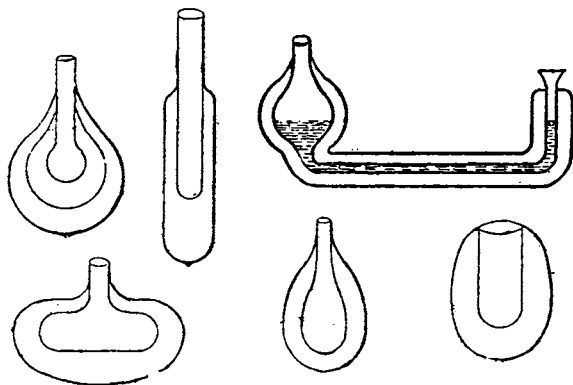


## A cseppfolyós levegő és alkalmazása.

Mihelyt a Linde, Hampson és mások szerkesztette géppel lehetővé vált nagyobb tömegű levegő folyósítása, legott megindult a serény munka a kapott terméknek gyakorlati értékesítésére. A fáradásnak siker járt a nyomában, mert az

alkalmazásnak egész sorát találták fel, s ültették át a gyakorlati életbe.

Linde módszerét és készülékét a Közlöny 1897. évi folyamában ismertettük. A cseppfolyós levegő jellemző sajátosságait a következőkben foglalhatjuk ösz-



1. ábra. Dewar-féle palaczkok.

sze: A cseppfolyós levegő, mikor a készülékből kikerül, heves forrásban levő, tejszín-fehéres égbék színű folyadék. A tejszín a folyadékban levő szén-sav-részecskéktől, a kék pedig az oxigéntől ered. A szén-savtól megtisztított cseppfolyós levegő világos-kék színű és átlátszó; kritikus hőmérséklete — 140° C., kritikus nyomása 39 légnyomás; forráspontja egy légköri nyomáson — 191·4° C., sűrűsége ugyanakkor 0·933 (ha a vízé 1). Oxigéntartalma már akkor nagy, mikor

a készülékből kikerül, és, állandóan növekszik a nitrogénnek folytonos elpárolgása miatt.

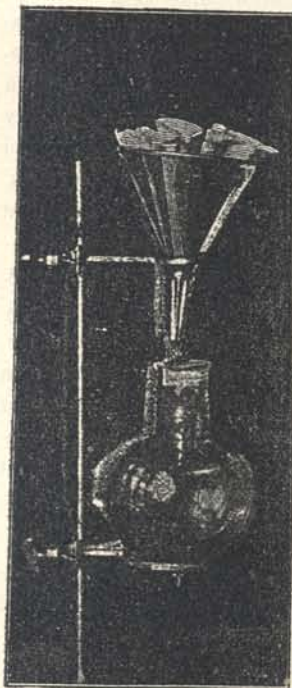
Minthogy a cseppfolyós levegő a külső hőmérséklet iránt nagyon érzékeny, eltartására a Dewar-féle kétfalú palaczkot használják. Üvevény ez, két fala között üreges térrel, a mely a hővezetés megakadályozására szolgál; az üveg maga megezüstözött, vagy a külső fal tükörüveg, hogy a hőszugarakat visszaverje. Az 1. ábrán a Dewar-féle üveg-

edények különböző alakját látni keresztmetszetben.

Nem érdektelenek azok a kísérletek, melyeket a cseppfolyós levegővel végeztek. E kísérletek\* egyrészt a cseppfolyós levegő tulajdonságait tüntetik fel, másrészt a különböző testeknek ama csodálatos sajátságait, melyeket az alacsony hőmérsékleten öltenek, s a melyekre

méltán ráillenek Dewar szavai: »Senki sem jósolhatja meg az anyag tulajdonságait az abszolút zérus fok környezetében.«

A cseppfolyós levegő tisztítása úgy történik, hogy filtráló papíron szűrjük át (2. ábra); ekkor a levegő a Dewar-féle palaczkba tiszta, világoskék színű folyadék alakjában cseppel le, a szilárd



2. ábra.



3. ábra.



4. ábra.

2. ábra. A cseppfolyós levegő megsűrítése. — 3. ábra. Harmat lepte palaczk.  
4. ábra. Zuzmarával bevont palaczk.

szénsav pedig hó alakjában a tölesérben marad.

