

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 וזריקה אנכית

תנועה בתאוצה קבועה g כלפי מטה, נבחר את ציר התנועה להיות ציר ה-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:

$$1. \text{ כיוון הצייר החיובי יהיה כלפי מטה ואז } a = g$$

2. נבחר את הראשית בנקודת ההתחלה ואז $y_0 = 0$
 - **זריקה 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 y : $t_{\text{שיא גובה}} = \frac{v_0}{g}$; $y_{\text{שיא גובה}} = y_0 + \frac{v_0^2}{2g}$

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 נורק במהירות התחלתית v_0 בזווית θ (באופקית הזווית אפס).

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

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

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

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

- אם נבחר כיוון חיובי בציר Y כלפי מעלה או $a_y = -g$, תיתכן תאוצה גם בציר ה-X לדוגמה במקרה של רוח אופקית ואז צריך לשנות את הנוסחאות בציר X לנוסחאות של תאוצה קבועה.

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

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

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

טווח מקסימלי בזווית 45 מעלות

- **משוואת המסלול**: 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**: $f_s \leq \mu_s N$ 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: $f_k = \mu_k N$

המישור המשופע: בעצירת 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

$$\Sigma F_y = ma_y, \quad \Sigma F_x = ma_x$$

בנפרד. כלומר: אם מספר גופים נעשה תרשים כוחות שני בבעיות עם מספר גופים נעשה תרשים כוחות שני לכל גוף בנפרד. אח"כ נסיק את הקשר בין התאוצות של הגופים.

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 עמובה.

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

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

התאוצה היא נגזרת של המהירות והמהירות היא אינטגרל על התאוצה:

$$a(t) = \frac{dv}{dt}; \quad v(t) = \int a(t)dt$$

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

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

GOOL

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

$$A_x = |\vec{A}| \cos \theta$$

למצא גודל וזווית: $|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}; \quad \tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$

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. **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) **מכפלה סקלרית בין שני וקטורים**:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x \cdot B_x + A_y \cdot B_y + A_z \cdot B_z = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \alpha$$

- תוצאת המכפלה היא תמיד סקלר (ולא וקטור) **מכפלה סקלרית של וקטורים מאונכים מתאפסת**.

- **נוסחה למציאת זווית בין וקטורים**:

$$\cos \alpha = \frac{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}{|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|}$$

וקטור יחידה: $\hat{A} = \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$

וקטור בשלושה מימדים: $0 \leq \varphi \leq \pi$
 $0 \leq \theta \leq 2\pi$

$$\tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$$

פירוק לרכיבים: $A_{xy} = |\vec{A}| \sin \varphi$; $A_z = |\vec{A}| \cos \varphi$

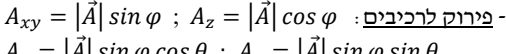
$$A_x = |\vec{A}| \sin \varphi \cos \theta; \quad A_y = |\vec{A}| \sin \varphi \sin \theta$$

מכפלה וקטורית: דרך 1 לעשות את המכפלה עם דטרמיננטה:

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

דרך 2 לפי גודל וכיוון בנפרד: גודל המכפלה הוא: $|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}| |\vec{B}| \sin \alpha$

וכיוון לפי כלל יד ימין:



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

פונקציות טריגונומטריות

GOOL

ניצב שמול יתר: $\sin \alpha = \frac{a}{c}$

ניצב ליד יתר: $\cos \alpha = \frac{b}{c}$

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

$\frac{1}{\tan \alpha} = \cot \alpha = \frac{b}{a}$

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

$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$	$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$	$90^\circ - \alpha$
$\tan(90^\circ - \alpha) = \cot \alpha$	$\cot(90^\circ - \alpha) = \tan \alpha$	
$\sin(90^\circ + \alpha) = \cos \alpha$	$\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$	$90^\circ + \alpha$
$\tan(90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$	$\cot(90^\circ + \alpha) = -\tan \alpha$	
$\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$	$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$	180°
$\tan(180^\circ - \alpha) = -\tan \alpha$	$\cot(180^\circ - \alpha) = -\cot \alpha$	$-\alpha$
$\sin(-\alpha) = -\sin \alpha$	$\cos(-\alpha) = \cos \alpha$	$-\alpha$
$\tan(-\alpha) = -\tan \alpha$	$\cot(-\alpha) = -\cot \alpha$	
$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$		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

משוואת הקו הישר: $y = mx + n$

הישר עם ציר ה-x. n היא נקודת חיתוך עם ציר ה-y.

