

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

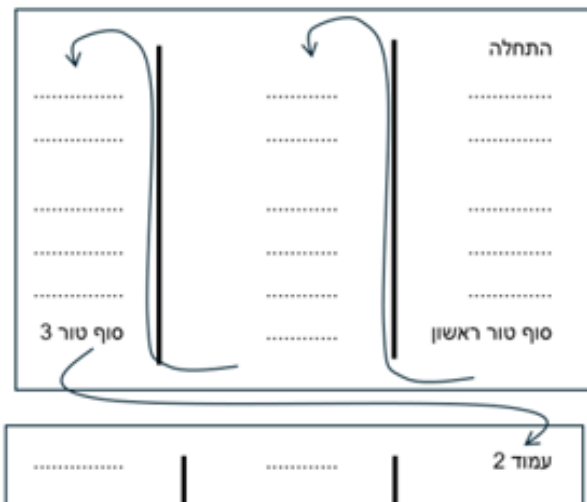
עריכה:

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.

עוד מקסימאלי: $f_s \leq \mu_s N$ או $f_{s,max} = \mu_s N$
חיכוך קינטי: $f_k = \mu_k N$
 פועל כנגד כיוון התנועה (ביחס למשטח המגע).
 גודלו קבוע (אינו תלוי במהירות או בכוחות האחרים)
 בניגוד לסטטי ושווה ל:
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: $\Sigma F_y = ma_y$, $\Sigma F_x = ma_x$.
 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
 $k_{eff} = k_1 + k_2$
חיבור בטור
 $\frac{1}{k_{eff}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$

כבידה והכוח הריבועי ההפוך
כוח הכבידה בין שני גופים בעלי מסה:
 $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
 כאשר m_1 ו- m_2 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 הגרביטציה העולמי או קבוע ניוטון), ערכו נמדד בניסויים והוא:
 $G = 6.67384 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{s^2 kg} = 6.67384 \cdot 10^{-8} \frac{cm^3}{s^2 gr}$
כוח ציפה: פועל על גוף בנוזל. כיוונו הפוך לכוח הכובד.
 $F_b = \rho_l V g$
 כאשר ρ_l היא צפיפות הנוזל ו- V הוא נפח הגוף.

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).
אנרגיה קינטית:
 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
העבודה הכוללת (כולל הכוחות המשמרים) שווה לשינוי באנרגיה קינטית:
 $W_{\Sigma F} = \Delta E_k$
האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית:
 $U_g = mgh$
 h זה הגובה של הגוף. ניתן לבחור גובה אפס 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 הכוללת 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 $W_{NC} = \Delta E$ או 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.

הגרף של המיקום כתלות בזמן בתאוצה קבועה הוא פרבולה. התאוצה חיובית פרבולה מחייכת, 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:
 $(\cos x)' = -\sin x$; $(\sin x)' = \cos x$

וקטורים
פירוק לרכיבים:
 $A_y = |\vec{A}| \sin \theta$
 $A_x = |\vec{A}| \cos \theta$
 למצא גודל וזווית:
 $|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$; $\tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$
חיבור וקטורים:
 - בצורה גרפית נצמיד 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:
 $\hat{A} = \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$
נפילה חופשית חריקה אנכית
 תנועה בתאוצה קבועה g כלפי מטה, נבחר את ציר התנועה להיות ציר Y, ולכן משוואות התנועה הן:
 $y(t) = y_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$
 $v(t) = v_0 + a(t - t_0)$
 $v_f^2 = v_i^2 + 2a(y_f - y_i)$
 - **נפילה חופשית** הגוף מתחיל במנוחה 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 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:
 $y_0 = y_0 + \frac{v_0^2}{2g}$; $t_{\text{שיא גובה}} = \frac{v_0}{g}$

תנועה במישור
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:
 $\vec{v}_{avg} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$
 בדרי"כ נפריד לתנועה בציר X ותנועה בציר Y ונעבוד עם כל ציר בנפרד כמו תנועה במימד אחד.
דינמיקה - חוק I ו- II של ניוטון

חוק הראשון של ניוטון: אם גוף נע במהירות קבועה בקו ישר (או במנוחה) אז סכום הכוחות עליו מתאפס ולהפך.
חוק 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.

