

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמות אישית ברוחב 0.5 בכל צד.

ב WORD, יש לבחור בלשונית הדפסה את חלון השוליים, לבחור שוליים מותאמים אישית ולשנות ל 0.5 בכל הכיוונים

עריכה:

בדף הכנסנו כמה שיותר הסברים, נוסחאות ותמונות. אם מספר העמודים חורג ממספר העמודים המותר בבחינה ניתן לערוך את קובץ ה WORD ולהוריד הסברים מורחבים, תמונות או נוסחאות טריוויאליות. ניתן גם כמובן להוסיף הסברים שלכם או נוסחאות.

בכל מקרה מומלץ מאוד לעבור על הדף לפני המבחן!! הוא גם סיכום של החומר.

אין להוריד את הסמל של GOOL או כל סימן מסחרי אחר!!

מבנה הדף:



הדף בנוי משלושה טורים.

ההתחלה היא בפינה הימנית העליונה.

בסוף הטור הראשון עוברים לטור השני באותו עמוד (ולא לעמוד הבא). בסוף הטור האחרון עוברים לטור הראשון (הימני) בעמוד הבא.

ניתן לשנות את כיוון הפריסה לרוחב, זה יוצר מראה יותר מרווח על חשבון מספר עמודים.

כל הזכויות שמורות למני גבאי ולאתר GOOL

הדף מיועד לכל שימוש שאינו מסחרי ובפרט לשימוש מרצים, מורים, סטודנטים ותלמידים בקורסים שונים, ניתן לערוך את הדף אך יש להשאיר סימונים של אתר גול.

טמפ' והתפשטות תרמית	GOOL
יחידת מסה אטומית:	$1u = 1.6605 \cdot 10^{-27} kg \sim m_p$
מסת האטום ביחידת מסה אטומית:	$m_a \approx A \cdot 1u$
A - מספר המסה (מסר הפרוטונים והנויטרונים בגרעין)	
מעבר מפרנהייט לצלזיוס:	$T(^{\circ}C) = \frac{5}{9}[T(^{\circ}F) - 32]$
חוק הגז האידיאלי	GOOL
לחץ:	$P = \frac{F}{A}$
F - כוח. A - שטח עליו פועל הכוח.	
הלחץ שמפעיל נוזל בנקודה מסוימת:	$P = \rho_l gh$
h - גובה הנוזל מעל אותה הנקודה. ρ_l - צפיפות הנוזל.	
הלחץ של נוזל תלוי רק בגובה הנוזל (ובסוג הנוזל) ולא בכמות הנוזל.	
לחץ אטמוספרי:	$1 atm = 1.013 \cdot 10^5 Pa$
לחץ שלילי (תת לחץ): הוא לחץ יחסי (נמדד ביחס ללחץ אטמוספרי) ונמוך מהלחץ האטמוספרי.	
לחץ אבסולוטי: הוא הלחץ שנמדד ביחס ללחץ אפס מוחלט (כאשר הכוח הוא אפס).	
מעבר מצלזיוס לקלווין:	$T(K) = T(^{\circ}C) + 273.15$
מספר אבוגדרו:	$N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$
כמות של N_A חלקיקים (אטומים או מולקולות) נקראת מול (mol) של החומר	
מסה מולרית (המסה של מול אחד, או מספר אבוגדרו של חלקיקים):	$M_{mol} = N_A \cdot m_a$
m_a - מסה אטומית. N_A - מספר אבוגדרו.	
- המסה המולרית שווה למסה האטומית רק בגרם במקום ביחידת מסה אטומית	
הקשר למסת כל החומר:	$m = N \cdot m_a = n \cdot M_{mol}$
n - מספר המולים בחומר. N - מספר החלקיקים הכולל	
m - מסת כל החומר. M_{mol} - המסה המולרית.	
מסה מולקולרית : לפעמים הכוונה למסה של מולקולה אחת בחומר. ולפעמים למסה של מול אחד של מולקולות בחומר (כמו המסה המולרית רק של מולקולות).	
משוואת המצב של גז האידיאלי:	
$PV = nRT$ (או $PV = NkT$)	
P - לחץ אבסולוטי . V - נפח. T - טמפ' בקלווין .	
n - מספר המולים בחומר.	
N - מספר החלקיקים הכולל בגז (אטומים או מולקולות)	
קבוע בולצמן $\frac{cal}{mol \cdot K} = 1.99$	$\frac{J}{mol \cdot K} = 0.0821$
$R = 8.314$	
קבוע בולצמן $\frac{J}{K} = 1.38 \cdot 10^{-23}$	$k = \frac{R}{N_A}$
הנוסחה תקפה כל עוד הלחץ בסדר גודל של לחץ אטמוספרי או פחות והטמפרטורה רחוקה מהטמפרטורה בה הגז הופך לנוזל (טמפרטורת הרתיחה)	
Standard Temperature and Pressure - STP :	
$T = 0^{\circ}C = 273 K$, $P = 1 atm = 101,325 Pa$	
הכוח החשמלי - חוק קולון	GOOL
חוק קולון:	$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$
r - הוא המרחק בין הגופים	
- קבוע הכוח החשמלי האוניברסלי:	$k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$
- הכוח הוא כוח דחיה אם סימן המטענים זהה ומשיכה אם הסימן הפוך.	
- הנוסחה נכונה רק עבור מטענים נקודתיים או כדורים הטעונים בצורה אחידה. מטען נקודתי הוא גוף שהגודל שלו קטן בהרבה מ-r, המרחק שבו מחשבים את הכוח.	
- הנוסחה נכונה עבור שני מטענים הנמצאים בריק, כאשר המטענים נמצאים בתווך (לדוגמה מים או שמן) הכוח משתנה.	
השדה החשמלי	GOOL
הכוח הפועל על מטען הנמצא בשדה חשמלי E:	$F = qE$
השדה שיוצר מטען נקודתי בכל המרחב:	$E = \frac{kq}{r^2}$
r - הוא המרחק מהמטען לנקודה בה מחשבים את השדה.	
עקרון הסופרפוזיציה : השדה השקול בנקודה במרחב הוא סכום וקטורי של כל השדות שיוצרים כל המטענים באותה נקודה.	
קווי שדה: מתארים איכותית את השדה במרחב. כיוון השדה בנקודה משיק לקווי השדה וגודלו בהתאם לצפיפות הקווים.	
חוק גאוס	GOOL
צפיפות מטען נפחית ρ , משטחית σ , אורכית λ , אחידה:	
$\rho = \frac{Q}{V}$, $\sigma = \frac{Q}{S}$, $\lambda = \frac{Q}{L}$	
Q - סך המטען שבגוף. V - נפח הגוף. S - שטח. L - אורך.	
הקבוע דיאלקטרי של הריק:	$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$
ניתן לרשום את כל הנוסחאות עם k או עם ϵ_0 .	
השטף דרך משטח בשדה אחיד:	$\phi_E = E_{\perp} \cdot S$
$E_{\perp}$ רכיב השדה שמאונך למעטפת. s הוא שטח המעטפת.	
- אם השדה לא אחיד על המשטח ניתן לחלק את המשטח לחתיכות שבהן השדה אחיד ולסכום את השטף דרך כל חתיכה.	

