

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.

פזיקה חופשית זריקה 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) + 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 הנ"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 זהות.
- 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 ש: v_0 = 2g * t_gובה ; y_0 = 2g * t_gובה^2 / 2

תנועה במישור - בליסטית

וקטור המיקום: r = x i + y j = (x, y)
העתק: dr = dx i + dy j = (dx, dy)
מהירות ממוצעת או קבועה: v_avg = dr/dt
זריקה משופעת (ואופקית): הגוף נורק במהירות התחלתית v_0 בזווית theta (באופקית הזווית אפס).

- נפריד 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 + 1/2 a_y t^2
v_y(t) = v_0 sin(theta) + a_y t
- אם נבחר כיוון חיובי בציר Y כלפי מעלה או g = -a_y
- תיתכן תאוצה גם בציר ה X לדוגמה במקרה של רוח אופקית ואז צריך לשנות את הנוסחאות בציר X לנוסחאות של תאוצה קבועה.

- שיא גובה (v_y(t) = 0): t_gובה = v_0 sin(theta) / g
y_gובה = y_0 + (v_0 sin(theta))^2 / 2g
- טווח (בהנחה שהזריקה מהקרקע): R = v_0^2 sin(2theta) / g
- טווח מקסימלי בזווית 45 מעלות
- משוואת המסלול: משוואה של y(x). על מנת למצא משוואת מסלול מבודדים t מהביטוי של x(t) ומציבים ב-y(t).

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 להפעיל 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 מקסימלי: f_s <= 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).
בינוגר 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 mgsin(theta)
ובמאונך למישור mgcos(theta)
שימו לב לסיומנים בהתאם לכיוון הצירים.

דינמיקה - חוק II של ניוטון

חוק II של ניוטון: Sigma F = ma
- בגלל שהשוויון וקטורי צריך שיהיה שוויון בכל ציר
- בנפרד. כלומר: Sigma F_x = ma_x ; Sigma F_y = ma_y
- בבעיות עם מספר גופים נעשה תרשים כוחות וחוק שני לכל גוף בנפרד. אח"כ נסיק את הקשר בין התאוצות של הגופים.

פזיקה חופשית זריקה אנכית

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 מחייכת, תאוצה שלילית פרבולה עצובה.
המהירות היא נגזרת של המיקום לפי הזמן והמיקום הוא אינטגרל על המהירות לפי הזמן:

v(t) = dx/dt ; x(t) = integral v(t) dt
התאוצה היא נגזרת של המהירות והמהירות היא אינטגרל על התאוצה:
a(t) = dv/dt ; v(t) = integral a(t) dt
- כשעושים אינטגרל צריך להוסיף קבוע, את הקבוע מציאים מתנאי התחלה.
נגזרות של סינוס וקוסינוס:
(cos x)' = -sin x ; (sin x)' = cos x

וקטורים

פירוק לרכיבים:
A_y = |A| sin theta
A_x = |A| cos theta
למצא גודל וזווית:
|A| = sqrt(A_x^2 + A_y^2) ; tan theta = A_y / A_x
חיבור וקטורים:
- בצורה גרפית נצימד ראש לזנב. וקטור הסכום יהיה וקטור מהזנב הראשון לראש הוקטור האחרון.
- תמיד ניתן להזיז וקטור במרחב כל עוד שומרים על האורך והכיוון שלו.
- בצורה אלגברית נסכום את הרכיבים:
A + B = (A_x + B_x, A_y + B_y)
- בצורה פולרית, נפרק לרכיבים ונסכום.
כפל/חלוקה בסקלר: בצורה אלגברית, נכפיל/נחלק כל רכיב בסקלר:
B = alpha A = (alpha A_x, alpha A_y)
- בצורה פולרית, נכפיל/נחלק את הגודל בסקלר (הכיוון לא משתנה אלא אם הסקלר שלילי ואז הכיוון מתהפך)
מכפלה סקלרית בין שני וקטורים:

