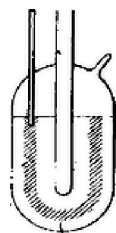


A nemzetközi gyakorlati hőskála

A tudomány fejlődése szükségessé tette egy olyan általánosan elfogadott hőmérséklet-skála bevezetését, amelynek alapján a hőmérséklet megbízhatóan mérhető. A mai nemzetközi hőmérsékleti skála az 1949-ben ellenőrzött megállapításokon alapszik, amelyeket 1960-ban egészítettek ki. Meghatározásának alapelveit röviden ismertetjük.

Tudjuk, hogy közönséges hőmérőink skálája két alapponton, az olvadó jég és a forrásban levő víz hőmérsékletén alapszik. A Celsius-skála szerint ezt a hőmérsékleti közt osztják 100 részre. Elvben két alappont elég volna arra, hogy felfelé és lefelé is folytathassuk a skálát, de a nagyobb pontosság érdekében további hőmérsékleti alappontok kitűzése vált szükségessé. Az alappontok bizonyos egyensúlyok hőmérsékletei, amelyek az előírt körülmények mellett mindig előállíthatók. Ezek az egyensúlyi állapotok halmazállapot-változásokkal kapcsolatosak. Amíg egy halmazállapot-változás közben mindkét halmazállapotú anyag, vagy ahogy mondani szokták, mindkét fázis megvan egymás mellett egyensúlyban, addig a hőmérséklet változatlan marad. Így van ez a hőmérő szokásos alappontjainál is, ahol jég és folyékony víz, illetve folyékony víz és gőz vannak jelen egymás mellett. Az ilyen kétfázisú egyensúlyhoz hozzátartozik, hogy a nyomást meghatározott értéken kell tartani, a Celsius-hőmérő 0 és 100-as alappontjai esetében 1 atmoszférán. Hiszen közismert, hogy a jég olvadáspontját a nyomás növelése leszállítja.

Használják hőmérsékleti alappontul az úgynevezett *hármaspontot* is. Ebben az esetben az illető anyag mindhárom halmazállapota van jelen egymás mellett egyensúlyban. Vizsgáljuk meg ezt a H_2O példáján. Amikor a hőmérő alappontját közönséges módon határozzuk meg, akkor a jég és a víz 1 atmoszféra nyomás mellett vannak együtt, hiszen az edény nyitva van, és benne a nyomás egyezik a külső légnyomással. Most végezzük el úgy a kísérletet, hogy légüres tartályba dobunk bele szilárd jeget és folyékony vizet. Mindegyik anyag párologni fog, mert a jégnek is megvan minden hőfokon a meghatározott telített gőznyomása (tenziója), akárcsak a víznek. A kezdetben légüres tartályunkban azon a hőmérsékleten áll be az egyensúly, amelyen a jég és a folyékony víz telített gőznyomása egyenlő. Magasabb hőfokon másodpercenként több anyag párolog el a jégből, mint a vízből, tehát idővel az anyag egész mennyisége vízzé lesz, viszont alacsonyabb hőmérsékleten a víz párolog nagyobb mértékben, tehát a gőzből jég kristályosodna ki. A Celsius-skálánk szerinti $+0,01$ fokon a jég és a víz gőznyomása egyezik (4,6 higanymilliméter), ezért ezen a hőfokon együtt lesz a jég, a víz és a vízgőz, 4,6 higanymilliméter nyomás mellett. Ilyen hármaspont egyéb anyagoknál szintén ismeretes.



1. ábra

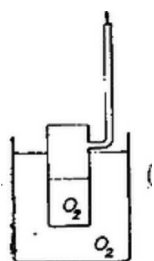
A H_2O hármasponti hőmérsékletét a következő módon határozhatjuk meg. Egy üveglombikot, amelyben a tengellyel párhuzamosan beforrasztott nyitott üvegcső van, igen tiszta, többször desztillált vízzel töltönek meg. (1. ábra) A vízből többszöri szivattyúzással eltávolították az oldott levegőt. A tele lombikból kevés vizet kiszivattyúznak, hogy felette légüres tér keletkezzék, majd az oldalcsövet leforrasztják. A víz feletti térbe vízgőz párolog bele, amíg a hőmérsékletnek megfelelő nyomást eléri. Most a nyitott csőbe például szilárd széndioxidot adagolnak hűtés céljából, majd a keletkezett jégréteget egy kissé megolvasztják. Így a csövet egy réteg víz, azután egy réteg jég, majd ismét víz veszi körül, a felette levő térben pedig vízgőz van. Kialakult a hármaspontnak megfelelő állapot, és a három halmazállapot találkozási helyén mérhető a hozzátartozó hőmérséklet. Ez a módszer megbízhatóbb és pontosabb, mint a jég olvadáspontjának szokásos módszere. A nagyobb mérési pontosság érdekében ezeket a lombikokat olvadó jégben tárolják, és onnan csak közvetlenül a mérés előtt veszik ki. Ilyen módon a berendezések több hónapig teszik lehetővé a mérés igen pontos elvégzését.

