוח מגנטי וכוח חשמלי, בכיוונים מנוגדים.



מעריכת תרשים כוחות וכתובת משוואת ההתמדה, ניתן לבטא את גודל המהירות הרצויה :



$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_B = F_E$$

$$B \cdot q \cdot V \cdot \sin(90) = E \cdot q$$

$$B \cdot V = E$$

$$V = \frac{E}{B}$$

לסיכום: לתוך הבורר נכנסים מטענים במהירויות שונות, רק מטענים שמהירותם שווה ליחס גודלי השדות יתמידו בתנועתם, רק הם ינועו בקו ישר ויצאו בחריץ היציאה.

בעזרת שליטה על גודלו של השדה המגנטי ולא גודלו של השדה החשמלי ניתן לקבוע את המהירות שבה המטענים ייצאו מהבורר.

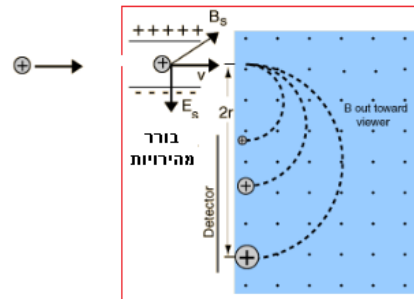
בשאלות הבגרות העוסקות בבורר המהירויות בד"כ המושג "בורר מהירויות" לא מופיע בצורה מפורשת בשאלה, בשאלות מופיעים שדה מגנטי וחשמלי הניצבים אחד לשני, יש להבין שמדובר בבורר מהירויות.

ניתן להשתמש בבורר המהירויות גם לחלקיקים בעלי מסות שונות ובעלי מטענים שונים.

ספקטוגרף מסות (cube-46)

ייעוד המכשיר: לספקטוגרף נכנסים חלקיקים בעלי מהירות זהה, הספקטוגרף "מנתב" כל חלקיק לגלוי בהתאם למסתו, כך שמנקודת פגיעת החלקיק בגלוי ניתן להעריך באופן יחסי את מסת החלקיק.

אופן פעולה: החלקיקים נכנסים לשדה המגנטי של הספקטוגרף ונעים בו בתנועה מעגלית לאורך חצי הקפה, בסיום תנועתם הם פוגעים בגלוי. בהתאם לנקודת פגיעת החלקיק בגלוי ניתן להעריך את באופן יחסי את מסת החלקיק.



מביטוי רדיוס המסלול של מטען הנע בשדה מגנטי $R = \frac{m \cdot v}{B \cdot q}$ רדיוס המסלול תלוי ביחס ישר במסת החלקיק, לכן רדיוס המסלול מייצג את מסת החלקיק.

ניתן לבטא את מהירות החלקיק בבורר בהתאם ליחס השדות בבורר E_s ו- B_s . נסמן את השדה המגנטי בספקטוגרף ב- B :

$$R = \frac{m \cdot v}{B \cdot q} = \frac{m \cdot \frac{E_s}{B_s}}{B \cdot q} = \frac{m \cdot E_s}{B_s \cdot B \cdot q}$$

הביטוי לא נתון בדפי הנוסחאות, כדי להשתמש בו בבחינת הבגרות, יש לפתח אותו.

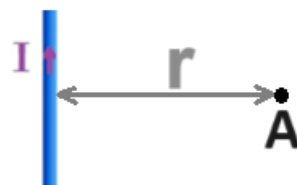
כדי שנקודת הפגיעה בגלוי תהיה תלויה רק מסת החלקיק לכל החלקיקים צריך להיות מטען זהה.

**גודל שדה מגנטי
בנקודה הנמצאת בסמוך
למוליך ישר נושא זרם.**

(cube-47)

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

עוצמת השדה המגנטי בכל נקודה בסביבת המוליך תלויה ביחס ישר בעוצמת הזרם במוליך וביחס הפוך במרחק הנקודה מהתיל.



הביטוי מופיע בדפי הנוסחאות אין צורך לפתח אותו.

**כלל יד ימין
(cube-47)**

הכלל משמש למציאת כיוון השדה המגנטי בכל נקודה בסביבת מוליך נושא זרם.

אופן השימוש בכלל יד ימין: יש למקם את כיוון האגודל של יד ימין בכיוון הזרם כיוון ארבעת האצבעות מתקבלות בכיוון קווי השדה המגנטי.



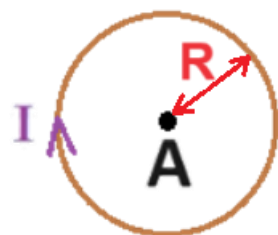
סביב תיל ישר קווי השדה המגנטי הם קווים סגורים. הנמצאים במישור הניצב למוליך. בעזרת כלל יד ימין ניתן למצוא את כיוון השדה המגנטי בכל נקודה בסביבת המוליך בהתאם לכיוון הזרם.

כלל יד ימין הוא מאוד חשוב, הוא משמש למציאת השדה המגנטי בנקודה הנמצאת בסביבת מוליך ישר, מוליך מעגלי, סליל דק וסילונית ארוכה.

קיימים כללי ידיים נוספים המקשרים בין כיוון השדה המגנטי לכיוון הזרם.

הביטוי מופיע בדפי הנוסחאות אין צורך לפתח אותו.

**גודל שדה מגנטי
בנקודה הנמצאת במרכז כריכה
מעגלית נושאת זרם.
(cube-47)**



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

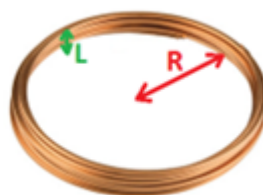
עוצמת השדה המגנטי בנקודת מרכז הכריכה תלויה ביחס ישר בעוצמת הזרם בכריכה וביחס הפוך ברדיוס הכריכה.

הביטוי עוסק רק בנקודת מרכז הכריכה.

ניתן להשתמש בכלל יד ימין כדי למצוא את כיוון השדה המגנטי בנקודת מרכז הכריכה. (ובכל נקודה אחרת בתוך ומחוץ לכריכה).

כיוון השדה המגנטי בכל נקודה בתוך הכריכה הפוך לכיוון השדה המגנטי בכל נקודה מחוץ לכריכה. הביטוי מופיע בדפי הנוסחאות אין צורך לפתח אותו.

**גודל שדה מגנטי
בנקודת מרכז סליל מעגלי דק
נושא זרם.
(cube-47)**



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

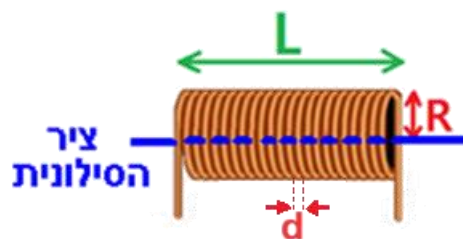
עוצמת השדה המגנטי במרכז סליל מעגלי דק תלוי ביחס ישר במספר הכריכות N וביחס הפוך ברדיוס הכריכות.

סליל מעגלי דק הוא אוסף של N כריכות מעגליות, עוצמת השדה במרכז הכריכות גדולה פי N מעוצמת השדה המגנטי הנוצר מכריכה אחת.

הביטוי מתאים לסליל שכל הכריכות בו לופפו באותו כיוון, אחרת הכריכות יצרו בנקודת מרכז הסליל שדות מגנטיים בכיוונים מנוגדים.

הביטוי מופיע בדפי הנוסחאות אין צורך לפתח אותו.

גודל שדה מגנטי בתוך סילונית ארוכה. (cube-47)



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

עוצמת השדה המגנטי בתוך הסילונית תלויה ביחס ישר
בעוצמת הזרם בסילונית I ובמספר הכריכות N וביחס הפוך לאורך הסילונית L .

סילונית ארוכה מורכבת מאוסף של כריכות בעלות רדיוס קטן יחסית לאורך L הסילונית.
סליל מעגלי דק מורכב מאוסף של כריכות בעלות רדיוס גדול

היחס בין מספר הכריכות N , לבין אורך הסילונית L נקרא צפיפות הליפופים n :

$$n = \frac{N}{L}$$

בשונה מסליל מעגלי דק, בסילונית ארוכה עוצמת השדה המגנטי לא תלויה ברדיוס הכריכות.

ביטוי השדה המגנטי בסילונית מתאר את עוצמת השדה המגנטי לאורך ציר הסילונית בקטע הציר הנמצא בתוך
הסילונית. בקירוב ניתן להשתמש בביטוי גודל השדה גם לאזור שבתוך הסילונית.

לאורך ציר הסילונית השדה המגנטי הוא אחיד, קוי השדה המגנטי מקבילים, צפיפותם לא משתנה.

אנחנו עוסקים בסילונית בה הכריכות צפופות ללא מרווח בין הכריכות, כך שמכפלת קוטר המוליך במספר הכריכות שווה
לאורך המוליך, ומתקיים:

$$L = d \cdot N$$

לכן קוטר המוליך הופכי לצפיפות הכריכות:

$$d = \frac{L}{N} = \frac{1}{n}$$

כדי לחשב את עוצמת השדה המגנטי לאורך הסילונית יש להשתמש במספר הכריכות N ובאורך הסילונית L .

או בצפיפות הכריכות n או בקוטר המוליך d .

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

פרקטיקות שדה מגנטי

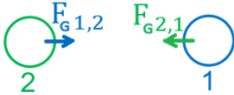
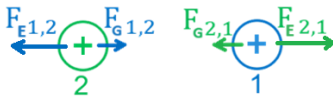
נושאי התרגול:

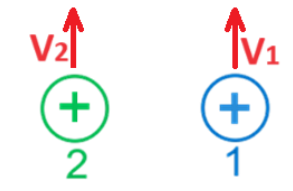
- א. הקדמה
- ב. השדה המגנטי בסביבת מגנט.
- ג. כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בתוך שדה מגנטי.
- ד. תנועה בורגית
- ה. בורר מהירויות
- ו. ספקטוגרף מסות
- ז. שדה מגנטי הנוצר מכריכה מעגלית , מסליל דק ומסילונית ארוכה.
- ח. מציאת שדה מגנטי של כדור הארץ
- ט. שדה מגנטי במרכז כריכה מעגלית וסליל מעגלי דק.
- י. שדה מגנטי לאורך ציר סילונית ארוכה.
- יא. כוח מגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.

בהתאם למיקוד תשפ"ד קובץ פרקטיקות זה לא מכיל

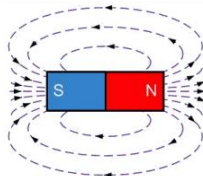
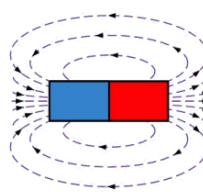
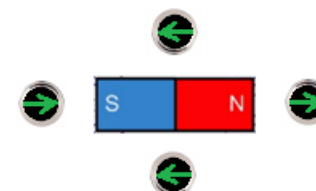
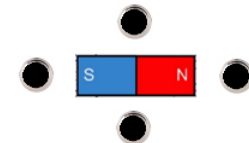
את הנושאים:

1. כוח בין זרמים מקבילים.
2. ציקלוטרון.

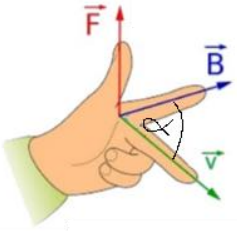
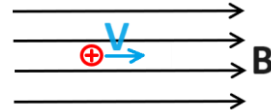
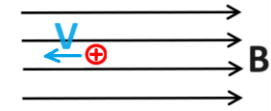
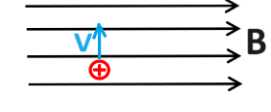
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5542	1. כל אחד משני הגופים מייצר שדה כבידה, לכן הגופים מפעילים כוחות כבידה הדדיים אחד על השני. 2. זוג כוחות כבידה אלו הם זוג הכוחות בהן עוסק החוק השלישי של ניוטון. החוק השלישי קובע שהכוחות ההדדיים יהיו זהים בגודלם ומנוגדים בכיוונם. 3. הכוחות ההדדיים יכולים לפעול ככוחות משיכה או דחייה בלבד.		בין כל שני גופים פועל כוח משיכה, מעצם קיום מסת הגופים. חוק הכבידה אוניברסלי מתאר את גודל כוח הכבידה שהגופים מפעילים זה על זה. $F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$ בין כל שני גופים טעונים פועל כוח חשמלי, מעצם קיום מטען הגופים. חוק קולון מתאר את גודל הכוח החשמלי שהגופים מפעילים זה על זה.	ערוך תרשים כוחות לכוחות הפועלים על הגופים. סמן את כוח הכבידה שגוף 1 מפעיל על גוף 2 ב- $F_{G1,2}$. ואת כוח הכבידה שגוף 2 מפעיל על גוף 1 ב- $F_{G2,1}$.	א.1- באיור שלפניך מתוארים שני גופים נחים לא טעונים, גוף 1 ו- גוף 2: 
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5543	1. כל אחד משני הגופים הטעונים מייצר שדה חשמלי, לכן הגופים הטעונים מפעילים כוחות חשמליים הדדיים אחד על השני. 2. הכוחות החשמליים פועלים בנוסף לכוחות הכבידה ללא כל קשר לכוחות הכבידה. 3. גם הכוחות חשמליים הם זוג כוחות הדדיים בהם עוסק החוק השלישי של ניוטון.		בין גופים טעונים נעים פועל כוח מגנטי.	ערוך תרשים כוחות לכוחות הכבידה ולכוחות החשמליים הפועלים על הגופים. סמן את הכוח החשמלי שגוף 1 מפעיל על גוף 2 ב- $F_{E1,2}$. ואת כוח הכבידה שגוף 2 מפעיל על גוף 1 ב- $F_{E2,1}$.	א.2- גורעים אלקטרונים משני הגופים, כתוצאה מכך שני הגופים נטענים במטענים חיוביים כמוראה באיור שלפניך: 

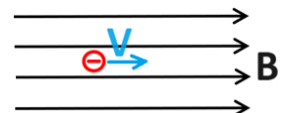
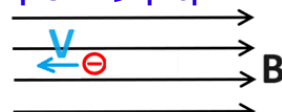
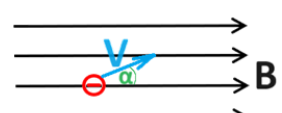
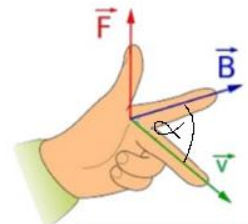
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5544	1. כל אחד משני הגופים הטעונים מייצר שדה מגנטי, לכן הגופים הטעונים הנעים מפעילים כוחות מגנטיים אחד על השני, הכוחות המגנטיים פועלים בנוסף לכוחות הכבידה ולכוחות החשמליים. 2. קיים ביטוי לגודל הכוח המגנטי בעזרתו ניתן לחשב את גודל הכוח המגנטי הפועל על מטען הנע בתוך שדה מגנטי. בעזרת כלל יד שמאל ניתן למצוא את כיוונו של הכוח המגנטי הפועל על מטען הנע בתוך שדה מגנטי. 3. בהתאם לתוכנית הלימודים נתמקד בכוח המגנטי הפועל על מטען הנע בתוך שדה מגנטי ובכוח מגנטי הפועל בין מוליכים נושאי זרם. לא נעסוק בכוחות מגנטיים הפועלים בין מטענים נעים. קיימת הרחבה עם פירוט הכוחות בפתרון המלא המופיע בעמודה השמאלית.	הכוח הפועל בין הגופים הטעונים הנעים הוא הכוח המגנטי	בין כל שני גופים פועל כוח משיכה, מעצם קיום מסת הגופים. חוק הכבידה אוניברסלי מתאר את גודל כוח הכבידה שהגופים מפעילים זה על זה. $F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$ בין כל שני גופים טעונים פועל כוח חשמלי, מעצם קיום מטען הגופים. חוק קולון מתאר את גודל הכוח החשמלי שהגופים מפעילים זה על זה. $F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ בין גופים טעונים נעים פועל כוח מגנטי.	ציין מי הוא הכוח הנוסף הפועל על הגופים הטעונים בזמן תנועתם	א.3- מניעים את שני הגופים הטעונים כמוראה באיור שלפניך 

ב- השדה המגנטי בסביבתו של מגנט.

