

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is 3 $\frac{1}{2}$ nagy nyolczadret ivnyi tartalommal; időnkéntszövegközi ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdij fejében kapják; nem tagok részére a Pótfüzetekkel együtt előfizetési ára 6 frt.

XXXI. KÖTET.

1899. NOVEMBER

363. FÜZET.

A léghajó a tudomány szolgálatában.

Ósrégi, szinte veleszületett vágya minden idők emberének a magasba való emelkedés, a repülés, a levegő szárnyasainak példájára. Ikarosz, a görög mithosznak sokat emlegetett alakja, szárnyakat illeszt vállára, a magasba emelkedik, és életével fizeti meg vakmerőségét. Csoda-e, ha még ma is számosan foglalkoznak a repülés problémájával?

A repülés kérdése *elméletileg* mindjobban közeledik a megoldás felé, de csakis elméletileg, mert a gyakorlati megvalósítás a legújabb, sokat ígérő kísérletek tanúsága szerint még mindig várat magára.

Jóllehet a repülés vágya már évezredekkel ezelőtt foglalkoztatta az emberiséget, mégis igen hosszú idő telt el, a míg talán öntudatos kísérletek alapján, talán véletlenül rájöttek a levegőbe emelkedésnek gyakorlatilag is megvalósítható módjára, fölfedezvén a léghajót. 1783-ban szállott a Montgolfier testvérek első léghajója a magasba, rendkívüli lelkesedést keltve mindenfelé. E léggömböt melegített levegő emelte a magasba, de még ugyanez évben hidrogénnel is tettek kísérletet s hamarosan akadtak merész vállalkozók, a kik életüket reábizták az eleinte nagyon is bizonytalan alkotmányra.

A léghajózás kezdetben kizárólag magánérdekeket szolgált, csupán multságára volt a mult századvégi emberiségnek; tudományos czélokra csak a jelen század elején kezdték használni a léghajót, alig sejtve, hogy a léghajózás egyik leghatalmasabb kutató eszközévé válik a természettudományoknak s különösen a meteorológiának.

Az első említésre méltó tudományos felszállás 1803. július 18-ikán történt. Robertson és Lhoest szállott fel Hamburgnál, s miután mintegy 7100 m magasságig emelkedett, 5 $\frac{1}{2}$ órai út után, mintegy 160 kilométernyire, Hannover mellett ért a földre. 1804. június 30-ikán Robertson és Szaharov emelkedett a magasba Szt.-Pétervárott; majd ugyanez év augusztus 24-ikén és szeptember 16-ikán Gay Lussac szállott fel először Biot-val, másodszer egyedül. Ez utak egyik meteorológiai eredménye, hogy a hőmérséklet minden 174 m-nyi emelkedéssel 1 $^{\circ}$ -kal süllyed, a mi azonban ily alakban nem felel meg a valónak.

Innen kezdve hosszabb szünet állott be a tudományos léghajózásban, mígnem 1850-ben Barral és Bixio ismét fölveszi az elejtett fonalat s több ízben száll a magasba tudományos kutatás céljából. Ők már felismerik, hogy a hőmérséklet nem süllyed oly szabályosan a fölfelé emelkedés közben, miként Gay Lussac hitte. Egyébként egész 7049 m magasságig feljutottak s ott -39° -nyi hőmérsékletet figyeltek meg.* A hatvanas évek elejéig ismét szünet, vagy legalább is pangás van a tudományos felszállásokban.

Új korszak kezdődik 1862-ben, mikor a ma is igen sokat emlegetett James Glaisher, a kitűnő skót meteorológus, kezdi meg a tudományos léghajózásban nagyfontosságú kísérleteit.

Nem fölösleges röviden átgondolnunk a tudományos léghajózás céljait, a melyek Glaisher-től kezdve mind több és több természet-tudóst foglalkoztatnak.**

A tudományos léghajózás a légkör felsőbb rétegeinek állapotát teszi kutatása tárgyává, a hova más úton nem viheti műszereit a kutató természetbúvár. Meteorológiai állomásaink a Föld színén vannak s a Földünket övező roppant levegőtengernek csupán legalsó rétegéről nyújtanak felvilágosítást. Pedig nyilvánvaló, hogy a levegő alsó rétegének meteorológiájára nagy hatással van maga a Föld felszíne, s ez szabályozza a levegő hőmérsékletét, részben irányítja a levegő áramlását, hat a nedvességi és csapadékviszonyokra stb. A magasba kell tehát törnünk, hogy a légkör állapotát és mozgásának törvényeit a magok hamisítatlan tisztaságában tanulmányozhassuk.

E cél elérésére két mód kínálkozik: egyik a hegyi obszervatóriumok, másik a léghajózás. A hegyi obszervatóriumok rendszeres megfigyelés útján hosszú és folytonos megfigyelő sorozatokat adnak, egy-egy légi út pedig csak kisebb számú adatot szolgáltathat. Ámde még a legmagasabb hegy tetején elhelyezett műszerekre is mindig hatással van az anyaföld, a léghajó ellenben szinte korlátlanul tör útát a levegőbe s legalább néhány órára lebbenti fel a felső levegőrétegek titokzatosságát borító fátyolt.

