

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

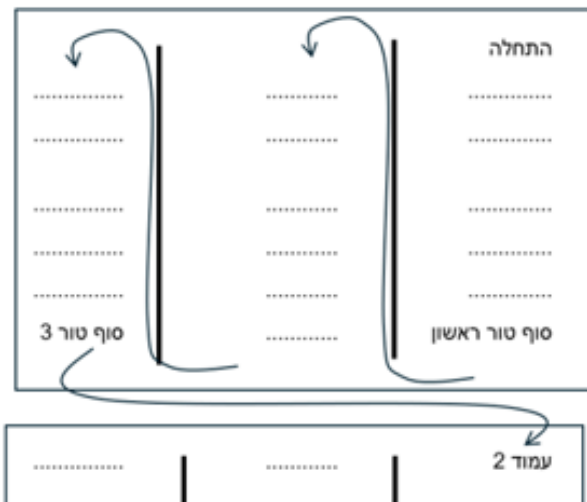
את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמים
אישית ברוחב 0.5 בכל צד.

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.

פונקציות טריגונומטריות

GOOL

ניצב שמואל

$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{\text{יתר}}{\text{ניצב ליד } \alpha}$$

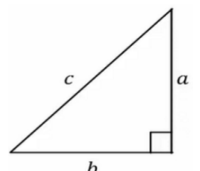
$$\cos \alpha = \frac{b}{c} = \frac{\text{יתר}}{\text{ניצב שמואל}}$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{\text{ליד ניצב}}{\text{ניצב ליד } \alpha}$$

$$\cot \alpha = \frac{b}{a} = \frac{\text{ניצב שמואל}}{\text{ליד ניצב}}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}; \cot \alpha = \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$a^2 + b^2 = c^2$$



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

משוואת הקו הישר

GOOL

משוואת הקו הישר: $y = mx + n$

משוואת הקו המשיק: $m = \frac{dy}{dx} = \tan \alpha$ כאשר α היא הזווית של הישר עם ציר ה- x .

מרחק בין שתי נקודות: $d^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$

GOOL

משוואת הפרבולה: $y = ax^2 + bx + c$

חיוב הפרבולה מחייבת, שלילי בוכה.

קודקוד הפרבולה: $x_{\text{קודקוד}} = -\frac{b}{2a}$

נוסחת השורשים: $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

GOOL

מבוא פיזיקלי

חוקי חזקות: $(ab)^c = a^c b^c$; $a^b a^c = a^{b+c}$

מעברים בין יחידות: $(a^b)^c = a^{bc}$; $\frac{1}{a^b} = a^{-b}$

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: $1liter = 1000cm^3$

קוב: $1000m^3 = 1000liter$

שנת אור היא המרחק שהאור עושה בשנה: $1lightyear = 9.4608 \cdot 10^{15}m$

צפיפות: $\rho = \frac{M}{V}$; צפיפות משטחית: $\sigma = \frac{M}{S}$

צפיפות אורכית: $\lambda = \frac{M}{l}$

V, S, l הם נפח שטח ואורך הגוף בהתאמה

GOOL

וקטורים

פירוק לרכיבים: $A_y = |\vec{A}| \sin \theta$

למצא גודל וזווית: $A_x = |\vec{A}| \cos \theta$

$|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$; $\tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$

חיבור וקטורים: בצורה גרפית נצמיד ראש לזנב. וקטור הסכום יהיה וקטור מהזנב הראשון לראש הוקטור האחרון.

תמיד ניתן להזניק 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.

כפל/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)

GOOL

תנועה בקו ישר

העתק- השינוי במיקום הגוף: $\Delta x = x_2 - x_1$

דבר- אורך כל המסלול שעשה הגוף, סימון Δx באות $v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

המיקום כתלות בזמן במהירות קבועה:

$x(t) = x_0 + v(t - t_0)$

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:

$x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$

כאשר x_0 ו v_0 הן המיקום והמהירות בזמן t_0 (בדרי"כ רגע תחילת התנועה)

נוסחה נוספת המקשרת בין המהירות למיקום (ללא תלות בזמן) בתאוצה 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 מחייבת, תאוצה שלילית פרבולה עצובה.

