

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.

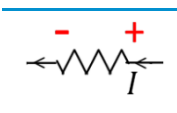
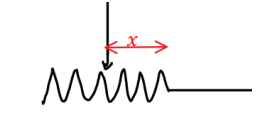
כל הזכויות שמורות למני גבאי ולאתר GOOL

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.

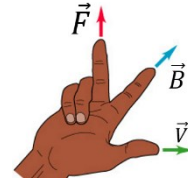
מבנה החומר	GOOL
גודל אטום המימן (הקטן ביותר):	$0.53 \cdot 10^{-10} m$
יחידת האנגסטרם:	$1 \text{\AA} = 10^{-10} m$
פרוטונים מסמנים ב- p נויטרונים ב- n אלקטרונים ב- e	
מסת הפרוטון והנויטרון:	$m_n \approx m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$
מסת האלקטרון:	$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$
מסת האלק' קטנה בערך פי 2000 ממסת הפרוטון וזניחה ביחס אליו. לכן, בקירוב טוב, הפרוטונים והנויטרונים קובעים את מסת האטום.	
מטען האלקטרון:	$q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} C$
מטען הפרוטון וזהו הפוך בסימנו:	$q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} C$
הנויטרון לא מושפע מהכוח החשמלי ולכן אין לו מטען.	
המטען החשמלי של כל גוף יהיה חיובי להיות כפולה שלמה של מטען הפרוטון או האלקטרון.	
הכוח החשמלי - חוק קולון	GOOL
חוק קולון:	$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$
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.	
שוני שדה: מתארים איכותית את השדה במרחב. כיוון השדה בנקודה משיק לקווי השדה וגודלו בהתאם לצפיפות הקווים.	
חוק גאוס ברמה איכותית	GOOL
הקבוע הדיאלקטרי 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 .	
השדה של כדור וקליפה כדורית מחוץ לכדור או הקליפה הוא כמו של מטען נקודתי:	$E = \frac{kQ}{r^2}$
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.	
השדה של מישור אינסופי:	$E = 2\pi k \sigma = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
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	$E = 0$
הוא $4\pi k \sigma$ בין המישורים ואפס מחוץ	$E = 4\pi k \sigma$
השדה של תיל אינסופי:	$E = \frac{2k\lambda}{r}$
λ - היא צפיפות המטען ליחידת אורך בתיל ($\lambda = \frac{Q}{L}$)	
r - הוא המרחק מהתיל.	
אותה הנוסחה גם עבור גליל מלא או קליפה גלילית אינסופיים מחוץ לגליל או לקליפה.	
בקליפה גלילית דקה ובגליל מלא מוליך השדה בתוך הקליפה/גליל מוליך הוא אפס.	
כיוון השדה הוא בכיוון הרדיאלי (גלילי)	
תנועה בשדה חשמלי אחיד	GOOL
אם השדה אחיד או יש תנועה בתאוצה קבועה. כמו תנועה בליסטית. גודל התאוצה הוא:	$a = \frac{qE}{m}$
כיוון התאוצה בכיוון השדה עבור מטען חיובי והפוך לשדה עבור מטען שלילי	
מוליכים	GOOL
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 (במצב סטטי).	
הפוטנציאל במוליך אחיד (קבוע).	
הארקה: חיבור לקרקע, מאפסת את הפוטנציאל.	