Említettem, hogy James Glaisher nevéhez fűződnek az első, alapvetőnek mondható kutatások a levegő felső rétegeiben. Glaisher 1862. július 10-ikén kelt először légi útra Coxwell társaságában, a ki továbbra is rendes kísérője maradt útjain, melyeknek száma mintegy 30. Glaisher a magával vitt műszereket nem akasztotta a

* Ifj. Tolnay Lajos, A tudományos léghajózás. (Az Időjárás, 1897. évf. I. füz.)

** A Természettudományi Közlönyben számos cikk jelent meg már erről az ügyről; ezek közül ide tartozik: 1871-ben »A léghajózás tudományos eredményei«, 1879-ben »Tudományos léghajózások«, 1889-ben az októberi Pótfüzetekben »A léghajózásról«, s 1897-ben »A madár s a repülőgép« című közlemény.

kötélzetre, mint elődei közül a legtöbben, hanem a léghajó kosarához erősített s áthidaló deszkán állította fel. A bátor tudós szinte emberfölötti feladatra vállalkozott, mikor tömérdek műszert rövid órákra terjedő idő alatt behatóan meg akart figyelni. Vele volt a többi közt egy közönséges és egy Welsh-féle ventillált (aspirációs) pszichrométer magában foglaló hőmérő, egy Daniell- és egy Regnault-féle nedvességmérő műszer (kondenzációs higrométer), fém- és higanybarométer, hőmérő korommal befeketített gömbbel, ugyanilyen hőmérő léghijas térben, maximum-minimum hőmérő, kompasz, elektroszkóp, ozonpapiros, elzárható üvegecskék levegőpróba vételére, színekelemező készülék, fotografáló kamara stb.*

Glaisher valóban sokat akart s ezzel csak azt érte el, hogy, bár figyelmét misem kerülte el, egy-egy műszert aránylag kevészer figyelhetett meg, s a kevés számú adatból azután sem ő, sem más nem vonhatott biztos következtetést.

A megfigyeléseknek s különösen a hőmérsékleti megfigyeléseknek a léghajóban két nagy ellenségök van: egyik a Nap sugárzó melege, mely a növekvő magassággal együtt növekszik, a másik a szinte teljes nyugalom, a melyben a légáramlással együtt repülő léghajó van. Ezért, hogy hamisítatlan adatokat kapjunk, a műszereket mind a Nap sugárzó melegétől, mind pedig a megfigyelőből kisugárzó melegtől a lehetőségig meg kell védenünk s *mesterséges* légáramlással kell a Naptól s a kosár falaitól átmelegedett levegőt megújítanunk.

Glaisher, műszereinek felállításával, egyik feladatot sem oldta meg tökéletesen; ő maga közvetlenül az észlelő deszka előtt ült, műszereit a Nap sugárzó melegétől eléggé nem védte s mesterséges légáramlatot csináló fújtatója is nem friss, hanem átmelegedett levegőt vitt a műszerekre. Így jutott azután arra az egészen téves föltevéésre, hogy a Nap sugárzó melegének hatása a hőmérőre elhanyagolható csekély.

Glaisher egyik legérdekesebb légi útját következőleg írja le:**

»1862. szeptember 5-ikén délután 1 óra 3 perczkor szállottunk fel Wolverhamptonból, írja Glaisher. A levegő hőmérséklete 15° C. volt, a harmatpont 10°. A levegőben könnyű pára lebegett, a mely annál sűrűbbé váltott, minél messzebb távoztunk a Földtől, míg egyidejűleg a hőmérséklet süllyedt. 1609 m magasságban már csak 5° C. volt a lég-hőmérséklet, a harmatpont pedig 3·3° C.

Elindulásunk után tíz percczel átláthatatlan felhőchaosban úsztunk, úgy hogy tökéletes éj környezett. Lassanként eloszlott a homály s 1 óra

* P. Polis, Ueber wissenschaftliche Ballonfahrten etc., Aachen 1896.

** »Travels in the air«, fordította ifj. Tolnay Lajos.

17 perczkor egyszerre vakító napfényáradat vett körül. Fejünk felett a mennybolt sugárzó azurja volt, alattunk pedig beláthatatlan felhőtenger, dombok, heglánczok és kimagasló csúcsok alakjában, s a rajtok fekvő hórétég úgy csillogott, akárcsak az Alpések glecserein. Megkísérlém e tájkép lefotografálását, de emelkedésünk sokkal gyorsabb volt, semhogy a kísérlet sikerülhetett volna. 1 óra 21 perczkor 3218 méternyi magasságot értünk el s e szerint perczenként körülbelül 200 méter átlagos sebességgel emelkedtünk. Ezalatt a Föld ismét elő kezdett tűnni a felhőkben keletkező szakadásokon át. A hőmérséklet a fagypontra szállott alá s a levegő rendkívül száraz volt. 1 óra 28 perczkor 4800 méter magasan, tehát csaknem a Montblanc magasságában lebegtünk s ez 25 perc műve volt.

A nedves hőmérő már kezdett használhatatlanná lenni s nem jelezte többé a valódi nedvességi állapotot, mert gömbjén jégkéreg kezdett képződni. A környező légrétegek kevés ozont tartalmaztak; a Schönbein-féle reagáló papiros nullát jelzett.

