

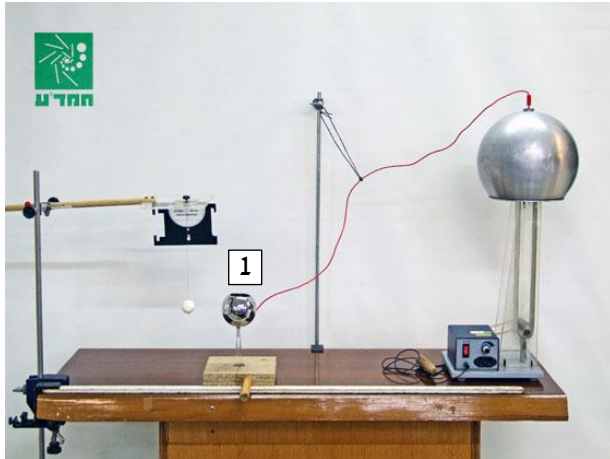


פעילות בחוק קולון

הערות למורה ולצוות הטכני

ציוד

- 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
- מחבר זוויתי 1-1, מחבר עם וו בקצהו - 1
- לולאת גומי גדולה
- סרגל עץ באורך של 1 מטר
- מפזר חום
- מאזניים עם דיוק של 0.01 גרם

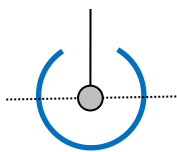


איור 1

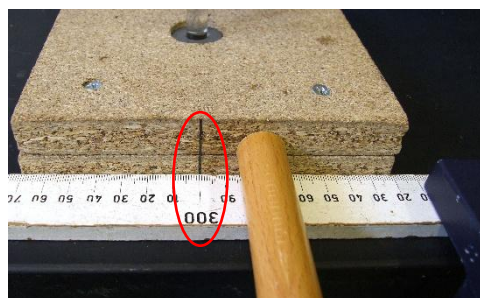
הכנת המערכת

מרכיבים את המערכת בהתאם לאיור 1.

1. בתחתית הכדור המוליך (1) מותקנת רגלית אשר נכנסת לשקע במוט הפרספקס (החיבור חייב להיות הדוק). שולפים את הכדור מהמוט ומשחררים את האום שמהדק את הרגלית לכדור. מלפפים את הקצה החשוף של תיל מוליך מתחת לאום וסוגרים את האום (אין להשתמש בשייבות שעלולות לגרום לזליגת המטען). מתקינים את הכדור יחד עם התיל על מוט הפרספקס.
2. מחברים את התקע שבקצה השני של התיל המוליך לכיפת המחולל.
3. תולים את התיל על וו באמצעות גומיה אל מנת למנוע מגע בינו לבין כיפת המחולל בהזזת הכדור המוליך במהלך הפעילות.
4. מתקינים את המוט עם מד זווית במחבר מתכוונן. בהתקנת המוט יש לסובב אותו קלות סביב צירו, כך שהחוט עליו תלוי כדור הקלקר לא יגע במשטח של מד הזווית.
5. באמצעות סיבוב סביב צירו של המחבר המתכוונן בו מותקן מד זווית, מכוונים את הטיית מד הזווית כך שהחוט יימצא מול שנת 0.
6. ממקמים את הכדור המוליך מתחת לכדור הקלקר. מכוונים את גובה המוט עליו תלוי כדור הקלקר כך שהכדור ייכנס אל תוך הכדור המוליך ומרכזו יהיה בגובה המרכז של הכדור המוליך. מזיזים קלות את הכדור המוליך כדי שכדור הקלקר יימצא בדיוק במרכזו (איור 2).
7. מצמידים את סרגל העץ לבסיס עליו מותקן הכדור המוליך. כדי להקל על המדידות, יש להקפיד שהקו שבצד הבסיס יימצא מול אחת השננות של עשרות של הסרגל (איור 3). מהדקים את הסרגל אל ספת השולחן באמצעות מחבר שולחני.



איור 2



איור 3

8. מרחיקים את המחולל 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 זווית הפרישה של החוט, אפשר להצמידו למד הזווית באמצעות מפזר חום הניצב מול המערכת (שבנוסף גם ישמור על אוויר יבש במהלך הפעילות). אין לכוונן את מפזר החום על טמפרטורה גבוהה.

מכוונים את עוצמתה וכיוונה של זרימת האוויר ואת המרחק בין מפזר החום לבין המערכת כך שהחוט ייצמד למד הזווית, אבל לא יתכופף אחורה.

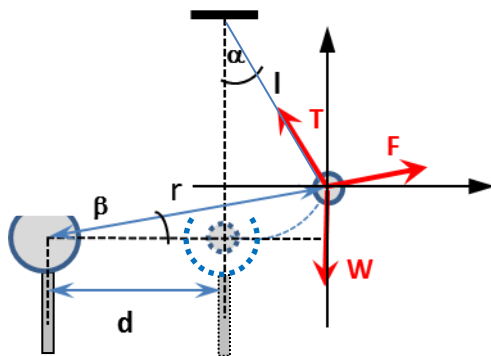
10. מייבשים את סביבת המערכת באמצעות מפזר חום במשך כשעה לפני הפעילות (במיוחד את הכדור המוליך ואת הכיפה של ון דה גראף).

עיקרון הפעילות

כדור מוליך נטען באופן רציף ממחולל ון דה גראף (לשמירת מטען הכדור). כדור הקלקר נטען מהכדור המוליך בתחילת הפעילות ונדחה ממנו. מרחיקים את הכדור המוליך מכדור הקלקר ומודדים (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 הפעילות

1. פותחים Excel עם תבנית עבודה בה הוזנו הנוסחאות לחישוב כוח הפועל על כדור הקלקר (כוח קולון) והמרחק בין הכדורים:



איור 4

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

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

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

2. שוקלים את כדור הקלקר, מודדים את אורך החוט עד למרכז כדור הקלקר ומזינים את הנתונים לתאים המתאימות של הגיליון (מוקפים במסגרת אדומה באיור 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		

איור 5

3. לפני הפעילות מוודאים שכדור הקלקר נמצא במרכז כדור המוליך ושהחוט עליו תלוי כדור הקלקר נמצא מול שנת 0 של מד זווית.

4. מוצאים את כדור הקלקר מהכדור המוליך ומשעינים אותו לכדור המוליך מצידו הנגדי למיקום המחולל ון דה גראף.

5. מפעילים את המחולל – כדור הקלקר ייטען ויידחה מהכדור המוליך. אווזים בידיית המעמד ומרחיקים את הכדור המוליך מכדור הקלקר – מזינים אותו למרחק של 8 ס"מ ממיקומו ההתחלתי (מרחק d באיר 4).

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

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

8. בונים גרף $F(1/r^2)$.