המהירות היא נגזרת של המיקום לפי הזמן והמיקום הוא אינטגרל על המהירות לפי הזמן:

$v(t) = \frac{dx}{dt}$; $x(t) = \int v(t)dt$

התאוצה היא נגזרת של המהירות והמהירות היא אינטגרל על התאוצה: $a(t) = \frac{dv}{dt}$; $v(t) = \int a(t)dt$

כשעושים אינטגרל צריך להוסיף קבוע, את הקבוע מוצאים מתנאי התחלה.

נגזרות של סינוס וקוסינוס: $(\cos x)' = -\sin x$; $(\sin x)' = \cos x$

נפילה חופשית וזריקה אנכית

תנועה בתאוצה קבועה g כלפי מטה, נבחר את ציר התנועה להיות ציר Y , ולכן משוואות התנועה הן:

$y(t) = y_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$

$v(t) = v_0 + a(t - t_0)$

$v_f^2 = v_i^2 + 2a(y_f - y_i)$

בנפילה חופשית הגוף מתחיל ממנוחה ולכן $v_0 = 0$

בדרי"כ נבחר לפתור באופן הבא:

1. כיוון הציר החיובי יהיה כלפי מטה ואז $a = g$ (במשוואות הני"ל).

2. נבחר את הראשית בנקודת ההתחלה ואז $y_0 = 0$

בזריקה אנכית: יש לגוף מהירות התחלתית כלפי מעלה או מטה. התנועה היא בתאוצה קבועה g כלפי מטה (כמו נפילה חופשית) ומשוואות התנועה יהיו:

עדיף לבחור את הכיוון החיובי כלפי מעלה ואז $a = -g$, המהירות ההתחלתית תהיה חיובית אם היא כלפי מעלה ושלילית אם היא כלפי מטה.

מומלץ לבחור את הראשית בקרקע.

שיא גובה כאשר $v(t) = 0$ הצבה במשוואה נותנת בשיא גובה y : $y_0 + \frac{v_0^2}{2g}$; $t_{\text{שיא גובה}} = \frac{v_0}{g}$

תנועה במישור - בליסטית

וקטור המיקום: $\vec{r} = x\hat{x} + y\hat{y} = (x, y)$

העתק: $\Delta \vec{r} = \Delta x\hat{x} + \Delta y\hat{y} = (\Delta x, \Delta y)$

מהירות ממוצעת או קבועה: $\vec{v}_{avg} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

זריקה משופעת (ואופקית): הגוף נזרק במהירות התחלתית v_0 בזווית θ (באופקית הזווית אפס).

נמריז לתנועה במהירות קבועה בציר X ותנועה בתאוצה קבועה בציר Y (זריקה אנכית). משוואות התנועה יהיו:

$x(t) = x_0 + v_0 \cos(\theta)t$; $v_x(t) = v_0 \cos(\theta)$

$y(t) = y_0 + v_0 \sin(\theta)t + \frac{1}{2}a_y t^2$

$v_y(t) = v_0 \sin(\theta) + a_y t$

אם נבחר כיוון חיובי בציר Y כלפי מעלה אז $a_y = -g$

יתכן תאוצה גם בציר X לדוגמה במקרה של רוח אופקית ואז צריך לשנות את הנוסחאות בציר X לנוסחאות של תאוצה קבועה.

שיא גובה $(v_y(t) = 0)$: $t_{\text{שיא גובה}} = \frac{v_0 \sin(\theta)}{g}$

$y(t_{\text{שיא גובה}}) = y_0 + \frac{(v_0 \sin(\theta))^2}{2g}$

טווח (בהנחה שהזריקה מהקרקע): $R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$

טווח מקסימלי בזווית 45 מעלות

משוואת המסלול: $y(x)$. על מנת למצוא משוואת מסלול מבודדים את t מהביטוי של $x(t)$ ומציבים ב- $y(t)$.

דינמיקה - חוק I ו-III 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 להפעיל כוח בחזרה (כוח תגובה) השווה בגודלו והפוך בכיוונו.

שימו לב!! הכוחות פועלים על שני גופים שונים ולכן לא יהיו באותו תרשים כוחות.