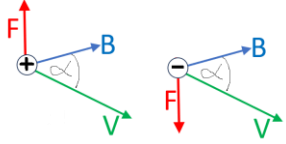
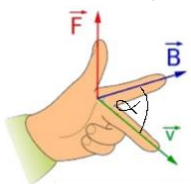
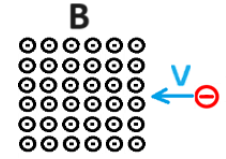
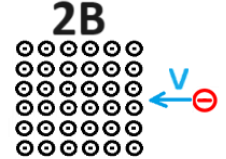
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5533	1. השדה המגנטי מסומן על ידי האות B ונמדד ביחידות של טסלה [T]. 2. לכל מגנט יש שני קטבים: קוטב צפוני המסומן ע"י N (North) וקוטב דרומי המסומן ע"י S (South). 3. לא קיים גוף מגנטי שהוא רק קוטב צפוני "N" או רק קוטב דרומי "S", לא קיים "מונופול" מגנטי.	בהתאם לכיוון קווי השדה, הקוטב הימני של המגנט הוא קוטב צפוני והקוטב השמאלי הוא קוטב דרומי 	לכל מגנט יש שני קטבים מגנטיים: קוטב מגנטי צפוני וקוטב מגנטי דרומי. קווי השדה המגנטי הם קווים סגורים היוצאים מהקוטב המגנטי הצפוני ונכנסים לקוטב המגנטי הדרומי.	קבע עבור כל אחד מקטבי המגנט אם הוא קוטב מגנטי צפוני או קוטב מגנטי דרומי.	ב-1. באיור שלפניך מתואר מגנט וקווי השדה המגנטי הקיימים בסביבתו. 
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5534	1. גוף מגנטי דומה לגוף המקוטב חשמלי. כך למשל, נתונים שני גופים נטרלים ומקוטבים מבחינה חשמלית:  במקרה זה, הגופים ימשכו זה לזה בכוח חשמלי. 2. הכוח המגנטי הוא כוח לא משמר, הוא שונה במהותו מהכוח החשמלי.	מקרה א'- המגנטים נמשכים. מקרה ב'- המגנטים נדחים.	עוצמת השדה המגנטי בכל נקודה מיוצגת על ידי צפיפות קווי השדה המגנטי בנקודה. כיוון השדה המגנטי בכל נקודה הוא כיוון אליו מורה מחט מצפן הממוקם בנקודה.	קבע עבור כל מקרה אם יפעל כוח משיכה מגנטי או כוח דחיה מגנטי. <u>הנחיה:</u> בין המגנטים פועלים כוחות משיכה ודחיה, הכוח הגדול פועל בין הקטבים הסמוכים.	ב-2. נתונים שני מגנטים סמוכים בשני מקרים שונים: מקרה א'  מקרה ב' 
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5535	1. קווי השדה המגנטי יוצאים מהקוטב הצפוני ונכנסים לקוטב הדרומי. בדומה לקווי השדה החשמלי היוצאים ממטען חיובי ונכנסים למטען שלילי. מכיוון שלכל מגנט יש שני קטבים, קווי השדה המגנטי בסביבתו של המגנט הם קווים סגורים שלא יוצאים לאינסוף ולא מגיעים מהאינסוף (בשונה מהשדה החשמלי). 2. מחט המצפן היא גוף מגנטי, ה"ראש" של מחט המצפן הוא קוטב צפוני מגנטי. ו"הזנב" של מחט המצפן היא קוטב דרומי מגנטי.		קטבים מגנטיים שונים נמשכים זה לזה וקטבים מגנטיים זהים נדחים זה מזה.	קבע מה הוא הכיוון של מחט המצפן בכל אחד מארבעת המצפנים. <u>הנחיה:</u> לפני קביעת כיוון מחט המצפן הממוקם בסביבת המגנט מומלץ קודם לתאר את קווי השדה.	ב-3. באיור שלפניך מתוארים ארבעה מצפנים הממוקמים בסביבת המגנט.  ארבעת המצפנים סגורים, לא ניתן לראות את מחט המצפן.

ג- הכוח המגנטי הפועל על מטען הנע בתוך שדה מגנטי.

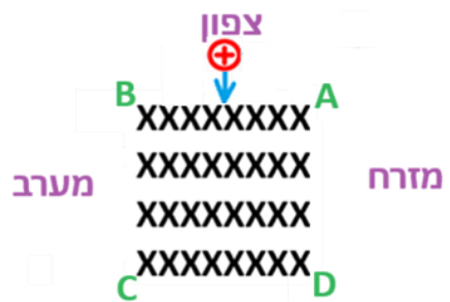
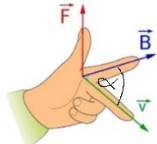
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5536	1. ביטוי גודל הכוח המגנטי מתאר את גודל הכוח המגנטי כתלות בערך המוחלט של המטען, גודל מהירות המטען וגודל השדה. מביטוי גודל הכוח המגנטי לא ניתן ללמוד על כיוון הכוח המגנטי. 2. הזווית α המופיעה בביטוי גודל הכוח המגנטי היא הזווית שבין כיוון וקטור המהירות (כיוון התנועה) לכיוון השדה המגנטי. 3. ביטוי גודל הכוח המגנטי מופיע בדפי הנוסחאות. גודל כוח הפועל על מטען בשדה מגנטי $F = qvB \sin \alpha$ 4. כיוון הכוח המגנטי תמיד ניצב לכיוון המישור בו נמצאים וקטור המהירות ו- וקטור השדה המגנטי. בשימוש בכלל יד שמאל ניתן לסובב את היד אך אין לשנות את הכיוון היחסי של שלושת האצבעות. 5. למציאת כיוון הכוח מומלץ להתחיל בהכוונת האצבע בכיוון השדה המגנטי, לסובב את כף היד מבלי לשנות את כיוון האצבע כאשר האמה תצביע על כיוון המהירות, הכיוון עליו מורה האגודל הוא כיוון הכוח המגנטי. 5. קיימים כללי אצבעות נוספים למציאת כיוון הכוח המגנטי, בהתאם לפעילויות האינטראקטיות של מערכת היוקוב. נשתמש בכלל יד שמאל.	מקרה א'- לא פועל כוח מגנטי. מקרה ב'- לא פועל כוח מגנטי. מקרה ג'- פועל כוח מגנטי. $F = 1.6 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ כיוון הכוח המגנטי הוא לתוך הדף. מקרה ד'- פועל כוח מגנטי. $F = 0.8 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ כיוון הכוח המגנטי הוא לתוך הדף (בניצב למישור הדף).	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי: 	חשב את גודל הכוח המגנטי הפועל על הפרוטון בכל אחד מארבעת המקרים וציין את כיוונו. <u>הנחיה:</u> הנח כי בכל ארבעת המקרים כיוון וקטור המהירות הוא במישור הדף.	ג. נתון שדה מגנטי אחיד שגודלו 1 טסלה וכיוונו ימינה. בתוך השדה נע פרוטון במהירות 10^6 מטר לשניה בארבעה מקרים שונים. מקרה א'- הפרוטון נע בכיוון השדה:  מקרה ב'- הפרוטון נע בכיוון הנגדי לכיוון השדה:  מקרה ג'- הפרוטון נע בניצב לשדה:  מקרה ד'- הפרוטון נע ב- 30 מעלות ביחס לשדה: 

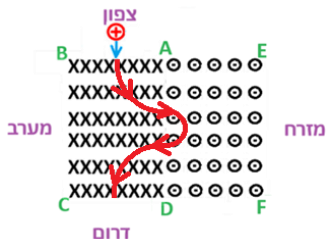
דרישה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה	הערות חשובות	פתרון מלא
2.ג נתון שדה מגנטי אחיד שגודלו 1 טסלה וכיוונו ימינה. בתוך השדה נע אלקטרון במהירות 10^6 מטר לשניה בארבעה מקרים שונים. מקרה א' האלקטרון נע בכיוון השדה:  מקרה ב' האלקטרון נע נגד כיוון השדה:  מקרה ג' האלקטרון נע בניצב לשדה:  מקרה ד' האלקטרון נע ב-30 מעלות ביחס לשדה:  הנחיה: למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על חלקיק הטעון במטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי: 	מקרה א' לא פועל כוח מגנטי. מקרה ב' לא פועל כוח מגנטי. מקרה ג' פועל כוח מגנטי. $F = 1.6 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ כיוון הכוח המגנטי הוא החוצה מהדף. מקרה ד' פועל כוח מגנטי. $F = 0.8 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ כיוון הכוח המגנטי הוא החוצה מהדף (בניצב למישור הדף).	1. שדה אחיד הוא שדה שגודלו וכיוונו לא משתנים. 2. כאשר הכוח המגנטי פועל על מטען שלילי, בביטוי לגודל הכוח המגנטי יש להשתמש בערך המוחלט של המטען השלילי. 3. כאשר המטען נע במישור הדף והשדה המגנטי ניצב למישור הדף מקובל לתאר את כיוון השדה בעזרת הסימונים X ו-•. שדה מגנטי שכיוונו לתוך הדף מסומן כך: XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX ושדה מגנטי שכיוונו החוצה מהדף מסומן כך: ••••• ••••• ••••• ••••• או כך: ⊗⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗⊗	https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=55 37

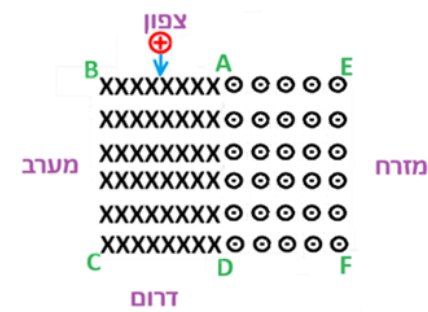
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5538	1. מטען נע יוצר שדה מגנטי. כתוצאה מאינטראקציה בין השדה המגנטי הנוצר מהמטען הנע והשדה המגנטי בו נע המטען פועלים שני כוחות מגנטיים, כוח מגנטי אחד יפעל על המטען הנע וכוח מגנטי נוסף יפעל על הגוף שיצר את השדה המגנטי בו נע המטען. שני כוחות מגנטיים אלו הם הכוחות בהם עוסק החוק השלישי של ניוטון.	הפרוטון ינוע בתוך השדה בתנועה מעגלית קצובה.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$	ג.3-1. תאר את תנועת הפרוטון בתוך השדה.	ג.3- נתון שדה מגנטי אחיד שגודלו 2 טסלה. פרוטון נכנס לשדה המגנטי במהירות $20 \cdot 10^6$ מטר לשנייה. כמוראה באיור הבא:
		הפרוטון ינוע בתנועה מעגלית, נגד כיוון השעון.	כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:	ג.3-2. מה כיוון תנועת הפרוטון, בכיוון השעון או נגד כיוון השעון?	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5539	2. הכוח המגנטי פועל תמיד בניצב לתנועה, לכן הוא גורם לתנועה מעגלית קצובה.	$R = \frac{m \cdot V}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$		ג.3-3. כתוב ביטוי לרדיוס מסלול תנועת הפרוטון.	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5540	3. במקרה זה הפרוטון נע במישור הניצב לשדה, כיוון תנועת הפרוטון משתנה, אך כל זמן תנועת הפרוטון הזווית בין כיוון וקטור המהירות לכיוון השדה היא 90 מעלות.	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$	משוואת התנועה המעגלית:	ג.4-3. כתוב ביטוי לזמן מחזור תנועת הפרוטון.	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5541	4. ביטוי זמן המחזור ורדיוס המסלול לא נתונים בדפי הנוסחאות, חשוב לדעת לפתח אותם ממשוואת התנועה המעגלית.	מביטוי רדיוס המסלול כאשר המהירות גדלה פי 2 גם הרדיוס גדל פי 2.	$\Sigma F_R = \frac{m \cdot V^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$	ג.5-3. כיצד תשפיע הגדלת המהירות על רדיוס מסלול התנועה.	במקרה אחר, הפרוטון נכנס שוב לאותו שדה מגנטי אך במהירות גדולה פי 2, במהירות $40 \cdot 10^6$ מטר לשנייה.
	5. מעקרונות התנועה המעגלית ניתן לבטא את זמן המחזור כתלות בביטוי רדיוס המסלול.	מביטוי זמן המחזור ניתן לראות שזמן המחזור א תלוי במהירות הגוף.		ג.6-3. כיצד תשפיע הגדלת המהירות על זמן ההקפה.	
	6. זמן המחזור לא תלוי במהירות הגוף, כאשר המהירות גדלה פי 2 רדיוס המסלול גדל פי 2, ההיקף גדל פי 2, לכן זמן ההקפה לא משתנה.				

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5545	הפרוטון ינוע בתוך השדה בתנועה מעגלית קצובה, נגד כיוון השעון. 1. כאשר המטען הנע בתוך השדה המגנטי הוא שלילי, כיוון הכוח המגנטי שיפעל על המטען השלילי הוא הפוך לכיוון הכוח שיפעל על מטען חיובי. לכן, כדי למצוא את כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין. 2. הכוח המגנטי פועל בניצב למישור בו נמצאים וקטורי המהירות והשדה המגנטי, קיימות שתי אפשרויות: האחת מתאימה למטען חיובי והשנייה למטען שלילי. שתי האפשרויות מתוארות באיור הבא: 		גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי: 	ג.4-1. תאר את תנועת האלקטרון בתוך השדה. האם הוא ינוע בכיוון השעון בכיוון הנגדי לשעון?	ג.4-2. נתון שדה מגנטי אחיד שגודלו 2 טסלה. אלקטרון נכנס לשדה המגנטי במהירות $20 \cdot 10^6$ מטר לשנייה. כמוראה באיור הבא: 
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5546	1. ביטוי רדיוס המסלול לא נתון בדפי הנוסחאות יש לפתח את הביטוי. 2. בביטוי הכוח המגנטי יש להתייחס לערך המוחלט של המטען השלילי.	$R = 5.68 \cdot 10^{-5} \text{ m}$	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	ג.4-2. חשב את רדיוס מסלול תנועת האלקטרון בתנועתו בשדה המגנטי.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5547	1. זמן המחזור לא תלוי בגודל המהירות ולא בכיוונה. לכן הזווית α לא מופיעה בביטוי זמן המחזור. 2. ביטוי זמן המחזור לא נתון בדפי הנוסחאות יש לפתח אותו.	$T = 1.78 \cdot 10^{-11} \text{ s}$	משוואת התנועה המעגלית: $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$	ג.4-3. חשב את זמן המחזור של תנועת האלקטרון.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5548	לא ניתן להגיע למסקנה ממשוואת התנועה המעגלית, יש להשתמש בביטוי זמן המחזור.	זמן המחזור יקטן	ביטוי זמן המחזור: $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$	ג.4-4. כיצד תשפיע הגדלת עוצמת השדה המגנטי על זמן מחזור	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5549	ניתן להגיע למסקנה ממשוואת התנועה המעגלית וגם מביטוי רדיוס המסלול.	רדיוס המסלול יקטן	ביטוי רדיוס המסלול: $R = \frac{m \cdot v}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	ג.5-4. כיצד תשפיע הגדלת עוצמת השדה המגנטי על רדיוס המסלול.	במקרה אחר, האלקטרון נע באותה המהירות, אך הוא נכנס לשדה מגנטי אחר שגודלו 4 טסלה. כיוון השדה המגנטי לא משתנה. 