1 óra 34 perczkor észrevettem, hogy Coxwell fokozatosan lankad. Nem volt csoda, mert egész úton a ballon kezelésével foglalkozott. 1 óra 39 perczkor 6437 m magasan voltunk, tehát a Chimborasso csúcsával egy szinten. A hőmérő -13°C -t mutatott. Gyorsan homokot dobtunk ki és 10 perc elég volt arra, hogy tovább emelkedjünk a Dhavalagiri magasságáig, körülbelül 8200 m-re; -19° -nyi hideg vett körül bennünket. Idáig följegyzéseimet nehézség nélkül végeztem, kísérőmnek ereje azonban csökkent. Kevéssel utóbb se a hőmérő higanyoszlopát, se az óramutatót, vagy a műszerbeosztásokat már én se tudtam felismerni. Figyelmemet újrolag a barométerre irányítám. Lelki erőmet mintegy a szememben kellett egyesítenem, míg végre sikerült a műszer állásából meggyőződnöm, hogy 36672 párisi láb (11913 méter) magasan vagyunk.

Kimerülten jobb karommal az asztalra akartam támaszkodni. Nem birtam; karom tehetetlenül csüggött alá, mintha el volna törve. Megkísérlém bal karomat használni; hasonlóan meg volt bénulva. Most testemet próbáltam mozgatni, a mi némileg sikerült is, habár olyan érzésem volt, mintha nem volnának tagjaim. Azonnal ismét a barométer felé fordítottam szememet, ámde mialatt szemem a számokat kereste, fejem bal vállamra roskadt és hátam a kosár falának dőlt. Világos volt előttem a helyzet: a bénulás fokozódott. Coxwell alakja árnyékká mosódott el szemem előtt, s midőn szólni akartam hozzá, a nyelvem is felmondta a szolgálatot. Most sűrű homály borult reám. A látóideg elveszté erejét. Mindennek ellenére öntudatom tiszta volt és agyam ép úgy működött, mint most, a midőn e sorokat írom. Ugy véltem, hogy csak az menthet meg, ha e halálhozó régiókat azonnal elhagyom.

Utolsó följegyzésemet 1 óra 54 perczkor tettem 36632 párisi láb magasságban. Ugy hiszem, hogy ettől kezdve még néhány percz mult el addig, a míg szemem megszűnt a hőmérő kis osztását látni, s így valószínűleg 1 óra 57 percz lehetett, a midőn elájultam.

Egyszerre a *thermométer* és *megfigyelés* szókat hallottam és észrevettem, hogy Coxwell szól hozzám, de látni őt nem bírtam s még kevésbé neki felelni avagy megmozdulni. Próbálja meg most, kiáltá ő, próbálja meg! Ekkor már megláttam a műszereket s lassanként a többi tárgyat is, majd nagy nehezen fölemelkedtem, mintha lidércznyomást ráznék le magamról. Elájultam, mondtam. — Úgy van, felelé Coxwell, s kevésbé mult, hogy magam is ájulásba nem estem. Erre elmondá, hogy ő se tudta használni a kezét, a mely valóban csaknem fekete volt.«

A magasság, meddig Glaisher és bátor kísérője ez alkalommal eljutott, miként az újabb vizsgálatokból kiderült, minden esetre erősen túlzott, de tény, hogy e két léghajós oly régiókban járt, a hol sem azelőtt, sem utánok még néhány évtizedig halandó ember nem volt.

Az utóbbi években (1894. deczember 4.) Berson A. érte el eddig a legnagyobb magasságot Németországban, ki a *Phönix* nevű léghajóval 9150 méter magasságra emelkedett.

Az összes meteorológiai elemek közül a *hőmérséklet* az, mely első sorban mind a természetbúvárt, mind a laikust érdekelheti s épen ez elem megfigyelése ütközött igen sokáig szinte legyőzhetetlen nehézségekbe. A Nap sugárzó melege, mely a magassággal egyre növekszik, a kosárban ülők testi melegének kisugárzása s a levegőnek a széllel repülő léghajóban uralkodó nyugalma jelentékenyen meghamisította a hőmérő adatait.

Welsh már helyes úton járt aspirátorával, de a kérdés tökéletes megoldása Assmann német meteorológus érdeme, a ki 1889-ben Welsh-től függetlenül szerkesztette meg aspirációs pszichrométerét, a mely a tudományos légköri kutatásoknak egy csapásra szinte hihetetlen lendületet adott.

Assmann pszichrométerén mind a száraz, mind a nedves hőmérőt kettős, vékonyfalú, fényesre csiszolt fémhüvely veszi körül, a mely a hőmérőket a Nap sugárzó melege ellen tökéletesen megvédi s a mellett egy cseppet sem akadályozza, hogy a hőmérők a levegő hőfokát gyorsan fel ne vegyék. A két hőmérő gömbjét körülvevő fémcsövek közel a hőmérők gömbjei fölött közös csőben egyesülnek, mely közös cső a hőmérők szárai között, velök párvonalban halad s fent a hőmérők felső végein egy tágasabb edényben végződik, a mely edényben rugó hajtotta óramű szélkereket forgat. A mint a rugó felhúzásával a szélkerék forgásnak indul, erős légáramlat (2·5—3 méter másodperczenként) keletkezik

alulról fölfelé. A friss levegő a két hőmérő gömbje mellett haladva, a közös csövön át a felső tágas edénybe s innen a szabadba jut. Ily módon a hőmérő gömbjét folyton friss levegő veszi körül s a hőmérő a levegő valódi hőmérsékletét mutatja, illetőleg, a mennyiben az egyik hőmérő gömbje állandóan nedves, a levegőnek valódi nedvességi állapotát jelzi.