חוק גאוס:

ϕ_E - שטף דרך **משטח סגור**.

Q_{in} - סך המטען הכלוא בנפח שסוגר המשטח.
השדה של כדור קליפה כדורית מחוץ לכדור או הקליפה

הוא כמו של מטען נקודתי:

- כאשר Q הוא סך כל המטען. r הוא המרחק ממרכז הקליפה/כדור.

- כיוון השדה הוא בכיוון הרדיאלי (כמו מטען נקי)

- בקליפה דקה ובכדור מוליך השדה בתוך הקליפה/כדור מוליך הוא אפס.

שדה של כדור מלא ברדיוס R הטעון בצפיפות אחידה:

בכיוון רדיאלי

Q הוא סך המטען של הכדור
r הוא המרחק ממרכז הכדור

- הקשר בין סך המטען לצפיפות (אחידה) בכדור מלא:

$Q = \frac{4\pi R^3}{3} \rho$

שדה של תיל אינסופי (אחיד):

r - מרחק מהתיל. λ - צפיפות מטען ליחידת אורך של התיל

- כיוון השדה רדיאלי (במאונך לתיל וכלפי חוץ/פנים עבור מטען חיובי/שלילי).

- שדה של קליפה גלילית מתאפס בתוך הקליפה וכמו של תיל מחוץ לקליפה.

שדה של גליל מלא ברדיוס R הטעון בצפיפות נפחית

אחידה ρ : [בכיוון רדיאלי]

$E = \begin{cases} \pi k \rho r, & r < R \\ \frac{2\pi R^2 \rho}{r}, & r > R \end{cases}$

השדה של מישור אינסופי:

כאשר σ היא צפיפות המטען

ליחידת שטח במישור ($\sigma = \frac{Q}{S}$).

- כיוון השדה במאונך למישור (החוצה מהמישור עבור מטען

חיובי וכלפי המישור עבור מטען שלילי)

השדה של שני מישורים

אינסופיים עם צפיפות הפוכה

הוא $4\pi k\sigma$ בין המישורים ואפס מחוץ

תנועה בשדה חשמלי אחיד

אם השדה אחיד אז יש תנועה בתאוצה קבועה. כמו תנועה בליסטית. **גודל התאוצה** הוא:

כיוון התאוצה בכיוון השדה עבור מטען חיובי והפוך לשדה עבור מטען שלילי

מוליכים

- במוליך המטענים חופשיים לזוז.

- **השדה מתאפס** (או ליתר דיוק הכוח) בתוך המוליך.

- על השפה יכול להיות **שדה מאונך לשפה**.

- **המטען הכולל בתוך המוליך מתאפס למעט על השפה**(מבצב סטטי).

- **הפוטנציאל במוליך אחיד** (קבוע).

הארקת: חיבור לקרקע, מאפסת את הפוטנציאל.