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5555	1. ניתן לנמק בעזרת ביטוי הרדיוס וביטוי זמן המחזור. ההיגיון: כאשר השדה המגנטי גדל, הכוח המגנטי גדל, רדיוס המסלול קטן והגוף הטעון משלים הקפה בזמן קצר יותר. 2. שינוי עוצמת השדה המגנטי לא משפיע על מהירות המטען.	רדיוס המסלול יקטן פי 2 וגם זמן המחזור יקטן פי 2.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:	ג.5- נתון גוף שמסתו m הטעון במטען חיובי q הנע בתוך שדה מגנטי B . עוצמת השדה המגנטי B פי 2. כיצד ישתנה רדיוס המסלול R וזמן המחזור T ?	ג.5- נתון גוף שמסתו m הטעון במטען חיובי q הנע בתוך שדה מגנטי B . המטען נע בתנועה מעגלית קצובה רדיוס המסלול הוא R וזמן מחזור התנועה הוא T . במישור הניצב לשדה, כמוראה באיור הבא:
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5556	ניתן לנמק בעזרת ביטוי הרדיוס וביטוי זמן המחזור. ההיגיון: הכוח לא ישתנה אך מכיוון שהמסה גדולה יותר התאוצה הרדיאלית תקטן, יעבור יותר זמן עד שהגוף ישלים הקפה, רדיוס המסלול יהיה גדול יותר.	רדיוס המסלול יגדל פי 2 וגם זמן המחזור יגדל פי 2.	הנע בשדה מגנטי:	ג.5-2. מסת הגוף הטעון m פי 2. כיצד ישתנה רדיוס המסלול R וזמן המחזור T ?	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5557	ניתן לנמק בעזרת ביטוי הרדיוס וביטוי זמן המחזור. ההיגיון: כאשר המטען גדל, הכוח המגנטי גדל, רדיוס המסלול קטן והגוף הטעון משלים הקפה בזמן קצר יותר.	רדיוס המסלול יקטן פי 2 וגם זמן המחזור יקטן פי 2.	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין. משוואת התנועה המעגלית:	ג.5-3. מגדילים את מטען הגוף הטעון פי 2. כיצד ישתנה רדיוס המסלול R וזמן המחזור T ?	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5568	זמן המחזור לא תלוי במהירות הגוף- ההיגיון: כאשר המהירות גדלה גם הרדיוס גדל ההיקף גדל, זמן מחזור לא משתנה. ככל שהמהירות גדלה (תנע גדל) יותר קשה לכוח לשנות את כיוון התנועה רדיוס מסלול גדל, ניתן לראות זאת גם מביטוי הרדיוס.	רדיוס המסלול יגדל פי 2 זמן המחזור לא ישתנה.	$\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$ ביטוי זמן המחזור: $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$	ג.5-4. מגדילים את מהירות הגוף הטעון פי 2. כיצד ישתנה רדיוס המסלול R וזמן המחזור T ?	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5569	ברגע שינוי מטען הגוף, כיוון הכוח המגנטי יתהפך, הגוף יפנה לכיוון אחר, התנועה תתרחש במקום אחר.	כיוון התנועה ישתנה, הגוף ינוע בתנועה מעגלית קצובה נגד כיוון השעון.	ביטוי רדיוס המסלול: $R = \frac{m \cdot v}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	ג.5-5. מה ישתנה בתנועת הגוף הטעון כתוצאה משינוי סימן המטען?	טוענים את הגוף הנתון במטען שלילי הזהה בערכו המוחלט למטן הגוף בסעיף הקודם, רדיוס המסלול המהירות והמסה לא משתנים.

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5550	הגוף הטעון יסטה בהתאם לכיוון הכוח המגנטי הפועל עליו.	המטען יסטה מזרחה.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$	ג.6- גוף שמסתו 3 ק"ג טעון במטען שגודלו 0.3C נע מצפון לדרום. בתנועתו חולף המטען בתוך שדה מגנטי שעוצמתו 40 טסלה. השדה המגנטי תחום באזור ריבועי כמתואר באיור שלפניך:	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5551	כאשר הגוף הטעון ינוע במהירות המקסימאלית וינוע צפונה לאחר יציאתו הוא יצא מהשדה המגנטי בנקודה A.	$V = 9 \frac{m}{s}$	כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:  במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	ג.2- כאשר הגוף נכנס לשדה במהירות קטנה הוא נע בתוך השדה בתנועת פרסה וחוזר צפונה. חשב את המהירות המקסימאלית של הגוף שבה הוא ינוע מהשדה המגנטי.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5553	זמן תנועת הגוף הטעון לאורך חצי הקפה שווה למחצית זמן מחזור.	$t = 0.78s$	משוואת התנועה המעגלית: $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$	ג.3- חשב את זמן תנועת הגוף הטעון בסעיף הקודם מרגע כניסתו לשדה ועד יציאתו מהנקודה A.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5552	בשאלות העוסקות בתנועת מטען בשדה מגנטי חשוב לתאר את מסלול תנועת הגוף ולמצוא מהתנאים את רדיוס מסלול התנועה.	$V = 18 \frac{m}{s}$	ביטוי זמן המחזור: $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$	ג.4- חשב את מהירות הגוף שבה הוא ינוע מזרחה ביציאתו מהשדה המגנטי.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5554	זמן תנועת הגוף הטעון לאורך חצי הקפה שווה למחצית זמן מחזור.	$t = 0.39s$	ביטוי רדיוס המסלול: $R = \frac{m \cdot v}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	ג.5- חשב את זמן תנועת הגוף הטעון בסעיף הקודם מרגע כניסתו ועד יציאתו מזרחה מצלע AD.	

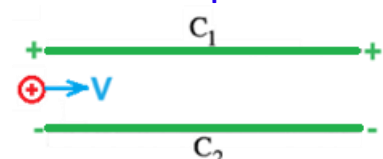
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	ג.7- נתונים שני אזורים מלבניים בהם קיימים שדות מגנטיים שונים. באזור מלבני ABCD קיים שדה מגנטי B_1 שעוצמתו 40 טסלה וכיוונו פנימה. ובאזור מלבני ADEF קיים שדה מגנטי B_2 שעוצמתו 180 טסלה וכיוונו החוצה. רוחבו של כל אזור מלבני 9m וגובהו 11m גוף שמסתו 3 ק"ג טעון במטען שגודלו 0.3C ונע במהירות 18 מטר לשנייה מצפון לדרום, הוא נכנס לשדה המגנטי מאמצע הקטע AB. באיור הבא מופיעים שני האיורים והגוף הטעון לפני כניסתו לשדה B_1 .
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5558	כיוון תנועת המטען משתנה בתוך השדה, אך המטען נע במישור הניצב לשני השדות לכן ערך הזווית α היא 90 מעלות.	$R_1 = 4.5m$ $R_2 = 1m$	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:	ג.1.7- חשב את רדיוס מסלול תנועת הגוף R_1 בשדה B_1 ואת רדיוס מסלול תנועת הגוף R_2 בשדה B_2 .	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5559	מסלול התנועה בכל שדה מגנטי נקבע בהתאם לרדיוס המסלול בשדה, למידות אזור השדה ולכיוון הכוח הפועל על המטען.		במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	ג.2.7- תאר את תנועת הגוף הטעון מכניסתו ועד יציאתו מהשדות.	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5560	המטען נע במשך חצי זמן מחזור בכל אחד משני האזורים.	$t = 0.96s$	משוואת התנועה המעגלית: $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$	ג.3.7- חשב את זמן תנועת הגוף הטעון מרגע כניסתו לשדה ועד לרגע יציאתו מהשדה המגנטי.	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5561	חשוב להגיע למסקנות רק לאחר בחינה מעמיקה.	לא	ביטוי זמן המחזור: $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$	ג.4.7- במקרה אחר הגוף הטעון נכנס מאמצע הקטע CD מכיוון דרום לצפון, האם המטען ינוע לאורך אותו המסלול בו הוא נע מהסעיף הקודם.	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5562	השדה המגנטי לא מבצע עבודה גם כאשר הגוף הטעון נע בשדות שונים.	$V = 18 \frac{m}{s}$	ביטוי רדיוס המסלול: $R = \frac{m \cdot V}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	ג.5.7- מצא את מהירות הגוף בסעיף ג.7.2 ביציאתו מהשדה באמצע הקטע CD.	

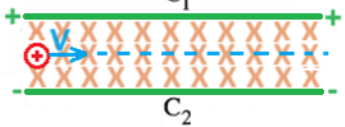
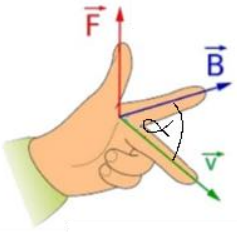
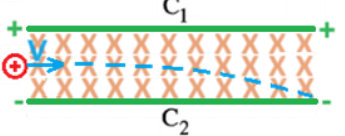
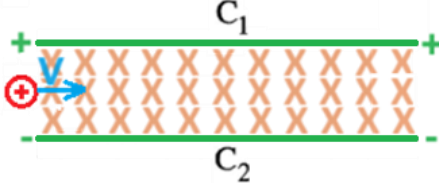
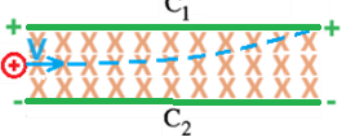


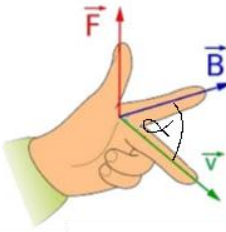
ד- תנועה בורגית.

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5563	1. אנחנו מתארים את התנועה הבורגית בדומה לתיאור התנועה במישור בעזרת עיקרון אי תלות התנועות.	$V_x = V \cdot \cos(\alpha)$ $V_y = V \cdot \sin(\alpha)$	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:	ד.1- כתוב ביטוי לשני רכיבי מהירויות הכניסה: בכיוון השדה (V_x) ובכיוון ניצב לשדה (V_y).	ד.1- נתון שדה מגנטי שעוצמתו 40 טסלה וכיוונו ימינה. לשדה נכנס גוף שמסתו 3 ק"ג ומטענו 0.3C במהירות 18 מטר לשנייה, המטען נכנס לשדה בזווית α ביחס לשדה, השווה ל 30 מעלות.
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5564	בכיוון הניצב לשדה המטען נע בתנועה מעגלית קצובה, גודל המהירות שווה לרכיב מהירות הכניסה בכיוון הניצב לשדה (V_y).	$T = 1.57s$	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	ד.2- חשב את זמן המחזור	התרשים הבא מתאר את השדה ואת מהירות המטען בכניסתו לשדה:
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5565	2. זמן המחזור של התנועה המעגלי בכיוון הניצב לשדה המגנטי לא תלוי בגודל מהירות המטען, הוא גם לא תלוי בכיוון תנועת המטען. (בזווית α)	$R = 9m$	משוואת התנועה המעגלית:	ד.3- חשב את רדיוס המסלול.	במקרה זה מרגע שהגוף הטעון נכנס לשדה הוא נע ב"תנועה בורגית".
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5566	3. רדיוס המסלול בתנועה הבורגית הוא רדיוס התנועה במישור הניצב לשדה.	$p = \frac{2 \cdot \pi \cdot m \cdot V \cdot \cos(\alpha)}{B \cdot q}$	$\Sigma F_R = \frac{m \cdot V^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$ ביטוי זמן המחזור: $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$	ד.4- כתוב ביטוי למרחק הפסיעה P.	תנועה בורגית היא תנועה המשלבת תנועה מעגלית במישור ניצב לשדה המגנטי ותנועה במהירות קבועה בכיוון השדה המגנטי.
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5567	4. ביטוי מרחק הפסיעה לא מופיע בדפי הנוסחאות. חשוב לדעת לפתח את ביטוי מרחק הבלוימה.	$P = 24.48m$	ביטוי רדיוס המסלול: $R = \frac{m \cdot V}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	ד.5- חשב את מרחק הפסיעה P.	התנועה הבורגית היא תנועה תלת ממדית, מתוארת באיור הבא:
					מרחק פסיעה של תנועה בורגית הוא המרחק שהמטען מתקדם בכיוון השדה במשך זמן מחזור אחד. מרחק הפסיעה מסומן על ידי האות P והוא מתואר באיור.

ה- בורר מהירויות.

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5640	לוח טעון יוצר שדה אחיד, במרחב שבין לוחות הטעונים במטענים שונים בסימונם קיים שדה חשמלי אחיד השווה לסכום השדות הנוצרים משני הלוחות.	כיוון השדה החשמלי הוא כלפי מטה, מלוח C_1 ללוח C_2 .	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$	ה.1.1- מה כיוון השדה החשמלי בין הלוחות.	ה.1- נתונים שני לוחות טעונים C_1 ו- C_2 הלוח C_1 טעון במטען חיובי והלוח C_2 טעון במטען שלילי. הפרש הפוטנציאלים בין הלוחות הוא 100 וולט, והמרחק בין הלוחות הוא 2 מטרים.
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5641	ניתן לחשב את השדה (גודל וכיוון) ביחס לציר נבחר בעזרת ביטוי השדה האחיד, המופיע בדפי הנוסחאות: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$ כדי לחשב רק את גודל השדה ניתן להתייחס למרחק בין הלוחות d במקום להעתק. כפי שמופיע בנוסחת הקבל בדפי הנוסחאות: $E = \frac{V_{AB}}{d}$	$E = 50 \frac{V}{m}$	כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:  במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	ה.2.1- חשב את עוצמת השדה האחיד בין הלוחות.	אל בין הלוחות נזרק חלקיק הטעון במטען חיובי, באיור הבא מתואר החלקיק ברגע כניסתו למרחב שבין הלוחות.  הזנח את כוח הכובד הפועל על החלקיק.
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5642	מהגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ על מטען חיובי פועל כוח בכיוון השדה על מטען שלילי פועל כוח נגדי לשדה	כיוון הכוח החשמלי הוא כלפי מטה.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	ה.3.1- מה כיוון הכוח החשמלי הפועל על החלקיק.	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5643	1. מהירות החלקיק משתנה בגודלה ובכיוונה, אך מכיוון שהחלקיק נע בשדה אחיד, פועל עליו כוח חשמלי קבוע בגודלו ובכיוונו. 2. יש לתאר את מסלול תנועת החלקיק באופן איכותי ולא כמותי.	החלקיק נע במסלול פרבולי.	ביטוי השדה האחיד: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$	ה.4.1- תאר את מסלול תנועת החלקיק.	