A . B = A_x . B_x + A_y . B_y + A_z . B_z = |A| |B| cos alpha
- תוצאת המכפלה היא תמיד סקלר (ולא וקטור)
- מכפלה סקלרית של וקטורים מאונכים מתאפסת.
נוסחה למציאת זווית בין וקטורים:
cos alpha = (A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z) / (|A| |B|)

וקטור יחידה:
וקטור בשלושה מימדים:
0 <= phi <= pi
0 <= theta <= 2pi
tan theta = A_y / A_x
פירוק לרכיבים:
A_xy = |A| sin phi ; A_z = |A| cos phi
A_x = |A| sin phi cos theta ; A_y = |A| sin phi sin theta
מכפלה וקטורית:
דרך 1 לעשות את המכפלה עם דטרמיננטה:
A x B = | i j k |
| A_x A_y A_z |
| B_x B_y B_z |
דרך 2 לפי גודל וכיוון בנפרד:
גודל המכפלה הוא:
וכיוון לפי כלל יד ימין:

שימו לב שאתם עם יד ימין!!
בתמונה השמאלית, קודם לעשות אקדח ואחר"כ לפתוח את האמה!

פזיקה חופשית זריקה אנכית

פונקציות טריגונומטריות

ניצב שמואל
sin alpha = a/c
יתר
cos alpha = b/c
יתר
ניצב שמואל
tan alpha = a/b
ליד ניצב
1 / tan alpha = cot alpha = b/a
ניצב שמואל
a^2 + b^2 = c^2

sin(90° - alpha) = cos alpha ; cos(90° - alpha) = sin alpha tan(90° - alpha) = cot alpha ; cot(90° - alpha) = tan alpha	90° - alpha
sin(90° + alpha) = cos alpha ; cos(90° + alpha) = -sin alpha tan(90° + alpha) = -cot alpha ; cot(90° + alpha) = -tan alpha	90° + alpha
sin(180° - alpha) = sin alpha ; cos(180° - alpha) = -cos alpha tan(180° - alpha) = -tan alpha ; cot(180° - alpha) = -cot alpha	180° - alpha
sin(-alpha) = -sin alpha ; cos(-alpha) = cos alpha tan(-alpha) = -tan alpha ; cot(-alpha) = -cot alpha	-alpha
sin 2alpha = 2 sin alpha cos alpha cos 2alpha = cos^2 alpha - sin^2 alpha = 1 - 2 sin^2 alpha = 2 cos^2 alpha - 1	2alpha
sin(alpha +/- beta) = sin alpha cos beta +/- sin beta cos alpha cos(alpha +/- beta) = cos alpha cos beta +/- sin alpha sin beta	alpha +/- beta

משוואת הקו הישר

משוואת הקו הישר: y = mx + n
משוואת הקו המשיק, 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
הפרבולה

משוואת הפרבולה

y = ax^2 + bx + c
a חיוב הפרבולה מחייכת, שלילי בוכה.
קודקוד הפרבולה: x_kודקוד = -b / (2a)
נוסחת השורשים: x_1,2 = (-b +/- sqrt(b^2 - 4ac)) / (2a)

מבוא פיזיקלי

חוקי חזקות: (ab)^c = a^c b^c ; a^b a^c = a^(b+c)
(a^b)^c = a^(bc) ; 1/a^b = a^(-b)
מעברים בין יחידות:
קילו (k) זה 1000 : 1km = 1000m ; 1kg = 1000gr
מילי (m) זה 1/1000 לדוגמה: 1mm = 1/1000 m
ומיליגרם 1mg = 1/1000 gr

ליטר: 1liter = 1000cm^3
סוב: 1 קוב = 1000m^3 = 1000liter
שנת אור היא המרחק שהאור עושה בשנה: 1lightyear = 9.4608 * 10^15 m

צפיפות:
צפיפות נפחית: rho = M/V ; צפיפות משטחית: sigma = M/S
צפיפות אורכית: lambda = M/l

