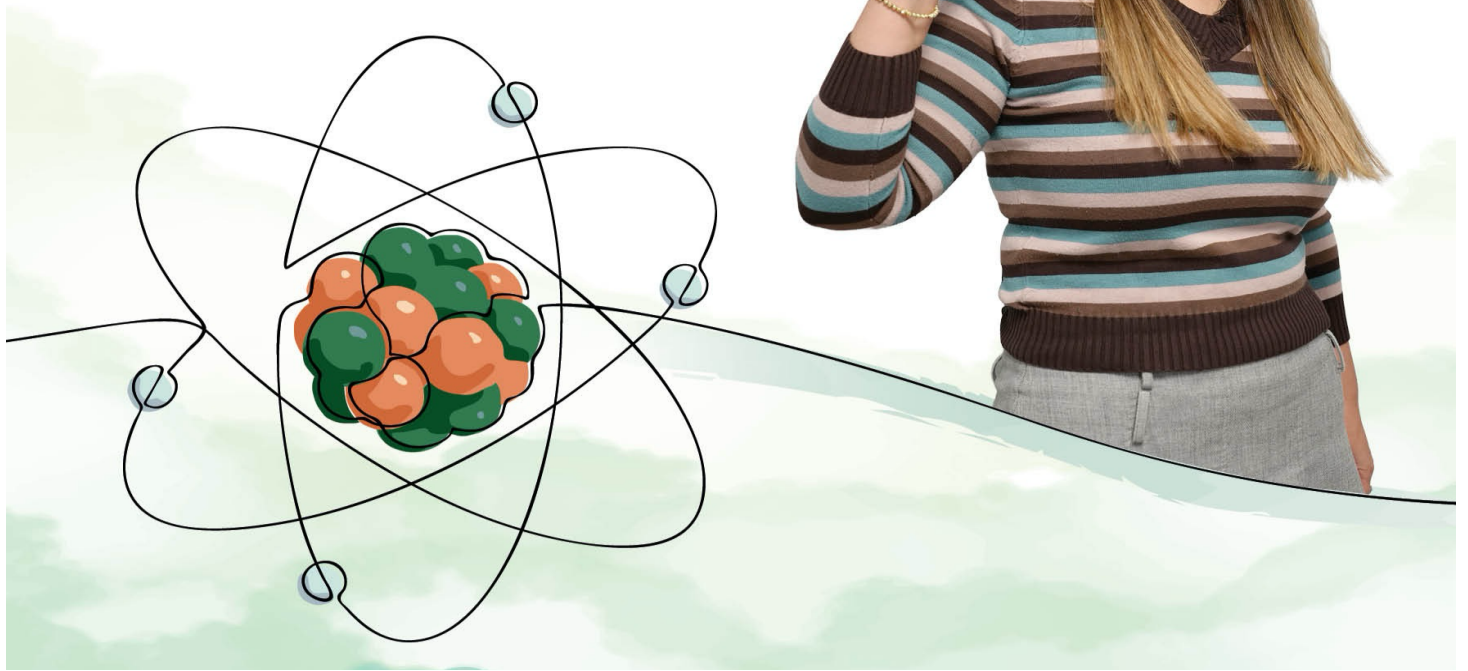


# חנה קצ'א

קורסי פיזיקה לבגרות און-ליין



## להצטרפות - חייגו או שלחו הודעה

חנה קדמי 052-576-0117

הסיכום נכתב על ידי טוהר נזרי

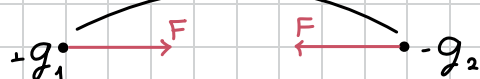
שיעור 10 באלקטרוסטטיקה: תרגום און חשמל בין מטענים נקודתיים - בעזרת 2006 ש' 1 והתחלת נולאו הפוטנציאל:

תכונות מהשיעור הקודם - אנרגיה חשמלית בין מטענים נקודתיים:

בין כל שני מטענים  $q_1, q_2$  הנמצאים במרחק  $r$  זה מזה, הם 'מרישים' און חשמל שאנחנו ביניהם. אם נעביר אותם, האנ' החשמלית תהפוך לקינטית.

$$U_E = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r}$$

$r$  ← מרחק מארבעי שני המטענים.