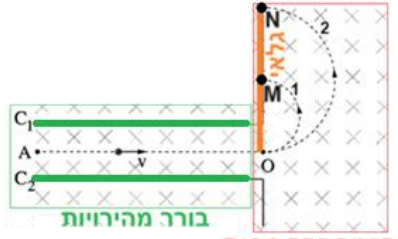
פיתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5644	על החלקיק פועלים שני כוחות, כוח חשמלי וכוח מגנטי. כדי שהחלקיק ינוע במהירות קבועה שני כוחות אלו צריכים להיות שווים בגודלם ומנוגדים בכיוונם. בהתאם לכיוון הכוח המגנטי ולכיוון התנועה בעזרת כלל יד שמאל ניתן למצוא את כיוון השדה המגנטי.	כדי שהחלקיק ינוע בקו ישר כיוון השדה המגנטי צריך להיות לתוך הדף. 	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:  במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	ה.2- מה כיוונו של השדה המגנטי?	ה.2- מוסיפים בין הלוחות שדה מגנטי כדי שהחלקיק ינוע בקו ישר במהירות קבועה ולא יסטה ממסלולו.
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5645	מעקרונות הדינמיקה, הכוח השקול קובע את תאוצת הגוף. בהתאם לתאוצת הגוף ולמהירותו ההתחלתית נקבע מסלול תנועת הגוף.		ה.3- תאר באופן כללי את מסלול תנועת החלקיק כאשר מהירות זריקת החלקיק היא קטנה מאוד.	ה.3- חלקיק הטעון במטען חיובי נזרק אל תוך אזור בו קיימים שדה מגנטי ושדה חשמלי כמתואר באיור הבא: 	ה.3- חלקיק הטעון במטען חיובי נזרק אל תוך אזור בו קיימים שדה מגנטי ושדה חשמלי כמתואר באיור הבא:
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5646	הכוח המגנטי הוא כוח ייחודי, גודלו וכיוונו תלויים במהירות הגוף. לכן כאשר פועל כוח מגנטי על חלקיק טעון, מהירות החלקיק משפיעה על גודלו וכיוונו של הכוח השקול.		הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה האחיד: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}$	ה.2- תאר באופן כללי את מסלול תנועת החלקיק כאשר מהירות זריקת החלקיק היא גדולה מאוד.	ה.3- חלקיק הטעון במטען חיובי נזרק אל תוך אזור בו קיימים שדה מגנטי ושדה חשמלי כמתואר באיור הבא:

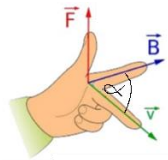
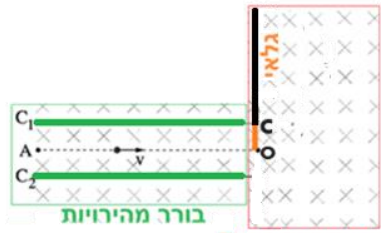
פיתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5647	1. כדי לפתח את ביטוי מהירות היציאה מהבורר יש לכתוב משוואת תנועה ולבטא ממנה את מהירות החלקיק. (פיתוח מלא מופיע בפתרון המלא) 2. ביטוי המהירות הוא סקלארי ולא ווקטורי, הביטוי מתאר רק את גודל המהירות ולא את כיוונה.	$V = \frac{E}{B}$	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי: 	ה.4- בורר מהירויות הוא התקן המכיל בתוכו שני שדות שונים: חשמלי ומגנטי הניצבים זה לזה. לבורר חריר כניסה וחריר יציאה. רק חלקיק בעל מהירות מסוימת שיכנס בחריר הכניסה ינוע בקו ישר בתוך הבורר ויצא בחריר היציאה. בכל מהירות אחרת החלקיק לא יצא מהבורר.	בורר מהירויות 
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5648	בכל מהירות גדולה או קטנה מ 5 מטר לשנייה החלקיק לא יתמיד בתנועתו בתוך הבורר ולא יצא ממנו החוצה.	$V = 5 \frac{m}{s}$	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	ה.2-4 חשב את גודל מהירות כניסת החלקיק שבה החלקיק יצא מהבורר.	עוצמת השדה החשמלי בין הלוחות היא 50 ניוטון למטר. ועוצמת השדה המגנטי היא 10 טסלה.
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5649	מביטוי גודל המהירות: $V = \frac{E}{B}$ ניתן לראות שהמהירות בה החלקיק יצא מהבורר תלויה רק בגודל השדות.	כל שלושת החלקיקים יצאו מהבורר.	הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה האחיד: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}$	ה.3-4 שלושה חלקיקים נכנסים לבורר במהירות 5 מטר לשנייה. נתוני החלקיקים: $m_1 = 4gr \quad q_1 = 0.1C$ $m_2 = 8gr \quad q_2 = 0.1C$ $m_3 = 4gr \quad q_3 = 0.2C$ מי מבין שלושת החלקיקים יצא מהבורר?	נתון חלקיק שמטענו 0.1 קולון ומסתו 4gr הנזרק לבורר מחריר הכניסה נע בקו ישר ויוצא מחריר היציאה. נזניח את כוח הכבידה הפועל על החלקיק הטעון.

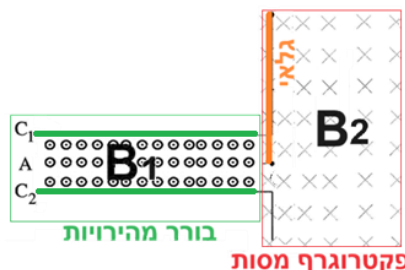
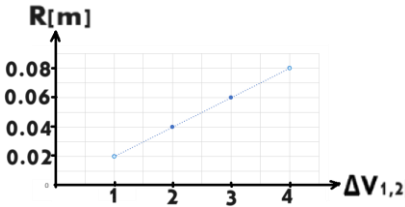
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://mymoodle.youcubee.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5650	כיוון הכוח החשמלי תלוי בסימן המטען על מטען חיובי פועל כוח בכיוון השדה. על מטען שלילי פועל כוח נגדי לשדה. כיוון הכוח המגנטי תלוי בסימן המטען למציאת הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד שמאל. ולמציאת הכוח המגנטי הפועל על מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	החלקיק יצא מהבורר גם במקרה זה.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:	ה-5. האם החלקיק ייצא מהבורר? הסבר.	ה-5. לבורר המהירויות המתואר בסעיף ה-4 נכנס חלקיק הטעון במטען שלילי כמוראה באיור הבא:  כל נתוני הבורר לא משתנים, וגם מהירות כניסת החלקיק לא משתנה.
https://mymoodle.youcubee.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5651	החלקיק יצא מהבורר רק אם הוא יתמיד בתנועתו. כדי לקבוע אם החלקיק יתמיד בתנועתו יש למצוא את כיוון פעולת הכוח החשמלי בהתאם לכיוון השדה ואת כיוון פעולת הכוח המגנטי בהתאם לכלל יד שמאל.	החלקיק לא יצא מהבורר במקרה זה.	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין. הגדרת השדה החשמלי: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ביטוי לעוצמת השדה האחיד: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}$	ה-6. האם גם במקרה זה החלקיק ייצא מהבורר? הסבר.	ה-6. חלקיק הטעון במטען חיובי נכנס לבורר המהירויות המתואר בסעיף ה-4 אך הפעם קוטביות הלוחות החשמליים היא הפוכה, הלוח העליון טעון במטען שלילי והלוח התחתון טעון במטען חיובי, כמוראה באיור הבא:  כל נתוני הבורר לא משתנים, ומהירות כניסת החלקיק היא 5 מטר לשנייה.

I – ספקטרוגרף מסות.

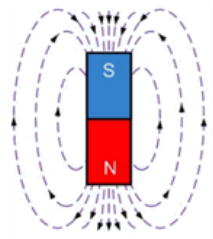
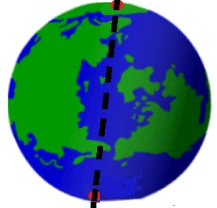
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5652	יש לנמק בעזרת ביטוי רדיוס המסלול של מטען הנע בשדה מגנטי.	לחלקיק 2 יהיה רדיוס מסלול גדול יותר.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:	1.1.I- למי מהחלקיקים יהיה רדיוס מסלול גדול יותר?	1. נתונים שני חלקיקים טעונים בעלי מסות שונות הנכנסים במהירות זהה לתוך שדה מגנטי כמראה באיור הבא:
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5653	לחלקיקים מסה זהה ומטען זהה, ההבדל בין החלקיקים הוא רק במסתם.	$\frac{R_2}{R_1} = \frac{m_2}{m_1}$	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	2.1.I- בטא את יחס רדיוסי המסלול.	 נתונים החלקיקים: $m_1 = 4gr \quad q_1 = 0.1C \quad V_1 = 3 \frac{m}{s}$ $m_2 = 8gr \quad q_2 = 0.1C \quad V_2 = 3 \frac{m}{s}$
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5654	רדיוס המסלול תלוי ביחס ישר במהירות החלקיק. כאשר מהירות החלקיקים שונה, בביטוי יחס הרדיוסים המהירות לא מצטמצמת.	הביטוי לא היה נכון.	משוואת התנועה המעגלית: $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$ ביטוי זמן המחזור: $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$ ביטוי רדיוס המסלול: $R = \frac{m \cdot v}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	3.1.I- האם ביטוי יחס רדיוסי המסלול בסעיף הקודם היה נכון גם כאשר מהירות החלקיקים הייתה שונה? הסבר.	

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5655	ניתן ללמוד על סימן המטענים מתנועתם בספטרורגרף מסות. לא ניתן ללמוד על סימן המטענים מתנועתם בבורר המהירויות.	מטען החלקיקים הוא חיובי.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:	1.2.1- העזר במסלול תנועת החלקיקים וקבע מה הוא סימן מטעני החלקיקים?	1.2- ספקטורגרף מסות הוא התקן המכיל שדה מגנטי באמצעותו ניתן למצוא את מסתם של חלקיקים בעלי מטען זהה ומהירות זהה הנכנסים לספקטורגרף. כדי שחלקיקים טעונים יכנסו לספקטורגרף במהירות זהה הם עוברים לפני כניסתם לספקטורגרף דרך בורר מהירויות.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5656	ניתן לבטא את המרחקים המבוקשים כתלות ברדיוסי מסלול תנועת החלקיקים.	OM = 8cm	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	2.2.1- ראשית הגלאי ממוקמת בנקודה בה החלקיקים הטעונים נכנסים לספקטורגרף. חשב את המרחק שבין נקודת ראשית הגלאי לנקודת פגיעת חלקיק 1 (OM).	באיור הבא מופיע ספקטורגרף ובורר מהירויות בהם נעים שני חלקיקים 1 ו-2, נקודת פגיעת חלקיק 1 בגלאי מסומנת ב-M, ונקודת פגיעת חלקיק 2 בגלאי ב-N. נקודת ראשית הגלאי מסומנת ב-O.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5657		ON = 16cm	משוואת התנועה המעגלית: $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$ ביטוי זמן המחזור: $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$ ביטוי רדיוס המסלול: $R = \frac{m \cdot v}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	3.2.1- חשב את המרחק שבין נקודת ראשית הגלאי לנקודת פגיעת חלקיק 2 (ON).	 ספקטורגרף מסות
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5658	רדיוס המסלול תלוי ביחס ישר במסת החלקיק, לכן קיים יחס ישר בין מרחק נקודת הפגיעה למסת החלקיק. ניתן לחשב יחס זה משני המקרים בסעיפים הקודמים.	אורך של 1 ס"מ בגלאי מייצג מסה של 0.5 גרם.		4.2.1- תלמיד מעוניין לסמן על הגלאי שנתות שיצינו את מסת החלקיק הפוגע בגלאי. מה הוא ערך המסה המיוצג באורך של 1 ס"מ בגלאי.	נתוני החלקיקים: $m_1 = 4gr \quad q_1 = 0.1C \quad V_1 = 3 \frac{m}{s}$ $m_2 = 8gr \quad q_2 = 0.1C \quad V_2 = 3 \frac{m}{s}$ השדה המגנטי הנמצא בבורר המהירויות זהה לשדה המגנטי הנמצא בספקטורגרף ועוצמתו 3 טסלה.

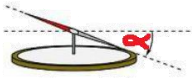
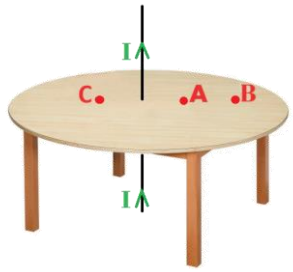
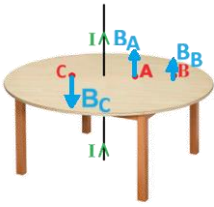
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5663	החלקיק בעל המסה הגדולה ביותר האפשרית למדידה בספקטרוגרף ינוע מנקודה O לנקודה C.	מסה של 1.5 גרם.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי: 	2.1- בהמשך לסעיף הקודם. חלק מהגלאי נהרס, רק שלושה ס"מ מראשית הגלאי פעילים, לא ניתן להשתמש באזורים אחרים של הגלאי. באיור הבא מופיע האזור התקין הגלאי בצבע כתום (OC) והאזור התקול בשחור.  $q = 0.1C \quad V = 3 \frac{m}{s}$	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5664	השדה המגנטי בספקטרוגרף יכול להיות שונה מהשדה המגנטי בבורר המהירויות.	להגדיל את B בספקטרוגרף מבלי לשנות את B בבורר המהירויות.	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין. משוואת התנועה המעגלית: $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$ ביטוי זמן המחזור: $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$ ביטוי רדיוס המסלול: $R = \frac{m \cdot v}{B \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	6.2.1- תלמיד מעוניין למדוד את מסתו של חלקיק גדול, הוא לא מצליח לתקן הגלאי. הצע שינוי במערכת שיאפשר לתלמיד למדוד את מסת החלקיק הגדול עם גלאי זה. מטען החלקיק הגדול ומהירותו: $q = 0.1C \quad V = 3 \frac{m}{s}$	השדה המגנטי הנמצא בבורר המהירויות זהה לשדה המגנטי הנמצא בספקטרוגרף ועוצמתו 3 טסלה.

