

A fizika története több példával mutatja, hogy kezdetben tisztán tudományos értékű kutatásoknak oly gyakorlati következményeik lettek, melyeknek hasznát a mindennapi élet sokszorosan felhasználja. Midőn *Oersted* 1820-ban felfedezte az elektromos áramnak hatását a mágnesűre, az új jelenséget tisztán tudományos szempontból vizsgálták a fizikusok; ezen munkálkodások eredményein alapul a mai elektrotechnika. Egészen közszükségletté vált a telegraf és telefon használata s bizony elenyészően csekély azok száma, kik ismerik *Faraday* nevét, kinek felfedezései az elektromos és mágneses inductióról teszik ezen eszközök működésének alapját. *Hertz* német fizikusnak első sorban az elektromosság elméletére nézve döntő fontosságú kísérletei a drót nélkül való telegrafálásra vezettek. A *Röntgen*-sugarakat hasznosan értékesíti az orvosi tudomány.

A fizikai kutatások megmutatták az utat a légnemű testek folyósítására; úgy látszik, ezen felfedezésnek is nagy jelentősége lesz a gyakorlati alkalmazások terén. A próbálkozások ez irányban még nem régi keletűek, de máris hasznos eredményekkel jártak, különösen a chemiai alkalmazások terén; a folyékony levegő elpárolgotásával előállítható nagy hideget pedig az orvosi tudomány is megkísérli a maga céljaira felhasználni. A következő sorokban a légnemű testek folyósítására vonatkozó kérdésnek rövid történeti fejlődését fogjuk vázolni.

A minket érdeklő kutatások kezdete a múlt század elejére esik. A légnemű testekről akkor úgy vélekedtek a fizikusok, hogy egy részüket hűtés, vagy hűtés és nyomás növelése által lehet folyékony állapotban előállítani (gőzök), másokat nem (gázok). *Faraday*-nak azonban sikerült a gázok egy részét is folyósítani, de a következőket nem: oxigén, hidrogén, nitrogén, szénoxid, nitrogénoxid, metán (mocsárgáz 1849). Ezen légnemű testeket elnevezték *permanensgázoknak*; mindenképpen próbálkoztak ezeknek a folyósításával is, de 3000 nyomás alatt is légneműek maradtak. A kérdést megvilágító kísérletet *Andrews*-nak köszönhetjük (1863). Ő u. i. több légnemű testnél megvizsgálta a hőmérséklet és a nyomás együttes változásának hatását s arra a fontos eredményre jutott, hogy *minden légnemű testnél van egy hőmérséklet, a melyen felül semmiféle nyomás sem tudja a testet folyósítani* s ezen hőmérsékletet elnevezte *kritikus hőmérsékletnek* s a nyomást, mely alatt a krit. hőmérsékleten levő légnemű test folyósodik, *krit. nyomásnak*. Ő szerinte *gáz* a krit. hőmérsékleten felül s *gőz* ezen alul a légnemű test. Ez az eredmény megmondja, hogy miért nem lehetett az ú. n. permanens gázokat folyósítani; azért, mert ezeknek az alkalmazott hőmérsékleteknél alacsonyabban van a kritikus hőmérsékletük, ha tehát folyósítani akarjuk őket, első sorban erősen le kell hűteni. A nagyobb hidegek előállítására akkor használatos hűtőkeverékek nem feleltek meg a célnak; oly módokról kellett gondoskodni, melyek még alacsonyabb hőmérsékleteket adnak.

Az ú. n. permanens gázok egy részének folyósítása először *Cailletet*-nek sikerült (1877); kísérletei azon fizikai elven alapultak, hogy ha a légnemű testet a nyomás hirtelen csökkentésével kiterjesztjük 8212; miközben az a külső környezettől nem vehet át meleget - nagy mértékben lehűl (adiabatikus kiterjedés). *Cailletet* az által, hogy a légnemű testeket erősen lehűtötte, megfelelő nyomásnak vetette alá s aztán adiabatikus kiterjedésnek vetette alá, folyósította az oxigént, nitrogént, nitrogénoxidot és szénoxidot.

Más elvet használt fel *Cailletet*-vel egy időben *Pictet* (1877). Ismeretes fizikai tünemény, hogy, ha egy test erősen párolog s nem vehet fel a környezetből meleget, lehűl; mert a párolgáshoz szükséges meleget a maga melegkészetéből kell vennie. Ha most valami folyadék fölött a nyomást csökkentjük, akkor az párolog s e közben erősen lehűl. Az így elért lehűtést *Pictet* fokozta azzal, hogy a mint a nyomás kisebbítésekor a folyadék párologni kezdett, ezen párákat egy más edényben folyósította s aztán újra párolgásba hozta. Ezen fokozatos lehűtéssel -140° C hőmérsékletet tudott előállítani. Eljárását az oxigén folyósítására használta fel.