חיבור סטטי:

פועל כאשר הגוף במנוחה (ביחס למשטח המגע).

כיוונו מנוגד לכיוון שקול הכוחות.

גודלו משתנה בהתאם לכוחות הפועלים.

ערך מקסימלי: $f_{s,max} = \mu_s N$ או $f_s \leq \mu_s N$

חיבור דינמי:

פועל כאשר הגוף בתנועה (ביחס למשטח המגע).

גודלו קבוע (אינו תלוי במהירות או בכוחות האחרים)

בניגוד לסטטי ושווה ל: $f_k = \mu_k N$

המישור המשופע:

בבעיות עם מישור משופע מומלץ לבחור מערכת צירים כך שציר X מקביל למישור וציר Y מאונך.

הרכיב של mg במקביל למישור יהיה $mg \sin(\theta)$ ובמאונך למישור $mg \cos(\theta)$, שימו לב לסימנים בהתאם לכיוון הצירים.

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. אח"כ נוסיף את הקשר בין התאוצות של הגופים.

קפיצים

חוק הוק - הכוח שמפעיל קפיץ: $F = -k\Delta x$

Δx - התארכות ממצב הרפוי של הקפיץ (מסומן גם ב Δl)

k - הוא קבוע הקפיץ ותלוי בחומר ממנו עשוי הקפיץ

חיבור במקביל

חיבור בטור

תנועה מעגלית

תנועה מעגלית היא תנועה במעגל ברדיוס קבוע.

מיקום הגוף: $x = R \cos \theta$; $y = R \sin \theta$

הדרך (אורך הקשת שמואל הזווית): $S = R \cdot \Delta \theta$

יש להציב את שינוי הזווית ברדיאנים

המהירות הזוויתית היא קצב שינוי הזווית בזמן.

מהירות זוויתית קבועה או ממוצעת:

(ביחידות של רדיאן לשניה) $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

f היא התדירות (יחידות הרץ או 1/sec). T זמן מחזור.

הקשר בין המהירות הזוויתית למהירות הקווית (נכון גם למהירויות שאינן קבועות): $|\vec{v}| = \omega R$

תאוצה רדיאלית (למרכז המעגל): $a_r = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

סכום הכוחות למרכז המעגל: $\Sigma F_r = m \left(\frac{v^2}{R} \right) = m(\omega^2 R)$

בתרגילים, נבחר מערכת צירים כך שכיוון ציר ה- X למרכז המעגל וציר ה- Y מאונך לו. בציר X נשתמש בנוסחה של סכום הכוחות למרכז המעגל ובציר Y סכום הכוחות שווה לאפס (בתנועה שבה גודל המהירות קבוע).

אם גודל המהירות אינו קבוע (תנועה לא קבועה) אז ישנה גם תאוצה משיקית. התאוצה המשיקית שווה לשינוי גודל המהירות בזמן (בדיוק כמו תאוצה רגילה בתנועה בקו ישר).

עבור תאוצה משיקית קבועה או ממוצעת: $a_\theta = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

סכום הכוחות בכיוון המשיק (ציר Y) יהיה: $\Sigma F_\theta = ma_\theta$

עבודה ואנרגיה

העבודה שמבצע כוח קבוע או כוח ממוצע:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = F \Delta x \cos \alpha$$

כאשר α 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).

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

אנרגיה קינטית: העבודה הכוללת (כולל הכוחות המשמרים) שווה לשינוי

$$W_{SF} = \Delta E_k$$

באנרגיה קינטית: $U_g = mgh$

האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית: h זה הגובה של הגוף. ניתן לבחור גובה אפס איפה שרוצים.

העבודה שמבצע כוח הכובד שווה לשינוי באנרגיה הפוטנציאלית הכובדית:

$$W_g = -\Delta U_g$$

האנרגיה הפוטנציאלית האלסטית (האנרגיה של קפיץ):

$$U_{el} = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$$

k הוא קבוע הקפיץ Δx היא התארכות מהמצב הרפוי (לפעמים מסומן ב Δl)

האנרגיה הכללית היא האנרגיה הקינטית של הגוף ועוד סך כל האנרגיות הפוטנציאליות:

$$E = E_k + U = \frac{1}{2}mv^2 + mgh + \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$$

*בשוויון השני רשמנו את האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית והאלסטית. תיאורטית יכולות להיות עוד אנרגיות פוטנציאליות אבל זה מאוד נדיר בקורס הזה.