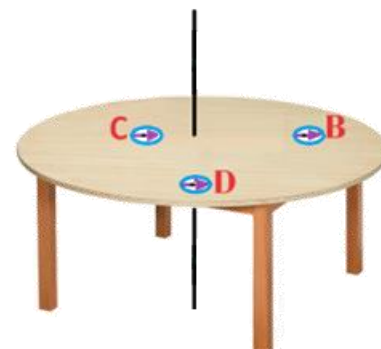
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5659	כדי שניתן יהיה להשתמש במערכת החלקיק צריך לפגוע בסיום תנועתו בגלאי.	המערכת מתאימה למטען חיובי בלבד.	גודל כוח מגנטי הפועל על מטען הנע בשדה: $F = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha)$	1.3.1- לאיזה סוג מטען מתאימה מערכת זו למטען חיובי, שלילי או לשניהם?	3.1- נתונה מערכת למציאת מסתם של חלקיקים טעונים המורכבת מבורר מהירות וספקטוגרף מסות.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5660	בתנועת החלקיק בבורר המהירות השדה המגנטי מפעיל כוח מגנטי והשדה החשמלי מפעיל כוח חשמלי, כדי החלקיק יתמיד בתנועתו כוחות אלו צריכים להיות זהים בגודלם ומנוגדים בכיוונם.	הלוח העליון (C_1) טעון במטען שלילי והלוח התחתון (C_2) טעון במטען חיובי.	כלל יד שמאל, למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי הנע בשדה מגנטי:	2.3.1- מה סימן מטען הלוחות C_1 ו- C_2 .	 ספקטרוגרף מסות גודלם של השדות המגנטיים: $B_1 = 20T$ $B_2 = 5T$ לוחות הבורר מחוברים למקור מתח משתנה. בעזרתו ניתן לשנות את גודל הפרש הפוטנציאלים בין הלוחות C_1 ו- C_2. נסמן את הפרש הפוטנציאלים בין הלוחות ב- $\Delta V_{1,2}$ המרחק בין הלוחות הוא 5mm. נסמן מרחק זה באות d. מטען החלקיק הוא 0.1 קולון. הגרף הבא מתאר את רדיוס מסלול תנועת החלקיק בספקטוגרף כתלות בהפרש הפוטנציאלים בבורר המהירות. 
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5661	לפיתוח ביטוי רדיוס המסלול, יש לבטא את מהירות החלקיק כתלות ביחס שבין השדה החשמלי למגנטי בבורר ולבטא את עוצמת השדה החשמלי בבורר כתלות בהפרש הפוטנציאלים בין הלוחות בבורר והמרחק בין הלוחות.	$R = \frac{m \cdot \Delta V_{1,2}}{d \cdot B_1 \cdot B_2 \cdot q \cdot \sin(\alpha)}$	במקרה של מטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.	3.3.1- פתח ביטוי המתאר את רדיוס המסלול כתלות בהפרש הפוטנציאלים בין לוחות הבורר.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5662	בשאלות בהן נתון גרף וביטוי הגרף לרוב מהלך הפתרון מבוסס על שיפוע הגרף.	מסת החלקיק היא 1 גרם.	משוואת התנועה המעגלית: $\Sigma F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$	4.3.1- העזר בגרף וחשב את מסת החלקיק.	

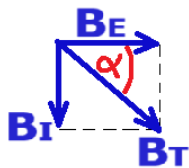
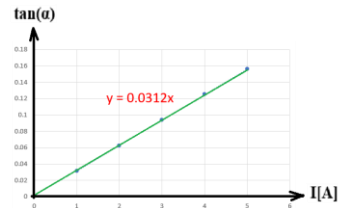
ז – שדה מגנטי של כדור הארץ.

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5665	1. הקטבים הגיאוגרפים הם אזורים שהוגדרו כקטבים, ללא כל קשר למגנטיות כדור הארץ. 2. כדור הארץ הוא גוף מגנטי לכן יש לו קטבים מגנטיים (ללא כל קשר לקטבים הגיאוגרפים). 3. העשרה: בגלעין החיצוני של כדור הארץ קיים נוזל שתנועתו יוצרת זרמים חשמליים, זרמים אלו גורמים למגנטיות כדור הארץ. (תרשים מפורט של כל ארבעת הקטבים נמצא בפתרון המלא)	באזור הקוטב הצפוני הגיאוגרפי.	קווי השדה המגנטי יוצאים מהקוטב הצפוני המגנטי ונכנסים לקוטב הדרומי המגנטי 	1.1. היכן נמצא הקוטב הדרומי המגנטי. באזור הקוטב הצפוני הגיאוגרפי או באזור הקוטב הדרומי הגיאוגרפי?	1.1. כדור הארץ נע סביב צירו, ציר הסיבוב של כדור הארץ עובר דרך שתי נקודות הנקראות קוטב צפוני גאוגרפי וקוטב דרומי גאוגרפי, שני קטבים גיאוגרפים אלו מופיעים באיור הבא: קוטב צפוני גאוגרפי  קוטב דרומי גאוגרפי
		באזור הקוטב הדרומי הגיאוגרפי.		2.1. היכן נמצא הקוטב הצפוני המגנטי. באזור הקוטב הצפוני הגיאוגרפי או באזור הקוטב הדרומי הגיאוגרפי?	
https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5666	1. תנועת מחט המצפן נקבעת בהתאם לקטבים המגנטיים של כדור הארץ ולקטבים המגנטיים של מחט המצפן. ראש מחט המצפן הוא קוטב צפוני מגנטי הנמשך לקוטב הדרומי מגנטי של כדור הארץ 2. זנב מחט המצפן הוא קוטב דרומי מגנטי הנמשך לקוטב הצפוני מגנטי של כדור הארץ. כך המצפן מורה על הצפון הגיאוגרפי. 2. למי שמנתב בעזרת המצפן חשובים רק הקטבים הגיאוגרפים ולא המגנטיים, הוא משתמש במצפן כדי לדעת את כיוון הצפון הגיאוגרפי.	מחט המצפן פונה לצפון הגיאוגרפי.		3.1. לאיזה כיוון פונה מחט המצפן. לקוטב הצפוני הגאוגרפי או לקוטב הצפוני המגנטי? הסבר.	כדור הארץ הוא גוף מגנטי, כמו כל מגנט גם לכדור הארץ יש קווי שדה מגנטי. קווי השדה המגנטי של כדור הארץ מתוארים בתרשים הבא: 

ח – שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר.

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://mymoodle.youcub.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5667	1. בהתאם לכיוון קווי השדה המגנטי של כדור הארץ, כיוון השדה המגנטי בקטבים המגנטיים הוא אנכי ובאזור קו המשווה הוא אופקי. בכל מקום אחר כיוון השדה המגנטי נטה בזווית מתחת לאופק, זווית זו נקראת זווית הרכנה, באיור הבא מסומנת זווית ההרכנה ב-α.  2. מחט מצפן המונח על שולחן אופקי מושפעת רק מהרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. 3. גודל השדה המגנטי תלוי בגודל מרחק הנקודה מהמוליך, ולא במיקום הנקודה ביחס למוליך. כך למשל, אין הבדל בין גודל השדה המגנטי הנוצר בנקודה A לגודל השדה המגנטי הנוצר בנקודה C.	$B_A = 3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ $B_B = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ $B_C = 3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$	עוצמת שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר נושא זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$ כלל יד ימין: 	ח.1.1- חשב את עוצמת השדה המגנטי הנוצר מהמוליך נושא הזרם בכל אחת משלושת הנקודות A ו-B ו-C.	ח.1- נתון מוליך ישר נושא זרם I העובר דרך שולחן אופקי, המוליך יוצא ממרכז השולחן בניצב לפני השולחן. על השולחן מסומנות שלוש נקודות: A ו-B ו-C, כמוראה באיור הבא:  מרחק הנקודות A ו-C מהמוליך הוא 20 ס"מ. מרחק הנקודה B 40 ס"מ. עוצמת הזרם במוליך היא 30 אמפר.
https://mymoodle.youcub.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5668	כיוון השדה המגנטי בכל נקודה תלוי במיקום הנקודה ביחס למוליך, בהתאם לכלל יד ימין. כך למשל, כיוון השדה המגנטי הנוצר בנקודה A שונה מכיוון השדה המגנטי הנוצר בנקודה C.	 שלושת ווקטורי השדה המגנטי נמצאים במישור השולחן.		ח.2.1- תאר את ווקטורי השדה המגנטי הנוצרים מהמוליך נושא הזרם בכל אחת משלושת הנקודות A ו-B ו-C. בתשובתך התייחס לגודלם ולכיוונם של השדות המגנטיים	

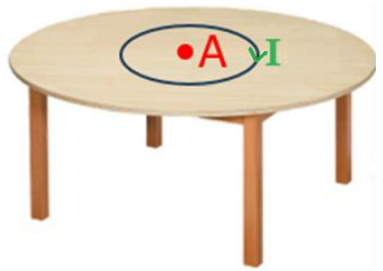
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5669	1. כיוון השדה המגנטי של כדור הארץ הוא הכיוון אליו מורים המצפנים כאשר הם נעים בהשפעת השדה המגנטי של כדור הארץ בלבד. 2. בעזרת המצפנים לדעת רק את כיוון השדה המגנטי שיוצר כדור הארץ ולא את גודלו.		עוצמת שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר נושא זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$	ח.2.1- נסמן את השדה המגנטי שכדור הארץ יוצר על פני השולחן ב BE. תאר בצורה ווקטורית את BE	ח.2- מפסיקים את הזרם במוליך, מניחים על השולחן שלושה מצפנים שני מצפנים בנקודות B ו- C ומצפן נוסף בנקודה D שלושת המצפנים מופיעים באיור הבא:  מרחק הנקודות C ו- D מהמוליך הוא 20 ס"מ. מרחק הנקודה B מהמוליך הוא 40 ס"מ. במצב זה, שלושת המצפנים מושפעים מהשדה המגנטי של כדור הארץ בלבד.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5670	השדה המגנטי הנוצר מהמוליך יגרום לסטייה במחט המצפן רק אם השדה יפעל בכיוון שונה מהכיוון בו פועל השדה המגנטי של כדור הארץ.	המצפנים הממוקמים בנקודות C ו- B יסוו מכיוונם. המצפן הממוקם בנקודה D לא יסטה מכיוון תנועתו.	כלל יד ימין: 	ח.2.2- יוצרים במוליך זרם שגודלו 30 אמפר, וכיוונו כלפי מעלה. באיזה מצפנים תסטה מחט המצפן מכיוונה המקורי.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5671	בשני המקרים השדה המגנטי הנוצר מהמוליך ניצב לשדה המגנטי של כדור הארץ, אך על כל מצפן יפעל שדה מגנטי שונה בגודלו.	מידת סטיית המצפנים תהיה שונה.		ח.2.3- בהמשך לסעיף הקודם, האם מידת סטיית מחט המצפן הנמצא בנקודה B תהיה זהה לסטיית מחט המצפן הנמצא בנקודה C.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5672	1. זווית הסטייה המחושבת היא ביחס לצפון. 2. לאחר הפעלת השדה המגנטי הנוצר מהזרם, מחט המצפן תתייצב בכיוון השדה המגנטי השקול. 3. המחט סוטה מהצפון בכיוונים שונים, השאלה עוסקת רק בגודל זווית הסטייה.	בנקודה B:  $\alpha = 26.56^\circ$ בנקודה C:  $\beta = 45^\circ$	ח.2.4- גודל הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ הוא 30 מיקרו טסלה. חשב את זווית סטיית מחט המצפן הנמצא בנקודה B ואת זווית סטיית מחט המצפן הנמצא בנקודה C.		

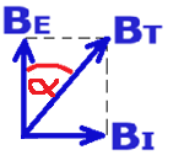
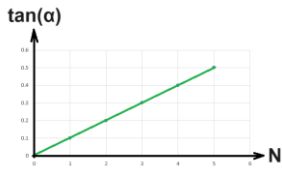
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	נ.3- תלמיד ביצע ניסוי למציאת הרכיב האופקי המגנטי של כדור הארץ. לשם כך הוא השתמש במוליך ישר הניצב למישור השולחן. ובמצפן המונח על השולחן במרחק 20 ס"מ מהמוליך. באיור הבא מתואר המצפן המונח על השולחן כאשר לא זורם זרם במוליך.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5673	מחט המצפן מושפעת מהשדה המגנטי של כדור הארץ ומהשדה המגנטי שנוצר מהמוליך נושא הזרם. מחט המצפן תתייצב בכיוון השדה המגנטי השקול לשני השדות. זווית סטיית מחט המצפן היא הזווית שבין כיוון השדה המגנטי לכיוון השדה השקול		עוצמת שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר נושא זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$ כלל יד ימין: 	נ.1.3- ערוך תרשים המכיל את הגדלים: $\vec{B}_E$ - השדה המגנטי של כדור. $\vec{B}_I$ - השדה המגנטי הנוצר מהמוליך. $\vec{B}_T$ - השדה השקול. α - זווית סטיית המצפן.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5674	זווית הסטייה לא תלויה ביחס ישר בעוצמת הזרם במוליך. טנגנס זווית הסטייה תלוי ביחס ישר בעוצמת הזרם. לכן, התלמיד משתמש בגרף המתאר את טנגנס הזווית כתלות בזרם. ולא בגרף המתאר את הזווית כתלות בזרם.			נ.2.3- ערוך בהתאם לטבלה גרף המתאר את ערכי טנגנס זווית הסטייה כתלות בעוצמת הזרם במוליך.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5675	רק פונקציית הטנגנס עוסקת ביחס שבין B_I לבין B_E . לכן יש להשתמש בפונקציית הטנגנס ולא בפונקציות הסינוס והקוסינוס.	$\tan(\alpha) = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot B_E}$		נ.3.3- פתח ביטוי המתאר את טנגנס זווית הסטייה כתלות בזרם.	התלמיד יצר זרם במוליך שכיוונו כלפי מטה ומדד את זווית סטיית מחט המצפן. הוא שינה את עוצמת הזרם ומדד בכל פעם את זווית הסטייה.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5676	מחט המצפן נעה רק במישור האופקי, היא מושפעת רק מרכיב השדה המגנטי האופקי של כדור הארץ. גודל הוקטור B_E המופיע בפונקציית הטנגנס הוא רכיב השדה המגנטי של כדור הארץ. לכן עוצמת השדה המגנטי המחושב הוא רק של הרכיב האופקי המגנטי של שדה כדור"א ולא כל השדה המגנטי של כדור"א.	$B_E = 33.31 \cdot 10^{-6} \text{ T}$		נ.4.3- מצא בעזרת הגרף את גודל רכיב השדה המגנטי האופקי של כדור הארץ.	הטבלה הבאה מרכזת את ערכי הזרם במוליך, זווית הסטייה וערך טנגנס הזווית.

I[A]	$\alpha[^\circ]$	$\tan(\alpha)$
1	1.78	0.0312
2	3.57	0.0624
3	5.35	0.0937
4	7.12	0.125
5	8.86	0.156

פיתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5677	1. מביטוי שיפוע הגרף ניתן לראות שהשיפוע תלוי במרחק שבין המוליך למצפן. 2. השדה המגנטי בכל נקודה על פני כדור הארץ נקבע רק בהתאם לכדור הארץ. 3. השדה המגנטי הנוצר מהמוליך נושא הזרם קובע את השדה המגנטי השקול לא משפיע על השדה המגנטי שכדור הארץ יוצר.	א. שיפוע הגרף יקטן. ב. רכיב השדה המגנטי לא ישתנה.	עוצמת שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר נושא זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$ כלל יד ימין: 	ח. 5.3- א. האם גרף טנגנס הזווית כתלות בזרם ישתנה? אם כן נמק כיצד ישתנה הגרף? ב. האם ערך רכיב השדה המגנטי האופקי המחושב ישתנה?	ח. 5.3- התלמיד הרחיק את המצפן לקצה השולחן, למרחק 40 ס"מ מהמוליך נושא הזרם. וחזר על כל מהלך הניסוי המתואר בדף הקודם. 
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5678	הגרף מתאר את ערך טנגנס הזווית ללא כל קשר לכיוון סטיית המצפן. מהגרף לבדו לא ניתן לדעת מה כיוון השדה המגנטי האופקי של כדור הארץ.	הגרף לא ישתנה. רכיב השדה המגנטי לא ישתנה.		ח. 6.3- האם גרף טנגנס הזווית כתלות בזרם ישתנה? אם כן נמק כיצד ישתנה הגרף? האם ערך רכיב השדה המגנטי האופקי המחושב ישתנה?	ח. 6.3- תלמיד חוזר על הניסוי עם אותם ערכי זרמים, אך הפעם כיוון הזרם הוא כלפי מעלה.