A hidrogén kivételével valamennyi ú. n. permanens gázt folyósították *Wroblewski* (1885) és *Olszewski* (1887). Eljárásuknak alapelve szintén a folyadéknak alacsony nyomás alatt való elpárolgotatása volt, a kísérleti eljárást azonban nagyon tökéletesítették. Így *Wroblewski* oly berendezést készített, mellyel a hűtőfolyadékul használt aethylént kb. 9,5 mm nyomás alatt tudta elpárolgotatni s ezáltal -152° C hőmérsékletet tudott előállítani. Ennél a hőmérsékletnél az oxigén könnyen folyósított s most az által, hogy a nyert folyékony oxigént elpárolgotatta, a hőmérsékletet -206° C-ig süllyesztette. Még alacsonyabb hőmérsékletet állított elő *Olszewski*, a ki a folyékony oxigénnek hűtőszereül való felhasználásával szilárd nitrogént állított elő s ezt 4 mm nyomás alatt párolgotatta el. Az így előállított hőmérséklet -225° C volt.

Most már az ú. n. permanensgázok körül csak a hidrogén nem volt folyósítható. Ezen feladatot *Dewar*-nak sikerült 1898-ban megoldania azáltal, hogy kb. -235° C hőmérsékletet tudott előállítani. A hőmérsékletnek ily nagy mértékben való csökkentése úgy sikerült, hogy előbb módot talált arra, miként lehet a folyósított gázokat nagyobb mennyiségben s hosszabb ideig megtartani az atmosphaera nyomása alatt is. A folyósított gáz fenntartása először *Wroblewski*-nek sikerült, a ki kettős falú edénybe tette a folyósított gázt s a falak közét is megtöltötte a folyadékkal; ekkor u. i. a párolgásnál előbb a falak között levő folyadék párolog el s ezt a teret annyira lehűti, hogy a belső edényben levő folyadék óráig is ilyen állapotban maradt. Egyik kísérleti eredménye szerint, mikor eszközével 145 cm^3 folyékony oxigént állított elő s ezt a külső atm. nyomásra vitte át, maradt kb. 7 cm^3 folyékony oxigén s ez is legfőlebb $\frac{1}{4}$ óráig. *Dewar* is kettős falú edényt vett, de a két fal körül a levegőt kiszivattyúzta, mi által a hővezetés hatását megszüntette; a légüres térbe kevés higanyt tett s most, ha az edénybe folyósított gázt öntött, az előállított nagy hideg miatt a belső térben fejlődő higanygázok az edény falára lecsapódtak, itt tükröző felületet alkottak s így a hősugárzás hatását is megszüntették. *Dewar*, midőn a folyékony oxigént légüres térben elpárolgotatta, -230° C hőmérsékletet állított elő, s most először a levegőt folyósította; folyékony levegőt nagy mennyiségben tudott előállítani s kettősfalú edényeiben sokáig eltartani s így hűtőszereül felhasználni. Most a hidrogént erősen lehűthette s mikor még adiabatikus kiterjedésnek is vetette alá, az folyékony lett. A folyékony hidrogén előállításával a hőmérsékletet -257° C-ig csökkentette s szilárd

hydrogént állított elő (1899).

A légnemű testek folyósításának kérdését az ismertett kísérletek megoldották. A gyakorlati alkalmazáshoz első sorban szükséges, hogy a folyósított gázokat nagy mennyiségben lehessen előállítani; *Linde* és *Hampson* készítettek körülbelül egy időben (1895, ill. 1896) az első gépet, mellyel óránként kb. 1100 cm³ folyékony levegő állítható elő; *Linde* gépe alkalmas arra is, hogy vele oxigént állíthassanak elő nagy mértékben.

Álljon itt néhány gáz krit. hőmérséklete (ϑ) és nyomása (π).

Hydrogén:	$\vartheta = ca - 235^{\circ} \text{ C};$	$\pi = ca 15$	atm.	(Dewar).
Oxygén	-113°	50	"	"
Nitrogén	-146°	35	"	"
Argon	-121°	50,6	"	(Olszewski).
Szénoxid	$-139,5^{\circ}$	35,5	"	"
Hydrogénoxyd	$-93,5^{\circ}$	71,2	"	"
Methan	$-95,5^{\circ}$	50,0	"	(Dewar).
Levegő	$-142,0^{\circ}$	37,8	"	(Wroblewski).