פונקציות טריגונומטריות
GOOL
 ניצב שמואל
 $\sin \alpha = \frac{a}{c}$
 יתר
 $\cos \alpha = \frac{b}{c}$
 יתר
 ניצב שמואל
 $\tan \alpha = \frac{a}{b}$
 ליד ניצב
 $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$; $\cot \alpha = \frac{b}{a} = \frac{1}{\tan \alpha}$
 $a^2 + b^2 = c^2$

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

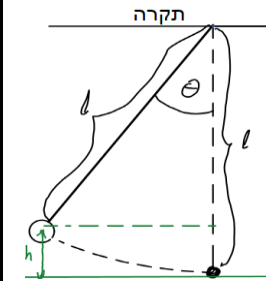
משוואת הקו הישר
GOOL
משוואת הקו הישר:
 $y = mx + n$
 כאשר $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan \alpha$ היא השיפוע, α כאשר α היא הזווית של הישר עם ציר ה-x.
מרחק בין שתי נקודות:
 $d^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$
הפרבולה

משוואת הפרבולה:
 $y = ax^2 + bx + c$
 a חיוב הפרבולה מחייכת, שלילי בוכה.
קודקוד הפרבולה:
 $x_{\text{קודקוד}} = -\frac{b}{2a}$
 $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
נוסחת השורשים:
מבוא פיזיקלי
חוקי חזקות:
 $(ab)^c = a^c b^c$; $a^b a^c = a^{b+c}$
 $(a^b)^c = a^{bc}$; $\frac{1}{a^b} = a^{-b}$

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

תנועה בקו ישר
GOOL
העתק- השינוי במיקום הגוף:
 $\Delta x = x_2 - x_1$
דרך- אורך כל המסלול שעשה הגוף, סימון באות S
מהירות ממוצעת או קבועה:
 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
המיקום כתלות בזמן במהירות קבועה:
 $x(t) = x_0 + v(t - t_0)$
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)
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.



נוסחה לשינוי בגובה של
מטוטלת:
$$h = l(1 - \cos \theta)$$

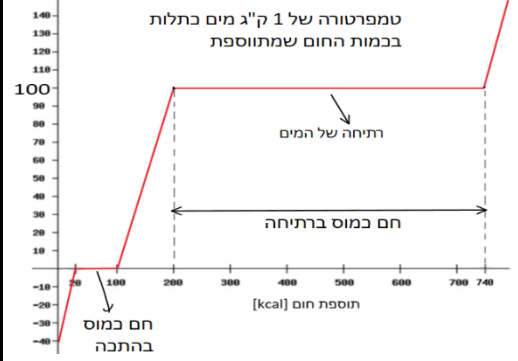
 h - הגובה מהתחתית
 l - אורך החוט
 θ - זווית ביחס לאנך
מהתקרה.
חום (Q): האנרגיה
הנוצרת מחיכוך קינטי.
- כמות החום שנוצרת
בתהליך שווה לעבודה של
כוח החיכוך הקינטי (והפוכה בסימן), כי העבודה שמבצע
החיכוך הקינטי על הגוף שלילית)
 $Q = -W_{f_k}$
ניתן לחשב את החום שנוצר גם מהשינוי באנרגיה
הככלית של הגוף.