מתח פוטנציאל 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): $U = \frac{kq_1q_2}{r}$	
- שימו לב להציב גם את סימני המטענים בנוסחה!	
העבודה שמבצע הכוח החשמלי שווה למינוס השינוי באנרגיה הפוטנציאלית של המערכת (או המטען שנע):	
$W_{\text{חשמל}} = -\Delta U$	
העבודה הדרושה להזיז מטען היא עבודה שאנחנו מבצעים כנגד הכוח החשמלי ולכן היא מינוס העבודה של הכוח החשמלי ושווה לשינוי האנרגיה הפוטנציאלית (ללא מינוס): $\Delta U = -W_{\text{חשמל}}$	
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 :	
$U = qV$	
פונקציית הפוטנציאל שיוצר מטען נקודתי במרחב:	
$V = \frac{kq}{r}$	
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 האלקטרון וולט [eV]: יחידת של עבודה/אנרגיה. נוחה לעבודה, לדוגמה: האנרגיה של אלקטרון בפוטנציאל 5 וולט היא פשוט 5 אלקטרון וולט. $1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{J}$	
הפרש הפוטנציאלים (או המתח) בשדה אחיד:	
$\Delta V = -\vec{E} \cdot \Delta \vec{x} = - \vec{E} \Delta \vec{x} \cos \alpha$	
פוטנציאל של לוח אינסופי (כאשר בוחרים פוטנציאל אפס על הלוח):	
$U(x) = -2\pi k\sigma x$	
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	$V(r) = \begin{cases} \frac{kQ}{R}, & r \leq R \\ \frac{kQ}{r}, & r \geq R \end{cases}$
R - רדיוס הכדור	
r - המרחק ממרכז הכדור	
שימו לב שהפוטנציאל בתוך הכדור אינו תלוי במרחק (קבוע).	
הפוטנציאל של כדח"א: כדח"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 לכדח"א, מאלץ את הפוטנציאל של המוליך להיות אפס (כמו כדח"א).	
חישוב אנרגיה פוטנציאלית של מערכת שלמה (העבודה הדרושה לבניית המערכת):	
דרך 1: נסכים 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:	
$W = 0 + q_2 \left(\frac{kq_1}{r_{12}} \right) + q_3 \left(\frac{kq_1}{r_{13}} + \frac{kq_2}{r_{23}} \right)$	
דרך 2: נסכים את האנרגיה של כל זוג מטענים במערכת. במקרה של שלושה מטענים:	
$W = \frac{kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}}$	
GOOL	זרם מתח והתנגדות
הזרם הוא כמות המטען שעוברת ביחידת זמן	
חישוב זרם קבוע או ממוצע:	
$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	
I הוא סקלר אבל כיוון הזרם נקבע לפי כיוון תנועת המטענים החיוביים.	
היחסות 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:	
$q(t) = I \cdot \Delta t + q_0$	
מהירות סחיפה:	
$I = n_e A q_e v_d$	
n_e - מספר האלקטרונים ליחידת נפח.	

A - שטח חתך של המוליך. q_e - מטען האלקטרון.	
v_d - מהירות הסחיפה (מהירות ממוצעת של האלק' 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).	
מהירות האות החשמלי היא מהירות האור והיא גדולה בהרבה ממהירות הסחיפה.	
מקור מתח מבצע עבודה במעגל חשמלי סגור וגורם לתנועה של המטענים(זרם). המקור אינו מוסיף מטענים למעגל.	
חוק אוהם:	$V = IR$
V - מתח על הרכיב. I - זרם ברכיב. R - התנגדות הרכיב. נגד: מוליך שההתנגדות שלו גדולה בהרבה מן החוטים.	
תלות ההתנגדות במבנה הנגד:	$R = \frac{l}{A} \cdot \rho$
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 נגד משתנה:	
כאשר x הוא אורך הנגד (המשתנה)	$R(x) = \rho \cdot \frac{x}{A} = rx$
r - התנגדות ליחידת אורך (בדרך קבוע) ביחידות של אוהם למטר.	
כא"מ ומתח הדקים בסוללה לא אידיאלית: $\varepsilon = V + Ir$	
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 GOOL	
העבודה שמתבצעת על מטען q שעובר בנגד תחת מתח V היא:	$W = qV = Q$
כאשר Q זה החום שנוצר בנגד.	
הספק קבוע או ממוצע:	$P = \frac{W}{\Delta t}$
W - העבודה שהתבצעה במרווח הזמן Δt	
היחידות הסטנדרטיות של הספק הן וואט: $1W = 1J/sec$	
נוסחה נוספת להספק שנוכנה גם להספק רגעי:	
$P = IV = I^2 R = V^2 / R$	
השווין הראשון נכון לכל רכיב חשמלי והשניים האחרונים (עם R) נכונים רק לנגד.	
חיבור נגדים במעגל GOOL	
הצד בו הפוטנציאל גבוה בנגד הוא הצד שבו הזרם נכנס לנגד.	
חיבור נגדים בטור:	
חיבור בטור נעשה כאשר הזרם בנגדים זהה	
$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	
המתח על הנגד השקול שווה לסכום המתחים	
$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$	
חיבור נגדים במקביל:	
חיבור בטור נעשה כאשר המתח בנגדים זהה	
$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$	
הזרם בנגד השקול שווה לסכום הזרמים	
$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$	
הספק המעגל הוא סך ההספקים של הנגדים במעגל או ההספק של הנגד השקול. הספק המעגל שווה להספק המקור (בסוללה אידיאלית).	
חוקי קירכהוף GOOL	
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 למצא את הזרמים.	
נצילות במעגל החשמלי GOOL	
נצילות:	$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$
η - נצילות המעגל.	
P_{out} - ההספק המופק/מונצל ברכיבים השימושיים במעגל	
P_{in} - ההספק המושקע (של הסוללה)	
הכוח המגנטי - חוק לורנץ GOOL	
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).	