A nemzetközi hőmérsékleti skála alappontjai a következők:

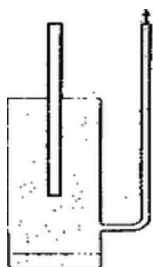
az oxigén forráspontja	-182,97	°C
a víz hármaspontja . . .	+ 0,01	°C
a víz forráspontja	100,0	°C
a kén forráspontja . . .	444,6	°C
az ezüst olvadáspontja	960,8	°C
az arany olvadáspontja	1063	°C

Ezt a skálát néhány megjegyzéssel egészítjük ki. Látható, hogy meglehetősen széles határok közötti értékeket tartalmaz, ami a gyakorlat számára kielégítő. Az oxigén forráspontjánál alacsonyabb hőmérsékletekre nem vonatkozik a skála. A víz hármaspontját azért választották $+0,01$ C°-nak, hogy a szokásos régi skálához csatlakozzanak. Az oxigén forráspontját az úgynevezett sztatikai módszerrel valósítják meg. Egy fémcsőbe részben folyékony oxigént töltönek, és a berendezést alacsony hőmérsékletet fenntartó edénybe, kriosztátba helyezik. (2. ábra) A kriosztátban a fémcsövet

olyan folyékony oxigén veszi körül, amely érintkezik a szabad levegővel. A fémcső oldalcsövét nyomásmérővel kötik össze, és mérik azt, hogy az oxigén mekkora nyomás mellett forr. Így az 1 atmoszférától eltérő nyomás következtében beálló hőmérsékleteltérést korrekcióba lehet venni.

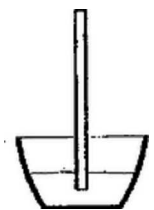


2. ábra



3. ábra

A víz és a kén forráspontjának megállapítására az úgynevezett dinamikus módszert használják. A kérdéses hőmérsékletre kalibrálható hőmérőt telített vízgőzbe, illetve kén-gőzbe helyezik. (3. ábra) A gőztér le van zárva, belőle egy héliummal telt cső vezet a nyomást állandóan tartó berendezéshez, a manostáthoz. Amennyiben a nyomás eltér az 1 atmoszférától, a korrekciós számítást el kell végezni. A nemzetközi hőmérsékleti skála legutolsó változata szerint ajánlatosabb a kén forráspontja helyett a cink olvadáspontját használni alappontul. Ennek értéke $419,505^{\circ}\text{C}$. Igen tiszta cinket kell felhasználni. A cink megolvasztása grafittegelyben történik, ennek közepén van a hőmérő tartálya. (4. ábra) Az olvasztott fém lehűtésénél akkor érjük el az egyensúlyi állapotot, amikor a hőmérőket tartalmazó tartály körül egy vékony réteg szilárd cink képződik. A cink olvadáspontja csak nagyon kis mértékben függ a nyomástól. Az arany és ezüst olvadáspontját ugyancsak tiszta grafitből készült tegelyben állapítják meg. Rendszerint zárt berendezést használnak, hogy a fémek, különösen az ezüst ne oxidálódjék. A hőmérőt, rendszerint termoelemet megfelelő tűzálló anyagból készült tartályban merítik be az olvadt fémbe. Az arany olvadáspontja a legmagasabb alappont, ennél magasabb hőmérsékletek esetében extrapolálásra van szükség.



4. ábra

Mérések alkalmával az alappontok között interpolálni kell. A használt hőmérők igen sok esetben *elektromos hőmérők*. Az elektromos hőmérők egyik faja az ellenállásnak a hőmérséklettől való függésén alapszik. Az elektromos hőmérők másik fajtája termoelemet tartalmaz, ezekben két különböző fém forrasztási helyén a hőmérséklettől függő feszültségkülönbség keletkezik. A hőszugárzás törvényein alapulnak a sugárzási hőmérők (pirométerek). A hőmérsékleti területet négy részre osztják a felhasznált hőmérők szerint:

- $-182,97^{\circ}\text{C}$ -tól 0°C -ig platinaszálas ellenálláshőmérővel mérnek,
- 0°C -tól $630,5^{\circ}\text{C}$ -ig ugyancsak platina ellenálláshőmérővel dolgoznak,
- $630,5^{\circ}\text{C}$ -tól 1063°C -ig platina-platinaródium termoelemet használnak. Ennek egyik fémje tiszta platina, a másik 10% ródiumot tartalmazó platinaötvözet. Az egyik forrasztási helyet 0°C -on kell tartani, a másikat a mérendő hőmérsékleten,
- 1063°C feletti hőmérsékleteken sugárzási hőmérőket alkalmaznak.

Az interpoláció könnyítésére másodlagos alappontok is használatosak. Ahol ezek nem hármaspontok, ott 1 atm nyomás használandó. Néhány másodlagos alappont:

szilárd széndioxid egyensúlya gőzével	– 72,5	°C
szilárd higany egyensúlya gőzével...	– 38,87	°C
benzoesav hármaspontja.....	122,36	°C
az ón olvadáspontja.....	231,91	°C
az ólom olvadáspontja.....	327,3	°C
az alumínium olvadáspontja.....	660,1	°C
a vörösréz olvadáspontja.....	1083	°C
a nikkelt olvadáspontja.....	1453	°C
az irídium olvadáspontja.....	2443	°C
a wolfram olvadáspontja.....	3380	°C

Amint látható, a hőmérséklet pontos meghatározása, különösen alacsony és magas hőmérsékletek mérésekor igen körültekintő munkát tesz szükségessé.

*Dr. Václav Šindelář (Prága)
Rozhledy-ben közölt cikke alapján*