הספק (P): העבודה שנעשית ביחידת זמן.
ההספק של כוח קבוע או הספק ממוצע:
 $P = \frac{W}{\Delta t}$
היחידה הסטנדרטית של הספק היא וואט (W) והיא שווה
לגאול חלקי שנייה.
יחידת נוספת היא כוח סוס (Hp):
 $1 \text{ Hp} = 746 \text{ Watt}$
נוסחה נוספת להספק:
 $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$
- בנוסחה יש מכפלה סקלרית של הכוח במהירות הגוף.
- הנוסחה נכונה גם להספק רגעי (ולא רק להספק ממוצע
או קבוע)

חום וחוק הראשון של התרמודינמיקה
 $1 \text{ cal} / 1 \text{ kcal}$ היא כמות החום הדרושה בשביל להעלות 1
גרם / קילוגרם של מים במעלה אחת (צלזיוס):
 $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$
 $1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ kJ}$ (או Cal עם גדולה)
אנרגיה פנימית - סך האנרגיות של כל המולקולות בחומר.
אנרגיה פנימית של גז אידיאלי מונואטומי:
 $E_{int} = \frac{3}{2} nRT$
אנרגיה פנימית של גז אידיאלי דו-אטומי:
 $E_{int} = \frac{5}{2} nRT$
 n - מספר המולים של החומר. T - טמפרטורה.
חישוב חום:
 $Q = mc\Delta T$
 m - מסת הגוף. c (קטנה) קיבול החום הסגולי (קיבול חום
של יחידת מסה) תלוי רק בסוג החומר. ΔT - שינוי בטמפ'.
 C (גדולה) קיבול החום הכולל של הגוף:
 $C = mc$
קיבול חום סגולי c בטמפרטורה 20°C ובחץ 1 atm

חומר	$c \text{ [J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)]}$	$c \text{ [cal/(g} \cdot ^\circ\text{C)]}$
אלומיניום	900	0.22
אלכוהול (אתילי)	2400	0.58
נחושת	390	0.093
זכוכית	840	0.20
ברזל / פלדה	450	0.11
עופרת	130	0.031
שיש	860	0.21
כספית	140	0.033
כסף	230	0.056
עץ	1700	0.40
קרח (-5°C)	2100	0.50
מים נוזליים (15°C)	4186	1.00
קיטור (110°C)	2010	0.48
גוף האדם (ממוצע)	3470	0.83

חום כמס: חום שהולך לשינוי מצב הצבירה של החומר
ואינו משנה את הטמפרטורה:
 $Q = m \cdot L$
 Q - החום הכמס בחומר. m - מסת הגוף.
 L - חום כמס ליחידת מסה (תלוי בחומר ונמצא בטבלה).



חומר	נק' היתוך ($^\circ\text{C}$)	L_f היתוך (kJ/kg)	נק' רתיחה ($^\circ\text{C}$)	L_v אידיוי (kJ/kg)
חמצן	-219	14	-183	210
חנקן	-210	26	-195.8	200
אתנול	-114	104	78	850
אמוניה	-117	33	-33.4	137
מים	0	333	100	2260
עופרת	327	25	1750	870
כסף	961	88	2193	2300
ברזל	1808	289	3023	6340
טונגסטן	3410	184	5900	4800

תנועה מעגלית
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:
(ביחידות של רדיאן לשנייה)
 $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
 f היא התדירות (יחידות הרץ או 1/sec). T זמן מחזור.
הקשר בין המהירות הזוויתית למהירות הקווית (לכון 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 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 קצובה) 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: $\Sigma F_\theta = ma_\theta$
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 המשיקית (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:
 $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$
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
רתע: 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 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 מצחית (במימד אחד) בין מסות שוות
שצאד הגופים מנוחה: במקרה זה כל האנרגיה עוברת
מהגוף הפוגע לגוף במנוחה. כלומר הגוף הפוגע ייעצר והגוף
שהיה במנוחה ינוע לאחר ההתנגשות במהירות שבו פגע בו
הגוף הראשון.

תנועה מחזורית
תנועה מחזורית: היא תנועה המורכבת מקטע תנועה
מסוים החוזר על עצמו באופן מדויק כל מרווח זמן קבוע.
הגדרה: תנועה מחזורית היא תנועה שבה קיים T קבוע
ועבורו מתקיים $\vec{x}(t) = \vec{x}(t + T)$ לכל $\vec{x}(t)$ כאשר T
הוא זמן המחזור. שימו לב, כל תנועה הרמונית היא תנועה
מחזורית אבל לא כל תנועה מחזורית היא הרמונית.
בתנועה הרמונית יש תנאים נוספים שהכוח ביחס ישר
למיקום.