ט – שדה מגנטי במרכז כריכה מעגלית וסליל מעגלי דק.

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://myvideo.oil/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5679	קיים ביטוי רק לעוצמת השדה המגנטי בנקודת המרכז. הביטוי מופיע בדפי הנוסחאות בצורה כללית של סליל מעגלי דק. לכריכה בודדת היא סליל מעגלי דק שבו $N=1$.	$B = 7.85 \cdot 10^{-6} T$	עוצמת שדה מגנטי במרכז כריכה מעגלית נושאת זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot r}$	ט.1.1- חשב את גודל השדה המגנטי בנקודת מרכז הכריכה A.	ט.1- נתונה כריכה מעגלית שרדיוסה 40 ס"מ המונחת על שולחן. במרכז הכריכה נמצאת הנקודה A. בכריכה זורם זרם שגודלו 5 אמפר, הזרם נע בכיוון השעון כמוראה באיור הבא:
https://myvideo.oil/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5680	ניתן להשתמש בכלל יד ימין גם כאשר המוליך הוא מעגלי. (ובכל צורה אחרת).	כיוון השדה המגנטי בנקודת מרכז הכריכה הוא פנימה לתוך השולחן.	עוצמת שדה מגנטי במרכז סליל מעגלי דק נושא זרם: $B = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot I}{2 \cdot r}$	ט.2.1- מצא את כיוון השדה המגנטי בנקודת מרכז הכריכה A.	
https://myvideo.oil/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5681	בכל נקודה על פני השולחן מחוץ לכריכה כיוון השדה המגנטי הוא זהה. ובכל נקודה על פני השולחן בתוך הכריכה כיוון השדה המגנטי הוא זהה.	כיוון השדה המגנטי מחוץ לכריכה הוא החוצה מהשולחן.	עוצמת שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר נושא זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$	ט.3.1- מה כיוון השדה המגנטי על פני השולחן בנקודה הנמצאת מחוץ לכריכה המעגלית.	
https://myvideo.oil/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5682	כעוצמת השדה הנוצרת משתי הכריכות בנקודה A תהיה גדולה פי 2 מעוצמת השדה הנוצרת מכריכה אחת.	$B = 1.57 \cdot 10^{-5} T$	כלל יד ימין:	ט.1.2- חשב את גודל השדה המגנטי בנקודת מרכז הכריכות A.	
https://myvideo.oil/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5683	כל עוד הכריכות כרוכות באותו כיוון השדה המגנטי שהכריכות יוצרות בנקודת המרכז הוא זהה.	כיוון השדה המגנטי בנקודת מרכז הכריכות הוא החוצה מהשולחן.		ט.2.2- מצא את כיוון השדה המגנטי בנקודת מרכז הכריכות A.	
https://myvideo.oil/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5684	כאשר הכריכות מלופפות בכיוונים שונים, בכריכה אחת כיוון הזרם יהיה נגד כיוון השעות ובשנייה בכיוון השעון. ייוצרו שני שדות מגנטיים במרכז הסליל זהים בגודלם והפוכים בכיוונם.	$B = 0 T$		ט.3.2- תלמיד כרך את הכריכות בכיוונים שונים, חשב את עוצמת השדה המגנטי בנק' A במצב זה.	

דרישה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה	הערות חשובות	פתרון מלא
ט.3- גליונומטר טנגנטי הוא התקן באמצעותו ניתן למצוא את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. הגליונומטר מורכב מסליל מעגלי דק הכרוך סביב מצפן אופקי הממוקם במרכז הסליל.	ט.1.3- מה כיוון הזרם בנקודה העליונה של הגליונומטר ? צפונה או דרומה?	כיוון הזרם בנקודה העליונה הוא דרומה.	מישור הכריכה בסעיף זה שונה ממישור הכריכה בסעיף הקודם, אך העקרונות הפיזיקליים זהים. בפתרון המלא מופיע איור עם תרשים מפורט.	https://myvideo.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5685
ט.2.3- ערוך תרשים המתאר את שני השדות ואת זווית הסטייה. ופתח ביטוי המתאר את טנגנס זווית הסטייה כתלות במספר הכריכות N.	עוצמת שדה מגנטי במרכז כריכה מעגלית נושאת זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2 \cdot r}$ עוצמת שדה מגנטי במרכז סליל מעגלי דק נושא זרם: $B = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot I}{2 \cdot r}$ עוצמת שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר נושא זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$ כלל יד ימין: 	 $\tan(\alpha) = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot r \cdot B_E} \cdot N$	1. כיוון הצפון במקרה זה מתואר מנקודת מבט שונה מנקודת המבט בסעיף הקודם ח.1.3, העקרונות הפיזיקליים זהים. 2. ניסוי זה מבוצע בעזרת זרם קבוע ומספר כריכות משתנה. ניתן לבצע ניסוי דומה עם מספר כריכות קבוע וזרם משתנה.	https://myvideo.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5686
ט.3.3- ערוך בהתאם לטבלה גרף המתאר את ערכי טנגנס זווית הסטייה כתלות במספר הכריכות.			1. בגרף זה אין יחידות לציר האנכי ולציר האופקי. 2. בהתאם לערכי המדידות קו המגמה עובר דרך כל הנקודות בגרף.	https://myvideo.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5687
ט.4.3- מצא בעזרת הגרף את גודל רכיב השדה המגנטי האופקי של כדור הארץ.		$B_E = 31.41 \cdot 10^{-6} \text{ T}$	כדאי לזכור שערך השדה המגנטי של כדור הארץ הוא כ 30 מיקרו טסלה. באזור המשווה זווית ההרכנה קטנה יחסית, גודל הרכיב האופקי כמעט זהה לגודל השדה המגנטי.	https://myvideo.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5688
ט.5.3- התלמיד טוען שאם מישור הכריכות לא היה בכיוון צפון דרום הניסוי. האם התלמיד צודק ? הסבר!		התלמיד צודק.	ניתן להשתמש בפונקציות סינוס קוסינוס וטנגנס רק במשולש ישר זווית.	https://myvideo.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5689

ט.3- גליונומטר טנגנטי הוא התקן באמצעותו ניתן למצוא את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. הגליונומטר מורכב מסליל מעגלי דק הכרוך סביב מצפן אופקי הממוקם במרכז הסליל.

תלמיד השתמש בגליונומטר למציאת הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ.

התלמיד מיקם את מישור הכריכות בכיוון צפון דרום, כך שמחט המצפן הצביעה על כיוון הצפון כמוראה באיור:

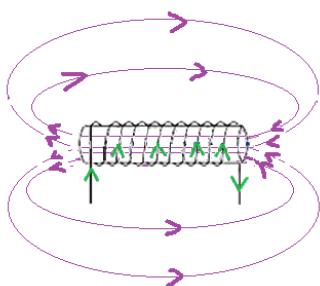
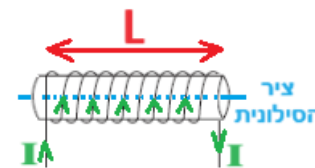


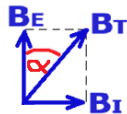
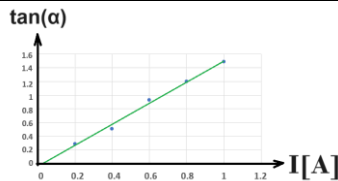
לאחר מכן התלמיד כך כריכה אחת שרדיוסה 40 ס"מ על הגליונומטר והזרים בכריכה זרם שגודלו 2 אמפר. מחט המצפן סטתה מזרחה בזווית של 11.8 מעלות.

התלמיד שינה את מספר הכריכות N ומדד את ערכי זווית הסטייה וחישב את ערך טנגנס הזווית. התלמיד ריכז את הנתונים בטבלה הבאה:

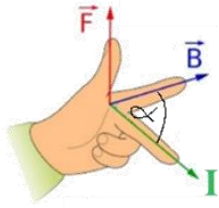
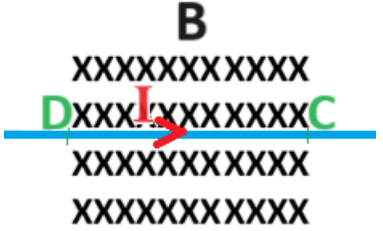
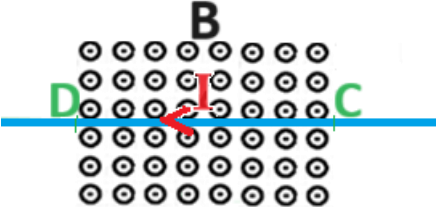
N	$\alpha [^\circ]$	$\tan(\alpha)$
1	5.9	0.1
2	11.8	0.2
3	17.3	0.3
4	22.6	0.4
5	27.6	0.5

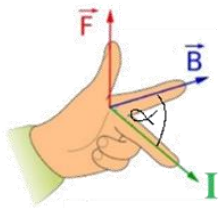
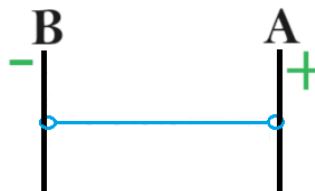
י - שדה מגנטי לאורך ציר סילוני ארוכה.

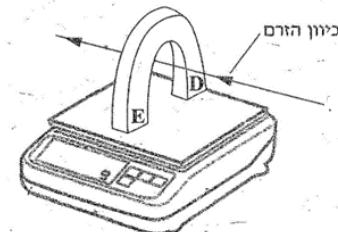
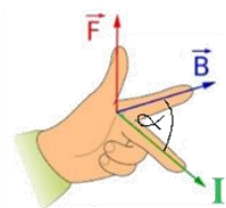
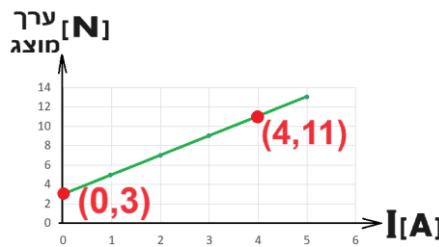
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5690	למציאת השדה המגנטי בתוך הסילוני יש להשתמש בכלל יד ימין עם יד ימין על אחת הכריכות. ניתן להשתמש בצורה פשוטה יותר עם יד ימין, שתי האפשרויות מופיעות בפירוט בפתרון המלא.	כיוון השדה המגנטי בתוך הסילוני הוא שמאלה.	עוצמת השדה המגנטי האחד לאורך ציר הסילוני: $B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{L}$	י.1.1- מה כיוון השדה המגנטי בתוך הסילוני.	י.1- נתונה סילוני ארוכה שאורכה הוא $L = 20\text{cm}$ מספר הכריכות בסילוני הוא $N = 400$. בסילוני זורם זרם שגודלו 4 אמפר, כיוון הזרם בסילוני מסומן באיור הבא:
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5691	1. קווי השדה המגנטי הם קווים סגורים בסביבת כל גוף מגנטי ובסביבת כל התקן נושא זרם. 2. יש לתאר את קווי השדה באופן כללי, בתוך הסילוני קווי השדה המגנטי הם קווים ישרים, מחוץ לסילוני קווי השדה מתעקמים ונסגרים.		עוצמת שדה מגנטי במרכז כריכה מעגלית נושאת זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot r}$ עוצמת שדה מגנטי במרכז סליל מעגלי דק נושא זרם: $B = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot I}{2 \cdot r}$	י.2.1- תאר את קווי השדה המגנטי בסביבת הסילוני.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5692	ביטוי הסילוני הארוכה מתאים לחישוב השדה המגנטי בתוך הסילוני, לאורך ציר הסילוני בלבד. מהביטוי ניתן למצוא רק את עוצמת השדה המגנטי בתוך הסילוני, לא ניתן למצוא מהביטוי את כיוון השדה המגנטי בתוך הסילוני.	$B = 0.01\text{T}$	עוצמת שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר נושא זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$	י.3.1- חשב את עוצמת השדה האחד לאורך ציר הסילוני.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5693	1. קוטר המוליך שווה לעובי המוליך. 2. בכל סילוני הכריכות צפופות גם אם באיור זה לא נראה כך. 3. קוטר המוליך שווה ליחס שבין אורך המוליך למספר הכריכות, ניתן לבטא את קוטר המוליך כתלות בצפיפות הכריכות: $d = \frac{L}{N} = \frac{1}{n}$	$d = 0.5\text{mm}$	כלל יד ימין: 	י.4.1- חשב את קוטר המוליך. הנח שהכריכות בסילוני הן צפופות, כך שאין מרווח בין כריכה לכריכה.	

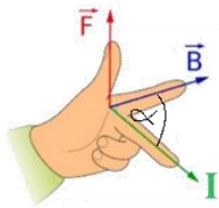
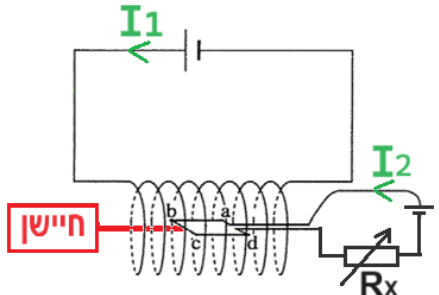
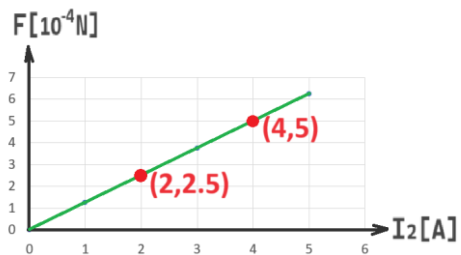
דרישה	העקרונות הפיזיקליים	תשובה	הערות חשובות	פתרון מלא
י.2- תלמיד ביצע ניסוי למציאת הרכיב האופקי המגנטי של כדור הארץ. לשם כך הוא השתמש בסילונית בעלת 15 כריכות שאורכה 90 ס"מ ומצפן. התלמיד מיקם את הסילונית כך שציר הסילונית מוקם בין מזרח למערב ויצר בסילונית זרם כמורה באיור הבא:				https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5694
2.2- ערוך תרשים המתאר את שני השדות ואת זווית הסטייה. ופתח ביטוי המתאר את טנגנס זווית הסטייה כתלות בעוצמת הזרם בסילונית.	עוצמת השדה המגנטי האחד לאורך ציר הסילונית: $B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{L}$ עוצמת שדה מגנטי במרכז כריכה מעגלית נושאת זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot r}$	 $\tan(\alpha) = \frac{\mu_0 \cdot N}{B_E \cdot L} \cdot I$	1. בתוך הסילונית כיוון השדה המגנטי הוא רק לאורך ציר הסילונית. 2. כאשר כיוון הזרם בסילונית מתהפך כיוון השדה המגנטי בתוך הסילונית מתהפך. 3. בפתרון המלא מופיעים תרשימים מפורטים.	https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5695
י.3.2- ערוך בהתאם לטבלה גרף המתאר את ערכי טנגנס זווית הסטייה כתלות בעוצמת הזרם בסילונית.	עוצמת שדה מגנטי במרכז סליל מעגלי דק נושא זרם: $B = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot I}{2 \cdot r}$		בגרף זה בשונה מהגרפים בסעיפים ט.3.3 ו- 3.2.ח המדידות אינן מדויקות , קיימות שגיאות מדידה משמעותיות . יש לקבוע את הישר המסתבר בצורה סבירה , ולהגיע למסקנות רק מהישר המסתבר ביותר.	https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5696
י.4.2- מצא בעזרת הגרף את גודל רכיב השדה המגנטי האופקי של כדור הארץ.	עוצמת שדה מגנטי בסביבת מוליך ישר נושא זרם: $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$	$B_E = 3.18 \cdot 10^{-5} \text{ T}$	יש לחשב את ערך השיפוע רק על סמך שתי נקודות הנמצאות על הישר המסתבר ביותר ולא על סמך שתי נקודות מהמדידות.	https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5697
י.5.2- התלמיד טוען שכדי לבצע את הניסוי יש למקם את ציר הסילונית בין מזרח למערב. האם התלמיד צודק? הסבר!	כלל יד ימין: 		1. ציר הסילונית ניצב למישור הכריכות.	https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5698

יא – כוח מגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.

