

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמים 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.

זרם: $I = \frac{dq}{dt}$

- כמות המטען שעוברת (דרך שטח חתך) ביחידת זמן.

חוק אוהם: הקשר בין המתח לזרם **בנגד:** $V = IR$

חיבור נגדים בטור: נגדים עם זרם זהה: $R_T = R_1 + R_2$

כאשר R_T התנגדות הנגד השקול.

$V_T = V_1 + V_2$
 $I_T = I_1 = I_2$

כאשר V_T ו- I_T הם המתח והזרם בנגד השקול.

חיבור נגדים במקביל: נגדים עם מתח זהה:

$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
 $I_T = I_1 + I_2$
 $V_T = V_1 = V_2$

עבור יותר משני נגדים הנוסחאות ממשיכות באופן דומה:

בטור: $R_T = \sum R_i$, $V_T = \sum V_i$, $I_T = I_i$

במקביל: $\frac{1}{R_T} = \sum \frac{1}{R_i}$, $I_T = \sum I_i$, $V_T = V_i$

מד זרם (אמפרמטר) אידיאלי - מחובר בטור ובעל התנגדות זניחה.

מד מתח (וולטמטר) אידיאלי - מחובר במקביל לרכיב הנמדד, בעל התנגדות מאוד גבוהה.

התפקיד בנגד: $P = IV = I^2 R = \frac{V^2}{R}$

$P = IV$ נכון לכל רכיב חשמלי, שני השוויונים האחרים הם לאחר שימוש בחוק אוהם ונכונים רק בנגד.

נתק: מצב בו לא עובר זרם - חוט חתוך או התנגדות אינסופית.

קצר: מצב בו אין התנגדות

מקור מתח לא אידיאלי: $V = \mathcal{E} - Ir$

V - מתח הדקים, המתח בין קצוות הסוללה או המתח שמרגיש המעגל - תלוי בזרם.

$\mathcal{E}$ - כח"מ הסוללה, מתח פנימי שאינו משתנה.

r - ההתנגדות הפנימית.

חוקי קירכהוף (לפתרון מעגלים מורכבים):

נגדיר זרם לכל חוט במעגל.

נרשום משוואות מתחים, סכום המתחים במסלול סגור שווה לאפס. (להוסיף משוואות עד שעוברים על כל הרכיבים במעגל).

נרשום משוואות זרמים, בכל צומת סך הזרם שנכנס שווה לסך הזרם שיוצא.

נפתור את מערכת המשוואות.

GOOL

חומרים דיאלקטרים

חומר דיאלקטרי הוא חומר שמכיל דיפולים. במצב רגיל כל דיפול לכיוון שונה והשדה הממוצע בחומר הוא אפס.

כשמכניסים את החומר לשדה חיצוני הדיפולים מתיישרים ויוצרים שדה מנוגד לשדה החיצוני.

השדה בתוך חומר דיאלקטרי לינארי ואיזוטרופי:

$\vec{E} = \frac{\vec{E}_{free}}{\epsilon_r}$

$\vec{E}_{free}$ הוא השדה שנוצר ממטענים חופשיים/מחוץ לחומר.

$\vec{E}$ הוא השדה הכולל בתוך החומר (מהמטענים החופשיים והדיפולים של החומר).

ϵ_r או κ - מקדם דיאלקטרי של החומר - תכונה של החומר בדרי"כ קבוע וידוע. $\epsilon_r > 1$ ו- $\epsilon_r = \epsilon_0 \epsilon_r$

צפיפות המטען שיוצרת את השדה החיצוני:

$\sigma_{free} = \epsilon_0 E_{free}$

צפיפות המטען הכוללת: $\sigma_T = \epsilon_0 E$

צפיפות מטען מושרית/קשורה: צפיפות מטען שנוצרת על שפת החומר הדיאלקטרי מהקיטוב של הדיפולים:

$\sigma_i = \sigma_T - \sigma_{free}$

GOOL

חומרים דיאלקטרים

הגדרת הקיבול:

הקיבול היא תכונה קבועה ותלויה רק במבנה הגיאומטרי של הגוף (ולא במתח או במטען על הרכיב).

קיבול של קבל לוחות:

$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

A - שטח כל לוח. d - מרחק בין הלוחות, $d \ll \sqrt{A}$.

שדה בתוך קבל לוחות:

$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{V}{d}$

σ - צפיפות המטען ליחידת שטח בכל לוח.

V - המתח בין הלוחות. d - מרחק בין הלוחות.