Az 1. ábrán látjuk Assmann aspirációs pszichrométerét; a *cc* kettős falú, alul nyitott csőben vannak a hőmérők gömbjei; e csövek az *f* hajlott csövön át a *g* közös csőbe torkollnak, mely utóbbi ismét fönt tágas edénnyé szélesedik, melyben a szélkerék s a hajtó óramű van. Hogy a hőmérők a kosárban ülők testi melegétől is mentesek legyenek, a pszichrométert a kosártól mintegy két méternyire állítják fel a kosárhoz erősített léczre s távcsővel olvassák le a hőmérők állását.

Az aspirációs pszichrométer fölfedezésével — miként említettem — a tudományos léghajózás rendkívüli lendületet vett. A különböző nemzetek: a németek, a francziák, az oroszok, a svédek versenyeznek a légkör felsőbb rétegeinek kutatásában.

Az utolsó évtized ilyenmű kutatásaiban az oroszánrész a németeket illeti, a hol különösen Assmann és Berson szereztek kiváló érdemet, mint a *Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt* vezérlő szellemei. Ez az egyesület az utolsó évtizedben számos szabad felszállást tett s e mellett párvonalosan a földhöz pányvázott léghajókkal is kísérletezett, valamint kisebb ú. n. regisztráló ballonokat is eregetett a levegőbe, pusztán maguktól jelző műszerekkel felszerelve.

Az egyesület szabad felszállásokra használt pompás léghajóját, a *Humboldt*-ot, hatodik légi útja után (1893. április 26.) leszállás közben, a kikötés alkalmával katasztrófa érte. Utódja, a »*Phönix*«, szintén pompás léggömb, a mely immár teljesen kipróbálva mind a mai napig megbecsülhetetlen szolgálatokat tesz a tudománynak.

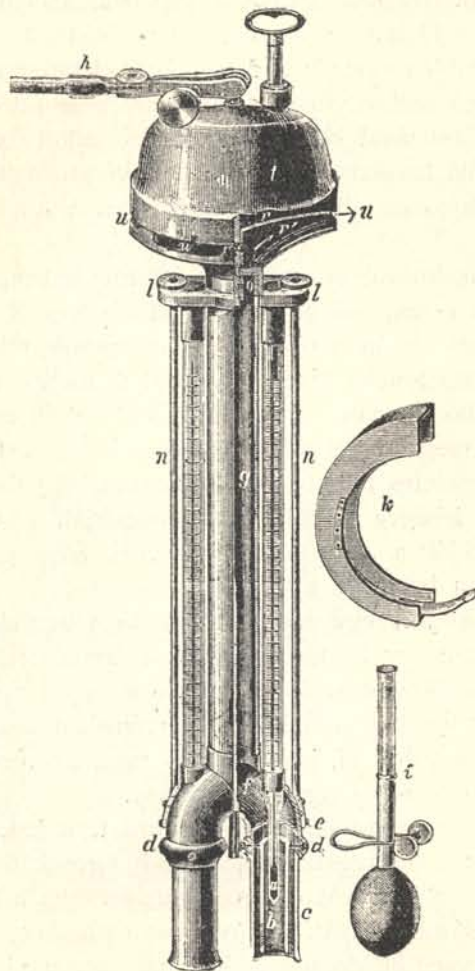
A *Phönix* gömbjének térfogata 2630 köbméter, világító gázzal töltve, három személyt műszerekkel együtt mintegy 6000 méternyire vihet föl, hidrogénnel töltve pedig 9—10000 méterig is felszállhat. A léghajó gömbje külön e célra szőtt kettős gyapótszövetből van készítve s a víznek vulkanizált kaucsukkal átjárhatatlanná téve. A bambuszkosár (1.60 m hosszú s 1.25 m széles és mély) 40 kötéllel van a gömbhöz erősítve.*

Tudvalevő, hogy a léghajó kormányzása vízszintes irányban még mindig távol van a megoldástól, függőleges irányban azonban szinte teljes biztossággal vezethető a léghajó. Ha a léghajós feljebb akar jutni, a magával vitt teherből kidob, a mennyit jónak lát, ha lejjebb akar szállni, gázt ereszt ki a hajó gömbjéből. Az utóbbi célra a modern léggömb

* P. P. O. L. I. S.: Ueber wissenschaftliche Ballonfahrten. Aachen 1896.

két fajta szellentyűvel van ellátva; s így egy és ugyanazon a levegőrétegen a megfigyelések ismétlése céljából kétszer vagy akár többször is keresztülhatolhat.

A Phönixen s az újabb léggömbökön egyáltalában, ezenkívül még egy szellentyű van, a mit a régiebb léghajósok elmulasztottak alkalmazni



1. ábra. Assmann-féle aspirációs pszichrométer.

s a mulasztás nem egy katasztrófának volt okozója. Ez a léggömb töltőnyílásának szellentyűje. A léggömbnek ugyanis alul zsákforma végződése van, a melyen át a gömböt gázzal megtöltik. Ezt a nyílást régebben nem zárták el, a minek az lett a következése, hogy a gáz lehülése és a ballon süllyedése alkalmával levegő jutott a léggömbbe s ez által a léggömb felhajtó ereje a körülményekhez képest jelentékenyen csökkent.