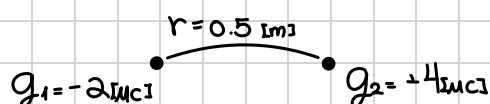
הערה: אם במכנה יש  $r^2$ , לזה כוח חשמל. ואם יש רק  $r$ , זו אנ' חשמלית.

ז'או צ'התבסס' "

כוח חשמל הוא כוח משמר, המשמר את האנ' הכללית של המע' , ולכן ניתן לומר  $q$ :  $E_T(1) = E_T(2)$   
אנ' כללית = אנ' כללית  
בזמן  $t_1$  בזמן  $t_2$   
קינטית + חשמלית קינטית + חשמלית

לדוגמה:

מהי האנ' החשמלית בין שני מטענים:  $q_1 = -2 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = +4 \mu\text{C}$ . הנמצאים במרחק  $r = 0.5 \text{ m}$  זה מזה?



$$U_E = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-6}) \cdot (4 \cdot 10^{-6})}{0.5}$$

$$U_E = -0.144 \text{ J}$$

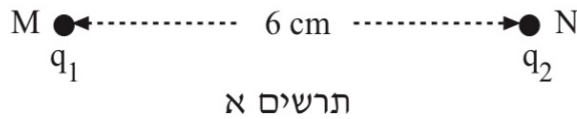
באנרגיות אנו נזכר את הסימן של המטענים בתוך הנסחה.

כי אנ' היא סקלר - אין לה כיוון. לכן, המינים חיוביים צריכים להתקבל בחשבון אושרו לחיוב.

אם ז'או בכיוון, אז שיתקח בחשבון הניסחה.

לעומת כוחות און שדות חשמליים, שם - ז'או מציבים את המינים הניסחה, כי הוא נלקח בחשבון בכיוון של הכוח - בחץ שאנו עושים בזיכור.

כי כוחות הם ווקטורים - יש להם כוון.



1. בתרשים א מוצגים שני גופים

נקודתיים טעונים, המוחזקים במנוחה

בנקודות M ו- N. מטעני הגופים

הם  $q_1 = q_2 = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , והמרחק בין הנקודות הוא 6 cm.

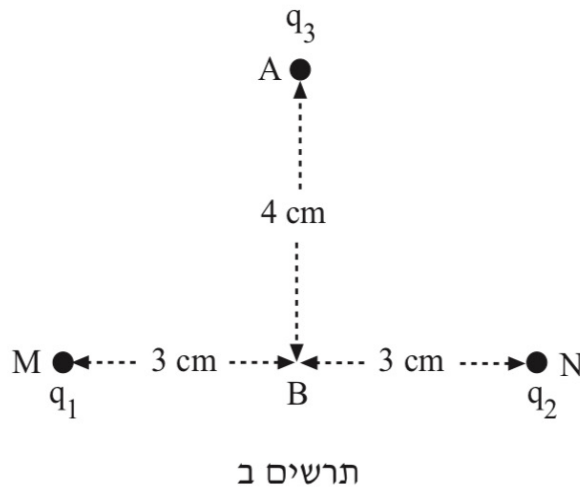
הפוטנציאל באין-סוף נבחר כאפס.

א. האם לאורך הקטע MN יש נקודה שבה השדה החשמלי מתאפס? נמק.

(5 נקודות)

ב. האם לאורך הקטע MN יש נקודה שבה הפוטנציאל החשמלי מתאפס? נמק.

(5 נקודות)



נקודה B היא אמצע הקטע MN.

