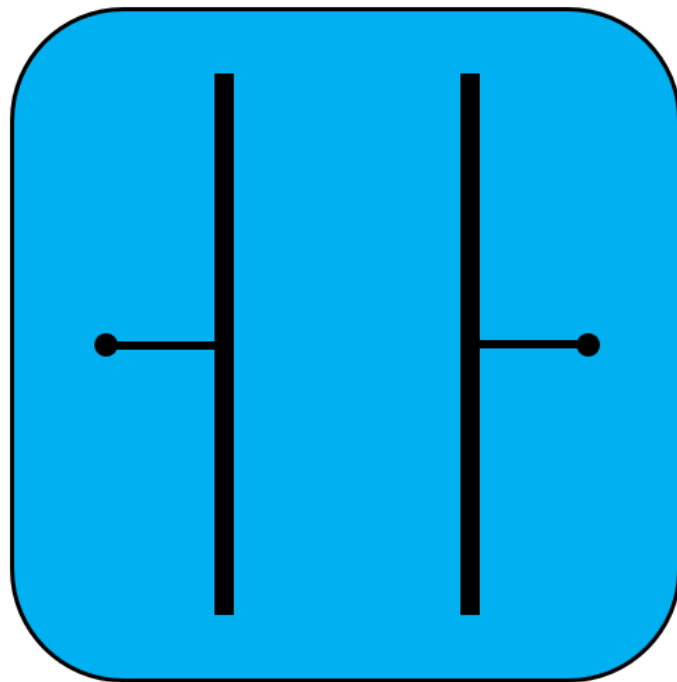


קיבול חשמלי



חוברת תרגילים

קורס פיזיקה – חשמל

קמפוס.IL

הפיקוח על הפיזיקה מציע לכם אוסף תרגילים בנושא קיבול וקבלים המותאמים למיקוד תשפ"ה. תרגילים אלה יופיעו גם בפרק הקיבול והקבלים של קורס ההכנה לבגרות בחשמל ומגנטיות בקמפוס.IL. אנו מודים לצוות הפיתוח של קורסי הקמפוס בראשות קובי שורצבורד ואיריס פלד על ההתגייסות המהירה לפיתוח שאלות אלו המיועדות לסייע למורים בהוראה ותרגול פרק הקיבול והקבלים. תודה מיוחדת לקורונה פולינגר על ההירתמות המהירה גם בפרויקט זה.

תוכן עניינים

3.....	קיבול חשמלי, מתח ומטען
6.....	קבל לוחות
10.....	קבל עם חומר מבודד (חומר דיאלקטרי) בין הלוחות
13.....	האנרגיה האגורה בקבל טעון
21.....	שילוב קבלים במעגל זרם (מצב עמיד)
24	חיבור קבלים
28	תשובות סופיות

קיבול חשמלי, מתח ומטען

תרגיל מספר 1

קבל שקיבולו $C = 5\mu F$ מחובר לסוללה בעלת מתח $V = 9V$.
1. מהו מטען הקבל?

2. נניח שהקבל היה מחובר לסוללה בעלת מתח קטן יותר.

(1) קבעו האם קיבול הקבל גדל, קטן או נותר ללא שינוי.

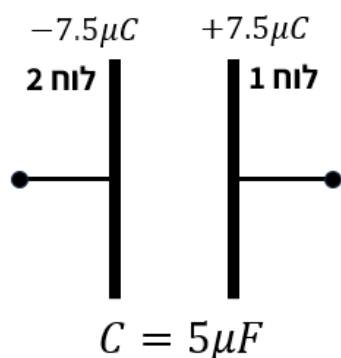
(2) קבעו האם מטען הקבל גדל, קטן או נותר ללא שינוי.

הסבירו את קביעתכם.

3. חשבו את מטען הקבל כאשר המתח בין מוליכיו $V = 3V$.

תרגיל מספר 2

נתון קבל לוחות בעל קיבול $C = 5\mu F$ הטעון כך שעל לוח 1 מטען $7.5\mu C$ ועל לוח 2 מטען $-7.5\mu C$.



1. לפניכם טענותיהם של שני תלמידים, עומר ואדם, לאחר שקראו את השאלה.

מי מהתלמידים צודק?

(1) שניהם צודקים.

(2) עומר צודק.

(3) אדם צודק.

(4) אף אחד מהם לא צודק.

הסבירו את בחירתכם.

2. מהו מתח הקבל?

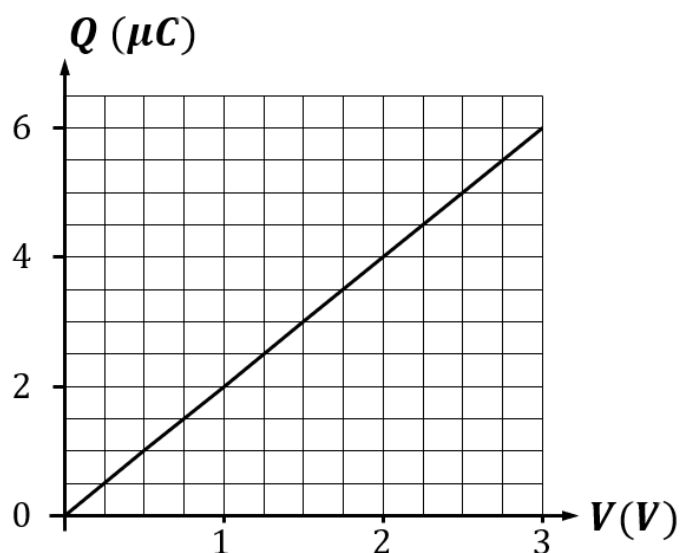
3. נניח שהקבל היה טעון במטען $Q = 15\mu C$.

(1) קבעו האם קיבול הקבל גדל, קטן או נותר ללא שינוי.

(2) קבעו האם מתח הקבל גדל, קטן או נותר ללא שינוי.

הסבירו את קביעתכם.



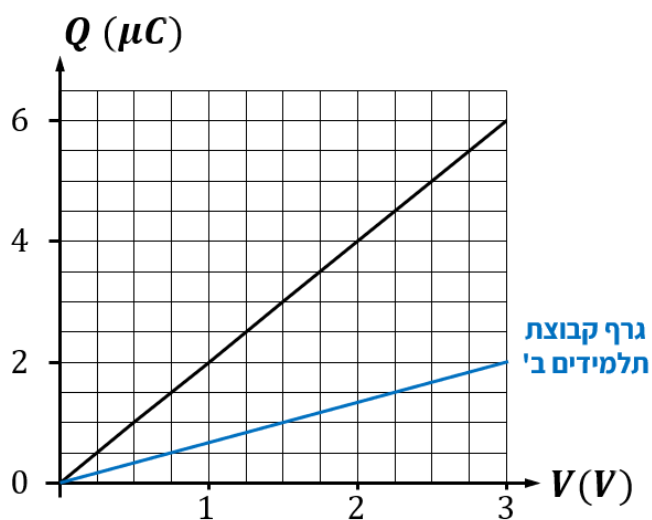


תרגיל מספר 3

קבוצה א' של תלמידים ביצעה ניסוי בו הם בדקו את הקשר בין מטען של קבל למתח עליו. הם שינו בכל פעם את מתח הקבל ומדדו את מטענו החשמלי. הגרף הנתון מתאר את תוצאות המדידה של התלמידים.

1. בעזרת הגרף הנתון ענו לשאלות (1) ו- (2) הבאות.
 (1) מהו מטען הקבל כאשר המתח עליו $1.5V$?
 (2) מהו מתח הקבל כאשר מטענו $4.5\mu C$?

2. חשבו את קיבול הקבל.



קבוצת תלמידים אחרת, קבוצה ב', ביצעה אותו ניסוי אך עם קבל שונה. הגרף שקבוצה ב' קיבלה משורטט באותה מערכת צירים של גרף קבוצה א'.

3. השלימו את המשפט:

"לפי הגרף, ניתן להבין כי קיבול הקבל בו השתמשה קבוצת תלמידים ב' _____ (גדול/שווה/קטן) קיבול הקבל בו השתמשה קבוצת תלמידים א'. כמו כן, לפי הגרף אפשר להסיק כי היחס בין קיבול הקבל שבו השתמשה קבוצת תלמידים א' לבין קיבול הקבל שבו השתמשה קבוצת תלמידים ב' הוא _____."

תרגיל מספר 4

נתון קבל טעון בעל מתח $V = 3V$.

כאשר מגדילים את המתח לערך $4.5V$ מתברר כי מטענו של הקבל גדל בשיעור $3nC$.

1. מהו קיבול הקבל?

2. מהו מטען הקבל כאשר הוא טעון במתח $V = 3V$?

תרגיל מספר 5

נתונה מערכת המורכבת משני מוליכים.

לאחד מהמוליכים מטען חשמלי $+80nC$ ולמוליך השני מטען חשמלי $-80nC$.

נתון כי הפרש הפוטנציאלים בין המוליכים הנו $20V$.

1. חשבו את הקיבול החשמלי של המערכת.

נניח שמגדילים את מטען המוליכים כך שעתה מטענם $+200nC$ ו- $-200nC$.

2. קבעו האם בעקבות שינוי המטען החשמלי על כל מוליך קיבול המערכת גדל, קטן או לא משתנה. הסבירו את קביעתכם.

3. מהו עתה הפרש הפוטנציאלים בין המוליכים?