חומרים דיאלקטרים

חומר דיאלקטרי הוא חומר מבודד (בפשטות, במקרים יותר מורכבים אפשר לדבר גם על חומרים דיאלקטרים מוליכים)

בחומר דיאלקטרי יש דיפולים, כאשר החומר נמצא בשדה חשמלי הדיפולים מתיישרים בכיוון השדה ויוצרים שדה נגדי.

השדה השקול בתוך החומר (בהנחה שהחומר אחיד ובעל

סימטריה):

$\vec{E}_T$ - השדה השקול בתוך החומר, זה השדה שמרגיש מטען בתוך החומר. $\vec{E}_0$ - שדה שנוצר מהמטען חיצוני (ולא מהדיפולים של החומר). ϵ_r - מקדם דיאלקטרי יחסי, קבוע חסר יחידות שתלוי בסוג החומר וקיים בטבלאות.

- לפעמים נתון **המקדם הדיאלקטרי** (הלא יחסי) והקשר הוא:

$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$

$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$

מתח פוטנציאלי ואנרגיה של הכוח החשמלי

הכוח החשמלי הוא כוח משמר ולכן האנרגיה של מטען הנע בהשפעת הכוח החשמלי נשמרת.

משוואת שימור אנרגיה:

$\frac{1}{2}mv_i^2 + U_i = \frac{1}{2}mv_f^2 + U_f$

v_f / v_i - מהירות הגוף בהתחלה / סוף התנועה. U_f / U_i - האנרגיה הפוטנציאלית בהתחלה / סוף התנועה.

אנרגיה פוטנציאלית של שני מטענים נקודתיים (או

האנרגיה פוטנציאלית של מטען נקודתי הנע בהשפעת הכוח החשמלי של מטען נקודתי אחר):

- שימו לב להציב גם את סימני המטענים בנוסחה! **העבודה שמבצע הכוח החשמלי** שווה למינוס השינוי באנרגיה הפוטנציאלית של המערכת (או המטען שנו):

$W_{\text{חשמלי}} = -\Delta U$ כוח חשמלי

העבודה הדרושה להזיז מטען היא עבודה שאנחנו מבצעים כנגד הכוח החשמלי ולכן היא מינוס העבודה של הכוח החשמלי ושווה לשינוי האנרגיה הפוטנציאלית (ללא

מינוס): $\Delta U = -W_{\text{חשמלי}}$ להזיז מטען

פוטנציאל הוא אנרגיה ליחידת מטען. הפוטנציאל היא פונקציה מתמטית שאומרת לנו מה תהיה האנרגיה הפוטנציאלית בנקודה מסוימת.

האנרגיה של מטען נקודתי הנמצא בנקודה בה הפוטנציאל הוא V:

פונקציית הפוטנציאל שיוצר מטען נקודתי במרחב:

r - המרחק מהמטען.

היחידות הסטנדרטיות של הפוטנציאל הן וולט [V]. אחד וולט הוא גאול חלקי קולון.

סופרפוזיציה: על מנת לחשב את הפוטנציאל בנקודה במרחב ניתן לחבר את הפוטנציאל שיוצר כל מטען באותה נקודה. החיבור הוא סקלרי ויותר פשוט מחיבור שדות.

מתח : הפרש פוטנציאלים, מסומן ב ΔV אבל לפעמים מסומן גם ב V לבד כמו הפוטנציאל, כי פוטנציאל בנקודה הוא גם מתח (הפרש פוטנציאלים) מהאפס.

יחידת האלקטרווולט [eV]: יחידת של עבודה/אנרגיה. נוחה לעבודה, לדוגמה: האנרגיה של אלקטרון בפוטנציאל

5 וולט היא פשוט 5 אלקטרון וולט. $1eV = 1.6 \cdot 10^{-19} J$

הפרש הפוטנציאלים (או המתח) בשדה אחיד:

פוטנציאל של לוח אינסופי (כאשר בוחרים פוטנציאל אפס על הלוח):

σ - צפיפות המטען המשטחית על הלוח.

x - המרחק מהלוח.

הפוטנציאל במוליכים קבוע (אחיד) ושווה לערך על השפה (לא בהכרח אפס)

הפוטנציאל של כדור מוליך בכל המרחב:

Q - סך המטען של הכדור
R - רדיוס הכדור
r - המרחק ממרכז הכדור
שימו לב שהפוטנציאל בתוך הכדור אינו תלוי במרחק (קבוע).

הפוטנציאל של כדה"א: כדה"א הוא כדור מוליך מאוד גדול, $R = \infty$ ולכן הפוטנציאל אפס.

חיבור של שני מוליכים בחוט מוליך: מאלץ את הפוטנציאלים שלהם להיות שווים (מטען יזרום ממוליך אחד לשני עד השוואת הפוטנציאלים)

הארקה: חיבור מוליך לכדה"א, מאלץ את הפוטנציאל של המוליך להיות אפס (כמו כדה"א).

חישוב אנרגיה פוטנציאלית של מערכת שלמה (העבודה הדרושה לבניית המערכת):

- דרך 1: נסכום את העבודות להביא את המטענים אחד אחרי השני. עבור המטען הראשון, העבודה היא אפס (כי אין אף מטען אחד במרחב שיוצר פוטנציאל). עבור המטען השני, העבודה לקרב אותו למטען הראשון*. עבור המטען השלישי העבודה לקרב לשני המטענים**, וכן הלאה.

