

# מכינה להנדסה (מכניקה וחשמל)

פרק 24 - זרם מתח ותנגדות

תוכן העניינים

1. הזרם החשמלי..... 1
2. המתח החשמלי וחוק אוהם..... 3
3. התנגדות..... 4
4. כאמ ומתח הדקים..... 6
5. סיכום הפרק..... (ללא ספר)
6. תרגילים..... 7

## הזרם החשמלי:

### שאלות:

#### (1) פלאפון מחובר למטען

פלאפון המחובר למטען נטען בזרם קבוע של 1 אמפר במשך שעה אחת.

- מהי כמות המטען שעברה בחוט?
- מהו מספר האלקטרונים שעברו בחוט?



#### (2) זרם לתוך כדור מוליך

כדור מוליך טעון במטען של  $q_0 = 5c$ .

מחברים את הכדור לחוט מוליך והחוט מעביר זרם של 2 אמפר לתוך הכדור.

- רשום נוסחה המתארת את המטען על הכדור כתלות בזמן.
- צייר גרף של המטען על הכדור כתלות בזמן.
- צייר גרף של הזרם כתלות בזמן.



#### (3) חוט מחובר ללוח

חוט מוליך מחובר ללוח מוליך שאינו טעון ב- $t = 0$ . בחוט מתחיל לזרום זרם והתלות של הזרם בזמן נתונה לפי הגרף הבא:

- מהו המטען הכולל בלוח אחרי עשר שניות?
- מהו המטען על הלוח אחרי 5 שניות?

#### (4) זרם בנורת להט

הזרם העובר בנורת להט ביתית הוא בערך 1 אמפר.

נניח כי חוטי החשמל בבית עשויים נחושת בקוטר של 0.2 ס"מ.

מספר האלקטרונים החופשיים ליחידת נפח בנחושת הוא:  $8.5 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{cm}^3}$

מצא מהי מהירות האלקטרונים בחוטים.

## תשובות סופיות:

(1) א.  $\Delta q = 3600c$

ב.  $N_e = 2.25 \cdot 10^{22}$

(2) א.  $q(t) = 5 + 2 \cdot t$

ב.

ג.



(3) א.  $\Delta q = 23c$

ב.  $q(t=5) = 21c$

(4)  $v_d = 2.341 \cdot 10^{-5} \frac{m}{sec}$

## המתח החשמלי וחוק אוהם:

### שאלות:

#### 1) חוק אוהם

- על מוליך מסוים הופעל מתח של 5 וולט.  
 כתוצאה מכך נוצר זרם במוליך של 10mA.  
 א. מהי ההתנגדות של המוליך?  
 ב. נניח כי התנגדות המוליך קבועה.  
 מה יהיה הזרם במוליך אם יופעל עליו מתח של 10 וולט?

### תשובות סופיות:

- 1) א.  $R = 500\Omega$       ב.  $I = 20mA$

## התנגדות:

### שאלות:

#### (1) נגד גלילי



חשב את ההתנגדות של נגד בצורת גליל באורך  $l = 1\text{m}$  ורדיוס בסיס של  $r = 2\text{mm}$ . הנגד עשוי מנחושת בעלת התנגדות סגולית  $\rho = 1.72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  (הזרם זורם לאורך ציר הסימטריה של הגליל).

#### (2) נגד בצורת תיבה



(א)

מוליך בנוי בצורת תיבה עם צלעות שאורכן  $a, b, c$ . התייחס לגודל הצלעות ולהתנגדות הסגולית  $\rho$  כנתונים.



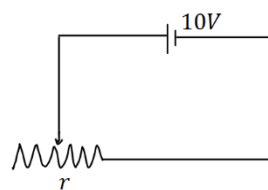
(ב)

חשב את התנגדות המוליך בכל אחד מהמקרים הבאים. שים לב: בכל מקרה הזרם זורם במוליך בכיוון אחר!

#### (3) נגד

מקור מתח בעל מתח של 10 וולט מחובר דרך חוטים אידיאליים (בעלי התנגדות זניחה) לנגד בעל התנגדות  $R = 2\Omega$ . צייר איור של המעגל וחשב את הזרם בנגד.

#### (4) נגד משתנה



במעגל הבא ישנו מקור מתח בעל מתח של 10 וולט. המקור מחובר לנגד משתנה בעל התנגדות ליחידת

$$\text{אורך } r = 50 \frac{\Omega}{\text{m}}$$

מה צריך להיות אורך הנגד על מנת שהזרם במעגל יהיה 2A?

