

# פיסיקה 1 דף נוסחאות

## כוחות

החוק II של ניוטון:  $\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m\vec{a} + m\dot{\vec{v}}$

חוק הוק:  $\vec{F} = -k\Delta\vec{x}$

כוח חיכוך סטטי:  $f_s \leq \mu_s N$

כוח חיכוך קינטי:  $f_k = \mu_k N$

## וקטורים

$|A| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$

$A_x = A \sin \theta \cos \varphi$   
 $A_y = A \sin \theta \sin \varphi$        $\tan \varphi = A_y / A_x$   
 $A_z = A \cos \theta$

מכפלה סקלרית:  $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$   
 $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta_{AB} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$

מכפלה וקטורית:  $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} \Rightarrow C = AB \sin \theta_{AB}$   
 $C_x = A_y B_z - A_z B_y, C_y = A_z B_x - A_x B_z, C_z = A_x B_y - A_y B_x$

## תנועה מעגלית/סיבובית

הקשר בין אורך הקשת לזווית:  $x = R\theta$

מהירות זוויתית:  $v_T = R\omega$        $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

תאוצה זוויתית:  $a_T = R\alpha$        $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$

תאוצה רדיאלית (צנטריפטיאלית):  $a_R = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$

תנועה בתאוצה זוויתית קבועה:  $\vec{\omega} = \vec{\omega}_0 + \vec{\alpha}t$

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$

## תנע זוויתי

תנע זוויתי:  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$

פיתול (מומנט של כוח):  $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

פיתול ותנע זוויתי:  $\sum \vec{\tau}_{ext} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

## קינמטיקה

מהירות רגעית:  $\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} = \dot{\vec{x}}$

תאוצה רגעית:

$\vec{a} = \frac{d^2\vec{x}}{dt^2} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{x}}$

תנועה בתאוצה קבועה:

$\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$

$v^2 = v_0^2 + 2\vec{a} \cdot (\vec{x} - \vec{x}_0)$

מהירות יחסית:  $\vec{v}_{AO} = \vec{v}_{AO'} + \vec{v}_{O'O}$

## מתקן, תנע והתנגשויות

תנע:  $\vec{p} = m\vec{v}$

$\vec{P} = \sum \vec{p}_i = M \frac{d\vec{r}_{cm}}{dt} = M\vec{v}_{cm}$

מתקן:  $\vec{J} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F} dt = \vec{p}_f - \vec{p}_i$

שימור אנרגיה בהתנגשות אלסטית בין שני חלקיקים:

$\frac{1}{2} m_A v_{A0}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{B0}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{A1}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{B1}^2$

## מרכז מסה

מיקום מרכז מסה:  $\vec{r}_{cm} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}$

$\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M} \int \vec{r} dm$

### עבודה ואנרגיה

$$W_{A \rightarrow B} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = K_B - K_A \quad \text{: עבודה}$$

$$W_{A \rightarrow B} = U_A - U_B \quad \text{: עבודה של כוח משמר}$$

$$F = -\frac{d}{dx}U(x) \quad \text{: כוח כנגזרת של אנרגיה פוטנציאלית}$$

$$U_A + K_A = U_B + K_B \quad \text{: שימור אנרגיה מכאנית}$$

$$K = \frac{mv^2}{2} \quad \text{: אנרגיה קינטית}$$

$$K = \frac{I\omega^2}{2} \quad \text{: אנרגיה קינטית של סיבוב}$$

$$U = mgh \quad \text{: אנרגיה פוטנציאלית של כבידה (סמוך לפני כדור"ה)}$$

$$U = \frac{kx^2}{2} \quad \text{: אנרגיה פוטנציאלית אלסטית}$$

$$\frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad \text{: הספק}$$

### מכאניקה של גוף קשיח

$$I = \sum m_i r_i^2 \quad \text{: מומנט התמד}$$

$$I = \int r^2 dm$$

$$I = I_{cm} + Mh^2 \quad \text{: משפט צירים מקבילים}$$

$$\sum \tau = I\alpha \quad \text{: חוק שני של ניוטון לתנועה סיבובית}$$

$$K = \frac{I\omega^2}{2} \quad \text{: אנרגיה קינטית סיבובית}$$

$$W = \int \tau d\phi \quad \text{: עבודה}$$

$$\vec{L} = I\vec{\omega} \quad \text{: תנע זוויתי}$$

### תנאי לשיווי משקל סטטי

$$\sum \vec{P} = 0 = \sum \vec{L}$$

### תנועה הרמונית פשוטה

$$m\ddot{x} + m\omega^2 x = 0 \quad \text{: משוואת התנועה}$$

$$E = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 \quad \text{: משוואת האנרגיה}$$

$$x = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t) \quad \text{: פתרון המשוואת}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{: זמן מחזור}$$

$$m\ddot{x} + kx = 0 \quad \text{: משוואת תנועה}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{: תדירות של קפיץ}$$

### תנועה הרמונית עם דעיכה

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad \text{: משוואת התנועה כולל דעיכה}$$

$$x = x_m e^{-bt/2m} \cos(\omega' t + \phi) \quad \text{: פתרון משוואת התנועה}$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}} \quad \text{כאשר}$$

משרעת  $x_m$  נוכח כוח היצוני מאלץ באוצמת  $F_d$  תדירות  $\omega_d$ :

$$x_m = \frac{F_d}{\sqrt{(k - m\omega_d^2)^2 + (b\omega_d)^2}}$$