Ha az így megtisztított cseppfolyós levegőt üvegpalaczkba öntjük, legott erősen forni kezd s a palaczk külsejét csak

\* T. O'Conor Sloane, Liquid air and the liquefaction of gases. London, 1899. — Julien Lefèvre, La liquéfaction des gaz et ses applications. Paris.

hamar belepíti a harmat (3. ábra), a mely a külső levegő nedvességéből ülepedik le. Az üveg szájából ugyanaz a pára látszólag eltűnik, de e párának semmi köze magához a cseppfolyós levegőhöz. A 4. ábrán olyan palaczk látható, melyet az épen keletkező zuzmararéteg vont be.

Ha a cseppfolyós levegőt a vízbe öntjük, egyelőre a víz felszínén marad s

heves forrásnak ered, de az alatta levő víz nem fagy meg a saját mozgása és a Leidenfrost-féle tűnemény megjelenése következtében. Kevés idő múlva a cseppfolyós levegő nagy cseppekben permetezik (5. ábra) a vízbe, de e cseppek azután a növekedő gőzképződés miatt ismét a magasba szállnak.

A forró víz gőzével megfecskenedett cseppfolyós levegő heves forrásnak ered ;



5. ábra. Cseppfolyós levegő emelkedése.

a gőz egy része tömör felhő alakjában megsűrűsödik, s a vízmaradék csaknem pillanat alatt borsónagyságú jégdarabokká alakul át, melyek a cseppfolyós levegőben ide-oda szállingóznak.

A jégdarabra öntött cseppfolyós levegő szabályos sferoid alakot ölt.

Ha egy kanna cseppfolyós levegőt nagyobb jégdarabra (6. ábra) helyezünk, a folyadék élénk forrásnak indul s a

forrást a jég táplálja. Ha a forrás nem eléggé gyors, élénkebbé tehetjük azzal, hogy a kannába jeges vizet öntünk vagy néhány darab jeget dobunk.

Ha a cseppfolyós levegő felett egy centiméter távolságban erős elektromágnességet keltünk, az elektromágnes a cseppfolyós levegőt kúpalakban emeli magához. Ez a kísérlet ép úgy, mint a következő is, Faraday-nak azt a fölfedezését bizonyítja, hogy az oxigén diamágneses test. Függesztünk fel cseppfolyós levegővel megtöltött, kis nyílású üvegcsövet fonál segítségével úgy, hogy szabadon mozoghasson. Ha az üvegcső közelébe erős elektromágneset helyezünk, a cseppfolyós levegő úgy viselkedik, mint ha vas- vagy aczélrúd lenne (7. ábra).

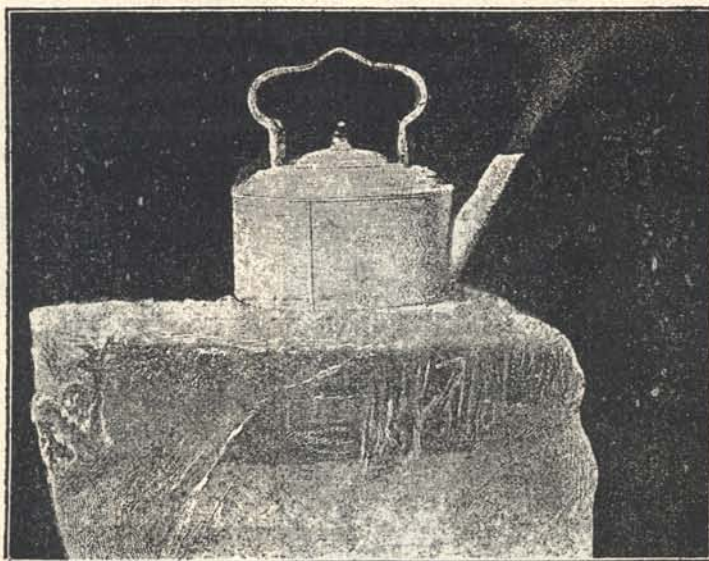
Néhány testnek az igen alacsony hőmérsékleten valóban csodálatos a tulajdonsága. Vannak testek, melyek a cseppfolyós levegőbe való bemerülés után törékenyekké válnak, rugalmasságukat elvesztik ; hús, tojás, gummicső, a cseppfolyós levegőbe merítve, néhány pillanat múlva annyira megmerevedik, hogy kalapácsütéstől teljesen szétforgácsolódik.

