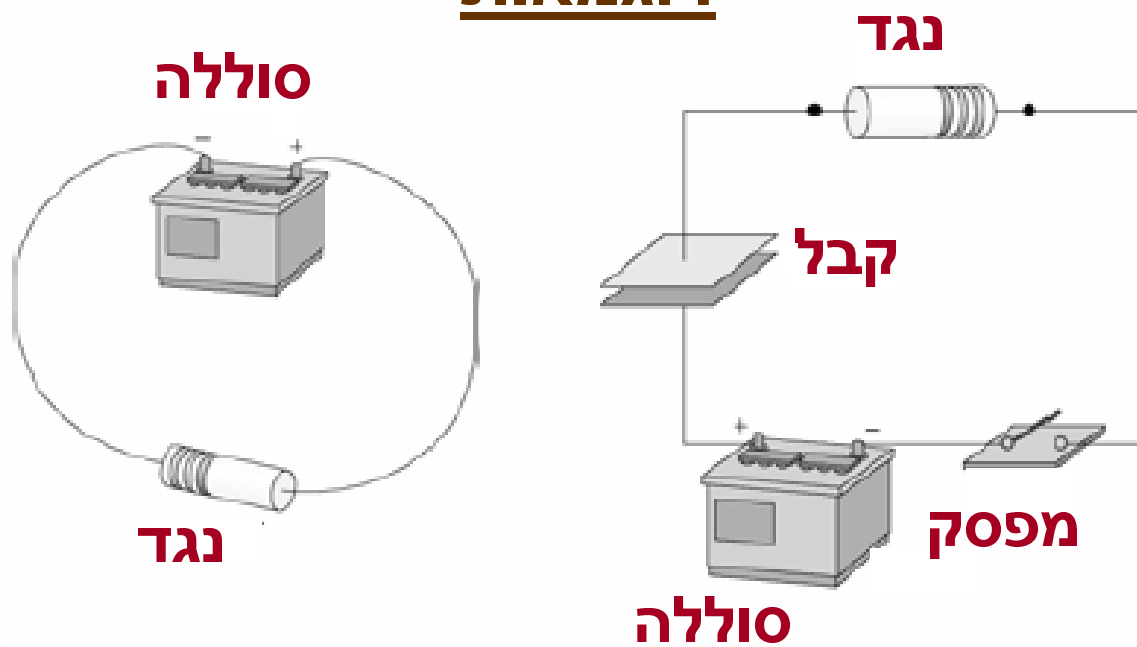
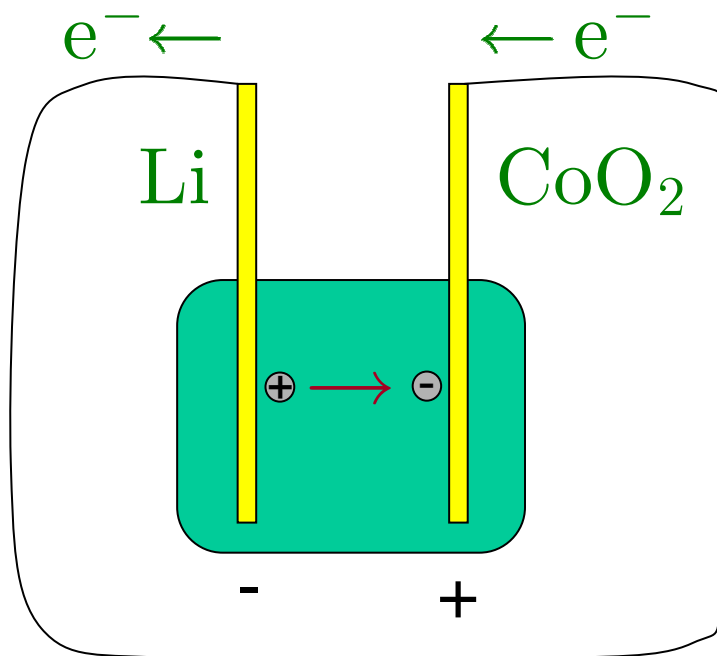