במקרה של שלושה מטענים החישוב הוא:

- דרך 2: נסכום את האנרגיה של כל זוג מטענים במערכת.

במקרה של שלושה מטענים:

זרם מתח והתנגדות

הזרם הוא כמות המטען שעוברת ביחידת זמן

חישוב זרם קבוע או ממוצע:

I הוא סקלר אבל כיוון הזרם נקבע לפי כיוון תנועת המטענים החיוביים.

- היחידות הסטנדרטיות של זרם הם אמפר $1A = 1C/sec$

- בגרף של $I(t)$ סך המטען שעבר הוא השטח מתחת לגרף.

- בגרף של $q(t)$ שיפוע הגרף שווה לזרם. **אם הגרף לינארי ניתן לרשום**:

מהירות סחיפה:

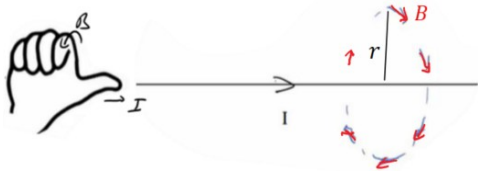
n_e - מספר האלקטרונים ליחידת נפח.

A - שטח חתך של המוליך. q_e - מטען האלקטרון.

v_d - מהירות הסחיפה (מהירות ממוצעת של האלקי במוליך)

מהירות האות החשמלי היא המהירות שבה ההשפעה של שינוי במקום אחד במעגל מגיעה למקום אחר (לדוגמה, המהירות שבה תידלק נורה כתוצאה מהדלקה של מתג).

כיוון השדה לפי כלל יד ימין (או הבורג):



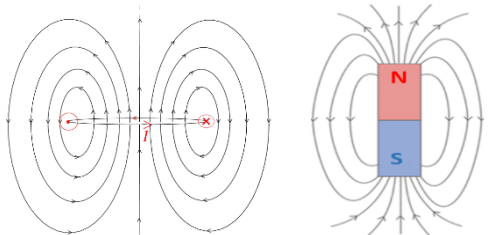
היחידות הסטנדרטיות של השדה המגנטי הן T (טסלה).

שדה במרכז של טבעת ברדיוס R:

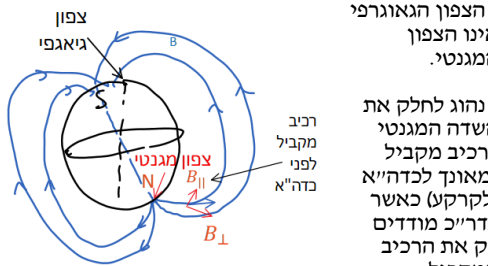
$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$



קווי שדה של טבעת, דיפול מגנטי (מגנטי):



השדה המגנטי של כדור הארץ:



שדה של סליל אינסופי:

בתוך הסליל השדה אחיד ושווה ל:

$$B = \frac{\mu_0 n I}{L}$$

N - מספר הליפופים הכולל. L - אורך הסליל.

- ניתן להגדיר גם מספר הליפופים ליחידת אורך של

הסליל:

$$n = \frac{N}{L}$$

- כיוון, לפי כלל הבורג כאשר האצבעות בכיוון הזרם

והאגודל בכיוון השדה.



כוח על תיל נושא זרם ובין שני תילים:

גודל הכוח הפועל על תיל ישר בשדה אחיד באורך L הנושא זרם I הוא:

$$F = BIL \sin \alpha$$

α - היא הזווית בין השדה לכיוון הזרם.

כיוון הכוח יש למצוא לפי כלל יד ימין כמו בחוק לורנץ

על מטען בודד כאשר כיוון הזרם (או כיוון ה-dl) מחליף את המהירות.

כוח ליחידת אורך בין שני תילים מקבילים:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

d - המרחק בין התילים.

כוח משיכה אם הזרמים באותו כיוון ודחייה אם בכיוונים הפוכים

חוק פאראדי והשראות:

כא"מ הנוצר במוט הנע בשדה מגנטי:

$$\varepsilon = BLv \sin \alpha$$

כאשר v היא מהירות המוט, L האורך שלו ו-α היא הזווית בין המהירות לשדה.

כיוון הכא"מ הוא בכיוון של הכוח המגנטי הפועל על מטען חיובי בתוך המוט.

חוק פאראדי:

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

השוויון השני נכון אם B⊥ אחיד בכל השטח.

$$\phi_B = \vec{B} \cdot \vec{S} = B_{\perp} \cdot S$$

הכא"מ הנוצר באמצעות החוק רק את גודל הכא"מ ואת הכיוון נמצא לפי חוק לנץ.

חוק לנץ: הזרם נוצר בניגוד לשינוי בשטף.

החוק למתח המופעל עליו, ברגע זה כבר לא יזרום זרם דרך הקבל. והקבל מתנהג כמו נתק במעגל.

