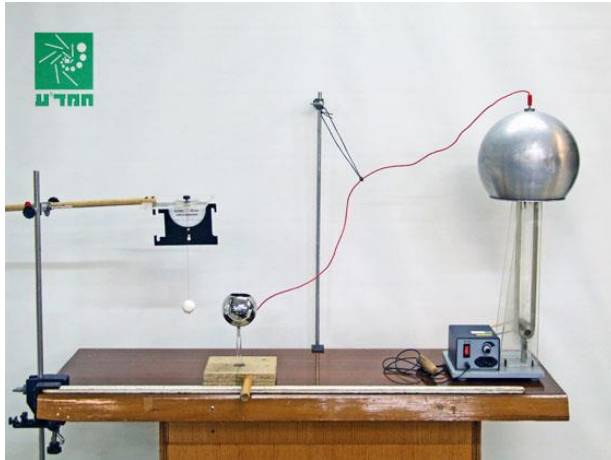




הדגמה בחוק קולון

הערות למורה ולצוות הטכני

ציוד



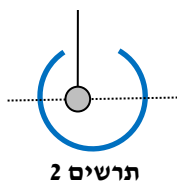
תרשים 1

- מחולל ואן דה גראף
- כדור מוליך חלול עם פתח בחלקו העליון, המותקן על מוט מבודד
- מעמד לכדור המוליך
- תיל מוליך ארוך שבאחד מקצותיו תקע וקצהו השני חשוף
- מד זווית עליו תלוי כדור קלקר באמצעות חוט כותנה דק (לא חוט משי!) שאורכו כ-20 ס"מ; מד הזווית מותקן על מוט מבודד
- 2 מוטות ארוכים בעלי שטח חתך ריבועי
- 3 מחברי מוט לשולחן (Phywe)
- מחבר זוויתי 1-, מחבר עם וו בקצהו - 1
- לולאת גומי גדולה
- סרגל עץ באורך 1 מטר
- מפזר חום
- מאזניים אנליטיות
- מחבר שולחני

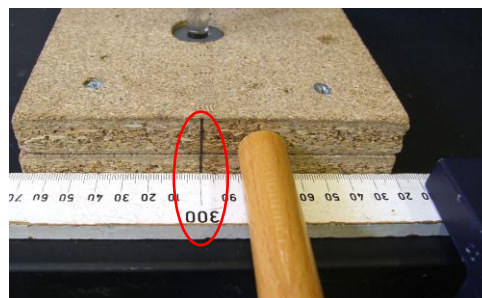
הכנת המערכת

הרכב את המערכת בהתאם לתרשים 1.

1. שלוף את הכדור המוליך ממוט הפרספקס עליו הוא מותקן ושחרר את האום שבבסיס הכדור. לפף את הקצה החשוף של תיל מוליך מתחת לאום וסגור את האום. התקן את הכדור יחד עם התיל על מוט הפרספקס.
2. חבר את התקע שבקצה השני של התיל המוליך לכיפת המחולל.
3. תלה את התיל על וו באמצעות גומיה כדי למנוע מגע בינו לבין כיפת המחולל בהזזת הכדור המוליך.
4. התקן את המוט עם מד זווית במחבר מתכוונן. בהתקנת המוט, סובב אותו קלות סביב צירו כך שהחוט עליו תלוי כדור הקלקר לא יגע במשטח של מד הזווית.
5. הבא את מד הזווית למצב בו החוט חופף עם שנתה 0, באמצעות סיבוב המחבר המתכוונן סביב צירו.
6. מקם את הכדור המוליך מתחת לכדור הקלקר. כוון את גובה המוט עליו תלוי כדור הקלקר כך שהכדור ייכנס אל תוך הכדור המוליך ומרכזו יהיה בגובה המרכז של כדור המוליך (ראה תרשים 2). הזז קלות את הכדור המוליך כדי שכדור הקלקר יימצא בדיוק במרכזו.
7. הצמד את סרגל העץ לבסיס עליו מותקן הכדור המוליך. לצורך נוחות המדידות, הקפד שהקו שבצד הבסיס יימצא מול אחת השנתות של עשרות סנטימטרים (תרשים 3) והדק את הסרגל אל ספת השולחן באמצעות המחבר השולחני.



תרשים 2



תרשים 3

8. הרחק את מחולל ואן דה גראף מהכדור המוליך אליו הוא מחובר למרחק המקסימלי האפשרי.