מעגלי זרם ישר – direct

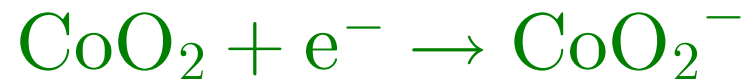
• מעגלי זרם ישר הם מעגלים חשמליים הכוללים רכיבים בעלי התנגדות וקיבול ואשר כיוון הזרם בהם קבוע. (לעומת מעגלי זרם חילופין – alternating – שבהם כיוון הזרם מתחלף במהירות. למשל, אם מחברים נורה לשקע בקיר, כיוון הזרם בה מתחלף 60 פעם בשנייה.)

דוגמאות





עוד על סוללות



בגלל סיבות הקשורות למבנה הכימי, אטום ליתיום (Li) נוטה לשחרר אלקטרון בקלות, ומולקולת CoO_2 (שכוללת קובלת ושני אטומי חמצן) נוטה לספוח אלקטרון. היונים שכך נוצרים (Li^+ ו- CoO_2^-) נמסים בתמיסה, ובהם מוצאים האחד את השני ומתחברים. כך פועלת הבטרייה, ואלקטרונים זורמים במעגל, עד שכל החומר שהיה בעמודים הופך למולקולות LiCoO_2 בתמיסה. שימו לב שעמוד הליתיום משמש כצד המינוס של הבטרייה (ממנו יוצאים אלקטרונים ונכנסים למעגל). ישנן בטריות שבהן קשה להפריד את המולקולה שנוצרה. אבל במקרה הספציפי הזה, אפשר לטעון את הבטרייה מחדש ע"י חיבורה למקור מתח חיצוני שגורם לזרימה הפוכה ולהתהוות מחדש של עמודי ה Li וה- CoO_2 המקוריים.

כשמנתחים מעגלים:

1) מותר לדמיין שהזרם מורכב ממטענים חיוביים (למרות שבמציאות האלקטרונים זורמים במתכות).

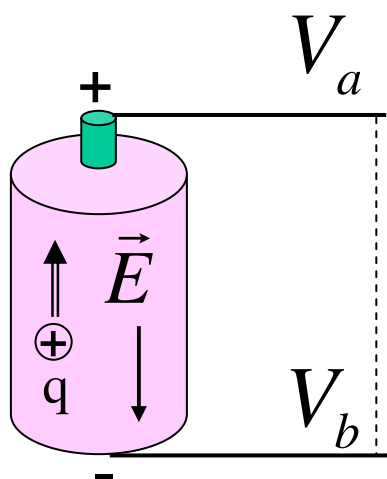
2) בטרייה עובדת כמשאבה, ואין צורך להתייחס למבנה הפנימי שלה. בטרייה פשוט מעלה מטען חיובי בפוטנציאל V קבוע, ומנסה לייצר זרם במעגל מהדק ה + של הבטרייה להדק ה - שלה.



כוח אלקטרומניע (כא"מ) Electromotive Force (EMF)

מקור כא"מ הוא מתקן המעביר מטענים כנגד כיוון הכוח החשמלי (מטענים חיוביים עולים בפוטנציאל, כמו במשאבה).

הכא"מ מסומן באות ε ומוגדר בתור העבודה ליחידת מטען שמבצעת הבטרייה על מנת להעביר מטען חיובי מהפוטנציאל הנמוך לגבוה.



אם לסוללה אין התנגדות פנימית אז הכא"מ שווה להפרש הפוטנציאלים בין הדקי הסוללה.

