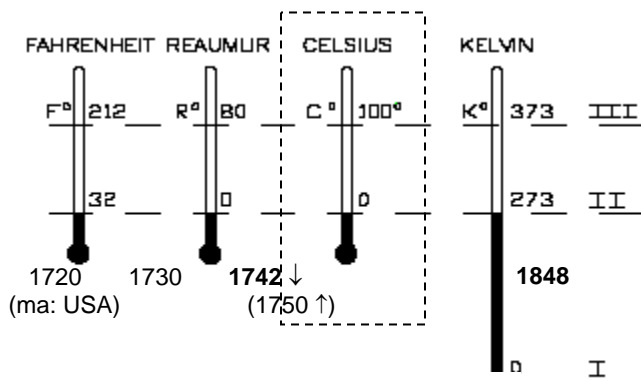


[K = °C + 273.16] hőmérséklet

„A hőmérséklet csak egy érzés, egy érzéki percepció” (Kürti Miklós)

A hőmérséklet SI egysége a *kelvin* [K], ami **alapegység**. Az *abszolút* hőmérsékleti Kelvin¹-skála és a köznapi Celsius-skála között csak nullpont-eltolás van. (A hőmérséklet különbség vagy intervallum tehát akár K, akár °C egységben kifejezhető.)

A szubjektív hőérzet az ember állandóan működő „műszere”, amellyel a „melegség” –



$$(1,8 \cdot x + 32) \text{ } ^\circ\text{F} = (0,8 \cdot x) \text{ } ^\circ\text{R} = x \text{ } ^\circ\text{C}$$

valójában egy differenciálatlan képzet – változatos, becslésszerű² „mérését” végzi (fagyos, hideg, hűvös, langyos, meleg, forró, söt); és az élet csak egy szűk hőmérsékleti tartományra³ korlátozódik.

A hőmérő (pontosabban szólva a hőmérséklet-mérő, a termométer) nem természeti tárgy, előbb el kell készíteni,⁴ csak ezután használható. Elterjedt típus a folyadék(töltésű)-hőmérő, amely a térfogatváltozást hasznosítja.

A skála önkényes. Az alaptávolság a víz fagyási (II) és forrási (III) hőmérsékletét jelenti, ez *relatív* (egy alapponthoz viszonyított) hőmérséklet mérés. Az *abszolút* Kelvin hőfok-skála az ún. hármaspontból indul (itt a jég, a víz és a gőz egyidejűleg fordul elő egyensúlyi állapotban), innen lehűtve egy ideális gázt 273,16 °C -szal, a gáz nyomása nullává válna, ez az abszolút nullapont (I, ami véges lépésben elérhetetlen).

A hőtán akkor kezdett tudománnyá válni, amikor feltalálták a hőmérőt. Hosszú volt az út, amíg a megfigyelésből (fagyott tócsa → 0 °C alatt) és a hőérzetből (meleg ruha → *hőszigetelés*, meleg víz → *hőmérséklet*, kevés meleget ad /kályha/ → *hőmennyiség*, nehezen melegszik → *hőkapacitás*, felmelegszik → *hőátadás*/áramlás/) kialakultak a mai – hőérzettől független – fogalmak, és bizonyossá vált az energiamegmaradás tétele.

A hőmérséklet a testek állapotára jellemző mérték, olyan sajátság, ami meghatározza, hogy a test termikus egyensúlyban van-e más testekkel. Ezen alapszik a hőmérséklet mérés technikai kivitele. Az ún. **kontakt** hőmérők érintkezésbe kerülnek a mérendő testtel; a másik csoport az ún. **érintkezés nélküli** hőmérők (pl. az infrasarkan mérők: hőtérkép, optikai pirométerek). A hőmérséklet mérés feltétele, hogy legyen

- a hőmérséklettel arányos, folytonosan változó mérhető tulajdonság (mint pl. térfogat, nyomás; szín: festék, folyadék-kristály; elektromos tulajdonság: ellenállás, termoelem, stb.)
- a lokális térrészben termikus egyensúly (→ a /kontakt/hőmérő a saját hőmérsékletét méri)
- fix pont (reprodukálható hő-állapot → a hőmérő hitelesítéséhez)

¹ (W. Thomson) Találébb lett volna a „lord Kábel” név, hiszen a transzatlanti, tengeralatti távírókábel lefektetéséért kapta méltóságát (1892). Kelvin bájos folyócska a glasgow-i egyetem mellett.

² A meleg víz után a langyosat is hidegnek érezzük, de átfagyott kézzel a hideg víz is meleg!

³ Pl. a testhőmérséklet egy-két °C változása már betegséget jelent(het).

⁴ A gondolat: Leonardo da Vinci. Az első: Galilei, 1592. Az első orvosi: Santori, 1612. (A higany mérgező tulajdonsága miatt ma már nem gyártanak higanyos lázmérőt, ami ún. maximum hőmérő.)

Mindig lesznek olyan hőmérsékleti tartományok és körülmények, amelyekre még nem készült hőmérő.