Bádgedény, ha pár percig cseppfolyós levegőben volt, oly törékennyé válik mint az üveg, s ha kemény tárgyhoz ütjük, széttörik.

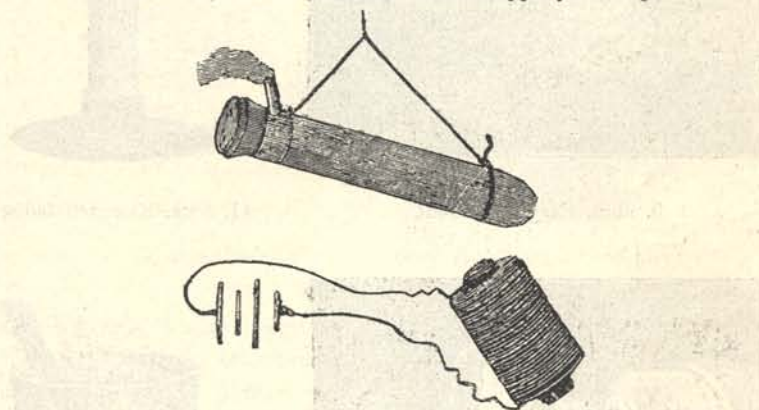
Labdaalakú kínai tus, melyet kevés ideig cseppfolyós levegőben tartottunk, szintén oly törékennyé válik, mint az üveg (8. ábra). Ha e tus-labdát a cseppfolyós levegőben bennehagyjuk, igen érdekes tűnemény keletkezik : a nedves köd képződése és leszállása. A levegő, mely a cseppfolyós levegőből elgőzölög, teljesen hideg, az edény szélén kiömlik, mintha csak víz lenne és magával viszi a ködöt. E köd a külső levegőnek megsűrített nedvességéből áll.

A cseppfolyós levegő alacsony hőmérsékletének kiváló bizonyítéka az, hogy

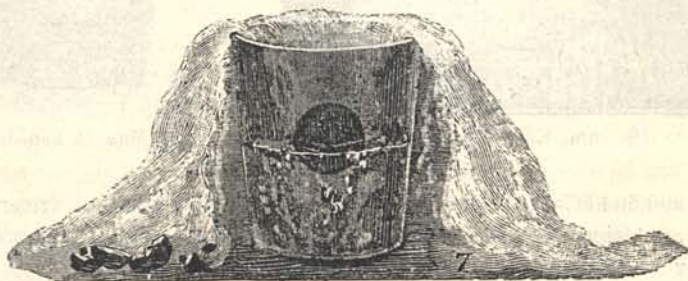




6. ábra. Jégdarabon forrásnak induló cseppfolyós levegő.



7. ábra. Az oxigén diamágneses voltának kimutatása



8. ábra. Cseppfolyós levegő alkotta kőd.

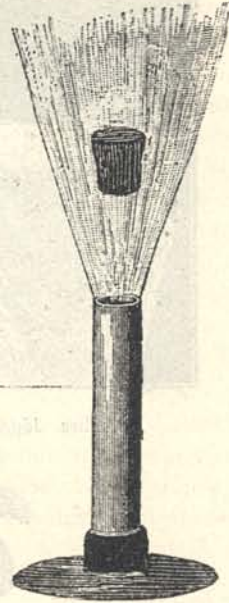
még az alkoholt is megfagyaszjtá. Öntsünk cseppfolyós levegőt egy pohár alkoholba vagy whiskybe, a pohárban alkohol- vagy whisky-jég keletkezik. Ha az így keletkező jégbe valami rudacskát szúrunk,

gyönyörű darab alkohol jégcsapot emelhetünk ki (9. ábra).

