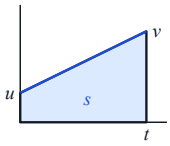
נוסחאות בפיזיקה: מכניקה

קינמטיקה

משוואות התנועה בתאוצה קבועה (SUVAT)



בלי העתק
$$v = u + at$$
בלי תאוצה
$$s = \tfrac{1}{2}(u+v)t$$
בלי מהירות סופית
$$s = ut + \tfrac{1}{2}at^2$$
בלי זמן
$$v^2 = u^2 + 2as$$
בלי מהירות התחלתית
$$s = vt - \tfrac{1}{2}at^2$$

רק בתאוצה קבועה.

s העתק u מהירות התחלתית v מהירות סופית
a תאוצה t זמן

גודל מהירות ומהירות

גודל מהירות ממוצע
$$\bar{v} = \frac{d}{t}$$
מהירות ממוצעת
$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

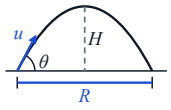
d דרך Δx העתק $t, \Delta t$ זמן

תאוצה

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v-u}{t}$$

$\bar{a}$ תאוצה ממוצעת Δv שינוי במהירות t זמן

זריקה משופעת



אופקי
$$x = (u\cos\theta)\,t$$
אנכי
$$y = (u\sin\theta)\,t - \tfrac{1}{2}gt^2$$
זמן מעוף
$$T = \frac{2u\sin\theta}{g}$$
גובה מרבי
$$H = \frac{u^2\sin^2\theta}{2g}$$
טווח
$$R = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$$

בלי התנגדות אוויר. T, H ו-R רק כשהגוף נוחת באותו גובה שממנו נזרק.

u מהירות הזריקה θ זווית הזריקה
x, y המרחק האופקי והאנכי מנקודת הזריקה t זמן
g תאוצת הכובד

כוחות

החוק השני של ניוטון

כוח שקול
$$\Sigma F = ma$$
משקל
$$W = mg$$

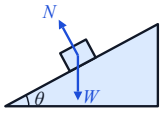
ΣF כוח שקול m מסה a תאוצה g תאוצת הכובד

חיכוך

חיכוך סטטי
$$f_s \le \mu_s N$$
חיכוך קינטי
$$f_k = \mu_k N$$

μ מקדם חיכוך N כוח נורמלי

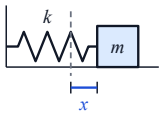
מישור משופע



כוח לאורך המדרון
$$F_{\parallel} = mg\sin\theta$$
כוח נורמלי
$$N = mg\cos\theta$$

W משקל N כוח נורמלי
θ זווית המדרון

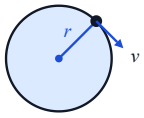
חוק הוק



כוח הקפיץ
$$F = -kx$$

k קבוע הקפיץ x התארכות

תנועה מעגלית



תאוצה צנטריפטלית
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$
כוח צנטריפטלי
$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$
מהירות במעגל
$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

v מהירות r רדיוס T זמן מחזור ω מהירות זוויתית

אנרגיה, עבודה והספק

אנרגיה קינטית

$$KE = \tfrac{1}{2}mv^2$$

m מסה v מהירות

אנרגיה פוטנציאלית

כובדית
$$PE = mgh$$
אלסטית
$$PE = \tfrac{1}{2}kx^2$$

h גובה k קבוע הקפיץ x התארכות

עבודה

עבודה
$$W = Fd\cos\theta$$
עבודה ואנרגיה
$$W_{\text{net}} = \Delta KE$$

F כוח d העתק θ הזווית בין הכוח לכיוון התנועה

הספק ונצילות

הספק ממוצע
$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t}$$
הספק רגעי
$$P = Fv\cos\theta$$
נצילות
$$\eta = \frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}} \times 100\%$$

W עבודה Δt זמן θ הזווית בין הכוח לכיוון התנועה

שימור אנרגיה

$$\tfrac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \tfrac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

אנרגיה מכנית, כשרק כוח הכובד עושה עבודה: בלי חיכוך, כוח גרר או כוח אחר שמוסיף אנרגיה או גורע ממנה.