תנועה בקו ישר

העתק- השינוי במיקום הגוף: Delta x = x_2 - x_1
דבר- אורך כל המסלול שעשה הגוף, סימון באות S
מהירות ממוצעת או קבועה: v = Delta x / Delta t = (x_2 - x_1) / (t_2 - t_1)
המיקום כתלות בזמן במהירות קבועה:

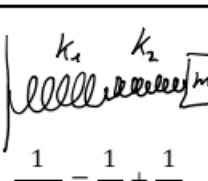
גרפים: גרף המיקום במקרה של תנועה במהירות קבועה יהיה קו ישר. שיפוע הגרף הוא המהירות.
גרף המהירות במקרה של מהירות קבועה הוא קו ישר אופקי.
- השטח מתת לגרף המהירות הוא ההעתק, עובדה זו נכונה גם עבור מהירות לא קבועה.
- השטח החיובי מתחת לגרף המהירות הוא הדרך
תאוצה קבועה או ממוצעת: a = dv/dt = (v_2 - v_1) / (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) + 1/2 a(t - t_0)^2
כאשר x_0 ו v_0 הן המיקום והמהירות בזמן t_0 (בדרי"כ רגע התחלת התנועה)

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
	
$k_{eff} = k_1 + k_2$	$\frac{1}{k_{eff}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$
כבידה והכוח הריבועי ההפוך	GOOL

כוח קולווי: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$
 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
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 אותה נקודה.
קווי שדה: מתארים איכותית את השדה במרחב. כיוון השדה בנקודה משיק לקווי השדה וגודלו בהתאם לצפיפות הקווים.

חוק גאוס ברמה איכותית
קבוע 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:
- 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 ($\sigma = \frac{Q}{A}$):
- כיוון השדה במאונך למישור (החוצה מהמישור עבור מטען חיובי וכלפי המישור עבור מטען שלילי)
השדה של שני מישורים אינסופיים עם צפיפות הפוכה $E = 4\pi k\sigma$ 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 ($\lambda = \frac{Q}{L}$)
- 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 השפה יכול להיות **שדה מאונך לשפה**.
- **המטען הכולל בתוך המוליך מתאפס למעט על השפה** (במצב סטטי).

תנועה חשמלית
הכוח החשמלי - חוק קולון
מיקום הגוף: $x = R \cos \theta$; $y = R \sin \theta$
הדבר (אורך הקשת שמול הזווית): $S = R \cdot \Delta \theta$
- יש להציב את שינוי הזווית ברדיאנים
המהירות הזוויתית היא קצב שינוי הזווית בזמן.
מהירות זוויתית קבועה או ממוצעת: $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
(ביחידות של רדיאן לשנייה)
 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: $\Sigma F_r = m(\frac{v^2}{R}) = m(\omega^2 R)$
- בתרגילים, נבחר מערכת צירים כך שכיוון ציר X למרכז המעגל וציר 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 קבועה (תנועה לא קבועה) אז ישנה גם תאוצה משקיית. התאוצה המשקיית שווה לשינוי גודל המהירות בזמן (בדיוק כמו תאוצה רגילה בתנועה בקו ישר).
עבור תאוצה משקיית קבועה או ממוצעת: $a_\theta = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
סכום הכוחות בכיוון המשיק (ציר Y) יהיה: $\Sigma F_\theta = ma_\theta$
תאוצה זוויתית: קצב שינוי המהירות הזוויתית בזמן.
עבור תאוצה זוויתית קבועה או ממוצעת: $\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
(ביחידות של רדיאן לשנייה בריבוע).
הקשר בין תאוצה זוויתית לתאוצה המשקיית (גם עבור תאוצה משתנה): $a_\theta = \alpha R$
מהירות זוויתית כתלות בזמן בתאוצה זוויתית קבועה: $\omega(t) = \omega_0 + \alpha \cdot (t - t_0)$
זווית כתלות בזמן בתאוצה זוויתית קבועה: $\theta(t) = \theta_0 + \omega_0(t - t_0) + \frac{1}{2}\alpha(t - t_0)^2$