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

GOOL

משוואת הפרבולה: $y = ax^2 + bx + c$

חיוב הפרבולה מחייכת, 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 הזקות**: $(ab)^c = a^c b^c$; $a^b a^c = a^{b+c}$

$$(a^b)^c = a^{bc}; \quad \frac{1}{a^b} = a^{-b}$$

מעברים בין יחידות: **קילו (k) זה 1000**: $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$; $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$

מילי (m) זה 1/1000: $1 \text{ mm} = \frac{1}{1000} \text{ m}$; $1 \text{ mg} = \frac{1}{1000} \text{ g}$

ליטר: $1 \text{ liter} = 1000 \text{ cm}^3$

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

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

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

GOOL

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: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

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 התחלת התנועה)

קפיצים

GOOL

חוק הוק - הכוח שמפעיל קפיץ: F = -kΔx
Δx - התארכות ממצב הרפוי של הקפיץ (מסומן גם ב Δl)
k - הוא קבוע הקפיץ ותלוי בחומר ממנו עשוי הקפיץ

Diagram showing two springs in series and parallel. Series: k1, k2 in a line, with formula 1/k_eff = 1/k1 + 1/k2. Parallel: k1, k2 side-by-side, with formula k_eff = k1 + k2.

GOOL

כבידה והכוח הריבועי ההפוך

כוח הכבידה בין שני גופים בעלי מסה: F = Gm1m2/r^2
כאשר m1 ו- m2 הן שתי המסות ביניהם פועל הכוח.
r - הוא המרחק בין מרכזי הכובד של הגופים. מפה השם הכוח הריבועי ההפוך.
G - הוא קבוע הנקרא קבוע הכבידה העולמי (או קבוע הגריבטיציה העולמי או קבוע ניוטון), ערכו נמדד בניסויים והוא: G = 6.67384 · 10^-11 m^3/s^2kg = 6.67384 · 10^-8 cm^3/s^2gr

GOOL

עבודה ואנרגיה

העבודה שמבצע כוח קבוע או כוח ממוצע: W = F · Δx
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).

אנרגיה קינטית: Ek = 1/2 mv^2
העבודה הכוללת (כולל הכוחות המשמרים) שווה לשינוי באנרגיה קינטית: W_SF = ΔEk
אנרגיה הפוטנציאלית הכובדית: Ug = mgh
h זה הגובה של הגוף. ניתן לבחור גובה אפס איפה שרוצים. העבודה שמבצע כוח הכובד שווה לשינוי באנרגיה הפוטנציאלית הכובדית: Wg = -ΔUg
אנרגיה הפוטנציאלית האלסטית (האנרגיה של קפיץ): Wg = -ΔUg

כוח קבוע הקפיץ: Uel = 1/2 k(Δx)^2
Δx היא התארכות מהמצב הרפוי (לפעמים מסומן ב Δl)
האנרגיה הכוללת היא האנרגיה הקינטית של הגוף ועוד סך כל האנרגיות הפוטנציאליות:

E = Ek + U = 1/2 mv^2 + mgh + 1/2 k(Δx)^2
בשוויון השני רשמנו את האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית והאלסטית. תיאורטית יכולות להיות עוד אנרגיות פוטנציאליות אבל זה מאוד נדיר בקורס הזה.

משפט עבודה אנרגיה: WNC = ΔE או Ei + WNC = Ef
Ei ו- Ef הם האנרגיות הכולליות בהתחלה ובסוף.
WNC היא העבודה שנעשתה על ידי הכוחות הלא משמרים בתהליך שבין נקודת ההתחלה לסוף.

נוסחה לשינוי בגובה של מטוטלת: h = l(1 - cos θ)
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 החיכוך הקינטי על הגוף שלילית)
Q = -Wfk
ניתן לחשב את החום שנוצר גם מהשינוי באנרגיה הכללית של הגוף.



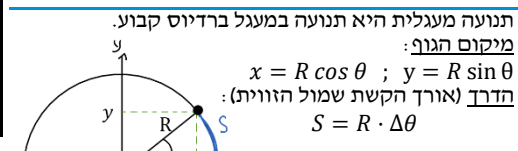
הספק (P): העבודה שנעשית ביחידת זמן.
ההספק של כוח קבוע או הספק ממוצע: P = W/Δt
היחידה הסטנדרטית של הספק היא Watt (W) והיא שווה לגאול חלקי שנייה.