נקודה A נמצאת על האנך האמצעי

לקטע MN, במרחק 4 cm מ- B

(ראה תרשים ב).

מציבים בנקודה A גוף נקודתי

שמטענו  $q_3 = -3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

ומסתו  $m = 2 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$

ומחזיקים אותו במנוחה.

ג. חשב את האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של הגוף שמטענו  $q_3$

בהיותו בנקודה A. (10 נקודות)

משחררים ממנוחה את הגוף שמטענו  $q_3$  הנמצא בנקודה A. הזנח את כוח הכובד הפועל

עליו.

ד. (1) חשב את הגודל של מהירות הגוף בהגיעו לנקודה B. (5 נקודות)

(2) תלמיד טוען שהמהירות הגדולה ביותר של הגוף לאורך מסלול תנועתו היא

בהגיעו לנקודה B. האם טענתו נכונה? נמק.  $(8 \frac{1}{3} \text{ נקודות})$

© מכיוון שהמטענים שווים, והמרחק שווה:  $E_1 = E_2$ , ובכיוונים נגדיים. מכאן:  $\sum E = 0$  באמצע המרחק שבין שני המטענים הוא אפס. מסקנה: באמצע המרחק שבין שני המטענים, השדה אפס.

הקדם כלל:  $E$  שדה, והסבר עם פוטנציאל:

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

$E \leftarrow$

שדה - שדה חשמלי, והוא כוח עם מטען "דמיוני"  $q_2 = +1$  על  $q_1$ .  $E = \frac{K \cdot q_1 \cdot 1}{r^2}$

$$F = E \cdot q_2$$

כוח שווה לשלד כפול מטען אחיד. אם מצאנו בנק' מסוימת את השדה, אז אם נשים שם מטען, אז השדה כפול המטען האחיד נשים שם - יתן את הכוח.

פוטנציאל  $V$ :

$$U_E = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r}$$

$V \leftarrow$

פוטנציאל  $V$  הוא אנ' עם מטען "דמיוני"  $q_2 = +1$  על  $q_1$ .  $V = \frac{K \cdot q_1 \cdot 1}{r}$  סימן פוטנציאל

$$U_E = V \cdot q_2$$

אנ' חשמלית זה פוטנציאל כפול מטען אחיד. אם מצאנו בנק' מסוימת את הפוטנציאל, אז נשים אותו במטען האחיד שלמדנו שם, נקרא את האנ' באותה הנק'.

כמו בשדה, אם מבקשים מאיתנו שיה בנק' מסוימת במרחב, אז נשים באותה הנק', מטען "דמיוני"  $+1$ , ונחשב כוח. כך גם בפוטנציאל, אם מבקשים מאיתנו פוטנציאל בנק' מסוימת, נשים שם מטען "דמיוני"  $+1$ , ונחשב את האנ' באותה הנק'.

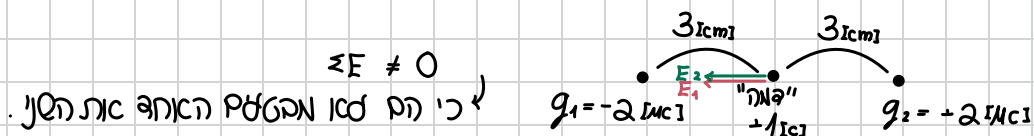
כמו שאנ' היא סקלר, כך פוטנציאל הוא סקלר - חיבור רגילים וחסר חיבור ווקטורי - כמו בטריות. סך, גם בפוטנציאל ח"ב מרחב את סימן המטענים הנמצאים.