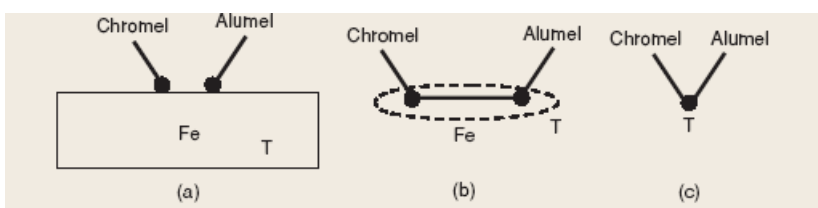
Az első hőmérők a gázok, folyadékok, szilárd anyagok hőtágulásán⁵ alapultak. Később – különösen a szélsőséges értékek mérésére – más fizikai törvényeket is alkalmaztak.



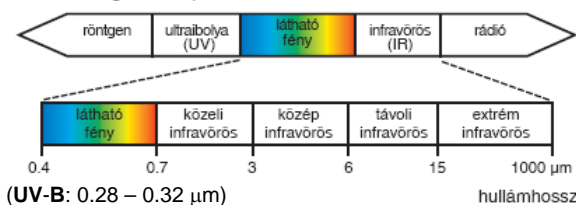
Magas hőmérsékletek mérésére (kb. 1700 °C-ig) a termoelemek a legalkalmasabb mérőeszközök. A termoelem (hőelem-szenzor) két különböző anyagú, egyik végükön összeforrasztott fémhuzalból áll, ez a pont az ún. „érzékelő pont”. (A kereskedelmi termoelemek vékony vezetőket egymástól elszigetelnek, fém/kvarc, kerámia/ tokba zárják, a tokot nem szabad megbontani). Ha a forrasztási hely, valamint a vezetők másik vége *eltérő* hőmérsékleten van (az érzékelő pontot melegítjük), a szabadon maradt két huzalvégen feszültség mérővel a hőmérséklet **különbséggel** arányos termofeszültséget (kontaktpotenciált)⁶ mérhetünk: néhány 10 μV/°C. Ami nem túl nagy érték, erősítés szükséges (viszont a tehetetlenség kicsi: a szenzor gyorsan reagál a változásokra).

TÍPUS	TERMOELEM	ALKALMAZÁSI TARTOMÁNY °C	TERMOFESZÜLTÉG ΔT = 100 °C-ra [mV]
T	Cu-Ko*	-200...600	4,25
J	Fe-Ko*	-200...900	5,37
K	NiCr-Ni	-200...1200	4,04
S	PtRh-Pt	0...1700	0,64

Fémfelület hőmérsékletének mérésére pl. *közvetlenül a felületre*, egymás mellé forraszthatók az érzékelő vezetékek (pl. **K**-típus, Chromel: NiCr – Alumel: Ni /95%/). Ha azonos a két egymás melletti pont T hőmérséklete, akkor (három helyett) egyetlen termoelemre redukálódik a mérő-érzékelő (**K**-típus).



Az infra hőmérő (pirométer) *érintés nélkül*, az anyag elektromágneses (infravörös, az elektromágneses spektrum



emberi szem által *nem* látható) sugárzását méri optikai módszerrel (infra detektor segítségével). Az eszköz kiválasztásánál a mérendő anyagát, méretét, a hőmérséklet-tartományt (kb. 3000 °C -ig) és a környezeti hatásokat is figyelembe kell venni.

Megjegyzés: a spektrum adatok átszámításához

a frekvencia-érték: $f = c/\lambda$, ahol λ a hullámhossz, és $c = 300 \cdot 10^3 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^{14} \text{ μm/s}$.

⁵ Ezért tilos a benzines kannát teletölteni!

Csővezetéknel U szakasz, vasúti síneknél hézag, hidaknál az egyik végen görgők, az úttesten pedig dilataációs hézag (egymásba csúszó fésűs szerkezet) „vezeti le” a hőtágulást.

Egy köznapi hasznosítás: bimetall-hőkapcsoló.

⁶ Seebeck-effektus: a jelenséget 1821-ben Seebeck fedezte fel.

Termoelemet alkalmaznak pl. a gáztűzhelyek égésbiztosítójaként. (Lángőr: a lángba helyezett termoelem feszültsége egy kis elektromágneset tart behúva, és ha a láng kialszik, akkor az elektromágnes elenged, egy rúgó pedig elzárja a gázcsapot.) Pl. úrhajó hőpajzsában termoelemek ellenőrzik az aktuális állapotot.

Ko* = Konstantán (60% Cu + 40% Ni), a név: a hőmérséklettől kevéssé függ (konstans) az ellenállása

A jelenség fordítva is működik: ha áramot bocsátunk át ilyen rendszeren, a vezetők két vége között hőmérséklet különbség keletkezik (Peltier-effektus, 1834). Ezt hasznosítják hűtésre az ún. Peltier-elemekkel, amelyeket ma már speciális félvezetőkből készítenek.