📐 דף נוסחאות — תנע

שימור תנע · התנגשויות · אימפולס

1 תנע

תנע (Momentum)

כמות התנועה של גוף — תלויה במסה ובמהירות.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

קשר לחוק שני של ניוטון:

$$\vec{F}_{net} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

p = תנע (kg·m/s)

m = מסה (kg)

v = מהירות (m/s)

התנע הוא וקטור — יש לו כיוון!

2 תנע

אימפולס (Impulse)

כוח הפועל על גוף במשך זמן מסוים משנה את התנע שלו.

$$\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$$

$$\vec{J} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$$

J > 0 הכוח בכיוון התנועה — האובייקט מאיץ

J < 0 הכוח נגד התנועה — האובייקט מאט

J = אימפולס (N·s = kg·m/s)

F = כוח (N) | Δt = זמן (s)

3 תנע

חוק שימור התנע

כאשר אין כוח חיצוני על המערכת, התנע הכולל נשמר.

$$\vec{p}_{total} = \text{const} \quad \Leftrightarrow \quad \vec{F}_{ext} = 0$$

$$m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i} = m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f}$$

⚠️ **תנאי** שימור תנע תקף רק כאשר אין כוח חיצוני נטו!

4 התנגשויות

סוגי התנגשויות

אלסטית ✅ תנע משתמר ✅ KE משתמרת

אי-אלסטית ✅ תנע משתמר ❌ KE לא משתמרת

סוג	תנע	KE	דוגמא
אלסטית	✅	✅	כדורי ביליארד
אי-אלסטית	✅	❌	רכב בתאונה
אי-אלסטית מושלמת	✅	❌	גופים נדבקים

5 התנגשות

התנגשות אלסטית מצחית (Head-on)

שני תנאים — שימור תנע ושימור אנרגיה קינטית — נותנים שתי משוואות ושני נעלמים:

שימור תנע:

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

שימור אנרגיה קינטית:

$$\frac{1}{2}m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2}m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2 v_{2f}^2$$

פתרון אנליטי:

$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_{2i}$$

$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_{2i}$$

מקרים מיוחדים (כאשר $v_{2i} = 0$):

מסות שוות — $m_1 = m_2$
$v_{1f} = 0$
$v_{2f} = v_{1i}$
מחליפים מהירויות

$m_1 \gg m_2$
$v_{1f} \approx v_{1i}$
$v_{2f} \approx 2v_{1i}$
הקטן נזרק בכפול

$m_2 \gg m_1$
$v_{1f} \approx -v_{1i}$
$v_{2f} \approx 0$
הקטן קופץ אחורה

---

6 התנגשות

התנגשות אי-אלסטית מושלמת (Perfectly Inelastic)

הגופים נדבקים יחד לאחר ההתנגשות — נעים במהירות משותפת.

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f$$

$$v_f = \frac{m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i}}{m_1 + m_2}$$

⚠️ **שים לב** האנרגיה הקינטית לא משתמרת — חלקה הופכת לחום, קול, עיוות

$$\Delta KE = \frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}(v_{1i} - v_{2i})^2 \quad \text{(הדבאש היגרנא)}$$