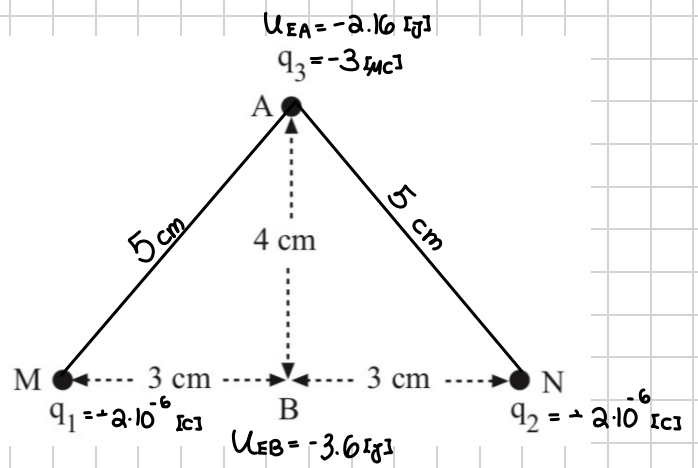
הערה: אם המטען הוא חיובי, אז הפוטנציאל שהוא יוצר במרחב כולו, הוא חיובי. ולהפך: אם המטען הוא שלילי, אז הוא יוצר סביבו פוטנציאל שלילי. כי:  $V = \frac{K \cdot q_1 \cdot 1}{r}$ .  $r$  חיובי, ואכן: אם  $q_1 > 0$ , אז  $V > 0$ . אם  $q_1 < 0$ , אז  $V < 0$ . כי חיבה מרחב את סימן המטענים בתוך הנוסחה.

מכאן: לא יבוא מרחב שני מטענים שדה חיוביים, והם יוצרים פוטנציאל שלילי אפס. כי: פוטנציאל הוא אנ' עם מטען "דמיוני"  $+1$ . ובאנ' מרחבים רגילים. ולכן, פסלם ומופ פסלם לא שורה אפס.

נשים  $\heartsuit$  שמרחב שבין שני המטענים, השדה אפס, אולם הפוטנציאל לא אפס.

דוגמה פוטנציאל אפס במרחב שני המטענים, אולם שדה לא אפס:





נחשב את הפוטנציאל במרכז: חיבור רגילים.

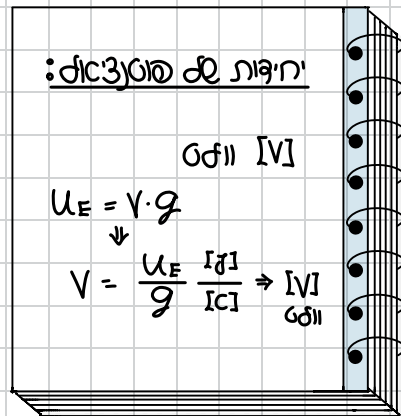
$$V = V_1 + V_2 = \frac{k \cdot q_1}{r} + \frac{k \cdot q_2}{r}$$

$$V = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot 1}{0.03} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot 1}{0.03} = 0$$

$$U_{EA} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_3}{r} + \frac{k \cdot q_2 \cdot q_3}{r} \quad (*)$$

$$U_{EA} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot (-3 \cdot 10^{-6})}{0.05} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot (-3 \cdot 10^{-6})}{0.05}$$

$$U_{EA} = -2.16 \text{ V}$$



(\*) חוססת סגל של המורה חנה:  
חשב את הפוטנציאל בנק' A:

הפוטנציאל הוא אף על ממשן "פאה" של  $1 \cdot 10^{-6}$  ונחשב אף כמו קודם:

$$V_A = \frac{k \cdot q_1}{r} + \frac{k \cdot q_2}{r}$$

$$V_A = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot 1}{0.05} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot 1}{0.05}$$

$$V_A = \frac{U_{EA}}{q_3} = \frac{-2.16}{-3 \cdot 10^{-6}} = 72,000 \text{ V}$$

$$V_A = 72,000 \text{ V}$$

נבאר למה: הפוטנציאל, הריק הממשן  $q_3$  נעדר?  
הוא נמצא בנק' A. מכ, למקבילים פוטנציאל, הוא כאילו בא ק"ס של. רק ממשן "פאה" של  $1 \cdot 10^{-6}$  ק"ס של.