קבל לוחות

תרגיל מספר 6

נתון קבל לוחות שאינו טעון, ששטח לוחותיו $A = 20\text{cm}^2$ והמרחק ביניהם הוא $d = 5\text{mm}$.
התווך בין הלוחות הינו ריק.
1. חשבו את קיבול הקבל.

מחברים את הקבל למקור מתח אידיאלי $V = 5\text{V}$ וממתנים עד גמר הטעינה.
2. חשבו את מטען הקבל.

עתה מנתקים את הקבל ממקור המתח ומרחיקים את לוחות הקבל.
3. (1) קבעו האם קיבול הקבל גדל, קטן או נותר ללא שינוי.
(2) קבעו האם מטען הקבל גדל, קטן או נותר ללא שינוי.
(3) קבעו האם מתח הקבל גדל, קטן או נותר ללא שינוי.
הסבירו את קביעתכם.

תרגיל מספר 7

נתונים שלושה קבלי לוחות שבתחום בין הלוחות - ריק.
קבל 1 - שטח לוחותיו 40cm^2 והמרחק בין לוחותיו $d_1 = d$.
קבל 2 - שטח לוחותיו 80cm^2 והמרחק בין לוחותיו $d_2 = d$.
קבל 3 - שטח לוחותיו 80cm^2 והמרחק בין לוחותיו d_3 .

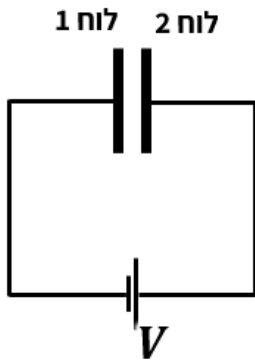
מחברים את שלושת הקבלים, זה אחר זה, לאותו מקור מתח אידיאלי $V = 900\text{V}$ ומנתקים את הקבל מהמקור לאחר גמר הטעינה.
נתון כי קבל 1 נטען במטען $Q_1 = 3.6\text{nC}$.
1. חשבו את קיבול קבל 1.

2. חשבו את המרחק d_1 - המרחק בין הלוחות של קבל 1.

3. מהו קיבול קבל 2?

4. מה מטענו של קבל 2?

5. נתון כי מטענו של קבל 3 שווה למטענו של קבל 1. מהו המרחק d_3 - המרחק בין לוחות קבל 3?



תרגיל מספר 8

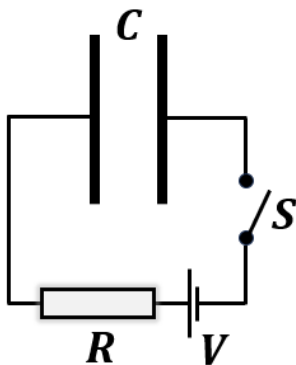
נתון קבל לוחות שהמרחק בין לוחותיו $d = 4mm$ ובין הלוחות ריק. מחברים את הקבל למקור מתח אידיאלי $V = 1kV$ והוא נטען במטען $Q = 5nC$. בתרשים מתואר הקבל ומקור המתח.

1. מהו קיבול הקבל?
2. מהו השטח של כל אחד מהלוחות?
3. מהו מטענו של לוח 1?
4. חשבו את גודל הכוח ההדדי שהלוחות מפעילים זה על זה. הניחו כי הלוחות נחשבים לגדולים מאוד ביחס למרחק בניהם, וכי השדה שכל לוח יוצר הוא שדה אחיד.

כאשר הקבל נשאר מחובר למקור המתח, מקרבים את הלוחות זה לזה.

5. קבעו עבור כל אחד מהגדלים הבאים האם הוא גדל, קטן או לא משתנה:
 - (1) קיבול הקבל.
 - (2) מתח הקבל.
 - (3) מטען הקבל.
 - (4) גודל הכוח ההדדי שהלוחות מפעילים זה על זה.

הסבירו את קביעתכם.



תרגיל מספר 9

נתון מעגל חשמלי הכולל קבל לוחות שאינו טעון, בעל קיבול $C = 5\mu F$, מקור מתח אידיאלי $V = 12V$, נגד שהתנגדותו $R = 10\Omega$, ומתג S . סוגרים את המתג וממתינים עד גמר טעינת הקבל.

1. מהו מתח הקבל בגמר טעינתו?
2. חשבו את מטען הקבל בגמר הטעינה.

במקרה אחר משתמשים בנגד אחר, שהתנגדותו החשמלית גדולה יותר. סוגרים את המתג וממתינים עד גמר טעינת הקבל.

3. השלימו את המשפט:

"בעקבות הגדלת ההתנגדות, לאחר גמר הטעינה מטען הקבל _____ (גדל/קטן/אינו משתנה) ביחס למטען הקבל טרם שינוי ההתנגדות, ומתח הקבל _____ (גדול מ-/קטן מ-/שווה ל-) מתח מקור המתח. הגדלת ההתנגדות _____ (מאריכה/מקצרת/אינה משנה) את זמן טעינת הקבל".

(משפט אחרון - לא במיקוד תשפ"ה)

תרגיל מספר 10

לקבל לוחות קיבול $C = 2\mu F$ והמרחק בין לוחותיו $d = 1mm$.
טוענים את הקבל בעזרת מקור מתח אידיאלי ולאחר גמר הטעינה מנתקים את המקור.
עוצמת (גודל) השדה החשמלי בתחום בין שני הלוחות היא $E = 2 \cdot 10^4 N/C$.

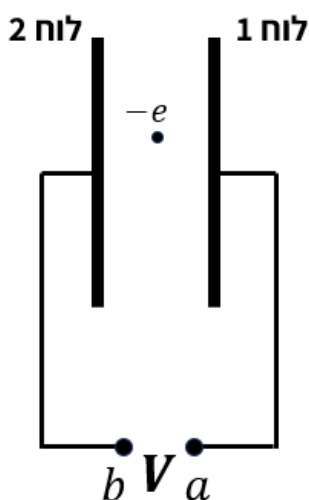
1. חשבו את מתח הקבל.
2. חשבו את מטען הקבל.

עתה מכפילים את המרחק בין לוחות הקבל שנותק ממקור המתח.
3. מהי עוצמת השדה החשמלי בתחום בין לוחות הקבל?

במקרה אחר, לאחר גמר טעינת הקבל, משאירים אותו מחובר למקור המתח ומכפילים את המרחק בין הלוחות.
4. מהי במקרה זה עוצמת השדה החשמלי בתחום בין לוחות הקבל?

תרגיל מספר 11

קבל לוחות שקיבולו $C = 2\mu F$ מחובר למקור מתח אידיאלי $V = 12V$.
במקרה א', בין הלוחות משחררים ממנוחה אלקטרון והוא מואץ ימינה לעבר לוח 1.
מערכת הקבל, מקור המתח והאלקטרון מתוארים בתרשים.
הזניחו את כוח הכובד הפועל על האלקטרון.



1. לאיזו נקודה, a או b , פוטנציאל חשמלי גדול יותר?
2. חשבו את מטען לוח 2.

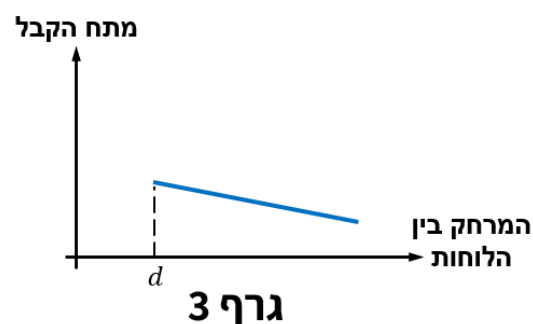
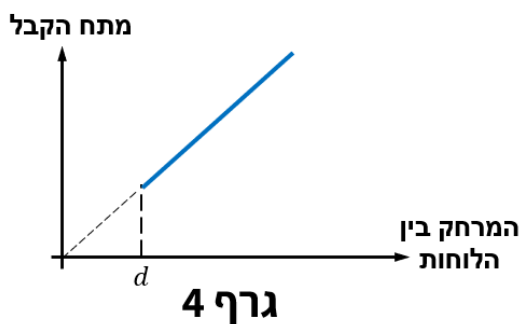
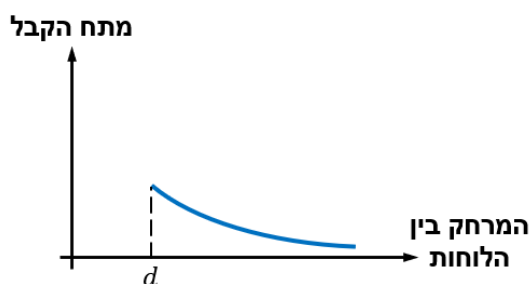
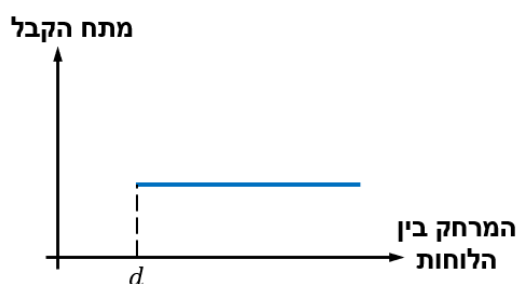
במקרה ב', בעוד מקור המתח מחובר, מקרבים את הלוחות.
משחררים גם הפעם בין הלוחות אלקטרון ממנוחה.
3. קבעו האם גודל תאוצת האלקטרון במקרה ב' גדולה, קטנה או שווה לגודל תאוצת האלקטרון במקרה א'. הסבירו את קביעתכם.

