

FIZIKA - ALAPKÉPLETEK, HŐTAN ÉS ENERGIAEGYENLEG

MECHANIKA

$F = m a$	Newton II.: eredő erő gyorsulást okoz.
$F_g = m g$	Súlyerő; $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$.
$E_p = m g h$	Gravitációs helyzeti energia.
$E_k = 1/2 m v^2$	Mozgási energia.
$W = F s \cos \alpha$	Munka: energiaátadás erő és elmozdulás révén.
$P = W/t = E/t$	Teljesítmény: energia időegységeként.
$p = m v$	Lendület.
$I = F \Delta t = \Delta p$	Erőlökés / impulzus.
$M = F r$	Forgatónyomaték, ha $F \perp r$.
$L = I \omega$	Perdület merev testnél.
$L = mvr$	Pontszerű test perdülete, ha $v \perp r$.

KÖRMOZGÁS

$a_c = v^2/r$	Centripetális gyorsulás.
$F_c = mv^2/r$	Centripetális erő.
$v = \omega r$	Kerületi és szögsebesség.

SÚRLÓDÁS ÉS INGA

$F_s \leq \mu_s N$	Tapadási súrlódás maximuma.
$F_k = \mu_k N$	Csúszási súrlódás.
$W_{\text{súrl}} = -F_s s$	Mechanikai energia hővé alakulhat.
$T = 2\pi\sqrt{(l/g)}$	Matematikai inga lengésideje kis kitérésnél.
$f = 1/T$	Frekvencia és periódusidő.

HŐTAN

$Q = mc\Delta T$	Melegítés/hűtés fázisváltás nélkül.
$c_{\text{víz}} \approx 4,18 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$	Víz fajhője.
$c_{\text{vas}} \approx 0,45 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$	Vas fajhője.
$Q = mL$	Fázisváltási hő.
$L_{\text{olv,víz}} \approx 334 \text{ kJ/kg}$	Jég olvadáshője 0 °C-on.
$L_{\text{pár,víz}} \approx 2257 \text{ kJ/kg}$	Víz párolgáshője 100 °C-on.

GÁZOK

$pV = nRT = NkT$	Ideális gáz állapotegyenlete.
$p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$	Két állapot kapcsolata; T Kelvinben.
$E = 3/2 NkT$	Egyatomos ideális gáz belső energiája.

HŐMÉRSÉKLET

$K = ^\circ\text{C} + 273,15$	Celsius $\rightarrow$ Kelvin.
$^\circ\text{C} = K - 273,15$	Kelvin $\rightarrow$ Celsius.
$^\circ\text{F} = 9/5\cdot^\circ\text{C} + 32$	Celsius $\rightarrow$ Fahrenheit.
$^\circ\text{C} = (^\circ\text{F} - 32)\cdot 5/9$	Fahrenheit $\rightarrow$ Celsius.
Szobahőmérséklet: kb. 20-25 °C = 293-298 K. Standard állapot: gyakran 1 bar és 25 °C; STP-nél gyakori a 0 °C és 1 bar referencia.	

HULLÁMOK / OPTIKA

$v = \lambda \nu$	Hullámsebesség.
$\sin \alpha / \sin \beta = n_2/n_1$	Snellius-törvény.
$n = c/v$	Törésmutató.

ELEKTROMOSSÁG

$U = RI$	Ohm-törvény.
$P = UI = I^2R = U^2/R$	Elektromos teljesítmény.
$E = Pt = UIt$	Elektromos energia.
$Q = It$	Elektromos töltés.

EGYÉB

$\rho = m/V$	Sűrűség.
$p = F/A$	Nyomás.
$p = \rho gh$	Hidrosztatikai túlnyomás.
$F_{\text{felh}} = \rho Vg$	Felhajtóerő.

GYORS ÁTVÁLTÁS

1 Wh = 3600 J
1 kWh = 3,6 MJ
1 MJ = 0,2778 kWh
1 m/s = 3,6 km/h
1 bar = 100 000 Pa
1 L = 10⁻³ m³

FIZIKA - ALAPKÉPLETEK, HŐTAN ÉS ENERGIAEGYENLEG

FÖLDGÁZ - MJ/m³ ↔ kWh/m³

E[kWh] = E[MJ]/3,6	Energiaátváltás.
34 MJ/m³ ≈ 9,44 kWh/m³	Jellemző földgáz-fűtőértékkel.
V = E/9,44	Szükséges gázmennyiség m³-ben.
$Q_{\text{hasznos}} = \eta Q_{\text{gáz}}$	Kazánhatásfokkal; pl. $\eta = 0,90$.