קיבול של קבל גלילי:

$C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln \frac{b}{a}}$

a ו- b - רדיוס הגליל הפנימי והחיצוני בהתאמה.

L - אורך הגלילים, $a, b \ll L$

הקיבול של קבל המלא בחומר דיאלקטרי אחיד: $C' = kC_0$

k (או ϵ_r) - המקדם הדיאלקטרי של החומר.

C_0 - הקיבול ללא החומר הדיאלקטרי.

חיבור קבלים בטור (קבלים עם מטען זהה):

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

כאשר $V_T = V_1 = V_2$ ו- $Q_T = Q_1 = Q_2$

חיבור קבלים במקביל (מתח זהה): $C_T = C_1 + C_2$

כאשר $V_T = V_1 = V_2$ ו- $Q_T = Q_1 + Q_2$

שיטה 1 לחישוב קיבול - לפי הגדרה:

א. נניח שיש מטען Q על לוחות הקבל.

ב. נחשב את השדה בין הלוחות

ג. נחשב את המתח בין הלוחות

ד. נציב בנוסחה (בדרי"כ יצטמצם)

שיטה 2 לחישוב קיבול - פירוק הקבל לקבלים חלקיים:

א. נפרק את הקבל לקבלים שמחוברים בטור או במקביל

ב. נחשב את הקיבול של כל אחד

ג. נחבר חזרה באמצעות הנוסחאות

אנרגיה האגורה בקבל: $U_C = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} qV$

העבודה שמבצעת הסוללה: $W_S = \Delta q V_S = -2\Delta U_C$

Δq הוא המטען שעבר דרכה (זוה המטען שקיבל הקבל)

הכוח הפועל על חומר דיאלקטרי בקבל: $F = \left| \frac{dU_C}{dx} \right|$

הכוח תמיד מושך את החומר פנימה.

פריקה וטעינה של קבל

מעגל טעינה:

משוואת המתחים: $V_0 - \frac{q}{C} - IR = 0$

$I = \frac{dq}{dt}$

המטען והמתח על הקבל בזמן/בטעינה:

$q(t) = CV_0 (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$; $V_C(t) = V_0 (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

$\tau = RC$ הוא קבוע הזמן אופייני

הזרם כתלות בזמן:

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

בהתחלה ($t = 0$) הקבל מתנהג כמו קצר, המתח והמטען על הקבל הם אפס

והזרם הוא $\frac{V_0}{R}$

לאחר זמן רב ($t > 5\tau$) הקבל מתנהג כמו נקת, המטען והמתח קבועים והזרם מתאפס.

מעגל פריקה:

משוואת המתחים: $\frac{q}{C} - IR = 0$

$I = -\frac{dq}{dt}$

המטען והמתח על הקבל כתלות בזמן (בפריקה):

$q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$; $V_C(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$; $Q_0 = CV_0$

הזרם כתלות בזמן בפריקה זהה לטעינה:

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

התלות של ההתנגדות במבנה הנגד:

$R = \rho \frac{L}{S}$

ρ - התנגדות סגולית, תלויה בחומר (לא להתבלבל עם צפיפות מטען נפחית).

L - אורך הנגד, הדרך שהמטענים עושים בנגד.

S (או A) - שטח החתך, משטח שמאונך לכיוון הזרם.

הערה: **שטח החתך וההתנגדות הסגולית צריכים להיות אחידים לאורך הנגד.** במידה והם לא אחידים צריך לחלק את הנגד לחתיכות, לחשב התנגדות של כל חתיכה ולסכום לפי סוג החיבור (במקביל/בטור)

מוליכות (לא לכלבל עם צפיפות מטען משטחית): $\sigma = \frac{1}{\rho}$

צפיפות הזרם ליחידת שטח: $\vec{J} = \int \vec{J} \cdot d\vec{S}$

כאשר האינטגרל הוא על שטח החתך, שטח שמאונך ל- $\vec{J}$.

אם $\vec{J}$ אחידה אז: $I = JS$

חוק אוהם הדיפרנציאלי: $\vec{J} = \sigma \vec{E}$

כאשר σ היא המוליכות ו- E השדה החשמלי.

חישוב צפיפות זרם עבור צפיפות מטען נפחית בתנועה:

כאשר ρ היא צפיפות נושאי המטען ליחידת נפח ו- $\vec{v}$ היא מהירות נושאי המטען. במוליך, $\rho = nq$ כאשר n הוא מספר נושאי המטען ליח נפח ו- q הוא המטען של נושא מטען יחיד, בד"כ אלקטרון. מהירות המטענים נקראת מהירות הסחיפה $\vec{v}_{drift}$.