משפט עבודה אנרגיה: $E_i + W_{NC} = E_f$ או $W_{NC} = \Delta E$

E_i ו- E_f הם האנרגיות הכלליות בהתחלה ובסוף.

W_{NC} היא העבודה שנעשתה על ידי הכוחות הלא משמרים בתהליך שבין נקודת ההתחלה לסוף.

נוסחה לשינוי בגובה של מטוטלת:

$$h = l(1 - \cos \theta)$$

h - הגובה מהתחתית

l - אורך החוט

θ - זווית ביחס לאנך מהתקרה.

חוס (Q): האנרגיה הנוצרת מחיכוך קינטי.

- כמות החום שנוצרת בתהליך שווה לעבודה של

כוח החיכוך הקינטי (והפוכה בסימן), כי העבודה שמבצע

$$Q = -W_{fk}$$

- ניתן לחשב את החום שנוצר גם מהשינוי באנרגיה הכללית של הגוף.

מתקף ותנע

המתקף שמפעיל כוח קבוע או ממוצע על גוף:

$$\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

התנגשות אלסטית: התנגשות שבה האנרגיה הקינטית נשמרת. נוסף למשוואת שימור התנע את משוואת שימור

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

האנרגיה: בהתנגשות אלסטית במימד אחד (מצחית) בלבד, ניתן

להחליף את משוואת שימור האנרגיה במשוואה הבאה:

$$v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$$

התנגשות פלסטית: הגופים נעים יחד אחרי ההתנגשות.

- משוואת שימור התנע והפכת ל-

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{u}$$

$\vec{u}$ - היא המהירות המשותפת לאחר ההתנגשות

רע: הגופים נעים יחד לפני ההתנגשות.

- משוואת שימור התנע והפכת ל-

$$(m_1 + m_2)\vec{v} = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$$

התנגשות פלסטית ורתה אף פעם לא התנגשויות אלסטיות! כלומר לא יכול להתקיים שימור אנרגיה בהתנגשויות האלו.

שימו לב שקיימות התנגשויות שהן לא אלסטיות ולא פלסטיות (סתם התנגשויות) בהן יש רק את משוואת שימור

התנע הרגילה.

- הערה: בספרים מסוימים השם התנגשות אלסטית מתייחס להתנגשות רגילה שהיא לא פלסטית ואין בה שימור אנרגיה. להתנגשות שיש בה גם שימור אנרגיה קוראים התנגשות אלסטית לחלוטין.

התנגשות אלסטית מצחית (במימד אחד) בין מסות שוות

שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפועל לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפועל ייעצר והגוף

שהיה במנוחה ינוע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

כבידה

$$\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$$

החוק השלישי של קפלר:

$\bar{r}$ - רדיוס הקפה ממוצע של כל גרם שמיים.

T - זמן המחזור של כל גרם שמיים.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

גודל כוח הכבידה בין שני גופים:

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11}$$

- מסות הגופים. r - המרחק בין מרכזי הגופים.

אנרגיה פוטנציאלית כובדית:

$$U_G = -\frac{GMm}{r} \quad (U_G(r \rightarrow \infty) = 0)$$

M - מסת הגוף המשפיע. m - מסת הגוף המושפע.

r - מרחק בין הגופים.

אנרגיה של לוויין במסלול מעגלי:

$$E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$$

קינטית:

$$E = -\frac{GMm}{2r}$$

כוללת:

הידרוסטטיקה

זורמים: נוזלים וגזים (כל חומר שיכול לזרום)

צפיפות (מסה חלקי נפח):

$$\rho = \frac{M}{V}$$

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

עקרון ברנולי: הלחץ הפוך למהירות הזורם

משוואת ברנולי:

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 + P_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 + P_2$$

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + P = \text{const}$$

או הנחות למשוואת ברנולי: 1. הזרימה למינרית ובמצב יציב.