תרגיל מספר 12

נתון קבל לוחות לא טעון בעל שטל לוחות A והמרחק בניהם d .
מחברים את הקבל למקור מתח אידיאלי V .

1. בטאו, באמצעות ϵ_0, A, d, V (כולם או חלקם), את מטען הקבל.
2. בטאו, באמצעות ϵ_0, A, d, V (כולם או חלקם), את עוצמת השדה החשמלי בתחום בין שני הלוחות.

עתה מנתקים את הקבל ממקור המתח ולאחר מכן מגדילים בהדרגה את המרחק בין לוחות הקבל.
3. בחרו, מבין הגרפים (1) – (4), את הגרף המתאר נכון את מתח הקבל ביחס למרחק בין הלוחות.
הסבירו את בחירתכם.



קבל עם חומר מבודד (חומר דיאלקטרי) בין הלוחות

תרגיל מספר 13

נתון קבל לוחות לא טעון שקיבולו $C_0 = 2\mu F$ ובין לוחותיו ריק.
מכניסים לתחום בין הלוחות חומר מבודד בעל מקדם דיאלקטרי יחסי $\epsilon_r = 3$ הממלא את כל הנפח שבין הלוחות ולאחר מכן מחברים את הקבל למקור מתח אידיאלי $V = 9V$ וממתינים עד לגמר הטעינה.

1. מהו קיבול הקבל לאחר הכנסת החומר המבודד?

2. מהו מטען הקבל לאחר גמר טעינתו?

אחרי סיום הטעינה, מנתקים את הקבל ממקור המתח ומוציאים את החומר המבודד מבין הלוחות.

3. מהו מטען הקבל לאחר הוצאת החומר המבודד?

4. מהו מתח הקבל לאחר הוצאת החומר המבודד?

5. בעקבות הוצאת החומר המבודד, איזה מהמשפטים הבאים הוא הנכון?

(1) עוצמת השדה החשמלי בתחום בין הלוחות גדלה.

(2) עוצמת השדה החשמלי בתחום בין הלוחות לא משתנה.

(3) עוצמת השדה החשמלי בתחום בין הלוחות קטנה.

(4) אי אפשר לדעת מה קורה לעוצמת השדה החשמלי בין הלוחות.

הסבירו את בחירתכם.

תרגיל מספר 14

נתון קבל לוחות שקיבולו $C = 0.177nF$, שבין לוחותיו חומר מבודד עם קבוע דיאלקטרי יחסי ϵ_r , הממלא את כל הנפח שבין הלוחות.

שטח לוחות הקבל $A = 100cm^2$ והמרחק בין הלוחות $d = 1mm$.

מחברים את הקבל למקור מתח אידיאלי $V = 12V$ וממתינים לגמר טעינת הקבל.

1. חשבו את הקבוע הדיאלקטרי היחסי של החומר המבודד, ϵ_r .

2. מהו מטען הקבל לאחר גמר טעינתו?

בעוד הקבל מחובר למקור המתח, מוציאים את החומר המבודד מבין הלוחות.

3. מהו מתח הקבל לאחר הוצאת החומר המבודד?

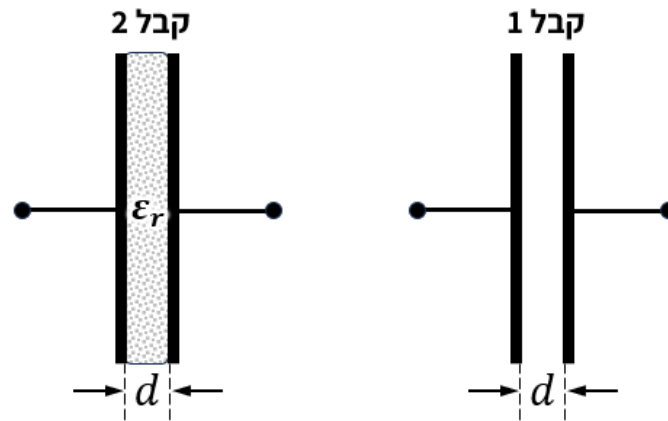
4. מהו קיבול הקבל?

5. בעקבות הוצאת החומר המבודד, קבעו האם מטען הקבל גדל, קטן או אינו משתנה.

הסבירו את קביעתכם.

תרגיל מספר 15

נתונים שני קבלי לוחות זהים בשטח הלוחות ובמרחק ביניהם, d . וקיבולו של קבל 1 הוא C_0 ובין לוחותיו ריק. בין לוחותיו של קבל 2 פיסת זכוכית הממלאת את כל הנפח בין הלוחות, וקבוע דיאלקטרי שלה $\epsilon_r = 5$.



מחברים את הקבלים לשני מקורות מתח זהים ולאחר גמר הטעינה מנתקים אותם ממקורות המתח.

1. בטאו, באמצעות C_0 , את קיבול קבל 2.

מקטינים את המרחק בין לוחות קבל 1 פי 5, כלומר, המרחק בין הלוחות קבל 1 כעת הינו $d_1 = 0.2d$.
2. קבעו האם קיבול קבל 1 כעת, גדול, קטן או שווה לקיבול קבל 2. הסבירו את קביעתכם.

3. נסמן ב- V את מתח מקור המתח שטען את הקבלים הנתונים בהתחלה.
בטאו, באמצעות V , את המתח V_1 בין לוחות קבל 1 לאחר קירוב הלוחות.

כאשר עוצמת השדה החשמלי בתחום בין לוחות הקבל גדולה מאוד, יתכן מצב בו יעבור מטען חשמלי מלוח אחד לשני ישירות דרך המרחב שבין הלוחות וכך הקבל נפרק ממטענו. אומרים שחלה "פריצה" של הקבל.

עוצמת שדה גדולה זו מתגברת על התווך בין הלוחות, בין אם הוא ריק או תווך מבודד אחר. לכל תווך עוצמת שדה מזערית ממנה והלאה תתרחש פריצת קבל:

- עבור ריק, כאשר עוצמת השדה החשמלי גדולה מ: $E = 3 \cdot 10^4 V/m$ מתרחשת פריצה.
- עבור זכוכית, כאשר עוצמת השדה החשמלי גדולה מ: $E = 1 \cdot 10^7 V/m$ מתרחשת פריצה.

נתון שבהתחלה המרחק בין הלוחות של כל קבל היה $d = 0.75mm$ ומתח מקורות המתח שטענו את הקבלים היה $V = 6kV$.

בקבל 1 בין לוחות ריק וקיבולו הינו הקיבול לאחר קירוב הלוחות.

4. קבעו עבור כל קבל האם תתרחש בו פריצה או לא. הסבירו.

תרגיל מספר 16

נתון קבל לוחות טעון, ששטח לוחותיו $A = 10\text{cm}^2$ והמרחק ביניהם $d = 2\text{mm}$.

מטען הקבל $Q = 400\text{nC}$.

הקבל מנותק ממקור המתח ששימש לטעינתו.

1. מהו קיבול הקבל?

2. מהי עוצמת השדה בתחום בין הלוחות?

מכניסים בין הלוחות חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי $\epsilon_r = 2$, כך שהחומר ממלא את כל הנפח בין הלוחות.

3. מהו כעת מטען הקבל?

4. קיבעו מהו המשפט הנכון, בעקבות הכנסת החומר המבודד:

(1) השדה החשמלי בתחום בין לוחות הקבל גדל פי 2.

(2) השדה החשמלי בתחום בין לוחות הקבל אינו משתנה.

(3) השדה החשמלי בתחום בין לוחות הקבל קטן פי 2.

(4) השדה החשמלי בתחום בין לוחות הקבל קטן פי 4.

הסבירו את קביעתכם.

תרגיל מספר 17

נתון קבל לוחות הנטען על ידי מקור מתח. לאחר גמר הטעינה, בעוד הקבל מחובר למקור המתח,

ממלאים את נפח הקבל בתחום בין הלוחות בחומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי $\epsilon_r = 4$.

בעקבות הכנסת החומר המבודד, קבעו מה קורה לכל אחד מהערכים הבאים בטבלה הבאה.

אי אפשר לדעת	קטן פי 4	לא משתנה	גדל פי 4	
				קיבול הקבל
				מתח הקבל
				מטען הקבל
				עוצמת השדה בתחום בין לוחות הקבל

האנרגיה האגורה בקבל טעון

תרגיל מספר 18

נתון קבל לא טעון שקיבולו $C = 6nF$.

מחברים את הקבל למקור מתח אידיאלי $V = 12V$ וממתינים עד גמר טעינתו.

1. מהו מטען הקבל הטעון?
2. מהי האנרגיה החשמלית האגורה בקבל הטעון?
3. אם היינו טוענים את הקבל בעזרת מקור מתח אחר, שהמתח שלו גדול פי 2, חשבו את האנרגיה האגורה בקבל במקרה זה?
4. אם היינו טוענים קבל אחר, בעזרת אותו מקור מתח $V = 12V$, אבל לאחר הטעינה האנרגיה האגורה בקבל זה הייתה $U = 1.44 \cdot 10^{-7} J$, מהו קיבולו של קבל זה?

תרגיל מספר 19

קבל לוחות מורכב משני לוחות ריבועיים בעלי אורך צלע $L = 10cm$, המרוחקים $d = 1mm$ זה מזה, כאשר בתחום בין הלוחות ריק. טוענים את הקבל בעזרת מקור מתח אידיאלי $V = 150V$.

