

## 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!!

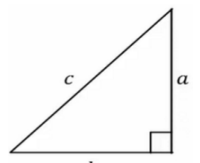
### מבנה הדף:



הדף בנוי משלושה טורים. ההתחלה היא בפניה 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.



ניצב שמול יתר  
 $\sin \alpha = \frac{a}{c}$   
 ניצב ליד יתר  
 $\cos \alpha = \frac{b}{c}$   
 ניצב שמול ליד ניצב  
 $\tan \alpha = \frac{a}{b}$   
 $\cot \alpha = \frac{b}{a}$   
 $a^2 + b^2 = c^2$

$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$	$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$	$90^\circ - \alpha$
$\tan(90^\circ - \alpha) = \cot \alpha$	$\cot(90^\circ - \alpha) = \tan \alpha$	
$\sin(90^\circ + \alpha) = \cos \alpha$	$\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$	$90^\circ + \alpha$
$\tan(90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$	$\cot(90^\circ + \alpha) = -\tan \alpha$	
$\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$	$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$	$180^\circ$
$\tan(180^\circ - \alpha) = -\tan \alpha$	$\cot(180^\circ - \alpha) = -\cot \alpha$	$-\alpha$
$\sin(-\alpha) = -\sin \alpha$	$\cos(-\alpha) = \cos \alpha$	$-\alpha$
$\tan(-\alpha) = -\tan \alpha$	$\cot(-\alpha) = -\cot \alpha$	
$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$		$2\alpha$
$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$		
$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \sin \beta \cos \alpha$		$\alpha \pm \beta$
$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$		

משוואת הקו הישר:  $y = mx + n$   
 $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan \alpha$  היא השיפוע, כאשר  $\alpha$  היא הזווית של הישר עם ציר ה-x.  
 $n$  היא נקודת חיתוך עם ציר ה-y.  
 מרחק בין שתי נקודות:  $d^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$

משוואת הפרבולה:  $y = ax^2 + bx + c$   
 $a$  חיוב הפרבולה מחייכת, שלילי בוכה.  
 קודקוד הפרבולה:  $x_{קודקוד} = -\frac{b}{2a}$   
 $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$   
 נוסחת השורשים:

חוקי חזקות:  $(ab)^c = a^c b^c$ ;  $a^b a^c = a^{b+c}$   
 $(a^b)^c = a^{bc}$ ;  $\frac{1}{a^b} = a^{-b}$

מעברים בין יחידות:  
 קילו (k) זה 1000:  $1km = 1000m$ ;  $1kg = 1000gr$   
 מילי (m) זה  $\frac{1}{1000}$  לדוגמה:  $1mm = \frac{1}{1000}m$   
 ומיליגרם  $1mg = \frac{1}{1000}gr$   
 ליטר:  $1liter = 1000cm^3$   
 סוב:  $1000m^3 = 1000liter$   
 שנת אור היא המרחק שהאור עושה בשנה:  $1lightyear = 9.4608 \cdot 10^{15}m$

צפיפות נפחית:  $\rho = \frac{M}{V}$ ; צפיפות משטחית:  $\sigma = \frac{M}{S}$   
 צפיפות אורכית:  $\lambda = \frac{M}{l}$   
 $V, S, l$  הם נפח שטח ואורך הגוף בהתאמה

העתק- השינוי במיקום הגוף:  $\Delta x = x_2 - x_1$   
 דרך- אורך כל המסלול שעשה הגוף, סימון באות S  
 מהירות ממוצעת או קבועה:  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$   
 המיקום כתלות בזמן במהירות קבועה:

גרפים: גרף המיקום במקרה של תנועה במהירות קבועה יהיה קו ישר. שיפוע הגרף הוא המהירות.  
 גרף המהירות במקרה של מהירות קבועה הוא קו ישר אופקי.  
 השטח מתת לגרף המהירות הוא ההעתק, עובדה זו נכונה גם עבור מהירות לא קבועה.  
 השטח החיובי מתחת לגרף המהירות הוא הדרך

תאוצה קבועה או ממוצעת:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$   
 מהירות כתלות בזמן בתנועה בתאוצה קבועה:  
 $v(t) = v_0 + a(t - t_0)$

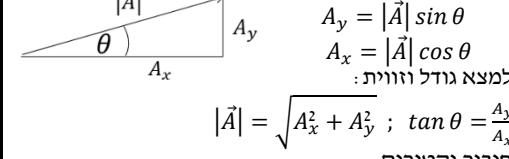
כאשר  $v_0$  היא המהירות בזמן  $t_0$  (בדרי"כ רגע תחילת התנועה)  
 מיקום כתלות בזמן בתנועה בתאוצה קבועה:

כאשר  $x_0$  ו  $v_0$  הן המיקום והמהירות בזמן  $t_0$  (בדרי"כ רגע התחלת התנועה)  
 $x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$

נוסחה נוספת המקשרת בין המהירות למיקום (ללא תלות בזמן): **תאוצה קבועה:**  
 $v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$

גרפים: התאוצה היא השיפוע בגרף של המהירות כתלות בזמן. השטח מתחת לגרף של התאוצה כתלות בזמן שווה לשינוי המהירות. הגרף של המיקום כתלות בזמן בתאוצה קבועה הוא פרבולה. תאוצה חיובית פרבולה מחייכת, תאוצה שלילית פרבולה עצובה.

קוטורים פירוק לרכיבים:  $A_y = |\vec{A}| \sin \theta$   
 $A_x = |\vec{A}| \cos \theta$   
 למצא גודל וזווית:  $|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ ;  $\tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$



חיבור וקטורים: בצורה גרפית נצימד ראש לזנב. וקטור הסכום יהיה וקטור מהזנב הראשון לראש הווקטור האחרון. תמיד ניתן להזיז וקטור במרחב כל עוד שומרים על האורך והכיוון שלו.  
 בצורה אלגברית נסכום את הרכיבים:  $\vec{A} + \vec{B} = (A_x + B_x, A_y + B_y)$

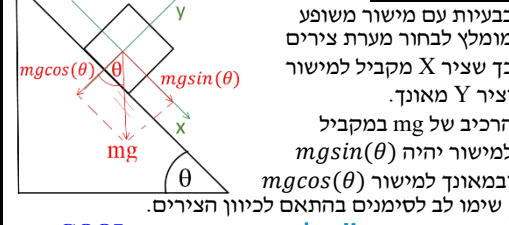
בצורה פולרית, נפרק לרכיבים ונסכום. כפ/חלוקה בסקלר: בצורה אלגברית, נכפיל/נחלק כל רכיב בסקלר:  $\vec{B} = \alpha \vec{A} = (\alpha A_x, \alpha A_y)$   
 בצורה פולרית, נכפיל/נחלק את הגודל בסקלר (הכיוון לא משתנה אלא אם הסקלר שלילי ואז הכיוון מתהפך)

דינמיקה - חוק I ו-II של ניוטון

החוק הראשון של ניוטון: אם גוף נע במהירות קבועה בקו ישר (או במנוחה) אז סכום הכוחות עליו מתאפס ולהפך. החוק השלישי של ניוטון: לכל כוח שגוף אחד מפעיל על גוף שני (כוח פעולה) הגוף השני חייב הפעיל כוח בחזרה (כוח תגובה) השווה בגודלו והפוך בכיוונו.  
 שימו לב! הכוחות פועלים על שני גופים שונים ולכן לא יהיו באותו תרשים כוחות.

חיכוך סטטי: פועל כאשר הגוף במנוחה (ביחס למשטח המגע). כיוונו מנוגד לכיוון שקול הכוחות. גודלו משתנה בהתאם לכוחות הפועלים.  
 ערך מקסימאלי:  $f_s \leq \mu_s N$  או  $f_{s,max} = \mu_s N$   
 חיכוך קינטי:

פועל כאשר הגוף בתנועה (ביחס למשטח המגע). גודלו קבוע (אינו תלוי במהירות או בכוחות האחרים בניגוד לסטטי) ושווה ל:  $f_k = \mu_k N$



דינמיקה - חוק II של ניוטון

חוק II של ניוטון:  $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$   
 בגלל שהשוויון וקטורי צריך שיהיה שוויון בכל ציר בנפרד. כלומר:  $\Sigma F_y = ma_y$ ,  $\Sigma F_x = ma_x$   
 בבעיות עם מספר גופים נעשה תרשים כוחות וחוק שני לכל גוף בנפרד. אחי"כ נוסיף את הקשר בין התאוצות של הגופים.

עבודה ואנרגיה

העבודה שמבצע כוח קבוע או כוח ממוצע:  $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = F \Delta x \cos \alpha$   
 כאשר  $\alpha$  היא הזווית בין הכוח להעתק  
 כוח שפועל במאונך לתנועה (למהירות) אינו מבצע עבודה. אם הגוף לא נע העבודה אפס (לכן חיכוך סטטי אינו מבצע עבודה).

