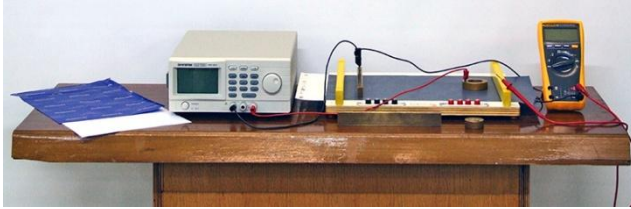




מיפוי שדה אלקטרוסטטי

ציוד

- ערכה למיפוי שדה עם לוח,
- אלקטרודות בצורות שונות ונייר פחם (מוליך)
- דפי נייר כתיבה לבנים
- דפי נייר העתקה
- ספק מתח ישר (PSP2010)
- 2 תילי חיבור של 75 ס"מ
- 3 תילי חיבור של 25 ס"מ
- תיל עם קצה מחודד- פרוב לוולטמטר
- רב-מודד דיגיטלי
- פיסת ספוגית

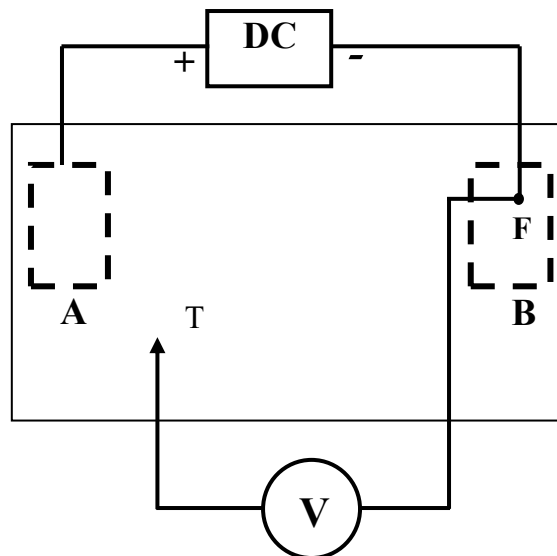


מטרות הניסוי

- מיפוי השדה האלקטרוסטטי בין אלקטרודות בעלות צורות שונות – בניית קווים שווי-פוטנציאל וקווי שדה.
- הכרת ההשפעה של חומר מוליך על הקווים שווי-פוטנציאל ועל קווי השדה.
- חישוב עוצמת השדה בנקודות שונות.

הכנת המערכת

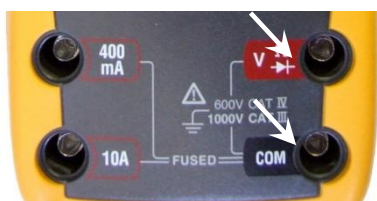
הניחו על הלוח דף לבן. על הדף שימו נייר העתקה עם הצד השחור כלפי מטה, ועל נייר ההעתקה הניחו נייר פחם כשצד הפחם (שחור) כלפי מעלה.



איור 1

1. הידקו את מערכת הניירות אל הלוח באמצעות הסרגלים הקפיציים שבקצותיו. לצורך מתיחת הניירות דאגו להרים את הסרגלים.

2. שימו על נייר הפחם את האלקטרודות בהתאם להנחיית המורה ובנו את המעגל החשמלי כמתואר באיור 1, כאשר:



חיבור רב-מודד כוולטמטר למעגל

איור 2

A, B - אלקטרודות בעלות צורות שונות

V - וולטמטר (יש לחבר תילים לכניסות המסומנות באיור 2)