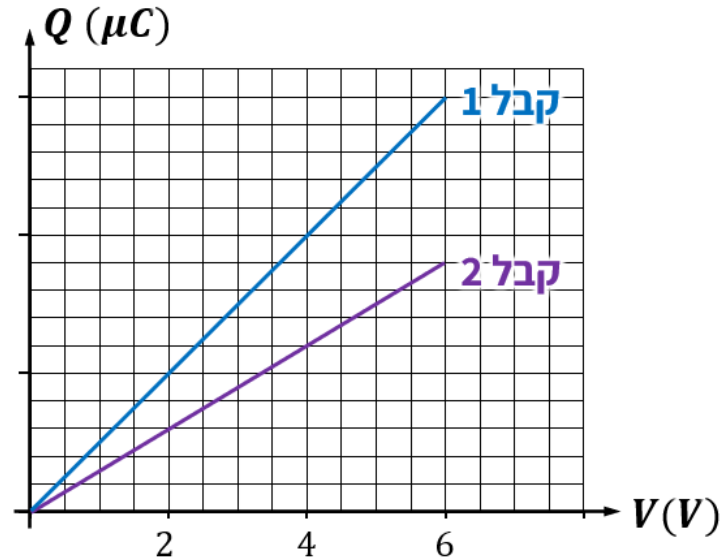
1. חשבו את קיבול הקבל.
 2. חשבו את האנרגיה האגורה בקבל.
- בגמר טעינת הקבל מנתקים אותו ממקור המתח ומקרבים את הלוחות.
3. קבעו עבור כל אחד מהגדלים הבאים האם הוא גדל, קטן או לא משתנה.
 - (1) קיבול הקבל.
 - (2) מטען הקבל.
 - (3) מתח הקבל.
 - (4) האנרגיה האגורה בקבל.
- הסבירו את קביעתכם.

תרגיל מספר 20

נתונים שני קבלים, קבל 1 וקבל 2, שאינם טעונים.

את כל אחד משני הקבלים מחברים למקור מתח V וממתינים עד גמר טעינתם.

נתון גרף המתאר את מטען כל אחד מהקבלים כתלות במתח בין לוחותיו במהלך טעינתו, עד סיום הטעינה.



1. קבעו האם קיבול קבל 1 גדול, קטן או שווה לקיבולו של קבל 2. הסבירו את קביעתכם.

נתון שהאנרגיה החשמלית האגורה בקבל 1 בסיום טעינתו היא $U = 45 \mu J$.

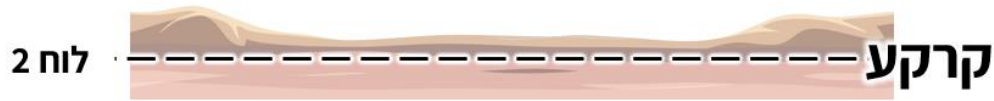
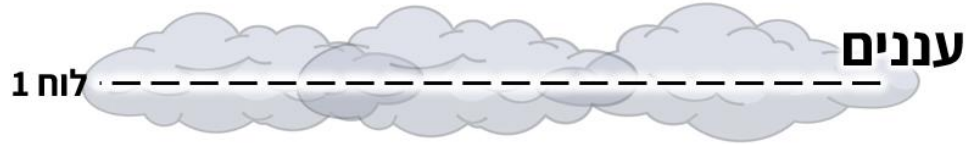
2. חשבו את המטען של קבל 1 בסיום טעינתו.

3. חשבו את הקיבול של קבל 1.

4. חשבו את האנרגיה החשמלית האגורה בקבל 2 בסוף טעינתו.

תרגיל מספר 21

בעת סופת רעמים נמצא כי בין שכבת העננים לקרקע נוצר שדה חשמלי אנכי שעוצמתו $E = 3,000 \text{ N/C}$. אפשר לתאר את השדה החשמלי על פי מודל פשוט של קבל לוחות מקבילים, כמתואר בתרשים.



1. חשבו את המתח הנוצר בין העננים לקרקע, אם הם נמצאים בגובה $H = 400 \text{ m}$ מעל פני הקרקע.
2. לפי המודל הפשוט של קבל לוחות, כאשר נוצר ברק, הדבר שקול לפריצת קבל ופריקתו. נתון כי במהלך ברק במערכת זו, עוברת בין שכבת העננים לקרקע כמות מטען של $Q = 60 \text{ C}$. חשבו את קיבול מערכת העננים והקרקע.
3. חשבו את האנרגיה החשמלית המשתחררת על ידי ברק זה בין העננים לקרקע. הניחו כי כל מטען הקבל נפרק על ידי הברק.

תרגיל מספר 22

קיבולו של קבל $C = 2nF$ והמרחק בין לוחותיו הוא $d = 2mm$.
חיברו לקבל זה מקור מתח $V = 150V$ ולאחר גמר הטעינה ניתקו את המקור.
1. חשבו את מטען הקבל.

2. הכוחות שהלוחות מפעילים זה על זה:

- (1) הלוחות לא מפעילים כוחות זה על זה.
 - (2) הלוחות מפעילים זה על זה כוחות משיכה.
 - (3) הלוחות מפעילים זה על זה כוחות דחייה.
 - (4) על הלוחות פועלים כוחות באותו כיוון.
- הסבירו.

3. חשבו את האנרגיה האגורה הקבל.

בעוד מקור המתח מנותק, מרחיקים את הלוחות למרחק גדול פי 2.

4. חשבו את האנרגיה האגורה הקבל.

5. חשבו את העבודה שמבצע גורם חיצוני בהרחקת הלוחות.

6. השלימו את המשפט:

"לאחר הרחקת הלוחות האנרגיה האגורה בקבל _____ (גדלה / קטנה / לא משתנה), לכן השינוי באנרגיה הקבל _____ (חיובי / שלילי / אפס). דבר זה מעיד על כך שנדרשה _____ (עבודה חיובית / עבודה שלילית / עבודה אפס) בהרחקת הלוחות. וזה כמובן מסתדר עם העובדה שבין הלוחות פועל כוח _____ (משיכה / דחייה) חשמלי ולכן בהרחקת הלוחות זה מזה נדרש כוח חיצוני _____ (בכיוון / נגד כיוון) כוחות משיכה הדדיים אלו".

תרגיל מספר 23

קיבולו של קבל $C_0 = 2nF$, בין לוחותיו ריק והמרחק בין הלוחות הוא $d = 2mm$.
חיברו לקבל מקור מתח $V = 150V$ ולאחר גמר טעינת הקבל מנתקים אותו.
לאחר הניתוק מכניסים בין לוחות הקבל חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי יחסי $\epsilon_r = 5$.

בסעיפים 1 – 4 שלהלן נדרש חישוב ארבעה מאפיינים של הקבל לאחר הכנסת החומר המבודד.

1. חשבו את מטען הקבל.

2. מהו מתח הקבל?

3. מהו גודל השדה החשמלי בתחום בין לוחות הקבל?

4. חשבו את האנרגיה האגורה בקבל.

5. חשבו את העבודה שמבצע גורם חיצוני בהכנסת החומר המבודד בין לוחות הקבל.

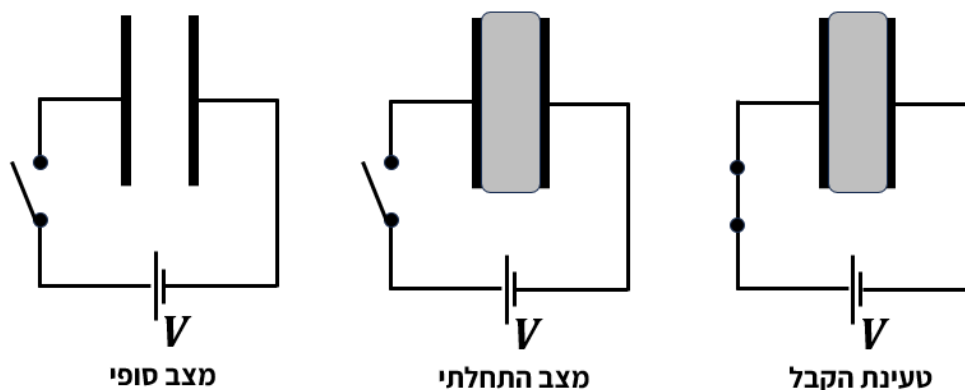
תרגיל מספר 24

נתון קבל לוחות בעל קיבול חשמלי $C = 2nF$.

הקבל מלא בכל נפחו בחומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי יחסי $\epsilon_r = 2.5$.

מחברים את הקבל למקור מתח $V = 150V$ ולאחר גמר טעינתו מנתקים אותו ממקור המתח. נקרא למצב זה "מצב התחלתי".

לאחר ניתוק הקבל ממקור המתח, מוציאים את החומר המבודד מבין הלוחות. נקרא למצב זה "מצב סופי".