Viszont, ha mindjárt elindulásakor zárjuk be ezt a nyílást, részint a fölfelé csökkenő légnyomás, részint az intenzív napsugárzás következtében, melyektől a gáz a léggömbben kiterjed, veszélyes feszültség keletkezik a léggömbben s könnyen megrepesztheti. Ezt a nyílást csak akkor szabad bezárni, mikor a léggömb nincs már egészen tele gázzal.

Még egy körülményre kell ezenkívül vigyázni, melynek figyelmen kívül hagyása épen a Phönix elődjének, a Humboldtnek katasztrófáját okozta. A léghajó gömbjén ugyanis a dörzsöléstől elektromosság fejlődött, a mely a szóban forgó szellentyűnek fémrészeire megosztólag hatott; a szellentyű kihúzása alkalmával kisülés és explozió állott be s a drága ballon elégett. Hasonló katasztrófák kikerülése végett a léggömb fémrészeit rézdróttal kötik össze s kikötés alkalmával a drót a földdel vezetői érintkezésbe jut.

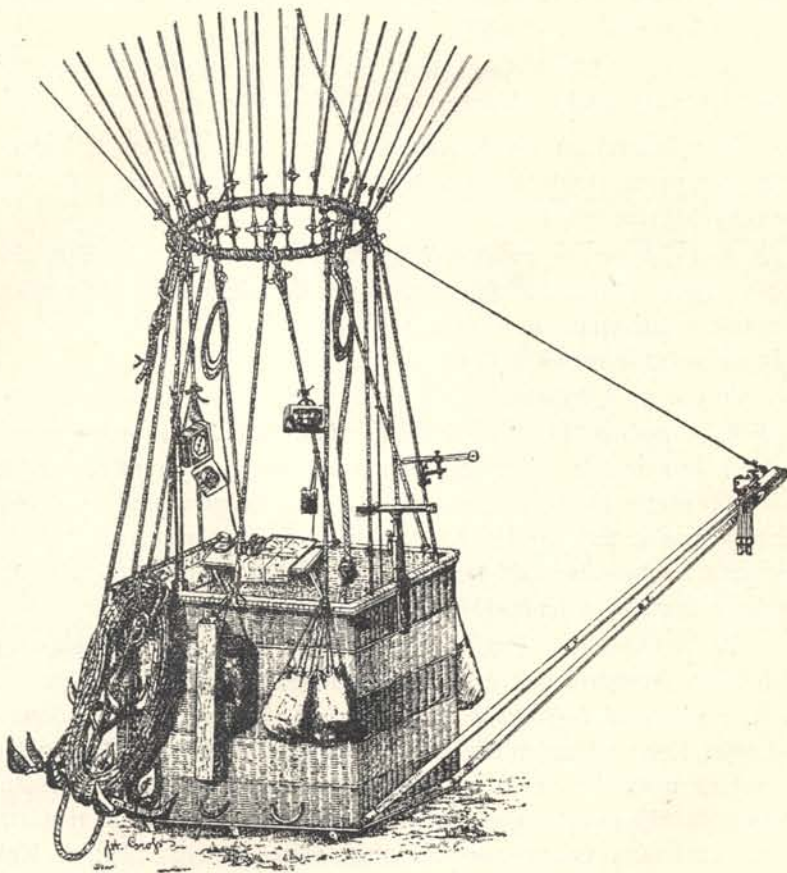
Hogy kikötés alkalmával se emberben, se műszerben, se magában a léggömbben kár ne essék, külön óvó rendszabályokról kell gondoskodni. Hogy a kikötés simán történjék, a léghajósok mintegy 150 m hosszú és 10 cm széles kötelet visznek magokkal, melyet a földszínehez közeledvén, a földre bocsátanak. E berendezéssel kettős célt érnek el: egyfelől a léggömb megkönnyebbül, másfelől a kötél surlódása a léggömb mozgását a vízszintes irányban is korlátozza, úgy hogy a földtől csekély magasságban lebegve marad. Erre lebocsátják a vasmacskát s ha földet fogott, kinyitják a nagy szellentyűt, vagy ha a szükség parancsolja, fel is hasítják a ballont s kiszállanak.

Lássuk most, milyen egy modern léghajó felszerelése műszerek tekintetében. A 2. ábra egy ily léghajó kosarát útrakészen ábrázolja az Assmann-féle teljes felszereléssel. A léghajó koránt sincs műszerekkel túlterhelve, minthogy újabban mindjobban érvényesül a szabály, hogy keveset, de jól. Ezzel azt érik el, hogy egy és ugyanazon műszert sokkal gyakrabban, rövid időközökben figyelhetnek meg.

A berlini léghajósok rendszerint a légnyomást, a levegő hőmérsékletét és nedvességét s a napsugárzás intenzitását figyelik meg; ezenkívül figyelemmel kísérik a szél irányát és erősségét, továbbá a felhők alakját, magasságát és vonulásuk irányát. Szórványos esetekben, mikor három személy száll fel, a levegő elektromosságának vizsgálatára is kiterjeszkednek. A levegő hőmérsékletének és nedvességi fokának meghatározására az Assmann-féle aspirációs pszichrométer szolgál. A napsugárzás mekkoraságának mérésére bekormozott gömbű hőmérőt használnak, a mely léghijas üvegburkolatban van. Az üvegburkolat a világos sugarakat teljesen át bocsátja, a bekormozott gömbtől kiinduló sötét (hő-) sugarakat pedig visszatartja. A közönséges és kormozott gömbű hőmérő állása közötti különbség adja mértékét a napsugárzás intenzitásának.