צפיפות הזרם ליחידת אורך: $I = \int \vec{k} \cdot d\vec{l}$

כאשר האינטגרל הוא על אורך שמאונך ל- $\vec{k}$

אם $\vec{k}$ אחידה אז: $I = kl$

חישוב צפיפות זרם עבור צפיפות מטען משטחית בתנועה:

$\vec{k} = \sigma \vec{v}$

עבור צפיפות מטען ליחידת אורך λ בתנועה נקבל: $I = \lambda v$

הכוח המגנטי - חוק לורנץ

חוק לורנץ - הכוח המגנטי: $\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$

ניתן לחשב את הכוח בשני 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 (עדף 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:

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

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

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

$v \cos \alpha$ היא מהירות ההתקדמות לאורך ציר השדה.

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

הכוח המגנטי על תיל נושא זרם

הכוח הפועל על חתיכת תיל קטנה באורך dl עם זרם I

הנמצאת בשדה מגנטי B הוא: $d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$

- אם התיל ישר בשדה אחיד אז גודל הכוח הוא:

$F = BIl \sin \alpha$

את כיוון הכוח יש למצא לפי כלל יד ימין כמו בחוק לורנץ

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

הכוח על לולאה סגורה בשדה אחיד מתאפס.

הכוח על תיל בשדה אחיד אינו תלוי בצורת התיל, הכוח יהיה זהה לכוון הפועל על תיל ישר המתחיל ומסתיים באותם נקודות.

חוק ביו-סבר

חוק ביו-סבר, השדה המגנטי שיוצרת חתיכת זרם:

$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{|\vec{r}|^3} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{|\vec{r}|^2}$

$\vec{r}$ הוא הוקטור מהחתיכה לנקודה בה מחפשים את השדה.

$d\vec{l}$ הוא אורך החתיכה וכיוונו בכיוון הזרם.

חישוב הכיוון לפי כלל יד ימין:

או

השדה של תיל סופי:

$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$

1. חוק גאוס $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\epsilon_0} \int \rho dV$; $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$

2. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$; $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

השטף מגנטי על משטח סגור תמיד אפס, אין מטען מגנטי.

3. $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int \frac{d\vec{B}}{dt} \cdot d\vec{s}$; $\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{d\vec{B}}{dt}$

מהשוואה ניתן לקבל את חוק פאראדי $\epsilon = -\dot{\phi}_B$

4. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{j} \cdot d\vec{s} + \mu_0 \epsilon_0 \int \frac{d\vec{E}}{dt} \cdot d\vec{s}$;

$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$

חוק אמפר והתיקון של מקסוול (שנקרא גם זרם העתקה)

שדות משתנים בזמן חרם העתקה

ממשוואות מקסוול רואים ששדה מגנטי שמשתנה בזמן יוצר שדה חשמלי ולהפך.

אם נתון שדה מגנטי משתנה בזמן וצריך לחשב את השדה החשמלי אז: נשתמש במשוואה השלישית של מקסוול כמו חוק פאראדי ובמקום הכא"מ נחשב את האינטגרל כאשר בדר"כ יש סימטריה גלילית והאינטגרל הופך ל $E2\pi r$

אם נתון שדה חשמלי משתנה בזמן וצריך לחשב את השדה המגנטי אז: נשתמש במשוואה הרביעית כמו חוק אמפר

רק שבמקום זרם יש $\int \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \cdot d\vec{s}$ (או במקום צפיפות זרם $\epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$) שנקרא זרם העתקה (לא באמת זרם).

גלים והתאבכות גלים

מהירות גל מחזורי: $v = \lambda f$

λ - אורך הגל. f - תדירות הגל.

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

θ - הזווית 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 (מקס/מיני) 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 .

n - סדר קו המקסימום. λ - אורך הגל.

d - המרחק בין החריצים.

קווי מינימום בהתאבכות משני מקורות שווי-מופע:

$\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = (n - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{d}$

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 - המרחק בין החריצים.

λ - אורך הגל.

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

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

λ - אורך הגל. d - המרחק בין החריצים.

קווי מקסימום בהתאבכות בסריג עקיפה:

$\sin \theta_n = n \frac{\lambda}{d} = n N \cdot \lambda$

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 השמיעה: $\frac{I_a}{I_0} = 10^{\left(\frac{\alpha}{10}\right)}$

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

- 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.

האטום - התפתחות היסטורית ומודל בוהר

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

m_e - מסת האלק' v_n - מהירות האלק' ברדיוס מסדר n .