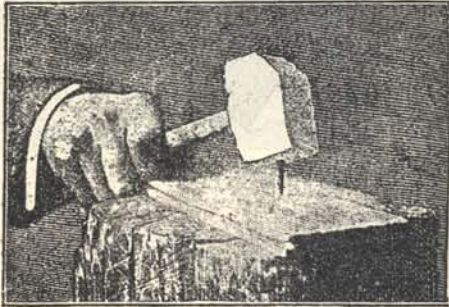
A whiskyből még poharat is készíthetünk a cseppfolyós levegő segítségével. Helyezzünk ugyanis cseppfolyós levegő-



9. ábra. Fagyott alkohol.



11. ábra. Kirepített fadugó.



10. ábra. Kénéső-kalapács.



12. ábra. A kén égése.

vel félig megtöltött kémleő csövet egy pohár whiskybe, a whisky kevés idő múlva szilárddá fagy s a pohárból egész tömegében kiemelhető. Ezt most néhány pillanatig állani hagyjuk, míg a levegő java

részben el nem párolog, azután a kémleő csövet belőle kiemeljük, s kész a whisky-pohár.

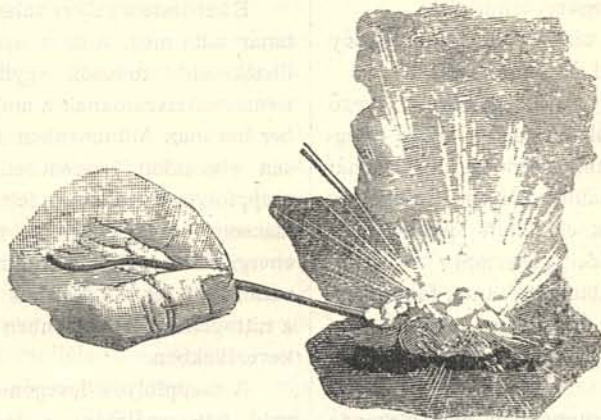
Megfagyott kénésőből különböző eszközöket készíthetünk. Üveghasábbá kén-



esőt öntünk, a melybe alul és felül horog merül, azután az egészet cseppfolyós levegőbe mártjuk. Nem sok időre rá a kéneső megfagy. Az üvegkeretet lekálálva, a megfagyott kénesőt felakasztjuk s reá elég nagy terhet rakhatunk a nélkül, hogy kettészakadna. Hangvillát is készíthetünk megfagyott kénesőből, csak alkalmas formáról kell gondoskodnunk. Hogy mily szilárd a megfagyott kéneső, a belőle készített kalapácson tapasztaljuk a legjobban. A kalapács feje számára megfelelő formát készítünk s a

fanyelet beleillesztjük. A formát kénesővel megtöltjük s ez utóbbit cseppfolyós levegővel leöntjük. Nemsokára a kéneső oly keménnyé fagy, hogy a nyelet belőle ki nem vehetjük, sőt ez új fajtájú kalapáccsal deszkába szeget is (10. ábra) verhetünk.

A cseppfolyós levegőnek gázzá alakulását s az ennek meggátlásakor keletkező nagy nyomást a következőleg mutathatjuk ki. Hengeres fémedénybe bizonyos mennyiségű cseppfolyós levegőt öntünk, azután száját fadugóval elzárjuk. Nehány



13. ábra. Cseppfolyós levegővel itatott papiros égése.

másodpercz multán a dugó nagy durranással repül ki, mintha csak puskapor robbantotta volna fel (11. ábra).

Hogy mily gazdag a cseppfolyós levegő oxigénben, a vele végezhető égésbeli kísérletek igazolják. Noha a cseppfolyós levegő hőmérséklete közönséges légnyomáson  $-190^{\circ}$  C. és  $-184^{\circ}$  C. között van, mégis, ha gyöngén izzó faforgácsot oly cseppfolyós levegő felé tartunk, a mely már néhány perczig állott, a faforgács vakító lánggal lobban fel.

Aczeltollat vagy órarugót a cseppfolyós levegőben elégethetünk, ha néhány perczig a folyadékban tartjuk. Az aczeltoll végére tett kén izzó fénnel ég (12.

ábra). Az effajtájú kísérletek közül legérdekesebb az, midőn a megfagyasztott whisky-pohárba cseppfolyós levegőt öntünk s az aczeltollat benne égetjük el. Mily szép képet tár elénk az ellentét; szinte össze nem egyeztethető dolgokat látunk a legjobb barátságban egymással: az égő toll fehér izzását, a levegő nagy hidegét és a whisky-folyadék megfagyott alakját!