2. הנוזל אינו דחיס. 3. אין חיכוך (אין צמיגות)

חוק טורביצלי: מהירות הזרימה של נוזל דרך חור בתחתית

של מיכל מלא בגובה h , זהה למהירות שצובר גוף בנפילה

חופשית מאותו הגובה $v = \sqrt{2gh}$

צינור ונטורי:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

גלים אלקטרומגנטיים

משוואות הגלים בריק ($\rho = I = 0$):

$$\vec{E} = \frac{1}{c} \frac{d\vec{B}}{dt}$$

$$\vec{B} = \frac{1}{c} \frac{d\vec{E}}{dt}$$

c היא מהירות האור כאשר $\mu_0 \epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$

- למשוואות מגיעים ממשוואות מקסוול.

- המשוואה מתקיימת עבור כל רכיב בנפרד:

$$\vec{E} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d^2 \vec{E}}{dt^2} \Rightarrow$$

$$\vec{E} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d^2 E_x}{dt^2}; \vec{E} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d^2 E_y}{dt^2}; \text{ כנל } z$$

$$\vec{E} = \frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial z^2}$$

- תזכורת ללאפליסאן:

$$\vec{B} = \vec{E} \text{ או של } \vec{E}$$

פתרון המשוואה עבור רכיב כלשהו של $\vec{E}$ או של $\vec{B}$:

$$E_i(\vec{r}, t) = A_i \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)$$

$\vec{k} = (k_x, k_y, k_z)$ הוא וקטור הגל, כיוונו הוא כיוון

התקדמות הגל.

$$\vec{k} \cdot \vec{r} = k_x x + k_y y + k_z z$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

ω היא התדירות הזוויתית

כאשר f היא התדירות בהרץ ו- T הוא זמן המחזור.

- הקוסינוס בפתרון זהה לכל הרכיבים של השדה החשמלי

והמגנטי, ההבדל בין הרכיבים הוא רק במקדם A_i .

איך למצוא שדה מגנטי מחשמלי ולהפך:

$$\vec{B} = \frac{1}{c} \vec{k} \times \vec{E}; \vec{E} = c \vec{B} \times \vec{k}$$

צורת הגל במרחב:

$$|k| = \frac{2\pi}{\lambda}$$

λ הוא אורך הגל (המרחק בין שיא לשיא):

$$\omega = c|k|$$

יחס הדיספרסיה:

היחס מתקבל מהצבה של הפתרון במשוואות הגלים.

$$E_i(\vec{r}, t) = A_i \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} + \omega t)$$

פתרון נוסף (עם פלוס):

במקרה הזה הגל מתקדם בכיוון הפוך ל $\vec{k}$

מבנה החומר

$$0.53 \cdot 10^{-10} m$$

גודל אטום המימן (הקטן ביותר):

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} m$$

יחידת האנגסטרם:

פרוטונים מסמנים ב- p נייטרונים ב- n ואלקטרונים ב- e

$$m_n \approx m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$$

מסת הפרוטון והנייטרון:

$$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$$

מסת האלקטרון:

- מסת האלק' קטנה בערך פי 2000 ממסת הפרוטון וזניחה ביחס אליו. לכן, בקירוב טוב, הפרוטונים והנייטרונים קובעים את מסת האטום.

$$q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} C$$

מטען האלקטרון:

$$q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} C$$

מטען הפרוטון זהה והפוך בסימנו:

הנייטרון 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

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$

חוק קולון:

r - הוא המרחק בין הגופים

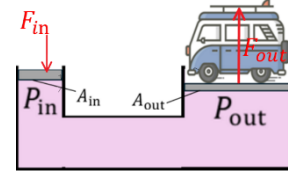
קבוע הכוח החשמלי האוניברסלי:

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

- 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.



$$F_{out} = \frac{A_{out}}{A_{in}} F_{in}$$

$$F_b = \rho_l V g$$

הידרונימיקה

זרימה למינרית (שכבתית): זורם הנע בשכבות מקבילות

ללא הפרעה בין השכבות.

