

אתגרים במעבדה

חיבור פוטנציומטרי, חיבור גאוסטטי וקצור

מיכאל יאנקלוביץ', בית הספר התיכון מקיף ו', ראשון לציון;
איליה מזין, בית הספר התיכון מכבים רעות- מודיעין מכבים רעות

מורים
חוקרים



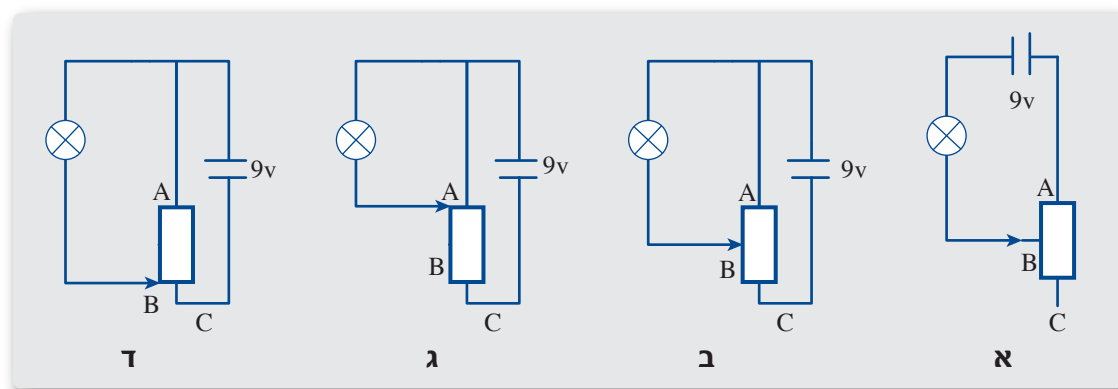
במהלך ניסיונו רב-השנים שמנו לב שבמקרים רבים תלמידים מצליחים לפתור בעיה פיזיקלית על ידי הצבה בנוסחה המתאימה, למרות שאינם מבינים באופן מלא את משמעות הפעולה ואת התוכן הפיזיקלי שבה. הדבר בא לידי ביטוי מוחשי במיוחד במעבדה, שם אין התלמידים נדרשים ליישם את ההבנה הפיזיקלית שלהם מן ההיבט המתמטי-פורמלי שלה.

נדון כאן בקושי להבין את ההבדל בין חיבור גאוסטטי לחיבור פוטנציומטרי במצב שבו נוצר קצר במעגל. שני הנושאים נדונו בהרחבה בספרי לימוד שונים, ואין בכוונתנו אלא להראות מהם הכלים שאנו מציעים לתלמידינו בבואם לעסוק בהם.

הבדל בין חיבור גאוסטטי לחיבור פוטנציומטרי

הן בחיבור גאוסטטי והן בחיבור פוטנציומטרי מעורב גוד משתנה. בציור א' מתואר חיבור הנגד המשתנה בצורה גאוסטטית, ובציור ב' מתואר חיבור הנגד המשתנה בצורה פוטנציומטרית (הסוללה והתילים אינדיאליים, ההתנגדות של הנגד המשתנה קטנה בהרבה מהתנגדות הנורה).

נדגיש: בחיבור הפוטנציומטרי מחוברים כל שלושת ההדקים של הנגד המשתנה, ובחיבור גאוסטטי - רק שניים.



למרבית התלמידים קל יחסית להבין את המתרחש במעגל המתואר בציור א'. לכן נדגיש רק שהבנת החיבור קלה, אם נשתמש בנוסחה $R = \rho \frac{l}{A}$, מכיוון שהזזת נקודת המגע B (זחלן) לכיוון הנקודה C, למשל, מגדילה את אורך התיל l שממנו עשוי הגאוסטט. כתוצאה מכך התנגדות המעגל גדלה, ועוצמת הזרם במעגל קטנה. הבנת המתרחש במעגל המתואר בציור ב' מציבה בפני התלמידים אתגר גדול יותר.

נתבונן בשלושת המצבים השונים של חיבור פוטנציומטרי.

מצב 1: הזחלן בנקודה A (ציור ג')

במצב זה לא עובר זרם דרך הנורה $I=0$, מכיוון שהמתח על הנורה הוא אפס (המנורה מקוצרת). אפשר להגיד שלא קיימת אפשרות להעברת זרם דרך נורה, משום שהנורה אינה מחוברת להדק השלילי ("–") של מקור המתח.

מצב 2: הזחלן בנקודה C של הנגד (ציור ד')

ניתן לראות שהמתח על הנורה הוא כמתח הדקי הסוללה, 9V. הסיבה לכך היא שהנורה מחוברת כעת ישירות למקור המתח.

מצב 3: הזחלן מוצב בדיוק באמצע הנגד המשתנה (ציור ב')

במצב זה נופל על הנורה קרוב למחצית מהמתח של הסוללה, כלומר, בערך 4.5V. על מנת לקבל מתח קטן מ-4.5V, יש להניח את הזחלן בין נקודה זו לבין קצהו A, וכדי לקבל מתח גדול מ-4.5V, יש להניחו בין נקודה זו לבין קצהו C. אנו מקפידים להפנות את תשומת לבם של התלמידים לכך שבחיבור פוטנציומטרי אפשר לקבל דרך הנורה זרם שעוצמתו אפס, ובחיבור ה־אוסטטי הדבר אינו אפשרי. כמו כן אנו מרחיבים את הלמידה בנושא הקצה כך ראינו בציור ג' קצר של נורה. סוללה שמקצרים אותה יכולה להחזיק מעמד זמן קצר מאוד. אם יש קצר במקור מתח של 220V זורמים זרמים אדירים שיכולים להביא להתחממות החוטים, בדומה לנוורות להט, ושִׁנְפָה. אנו מדגישים בפני תלמידינו: קצר עלול להיות מצב מסוכן! נושא ה"קצר" חוזר במספר מבחני בגרות, ויש לו חשיבות גדולה גם במבחן המעבדה, הן בהבנת המעגלים החשמליים והן בשמירה על תקינות הציוד.

ביבליוגרפיה

1. לקט מבחני בגרות בפיסיקה, הוצאת המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, 2009.
2. פרידמן משה, חשמל ומגנטיות כרך א', הוצאה לאור 'רכס', 2006.
3. גלר צבי, זינגר דוד, כהן רפי, פרקים באלקטרומגנטיות, הוצאת המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, 1989.
4. זינגר דוד, פיסיקה - לקט ניסויים, הוצאת המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, 1988.