תנע

תנע ומתקף

תנע
$$p = mv$$
מתקף
$$J = \bar{F}\Delta t = \Delta p$$

p תנע J מתקף $\bar{F}$ כוח ממוצע

התנגשויות

שימור תנע
$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$
הגופים נצמדים
$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1+m_2)v$$

u מהירות לפני v מהירות אחרי

מרכז מסה

$$x_{\text{cm}} = \frac{\Sigma mx}{\Sigma m}$$

m מסה x מיקום

סיבוב

תנועה זוויתית

מהירות זוויתית
$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$
מהירות קווית וזוויתית
$$v = r\omega$$

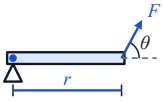
$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$
$$\Delta\theta = \omega_0 t + \tfrac{1}{2}\alpha t^2$$

שתי האחרונות: רק בתאוצה זוויתית קבועה.

ω מהירות זוויתית α תאוצה זוויתית $\Delta\theta$ זווית ברדיאנים

מומנט כוח

מומנט כוח
$$\tau = rF\sin\theta$$



החוק השני בסיבוב
$$\Sigma\tau = I\alpha$$
מומנט התמד
$$I = \Sigma mr^2$$
משפט הצירים המקבילים
$$I = I_{\text{cm}} + Md^2$$

r מרחק מציר הסיבוב I מומנט התמד M מסה
d המרחק בין שני הצירים המקבילים

אנרגיית סיבוב ותנע זוויתי

אנרגיה קינטית סיבובית
$$KE = \tfrac{1}{2}I\omega^2$$
תנע זוויתי
$$L = I\omega$$

I מומנט התמד ω מהירות זוויתית L תנע זוויתי

תנודות

מסה על קפיץ

זמן מחזור

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

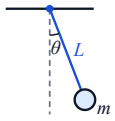
m מסה k קבוע הקפיץ

מטוטלת מתמטית

זמן מחזור

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

רק לתנודות קטנות, עד כ-15°.



L אורך g תאוצת הכובד

תנועה הרמונית פשוטה

תדירות

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

תדירות זוויתית

$$\omega = 2\pi f$$

מיקום

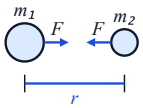
$$x = A\cos(\omega t)$$

A משרעת T זמן מחזור

כבידה

חוק הכבידה העולמי של ניוטון

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



עוצמת השדה

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

G קבוע הכבידה
r מרחק בין המרכזים
M מסת כוכב הלכת

מסלולים

מהירות מסלולית

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

זמן מחזור במסלול

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}r^3$$

אנרגיה פוטנציאלית כובדית

$$U = -\frac{GMm}{r}$$

למסלול מעגלי.

M מסת כוכב הלכת r רדיוס המסלול

זורמים

צפיפות

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

ρ צפיפות m מסה V נפח

לחץ ועילוי

לחץ

$$P = \frac{F}{A}$$

לחץ בעומק

$$P = P_0 + \rho g h$$

כוח עילוי

$$F_b = \rho V g$$

A שטח ρ צפיפות הנוזל h עומק
V הנפח מתחת לפני הנוזל

זרימה

משוואת הרציפות

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

משוואת ברנולי

$$P_1 + \rho g y_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2$$

זרימה יציבה של זורם שאינו דחיס, בלי חיכוך.

A שטח v מהירות הזרימה y גובה

קבועים

קבועים

תאוצת הכובד על פני כדור הארץ

$$g = 9.81\ \mathrm{m/s^2}$$

קבוע הכבידה

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\,m^2/kg^2}$$

מסת כדור הארץ

$$M_E = 5.97 \times 10^{24}\ \mathrm{kg}$$

רדיוס כדור הארץ

$$R_E = 6.37 \times 10^{6}\ \mathrm{m}$$