תנועה הרמונית
המיקום כתלות בזמן בתנועה הרמונית:
 $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$
- הראשית היא בנקודת שיווי המשקל.
- נקודת שיווי המשקל היא הנקודה שבה סכום הכוחות
שווה לאפס (התאוצה גם שווה לאפס והמהירות מקסי'
 A - אמפליטודת התנועה, מרחק מקסימאלי משיווי משקל:
 ω - תדירות זוויתית. ϕ - פאזה.

המהירות בתנועה הרמונית:
 $v(t) = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$
התאוצה בתנועה הרמונית:
 $a(t) = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$
קשר בין התדירות הזוויתית (אומגה) לתדירות וזמן
המחזור:

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

עבור מסה המחוברת לקפיץ:
כאשר k הוא קבוע הקפיץ ו- m היא מסת הגוף.
הפאזה:
 $\phi = \omega \cdot t_0$
כאשר t_0 הוא הזמן שעבר מהרגע שבו הגוף היה בקצה
החיובי עד ש $t = 0$ (מתחילים למדוד את התנועה)
בדרכ נמצא את A ו- ϕ מתנאי התחלה:
 $x(t = 0) = A \sin \phi$; $v(t = 0) = -\omega A \cos \phi$
מהירות ותאוצה מקסימליות:

$v_{max} = \pm \omega A$; $a_{max} = \pm \omega^2 A$
תוספת של כוח קבוע למערכת: משנה רק את נקודת שיווי
המשקל (ולא את התדירות). במקרה כזה נקודת שיווי
המשקל לא תהיה הנקודה שבה הקפיץ רפוי וצריך להבחין
ביניהם. מקרה נפוץ הוא של קפיץ אנכי. בקפיץ אנכי כוח
הכובד הוא כוח קבוע, הוא לא משפיע על התנועה למעט
שינוי נקודת שיווי המשקל. אפשר לחשוב שכוח הכובד
גורם למתיחה התחלתית של הקפיץ עד לנקודה שבה כוח
הקפיץ שווה לכוח הכובד (נקי ש.מ. חדשה) משם התנועה
תהיה כרגיל. אפשר לקבוע את $x=0$ בנקודת ש.מ ולהתעלם
מהכובד.

האנרגיה בתנועה הרמונית:
 $E = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m v_{max}^2$

גלים והתאבכות גלים
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.

גל עומד במיתר שקצותיו קשורים:
 $\ell = n \cdot \frac{\lambda}{2}$
 ℓ - אורך המיתר. n - מספר נקודות הקמר (מקסי/מיני)
קווי מקסימום ראשיים בהתאבכות משני מקורות (ויותר)
שוי-מופע:
 $\sin \theta_n = \frac{x_n}{L_n} = n \cdot \frac{\lambda}{d}$
 θ_n - זווית הסטייה של האור המגיע לנקי המקסימום n
ביחס לכיוון המאונך למישור החריצים.
 X_n - המרחק בין אמצע הלוו 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 שוי-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 לנקי המינימום n
ביחס לכיוון המאונך למישור החריצים.
 X_n - המרחק בין אמצע הלוו והמינימום מסדר n .
 L_n - המרחק בין המרכז של החריצים למינימום מסדר n .
 λ - אורך הגל. d - המרחק בין החריצים.
נוסחת יאנג:
 $\Delta X = L \cdot \theta$ - רוחב פס האור. L - מרחק האנך למסך מהחריצים.
 λ - אורך הגל. d - המרחק בין החריצים.
קווי מקסימום בהתאבכות בסריג עקיפה:
 $\sin \theta_n = n \cdot \frac{\lambda}{d} = n \cdot N \cdot \lambda$

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.

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