זרימה טורבולנטית (עירבולית): זרימה באופן לא מסודר

ואקראי. בדרכ מכלה מערבולות שנקראות זרמי אדי.

איבוד אנרגיה גבוה.

ספיקה מסית Q_m (המסה של הזורם שעוברת דרך שטח

$$Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho A v$$

חתך ביחידת זמן):

ρ - צפיפות הזורם, A - שטח חתך, v - מהירות הזורם.

ספיקה נפחית Q_V (נפח הזורם העובר דרך שטח חתך

$$Q_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A v$$

ביחידת זמן):

במצב יציב הספיקה לא משתנה לאורך הזרימה:

$$Q_{m1} = Q_{m2}$$

משוואת הרציפות:

הנוסחה נכונה עבור שני מטענים הנמצאים בריק, כאשר המטענים נמצאים בתווך (לדוגמה מים או שמן) הכוח משתנה.

השדה החשמלי

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 ברמה איכותית

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: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

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

הוא $4\pi k\sigma$ בין המישורים ואפס

מחוץ

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

אם השדה אחיד אז 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

- במוליך המטענים חופשיים לזוז.

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

- על השדה 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: $\frac{1}{2}mv_f^2 + U_i = \frac{1}{2}mv_i^2 + U_f$

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 שבמצב הכוח החשמלי שווה למינוס השינוי

באנרגיה הפוטנציאלית של המערכת (או המטען שנט):

$W_{\text{חשמלי}} = -\Delta U$ 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: $U = qV$

פונקציית הפוטנציאל שיוצר מטען נקודתי במרחב:

$V = \frac{kq}{r}$ - 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. $1eV = 1.6 \cdot 10^{-19} J$

הפרש הפוטנציאלים 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

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:

$W = 0 + q_2 \frac{kq_1}{r_{12}} + q_3 \left(\frac{kq_1}{r_{13}} + \frac{kq_2}{r_{23}} \right)$

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.

היחזות 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 האלקר

במוליך)

מהירות האות החשמלי היא מהירות 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 במצב 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:

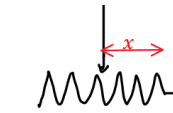
$R(x) = \rho \cdot \frac{x}{A} = rx$

כאשר x הוא אורך הנגד

(המשתנה)

r - התנגדות ליחידת אורך

(בדרך קבוע) ביחידות של אוהם למטר.



כא"מ ומתח הדקים בסוללה לא אידיאלית: $\epsilon = V + Ir$

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

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

W - העבודה שהתבצעה במרווח הזמן Δt

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

נוסחה נוספת להספק שכוננה 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

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

מתאים לפתור מעגלים עם מספר מקורות מתח.

1. סך הזרמים שנכנסים לצומת שווה לסכם 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 למצא את הזרמים.

נצילות במעגל החשמלי

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

η - נצילות המעגל.

P_{out} - ההספק המופק/מונצל ברכיבים השימושיים במעגל

P_{in} - ההספק המושקע (של הסוללה)

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

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

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

הקיבול של קבל לוחות: $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

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

והפוך למתח המופעל עליו, ברגע זה כבר לא יזרום זרם

דרך הקבל. והקבל מתנהג כמו נתק במעגל.

חיבור קבלים במקביל: $C_T = C_1 + C_2$

התנאי לחיבור במקביל הוא שהמתח על הקבלים זהה (וזה

גם המתח על הקבל השקול)

- המטען על הקבל השקול שווה לסכום המטענים על כל

הקבלים.

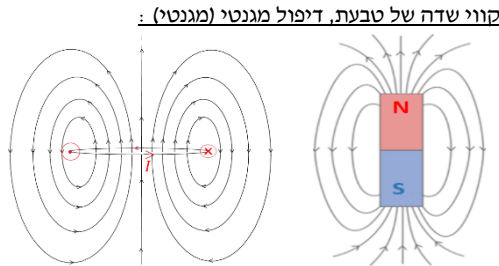
חיבור קבלים בטור: $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