סימונים מקובלים

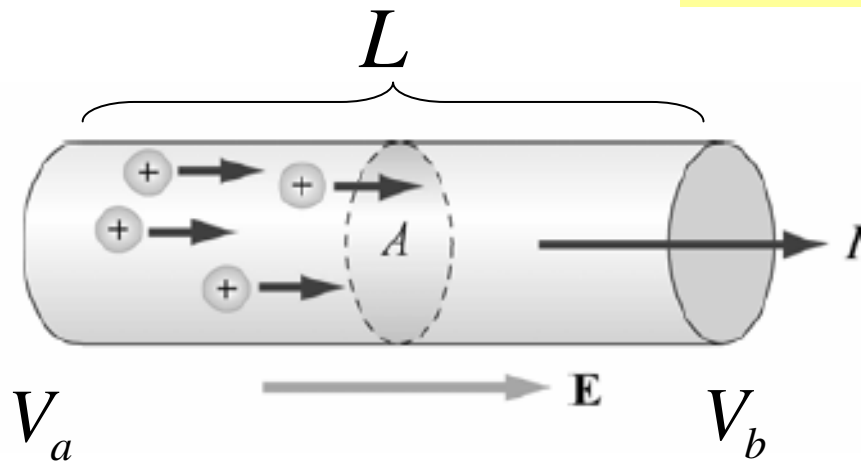
מקור כא"מ	
נגד	
מפסק	
קבל	

הספק חשמלי

תזכורת: העבודה הדרושה להעביר מטען Δq דרך הפרש מתח ΔV היא: $\Delta W = \Delta q \Delta V$
ההספק מוגדר בתור העבודה ליחידת זמן. הסימן שלו P ויחידותיו הן: $1 \text{ Watt} = 1 \text{ J/ sec}$. עכשיו נחשב את P :

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \underbrace{\frac{\Delta q}{\Delta t}}_I \Delta V = I \Delta V = I^2 R = \frac{(\Delta V)^2}{R}$$

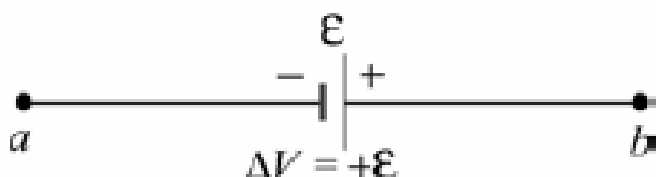
בשביל נגד,
מחוק אוהם



מהו המקור של אנרגיה זו?
מקור הכא"מ, כמובן!

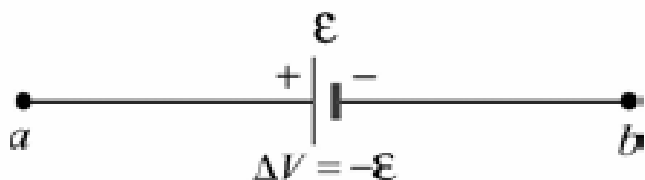
בנגד הזרם הוא בכיוון השדה החשמלי. לכן $V_b - V_a < 0$ (זיכרו את סימן המינוס בקשר בין שדה לפוטנציאל). הנגד צורך אנרגיה שהופכת בד"כ לחום.

דוגמאות לסימן



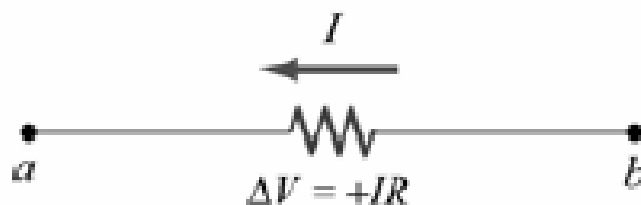
בדוגמאות אלה, נחשב

את: $\Delta V = V_b - V_a$



כשעוברים דרך בטרייה, עולים
בפוטנציאל אם עוברים בכיוון

מהדק ה- אל הדק ה+. כשעוברים בנגד,
יורדים בפוטנציאל אם עוברים בכיוון הזרם.



הספק של סוללה

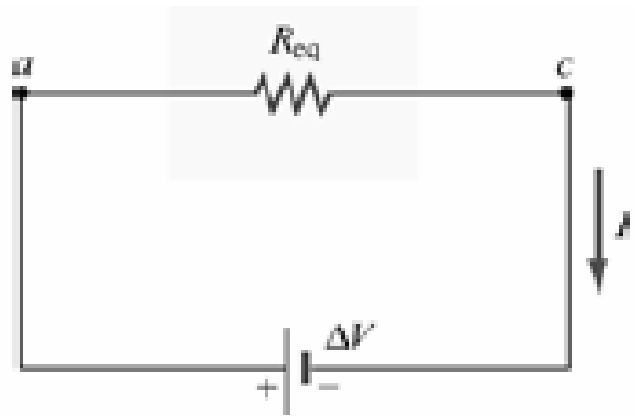
עבור סוללה אידיאלית בעלת כ"מ ε , הספק הסוללה הוא: $P = I\varepsilon$

