

תנודות הרמוניות

קרדיט לרשימות - רעות קרני

פרקים 11 Kleppner

איפיון תנועה של מצבים הנמצאים קרוב לשיו משקל

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow \text{יש } x_0 \quad F(x_0) = 0$$

בשווי משקל (ש"מ)

$$F(x_0 + \Delta x) = \cancel{F(x_0)} + F'(x_0)\Delta x + \frac{1}{2}F''(x_0)\Delta x^2 + \frac{1}{3!}F'''(x_0)\Delta x^3 \dots$$

$$F(x) = -K\Delta x$$

אופי התנועה תלוי בסימן של K

תנועה הרמונית פשוטה

כאשר הכוח הוא כוח מחזורי וקבועה שרובה קבוע -

$$F = -K\Delta x$$

$$x_0 = 0 \Rightarrow F = -Kx$$

$$F = ma \Rightarrow -Kx = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

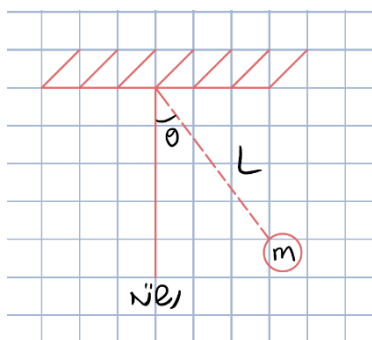
$$x = A \cos(\omega t + \phi) \rightarrow$$

$$\frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \phi)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \phi)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{ms (מחזורי וצפר לביט)}$$

סרטון הדגמה : <https://www.youtube.com/watch?v=eeYRkW8V7Vg>



דוגמה - מטוטלת

קוף בעל מסה m גלוי על חוט באורך L

$$U = \frac{1}{2}kx^2$$

$$= \frac{1}{2}kA^2 \cos^2(\omega_0 t + \phi).$$

אנרגיה פוטנציאלית

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\theta = 0$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2}m\omega_0^2 A^2 \sin^2(\omega_0 t + \phi).$$

אנרגיה קינטית

$$E = K + U = \frac{1}{2}kA^2 [\cos^2(\omega_0 t + \phi) + \sin^2(\omega_0 t + \phi)]$$

אנרגיה

אוסצילטור הרמוני מרוסן – עם חיכוך

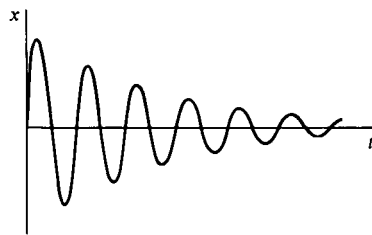
$$x = Ae^{-(\gamma/2)t} \cos(\omega_1 t + \phi).$$

$$\ddot{x} + \gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0.$$

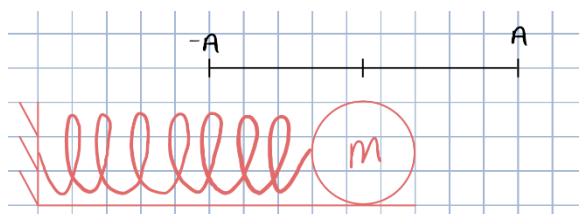
$$F = F_{\text{spring}} + f$$

$$= -kx - bv.$$

$$\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{\gamma^2}{4}}$$

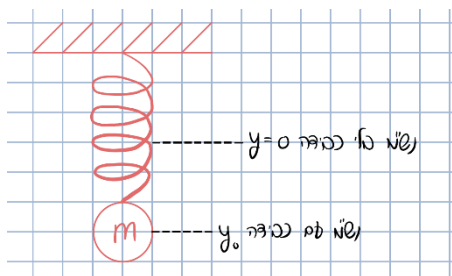


סרטון הדגמה: <https://www.youtube.com/watch?v=sP1DzhT8Vzo>



שאלת הכנה 1: קפיץ אפקי, קבוע הקפיץ K

$$1. \text{ מה תצורות הונויות } \omega(\omega)?$$



שאלת הכנה 2: קפיץ אנכי בשדה כבידה, קבוע הקפיץ K

$$1. \text{ מה תצורות הונויות } \omega(\omega)?$$