$$U_{EA} = V_A \cdot q_3$$

$$U_{EA} = 72,000 \cdot (-3 \cdot 10^{-6})$$

$$U_{EA} = -2.16 \text{ V}$$

(\*) חוסרת סעיף של המורה חנה:  
 להסב את הפוטנציאל והאנ' החשמלית בק' B:  
 (בהנחה שהמטען  $q_3$  נמצא בק' B)

$$V_B = \frac{k \cdot q_1 \cdot 1}{r} + \frac{k \cdot q_2 \cdot 1}{r}$$

$$V_B = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot 1}{0.03} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot 1}{0.03}$$

$$V_B = 1.2 \cdot 10^6 \text{ וולט}$$

חישוב האנ' בק' B על מטען  $q_3$ :

$$U_{EB} = V_B \cdot q_3$$

$$U_{EB} = 1.2 \cdot 10^6 \cdot (-3 \cdot 10^{-6})$$

$$U_{EB} = -3.6 \text{ ז'ול}$$

$U_{EB} < U_{EA}$ . עכ, כל אף "שואף" צהות ברמת אנ' חשמלית נמוכה יותר. עכ, המטען שנמצא ב-A יצא מ-A ויהיה ב-B.  
 אם האנ' החשמלית יותר נמוכה. כך שהמטען באנ' החשמלית העליון יצא באנ' הקטנית.

(\*) מטען  $q_3$  נמצא בק' A, מהרעיה מהירותו כאשר יהיה בק' B?  
 נשתור באנרגיות שומר אנ': כוח חשמל הוא כוח משמר, המשמר את האנ' הכנעית של האף. וכן:

$$E_{TA} = E_{TB}$$

$$U_{EA} + E_{KA} = U_{EB} + E_{KB}$$

(נתון ממנו)

$$-2.16 + 0 = -3.6 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$m = 2 \cdot 10^{-10} \text{ קג}$$

$$V_B = 12 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

נכת את הנוסחה הבאה:  $\Delta U_E = -\Delta E_K$   
 שיני באנ' החשמלית, שורה צמינס שיני באנ' הקינטית.

$$E_T(A) = E_T(B) \quad \left( \begin{array}{l} \text{התחלת} = A \\ \text{סוף} = B \end{array} \right)$$

$$U_{EA} + E_{KA} = U_{EB} + E_{KB}$$

$$U_{EA} - U_{EB} = E_{KB} - E_{KA} \quad | : (-1)$$

$$-U_{EA} + U_{EB} = -(E_{KB} - E_{KA})$$

$$U_{EB} - U_{EA} = -(E_{KB} - E_{KA})$$

$$\Delta U_E = -\Delta E_K$$

שיני בה רמיה סופי שחות התחלת.

צור דרך עתרון:

$$U_{EB} - U_{EA} = -(E_{KB} - E_{KA})$$

$$-3.6 - (-2.16) = -(E_{KB} - E_{KA})$$

(נתון ממנו)

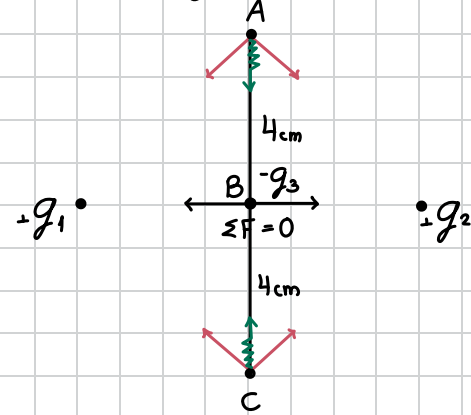
$$-1.44 = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2$$