בחוט מוליך, באופן כללי:

$$P = I^2 R$$

$$\Delta V = IR$$

דוגמא: במעגל זה, ההספק שמספקת הסוללה הופך לחום על הנגד:



בחוט מוליך אידיאלי, R שואף לאפס, ואם קיים על החוט ΔV נתון (למשל, מבטרייה), אז I שואף לאינסוף. מי

מנצח בהספק P ? נזכור ש: $P = \frac{(\Delta V)^2}{R}$ ולכן ההספק שואף לאינסוף והחוט נשרף (למשל, כשיש

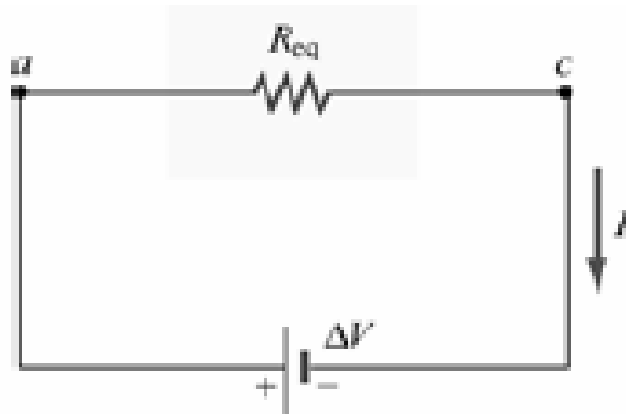
קצר), אם לא מחברים גם נגד (שאז לוקח את רוב המתח וההספק על עצמו).

ניתוח מעגלים



חוק קירכהוף (Kirchhoff) #1:
סכום הפרשי הפוטנציאל במעגל סגור הוא אפס.

חוק זה נובע מהעובדה שכוח חשמלי הוא כוח משמר. לכן, לא משנה באיזה מסלול הולכים, אבל אם חוזרים לנקודת ההתחלה אז חוזרים לאותו פוטנציאל.



במעגל הפשוט כאן, נתחיל ב-a ונלך ימינה (ז"א בכיוון השעון). אז שינוי המתח בנגד הוא $-IR$, כי הלכנו בכיוון הזרם, ואז $+\varepsilon$ בבטרייה (כי הלכנו שמאלה, מה- אל ה+).

$$\text{אז: } \Delta V = -IR + \varepsilon = 0$$

$$\text{ז"א הזרם הוא: } I = \frac{\varepsilon}{R}$$

אז ההספק של הבטרייה: $P = I\varepsilon$

שווה להספק שהופך לחום בנגד: $P = I^2R$

וזוהי דוגמא לחוק שימור אנרגיה.