חיבור קבלים במקביל:

התנאי לחיבור במקביל הוא שהמתח על הקבלים זהה (וזה גם המתח על הקבל השקול)

$$C_T = C_1 + C_2$$

המטען על הקבל השקול שווה לסכום המטענים על כל הקבלים.

חיבור קבלים בטור:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

התנאי לחיבור בטור הוא שהמטען על כל הקבלים זהה (וזה גם המטען של הקבל השקול).

המתח על הקבל השקול שווה לסכום המתחים של כל הקבלים

אנרגיה האגורה בקבל:

$$U_C = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

העבודה שמבצעת הסוללה לטעינת קבל:

חומרים דיאלקטריים בקבל: הכנסת חומר דיאלקטרי לקבל מקטינה את השדה והמתח בקבל ולכן מגדילה את הקיבול.

$$W = QV = 2U_C$$

קיבול של קבל המלא בחומר דיאלקטרי אחיד:

$$C' = \varepsilon_r C_0$$

במידה והקבל אינו מלא בחומר אחיד, ניתן לפצל אותו לקבלים חלקיים, לחשב את הקיבול של כל אחד ולחבר.

חזר לפי החוקים של חיבור קבלים בטור או במקביל.

טעינה של קבל:

המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה:

הזרם כתלות בזמן:

$$V_C(t) = V_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה:

$$q_C(t) = CV_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

V₀ - המתח של הסוללה

R - התנגדות המעגל

פריקה של קבל:

$$I(t) = \frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה:

המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה:

$$V_C(t) = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה:

$$q_C(t) = CV_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

V₀ - המתח ההתחלתי (המטען ההתחלתי Q₀ = CV₀)

הזרם כתלות בזמן זהה לטעינה.

זמן אופייני: τ = RC, נהוג להגיד שלאחר זמן 5τ הקבל טעון/פרוק לגמרי

הכוח המגנטי - חוק לורנץ:

חוק לורנץ - הכוח המגנטי:

$$\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$$

ניתן לחשב את הכוח בשתי דרכים.

דרך דטרמיננטה (ראו מכפלה וקטורית בוקטורים).

דרך גודל וכיוון בנפרד, הגודל הוא:

$$F_B = qvB \sin \alpha$$

כאשר α היא הזווית בין המהירות לשדה. וכיוון לפי כלל יד ימין:

שימו לב שאתם עם יד ימין!

כיוון הכוח הוא עבור מטען חיובי (עבור מטען שלילי הכוח בכיוון הפוך).

לא להפוך את הסדר של האצבע והאמה (עדיף לעשות קודם אקדח).

תנועה בשדה אחיד: מטען q בעל מסה m הנע במהירות v בשדה מגנטי אחיד (המאונך למהירות) עושה תנועה מעגלית, רדיוס המעגל הוא:

אם v לא מאונך למהירות אז התנועה תהיה בורגית כאשר המעגל יהיה מסביב לשדה, רדיוס המעגל יהיה:

$$R = \frac{mv \sin \alpha}{qB}$$

עבודת הכוח המגנטי: תמיד מתאפסת (כי הוא מאונך לתנועה).

השדה המגנטי:

סימון וקטור לתוך הדף ⊗ והחוצה מהדף ⊙ (אלינו)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

שדה של תיל אינסופי:

כאשר r הוא המרחק מהתיל.

מקדם המגנטיות של הריק.

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$$

מהירות האות החשמלי היא מהירות האור והיא גדולה בהרבה ממהירות הסחיפה.

מקור מתח במבצע עבודה במעגל חשמלי סגור וגורם לתנועה של המטענים (זרם). המקור אינו מוסיף מטענים למעגל.

חוק אוהם:

$$V = IR$$

מתח על הרכיב. I - זרם ברכיב. R - התנגדות הרכיב.

ננד: מוליך שההתנגדות שלו גדולה בהרבה מן החוטים.

תלות ההתנגדות במבנה הנד:

$$R = \frac{l}{A} \cdot \rho$$

l - אורך הנגד (הדרך שהמטענים עושים בנגד).

A - שטח חתך, שטח בנגד המאונך לכיוון הזרם.

ρ - התנגדות סגולית, תכונה שתלויה בסוג החומר ובטמפרטורה ונתונה בטבלאות.

ההתנגדות של ננד משתנה:

כאשר x הוא אורך הנגד (המשתנה)

$$R(x) = \rho \cdot \frac{x}{A} = \rho x$$

r - התנגדות ליחידת אורך (בדרך קבוע) ביחידות של אוהם למטר.

כא"מ ומתח הדקים בסוללה לא אידיאלית: ε = V + Ir

ε - כא"מ, המתח המקסימאלי של הסוללה.

V - מתח הדקים. r - התנגדות פנימית. I - זרם בסוללה.

נוסחה נוספת למתח הדקים עם ההתנגדות השקולה (R_T):

וללא הזרם:

$$V_{\text{הדקים}} = \frac{\varepsilon R_T}{R_T + r}$$

עבודה אנרגיה והספק ברכיבים במעגל:

העבודה שמתבצעת על מטען q שעובר בנגד תחת מתח V היא:

הספק קבוע או ממוצע:

$$W = qV = Q$$

כאשר Q זה החום שנוצר בנגד.