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 האנרגיה: $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$
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 הופכת 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 הופכת ל-
 $(m_1 + m_2)\vec{v} = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$
- התנגשות פלסטית ורע הן אף פעם לא התנגשויות אלסטיות! כלומר לא יכול להתקיים שימור אנרגיה בהתנגשויות אלו.
- 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 להתנגשות אלסטית **בלחלוטין**.
התנגשות אלסטית מצחית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת

עבור גוף במנוחה, הלחץ זהה מכל הכיוונים.
- אם אין זרימה אז הלחץ מאונך לדופן,
- רכיב מקביל לדופן יגרם לזרימה.
הלחץ בעומק h בתוך נוזל(בעל צפיפות אחידה): $P = \rho gh$
הנוסחה היא ללחץ שפועל מהנוזל בלבד, לחישוב הלחץ המוחלט יש להוסיף את הלחץ בפני הנוזל.
לחץ בזורם בעל צפיפות משתנה: $P(y_2) - P(y_1) = -\int_{y_1}^{y_2} \rho g dy$
לחץ אטמוספרי: $P_0 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 101.3 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$
 $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
לחץ יחסי (הלחץ ביחס ללחץ האטמוספרי): $P = P_0 + P_G$
 P - לחץ אבסולוטי. P_0 - לחץ אטמוספרי. P_G - לחץ יחסי.

תנועה מעגלית היא תנועה במעגל ברדיוס קבוע.
מיקום הגוף: $x = R \cos \theta$; $y = R \sin \theta$
הדבר (אורך הקשת שמול הזווית): $S = R \cdot \Delta \theta$
- יש להציב את שינוי הזווית ברדיאנים
המהירות הזוויתית היא קצב שינוי הזווית בזמן.
מהירות זוויתית קבועה או ממוצעת: $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
(ביחידות של רדיאן לשנייה)
 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: $\Sigma F_r = m(\frac{v^2}{R}) = m(\omega^2 R)$
- בתרגילים, נבחר מערכת צירים כך שכיוון ציר X למרכז המעגל וציר 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 קבועה (תנועה לא קבועה) אז ישנה גם תאוצה משקיית. התאוצה המשקיית שווה לשינוי גודל המהירות בזמן (בדיוק כמו תאוצה רגילה בתנועה בקו ישר).
עבור תאוצה משקיית קבועה או ממוצעת: $a_\theta = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
סכום הכוחות בכיוון המשיק (ציר Y) יהיה: $\Sigma F_\theta = ma_\theta$
תאוצה זוויתית: קצב שינוי המהירות הזוויתית בזמן.
עבור תאוצה זוויתית קבועה או ממוצעת: $\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
(ביחידות של רדיאן לשנייה בריבוע).
הקשר בין תאוצה זוויתית לתאוצה המשקיית (גם עבור תאוצה משתנה): $a_\theta = \alpha R$
מהירות זוויתית כתלות בזמן בתאוצה זוויתית קבועה: $\omega(t) = \omega_0 + \alpha \cdot (t - t_0)$
זווית כתלות בזמן בתאוצה זוויתית קבועה: $\theta(t) = \theta_0 + \omega_0(t - t_0) + \frac{1}{2}\alpha(t - t_0)^2$

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 האנרגיה: $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$
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 הופכת 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 הופכת ל-
 $(m_1 + m_2)\vec{v} = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$
- התנגשות פלסטית ורע הן אף פעם לא התנגשויות אלסטיות! כלומר לא יכול להתקיים שימור אנרגיה בהתנגשויות אלו.
- 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 להתנגשות אלסטית **בלחלוטין**.
התנגשות אלסטית מצחית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת

עבור גוף במנוחה, הלחץ זהה מכל הכיוונים.
- אם אין זרימה אז הלחץ מאונך לדופן,
- רכיב מקביל לדופן יגרם לזרימה.
הלחץ בעומק h בתוך נוזל(בעל צפיפות אחידה): $P = \rho gh$
הנוסחה היא ללחץ שפועל מהנוזל בלבד, לחישוב הלחץ המוחלט יש להוסיף את הלחץ בפני הנוזל.
לחץ בזורם בעל צפיפות משתנה: $P(y_2) - P(y_1) = -\int_{y_1}^{y_2} \rho g dy$
לחץ אטמוספרי: $P_0 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 101.3 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$
 $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
לחץ יחסי (הלחץ ביחס ללחץ האטמוספרי): $P = P_0 + P_G$
 P - לחץ אבסולוטי. P_0 - לחץ אטמוספרי. P_G - לחץ יחסי.

תנועה מעגלית היא תנועה במעגל ברדיוס קבוע.
מיקום הגוף: $x = R \cos \theta$; $y = R \sin \theta$
הדבר (אורך הקשת שמול הזווית): $S = R \cdot \Delta \theta$
- יש להציב את שינוי הזווית ברדיאנים
המהירות הזוויתית היא קצב שינוי הזווית בזמן.
מהירות זוויתית קבועה או ממוצעת: $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
(ביחידות של רדיאן לשנייה)
 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: $\Sigma F_r = m(\frac{v^2}{R}) = m(\omega^2 R)$
- בתרגילים, נבחר מערכת צירים כך שכיוון ציר X למרכז המעגל וציר 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 קבועה (תנועה לא קבועה) אז ישנה גם תאוצה משקיית. התאוצה המשקיית שווה לשינוי גודל המהירות בזמן (בדיוק כמו תאוצה רגילה בתנועה בקו ישר).
עבור תאוצה משקיית קבועה או ממוצעת: $a_\theta = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
סכום הכוחות בכיוון המשיק (ציר Y) יהיה: $\Sigma F_\theta = ma_\theta$
תאוצה זוויתית: קצב שינוי המהירות הזוויתית בזמן.
עבור תאוצה זוויתית קבועה או ממוצעת: $\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
(ביחידות של רדיאן לשנייה בריבוע).
הקשר בין תאוצה זוויתית לתאוצה המשקיית (גם עבור תאוצה משתנה): $a_\theta = \alpha R$
מהירות זוויתית כתלות בזמן בתאוצה זוויתית קבועה: $\omega(t) = \omega_0 + \alpha \cdot (t - t_0)$
זווית כתלות בזמן בתאוצה זוויתית קבועה: $\theta(t) = \theta_0 + \omega_0(t - t_0) + \frac{1}{2}\alpha(t - t_0)^2$

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 האנרגיה: $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$
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 הופכת 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 הופכת ל-
 $(m_1 + m_2)\vec{v} = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$
- התנגשות פלסטית ורע הן אף פעם לא התנגשויות אלסטיות! כלומר לא יכול להתקיים שימור אנרגיה בהתנגשויות אלו.
- 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 להתנגשות אלסטית **בלחלוטין**.
התנגשות אלסטית מצחית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת

עבור גוף במנוחה, הלחץ זהה מכל הכיוונים.
- אם אין זרימה אז הלחץ מאונך לדופן,
- רכיב מקביל לדופן יגרם לזרימה.
הלחץ בעומק h בתוך נוזל(בעל צפיפות אחידה): $P = \rho gh$
הנוסחה היא ללחץ שפועל מהנוזל בלבד, לחישוב הלחץ המוחלט יש להוסיף את הלחץ בפני הנוזל.
לחץ בזורם בעל צפיפות משתנה: $P(y_2) - P(y_1) = -\int_{y_1}^{y_2} \rho g dy$
לחץ אטמוספרי: $P_0 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 101.3 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$
 $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
לחץ יחסי (הלחץ ביחס ללחץ האטמוספרי): $P = P_0 + P_G$
 P - לחץ אבסולוטי. P_0 - לחץ אטמוספרי. P_G - לחץ יחסי.