1. מלאו את הערכים שבטבלה עבור המצב ההתחלתי ועבור המצב הסופי:

מצב סופי	מצב התחלתי	
		קיבול הקבל ($nF = 10^{-9}F$)
		מתח הקבל (V)
		מטען הקבל ($nC = 10^{-9}C$)
		האנרגיה האגורה בקבל ($10^{-5}J$)

2. השלימו את המשפט:

"לאחר הוצאת החומר המבודד מבין לוחות הקבל, האנרגיה האגורה בקבל _____ (גדלה / קטנה / נותרה ללא שינוי), לכן מבינים שהשינוי באנרגיית הקבל _____ (חיובי / שלילי / אפס). זה מעיד על כך שכוח חיצוני עשה _____ (עבודה חיובית / עבודה שלילית / עבודה אפס) במהלך הוצאת החומר המבודד.

דבר זה כמובן מסתדר עם העובדה שבין שכבת החומר המבודד ללוחות הקבל פועלים _____ (כוחות משיכה / כוחות דחייה), וכתוצאה מכך, גורם חיצוני צריך לבצע _____ (עבודה חיובית / עבודה שלילית / אפס) כדי להוציא את החומר המבודד".

תרגיל מספר 25

נתון קבל לוחות בעל קיבול חשמלי $C = 2nF$.

מחברים את הקבל למקור מתח $V = 150V$

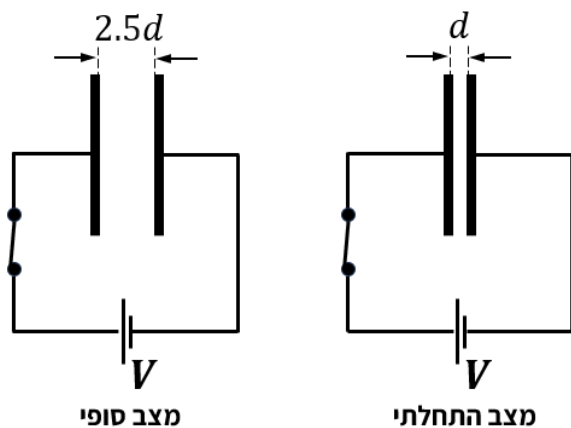
וממתינים לגמר טעינת הקבל.

מצב זה מוגדר "מצב התחלתי".

משאירים את מקור המתח מחובר ומרחיקים את

הלוחות למרחק הגדול פי 2.5.

מצב זה מוגדר "מצב סופי".



1. מלאו את הערכים שבטבלה עבור המצב ההתחלתי ועבור המצב הסופי:

מצב סופי	מצב התחלתי	
		קיבול הקבל ($nF = 10^{-9}F$)
		מתח הקבל (V)
		מטען הקבל ($nC = 10^{-9}C$)
		האנרגיה האגורה בקבל ($10^{-5}J$)

2. חשבו את השינוי באנרגיית הקבל בעקבות הרחקת הלוחות.

3. חשבו את עבודת המקור במהלך הרחקת הלוחות.

4. חשבו את עבודת הכוח החיצוני בהרחקת הלוחות.

5. השלימו את המשפט:

"בהרחקת הלוחות הכוח החיצוני מבצע _____ (עבודה חיובית / עבודה שלילית / עבודה אפס) שהרי

הלוחות מפעילים זה על זה _____ (כוחות משיכה / כוחות דחייה). אבל, קיבלנו כי שינוי האנרגיה

האגורה בקבל _____ (חיובית / שלילית / אפס). הדבר נובע מכך שהכוח החיצוני הוא לא הגורם היחידי

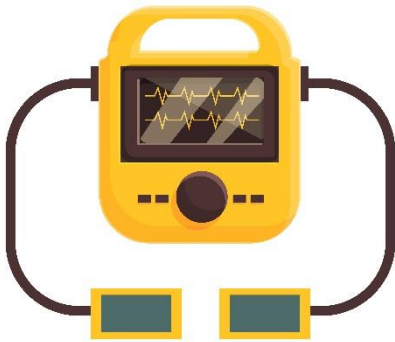
המבצע עבודה. גורם נוסף המבצע עבודה הוא מקור המתח אשר במקרה זה הוא _____ (מבצע עבודה

חיובית / מבצע עבודה שלילית / לא מבצע עבודה), זאת כי מטען הקבל _____ (גדל / קטן / לא משתנה)

במהלך הרחקת הלוחות וזה אומר שחלק מהמטען שהיה באחד מלוחות הקבל עובר דרך מקור המתח

וחוזר ללוח השני".

תרגיל מספר 26



מפגעם (בלועזית: דפיברילטור) הוא מכשיר רפואי המשמש להחזרת קצב לב תקין באמצעות העברת פולס חשמלי דרך הלב. בהדלקת המכשיר נטען קבל הנמצא בתוך המכשיר (ולכן יש צורך בהמתנה קצרה עד להפעלתו). הקבל נשאר טעון ואוגר בתוכו אנרגיה חשמלית. בהפעלת המכשיר, הקבל נפרק ממטענו בפרק זמן מאוד קצר וכך האנרגיה החשמלית משתחררת בפתאומיות. פולס חשמלי קצר וחזק עובר בין שתי האלקטרודות של המכשיר המחוברות לאדם וכך הוא עובר דרך ליבו. פולס זה נועד להפעלת הפעילות החשמלית התקינה של הלב.

נתון מפגעם המכיל קבל בעל קיבול $C = 120\mu F$ כאשר מדליקים את המפגעם, הקבל נטען למתח של $V = 3kV$.

1. חשבו את המטען של הקבל כאשר הוא טעון למתח המרבי.
2. חשבו את האנרגיה האגורה בקבל כאשר הוא טעון למתח המרבי.

במכשירים מתקדמים יש אפשרות לקבוע את האנרגיה שתשתחרר מהקבל הטעון בעת הפעלת המכשיר, כלומר לקבוע מהי האנרגיה שתהיה אגורה בקבל הטעון. שינוי האנרגיה האגורה בקבל יכול להיעשות על ידי שינוי המתח בו הקבל נטען או על ידי שינוי הקיבול החשמלי של הקבל. באחד מהפעמים בו השתמשו במכשיר היה צורך להגדיל את האנרגיה החשמלית לערך של $1,215J$.

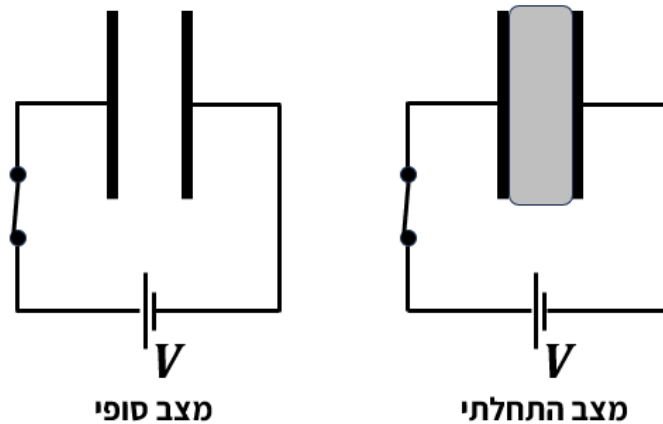
3. בהנחה והקיבול נשאר $C = 120\mu F$, מהו המתח בו יש לטעון את הקבל?
4. בהנחה שהמתח לטעינה נותר $V = 3kV$, מהו קיבול הנדרש של הקבל?
5. בחרו, מבין האפשרויות הבאות, את הדרכים בהם אפשר לשנות את קיבול הקבל הנתון בתחילת התרגיל, לערך שחישבתם בסעיף 4.

- (1) הרחקת לוחות הקבל.
- (2) קירוב לוחות הקבל.
- (3) הגדלת שטח לוחות הקבל.
- (4) הקטנת שטח לוחות הקבל.
- (5) הכנסת חומר מבודד לנפח הקבל.
- (6) הוצאת חומר מבודד מנפח הקבל.

תרגיל מספר 27

במעגל החשמלי המתואר בתרשים נתון קבל לוחות שקיבולו $C = 4\mu F$, מקור מתח אידיאלי בעל מתח $V = 3V$, ומתג S .

ממלאים את נפח בין לוחות הקבל בחומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי יחסי $\epsilon_r = 2$. סוגרים את המתג וממתינים לגמר טעינת הקבל. נקרא למצב זה "מצב התחלתי". לאחר גמר הטעינה, בעוד שהמתג נותר סגור, מוציאים את החומר המבודד מבין לוחות הקבל. נקרא למצב זה "מצב סופי".

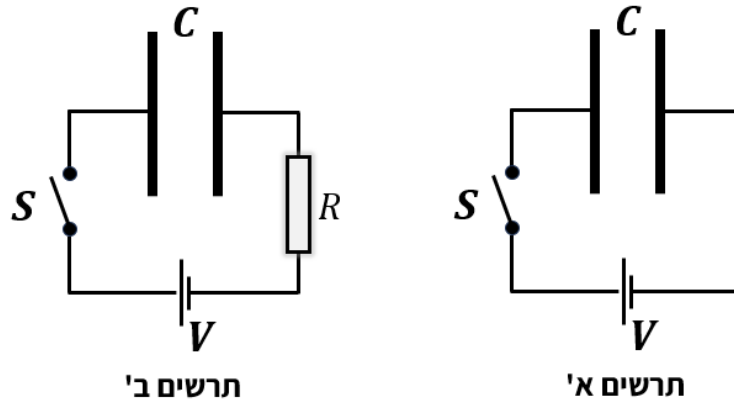


1. חשבו את האנרגיה האגורה בקבל במצב ההתחלתי.
2. קבעו עבור כל אחד מהגדלים הבאים האם הוא גדל, קטן או נותר ללא שינוי במצב הסופי ביחס למצב ההתחלתי.
 - (1) קיבול הקבל.
 - (2) מתח הקבל.
 - (3) מטען הקבל.
 - (4) האנרגיה האגורה בקבל.
 הסבירו את קביעתכם.
3. חשבו את השינוי באנרגיית הקבל לאחר הוצאת החומר המבודד.
4. חשבו את עבודת מקור המתח בתהליך הוצאת החומר המבודד.
5. חשבו את עבודת הכוח החיצוני המוציא את החומר המבודד מנפח הקבל.