יחידת נוספת היא כוח סוס (Hp): 1Hp = 746Watt
נוסחה נוספת להספק: P = F · v
בנוסחה יש מכפלה סקלרית של הכוח במהירות הגוף.
הנוסחה נכונה גם להספק רגעי (ולא רק להספק ממוצע או קבוע)

GOOL

תנועה מעגלית

תנועה מעגלית היא תנועה במעגל ברדיוס קבוע.
מיקום הגוף: x = R cos θ ; y = R sin θ
הדרך (אורך הקשת שמול הזווית): S = R · Δθ



- יש להציב את שינוי הזווית ברדיאנים

המהירות הזוויתית היא קצב שינוי הזווית בזמן.

מהירות זוויתית קבועה או ממוצעת:

ω = Δθ/Δt = 2πf = 2π/T

f היא התדירות (יחידות הרץ או 1/sec). T זמן מחזור. הקשר בין המהירות הזוויתית למהירות הקווית (נכון גם למהירויות שאינן קבוע):

|v| = ωR

אנרגיה רדיאלית (למרכז המעגל): ar = v^2/R = ω^2R

סכום הכוחות למרכז המעגל:

ΣFr = m(v^2/R) = m(ω^2R)

בתרגילים, נבחר מערכת צירים כך שכיוון ציר ה 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 קבוע (תנועה לא קבועה) אז יש גם כוח תאוצה משיקית. התאוצה המשיקית שווה לשינוי גודל המהירות בזמן (בדיוק כמו תאוצה רגילה בתנועה בקו ישר).

עבור תאוצה משיקית קבועה או ממוצעת: aθ = Δv/Δt

סכום הכוחות בכיוון המשיק (ציר Y) יהיה: ΣFθ = maθ
תאוצה זוויתית: קצב שינוי המהירות הזוויתית בזמן.

עבור תאוצה זוויתית קבועה או ממוצעת: α = Δω/Δt
(ביחידות של רדיאן לשינה בריבוע).

הקשר בין תאוצה זוויתית לתאוצה המשיקית (גם עבור תאוצה משתנה): aθ = αR

מהירות זוויתית כוללת בזמן בתאוצה זוויתית קבועה:

ω(t) = ω0 + α · (t - t0)

זווית כוללת בזמן בתאוצה זוויתית קבועה:

θ(t) = θ0 + ω0(t - t0) + 1/2 α(t - t0)^2

GOOL מתקף ותנע

המתקף שמפעיל כוח קבוע או ממוצע על גוף: j = F · Δt
התנגשות אלסטית: התנגשות שבה האנרגיה הקינטית נשמרת. נוסף למשוואת שימור התנע את משוואת שימור האנרגיה: 1/2 m1v1^2 + 1/2 m2v2^2 = 1/2 m1u1^2 + 1/2 m2u2^2
בהתנגשות אלסטית במימד אחד (מצחיית) בלבד, ניתן להחליף את משוואת שימור האנרגיה במשוואה הבאה: v1 - v2 = -(u1 - u2)

התנגשות פלסטית: הגופים נעים יחד אחרי ההתנגשות. משוואת שימור התנע הופכת ל-

m1v1 + m2v2 = (m1 + m2)u

u - היא המהירות המשותפת לאחר ההתנגשות. רגע: הגופים נעים יחד לפני ההתנגשות. משוואת שימור התנע הופכת ל-

(m1 + m2)v = m1u1 + m2u2

התנגשות פלסטית ורתע הן 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 מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

התנגשות אלסטית מצחיית (במימד אחד) בין מסות שוות שאחד הגופים במנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף שהיה במנוחה ינע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו הגוף הראשון.

פרוטונים מסמנים ב- p נייטרונים ב- n ואלקטרונים ב- e
מסת הפרוטון והנייטרון: mn ≈ mp = 1.67 · 10^-27 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg
מסת האלקטרון: me = 9.1 · 10^-31 kg

GOOL

הכוח החשמלי - חוק קולון

חוק קולון: F = kq1q2/r^2
r - הוא המרחק בין הגופים

קבוע הכוח החשמלי האוניברסלי: k = 9 · 10^9 N·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 בתוך (לדוגמה מים או שמן) הכוח משתנה.

GOOL

השדה החשמלי

הכוח הפועל על מטען הנמצא בשדה חשמלי E: F = qE
השדה שיוצר מטען נקודתי בכל המרחב: E = 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.