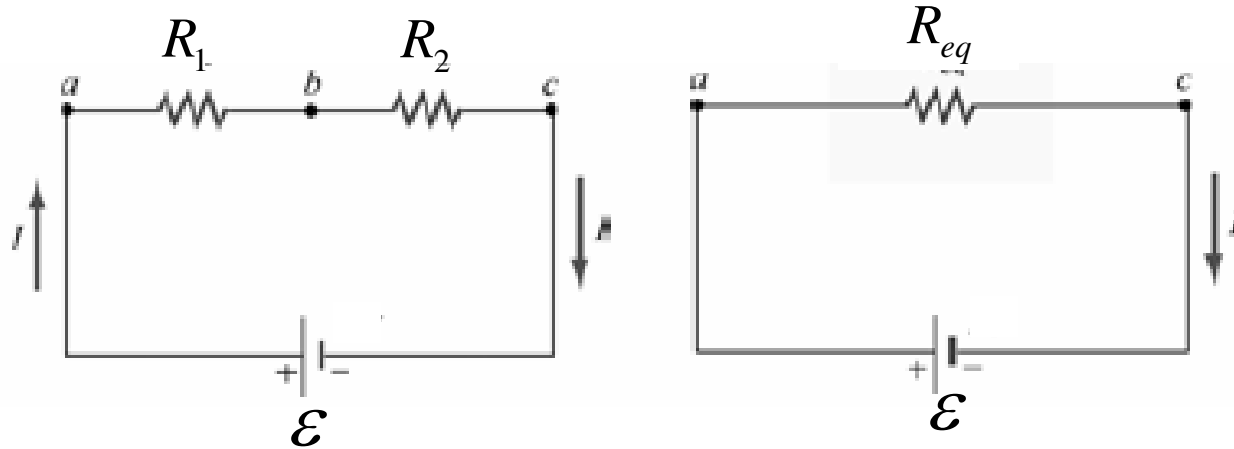
חיבור נגדים בטור

אנחנו רוצים למצוא R אקוויולנטי של נגד אחד במעגל הימני, כך שהזרם במעגל זה יהיה שווה לזרם במעגל השמאלי, שבו שני נגדים מחוברים בטור (ז"א כך שאותו הזרם עובר דרך הראשון ואז דרך השני).

קודם רואים ש:

$$V_a - V_b = IR_1$$

$$V_b - V_c = IR_2$$

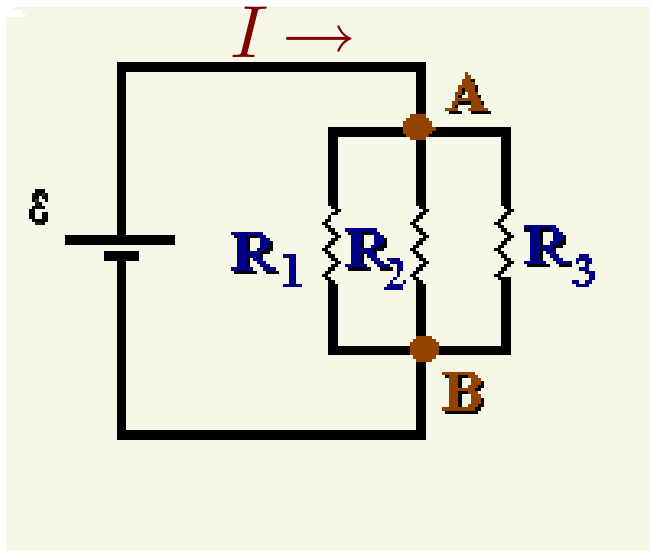


ולכן:

$$IR_{eq} = V_a - V_c = V_a - V_b + V_b - V_c = IR_1 + IR_2 \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2$$

באופן כללי, עבור מספר נגדים בטור: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

חיבור נגדים במקביל



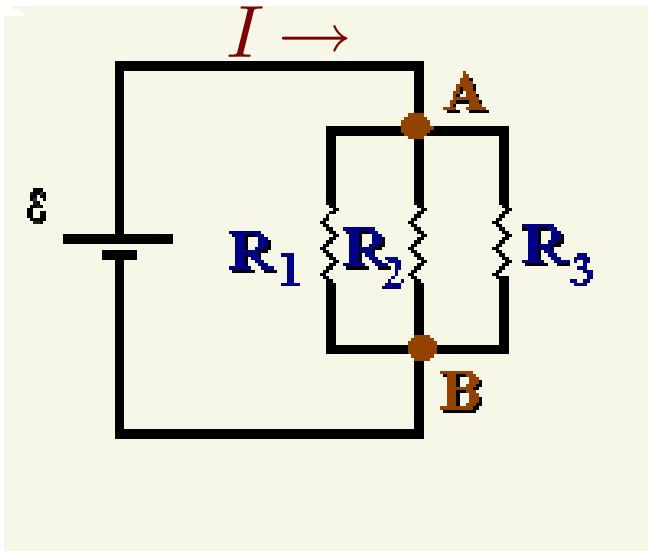
עכשיו, אנחנו רוצים למצוא R אקוויולנטי של נגד אחד כך שהזרם במעגל עם נגד זה יהיה שווה לזרם במעגל משמאל, שבו שלשה נגדים מחוברים במקביל (ז"א שצד אחד של כל נגד מחובר בחוטים מוליכים לאותה נקודה A, והצד השני לנקודה B).
כאן נצטרך להשתמש גם ב:

חוק קירכהוף (Kirchhoff) #2: הזרם הנכנס שווה לזרם היוצא בכל נקודה.