שילוב קבלים במעגל זרם (מצב עמיד)

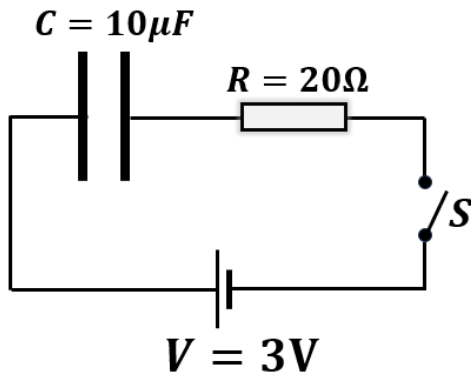
תרגיל מספר 28

נתונים שני קבלי לוחות זהים, בעלי קיבול $C = 4\mu F$ כל אחד.
קבל 1 חובר למקור מתח אידיאלי בעל מתח $V = 3V$ ומתג S , כמתואר בתרשים א'.
קבל 2 חובר למקור מתח אידיאלי בעל מתח $V = 3V$, נגד שהתנגדותו R ומתג S , כמתואר בתרשים ב'.
כאשר שני הקבלים אינם טעונים, סוגרים את המתג בכל מעגל וממתינים עד גמר טעינת הקבלים.



1. חשבו את מטען קבל 1, Q_1 .
2. חשבו את האנרגיה האגורה בקבל 1, U_1 .
3. (1) קבעו האם מטען קבל 2, Q_2 , גדול, קטן או שווה למטען קבל 1, Q_1 .
(2) קבעו האם האנרגיה האגורה בקבל 2, U_2 , גדולה, קטנה או שווה לאנרגיה האגורה בקבל 1, U_1 .
הסבירו את קביעתכם.
4. קבעו האם משך זמן טעינת קבל 1 לוקחת זמן ארוך יותר, קצר יותר או לוקחת אותו פרק זמן, ביחס למשך זמן טעינת קבל 2.
(לא במיקוד תשפ"ה)

תרגיל מספר 29



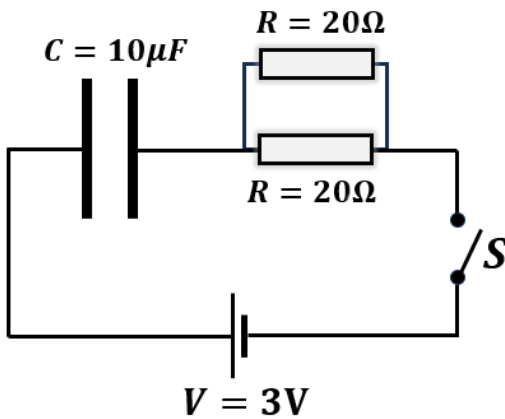
תרשים א'

נתון קבל לוחות שאינו טעון, וקיבולו $C = 10\mu F$.
הקבל מחובר למקור מתח אידיאלי בעל מתח $V = 3V$, נגד
שהתנגדותו $R = 20\Omega$ ומתג S , כמתואר בתרשים א'.
סוגרים את המתג וממתינים עד גמר טעינת הקבל.

1. מהו מתח הקבל בסוף הטעינה?

2. חשבו את האנרגיה האגורה בקבל.

3. חשבו את עבודת מקור המתח בתהליך טעינת הקבל.



תרשים ב'

פורקים את הקבל ממטענו ומחברים אותו שנית למעגל
החשמלי, כאשר מוסיפים עוד נגד, זהה לנגד שהיה במעגל
המקורי, ומחברים אותו כמתואר בתרשים ב'.
סוגרים את המתג וממתינים לגמר טעינת הקבל.

4. עבור הגדלים הבאים, קבעו האם הם גדלים, קטנים או
לא משתנים, יחסית לערכם במעגל שבתרשים א'.

(1) מתח הקבל.

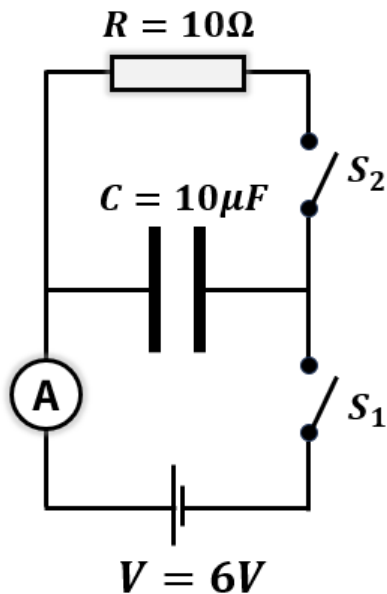
(2) מטען הקבל.

(3) האנרגיה האגורה בקבל.

(4) עבודת מקור המתח.

(5) זמן הטעינה של הקבל. (לא במיקוד תשפ"ה)

הסבירו את קביעתכם.



תרגיל מספר 30

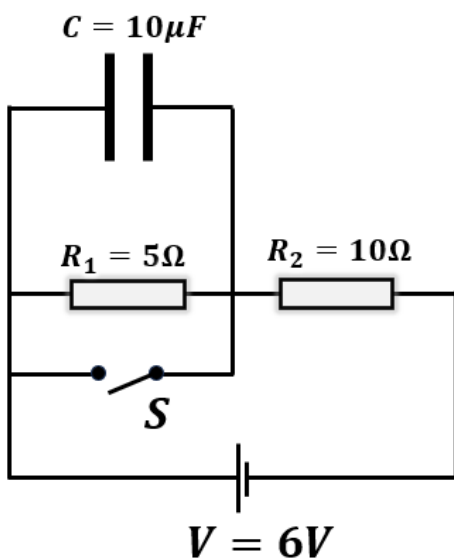
נתון קבל לוחות, שאינו טעון, בעל קיבול $C = 10\mu F$. הקבל מחובר למקור מתח אידיאלי בעל מתח $V = 6V$, נגד שהתנגדותו $R = 10\Omega$, מד-זרם אידיאלי, ושני מתגים S_1, S_2 , כמתואר בתרשים. במצב ההתחלתי שני המתגים פתוחים.

סוגרים את המתג S_1 וממתנים עד גמר טעינת הקבל.

1. מהו מתח הקבל?
2. חשבו את מטען הקבל.
3. מהי הוריית מד-הזרם אחרי גמר הטעינה?

סוגרים גם את המתג S_2 (נשאר סגור) וממתנים עד שהמעגל מתייצב והזרמים בו קבועים.

4. מהי הוריית מד-הזרם?
5. עבור הגדלים הבאים, קבעו האם הם גדלים, קטנים או לא משתנים יחסית לערכם לפני סגירת המפסק S_2 .
 - (1) מתח הקבל.
 - (2) מטען הקבל.
 - הסבירו את קביעתכם.



תרגיל מספר 31

נתון מעגל חשמלי המורכב ממקור מתח אידיאלי $V = 6V$, שני נגדים בעלי התנגדות $R_1 = 5\Omega, R_2 = 10\Omega$, קבל לוחות בעל קיבול $C = 10\mu F$, ומתג S . לאחר הרכבת המעגל ממתינים זמן רב עד התייצבות המערכת.

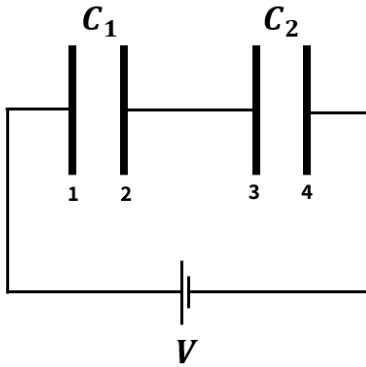
במצב ההתחלתי המתג S פתוח.

1. חשבו את עוצמת הזרם העוברת דרך מקור המתח.
2. חשבו את מתח הקבל.
3. מהו מטען הלוח הימני של הקבל?
4. חשבו את האנרגיה האגורה בקבל.

סוגרים את המתג S וממתנים זמן רב עד התייצבות המערכת.

5. מהי עוצמת הזרם העוברת דרך מקור המתח?
6. מהו מתח הקבל?

חיבור קבלים



תרגיל מספר 32

נתונים שני קבלי לוחות:

קבל לוחות 1 בעל קיבול $C_1 = 3\mu F$ ולוחותיו מסומנים ב-1 ו-2.

קבל לוחות 2 בעל קיבול $C_2 = 6\mu F$ ולוחותיו מסומנים ב-3 ו-4.

מחברים את הקבלים למקור מתח אידיאלי $V = 9V$ כמתואר בתרשים.

1. בחרו, מבין המשפטים הבאים, את המשפטים הנכונים בדבר מטעני הלוחות:

- (1) מטענו של לוח 1 שווה למטענו של לוח 2.
 - (2) מטענו של לוח 1 שווה בגודלו ומנוגד בסימנו למטענו של לוח 2.
 - (3) מטענו של לוח 2 שווה למטענו של לוח 3.
 - (4) מטענו של לוח 1 שווה למטענו של לוח 3.
 - (5) מטענו של לוח 1 שווה בגודלו ומנוגד בסימנו למטענו של לוח 4.
- הסבירו את בחירתכם.