GOOL

חוק גאוס

צפיפות מטען נפחית ρ, משטחית σ, אורכית λ, אחידה: ρ = Q/V, σ = Q/S, λ = Q/L

Q - סך המטען שבגוף. V - נפח הגוף. S - שטח. L - אורך. הקבוע הדיאלקטרי של הריק: ε0 = 1/(4πk) = 8.85 · 10^-12 C^2/N·m^2

ניתן לרשום את כל הנוסחאות עם k או עם ε0. השטף דרך משטח בשדה אחיד: ΦE = E · s

E⊥ רכיב השדה שמאונך למשטח. s הוא שטח המשטח. אם השדה לא אחיד על המשטח ניתן לחלק את המשטח לחתיכות שבהן השדה אחיד ולסכום את השטף דרך כל חתיכה.

חוק גאוס: ΦE = 4πkQin
ΦE - שטף דרך משטח סגור. Qin - סך המטען הכלוא בנפח שסוגר המשטח. השדה של כדור וקליפה כדורית מחוץ לכדור או הקליפה הוא כמו של מטען נקודתי: E = 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 מולך השדה בתוך הקליפה/כדור מולך הוא אפס.

שדה של כדור מלא ברדיוס R הטעון בצפיפות אחידה: בכיוון רדיאלי

Q הוא סך המטען של הכדור r הוא המרחק ממרכז הכדור

E = { kQr/R^3, r < R; kQ/r^2, r > R

הקשר בין סך המטען לצפיפות (אחידה) בכדור מלא: Q = 4πR^3ρ/3

שדה של תיל אינסופי (אחיד): E(r) = 2kλ/r

r - מרחק מהתיל. λ - צפיפות מטען ליחידת אורך של התיל

כיוון השדה רדיאלי (במאונך לתיל וכלפי חוץ/פנים עבור מטען חיובי/שלילי).

שדה של קליפה גלילית מתאפס בתוך הקליפה וכמו של תיל מחוץ לקליפה.

שדה של גליל מלא ברדיוס R הטעון בצפיפות נפחית אחידה ρ: (בכיוון רדיאלי)

E = { πkρr, r < R; 2πR^2ρ/r, r > R

תנע זוויתי (תנ"ז) L = r × p

תנ"ז: r - הוא וקטור המיקום של הגוף, p - התנע הקווי עבור גוף הנע בקו ישר ניתן לחשב את התנ"ז לפי: |L| = mvd

כאשר d זה המרחק האפקטיבי. v - המהירות. הקשר בין תנ"ז למומנט כוח: חוק שימור התנע הזוויתי: אם v = 0 הווייתו נשמר

תנע זוויתי (תנ"ז) L = r × p

תנ"ז: r - הוא וקטור המיקום של הגוף, p - התנע הקווי עבור גוף הנע בקו ישר ניתן לחשב את התנ"ז לפי: |L| = mvd

כאשר d זה המרחק האפקטיבי. v - המהירות. הקשר בין תנ"ז למומנט כוח: חוק שימור התנע הזוויתי: אם v = 0 הווייתו נשמר

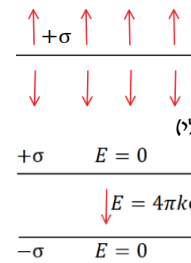
תנע זוויתי (תנ"ז) L = r × p

תנ"ז: r - הוא וקטור המיקום של הגוף, p - התנע הקווי עבור גוף הנע בקו ישר ניתן לחשב את התנ"ז לפי: |L| = mvd

תנע זוויתי (תנ"ז) L = r × p

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 הוא $4\pi k\sigma$ בין המישורים ואפס מחוץ.

GOOL

תנועה בשדה חשמלי אחיד

אם השדה אחיד אז יש תנועה בתאוצה קבועה. כמו תנועה בליסטית. גודל התאוצה הוא: כיוון התאוצה בכיוון השדה עבור מטען חיובי והפוך לשדה עבור מטען שלילי

GOOL

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). - הפוטנציאל במוליך אחיד (קבוע). הארקה: חיבור לקרקע, מאפסת את הפוטנציאל.

GOOL

חומרים דיאלקטרים

- חומר דיאלקטרי הוא חומר מבודד (בפשטות, במקרים יותר מורכבים אפשר לדבר גם על חומרים דיאלקטרים 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 (חלא יחסי) והקשר הוא: $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$

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

מתח פוטנציאל ואנרגיה של הכוח החשמלי

הכוח החשמלי הוא כוח משמר ולכן האנרגיה של מטען הנע בהשפעת הכוח החשמלי נשמרת.

$$\text{משוואת שימור אנרגיה: } \frac{1}{2}mv_i^2 + U_i = \frac{1}{2}mv_f^2 + U_f$$

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):

$$W_{\text{חשמלי}} = -\Delta U$$

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

$$\Delta U = -W_{\text{חשמלי}} = \text{להזיז מטען}$$

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:

$$V = \frac{kq}{r}$$

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. $1eV = 1.6 \cdot 10^{-19}J$

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):

$$U(x) = -2\pi k\sigma x$$

x - המרחק מהלוח.