תנועה מעגלית היא תנועה במעגל ברדיוס קבוע.
מיקום הגוף: $x = R \cos \theta$; $y = R \sin \theta$
הדבר (אורך הקשת שמול הזווית): $S = R \cdot \Delta \theta$
- יש להציב את שינוי הזווית ברדיאנים
המהירות הזוויתית היא קצב שינוי הזווית בזמן.
מהירות זוויתית קבועה או ממוצעת: $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
(ביחידות של רדיאן לשנייה)
 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: $\Sigma F_r = m(\frac{v^2}{R}) = m(\omega^2 R)$
- בתרגילים, נבחר מערכת צירים כך שכיוון ציר X למרכז המעגל וציר 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 קבועה (תנועה לא קבועה) אז ישנה גם תאוצה משקיית. התאוצה המשקיית שווה לשינוי גודל המהירות בזמן (בדיוק כמו תאוצה רגילה בתנועה בקו ישר).
עבור תאוצה משקיית קבועה או ממוצעת: $a_\theta = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
סכום הכוחות בכיוון המשיק (ציר Y) יהיה: $\Sigma F_\theta = ma_\theta$
תאוצה זוויתית: קצב שינוי המהירות הזוויתית בזמן.
עבור תאוצה זוויתית קבועה או ממוצעת: $\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
(ביחידות של רדיאן לשנייה בריבוע).
הקשר בין תאוצה זוויתית לתאוצה המשקיית (גם עבור תאוצה משתנה): $a_\theta = \alpha R$
מהירות זוויתית כתלות בזמן בתאוצה זוויתית קבועה: $\omega(t) = \omega_0 + \alpha \cdot (t - t_0)$
זווית כתלות בזמן בתאוצה זוויתית קבועה: $\theta(t) = \theta_0 + \omega_0(t - t_0) + \frac{1}{2}\alpha(t - t_0)^2$

המגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף אחר במנוחה ינעו לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

מבנה החומר
גודל אטום המימן (הקטן ביותר): $0.53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
יחידת האטומסטר: $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
פרוטונים מסמנים ב- p נייטרונים ב- n ואלקטרונים ב- e
מסת הפרוטון והנויטרון: $m_n \approx m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
מסת האלקטרון: $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
מסת האלק' קטנה בערך פי 2000 ממסת הפרוטון וזניחה ביחס אליו. לכן, בקירוב טוב, הפרוטונים והנויטרונים קובעים את מסת האטום.
מטען האלקטרון: $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
מטען הפרוטון זהה והפוך בסימנו: $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
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
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
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 אותה נקודה.
קווי שדה: מתארים איכותית את השדה במרחב. כיוון השדה בנקודה משיק לקווי השדה וגודלו בהתאם לצפיפות הקווים.

חוק גאוס ברמה איכותית
קבוע הדיאלק

הפוטנציאל במוליך אחיד (קבוע).

הארקה: חיבור לקרקע, מאפסת את הפוטנציאל.

חומרים דיאלקטריים

חומר דיאלקטרי הוא חומר מבודד (בפשטות, במקרים יותר מורכבים אפשר לדבר גם על חומרים דיאלקטריים 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):
$$\vec{E}_T = \frac{\vec{E}_0}{\epsilon_r}$$

$\vec{E}_T$ - 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: $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$

הוא:
$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85 \frac{c^2}{N \cdot m^2}$$

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 שטען):

$$W_{\text{חשמלי}} = -\Delta U$$

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

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

פונקציית הפוטנציאל שיוצר מטען נקודתי במרחב:

r - המרחק מהמטען.

יחידות 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 (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.