כאשר $\vec{v}$ היא מהירות הגוף (שימו לב למכפלה הסקלרית)

כא"מ הנוצר במוט הנע בשדה מגנטי: $\epsilon = BLv \sin \alpha$

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.

מומנט דיפול מגנטי

דיפול מגנטי הוא לולאת זרם סגורה.

מומנט הדיפול המגנטי $\vec{\mu}$ לפעמים מסומן ב- $\vec{m}$: $\vec{\mu} = I \vec{A}$

I - הזרם בלולאה. $\vec{A}$ - השטח הסגור על-ידי הלולאה.

כיוונו במאונך למשטח ובהתאם לכלל יד ימין של הזרם.

השדה שיוצר דיפול מגנטי במרחק הגדול בהרבה מממדי

הדיפול: $\vec{B} = \frac{\mu_0 [3(\vec{\mu} \cdot \hat{r})\hat{r} - \vec{\mu}]}{4\pi r^3}$

מומנט כוח שפועל על דיפול מגנטי הנמצא בשדה מגנטי

חיצוני: $\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$

האנרגיה הפוטנציאלית של דיפול מגנטי בשדה מגנטי

חיצוני: $U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$

השראות ברכיב: $L = \frac{\Phi_B}{I}$

Φ_B הוא השטף המגנטי דרך הרכיב ו- I הזרם ברכיב.

- ההשראות היא **תכונה שתלויה רק במבנה** ולכן היא בד"כ קבועה.

חישוב השראות לפי הגדרה:

1. נניח שזרם זרם I ברכיב.

2. נחשב את השדה המגנטי הנוצר מהזרם בתוך הרכיב.

3. נחשב את השטף המגנטי ברכיב.

4. נציב בנוסחה של ההשראות והזרם יצטמצם.

השראות של סליל: $L = \frac{\mu_0 \pi a^2 N^2}{l}$

N מספר הליפופים הכולל, l אורך הסליל ו- a רדיוס טבעת

כא"מ ברכיב עם השראות L: $\epsilon = -L \dot{I}$

האנרגיה האגורה בסליל (או בכל רכיב בעל השראות):

$U_L = \frac{1}{2} L I^2$

$U = \int \frac{B^2}{2\mu_0} dV$ **האנרגיה האגורה בשדה המגנטי:**

- את האינטגרל עושים על כל המרחב.

- זו אותה האנרגיה שמחשבים באמצעות ההשראות (פשוט צורת חישוב אחרת).

- ניתן לחשב השראות דרך השוואה של שתי הנוסחאות האחרונות של האנרגיה (תניחו זרם והוא יצטמצם בסוף).

המתח על סליל (משך) במעגל: $V_L = L \dot{I}$

הצד הגבוה הוא בנקודה שבה נכנס הזרם לסליל.

מעגלי RL

טעינה:

$V_0 - IR - L \dot{I} = 0$

$I(t) = \frac{V_0}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$

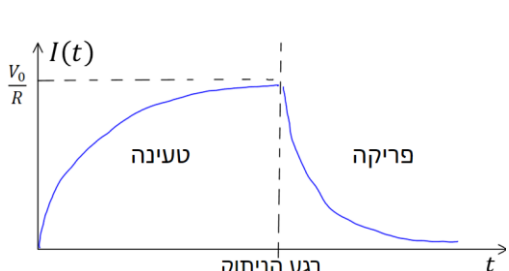
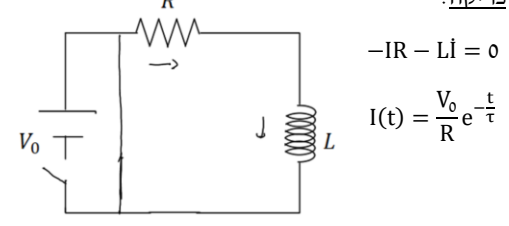
$\tau = \frac{L}{R}$

- סליל (או משרן) מתנהג בהתחלה כמו נטק ולאחר זמן רב כמו קצר.