ז"א, זרם לא מופיע פתאום וגם לא נעלם, אלא רק מתפצל (אחרת, היה נערם מטען בנקודה A שהיה מסדיר חזרה את הזרם, ולכן, בכל מעגל מטען לא נערם אלא החוטים המוליכים הם תמיד נייטרלים).

במעגל מלמעלה, החוק אומר: $I = I_1 + I_2 + I_3$
כאשר למשל I_1 מוגדר בתור הזרם שעובר דרך הנגד R_1 .

חיבור נגדים במקביל



עכשיו, נפעיל את חוק קירקהוף #1. נתחיל מצד ה- של הבטרייה, נעבור דרכה (מלמטה למעלה), אז מ-A ל-B נעבור דרך הנגד R_1 , ונחזור לנקודת ההתחלה. קיבלנו:

$$\Delta V = \varepsilon - I_1 R_1 = 0$$

חוזרים על אותו סיפור עם כל נגד, ומקבלים:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1}, \dots$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1} + \frac{\varepsilon}{R_2} + \frac{\varepsilon}{R_3} \quad \text{והזרם הכולל:}$$

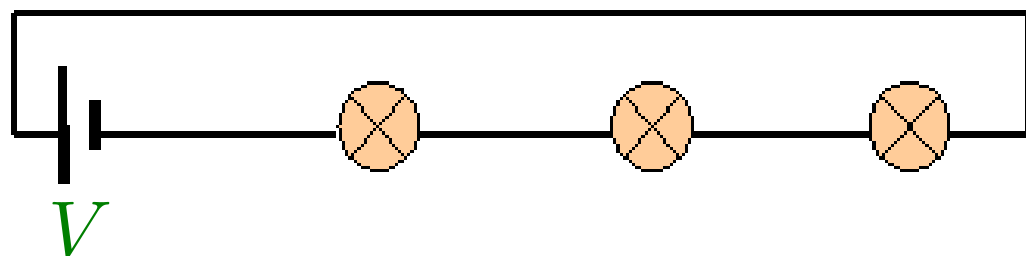
הגדרת ה-R האקוויולנטי היא: $\varepsilon = IR_{eq}$ ולכן:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \quad \text{באופן כללי, עבור מספר נגדים במקביל:}$$

חיבור נורות בטור ובמקביל

לכל נורה התנגדות R .

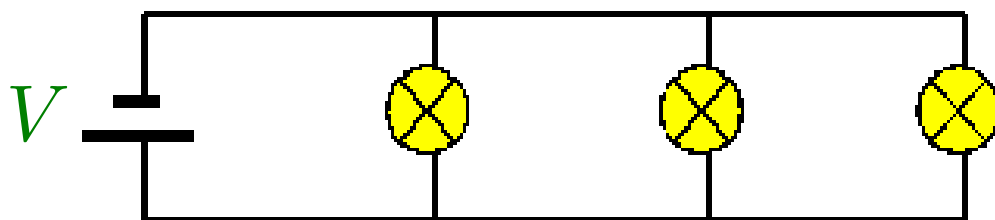
חיבור טור – בהירות נמוכה



$$V = I(3R) \Rightarrow$$

$$I = \frac{V}{3R}$$

חיבור מקביל – בהירות גבוהה



הזרם I בכל נורה (לא

הסכום): $I = \frac{V}{R}$

$$P = \frac{\Delta q \Delta V}{\Delta t} = I^2 R \quad \text{הספק:}$$

אז ההספק (והבהירות) בכל נורה הוא פי 9 יותר גדול בחיבור במקביל. גם, אם נורה אחת נשרפת, אז כל האחרות נכבות בחיבור בטור. אז איך מחוברים השקעים בבית? במקביל!