העבודה שהתבצעה במרווח הזמן Δt:

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

1W=1J/1sec - היחידות הסטנדרטיות של הספק הן וואט:

נוסחה נוספת להספק שנכונה גם להספק רגעי:

השוויון הראשון נכון לכל רכיב חשמלי והשניים האחרונים (עם R) נכונים רק לנגד.

$$P = IV = I^2 R = V^2 / R$$

חיבור נגדים במעגל:

הצד בו הפרוטונים נכנסים לנגד הוא הצד שבו הזרם נכנס לנגד.

חיבור נגדים בטור:

חיבור בטור נעשה כאשר הזרם בנגדים זהה

המתח על הנגד השקול שווה לסכום המתחים

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

חיבור נגדים במקביל:

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 + \dots$$

הזרם בנגד השקול שווה לסכום הזרמים

הזרם בנגד השקול שווה לסכום הזרמים

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

הספק המעגל הוא סך ההספקים של הנגדים במעגל או ההספק של הנגד השקול.

הספק המעגל שווה להספק המקור (בסוללה אידיאלית).

חוקי קירכהוף:

מתאים לפתור מעגלים עם מספר מקורות מתח.

1. סך הזרמים שנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים שיוצאים מהצומת.

2. סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

נעשה לולאות מתחים עד אשר נעבור על כל הרכיבים במעגל. נוסף משוואות זרמים ונקבל מערכת משוואות ממנה ניתן למצוא את הזרמים.

קבלים:

קבל הוא רכיב חשמלי היכול לאגור מטען.

קיבול הוא היחס בין המטען על הקבל לבין המתח בו הוא נמצא.

הנוסחה הבסיסית של קבל (הגדרת הקיבול):

$$C = \frac{Q}{V}$$

C - הקיבול של הרכיב. V - המתח בין שני החלקים.

Q - המטען על הלוח החיובי.

יחידות הקיבול הן Farad:

סוגי קבלים נפוצים: קבל לוחות, קבל כדורי וקבל גילי.

$$1 \cdot \text{Farad} = \frac{1 \cdot \text{Coulomb}}{1 \cdot \text{Volt}}$$

בדרי"כ נעסוק בקבלים עם שני לוחות (קבל לוחות).

הקיבול של קבל לוחות:

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

A - שטח כל לוח. d - המרחק בין הלוחות.

תכונת הקיבול: הקיבול תלוי רק במבנה הגיאומטרי (אף פעם לא יהיה תלוי במטען על הקבל או במתח שנופל עליו).

לכן הוא תמיד קבוע במעגל (אלא אם משנים את המבנה).

סימון הקבל במעגל: -||-

לאחר שעבר זמן רב הקבל מתנהג כמו נתק במעגל: כאשר מחברים קבל למקור הוא מתחיל לאגור מטען, תהליך זה נקרא טעינה. התהליך נפסק כאשר המתח בקבל שווה

- ניתן לרשום גם את היחס בין העוצמות של שני דציבלים

שונים α ו- β : $\frac{I_a}{I_b} = 10^{\left(\frac{\alpha-\beta}{10}\right)}$

האנרגיה של גל קול: $E = I \cdot S \cdot t$

E - האנרגיה הכוללת של גל הקול. I - העוצמה בדציבל.
 S - שטח החתך בו הגל פוגע.
 t - משך הזמן שהקול פוגע בשטח החתך.

מבוא לאופטיקה

חוק סנל: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

כאשר n הם מקדמי השבירה של התווך ו- θ הן הזוויות בין הקרן שפוגעת/מוחזרת לבין האנך למשטח.

נוסחת העדשות: $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

u - מרחק העצם מהעדשה. v - מרחק הדמות מהעדשה.
 f - מוקד העדשה.

הגדלה קווית: $m = \frac{H_i}{H_o} = \frac{|v|}{|u|}$

H_i - גובה הדמות. H_o - גובה העצם.

עוצמת העדשה: $C = \frac{1}{f}$

האטום - התפתחות היסטורית ומודל בוהר

תנחת בוהר: $m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$; $E_{ph} = |E_f - E_i|$

m_e - מסת האלקטרון. v_n - מהירות האלקטרון ברדיוס מסדר n .
 r_n - הרדיוס ה- n . $n = 1, 2, 3, \dots$ מספר חיובי שלם.
 $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ הוא קבוע פלאנק.

E_{ph} - אנרגיית פוטון שנפלט/נבלע.

E_i ו- E_f הן אנרגיות האלקטרון לפני ואחרי התהליך.

רמות אנרגיה באטום מימן: $E_n = -\frac{R^*}{n^2} (U_\infty = 0)$

קבוע רידברג: $R^* = \frac{2\pi^2 k^2 m_e e^4}{h^2} = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = 13.6 \text{ eV}$

$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ - קבוע קולון.

$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$ - קבוע הפרמטיביות של הריק.