התנאי לחיבור בטור הוא שהמטען על כל הקבלים זהה

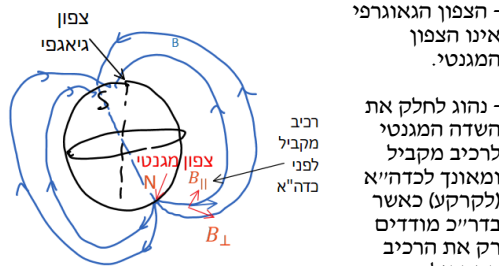
$$m = \frac{H_i}{H_0} = \frac{|v|}{|u|}$$

$$C = \frac{1}{f}$$

f – מוקד העדשה.
הגדלה קווית:
 H_i – גובה הדמות. H_0 – גובה העצם.
עוצמת העדשה:



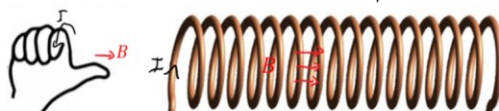
השדה המגנטי של כדור הארץ:



נהוג לחלק את השדה המגנטי לרכיב מקביל ומאונך לכדה"א (לקרקע) כאשר רק את הרכיב המקביל.

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 הברג 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- $d\mathbf{l}$) מחליף את המהירות.

הכוח ליחידת אורך בין שני תילים מקבילים:
 $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$
 d – המרחק בין התילים.
כוח משכה 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: $\epsilon = -\frac{d\phi_B}{dt}$
 $\phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = B_{\perp} \cdot S$

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.



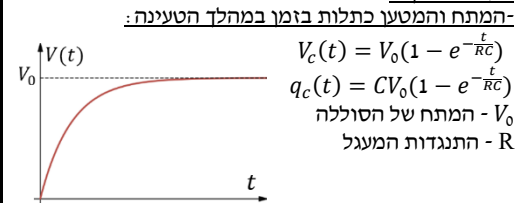
הספק של כוח הפועל על גוף בתנועה: $P = F \cdot v \cdot \cos \alpha$
כאשר v היא מהירות הגוף ו- α הזווית בין הכוח למהירות.

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.

העבודה שמבצעת הסוללה לטעינת קבל:
 $W = QV = 2U_C$
חומרים דיאלקטריים בקבל: הכנסת חומר דיאלקטרי לקבל מקטינה את השדה והמתח בקבל ולכן מגדילה את הקיבול.
קיבול של קבל המלא בחומר דיאלקטרי אחיד: $C' = \epsilon_r C_0$
- במידה והקבל אינו מלא בחומר אחיד, ניתן לפצל אותו לקבלים חלקיים, לחשב את הקיבול של כל אחד ולחבר זור לפי החוקים של חיבור קבלים בטור או במקביל.
טעינה של קבל:
- המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה:

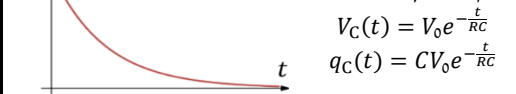


- הזרם כתלות בזמן:

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

פריקה של קבל:

המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה:



V_0 – המתח ההתחלתי (המטען ההתחלתי $Q_0 = CV_0$).
- הזרם כתלות בזמן זהה לטעינה.

זמן אופייני: $\tau = RC$, נהוג להגיד שלאחר זמן של 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 (או מכפלה וקטורית בוקטורים).
- דרך גודל וכיוון: הגודל הוא: $F_B = qvB \sin \alpha$
כאשר α היא הזווית בין המהירות לשדה. וכיוון לפי כלל יד ימין:



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

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

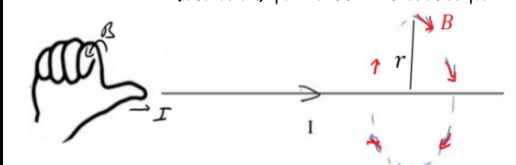
אם v לא מאונך למהירות אז התנועה תהיה בורגית כאשר המעגל יהיה מסביב לשדה, רדיוס המעגל יהיה:

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

$v \cos \alpha$ 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.
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ מקדם המגנטיות של הריק.
- כיוון השדה לפי כלל יד ימין (או הברג):



היחידות הסטנדרטיות של השדה המגנטי T (טסלה).

שדה במרכז של טבעת ברדיוס R : $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