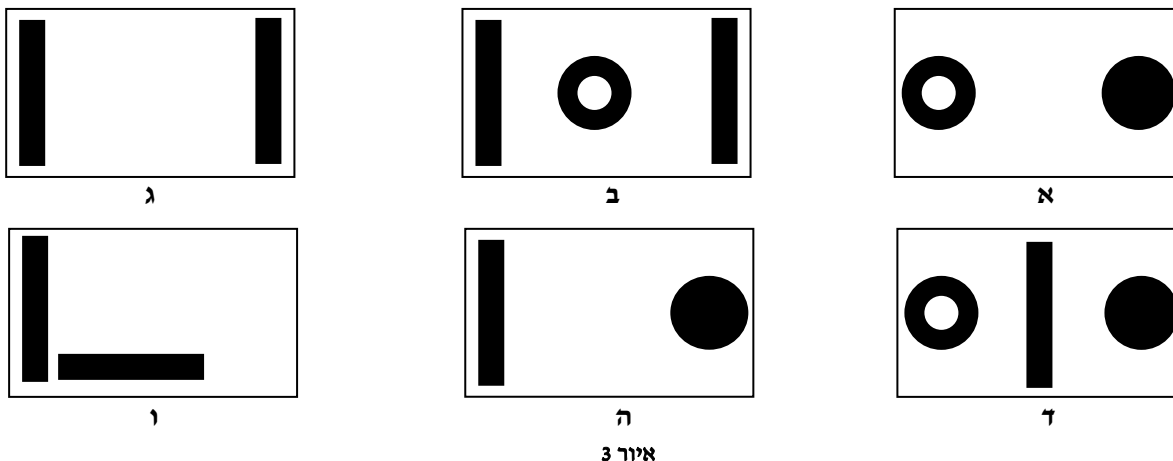
DC - ספק מתח ישר (Direct Current power supply)

F - נקודת חיבור קבועה של הוולטמטר (נקודת ייחוס)

T - נקודת מדידה ניידת של הוולטמטר (גשש, גלאי)

הסבר על מהלך הניסוי

אפשר לבצע את הניסוי עבור סידורים שונים של האלקטרודות שברשותכם. באיור 3 מתוארים מספר סידורים אפשריים, המורה יציב על הסידורים בניסוי שתבצע.



1. במדידה נחפש נקודות אשר המתח ביניהן לבין נקודת הייחוס הוא קבוע. נקודות אלו מצויות על משטח שווה-פוטנציאל מסוים, וחיבורן על-ידי קו רציף וחלק ייתן קו שווה-פוטנציאל, שהוא החתך של משטח שווה-פוטנציאל עם מישור המדידה.
2. לאחר שרטוט הקווים שווה-פוטנציאל שרטטו בעזרת נקודות המדידה קווי שדה, על ידי העברת קווים רציפים וחלקים כך שיהיו ניצבים לפני האלקטרודות וגם יחתכו את הקווים שווה-פוטנציאל במאונך.
3. חישבו את עוצמת השדה בנקודות שונות תוך שימוש בקשר בין עוצמת השדה E לשינוי בפוטנציאל ΔV :
 $|E| = |\Delta V| / |\Delta r|$, כאשר $|\Delta r|$ הוא המרחק בין שני קווי שווה פוטנציאל. כלומר, גודלו של וקטור עוצמת שדה שווה לערך המוחלט של שינוי הפוטנציאל ליחידת אורך (כלומר, שווה ערך לגרדיינט הפוטנציאל). באופן זה תתקבל עוצמת שדה ממוצעת בסביבות נקודה הנבדקת, הנמצאת בין שני קווים שווה-פוטנציאל.

ביצוע הניסוי

הוראות לעבודה נכונה:

- לפני הרכבת כל מערכת הניסוי נקו באמצעות סקוטש-ברייט את פני האלקטרודות, כדי להסיר מהן תחמוצות;
 - בזמן סימון הנקודות עם הגשש אל תלחצו חזק מדי עליו, כדי שלא תחוררו את נייר הפחם.
- בכל אחד מסידורי האלקטרודות בצע את הפעולות הבאות:
1. הרכיבו את המערכת המתוארת באיור 1, כמתואר בסעיף "הכנת המערכת". השתמשו באלקטרודות המתאימות לסידור שבו אתם עוסקים, אחרי שניקיתם אותן באמצעות הסקוטש-ברייט.
 2. סמנו בעזרת לחיצה עם הגשש את גבול האלקטרודות, כך שדמות האלקטרודות תוטבע בדף הכתיבה.
 3. מצאו באמצעות הגשש נקודות שבהם קריאת הוולטמטר היא 0.5 וולט. בכל נקודה שכזו לחצו בעדינות על הגשש, כך שעל נייר הכתיבה ייווצר סימן. מצאו מספר רב של נקודות כאלו, כך שבסוף הניסוי תוכלו בקלות להעביר קו שווה פוטנציאל.
 - שימו לב: אל תחברו את הנקודות בשלב זה עדיין, כי לשם כך תצטרך להוציא את נייר הכתיבה וכך תשנו את מערך המדידה. המתינו לסוף המדידה.
 4. המשיכו וסמנו בצורה דומה נקודות גם עבור שאר הקווים שווה הפוטנציאל, עם מרווחים של 0.5 וולט בין קו לקו (כלומר: 0.5, 1, 1.5, ..., 6 וולט). אם האלקטרודה בצורת טבעת היא חלק ממערך הניסוי שלכם, הקפידו למדוד פוטנציאלים גם בתוכה.
 5. פירקו את המערכת ושמו את דף הכתיבה שעליו מסומנות טביעות הגשש, לשם עיבוד התוצאות. עתה העבירו בעפרון בין הנקודות את הקווים שווה הפוטנציאל. לפני שתמשיכו הלאה, סמנו בסמוך לקווים שווה הפוטנציאל את הפוטנציאל המתאים לכל קו.

עיבוד תוצאות

על כל דף כתיבה שקיבלתם במדידות ובו העברתם את הקווים שווה-פוטנציאל בצעו את הפעולות הבאות:

1. העבירו קווי שדה, כך שיהיו ניצבים לפני האלקטרודות ויחתכו את הקווים שווה-פוטנציאל במאונך להם. מצאו דרך להעביר קווי שדה באופן שיתנו תיאור מדויק וממצה ככל האפשר של מישור המדידה (זכרו - צפיפות קווי השדה אמורה לייצג את עוצמת השדה). הקפידו לסמן את הכיוון על קווי השדה.

2. זהו על מפת השדה שקיבלתם אזורים שעוצמת השדה בהם גדולה במיוחד ואזורים בהם עוצמת השדה קטנה. חישבו את עוצמת השדה באזורים אלה על-פי הקשר $|E| = |\Delta V| / |\Delta r|$ (סה"כ ב 4 - 5 נקודות שונות על פני המפה). עבור נקודה מסוימת, ΔV הוא הפרש הפוטנציאל בין שני הקווים שווי- הפוטנציאל הסמוכים לנקודה. את $|\Delta r|$ תקבלו ממדידת המרחק בין אותם שני קווים שווי פוטנציאל, לאורך קו השדה עליו נמצאת הנקודה, או במקביל לקו השדה הקרוב ביותר אליה (בחישוב זה הערך המתקבל הוא השדה הממוצע סביב הנקודה הנדונה). בחרו נקודות במרחקים שונים מהאלקטרודות, כך שיתקבל ייצוג טוב של התפלגות עוצמת השדה על פני הדף.

בסיום המדידות

- כבו את הספק ונתקו אותו מרשת החשמל,
- פירקו את המעגל החשמלי,
- סדרו את כל הציוד במגש והחזירו את המגש ואת הספק לעגלה.

שאלות סיכום

1. האם צורת קווי המפה שהתקבלו בסידורים שונים של האלקטרודות מתאימה לצפוי תיאורטית ? פרטו ונמקו.
2. האם הוספת עוד גוף מוליך בין שתי האלקטרודות המחוברות למקור המתח (בסידורים ב' ו-ד') שינתה את מפת השדה? מדוע?
3. האם על פי התיאוריה אמור להיות הבדל פוטנציאלים בין נקודות שונות בתוך הטבעת? מדוע? האם בפועל התקבל הפרש פוטנציאלים? האם אוששתם את הצפוי מבחינה תיאורטית?