A léggömb magasságát a föld felszínétől magától jelző aneroid-baro-

méterrel határozzák meg, a mely folytonosan írja a légnyomást. A levegő nyomása a magassággal határozott törvény szerint csökkenvén, a megfigyelt légnyomásból minden pillanatban ki lehet számítani a magasságot. Hogy a valódi magasságot kapjuk, minden egyes esetben figyelembe kell venni a levegő hőfokát is, különben túlságosan nagy értékeket kapnánk. Ebben a hibában leledztek Glaishernek és utódainak (sőt részben még a



2. ábra. A felszálló léggömb kosara.

legújabb kutatóknak is) megfigyelései, a kik rendszerint nagyobb magasságokat jeleztek a valódinál.

A magától jelző aneroid ellenőrzésére higany-barométert is visznek magukkal, a melyet azonban rendszerint csak oly pillanatokban olvasnak le, mikor a léghajó függőleges mozgásában rövid időre nyugalom áll be, tehát se nem emelkedik, se nem süllyed.

Az elmondottak megvilágítására ideiktatjuk a Phoenix 1894. május 11-iki légi útjának barogrammját. A 3. ábrán látjuk azt a görbe vonalat,

melyet a léghajóban elhelyezett Richard-féle barográf irt le reggeli 7 óra 20 perctől d. e. 11 óra 30 perczig. A műszer emelkedő görbe vonalat ír le, holott a barométer a növekedő magassággal süljed, ez azonban szándékosan van így, hogy a barográf görbe vonala mindjárt a léghajó emelkedésének és süljedésének, szóval függőleges irányban való mozgásának is hű képét adja. Az elért legalacsonyabb barométer-állás 274·5 mm., a megfelelő magasság 7928 méter, az észlelt legalacsonyabb hőmérséklet — 36·7° C.

A levegő elektromosságának megfigyelésére az Exner-féle elektrométert használják.

E műszereken kívül, természetesen, jó részletes térképet, pontos órát, kompaszt, földi távcsövet, fotografáló készüléket stb. is visznek magukkal a légi utasok.

A tudományos megfigyelésre rendszerint két személyt visz a léggömb; egyik a tulajdonképeni léghajós, ki a léghajóra felügyel és vezeti, a másik a tudományos kísérő, a ki egyedül a műszereknek él és a tudományos megfigyeléseket végzi.

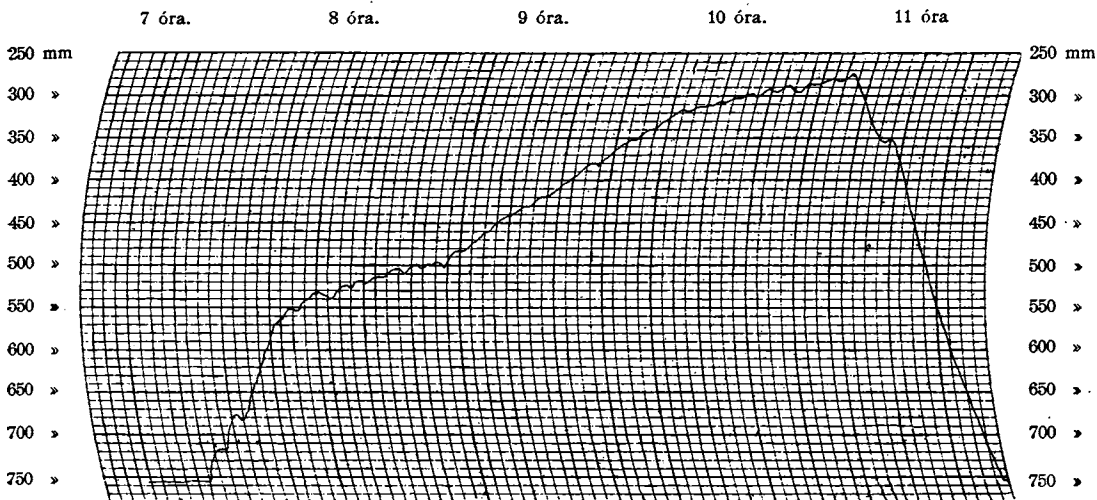
Ám a földi lényekre nézve a magasba szállásnak megvannak a maga határai. A gyöngge szervezetű ember már néhány ezer méter magasságban rosszul érzi magát s az erősebb szervezetűt is kerülgeti a rosszullet 5—6000 méter magasságban. Ezen a magasságon felül csak akkor nem veszedelmes a tartózkodás, ha az ember oxigént visz magával s szükség esetén azt leheli be; de még így is 10000 méter körülbelül az a felső határ, a meddig a halandó fölmerészkedhetik.

