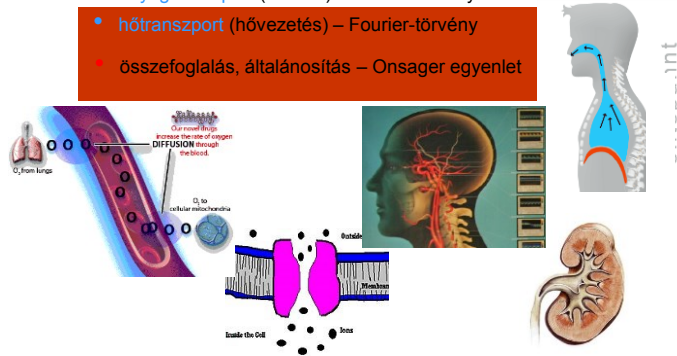


1

Transzportfolyamatok

- térfigatranszport (áramlás) – Hagen–Poiseuille-törvény
- (elektromos) töltéstranszport (elektr. áram) – Ohm-törvény
- anyagtranszport (diffúzió) – Fick 1. törvénye
- hőtranszport (hővezetés) – Fourier-törvény**
- összefoglalás, általánosítás – Onsager egyenlet

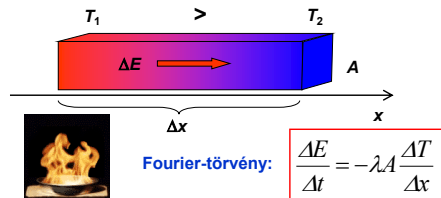


3

Hővezetés

energiaáram-erősség (I_E): $I_E = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ (J/s)

energiaáram-sűrűség (J_E): $J_E = \frac{\Delta E}{A \cdot \Delta t}$ (J/(m²s) = W/m²)



λ — hővezető képesség
hővezetési együttható
J/(s·m²·K/m) = W/(m·K)

Stacionárius esetben egyszerűen alkalmazható (l. emberi test hőleadása)

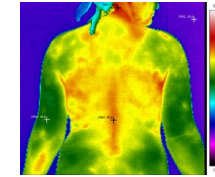
anyag	λ (W/(m·K))
ezüst	420
üveg	1
víz	0,6
izomszövet	0,4
zsírszövet	0,2
levegő	0,025

Limitált hőleadási lehetőség az ember számára!

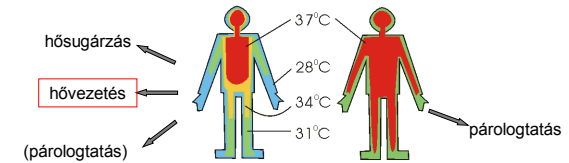
2

Az emberi test hőleadása

tevékenység	hő keletkezési ráta (W)
nyugalom	115
lassú séta	260
kerékpározás (15 km/h)	420
lépcsőzés (2/s)	700
futás (15 km/h)	1150



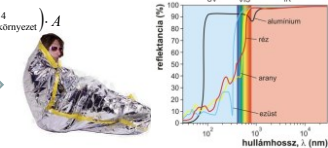
környezeti hőmérséklet
20°C ← 35°C



4

Hőleadási lehetőségek összefoglalása

■ **Hőmérsékleti sugárzás** $\Delta P = \sigma \cdot (T_{\text{test}}^4 - T_{\text{környezet}}^4) \cdot A$
 $T_{\text{test}} = 28^\circ\text{C}$ $T_{\text{környezet}} = 20^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta P = 83 \text{ W}$
 $T_{\text{környezet}} = 0^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta P = 290 \text{ W}!$



■ **Hővezetés** $P = -\lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x}$ $T_{\text{test}} = 28^\circ\text{C}$ $T_{\text{környezet}} = 20^\circ\text{C} \Rightarrow P = 40 \text{ W}$
 ➢ levegő ↔ víz!
 ➢ áramlás (szél!)



- **Párolgatás**
- a víz nagy fajlagos párolgási hője (≈ 2400 kJ/kg 30°C-nál) !!
 - párolgatás: állandóan ≈ 50 ml/h ⇒ ≈ 35 W
szélsőséges körülmények között ≈ 1600 ml/h ⇒ ≈ 1000 W !!
 - áramlás (szél!)



Transzportfolyamatok összefoglalása

	Mi áramlik?	Erőssége?	Mi hajtja az áramlást?	Összefüggés?	
töltés-transzport	q	$J_q = \frac{\Delta q}{A \cdot \Delta t}$	φ	$-\frac{\Delta \varphi}{\Delta l}$	$J_q = -\sigma \frac{\Delta \varphi}{\Delta l}$
térfogat-transzport	V	$J_V = \frac{\Delta V}{A \cdot \Delta t}$	p	$-\frac{\Delta p}{\Delta l}$	$J_V = -\frac{r^2}{8\eta} \frac{\Delta p}{\Delta l}$
anyag-transzport	ν	$J_\nu = \frac{\Delta \nu}{A \cdot \Delta t}$	c	$-\frac{\Delta c}{\Delta x}$	$J_\nu = -D \frac{\Delta c}{\Delta x}$
hő-transzport	E	$J_E = \frac{\Delta E}{A \cdot \Delta t}$	T	$-\frac{\Delta T}{\Delta x}$	$J_E = -\lambda \frac{\Delta T}{\Delta x}$
általános	x_{ext}	$J = \frac{\Delta x_{\text{ext}}}{A \cdot \Delta t}$	y_{int}	$X = -\frac{\Delta y_{\text{int}}}{\Delta x}$	$J = LX$
	extenzív mennyiség	áram-sűrűség	intenzív mennyiség	termodinamikai erő	Onsager-összefüggés

Extenzív mennyiség: additív, transzportálódó mennyiség.

Intenzív mennyiség: nem-additív, kiegyenlítő mennyiség.

Egyensúly: nincs transzportfolyamat.

Termodinamika 0. főtétele: egy rendszer akkor és csak akkor van egyensúlyban, ha az intenzív mennyiségek térbeli eloszlása homogén.

Intenzív mennyiségek térbeli eloszlása inhomogén \Rightarrow transzportfolyamat

Transzportfolyamat erőssége és iránya:

$$J = LX$$

Onsager-féle összefüggés



Folyamat iránya: homogén eloszlás \Rightarrow irreverzibilitás!

a termodinamika 2. főtétele