פריקה:

$-IR - L \dot{I} = 0$

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



חיבור סלילים (משרנים) במעגל הוא כמו חיבור נגדים:

בטור: $L_T = L_1 + L_2 + \dots$

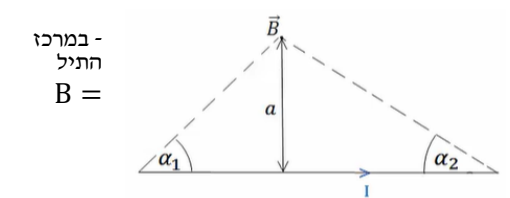
כאשר $V_T = V_1 = V_2 = \dots$ ו- $I_T = I_1 = I_2 = \dots$

במקביל: $\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots$

כאשר $V_T = V_1 = V_2 = \dots$ ו- $I_T = I_1 + I_2 + \dots$

משוואות מקסוול

הצורה הדיפרנציאלית: הצורה האינטגרלית:



במרכז התיל B = $\frac{\mu_0 I}{4\pi a \left(\left(\frac{L}{2}\right)^2 + a^2\right)^{\frac{3}{2}}}$, (L אורך התיל)

שדה של טבעת לאורך ציר הסימטריה: $B = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$

כיוון השדה לפי כלל הבורג:

כוח ליחידת אורך בין שני תילים מקבילים:

$\frac{dF}{dl} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$

הכוח הוא כוח משיכה אם הזרמים באותו כיוון, ודחייה אם כיוון הזרמים הפוך.

חוק אמפר

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$; $I_{in} = \int \vec{j} \cdot d\vec{s}$

- כאשר האינטגרל הוא על הרכיב המשיק של B לאורך מסלול סגור. בדר"כ נבחר מקרים בהם B אחיד לאורך המסלול והאינטגרל יהיה B כפול אורך המסלול.

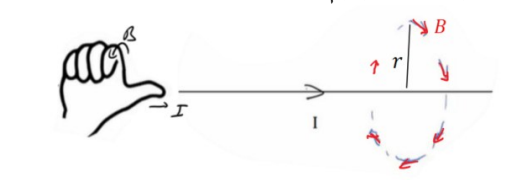
- הזרם הוא סך הזרם שעובר דרך השטח הסגור במסלול. **המקרים הנפוצים של חוק אמפר:**

1. תיל / גליל / מעטפת גלילית אינסופיים.

2. מישור אינסופי. 3. סליל אינסופי / טורואיד.

שדה של תיל אינסופי: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

כאשר r הוא המרחק מהתיל.



כאשר הזרם בכיוון $\hat{z}$ השדה בכיוון $\hat{\theta}$

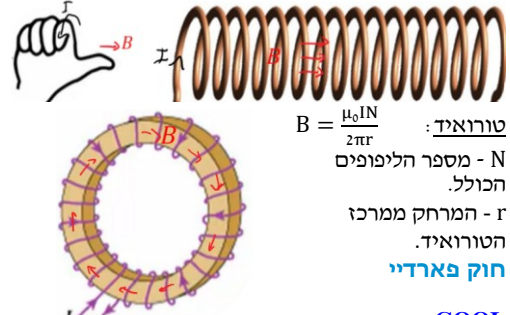
שדה של מישור אינסופי: $\vec{B} = \frac{\mu_0 \sigma v}{2} \begin{cases} -\hat{y}, & z > 0 \\ \hat{y}, & z < 0 \end{cases}$

עבור מישור דק הטעון בצפיפות משטחית σ ונע בכיוון $\hat{x}$ במהירות v .

שדה של סליל אינסופי/סולנואיד: $B = \mu_0 n I$

כאשר n הוא מספר הליפופים ליחידת אורך של הסליל.

- כיוון: לפי כלל הבורג, האצטיות בכיוון הזרם והאורך בכיוון השדה.



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

N - מספר הליפופים הכולל.

r - המרחק ממרכז הטורואיד.

חוק פאראדי

חוק פאראדי: $\epsilon = -\frac{d\phi_B}{dt}$; $\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{s}$



הספק של כוח הפועל על גוף בתנועה: $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

$$r_n - \text{הרדיוס ה-} n. n - \text{מספר חיובי שלם } n = 1, 2, 3, \dots$$

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

$$E_{ph} - \text{אנרגיית פוטון שנפלט/נבלע.}$$

$$E_f \text{ ו-} E_i \quad \text{הן אנרגיות האלק לפני ואחרי התהליך.}$$

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

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

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

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

$$\text{רדיוסי המסלולים המותרים של האלקטרון באטום מימן:}$$

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

$$r_1 - \text{רדיוס הבסיס של האלק'}$$

GOOL

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 באנגסטרום ($\text{\AA}$) או בננומטר (nm):

$$E(eV) = \frac{12400}{\lambda(\text{\AA})} = \frac{1240}{\lambda(nm)}$$

אפקט פוטואלקטרי: $E_{ph} = E_k + B$

E_k – האנרגיה הקינטית של אלק' הנפלט מהמתכת.

B – פונקציית העבודה של המתכת.

דעיכה של מקור רדיואקטיבי:

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

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:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$