A francziáké az érdem, hogy az emberre nézve megközelíthetetlen legfelsőbb levegőrétegek átkutatására megtették az első lépést. Ővék az ú. n. *regisztráló léggömbök* (vagy a mint ők mondják, *ballons perdus*) eszméje. Kisebb léggömbök ezek, s csupán maguktól jelző meteorológiai műszerek magasba emelésére valók, kitéve annak, hogy műszerestül együtt elvesznek. Hermite első kísérletei azonban ezekkel a regisztráló léggömbökkel nem valami nagyon vitték előre ismereteinket a légkör legfelsőbb régióiról, mivel a francziák nem vették számításba a Nap sugárzó melegét. Hosszabb előzetes kísérletek után Assmann tervei szerint Fuess készített olyan készüléket, melyen az aspiráció elve ismét teljesen érvényre jut. A készülék aluminiumból készült sötét kamra, melyben óramű hajt egy Richard-féle regisztráló dobot (hengert). A hengerre fény iránt érzékeny brómezüst-zselatin-papiros van erősítve. Alkalmatlan nyíláson át az alkohol-hőmérő és a barográf állása folytonosan az érzékeny papirosra fotografozódik.

A német léghajós-társaság regisztráló léggömbje, a *Cirrus*, 250 köbméter űrtartalmú, a mely a kötélzettel együtt 42 kg súlyú. A

maguktól-jelző műszerek könnyű kosárban vannak, a mely ismét a lég-gömbhöz van erősítve.

Az első kísérlet 1894. május 11-ikén, a német császár jelenlétében, kedvezőtlenül ütött ki, a mennyiben a magától működő szellentyű a viharos idő következtében idő előtt nyilott meg s a Cirrus csupán csekély 700 m-nyi magasságot érhetett el. Sokkal szerencsésebb volt a második kísérlet, a mely u. e. év július 7-ikén ment végbe. Reggeli 3 óra 40 perc-zkor szállt föl a Cirrus s 10 órai utazás után Tavna mellett, Boszniában szállt le. Útját másodpercenként 28 m átlagos sebességgel tette. Fölfelé 16325 m óriási magasságot ért el, a hol a hőmérő -53°C. -t jelzett. A regisztrálás mindamellett nem volt tökéletes, a mennyiben a légnyomást



3. ábra. Az 1894. május 11-iki felszállás görbéje.

regisztráló papiros csak 85 mm-ig terjedt s az út sem volt 6 óránál hosszabb tartamra számítva.

A Cirrust u. e. év október 6-ikán reggel ismét föleresztették. Az út ez alkalommal 6 óra 45 perczig tartott, a léggömb Vilna-Minszk mellett szállott le Oroszországban, 910 km távolban a felszállás helyétől. A léggömb közepes sebessége 37 m másodpercenként, tehát jóval nagyobb, mint a második út sebessége. Fogalmunk lehet ezek után arról a rendkívül heves levegőmozgásról, a mely a legfelsőbb régiókban uralkodik.

A Cirrus ez alkalommal 18450 m magasságig emelkedett, a hol -67°C. volt a levegő hőmérséklete s valamivel kisebb, mint 60 mm a nyomása. Minthogy azonban a hőmérő, mint utólagosan kitűnt, még ez alkalommal sem volt tökéletesen megvédve a Nap sugárzó melegétől, a valódi hőmérsékletet még vagy 20° -kal alacsonyabbra kell becsülni a jelzettnél.

Említésre méltó, hogy Párisban 1895. októberében egy regisztráló léggömb szállt fel, a mely körülbelül 17000 m magasságig emelkedett s — 75° C. hőmérsékletről hozott hirt.*

A tudományos léghajózás történetében nagy szerepe van a berlini német léghajós-egyesületnek, a mely 1893-ban kezdte meg nagy tevékenységét. Ebben és a következő évben, a német császár jelentékeny anyagi támogatásával és érdeklődésével, összesen 40 tudományos felszállás történt, túlnyomóan a Phönix léghajóval. A tudományos felszállások száma az 1898. év őszéig 74-re emelkedett, még pedig 64 felszállás volt személyzettel, 10 csupán maguktól jelző műszerekkel.

Az előbbiek közt több magas légi út van; sok esik 5—6000 m közé, egyszer 6190, egyszer 7377, egyszer pedig 8320 méterig emelkedtek, a mit csak egy eset múl felül: Berson 9150 m magas légi útja 1894. december 4-ikén. Ez az élő embertől mindedig elért legnagyobb magasság.

A 64 légi út az elért magasság tekintetében a következőleg oszlik el: ** Eljutottak

9000—10,000 méter magasságra	1-szer
8000— 9000 » »	2-szer
7000— 8000 » »	1-szer
6000— 7000 » »	6-szor
5000— 6000 » »	7-szer
4000— 5000 » »	11-szer
3000— 4000 » »	13-szor
2000— 3000 » »	9-szer
1000— 2000 » »	13-szor
1000-en alul » »	1-szer

A regisztráló léggömbök kerekszámában a következő magasságokat érték el:

21800 métert	13000 métert
18000 »	9000 »
17300 »	8000 »
14200 »	6000 »

A felszállásokban oroszánrésze van Berson-nak, a ki 51 légi útban vett részt, többnyire mint megfigyelő; a léghajó vezetését többnyire Gross kapitány végezte.

Minde felszállás túlnyomóan a Berlinhez csatlakozó Charlottenburgból történt, még pedig nemcsak nappal, hanem többször kora hajnalban és éjjel is. A felszállások jóformán egyenletesen oszlanak meg az egyes évszakok közt. Tekintettel voltak az időjárásra is s nemcsak

* P. Pol is: Ueber wissenschaftliche Ballonfahrten. Aachen, 1896:

** Ez adatokat A. Berson-nak, a porosz kir. meteor. intézet neves assisztensének köszönöm. *H. E.*

légnyomásbeli maximumokban, tehát csendes, száraz időben, hanem depressziókban, esőben, hóban, zivatarban, szélviharban is útnak indultak a magasba.