רדיוסי המסלולים המותרים של האלקטרון באטום מימן:

$r_n = r_1 n^2$; $r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 m_e k e^2} = 0.529 \text{ \AA}$

r_1 - רדיוס הבסיס של האלקטרון

האפקט הפוטואלקטרי

אנרגיה של פוטון: $E_{ph} = hf$

$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ הוא קבוע פלאנק. f - תדירות הפוטון.

- ניתן לקבל את האנרגיה באלקטרון וולט על ידי הצבה של אורך הגל λ באנגסטרומים ($\text{\AA}$) או בננומטר (nm):

$E(\text{eV}) = \frac{1240}{\lambda(\text{\AA})} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$

אפקט פוטואלקטרי: $E_{ph} = E_k + B$

E_k - האנרגיה הקינטית של אלקטרון הנפלט מהמתכת.
 B - פונקציית העבודה של המתכת.

דעיכה של מקור רדיואקטיבי:

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ או $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$

N - מספר גרעיני האב בזמן t .

N_0 - מספר גרעיני האב בזמן $t = 0$.

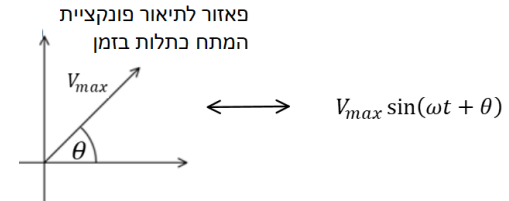
$\frac{dN}{dt}$ - קצב ההתפרקות של החומר הרדיואקטיבי.

λ - קבוע דעיכה

פעילות (מינוס קצב ההתפרקות) של מקור רדיואקטיבי:

$R = \lambda N$

זמן מחצית החיים: $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$



בשביל לחבר שני גדלים התלויים בזמן נחבר את הפאזורים שלהם (הקטור השקול מתאר את הערך המקסימאלי והפאזה של התוצאה).

העכבה (אימפדנס) של המעגל

עכבה היא "ההתנגדות השקולה" של מעגל מתח חילופין

$Z = \frac{V_{s\max}}{I_{\max}} = \sqrt{(X_{LT} - X_{CT})^2 + R_T^2}$

השוויון האחרון נכון רק למעגל טורי.

$V_{s\max}$ - המתח המקסימאלי של המקור.

X_{LT} ו- R_T הם ההתנגדות השקולה, סכום ההיגבים של הקבלים וסכום ההיגבים של המשרנים.

זווית המופע של המקור: $\tan \theta_s = \frac{X_{LT} - X_{CT}}{R_T}$

זרם אפקטיבי ומתח אפקטיבי: $I_{\text{eff}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$; $V_{\text{eff}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}}$

- הם שורש הממוצע של ריבוע הגודל (סוג של ממוצע בזמן רק לגודל המתח והזרם).

תהודה: מצב שבו הזרם הזרם האפקטיבי מקסימאלי. מתרחשת כאשר פאזות המקור מתאפסת.

התדירות בה יש תהודה במעגל RLC טורי: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

הספק ממוצע בנגד: $\bar{P}_R = I_{\text{eff}} V_{R\text{eff}} = I_{\text{eff}} V_{\text{seff}} \cos \theta_s$

θ_s - הפאזה של המקור

גורם ההספק: $\cos \theta_s$

- היחס בין ההספק בנגד להספק בקבל והמשרן.

- ככל שהגורם גבוה יותר כך ניצול האנרגיה במעגל טוב יותר.

גלים והתאבכות גלים

מהירות גל מחזורי: $v = \lambda f$

λ - אורך הגל. f - תדירות הגל.

חוק השבירה: $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$

θ - הזוויות בין הקרן הפוגעת/מוחזרת לאנך למשטח.

n - מקדם השבירה של כל תווך.

v - מהירות הגל בכל תווך.

גל עומד במיתר שקצותיו קשורים: $\ell = n \frac{\lambda}{2}$

ℓ - אורך המיתר. n - מספר נקודות הקמר (מקסימי) קווי מקסימום ראשיים בהתאבכות משני מקורות (ויותר) שווי-מופע: $\sin \theta_n = \frac{x_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{d}$

θ_n - זווית הסטייה של האור המגיע לנק' המקסימום ביחס לכיוון המאונך למישור החריצים.

X_n - המרחק בין אמצע הלוח והמקסימום מסדר n .

L_n - המרחק בין המרכז של החריצים למקסימום מסדר n .

d - סדר קו המקסימום. λ - אורך הגל.

d - המרחק בין החריצים.

קווי מינימום בהתאבכות משני מקורות שווי-מופע: $\sin \theta_n = \frac{x_n}{L_n} = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{d}$

θ_n - זווית הסטייה של האור המגיע לנק' המינימום ביחס לכיוון המאונך למישור החריצים.

X_n - המרחק בין אמצע הלוח והמינימום מסדר n .

L_n - המרחק בין המרכז של החריצים למינימום מסדר n .

d - אורך הגל. λ - המרחק בין החריצים.