9. כשכדור הקלקר טעון, עקב השראה אלקטרוסטטית הוא עשוי להימשך לגוף האדם המדגים את המערכת, ולהרחיק את החוט ממד הזווית. על מנת לאפשר את מדידת זוויות הפרישה של החוט, אפשר להצמידו למד הזווית באמצעות מפזר חום הניצב מול המערכת (שבנוסף גם ישמור על אוויר יבש במהלך ההדגמה). כוון את עוצמתה וכיוונה של זרימת האוויר ואת המרחק בין מפזר החום לבין המערכת כך שהחוט ייצמד למד זווית, אבל לא יתכופף אחורה.

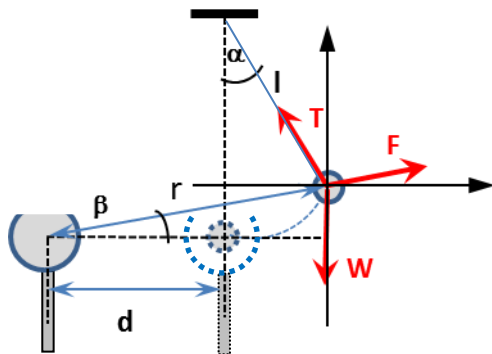
10. ייבש את סביבת המערכת באמצעות מפזר חום במשך כשעה לפני ההדגמה.

עיקרון ההדגמה

כדור מוליך נטען באופן רציף ממחולל ון דה גראף (לשמירת מטען הכדור). כדור הקלקר נטען מהכדור המוליך בתחילת ההדגמה ונדחה ממנו. מרחיקים את הכדור המוליך מכדור הקלקר ומוודים (בעקיפין) את המרחק בין הכדורים ואת הכוח החשמלי הפועל ביניהם. לאישוש הקשר בין כוח קולון למרחק בין המטענים, בונים גרף $F(1/r^2)$.

מהלך ההדגמה

1. פתח גיליון EXCEL עם תבנית עבודה בה הוזנו הנוסחאות לחישוב כוח קולון ומרחק בין הכדורים:



$$F = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{\cos(\alpha - \beta)}$$

$$r = \sqrt{(d + l \cdot \sin \alpha)^2 + l^2(1 - \cos \alpha)^2}$$

$$\tan \beta = \frac{l \cdot (1 - \cos \alpha)}{d + l \cdot \sin \alpha}$$

תרשים 4

2. שקול את כדור הקלקר, מדוד את אורך החוט עד למרכז כדור הקלקר והזן את הנתונים למשבצות המתאימות של הגיליון (מוקפות מסגרת אדומה – תרשים 5).

α (מעלות)	α (rad)	d(m)	β (rad)	r (m)	$1/r^2$ (1/m ²)	F (N)	l(m)	אורך החוט
	0.00000	0.08000	0.00000	0.08000	156.25000	0.00000		
	0.00000	0.09000	0.00000	0.09000	123.45679	0.00000		
	0.00000	0.10000	0.00000	0.10000	100.00000	0.00000		
	0.00000	0.11000	0.00000	0.11000	82.64463	0.00000		
	0.00000	0.12000	0.00000	0.12000	69.44444	0.00000		
	0.00000	0.13000	0.00000	0.13000	59.17160	0.00000		
	0.00000	0.14000	0.00000	0.14000	51.02041	0.00000		
	0.00000	0.15000	0.00000	0.15000	44.44444	0.00000		
	0.00000	0.16000	0.00000	0.16000	39.06250	0.00000		

תרשים 5

3. לפני ההדגמה וודא שכדור הקלקר נמצא במרכז הכדור המוליך ושהחוט עליו תלוי כדור הקלקר חופף עם שנתה 0 של מד זווית.

4. שלוף את כדור הקלקר מהכדור המוליך והשען אותו עליו מהצד הנגדי למיקום מחולל ון דה גראף.

5. הפעל את המחולל – כדור הקלקר ייטען ויידחה מהכדור המוליך. הרחק את הכדור המוליך, באמצעות ידית המעמד, מכדור הקלקר – הזז אותו למרחק של 8 ס"מ ממיקומו ההתחלתי (מרחק d בתרשים 4).

6. אחרי שתנודות כדור הקלקר יתמעטו, מדוד את זווית הפרישה α (במעלות) של החוט והזן אותה לעמודה המתאימה של הגיליון.

7. הגדל את המרחק d בצעדים של 1 ס"מ בכל פעם – עד ל-16cm, $d = 16\text{cm}$, והזן את הזווית הפרישה של החוט לגיליון. אחרי הזנת הנתונים, כל החישובים בגיליון יתעדכנו באופן אוטומטי. עקב זליגת המטען מכדור הקלקר המפרה את שמירת המטען במערכת, יש להשלים את המדידות מהר ככל האפשר.

8. בנה גרף $F(1/r^2)$