Itassunk be papirost cseppfolyós levegővel és gyujtsuk meg: az égés ragyogó lánggal történik, ha még kevés cseppfolyós oxigént öntünk ily papirosra, a legremekebb láng csaknem robbanva ragyog (13. ábra).

Még számos más kísérletet sorolhatnánk fel, a melyeket a különböző laboratóriumokban végeztek; csak azt az eljárást említjük még meg, hogyan lehet kimutatni, hogy a nagy hideg a tiszta fémek elektromos ellenállását nagyban csökkenti. Kapcsoljunk az elektromos áramkörbe egymás után nikkel (spirális) ellenállást, egy vékony platinadrót és néhány akkumulátort. Ha a nikkel spirális hőmérséklete megegyezik a szoba hőmérsékletével, a platinadrót az áram csak mérsékelt melegíti fel; de a platinadrót azonnal erős izzásnak indul, mihielyt a spirálist cseppfolyós levegővel lehűtjük.

Ezek után térjünk át a folyékony levegő technikai alkalmazására.

Tény, hogy a cseppfolyós levegő előállítására szolgáló anyag, maga a légköri levegő, semmibe sem kerül; ha tehát sikerülne az előállítás költségeit csekélyre leszorítani az előállított anyagot bármily hosszú ideig eltartani: a cseppfolyós levegő alkalmazásának fontossága és tere valóban óriási nagy lenne.

De vajjon így van-e ez a gyakorlati életben?

A laboratóriumokban már elegendő számú kísérletet tettek, a melyek megfelelő adatokat szolgáltatnak arra nézve, mibe kerül a meghatározott tömegű légköri levegőnek cseppfolyósítása. Ez adatok a következők: Kisebb készülékekben egy kilogramm cseppfolyós levegő előállítására óránként 3—4 lóerő szükséges. Az eddig legnagyobb cseppfolyósító gép, nem egészen 100 lóerővel dolgozva, óránként 50 kg cseppfolyós levegőt szolgáltatott, tehát kilogrammonként majdnem 2 lóerőt használt fel egy óra alatt. Nagyobb berendezésekkel, melyek naponként körülbelül 1000 kg-ot állítanak elő, 1 kg cseppfolyós levegő összes költsége körülbelül 12 fillér volna.

A mi a cseppfolyós levegő eltarthatóságát illeti, arra nézve úgy találták, hogy

kis mennyiségben jól evakuált és megüzüstözött üvegedényben aránylag sokáig megőrizhető. Az elgőzölgés ily körülmények között 14 napig tart, a mi óránként 0.3 százalék veszteségnek felel meg. Nem így van a dolog nagyobb tömegekkel. Eddigélé a technikai czélokra szolgáló cseppfolyós levegőt 50 literes bádgedényekben tartották, a melyeket nemez- vagy gyapjúburkolattal védtek a külső hő ellen. Ezekben óránként 2 liter, tehát 40% volt az elgőzölgésből származó veszteség.

De mire is alkalmazható a cseppfolyós levegő?

E kérdésre a helyes választ C. Linde tanár adta meg, a ki e szakban a legilletékesebb tudósok egyike, a német természetvizsgálóknak a mult év szeptember havában Münchenben tartott gyűlésén elmondott beszédében. Szerinte a cseppfolyós levegőnek 1. felhasználható az alacsony hőmérséklete, 2. van tehetősége energiát fölvenni és mechanikai munkává változtatni, és 3. hasznos szerepe van a nitrogénben és oxigénben gazdag gázkeverékekben.