נוסחת יאנג: $\frac{\Delta x}{L} = \frac{\lambda}{d}$

Δx - רוחב פס האור. L - מרחק האנך למסך מהחריצים.

d - אורך הגל. λ - המרחק בין החריצים.

קווי מקסימום בהתאבכות בסריג עקיפה: $\sin \theta_n = n \frac{\lambda}{d} = nN \cdot \lambda$

θ_n - הזווית למקסימום מסדר n .

d - המרחק בין שני חריצים צמודים. N - קבוע הסריג.

קווי צומת בעקיפה בסדר יחיד: $\sin \theta_n = \frac{x_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{w}$

θ_n - הזווית למינימום מסדר n .

X_n - מרחק מרכז המינימום מסדר n למרכז המקסימום המרכזי. L_n - המרחק בין החריץ למינימום מסדר n .

w - רוחב החריץ.

עוצמה של גלי קול ביחס לסף השמיע: $\frac{I_a}{I_0} = 10^{\left(\frac{\alpha}{10}\right)}$

כאשר I_a היא עוצמת הקול של α דציבל. I_0 - סף השמיע של אדם.



הספק של כוח הפועל על גוף בתנועה: $P = F \cdot v \cdot \cos \alpha$

כאשר α היא מהירות הגוף ו- α הזווית בין הכוח למהירות

מעגלי זרם חילופין

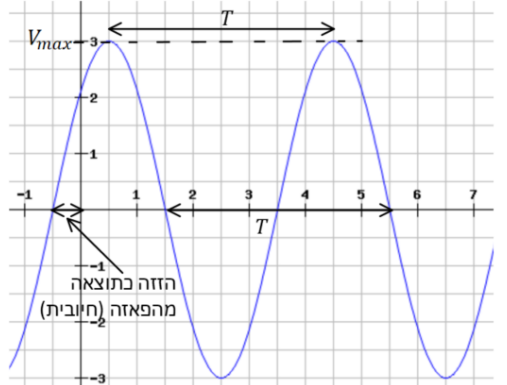
המתח והזרם במעגלי זרם חילופים:

$V(t) = V_{\max} \sin(\omega t + \theta)$; $I(t) = I_{\max} \sin(\omega t)$

ניתן לעבוד גם עם פונקציית קוסינוס במקום סינוס ההבדל יהיה רק בפאזה. הפאזה בפונקציית סינוס גדולה ב- $\frac{\pi}{2}$ מהפאזה בקוסינוס.

תדירות הזוויתית: $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

T - זמן המחזור ו- f - התדירות בהרץ
 θ - היא הפאזה של המתח ביחס לזרם
- דוגמה לגרף של המתח כתלות בזמן:



- זמן מחזור הוא המרחק בין שיא לשיא וממנו ניתן לחשב את התדירות.

- הפאזה מזיזה את הגרף. פאזה חיובית מזיזה את הגרף שמאלה ושלילית מימנה.

חישוב הפאזה: $V(t) = V_{\max} \sin(\theta)$

$V(0)$ הוא הערך באפס (חיתוך עם הציר האנכי בגרף) נגד במעגל מתח חילופין:

חוק אוהם: $V_R(t) = RI(t)$

R - התנגדות הנגד (קבוע).

הפאזה של המתח בנגד היא אפס ביחס לזרם.

קבל במתח חילופין:

הגדרת הקיבול, והקשר של המתח לזרם:

$Q(t) = CV_C(t)$; $I(t) = \frac{dQ}{dt} \Rightarrow I(t) = C \frac{dV_C(t)}{dt}$

C - קיבול (קבוע).

הפאזה של המתח בקבל היא $-\frac{\pi}{2}$ ביחס לזרם.

היגב של קבל: $X_C = \frac{1}{\omega C}$

היגב: מוגדר לפי $X = \frac{V_{\max}}{I_{\max}}$, להיגב יחידות של התנגדות ונותן אומדן של סוג של התנגדות של הרכיב במעגל.

- בתדירות מאוד נמוכה, מתח המקור כמעט ולא משתנה ומקבלים מעגל מתח ישר, הקבל הופך לנתק. היגב גבוהה מאוד.

- בתדירות מאוד גבוהה, המתח משתנה מהר מאוד והקבל לא מספיק להטען. הקבל הופך לקצר (מתח אפס). היגב נמוך מאוד.

סליל במעגל מתח חילופין:

הקשר בין המתח לזרם: $V_L(t) = L \frac{dI(t)}{dt}$

L - השראות (קבוע)

הפאזה של המתח בסליל היא $\frac{\pi}{2}$ ביחס לזרם.

היגב של סליל: $X_L = \omega L$

- בתדירות מאוד נמוכה, אין שינוי בזרם ולכן המתח של הסליל אפס, הסליל מתנהג כמו קצר, היגב נמוך מאוד.

- בתדירות מאוד גבוהה, שינוי זרם גדול יוצר מתח נגדי גדול בסליל. הסליל הופך לנתק. היגב גבוה מאוד.

פאזורים: פאזור הוא תאור של גודל סינוס המשתנה בזמן באמצעות וקטור. גודל הוקטור הוא הערך המקסימלי והזווית עם הציר האופקי היא הפאזה.