

## A GÁZOK CSEPPFOLYÓSÍTÁSA

Ha a gázok hőmérsékletét csökkentjük és a nyomását növeljük, akkor a gáZRészecskék hőmozgásának intenzitása csökken, a térfogati részecskesűrűség növekszik. Ez már nem tekinthető ideális gáznak, mert a kohéziós erőket nem lehet elhanyagolni.

Ha a gáz nyomását tovább növeljük, és a hőmérsékletét tovább csökkentjük, akkor elérünk egy olyan  $T_k$  kritikus hőmérsékletet és  $p_k$  kritikus nyomást, ahol a gáz cseppfolyósodik.

Gáz anyaga	$T_k$	$p_k$
Hélium	$-267,9\text{ °C} = 4\text{K}$	$2,26 \cdot 10^5\text{ Pa}$
Hidrogén	$-239,9\text{ °C} = 33\text{K}$	$0,0168 \cdot 10^5\text{ Pa}$
Nitrogén	$-147,2\text{ °C} = 126\text{K}$	$33,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$
Oxigén	$-118,9\text{ °C} = 154\text{K}$	$50 \cdot 10^5\text{ Pa}$
Szén-dioxid	$31,1\text{ °C}$	$73 \cdot 10^5\text{ Pa}$

A kritikus hőmérséklet felett a gáz bármilyen nagy nyomással sem cseppfolyósítható. A kritikus hőmérséklet alatt a gázokat inkább gőzöknek nevezzük.

### A gázok cseppfolyósításának nagy a gyakorlati jelentősége.

Folyékony nitrogént alkalmaznak például a hűtőtechnikában a hűtőkocsiknál, tartályhajóknál. A folyékony gázok tárolása, szállítása a termoszhoz hasonló hőszigetelt edényben történik. Az üvegből vagy fémből készült kettős fal között légritkított tér van. A hőszigetelés csökkentésére az edény külső falát fényes ezüstbevonattal látják el.

Folyékony nitrogént alkalmaznak az orvosi gyakorlatban, kutatásoknál a különböző emberi vagy állati szervek, örökítőanyagok tartós tárolására.

A másik nagy gyakorlati jelentősége az, hogy a cseppfolyós gáz sűrűsége nagy, így szállításkor kisebb térfogatot foglal el. A bolygóközi űrrakéták üzemanyagához folyékony oxigént használnak.

A műszaki kutatásban folyékony héliumot használnak. A 4,2 K-es hőmérsékleten ugyanis megváltozik az anyagok viselkedése. A hélium cseppfolyósítása *Heike Kammerlingh-Onnes* holland fizikus nevéhez fűződik (1908) Ha a folyékony hélium feletti gőzt eltávolítják, akkor 0,84 K-re is lehűthető a hélium.

A **szuperfolyékony**ság, amit a folyékony héliumnál figyeltek meg, azt jelenti, hogy a belső súrlódás elhanyagolható. Ha egy edénybe folyékony héliumot teszünk, akkor az felkúszik az edény falán, kijut az edényből és a külső falon is végigkúszik. Ennek a folyamatnak a fordítottja is lejátszódik. Ha folyékony héliummal töltött tartályba üres edényt teszünk, akkor a tartályból az edény külső falára kúszik a hélium, majd a belső falon belekúszik az edénybe. Ez a folyamat addig tart, amíg a tartály és az edény héliumszintje meg nem egyezik.

Nagyon alacsony hőmérsékleten megváltoznak az anyag mechanikai tulajdonságai is, például a virágszirom csontkeménnyé fagy és összetörhető.

1911-ben fedezte fel a **szupravezetést**, mely abban nyilvánul meg, hogy egyes anyagok ellenállása az abszolút zéruspont közelében ugrásszerűen megszűnik. A szupravezetőben megindított áram erőssége nem csökken. Ezért a fölé helyezett mágnes lebeg. Kammerlingh-Onnes Nobel díjat kapott felfedezéseért. (Egyszerre terjesztették fel Eötvös Lóránddal) A szupravezetés kialakulásához szükséges hőmérséklet minden fémnél más és más. Az ólomnál 7,22 K, az alumíniumnál 0,53 K. De azóta már sikerült olyan kerámiát előállítani, ami 102 K-nél szupravezetővé válik, ami folyékony nitrogénnel is megoldható.

Az orvosi diagnosztikában használt MR-vizsgálat (mágneses magrezonancia) során a vizsgált személyt nagyon erős mágneses térbe kell helyezni. Ennek előállításához szupravezető tekercset alkalmaznak, amelyet folyékony héliummal hűtenek. Az MR-vizsgálat különösen a lágy részekről ad részletgazdag felvételeket, és a vizsgálat során a szervezet nem éri káros sugárzás sem.