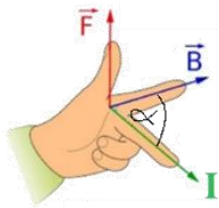
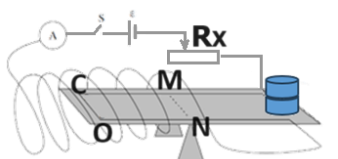
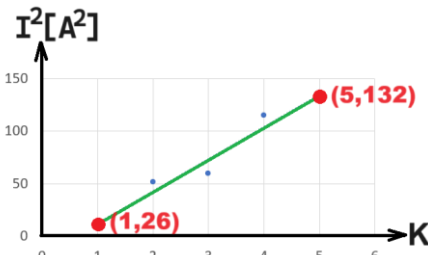
פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5700	1. הכוח המגנטי פועל על האלקטרונים. מכיוון שהם לא יוצאים מהמוליך ניתן לומר שהכוח המגנטי פועל על המוליך. 2. מכיוון שהכוח המגנטי פועל על האלקטרונים למציאת כיוון הכוח המגנטי אנחנו אמורים להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין, אך מכיוון שכיוון התנועה האמיתי של האלקטרונים הוא הפוך לכיוון הזרם (כיוון המוסכם), למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על המוליך יש להתשמש בכלל יד שמאל עם יד שמאל.	הכוח המגנטי פועל כלפי מעלה.	כלל יש שמאל למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי. 	יא.1- מה כיוון הכוח המגנטי הפועל על המוליך?	יא.1- נתון מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי שגודלו 40mT.  עוצמת הזרם במוליך היא 3 אמפר. אורך קטע המוליך CD הנמצא בתוך השדה המגנטי הוא 2.4 מטרים.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5699	1. ביטוי הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך השדה המגנטי מופיע בדפי הנוסחאות. גודל כוח הפועל על תיל נושא זרם בשדה מגנטי $F = I\ell B \sin \alpha$ 2. משוואת הכוח היא סקלרית, לא ניתן ללמוד ממשוואה זו על כיוון הכוח המגנטי.	$F = 0.288 \text{ N}$	גודל הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי. $F = B \cdot L \cdot I \cdot \sin(\alpha)$	יא.2- חשב את גודל הכוח המגנטי הפועל על המוליך?	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5701	היפוך כיוון הזרם גורם להיפוך הכוח המגנטי. גם היפוך כיוון השדה המגנטי גורם להיפוך הכוח המגנטי. כתוצאה משני היפוכים אלו לא יהיה שינוי בכיוון הכוח המגנטי.	הכוח המגנטי לא ישתנה בגודלו וגם לא ישתנה בכיוונו.		יא.2- כיצד ישתנה גודלו וכיוונו של הכוח המגנטי	יא.2- משנים את כיוון השדה המגנטי ואת כיוון הזרם במוליך. 

פיתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5702	כיוון הזרם הוא מהפוטנציאל הגבוהה לנמוך.	כיוון הזרם במוליך הוא שמאלה.	כלל ים שמאל למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.	יא.3- מה כיוון הזרם במוליך?	יא.3- תלמיד נעץ שני מוטות מוליכים A ו-B על משטח מבודד. כל אחד משני המוטות חובר לפוטנציאל שונה הלוח A חובר לפוטנציאל חיובי והלוח B חובר לפוטנציאל שלילי.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5703	נתון שהשדה המגנטי ניצב למישור הדף, לכן יש רק שתי אפשרויות לכיוון השדה המגנטי: פנימה לתוך הדף או החוצה מהדף. שקול הכוחות על המוט צריך להיות אפס, בהתאם כיוון הכוח המגנטי חייב להיות כלפי מעלה.	כיוון השדה המגנטי הוא החוצה מהדף.		יא.3- מה כיוון השדה המגנטי? פנימה לתוך הדף או החוצה ממישור הדף?	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5704	גם בשאלות העוסקות בשדה המגנטי, חוקי ניוטון ומשוואות התנועה הן הבסיס לפתרון של חלק גדול מהשאלות.	$I = \frac{m \cdot g}{B \cdot L}$	גודל הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.	יא.3- כתוב ביטוי המתאר את עוצמת הזרם במוליך כתלות במסת המוליך m, אורכו L, ועוצמת השדה המגנטי B.	התלמיד השחיל טבעת מוליכה על מוט A וטבעת מוליכה נוספת על מוט B וחיבר בין הטבעות בעזרת מוליך. כתוצאה מהפרש הפוטנציאלים בין הטבעות נוצר זרם במוליך.
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5705	השדה המגנטי הוא אחיד, עוצמת הזרם במוליך היא קבועה. לכן, גם כאשר המוליך נע הכוח המגנטי הפועל עליו לא משתנה.	המוליך ינוע בתאוצה קבועה, כיוון התאוצה הוא כלפי מטה.	$F = B \cdot L \cdot I \cdot \sin(\alpha)$	יא.4- הופכים את הקוטביות החשמלית של המוטות. כך שלוח B מחובר לפוטנציאל חיובי ולוח A מחובר לפוטנציאל שלילי. כיצד ינוע המוליך?	באזור המוטות קיים שדה מגנטי אחיד הניצב למישור המוטות (מישור הדף). בהתאם לשדה המגנטי ולזרם במוליך פועל כוח מגנטי על המוליך הגורם למוליך ל"רחף" בגובה קבוע. המוליך והטבעות מתוארים באיור הבא:
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5706	לא ניתן לחשב את גודלו של הכוח המגנטי בעזרת ביטוי הכוח המגנטי. בהתאם לסעיף הקודם ניתן לקבוע שהכוח המגנטי הפועל על המוליך שווה בגודלו לכוח הכובד הפועל על המוליך. כתוצאה מהיפוך הקוטביות כוח הכובד משתנה רק בכיוונו ולא בגודלו.	$a = 20 \frac{m}{s^2}$		יא.5- בהמשך לסעיף הקודם, חשב את תאוצת המוליך לאחר היפוך הקוטביות במוטות.	 כוח החיכוך הפועל בין הטבעות למוטות הוא זניח.

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5707	על מגנט הפרסה פועל כוח מגנטי כלפי מטה. מהגרף ניתן לראות שככל שעוצמת הזרם במוליך גדלה המגנט מעיק יותר על המשקל הדיגיטלי.	על המוליך פועל כוח מגנטי כלפי מעלה. הכוח המגנטי הפועל על המוליך והכוח המגנטי הפועל על פרסת המגנט הם זוג כוחות הדדים בהן עוסק החוק השלישי של ניוטון.	כלל ים שמאל למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.	יא.4- מה כיוון הכוח המגנטי הפועל על המגנט? יא.4-2 מה כיוון הכוח המוליך? יא.4-3 איזה קוטב מגנטי נמצא בקצה D ואיזה קוטב מגנטי נמצא בקצה E? יא.4-4 פתח ביטוי לערך המוצג כתלות בעוצמת הזרם.	יא.4- באיור שלפניך מתואר מגנט פרסה המונח על משקל דיגיטלי. קטבי המגנט מסומנים ב D ו- E. בסמוך לקטבי המגנט עובר מוליך נושא זרם (המוליך עובר מעל למשקל הדיגיטלי ולא נוגע בו). באיור הבא מופיע המוליך וכיוון הזרם במוליך: 
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5709	הקצה D הוא קוטב צפוני מגנטי, הקצה E הוא קוטב דרומי מגנטי. השימוש בכלל ים שמאל מצריך סיבוב של היד בצורה מעט לא נוחה. מומלץ למקם את האצבעות בצורה הנכונה עד כמה שאפשר ולחשוב על התאמת הכלל למציאות גם כאשר האצבעות לא ממוקמות בדיוק בכיוונים הנכונים.		 גודל הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא הזרם הנמצא בתוך שדה מגנטי. $F = B \cdot L \cdot I \cdot \sin(\alpha)$		אורכו של קטע המוליך הנמצא בתוך השדה המגנטי הנוצר ממגנט הפרסה הוא 10 ס"מ. כיוון הזרם ניצב לכיוון השדה המגנטי. הזנח את השדה המגנטי של כדור הארץ. הגרף שלפניך מתאר את הערך המוצג במשקל הדיגיטלי כתלות בזרם במוליך. בגרף מסומנות שתי נקודות.
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5711	$N' = B \cdot L \cdot I + m \cdot g$ בדרך כלל כאשר אנחנו מעוניינים לבטא כוח הפועל על גוף כלשהו יש לערוך תרשים כוחות על אותו גוף, לכתוב משוואת תנועה ולבטא ממנה את הכוח הדרוש. במקרה זה, אין מספיק נתונים לכתיבת משוואת התנועה למשקל הדיגיטלי. יש לערוך תרשים על המגנט לכתוב משוואת התנועה לבטא את הנורמל ולהשתמש בחוק השלישי כדי לבטא את הכוח הפועל על המשקל.			יא.5- העזר בגרף ומצא את מסת המגנט. יא.6- העזר בגרף ומצא את גודל השדה המגנטי שיוצר מגנט הפרסה במקום בו עובר המוליך.	כיוון הזרם ניצב לכיוון השדה המגנטי. הזנח את השדה המגנטי של כדור הארץ. הגרף שלפניך מתאר את הערך המוצג במשקל הדיגיטלי כתלות בזרם במוליך. בגרף מסומנות שתי נקודות.
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5710	$m = 0.3 \text{ kg}$ היחידות של הכוח המוצג הן ניוטון לכן המכשיר מיועד להצגת משקל הגוף המונח עליו ולא את מסת הגוף.				בגרף מסומנות שתי נקודות.
https://my Moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5712	$B = 20 \text{ T}$ 1. חשוב לזכור שבשאלות בהן מופיע גרף הפתרונות לרוב מבוססים על השיפוע של הישר ו/או על נקודות החיתוך עם הצירים. 2. משמעות האורך L המופיע בביטוי הכוח המגנטי הוא אורך המוליך הנמצא בתוך השדה המגנטי.				

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5713	יש לסמן את כיוון הזרם בסילוניות ורק לאחר מכן לקבוע את כיוון השדה המגנטי בתוך הסילוניות.	כיוון השדה המגנטי בתוך הסילוניות הוא ימינה.	כלל יש שמאל למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.	יא.1.5- מה כיוון השדה המגנטי בתוך הסילוניות?	יא.5- נתונה סילוניות ארוכה המחוברת ישירות למקור מתח. לתוך הסילוניות מוכנסת מסגרת ריבועית מוליכה abcd, המחוברת למקור מתח דרך נגד משתנה R_x . הצלע ab של המסגרת מחוברת לחייון המציג את ערך הכוח הפועל על צלע המסגרת ab. באיור שלפניך מתוארת הסילוניות, המסגרת החייון והזרמים:
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5714	1. אנחנו עוסקים רק בסילוניות המלופפות ללא מרווחים, גם כאשר בתרשים נראה שיש מרווחים בין הכריכות. 2. קוטר המוליך שווה לאחד חלקי צפיפות הכריכות, ראו הרחבה בפתרון המלא.	$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{d}$		יא.2.5- כתוב ביטוי לגודל השדה המגנטי בתוך הסילוניות כתלות בקוטר המוליך ממנו עשויה הסילוניות d.	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5715	יש לקבוע את כיוון הכוח המגנטי בהתאם לכלל יד שמאל. לפני קביעת כיוון הכוח יש לסמן את כיוון הזרם בצלע bc ואת כיוון השדה המגנטי.	על צלע ab פועל כוח כלפי מעלה.	גודל הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.	יא.3.5- מה כיוון הכוח המגנטי הפועל על צלע המסגרת bc?	תלמיד שינה את התנגדותו של הנגד המשתנה מספר פעמים ורשם בכל פעם את ערכו של הכוח המוצג בחייון. וערך בהתאם את הגרף הבא:
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5716	1. חשוב להבחין בין אורך הסילוניות L לאורך הצלע bc. 2. הביטוי לשדה המגנטי בסילוניות מתאר את גודל השדה המגנטי לאורך ציר הסילוניות, בקירוב זהו השדה המגנטי בכל נקודה בתוך הסילוניות, וגם לאורך הצלע bc.	$F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot L_{bc}}{d} \cdot I_2$	$F = B \cdot L \cdot I \cdot \sin(\alpha)$	יא.4.5- כתוב ביטוי לכוח המגנטי הפועל על הצלעות ab ו-bc כתלות בזרם דרך המסגרת I_2 .	
https://my.moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5717	1. יש לשים לב ליחידות הערכים בציר האנכי. 2. התנגדות הנגד המשתנה קובעת את עוצמת הזרם בסגרת המוליכה I_2 , אין להתנגדות הנגד המשתנה השפעה על עוצמת הזרם בסילוניות I_1 .	$I_1 = 2A$		יא.5.5- נתון קוטר המוליך ממנו עשויה הסילוניות הוא 1 מילימטר. אורך צלע המסגרת הוא 5 ס"מ. מה עוצמת הזרם בסילוניות I_1 ?	

פיתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5718	1. תיל הוא מוליך המיועד להולכת זרם. 2. כיוון הזרם במעגל הוא מהפוטנציאל החיובי של הסוללה לפוטנציאל השלילי של הסוללה. בסילוניות כיוון הזרם בצד הקרוב למתבונן הוא כלפי מטה, בקטע התיל OC כיוון הזרם הוא מ O ל- C.		כלל יש שמאל למציאת כיוון המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.	יא.6-1 סוגרים את המפסק S. סמן את מסלול הזרם בקטע התיל הצמוד ללוחית בצבע אחד ואת הזרם בשאר חלקי התיל בצבע אחר.	יא.6- המערכת הנתונה נקראת מאזני זרם, היא משמשת למדידת מסתם של גופים קטנים. היא מורכבת מלוחית מבודדת נגד משתנה, מקור מתח ותיל ארוך. הלוחית נעה סביב ציר MN, חלק מהמוליך משמש כסילוניות ארוכה וחלק מהמוליך צמוד ללוחית כפי שניתן לראות באיור הבא:
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5719	כאשר מטען נע בשדה מגנטי פועל על המטען כוח התלוי בכיוון התנועה ביחס לכיוון השדה. הכוח הפועל על התיל נובע מתנועת האלקטרונים לכן גם הוא תלוי בכיוון הזרם ביחס לשדה המגנטי.	מביטוי הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם, הכוח המגנטי פועל בקטע OC ולא פועל בקטעים CM ו- ON.	גודל הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.	יא.6-2 על מי מבין שלושת הקטעים הבאים פועל הכוח המגנטי: NO, OC, CM	
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5720	כדי לענות נכון על סעיף זה יש לזהות את כיווני הזרמים (בסילוניות ובקטע OC), להשתמש בכלל יד ימין ובכלל יד שמאל. מכיוון שמהלך הפתרון כולל שימוש במספר עקרונות יש לכתוב את הפתרון בצורה מסודרת שלב אחרי שלב.	כיוון הכוח המגנטי הוא כלפי מטה.	גודל הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי. $F = B \cdot L \cdot I \cdot \sin(\alpha)$	יא.6-3 מה כיוון הכוח המגנטי הפועל על הקטע OC?	קטע המוליך OC משמש כתיל נושא זרם. לפני סגירת המפסק הלוחית מאוזנת.
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5721	שינוי קוטביות הסוללה גורם לשינוי כיוון הזרם בקטע OC ולשינוי כיוון השדה המגנטי בתוך הסילוניות.	כיוון הכוח המגנטי הוא כלפי מטה.		יא.6-4 הופכים את קוטביות הסוללה, כתוצאה מכך הזרם בכל נקודה במוליך מתהפך. מה יהיה כעת כיוון הכוח המגנטי הפועל על הקטע OC?	

פתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	דרישה	המשך שאלה יא.6.
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5722	כלל שההתנגדות השקולה קטנה יותר כן עוצמת הזרם גדולה יותר.	יש להזיז את הגררה ימינה.	כלל יש שמאל למציאת כיוון הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי.	יא.6.5- לאיזה כיוון מזיז התלמיד את הגררה של הנגד המשתנה כדי להגביר את עוצמת הזרם? שמאלה או ימינה?	תלמיד הניח דסקה בקצה הימני של הלוחית כמוראה באיור הבא:
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5723	כאשר הלוחית מאוזנת כוח הכובד הפועל על הדיסקיות שווה לכוח המגנטי הפועל על קטע המוליך CO.	$I^2 = \frac{m \cdot g}{\mu_0 \cdot n \cdot L_{bc}} \cdot K$		יא.6.6- כדי לייצב הלוחית במצב מאוזן דרוש זרם התלוי במספר הדיסקיות. פתח ביטוי המתאר את ריבוע הזרם כתלות במספר הדיסקיות.	לאחר מכן הוא הגביר את הזרם עד שהלוחית הייתה מאוזנת. לאחר מכן הוא הוסיף דסקה נוספת כמוראה באיור הבא:
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5724	1. בחישוב ערך שיפוע הגרף יש לציין את הערך של יחידות השיפוע. 2. יחידות השיפוע של הגרף הנתון הן אמפר בריבוע. 3. הגרף עובר דרך ראשית הצירים מכיוון שכאשר לא מונחות דסקיות על הלוחית עוצמת הזרם במעגל צריכה להיות אפס.	מסה שווה 5 גרם.	גודל הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי. $F = B \cdot L \cdot I \cdot \sin(\alpha)$	יא.7.6- נתון שצפיפות הכריכות בסלילית היא 10,000 כריכות למטר. אורך הקטע OC הוא 15 ס"מ. העזר בגרף ומצא את המסה של דסקה בודדת.	 והגביר שוב את הזרם עד שהלוחית חזרה להיות מאוזנת. התלמיד חזר על פעולות אלו חמש פעמים, וערך גרף המתאר את ריבוע הזרם כתלות במספר הדיסקיות k.
https://my.moodle.yo.ucube.co.il/mod/book/view.php?id=2695&chapterid=5725	1. יש להשתמש בביטוי השיפוע כדי להבין כיצד שינוי כא"מ הסוללה ישפיע על ערך השיפוע. 2. ערך מסת הדסקית לא תלוי בצורה כלשהי במכשיר המדידה.	שיפוע הגרף לא ישתנה. המסה הנמדדת לא תשתנה.		יא.8.6- מחליפים את מקור המתח במקור חדש בעל כא"מ גדול יותר. כיצד ישתנה שיפוע הגרף וערך המסה המחושבת?	

אוגדני פתרונות שאלות בגרות שדה מגנטי

כוח הפועל על חלקיק טעון הנע בשדה מגנטי, הגדרת השדה המגנטי(קיוב 46)

2023,5 - מטען נע בקטע תנועה קצר בתוך שדה מגנטי ולאחר מכן בתוך בורר מהירויות

2017,4 - ספקטרומטר מסות.

2014,5 - בורר מהירויות וספקטרומטר.

2011,4 - ספקטרומטר מסות.

2010,4 - קבוצת שחקנים משחקים בכדור טעון בתוך שדה מגנטי.

2008,4 - מטען נע בארבעה איזורים בעלי שדה מגנטי זהה בגודלו ושונה בכיוונו

2007,4 - מטענים נעים בתוך שדה מגנטי, האצת מטענים בשדה חשמלי.

2003,4 - פרוטון נע בתוך שדה מגנטי שאלה פרמטרית.

2001,4 - אלומת אלקטרונים נעה בהשפעת שדה חשמלי ושדה מגנטי

1997,4 - תנועת חלקיק בשדה מגנטי וחלקיק אחר בשדה חשמלי.

1996,4 - מטען נע בשני איזורים בעלי שדה מגנטי מנוגדים בכיוונו.

1995,4 - מטען נע בשדה מגנטי בתנועה בורגית.

1994,4 - אלומת אלקטרונים נעה בשדה מגנטי לאורך קשת מעגל.

1992,4 - בורר מהירויות וספקטרוגרף מסות.

1991,4 - חלקיק נע בין לוחות טעונים, הוספת שדה מגנטי.

1990,17 - מואצים בשדה חשמלי ונכנסים לבורר מהירויות.

1986,9 - אלומת פרוטונים נעה לאורך קשת מעגלית בתוך שדה מגנטי

י- 20-1982. אלומת אלקטרונים נעה בהשפעת שדה חשמלי ושדה מגנט

כוח הפועל על מוליך נושא זרם הנמצא בתוך שדה מגנטי, ויצירת שדה מגנט(קיום 47)

- 2022,5 - מערכת מאזני זרם, מורכבת מלוחית בעלת מסגרת מוליכה הממוקמת בתוך סילוניה ארוכה.
- 2020,4 - כריכה מלבנית נושאת זרם מונחת על מאזניים, מעל הכריכה ממוקם תיל ישר נושא זרם.
- 2019,4 - תיל נושא זרם ממוקם בתוך פרסה היוצרת שדה מגנטי, יש למצוא את השדה הנוצר על ידי הפרסה.
- 2018,4 - שדה מגנטי בתוך סילונית ארוכה, וכוח מגנטי הפועל על מסגרת נושאת זרם הנמצאת בתוך הסילונית.
- 2016,4 - מציאת גודל רכיב אנכי של שדה מגנטי של כדור הארץ בעזרת מגנט הממוקם בתוך סליל מעגלי דק.
- 2015,4 - כוח מגנטי פועל בין מוליך נושא זרם לפרסה מגנטית המונחת על מאזניים דיגיטליים.
- 2007,5 - ממקמים מצפן בתוך סילונית ארוכה.
- 2005,4 - תיל נושא זרם נע בכיוון אנכי בהשפעת כוח מגנטי וכוח הכובד
- 2000,4 - שדה מגנטי הנוצר מטבעת מוליכה נושאת זרם
- 1999,4 - אלומת אלקטרונים נעה בהשפעת שדה חשמלי ושדה מגנטי
- 1998,3 - מציאת הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ, בעזרת סילונית ארוכה.
- 1993,4 - כוח מגנטי הפועל על מוליך ישר נושא הזרם, במערכת המשמשת מאזני זרם.

דפי הנוסחאות

עבודה של כוח הקבוע בגודלו ובכיוונו כאשר $W = F_x \Delta x = F \cos \theta \Delta s$, $\Delta s = \Delta x $	אנרגייה קינטית $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
אנרגייה פוטנציאלית כובדית (שדה אחיד) $U_G = mgh$ ($U_{G(h=0)} = 0$)	אנרגייה פוטנציאלית אלסטית (במצב רפוי $U_{sp} = 0$) $U_{sp} = \frac{1}{2}k(\Delta \ell)^2$
משפט עבודה-אנרגייה $W_{\text{סכומי}} = \Delta E_k$	עבודת שקול הכוחות הלא-משמרים (E – אנרגייה מכנית כוללת) $W_{\text{לא משמרים}} = \Delta E$
הספק ממוצע $\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	מתקף ותנע $\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}(t) dt$ $\vec{J} = \vec{F} \Delta t$ $\vec{p} = m\vec{v}$ $\vec{J}_{\text{כולל}} = \Delta \vec{p}$
שימור תנע $m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_A \vec{u}_A + m_B \vec{u}_B$	בהתנגשות אלסטית חד-ממדית $\vec{v}_A - \vec{v}_B = -(\vec{u}_A - \vec{u}_B)$

קינמטיקה – תנועה לאורך קו ישר	מהירות רגעית $v = \frac{dx}{dt}$
תאוצה רגעית $a = \frac{dv}{dt}$	מהירות ממוצעת $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
תנועה שוות-תאוצה $v = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2}t$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	מהירות של B ביחס ל-A $v_{B,A} = v_B - v_A$
דינמיקה	כוח הכבידה $F = mg$
כוח חוק (גודל כוח אלסטי) $F = k \Delta \ell$	גודל כוח חיכוך סטטי $f_s \leq \mu_s N$ קינטי $f_k = \mu_k N$
החוק השני של ניוטון $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$	עבודה, אנרגייה והספק עבודה הנעשית על גוף הנע לאורך ציר x על ידי כוח F הקבוע בכיוונו $W = \int_{x_1}^{x_2} F_x(x) dx$

מהירות $v = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$ $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$	תאוצה $a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 x$
זמן המחזור $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c}}$	מטוטלת פשוטה (מתמטית) $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$
כבידה	החוק השלישי של קפלר $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^3 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$
גודל כוח הכבידה $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	אנרגייה פוטנציאלית כובדית $U_G = -\frac{GMm}{r}$ ($U_{G(r \rightarrow \infty)} = 0$)
אנרגייה של לוויין במסלול מעגלי קינטית כוללת $E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$ $E = -\frac{GMm}{2r}$	

תנועות מחזוריות	תדירות זוויתית $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
תנועה מעגלית	מהירות זוויתית ממוצעת גודל מהירות (בתנועה מעגלית קצובה) $\bar{\omega} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$ $v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$ הקשר בין מהירות קווית ומהירות זוויתית $v = \omega r$ תאוצה רדיאלית (צנטריפטלית) $a_R = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$
תנועה הרמונית פשוטה	שקול הכוחות בתנועה הרמונית $\Sigma \vec{F} = -c\vec{x}$ $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$ נוסחת מקום-זמן $x = A \cos(\omega t + \phi)$

מתח בין שתי נקודות במעגל חשמלי
$V_{AB} = \Sigma IR - \Sigma \varepsilon$
זרם רגעי בטעינת קבל או בפריקתו
$i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$
מתח רגעי בטעינת קבל
$V_C(t) = \varepsilon(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$
מתח רגעי בפריקת קבל
$V_C(t) = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$
שדה מגנטי
גודל כוח הפועל על מטען בשדה מגנטי
$F = qvB \sin \alpha$
גודל כוח הפועל על תיל נושא זרם בשדה מגנטי
$F = I\ell B \sin \alpha$
גודל הכוח ליחידת אורך בין שני תילים
$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$
גודל שדה מגנטי סביב תיל ישר ואורך
$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$
במרכז סליל מעגלי דק
$B = \mu_0 \frac{NI}{2R}$ (בעל רדיוס R ו-N כריכות)
בתוך סילוניית ארוכה
$B = \mu_0 \frac{NI}{L}$ (בעלת אורך L ו-N כריכות)
כא"מ מושרה
שטף מגנטי דרך משטח
$\phi_B = BA \cos \alpha$
חוק פאראדיי – לנץ
$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt}$
כא"מ מושרה בתיל מוליך
$\varepsilon = v\ell_{\perp} B_{\perp}$
$\ell_{\perp}$ – היטל התיל על הכיוון הניצב למהירות
$B_{\perp}$ – רכיב השדה המגנטי בכיוון ניצב למישור התנועה
כא"מ מושרה במחולל (בזמן $t=0$)
$\varepsilon = NBA\omega \sin(\omega t)$
שנאי אידיאלי
$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2}$

הקשר בין שדה חשמלי אחיד לבין הפרש פוטנציאלים
$E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$
הגדרת הקיבול
$C = \frac{Q}{V}$
קיבול של קבל לוחות
$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$
גודל השדה החשמלי בין לוחות קבל
$E = \frac{V_{AB}}{d} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$
אנרגיית קבל טעון
$U = \frac{1}{2} CV_{AB}^2$
קיבול שקול של קבלים המחוברים בטור
$\frac{1}{C_T} = \sum \frac{1}{C_i}$
של קבלים המחוברים במקביל
$C_T = \sum C_i$
זרם חשמלי
זרם רגעי
$i = \frac{dq}{dt}$
חוק אוהם
$V = RI$
התנגדות של תיל
$R = \rho \frac{\ell}{A}$
התנגדות שקולה של נגדים המחוברים בטור
$R_T = \sum R_i$
של נגדים המחוברים במקביל
$\frac{1}{R_T} = \sum \frac{1}{R_i}$
עבודת הכוח החשמלי
$W_{A \rightarrow B} = V_{AB} It = qV_{AB}$
הספק חשמלי
$P = V_{AB} I$
נצילות
$\eta = \frac{P_{eff}}{P_{in}}$
P_{eff} – הספק מנוצל בחלק מהמעגל או בכולו
P_{in} – הספק מושקע
מתח הדקים
$V_{ab} = \varepsilon - rI$
ab – הדקי הסוללה
חוקי קירכהוף
$\Sigma \varepsilon = \Sigma IR \quad \Sigma I = 0$

פוטנציאל חשמלי
$V = \frac{U_E}{q} \quad (U_{E(r \rightarrow \infty)} = 0)$
פוטנציאל חשמלי סביב מטען נקודתי
$V = k \frac{q}{r} \quad (V_{(r \rightarrow \infty)} = 0)$
אנרגיית של מוליך טעון
$U = \frac{1}{2} QV$
פוטנציאל נקודה A ביחס לפוטנציאל נקודה B
$V_{AB} = V_A - V_B$ (מתח חשמלי)
השינוי בפוטנציאל
$\Delta V = V_B - V_A$

אלקטרוסטטיקה
חוק קולון (בריק)
$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
שדה חשמלי
$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
גודל שדה חשמלי סביב מטען נקודתי
$E = k \frac{q}{r^2}$
גודל שדה חשמלי הנוצר על ידי לוח טעון
$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} \quad \sigma = \frac{Q}{A}$