A cseppfolyós levegőnek hűtő szerül való felhasználására a legkülönbözőbb tervek merültek és merülnek fel folyton. A cseppfolyós levegőnek, mint hűtőeszköznek észszerű alkalmazására csak ott gondolhatunk, a hol vagy olyan hőmérsékletet követelünk, a mely a közönséges hűtőgépekkel már el nem érhető, tehát alantabb van a  $-50^{\circ}$  C-nál; vagy a hol az előállítás költségei a cseppfolyós levegő adta nyereséggel szemben tekintetbe nem vehetők. Az első eset eddig csakis a tudományos téren fordul elő; az iparban mindössze is csak néhány kryochemiai kísérletben használható. Az utóbbi esettel pl. az orvosi czélokra való alkalmazásban van dolgunk, mikor is a sebészethez tartozó betegségek, mint lábdaganatok, lupus, pokolvar stb. gyógyításában működik közre. Továbbá

szóba kerülhet mint fényűző cikk pl. ebédlő-asztalnál, termék lehűtésében és szellőzésében, természetesen bizonyos föltételek alatt.

A cseppfolyós levegő *mótoros* czélokra szűkebb körben alkalmazható. Igaz ugyan, hogy a környezet hőkészletéből fölvehet energiát, kilogrammonként mintegy 110 kaloriát, és részben át is változtathat mechanikai munkává; de a cseppfolyósításra befektetett munkának mindössze is csak 3—4 százalékát kaphatjuk vissza. Így csak egyes esetekben válik használhatóvá, midőn a mótoros munkálatok sajátos tulajdonságai a rendkívül kedvezőtlen hatásfokot felülmulják, mint pl. a vízalatti munkálatokban, torpedók, tengeralatti csónakok alkalmazásában, bűvármunkálatokban stb. Kedvezőbb eredményre jutunk, ha a cseppfolyós levegőt, bizonyos nyomok alatt, alkalmas anyagoknak, pl. petróleumnak elégsévesel kombinálva gázzá változtatjuk át. Ily módon hajtó-gépeket készíthetünk, a melyek — *L i n d e* szerint — noha abszolút értelemben sohasem dolgoznak raczióánálisan, mégis bizonyos esetben hasznosak már csak azért is, mert bennök a kiterjedésből és nyomásból folyó munkának nem a különbsége, hanem a teljes kiterjedés munkája jut érvényre, mint haszonmunka.

Ugyancsak mótoros eredményeket, habár más fajtájúakat mint az előbbieket, ad a cseppfolyós levegő, ha oxidálható testek keverékében *repszto anyagok* előállítására alkalmazzák. Itt döntő az a körülmény, hogy a cseppfolyós levegő elgőzölgések az elgőzölgés termékei gazdagabbak nitrogénben, mint maga a folyadék, úgy hogy ez utóbbinak oxigéntartalma annál nagyobb, mennél tovább tart az elgőzölgés.

*L i n d e* robbantó szerének készítésekor abból a körülményből indult ki, hogy a cseppfolyós levegő mintegy háromszáz-

szor több oxigént foglal magában, mint a közönséges levegő, így benne az égés sokkal gyorsabban, intenzívebben és robbanásra alkalmasabban történik. A készítés módja a következő: Bádog- vagy kemény papiroshüvelybe valamely szénhidráttal (pl. petróleummal) itatott kovaföldet tesznek s erre öntik a cseppfolyós levegőt, melyet a kovaföld möhön magába szív. E patronát a robbantó-lyukba helyezik, azután vagy robbantó-zsinórral, vagy elektromos árammal meggyújtják, a mire a szénhidrát a nagymennyiségű oxigénben rohamosan, erős robbanás közben ég el. E szernek jó tulajdonsága, hogy robbanáskor ártalmas gázok nem fejlődnek.

De itt is meg kell vonnunk az alkalmazhatóság határát, még pedig két okból. Ugyanis a kísérletek, melyeket főleg a Simplon-alagút építése közben tettek, arról tanuskodnak, hogy, ha a patronokat a cseppfolyós levegőből kivették, legottan elgőzölgés következett be, a mely a robbantó szer összetételét a durranás pillanatáig megváltoztatta, feszültségi erejét kisebbitette, s így a kezelését nehezítette. A másik ok az, hogy a robbantó szer jó tulajdonsága — t. i. csekélyebb ára — csak ott érhető el, a hol cseppfolyósításra szolgáló nagyobb berendezés állandóan és szabályszerűen működik.

A cseppfolyós levegő elgőzölgések az elgőzölgés termékéül nitrogénben, de egyúttal oxigénben is gazdag gázkeveréket kapunk. Ha az elgőzölgést akként szabályozzuk, hogy a »felszabadult hideg« hasonló mennyiségű légköri levegő kondenzálására fordítsassuk: a munka felhasználás az elkerülhetetlen hidegvesztésnek kellő mértékben való fedezésére szorítkozik.