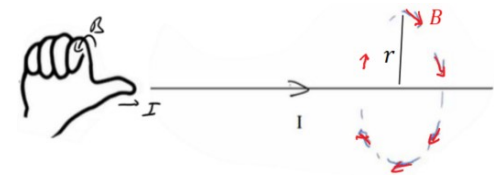
- דרך גודל וכיוון בנפרד, הגודל הוא: $F_B = qvB \sin \alpha$
 כאשר α היא הזווית בין המהירות לשדה. וכיוון לפי כלל יד ימין:
 - שימו לב שאתם עם יד ימין!
 - כיוון הכוח הוא עבור מטען חיובי (עבור מטען שלילי הכוח בכיוון הפוך).
 - לא להפוך את הסדר של האצבע והאמה (עדיף לעשות קודם אקדח).



תנועה בשדה אחיד: מטען q בעל מסה m הנע במהירות v בשדה מגנטי אחיד (המאונך למהירות) עושה תנועה מעגלית, רדיוס המעגל הוא:
 $R = \frac{mv}{qB}$
 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).

השדה המגנטי

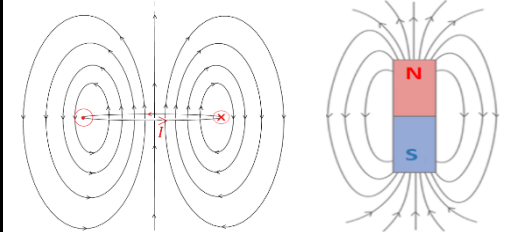
סימון וקטור לתוך הדף $\otimes$ והחוצה מהדף $\odot$ (אלינו)
 שדה של תיל אינסופי:
 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
 כאשר r הוא המרחק מהתיל.
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} N/A^2$ מקדם המגנטיות של הריק.
 כיוון השדה לפי כלל יד ימין (או הבורג):



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:

- הצפון הגאוגרפי אינו הצפון המגנטי.

- נהוג לחלק את השדה המגנטי לרכיב מקביל לפני כדה"א $B_{||}$ ורכיב נורמלי $B_{\perp}$.
 שדה של סליל אינסופי:
 בתוך הסליל השדה אחיד ושווה ל:
 $B = \frac{\mu_0 NI}{L}$
 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.

מחוץ לסליל וקרוב אליו ניתן להתייחס לשדה כאפס.
 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.

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.

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

הכוח ליחידת אורך בין שני תילים מקבילים:
 d - המרחק בין התילים.
 כוח משיכה אם הזרמים באותו כיוון ודחייה אם בכיוונים הפוכים

חוק פאראדי והשראות

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.

חוק פאראדי:
 $\epsilon = -\frac{d\phi_B}{dt}$

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

השוויון השני נכון אם $B_{\perp}$ אחיד בכל השטח. הכאמ מתנהג כמו מקור מתח במעגל. בד"כ נמצא באמצעות החוק רק את גודל הכאמ ואת הכיוון נמצא לפי חוק לנץ.
 חוק לנץ: הזרם נוצר בניגוד לשינוי בשטף.



הספק של כוח הפועל על גוף בתנועה: $P = F \cdot v \cdot \cos \alpha$
 כאשר v היא מהירות הגוף ו- α הזווית בין הכוח למהירות