2. חשבו את הקיבול השקול המחובר למקור המתח.

3. חשבו את המטענים של קבל 1 ושל קבל 2.

4. חשבו את המתח של קבל 1 ושל קבל 2.

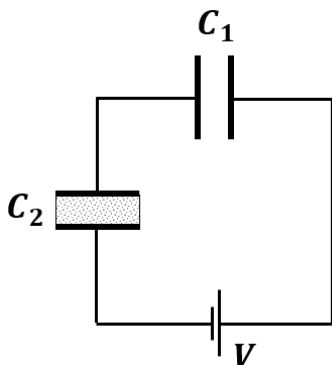
5. חשבו את האנרגיה האגורה במערכת שני הקבלים.

תרגיל מספר 33

במעגל המתואר בתרשים מחוברים שני קבלי לוח למקור מתח אידיאלי $V = 60V$.

קבל 1 בעל קיבול $C_1 = 8\mu F$.

לקבל 2 קיבול $C_2 = 24\mu F$ ובין לוחותיו חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי יחסי $\epsilon_r = 3$.



1. חשבו את הקיבול השקול המחובר להדקי מקור המתח.

2. חשבו את המתח על כל אחד משני הקבלים.

3. חשבו את האנרגיה הכוללת האגורה בשני הקבלים.

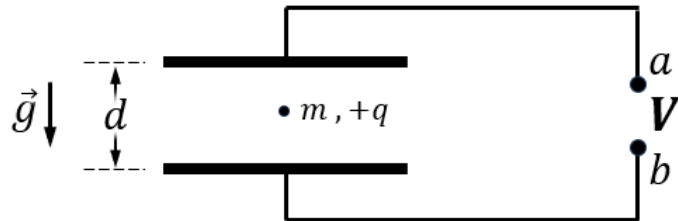
בעוד מקור המתח נותר מחובר, מוציאים את החומר המבודד מבין לוחות קבל 2.

4. חשבו את המתח על כל אחד משני הקבלים במצב החדש.

5. חשבו את האנרגיה הכוללת האגורה בשני הקבלים.

תרגיל מספר 34

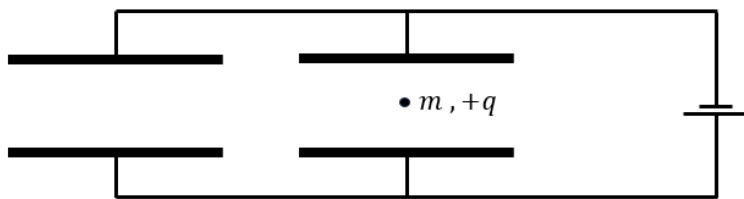
נתון קבל לוחות אשר המרחק בין לוחותיו $d = 20\text{mm}$. מחברים את הלוחות למקור מתח V וממתינים לגמר טעינת הקבל. מטען הקבל בגמר הטעינה $Q = 5.31\mu\text{C}$. בין לוחות הקבל מציבים חלקיק נקודתי, שמסתו $m = 1.2 \cdot 10^{-3}\text{kg}$ ומטענו $q = 2\text{nC}$, ומשחררים אותו. נתון כי החלקיק נשאר במנוחה.



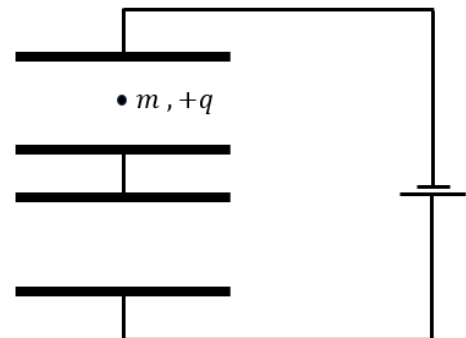
תרשים א'

1. לאיזו נקודה, a או b , פוטנציאל חשמלי גדול יותר? הסבירו.
2. חשבו את מתח המקור.
3. חשבו את השטח של כל לוח.

מוסיפים לקבל הנתון בתחילת התרגיל קבל זהה לו. במקרה אחד מחברים את הקבל הנוסף בטור לקבל הנתון, כמתואר בתרשים ב'. במקרה שני, מחברים את הקבל הנוסף במקביל לקבל הנתון, כמתואר בתרשים ג'.

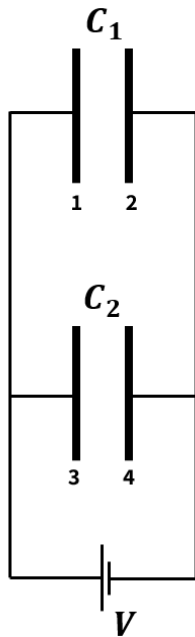


תרשים ג'



תרשים ב'

4. מבין המשפטים הבאים, קבעו מהו המשפט הנכון:
 - (1) החלקיק הנקודתי יישאר במנוחה בשני המצבים המתוארים בתרשימים ב' ו-ג'.
 - (2) החלקיק הנקודתי יישאר במנוחה במצב המתואר בתרשים ב' וינוע במצב המתואר בתרשים ג'.
 - (3) החלקיק הנקודתי ינוע במצב המתואר בתרשים ב' ויישאר במנוחה במצב המתואר בתרשים ג'.
 - (4) החלקיק הנקודתי לא יישאר במנוחה באף אחד מהמצבים המתוארים בתרשימים ב' ו-ג'.
- הסבירו את בחירתכם.



תרגיל מספר 35

נתונים שני קבלי לוחות:

קבל 1 בעל קיבול $C_1 = 3\mu F$ ולוחותיו מסומנים ב-1 ו-2.

קבל 2 בעל קיבול $C_2 = 6\mu F$ ולוחותיו מסומנים ב-3 ו-4.

מחברים את הקבלים למקור מתח אידיאלי $V = 3V$ כמתואר בתרשים.

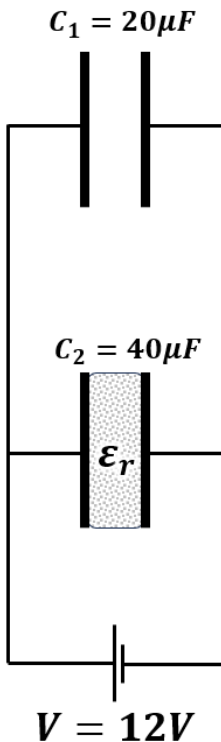
1. בחרו, מבין המשפטים הבאים, את המשפטים הנכונים בדבר מטעני הלוחות:

- (1) מטענו של לוח 1 שווה למטענו של לוח 2.
 - (2) מטענו של לוח 1 שווה בגודלו ומנוגד בסימנו למטענו של לוח 2.
 - (3) מטענו של לוח 1 שווה למטענו של לוח 3.
 - (4) מטענו של לוח 2 שווה למטענו של לוח 4.
 - (5) מטענו של לוח 3 שווה בגודלו ומנוגד בסימנו למטענו של לוח 4.
- הסבירו את בחירתכם.

2. חשבו את הקיבול השקול המחובר למקור המתח.

3. חשבו את המטענים של קבל 1 ושל קבל 2.

4. חשבו את האנרגיה האגורה במערכת שני הקבלים.



תרגיל מספר 36

נתונים שני קבלי לוחות:

קבל לוחות 1 בעל קיבול $C_1 = 20\mu F$.

קבל לוחות 2 בעל קיבול $C_2 = 40\mu F$ ובין לוחותיו חומר מבודד בעל קבוע

דיאלקטרי יחסי $\epsilon_r = 2$.

מחברים את הקבלים למקור מתח אידיאלי $V = 12V$ כמתואר בתרשים.

1. חשבו את הקיבול השקול המחובר למקור המתח.

2. חשבו את האנרגיה האגורה במערכת שני הקבלים.

עתה מנתקים את מקור המתח ולאחר מכן מוציאים את החומר המבודד מקבל 2.

3. חשבו את הקיבול השקול של שני הקבלים במצב זה.

4. חשבו את האנרגיה האגורה במערכת שני הקבלים במצב החדש.

5. חשבו את עבודת הכוח החיצוני בהוצאת החומר המבודד.

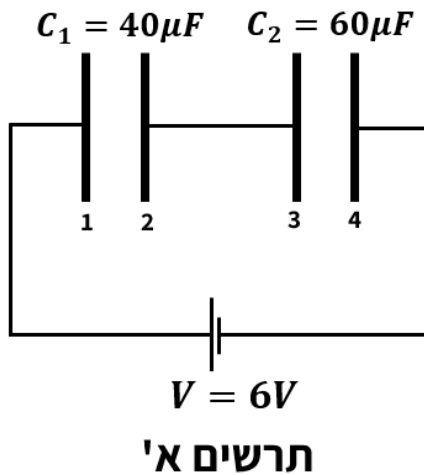
תרגיל מספר 37

נתונים שני קבלי לוחות לא טעונים:

קבל 1 בעל קיבול $C_1 = 40\mu F$ ולוחותיו מסומנים ב-1 ו-2.

קבל 2 בעל קיבול $C_2 = 60\mu F$ ולוחותיו מסומנים ב-3 ו-4.