Az eddigi kísérletek elég kedvező eredményt helyeznek kilátásba. Egy köbméter 50 százalék oxigéntartalmú gázt óránként egy lóerőnyi munka árán lehet



előállítani. A levegő cseppfolyósításának valamennyi alkalmazása között talán ez a legfontosabb. E feladat megoldása a múlt évben kezdődött; kiváltképp W. Hempel, dresdai tanár, foglalkozott a különböző módokkal, melyek az oxigénben gazdag gázkeverékek gyakorlati felhasználását tűzték ki.

Mivel a Linde-féle készülékkel a nitrogénben hígított oxigén igen csekély áron állítható elő, még pedig az 50 százalékos oxigénnek köbmétere kb. 14 fillérért, nem nehéz nitrogénben szegény gázkeverékeket is olcsó áron készíteni. E

végből nem kell mást tennünk, mint az eszközbe légköri levegő helyett 50 százalék oxigént tartalmazó levegőt bevinnünk. S ép ez a körülmény biztató jel arra, hogy talán nincs is messze az idő, a midőn ily fajtájú hatalmas gázmotorokat fognak használhatni.

De ne lépjünk a jóslgatás bizonytalan útjára; elégedjünk meg azzal a ténnyel, hogy a cseppfolyós levegővel új szer jutott az emberiség hatalmába, a melyet javára fordítani jobbaink feladata.

SZEKERES KÁLMÁN.

## APRÓ KÖZLEMÉNYEK.

**A cirkvenicai »László-Gyermekotthon«.\*** Sas-nemzedék fészkelte régi századokban a mi Quarneró-nk partján; főszállása ott volt a Kotor-hegy magasan, a mai Cirkvenica mögött. Erősfalu várak, bástya-építmények jelzik Fiumétól Zenggig a Frangepánok nagyságát a mai magyar-horvát tengerparton; a Tersato ő róluk mesél, és nevök betűit olvasni azon a kőlapon, mely a tenger partján emelkedő szeretet-hajlékát ékesíti csendes napjainkban.

Zömök testű, tornyos várkastély áll ott lenn a víz szélén, az egyetlen magyar tengeri fürdő, Cirkvenica keleti végpontján. Valamikor régen a sasok parancsára rakták együvé falait, boltíveit; 1395-ben Frangipani Márton gróf odaadta a pálos-szerzetnek ajándékba; egy fél ezredévvél utóbb,

\* A tavaszon több tagtársunk kérdezősködött a tengeri fürdőkről, kivált a cirkvenicai gyermekotthonról. Eleget óhajtván e kérdéseknek tenni, Dr. Kürthy D. urat kértük feleletadásra, a ki szíves volt e cikket róla megírni, sőt a László-gyermekotthon képét is rendelkezésünkre bocsátotta.

SZERK.

1895-ben pedig átalakult az emberszeretet művévé: gyógyuló helyévé vált szegény sorsban lévő, skrofulás, angolkóros, elgyöngült, vagy születésöktől csenevész gyermekeknek.

1895-ben ajánlotta fel az épületet József királyi herczeg azon tengeri hospice céljaira, melyet »László-gyermekotthon« néven Klotild főherczegasszony alapított, hogy »a haza mentől több megmentendő gyermekében éljen ifjúsága virágában kimult felejthetlen fia, László főherczeg emléke«, — mint a gyógyító intézet alapszabályainak bekezdő paragrafusa tudtul adja. S ezzel életre kelt a tisztes falak között az újkor apró népének első védővére hazánk területén — a gyenge szervezetek kórja, a tuberkulózis ellen, az az intézet, melynek célját a hivatalos körülírás fogalmazásában is ide iktatom. A gyermekszanatórium rendeltetése: »Szent István koronája országai szegény, gyenge és gyógykezelést igénylő gyermekeinek, valláskülönbség nélkül, biztos menedéket nyújtani, őket teljes ellátás, ruházat, fehérenemű, fürdőzés és orvosi gondozásban részesíteni.«