Képletgyűjtemény

Kinematika

- pillanatnyi sebesség:
$$\boldsymbol{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t} \equiv \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} \equiv \dot{\boldsymbol{r}}$$
- átlagsebesség:
$$v_{\text{átl.}} = \frac{s_{\text{összes}}}{t_{\text{összes}}}$$
- elmozdulás (1D-ben):
$$\Delta x = \text{a } v(t) \text{ függvény görbe alatti területe}$$
- gyorsulás:
$$\boldsymbol{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \boldsymbol{v}}{\Delta t} \equiv \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t} \equiv \dot{\boldsymbol{v}}$$
- sebességváltozás (1D-ben):
$$\Delta v = \text{az } a(t) \text{ függvény görbe alatti területe}$$
- egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás egyenletei (az előjelekre ügyelni kell):
$$\begin{aligned} a &= \text{állandó} \\ v(t) &= v_0 + at \\ x(t) &= x_0 + v_0 t + (a/2)t^2 \end{aligned}$$
- a hajítás összefüggései:
$$\begin{aligned} v_x(t) &= v_0 \cos\alpha \\ v_y(t) &= v_0 \sin\alpha - gt \\ x(t) &= x_0 + v_0 t \cos\alpha \\ y(t) &= y_0 + v_0 t \sin\alpha - (g/2)t^2 \end{aligned}$$
- körmozgás szögsebessége:
$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \equiv \frac{\mathrm{d}\varphi}{\mathrm{d}t} \equiv \dot{\varphi}$$
- körmozgás kerületi sebessége:
$$v_{\mathrm{k}} = r\omega$$
- egyenletes körmozgás periódusideje és fordulatszáma:
$$T = \frac{2\pi r}{v_{\mathrm{k}}} = \frac{2\pi}{\omega}, \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$
- változó körmozgás szöggyorsulása:
$$\beta = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \equiv \frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t} \equiv \dot{\omega}$$
- egyenletesen változó körmozgás egyenletei (az előjelekre ügyelni kell):
$$\begin{aligned} \beta &= \text{állandó} \\ \omega(t) &= \omega_0 + \beta t \\ \varphi(t) &= \varphi_0 + \omega_0 t + (\beta/2)t^2 \end{aligned}$$
- gyorsulás körmozgásnál:
$$a = \sqrt{a_{\mathrm{cp}}^2 + a_{\mathrm{t}}^2}$$
- centripetális (sugárirányú) gyorsulás:
$$a_{\mathrm{cp}} = r\omega^2 = v\omega = \frac{v^2}{r}$$
- tangenciális (érintőirányú) gyorsulás:
$$a_{\mathrm{t}} = r\beta$$

Dinamika

- Newton-féle gravitációs törvény:
$$F_{\text{grav.}} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$
- Hooke-törvény
$$F_{\text{rug.}} = D\Delta\ell$$
- csúszási súrlódási erő (itt K a nyomóerő):
$$S_{\mathrm{cs}} = \mu K$$
- tapadási súrlódási erő (itt K a nyomóerő):
$$S_{\mathrm{t}} \le \mu_0 K$$
- Közegellenállási erő (nagy sebességeknél):
$$F_{\text{köz.}} = \frac{1}{2} k \varrho A v^2,$$
ahol k az alaktényező, ϱ a közeg sűrűsége, A a homlokfelület.

Munka, energia

- munka fogalma:
$$W = \sum \boldsymbol{F}\Delta\boldsymbol{r} = \sum F\Delta r\cos\alpha$$
- Ha az erő és az elmozdulás azonos irányú, a munka az erő-elmozdulás függvény görbe alatti területeként számítható.
- mozgási energia:
$$E_{\text{kin.}} = \frac{1}{2}mv^2$$
- potenciális energia nehézségi erőtérben:
$$E_{\text{pot.}}^{\text{neh.}} = mgh$$
- potenciális energia gravitációs erőtérben:
$$E_{\text{pot.}}^{\text{grav.}} = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$$
- rugalmas potenciális energia:
$$E_{\text{pot.}}^{\text{rug.}} = \frac{1}{2} D\Delta\ell^2$$

Impulzus (lendület)