פוטנציאל במוליכים קבוע (אחיד) ושווה לערך על השפה

(לא בהכרח אפס)

הפוטנציאל של כדור מוליך בכל המרחב:

$$Q - \text{סך המטען של הכדור}$$

$$R - \text{רדיוס הכדור}$$

$$r - \text{המרחק ממרכז הכדור}$$

$$V(r) = \begin{cases} \frac{kQ}{R}, & r \leq R \\ \frac{kQ}{r}, & r \geq R \end{cases}$$

שימו לב שהפוטנציאל בתוך הכדור אינו תלוי במרחק (קבוע).

הפוטנציאל של כדור: כדור הוא כדור מוליך מאוד

גדול, $R \rightarrow \infty$ 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 לכדור, מאלץ את הפוטנציאל של

המוליך להיות אפס (כמו כדור). חישוב אנרגיה פוטנציאלית של מערכת שלמה (העבודה

הדרושה לבניית המערכת):

ד - 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:

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

ד - דרך 2: נסכים את האנרגיה של כל זוג מטענים במערכת. במקרה של שלושה מטענים:

$$W = \frac{kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}}$$

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 $1A = 1C/sec$

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'

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:

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

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

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 שנכונה 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

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

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 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

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

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

ניתן לחשב את הכוח בשתי דרכים.

דרך דטרמיננטה (ראו מכנלה 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).

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.

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

כיוון השדה לפי כלל יד ימין (או הבורג):

יחידות 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):

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):

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):

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):

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):

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):

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):

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):

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):

היחידות הסטנדרטיות של השדה המגנטי הן T (טסלה).

שדה במרכז של טבעת ברדיוס R :

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.



- מחוץ לסליל וקרוב אליו ניתן להתייחס לשדה כאפס.

חוק אמפר - המשך השדה המגנטי GOOL

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I_{in}$

$\oint \vec{B} \cdot d\vec{L}$ - הוא סכום לאורך מסלול סגור על הרכיב המקביל למסלול של השדה המגנטי. בדרכ נעבוד במקרים סימטריים בהם הרכיב המקביל יהיה אחיד לאורך קטעים מהמסלול והחישוב יהיה פשוט לכפול את השדה באורך הקטעים.

I_{in} - סך הזרם שעובר דרך השטח הסגור במסלול.

המקרים של חוק אמפר:

1. תיל/גליל אינסופי (עם זרם בכיוון ציר הסימטריה). נבחר לולאה בצורת עיגול ברדיוס r ו- $\oint \vec{B} \cdot d\vec{L} = B \cdot 2\pi r$
2. סליל/גליל (עם זרם מעגלי) נבחר לולאה בצורת ריבוע בעל צלע l ו- $\oint \vec{B} \cdot d\vec{L} = B \cdot l$
3. מישור אינסופי נבחר לולאה בצורת ריבוע בעל צלע l ו- $\oint \vec{B} \cdot d\vec{L} = B \cdot 2l$

כוח על תיל נושא זרם ובין שני תילים GOOL

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.

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 משיכה אם הזרמים באותו כיוון ודחייה אם בכיוונים הפוכים

חוק פאראדי והשראה GOOL

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

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

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

מומנט כוח מגנטי GOOL

מומנט הכוח הפועל על מסגרת מלבנית הנמצאת בשדה מגנטי אחיד: $\tau = BIS \sin \alpha$

S - שטח המסגרת.

α - הזווית בין האנך למסגרת לבין השדה.

- הערות: לא תלוי בציר הסיבוב. אותה הנוסחה גם עבור לולאה סגורה בכל צורה שהיא.

מבוא לאופטיקה GOOL

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

גלים והתאבכות גלים GOOL

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.

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

ℓ - אורך המיתר. n - מספר נקודות הקמר (מקסי/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 n 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: $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{d}$

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

X_n - המרחק בין אמצע הלוח והמינימום מסדר n.

L_n - המרחק בין המרכז של החריצים למינימום מסדר n.

λ - אורך הגל. d - המרחק בין החריצים.

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

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.

- 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.

האפקט הפוטואלקטרי GOOL

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

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