אנרגיה קינטית:  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$   
 העבודה הכוללת (כולל הכוחות המשמרים) שווה לשינוי באנרגיה קינטית:  $W_{\Sigma F} = \Delta E_k$   
 הספק (P): העבודה שנעשית ביחידת זמן. ההספק של כוח קבוע או ההספק ממוצע:  $P = \frac{W}{\Delta t}$

היחידה הסטנדרטית של ההספק היא Watt (W) והיא שווה לגאול חלקי שניה. יחידת נוספת היא כוח סוס (Hp):  $1Hp = 746Watt$   
 נוסחה נוספת להספק:  $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$   
 בנוסחה יש מכללה סקלרית של הכוח במהירות הגוף. הנוסחה נכונה גם להספק רגעי (ולא רק להספק ממוצע או קבוע)

מרכז מסה

מיקום מרכז המסה:  $\vec{r}_{c.m.} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$

ניתן לרשום אותה לכל רכיב בנפרד, לדוגמה לרכיב x:  
 $x_{c.m.} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$   
 $\vec{v}_{c.m.} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$   
 $\vec{a}_{c.m.} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2}{m_1 + m_2}$   
 מהירות מרכז המסה:  
 תאוצת מרכז המסה:  
 עבור יותר משני גופים הנוסחאות ממשיות בהתאמה. מספר גופים קשיחים (לא נקודתיים): עושים מרכז מסה בין מרכזי המסה.

מומנט כוח:  $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$   
 כאשר  $\vec{r}$  הוא וקטור שיוצא מהציר עד לנקודה שבה פועל הכוח (ניתן לחשב את המכפלה באמצעות דטרמיננטה או באמצעות גודל וכיוון)

גודל המומנט:  $|\vec{\tau}| = |\vec{r}| |\vec{F}| \sin \alpha = |\vec{F}| r_{\perp}$   
 כאשר  $r_{\perp}$  הוא הרכיב של  $\vec{r}$  המאונך לכוח כיוון לפי כלל יד ימין או כלל הבורג.

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.  
 היחידות הסטנדרטיות של זרם הם אמפר  $IA = IC / Isec$   
 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 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). 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 של 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.  
 $\rho$  - התנגדות סגולית, תכונה שתלויה בסוג החומר ובטמפרטורה ונתונה בטבלאות.  
 ההתנגדות של נגד משתנה:

$R(x) = \rho \cdot \frac{x}{A} = rx$   
 כאשר  $x$  הוא אורך הנגד (המשתנה)  
 $r$  - התנגדות ליחידת אורך (בדרך קבוע) ביחידות של אוהם למטר.  
 כא"מ ומתח הדקים בסוללה לא אידיאלית:  $\epsilon = V + Ir$   
 $\epsilon$  - 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:  $V_{הדקים} = \frac{\epsilon R_T}{R_T + r}$   
 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:  $P = \frac{W}{\Delta t}$

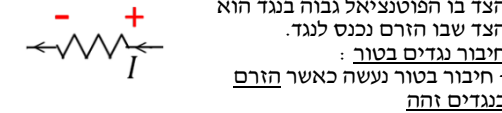
העבודה שהתבצעה במרווח הזמן  $\Delta t$   
 היחידות הסטנדרטיות של ההספק הן וואט:  $1W = 1J/sec$   
 נוסחה נוספת להספק שנוכחה גם להספק רגעי:

$P = IV = I^2 R = V^2 / R$   
 השוויון הראשון נכון לכל רכיב חשמלי והשניים האחרונים (עם R) נכונים רק לנגד.

חיבור נגדים במעגל

הצד בו הפוטנציאל גבוה בנגד הוא הצד שבו הזרם נכנס לנגד.  
 חיבור נגדים בטור: חיבור בטור נעשה כאשר הזרם בנגדים זהה

חיבור נגדים במקביל:  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$   
 המתח על הנגד השקול שווה לסכום המתחים  
 $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$



חיבור נגדים במקביל:  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$   
 $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$

- 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. נוסיף משוואות זרמים ונקבל מערכת משוואות ממנה ניתן למצוא את הזרמים.

### נצילות במעגל החשמלי GOOL

נצילות:  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$\eta$  - נצילות המעגל.

$P_{out}$  - ההספק המופק/מוצל ברכיבים השימושיים במעגל  
 $P_{in}$  - ההספק המושקע (של הסוללה)

### 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.  $\rho_l$  - 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)

$R = 8.314 \frac{J}{mol \cdot K} = 0.0821 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K} = 1.99 \frac{cal}{mol \cdot K}$

קבוע בולצמן  $k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$

- 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**

$T = 0^{\circ}C = 273 K$ ,  $P = 1 atm = 101,325 Pa$