- pontszerű test impulzusa (lendülete):
$$\boldsymbol{p} = m\boldsymbol{v}$$
- impulzustétel (Newton II. törvénye):
$$\boldsymbol{F} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta \boldsymbol{p}}{\Delta t} \equiv \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{p}}{\mathrm{d}t} \equiv \dot{\boldsymbol{p}}\,.$$

Pontrendszerek és merev testek

- tömegközéppont bármely (pl. x) koordinátájának kiszámítása:
$$x_{\mathrm{TK}} = \frac{\sum_i m_i x_i}{\sum_i m_i} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + \ldots + m_Nx_N}{m_1 + m_2 + \ldots m_N}$$
- forgatónyomaték vektoriálisan:
$$\boldsymbol{M} = \boldsymbol{r}\times\boldsymbol{F}\,,$$
ahol $\boldsymbol{r}$ a forgáspontból az $\boldsymbol{F}$ erő támadáspontjába mutató vektor.
- forgatónyomaték skalárisan:
$$M = rF\sin\alpha = kF\,,$$
ahol k az erőkar, azaz az erő *hatásvonalának* és a forgástengelynek a távolsága.
- pontszerű test perdülete (impulzusnyomatéka) vektoriálisan:
$$\boldsymbol{N} = \boldsymbol{r}\times\boldsymbol{p}\,,$$
ahol $\boldsymbol{p}$ az impulzus.
- pontszerű test perdülete skalárisan:
$$N = rp\sin\alpha = rmv\sin\alpha\,,$$
ahol α a forgáspontból a testhez húzott vektor, valamint a sebességvektor által bezárt szög.
- merev test perdülete (skalárisan):
$$N = \Theta\omega\,,$$
ahol Θ a forgási tehetetlenséget jellemző tehetetlenségi nyomaték, ω a szögsebesség.
- perdülettétel:
$$\boldsymbol{M} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta \boldsymbol{N}}{\Delta t} \equiv \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{N}}{\mathrm{d}t} \equiv \dot{\boldsymbol{N}}\,.$$
- Forgómozgás alapegyenlete (perdülettétel merev testre):
$$M = \Theta\beta\,,$$
ahol β a szöggyorsulás. Ezt forogva haladó mozgás (pl. gördülés) esetén a tömegközéppontra javasolt alkalmazni.
- forgási energia:
$$E_{\text{forgási}} = \frac{1}{2}\Theta\omega^2$$
- forogva haladó test mozgási energiája:
$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}\Theta_{\mathrm{TK}}\omega^2 + \frac{1}{2}mv_{\mathrm{TK}}^2$$

Harmonikus rezgőmozgás

- Harmonikus rezgőmozgás kinematikája:
$$\begin{aligned} x(t) &= A\sin(\omega t + \varphi_0)\\ v(t) &= A\omega\cos(\omega t + \varphi_0)\\ a(t) &= -A\omega^2\sin(\omega t + \varphi_0)\end{aligned}$$
ahol A az amplitúdó, ω a körfrekvencia, φ_0 a kezdőfázis.
- periódusidő, frekvencia:
$$T = \frac{2\pi}{\omega}\,, \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$
- harmonikus rezgés dinamikai feltétele:
$$a(t) = -\omega^2 x(t)$$
- fonálinga (matematikai inga) lengésideje:
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$
- Fizikai inga lengésideje:
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\Theta}{mgs}}\,,$$
ahol Θ a forgástengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomaték, s pedig a tömegközéppont forgástengelytől mért távolsága.

Hőtan

- nyomás:
$$p = \frac{F}{A}$$
- az ideális gázok állapotegyenlete:
$$pV = Nk_{\mathrm{B}}T$$
- Az állapotegyenlet egyéb alakjai:
$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT\,,$$
ahol $n = N/N_A$ az anyagmennyiség.
- Egy részecske átlagos mozgási (haladási és forgási) energiája:
$$\varepsilon = \frac{f}{2}k_{\mathrm{B}}T\,,$$
ahol f a szabadsági fokok száma.
- ideális gáz belső energiája:
$$E_{\mathrm{b}} = \frac{f}{2}Nk_{\mathrm{B}}T = \frac{f}{2}nRT = \frac{f}{2}pV\,.$$
- a hővezetés Fourier-törvénye (1D-ben):
$$\frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}t} = -\kappa A\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}x}$$
- a hősugárzás Stefan–Boltzmann-törvénye abszolút fekete testre:
$$P = A\sigma T^4$$