הפוטנציאל במוליכים קבוע (אחיד) ושווה לערך על השפה (לא בהכרח אפס) הפוטנציאל של כדור מוליך בכל המרחב:

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

Q - סך המטען של הכדור
 R - רדיוס הכדור
 r - המרחק ממרכז הכדור
שימו לב שהפוטנציאל בתוך הכדור אינו תלוי במרחק (קבוע).

הפוטנציאל של כדור: כדור 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 לכדור האדמה, מאלץ את הפוטנציאל של המוליך להיות אפס (כמו כדור האדמה). חישוב אנרגיה פוטנציאלית של מערכת שלמה (העבודה הדרושה לבניית המערכת):

1 - דרך: 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:

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

2 - דרך: 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.

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: $I = n_e A q_e v_d$ - מספר האלקטרונים ליחידת נפח. A - שטח חתך של המוליך. q_e - מטען האלקטרון. v_d - מהירות הסחיפה (מהירות ממוצעת של האלקטרון במוליך)

מהירות האות החשמלי היא המהירות שבה ההשפעה של שינוי במקום אחד במעגל מגיעה למקום אחר (לדוגמה, המהירות שבה תידלק נורה כתוצאה מהדלקה של מתח). בהרבה מהמהירות החשמלי היא מהירות האור והיא גדולה מקור מתח מבצע עבודה במעגל חשמלי סגור וגורם לתנועה של המטענים (זרם). המקור אינו מוסיף מטענים למעגל.

$$V = IR$$

חוק אוהם: 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 - ההתנגדות 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):

$$V = \frac{\epsilon R_T}{R_T + r}$$

ולא הזרם:

$$V = \frac{\epsilon R_T}{R_T + r}$$

GOOL עבודה אנרגיה והספק ברכיבים במעגל

העבודה שמתבצעת על מטען q שעובר בנגד מתח V היא: $W = qV = Q$ כאשר Q זה החום שנוצר בנגד.

הספק קבוע או ממוצע:

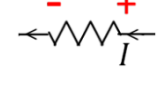
$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

W - העבודה שהתבצעה במרווח הזמן Δt - היחידות הסטנדרטיות של הספק הן וואט: $1W = 1J/sec$ נוסחה נוספת להספק שנכונה גם להספק רגעי:

$$P = IV = I^2R = V^2/R$$

השווין הראשון נכון לכל רכיב חשמלי והשניים האחרונים (עם R נכונים רק לנגד).

GOOL חיבור נגדים במעגל



הצד בו הפוטנציאל גבוה בנגד הוא הצד שבו הזרם נכנס לנגד. חיבור נגדים בטור: חיבור בטור נעשה כאשר הזרם נגדים 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 על הנגד השקול. הספק המעגל שווה להספק המקור (סוללה אידיאלית).

GOOL 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 למצוא את הזרמים.

GOOL נצילות במעגל החשמלי

נצילות: $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$ η - נצילות המעגל. P_{out} - ההספק המופק/מנוצל ברכיבים השימושיים במעגל P_{in} - ההספק המושקע (של הסוללה)

GOOL 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): $C = \frac{Q}{V}$ - הקיבול של הרכיב. V - המתח בין שני החלקים. Q - המטען על הלוח החיובי.

יחידות הקיבול הן Farad: $1 \cdot Farad = \frac{1 \cdot Coulomb}{1 \cdot Volt}$ סוג קבלים נפוצים: קבל לוחות, קבל כדורי וקבל גלילי. בדרי"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). שינוי הקבל במעגל: -| -| - לאחר שעבר זמן רב הקבל מתנהג כמו נתק במעגל: כאשר מתחברים 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 (וזוה 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 (וזוה גם המטען על הקבל השקול).

- המתח על הקבל השקול שווה לסכום המתחים של כל הקבלים

אנרגיה האגורה בקבל: $U_c = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ העבודה שמבצעת הסוללה לטעינת קבל:

$$W = QV = 2U_c$$

חומרים דיאלקטרים 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 חזר לפי החוקים של חיבור קבלים בטור או במקביל. (פרוק לגמרי)