**תשובות סופיות:**

$$R = 0.00137\Omega \quad (1)$$

$$R = \rho \cdot \frac{a}{b \cdot c} \quad \text{ב.} \quad R = \rho \cdot \frac{c}{a \cdot b} \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$, I = 5A \quad (3)$$



$$x = 10cm \quad (4)$$

## כאמ ומתח הדקים:

### שאלות:

#### (1) כאמ ומתח הדקים

- סוללה מייצרת כא"מ של  $5V$ . לסוללה התנגדות פנימית של  $r = 2\Omega$ . מחברים את הסוללה לנגד חיצוני  $R$  שהתנגדותו אינה ידועה. נתון כי הזרם בכל רכיב במעגל זהה ושווה ל-  $I = 0.5A$ .
- שרטט תרשים המתאר את המעגל.
  - חשב את מתח ההדקים שמספקת הסוללה.
  - מהי ההתנגדות של הנגד?

### תשובות סופיות:

ג.  $R = 8\Omega$

ב.  $V = 4V$

א. (1)



## תרגילים:

### שאלות:

#### (1) תרגיל 1

מהו הזרם במוליך אם עובר בו מטען של 50 קולון ב 10 שניות?

#### (2) תרגיל 2

כמה אלקטרונים עוברים במוליך בשניה אחת אם זורם בו זרם קבוע של 2 אמפר?

#### (3) תרגיל 3

מהי ההתנגדות של גליל ניקל בעל התנגדות סגולית של  $\rho = 7.8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ , שאורכו 20 ס"מ ורדיוסו 3 מ"מ?

#### (4) תרגיל 4



תיבה בעלת צלעות:  $a = 3mm, b = 2mm, c = 4cm$   
עשויה מחומר בעל התנגדות סגולית  $\rho = 10^{-8} \Omega \cdot m$ .  
מצא את התנגדות התיבה בשני המקרים הבאים:

#### (5) תרגיל 5

בנגד גלילי בעל שטח חתך  $A = 2mm^2$  זורם זרם של  $I = 20mA$ .  
צפיפות האלקטרונים החופשיים בנגד היא:  $n = 8.5 \cdot 10^{28} \frac{1}{m^3}$ .  
מהי מהירות האלקטרונים בנגד?

#### (6) תרגיל 6

נגד בעל שטח חתך  $A = 2cm^2$  ואורך  $l = 4cm$  עשוי מחומר בעל התנגדות סגולית  $\rho = 10^{-2} \Omega \cdot m$ . מחברים את הנגד באמצעות חוטים בעלי התנגדות זניחה למקור מתח אידיאלי של 5V.  
א. מהו הזרם בנגד?  
ב. מהי מהירות המטענים בנגד, אם מספר האלקטרונים החופשיים

הוא:  $n = 8.5 \cdot 10^{28} \frac{1}{m^3}$ ?

**(7) תרגיל 7**

סוללה בעלת מתח  $6V$  מחוברת לנגד משתנה.  
 כאשר אורך הנגד הוא  $l = 6\text{cm}$  הזרם במעגל הוא  $1A$ .  
 מהי ההתנגדות ליחידת אורך של הנגד?

**(8) תרגיל 8**

סוללה עם כא"מ של  $4V$  מחוברת למעגל חשמלי.  
 במעגל זורם זרם  $I = 0.5A$ .  
 ההתנגדות הפנימית של הסוללה היא  $r = 0.5\Omega$ .  
 מהו מתח ההדקים של הסוללה?

**(9) תרגיל 9**

בגרף הבא נתון הזרם במוליך כתלות בזמן.  
 כמה מטען עבר במוליך?

**תשובות סופיות:**

**(1)**  $I = 5A$

**(2)**  $N = 1.25 \cdot 10^{19}$

**(3)**  $R = 5.51 \cdot 10^{-4} \Omega$

**(4)** א.  $R \approx 6.67 \cdot 10^{-5} \Omega$  ב.  $R = 3.75 \cdot 10^{-7} \Omega$

**(5)**  $v_d = 7.35 \cdot 10^{-7} \frac{m}{sec}$

**(6)** א.  $I = 2.5A$  ב.  $v_d \approx 9.19 \cdot 10^{-7} \frac{m}{sec}$

**(7)**  $r = 100 \frac{\Omega}{m}$

**(8)**  $V = 3.75V$

**(9)**  $\Delta q = 30c$