Árpélda (2026): kedvezményes lakossági gáz ~100-105 Ft/m³ nagyságrend. A sáv feletti ár 22,002 Ft/MJ, ami 34 MJ/m³-rel ~748 Ft/m³. A számlázás tényleges fűtőérték alapján történik.

KLÍMA / HŐSZIVATTYÚ

SCOP = $Q_{\text{fűtés}}/E_{\text{vill}}$	Szezonális fűtési hatékonyság.
$E_{\text{vill}} = Q_{\text{fűtés}}/\text{SCOP}$	Fűtési villamosenergia-igény.
SEER = $Q_{\text{hűtés}}/E_{\text{vill}}$	Szezonális hűtési hatékonyság.
$E_{\text{vill,hűt}} = Q_{\text{hűtés}}/\text{SEER}$	Hűtés villamosenergia-igénye.

Értelmezés: SCOP 4 → 1 kWh villanyból átlagosan 4 kWh hő. SEER 6 → 1 kWh villanyból 6 kWh szezonális hűtési teljesítmény. Villanyár-példa: H tarifa fűtési időszakban kb. 23 Ft/kWh körül; A1 kedvezményes sáv kb. 31-43 Ft/kWh; A1 sáv felett 70,104 Ft/kWh.

SZÉN - MJ/kg ↔ kWh/kg

E[kWh/kg] = MJ/kg / 3,6	Fűtőérték átváltása.
Barnaszén 12-21 MJ/kg	≈ 3,3-5,8 kWh/kg bevitt energia.
Feketeszén 24-26 MJ/kg	≈ 6,7-7,2 kWh/kg bevitt energia.

$Q_{\text{hasznos}} = \eta \cdot m \cdot H$ Kályha/kazán hatásfokkal.
Példa: 25 MJ/kg feketeszén = 6,94 kWh/kg. 70% hatásfokkal ≈ 4,86 kWh/kg hasznos hő.
Árpélda: gyors számoláshoz ~150-250 Ft/kg becslési tartomány; minőség, telep és szállítás sokat számít.

10 000 kWh/ÉV HASZNOS HŐ

Megoldás	Mennyiség	Költség
Gázkazán $\eta=90\%$	11 111 kWh gáz ≈1177 m³	~120 eFt kedvezményes árral + alaplíj
Klíma SCOP=4	2500 kWh villany	H tarifa ~58 eFt; A1 kedv. ~80-110 eFt
Feketeszén 25 MJ/kg, $\eta=70\%$	≈2058 kg ≈2,06 t	~309-515 eFt 150-250 Ft/kg mellett

Lényeg: ugyanazt a 10 000 kWh hasznos hőt hasonlítjuk össze. Kazánnál a hatásfok miatt több tüzelőanyag kell; hőszivattyúnál a SCOP miatt kevesebb villany kell, mint a leadott hő.

ENERGIAEGYENLEG - 6 LÉPÉS

- Hasznos energiaigény: E_{hasznos} [kWh].
- Kazán/kályha: $E_{\text{bevitt}} = E_{\text{hasznos}}/\eta$.
- Klíma/hőszivattyú: $E_{\text{vill}} = E_{\text{hasznos}}/\text{SCOP}$.
- Gáz: kWh/m³; szén: kWh/kg.
- Szorozd meg az aktuális Ft/m³, Ft/kg vagy Ft/kWh árral.
- Add hozzá az alaplíjat, szállítást, karbantartást.

10 RÖVID DEFINÍCIÓ

Energia: munkavégző képesség; J.
Teljesítmény: energia időegységenként; W = J/s.
Hatásfok η : hasznos / bevitt energia.
SCOP: fűtési szezon leadott hője / felvett villany.
SEER: hűtési szezon elvont hője / felvett villany.
Fűtőérték: 1 kg vagy 1 m³ tüzelőanyagból nyerhető hő.
Fajhő: 1 kg anyag 1 K-es melegítéséhez szükséges hő.
Olvadáshő: 1 kg anyag megolvasztásához szükséges hő.
Párolgáshő: 1 kg folyadék elpárologtatásához szükséges hő.
Súrlódás: érintkező felületek relatív mozgását akadályozó erő.

GYORS PÉLDÁK

3,5 Wh = 12 600 J.
1000 MJ = 277,8 kWh.
100 m³ gáz × 34 MJ/m³ = 3400 MJ = 944 kWh bevitt energia.
1000 kWh hő / SCOP 4 = 250 kWh villany.
1000 kWh hűtés / SEER 6 = 167 kWh villany.

ÁRMEGJEGYZÉS

Az árpéldák 2026-os MVM/KSH tájékoztatások és közelítő piaci becslések alapján készültek. A tarifák, sávhatárok, fűtőértékek és tüzelőanyagárak változhatnak; konkrét költséghez az aktuális számla és ajánlat az irányadó.