מחברים את הקבלים למקור מתח אידיאלי $V = 9V$, כמתואר בתרשים א', וממתינים עד גמר הטעינה.

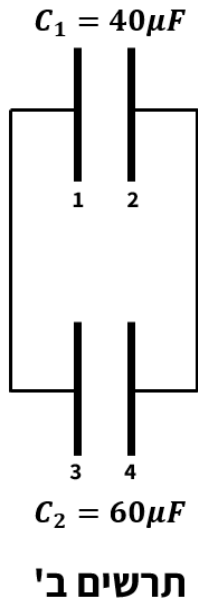


1. מהו הקיבול השקול המחובר למקור המתח?

2. מהו מטענו של לוח 1 אשר בקבל 1?

3. מהו מטענו של לוח 4 של קבל 2?

4. חשבו את האנרגיה האגורה בשני הקבלים יחדיו.



עתה מנתקים את הקבלים ממקור המתח וזה מזה.

לאחר מכן מחברים את הקבלים זה לזה כמתואר בתרשים ב' (שימו לב למספרי הלוחות המחוברים זה לזה). ממתינים להתייצבות המערכת.

5. בחרו, מבין המשפטים הבאים, את המשפט המתאר נכון את המתרחש במערכת מרגע חיבור הקבלים זה לזה.

(1) מטענים יעברו בין הלוחות המחוברים זה לזה.

(2) מטענים יעברו בין הלוחות 1 ו-2 ובין הלוחות 3 ו-4.

(3) לא יעבור כלל מטען.

(4) הקבלים יתפרקו ממטענם.

הסבירו את בחירתכם.

6. חשבו את הקיבול השקול של מערכת שני הקבלים.

7. חשבו את האנרגיה האגורה במערכת שני הקבלים.

תשובות סופיות

קיבול חשמלי, מתח ומטען

תרגיל מספר 1

1. $45\mu C$ 2. (1) לא משתנה, (2) קטן 3. $15\mu C$

תרגיל מספר 2

1. עומר 2. $1.5V$ 3. (1) לא משתנה, (2) גדל

תרגיל מספר 3

1. (1) $3\mu C$, (2) $2.25V$ 2. $2\mu F$ 3. קטן, 3

תרגיל מספר 4

1. $2nF$ 2. $6nC$

תרגיל מספר 5

1. $4nF$ 2. לא משתנה 3. $50V$

קבל לוחות

תרגיל מספר 6

1. $3.54 \cdot 10^{-12}F$ 2. $17.7 \cdot 10^{-12}C$ 3. (1) קטן, (2) לא משתנה, (3) גדל

תרגיל מספר 7

1. $4 \cdot 10^{-12}F$ 2. $8.85mm$ 3. $8 \cdot 10^{-12}F$ 4. $7.2nC$ 5. $17.7mm$

תרגיל מספר 8

1. $0.5 \cdot 10^{-12}F$ 2. $22.6cm^2$ 3. $-5\mu C$ 4. $6.25 \cdot 10^{-4}N$
5. (1) גדל, (2) לא משתנה, (3) גדל, (4) גדל

תרגיל מספר 9

1. $12V$ 2. $60\mu C$ 3. אינו משתנה, שווה ל-, מאריכה

תרגיל מספר 10

1. $20V$ 2. $40\mu C$ 3. $2 \cdot 10^4N/C$ 4. $1 \cdot 10^4N/C$

תרגיל מספר 11

1. נקודה a 2. $-24\mu C$ 3. תשובה (3)

תרגיל מספר 12

1. $\frac{\epsilon_0 A}{d} \cdot V$ 2. $\frac{V}{d}$ 3. גרף 4

קבל עם חומר מבודד בין הלוחות

תרגיל מספר 13

1. $6\mu F$ 2. $54\mu C$ 3. $54\mu C$ 4. $27V$ 5. משפט (1)

תרגיל מספר 14

1. 2 2. $2.124\mu C$ 3. $12V$ 4. $88.5 \cdot 10^{-12} F$ 5. קטן

תרגיל מספר 15

1. $5C_0$ 2. שווה 3. $0.2V$ 4. בקבל 1 תתרחש פריצה, בקבל 2 לא תתרחש פריצה

תרגיל מספר 16

1. $4.425 \cdot 10^{-12} F$ 2. $4.52 \cdot 10^7 N/C$ 3. $400nC$ 4. משפט (3)

תרגיל מספר 17

- קיבול – גדל פי 4, מתח – לא משתנה, מטען – גדל פי 4, עוצמת השדה – לא משתנה.

האנרגיה האגורה בקבל טעון

תרגיל מספר 18

1. $72nC$ 2. $4.32 \cdot 10^{-7} J$ 3. $17.28 \cdot 10^{-7} J$ 4. $2nC$

תרגיל מספר 19

1. $88.5 \cdot 10^{-12} F$ 2. $9.96 \cdot 10^{-7} J$ 3. (1) גדל, (2) לא משתנה, (3) קטן, (4) קטנה.

תרגיל מספר 20

1. קיבולו של קבל 1 גדול יותר 2. $15\mu C$ 3. $2.5\mu F$ 4. $27\mu J$

תרגיל מספר 21

1. $1.2 \cdot 10^6 J$ 2. $50\mu F$ 3. $36 \cdot 10^6 J$

תרגיל מספר 22

1. $300nC$ 2. (2) 3. $2.25 \cdot 10^{-5} J$ 4. $4.5 \cdot 10^{-5} J$ 5. $2.25 \cdot 10^{-5} J$ 6. גדלה, חיובי, עבודה חיובית, משיכה, נגד כיוון

תרגיל מספר 23

1. $300nC$ 2. $30V$ 3. $15,000N/C$
4. $4.5\mu J$ 5. $-1.5 \cdot 10^{-5}J$

תרגיל מספר 24

1.

מלב סופי	מלב התחלתי	
0.8	2	קיבול הקבל ($nF = 10^{-9}F$)
375	150	מתח הקבל (V)
300	300	מטען הקבל ($nC = 10^{-9}C$)
5.625	2.25	האנרגיה האגורה בקבל ($10^{-5}J$)

2. גדלה, חיובי, עבודה חיובית, כוחות משיכה, עבודה חיובית.

תרגיל מספר 25

1.

מלב סופי	מלב התחלתי	
0.8	2	קיבול הקבל ($nF = 10^{-9}F$)
150	150	מתח הקבל (V)
100	300	מטען הקבל ($nC = 10^{-9}C$)
0.9	2.25	האנרגיה האגורה בקבל ($10^{-5}J$)

1. $-1.35 \cdot 10^{-5}J$ 2. $-2.7 \cdot 10^{-5}J$ 3. $1.35 \cdot 10^{-5}J$

5. עבודה חיובית, כוחות משיכה, שלילית, מבצע עבודה שלילית, קטן.

תרגיל מספר 26

1. $0.36C$ 2. $540J$ 3. $4.5kV$ 4. $270\mu F$
5. תשובות (2), (3), (5)

תרגיל מספר 27

1. $1.8 \cdot 10^{-5}J$ 2. (1) קטן, (2) לא משתנה, (3) קטן, (4) קטנה.
3. $-0.9 \cdot 10^{-5}J$ 4. $-1.8 \cdot 10^{-5}J$ 5. $0.9 \cdot 10^{-5}J$

שילוב קבלים במעגלי זרם (מצב עמיד)

תרגיל מספר 28

1. $12\mu C$ 2. $1.8 \cdot 10^{-5} J$ 3. (1) שווה, (2) שווה 4. קצר יותר

תרגיל מספר 29

1. $3V$ 2. $4.5 \cdot 10^{-5} J$ 3. $9 \cdot 10^{-5} J$
4. (1) לא משתנה, (2) לא משתנה, (3) לא משתנה, (4) לא משתנה, (5) קטן

תרגיל מספר 30

1. $6V$ 2. $60\mu C$ 3. 0.3 4. $0.6A$
5. (1) לא משתנה, (2) לא משתנה

תרגיל מספר 31

1. $0.4A$ 2. $2V$ 3. $-20\mu C$ 4. $2 \cdot 10^{-5} J$
5. $0.6A$ 6. 0

חיבור קבלים

תרגיל מספר 32

1. (2), (4), (5) 2. $2\mu F$ 3. $18\mu C$
4. $V_1 = 6V, V_2 = 3V$ 5. $8.1 \cdot 10^{-5} J$

תרגיל מספר 33

1. $6\mu F$ 2. $V_1 = 45V, V_2 = 15V$ 3. $10.8 \cdot 10^{-3} J$
4. $V_1 = V_2 = 30V$ 5. $7.2 \cdot 10^{-3} J$

תרגיל מספר 34

1. נקודה b 2. $1120kV$ 3. $0.1m^2$ 4. (3)

תרגיל מספר 35

1. (2), (5) 2. $9\mu F$ 3. $Q_1 = 9\mu C, V_2 = 18\mu C$
4. $4.05 \cdot 10^{-5} J$

תרגיל מספר 36

1. $60\mu F$ 2. $43.2 \cdot 10^{-5} J$ 3. $40\mu F$
4. $64.8 \cdot 10^{-5} J$ 5. $21.6 \cdot 10^{-5} J$

תרגיל מספר 37

1. $24\mu F$ 2. $+144\mu C$ 3. $-144\mu C$
4. $4.32 \cdot 10^{-4} J$ 5. (1) 6. $100\mu F$ 7. $4.15 \cdot 10^{-4} J$