אנ' קינטי

$$m = 2 \cdot 10^{-10} \text{ קג}$$

$$V_B = 12 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

הגוף נעלב בנק' A, שקוד הכוחות הפעלים עליו הוא כחש' מטה. מכך, הוא יצא ממהירות מטה. כאשר יגיע אל נק' B, מהירותו תהיה כחש' מטה, אולם הכוח עליו מתחת ענק' B, והיה כחש' מעלה. מכך, יאט את מהירותו עד שיעצר רגעית בנק' C, והימטרית ענק' A. ואז, הגוף יצא ממהירותו כחש' מעלה, ויגיע אל נק' B עם מהירות מעלה, אולם עם כוח מעל ענק' B, כחש' מטה. מכך, הוא יאט מהירותו, עד היעצו ענק' A, וחוזר חלילה - תנועה מחזורית.



וסכן מהירותו תהי גרסה של המטען תהיה ענק' B.

#### הסבר באמצעות אנרגיות:

האנ' החשמלית הדי גרסה היא בנק' A ו-C. האנ' החשמלית הדי קטנה היא בנק' B, כי של המרחק הדי קטן בניסוח:  $U = \frac{q \cdot q_2}{r}$ , והאנ' היא שלעט. וסכן, ההפרש באנ' החשמלית הדי גרס הוא ענק' B. ההפרש באנ' החשמלית הדי גרס באנ' הקינטית. וסכן, בנק' B, האנ' הקינטית הדי גרסה.



חנה אני יודע שאת בשיעור כרגע אבל וואו חנה צפיתי שעה וחמישים לא קמתי פעם אחת מהכיסא זה כל כך מובן באמת, חוץ מזה הצלחת להעביר את החומר בצורה מעניינת לא יודע להסביר את זה, כל כך עזרת לי ממש ממש ממש תודה, אשמח לשאלה קטנה כשתסיימי את השיעור באמת תודה כל כך הבנתי חומר שבכמה שיעורים לא הצלחתי להבין 🙏🙏

19:49

היי חנה, רציתי להגיד לך שאת ממש אלופה!!! אני רואה את כל ההודעות בהמלצות וגם אני נמצאת בקבוצה של בגרופ פיזיקה. תלמידים מהקבוצה פונים אליי בפרטי ואומרים לי שלדעתם אני ממש טובה בפיזיקה ואפילו שואלים אותי איך אני כל כך טובה בפיזיקה!! כמובן שאני ישר ממליצה להם עלייך ❤️ את ממש ממש עושה עבודת קודש, את מראה לתלמידים שהם יכולים 🏆

18:06

תודה מחכה כבר להתחיל את השיעורים סוף סוף בלייב! ובטחחח אני אשמח שתשתפי והלוואי ותעזרי לעוד כמו שעזרת לי!!

20:20

היי חנה! עכשיו קיבלנו את ציוני הבגרות, ואת הראשונה שאני חייבת להודות לה. הוגשתי על 100 וקיבלתי בבגרות 96 🤩 בשנה שעברה התקשתי מאוד כי המורה שלי לא לימד בכלל בכיתה, וכבר ראיתי איך אני עומדת להיכשל. כל השנה נלחמתי ולמדתי לבד, אך עדיין זה לא הספיק. לבסוף, שמעתי על הקורס שלך ועשיתי את המרתון הקצר שפשוט הציל את חיי. פתאום הכל הפך להרבה יותר פשוט והתחלתי לראות את האור. זה פשוט לא ייאמן איך בשבוע אחד הבנתי מה שלא הבנתי שנה שלמה, והכל בזכותך! אז תודה תודה ותודה! אני לא יודעת מה הייתי עושה בלעדיך ❤️ כל הזמן ראיתי את ההמלצות עלייך בקבוצה וזה פשוט נראה לי כמו חלום רחוק, ועכשיו אני בתוך החלום הזה. השנה אני לא משאירה מקום לספקות, וכבר עכשיו נרשמתי לקורס השנתי. מתרגשת להתחילו! 🥳

נערכה 20:21