Többször szállottak fel egyidejűleg is, csak azért, hogy a Föld felszínétől a legmagasabb rétegekig egyidejű följegyzéseket kapjanak. A földhöz erősített léggömb vizsgálta az alsó levegőrétegeket, a szabad léggömb személyzettel a középsőket s a regisztráló léggömb a legmagasabb levegőrétegeket.

Néhány esetben egyidejű nemzetközi felszállást is rendeztek Európa különböző pontjain; ezekről később szólok.

E felszállások következtében a megfigyelésnek annyi anyaga halmozódott fel, hogy egységes feldolgozása máig sem történhetett meg. Anynyi már is nyilvánvaló, hogy James Glaisher eredményei, melyeket 28 felszállás alapján kapott s a melyeket eddig alapvetőknek tekintettek, Assmann szerint »nem pontosak«.

Az eddigi eredményeket Assmann a következőkben bocsátja nyilvánosságra: *

»A levegő hőmérséklete 4000 méter magasságon felül jelentékenyen alacsonyabb, mint eddig hitték, részint a korábbi felszállások, részint pedig elméleti okok alapján. Ez az eredmény kizárólag a javított műszereknek köszönhető. — $36\cdot5^{\circ}$ C.-t 7700 m magasságban, vagy — $47\cdot9^{\circ}$ C.-t 9150 m magasságban eddig még egy légi úton sem észleltek. Ép így nem volt tudomásunk 16300 m magasságban uralkodó — 53° -os, avagy 18500 m magasságban uralkodó — 67° -os hőmérsékletről, jöllehet ez adatok még mindig kelleténél nagyobbak, mert a hőmérők még mindig nem voltak eléggé védve a napsugarak ellen.

A mi a hőmérsékletnek a növekvő magassággal való csökkenését illeti, már az eddigi felszállások is határozottan megcáfolják a régebbi felszállások szolgáltatta eredményt, hogy t. i. a hőmérséklet sülyedése az alsóbb levegőrétegekben a leggyorsabb, nagyobb magasságokban pedig a magasság növekedtével mindig lassúbb. Ellenkezőleg: az egyes évszakoknak megfelelően, a hőmérséklet a növekvő magassággal arányosan (egyenletesen) sülyed, sőt mi több, úgy látszik, hogy a növekedő magasságokkal fokozatosan növekvő hőmérséklet-sülyedés jár.

Az utóbbi körülmény valószínűleg kapcsolatban van a levegőrétegeknek aránylag erős fölmelegedésével 2000—4000 m között; ezt az erősebb fölmelegedést pedig minden valószínűség szerint a vízgőznek a levegőrétegekben végbemenő sűrűsödése felhóvé és csapadékká okozza. A hőmérséklet évi ingadozása nagy magasságokig nyomozható ugyan,

* R. Assmann: Uebersicht über die von dem »Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin« ausgeführten wissenschaftlichen Ballonfahrten. (Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre 1895, pag. 83—94.)

de már körülbelül 7000 m magasságban úgyszólván teljesen megszűnik az évi ingadozás s ott már télen-nyáron egyforma a hőmérséklet.

A hőmérséklet megfordulása (azaz növekvő magassággal *emelkedő* hőmérséklet) a téli időszakban, avagy bármely évszakban éjjel 1000 m magasságig, sőt ezen felül a szabad légkörben is rendszeres jelenségnek ígérkezik. Azt is többször észlelték, s ez egészen új dolog, hogy a hőmérséklet megfordulása igen tetemes magasságokban és sok száz méter vastagságú levegőrétegben is elég gyakran előfordul, a nélkül, hogy a levegő réteges volta felhőképződés útján láthatóvá vált volna. Ily esetekben többnyire sikerült kimutatni, hogy különböző irányú és különböző hőmérsékletű levegőáramok vannak egymás fölött. Ha pedig ily, egymás fölött fekvő levegőáramok érintkezése színén felhőképződés állt be, mindig hullámfelhők alakjában történt, a mely tapasztalati tény teljesen megerősíti Helm holtz-nak idevonatkozó elméleti vizsgálatait.

Többször észlelték, hogy a tömeges felhők (kumuluszok) képződése légnyomásbeli depressziók hatáskörében szinte váratlan magasságokig felnyúlik s a felhők legfelső részének jellemző hajlása a depresszió széle felé is többször egész határozottan meg volt állapítható.

Valamely zárt felhőréteg felszine a fölötte fekvő levegőrétegekre majdnem teljesen olyan hőmérsékleti és elektromos hatással van, mint a Föld felszine a fölötte fekvő levegőrétegekre. E tapasztalati tény ismét Be zold-nak idevonatkozó véleményét igazolja.

A felszállásoknak köszönhető, hogy a légnyomásbeli maximumok és depressziók között fennálló kölcsönös levegőcsere, illetőleg a szél fordulásának mikéntje a növekvő magassággal, egyszerű törvény alakjában volt kifejezhető.

Meglehetősen biztossággal sikerült megállapítani, hogy az elektromos feszültség, nem növekedik mint eddig hitték, a magassággal, hanem ellenkezőleg, a magassággal csökken s maga a potenciál a nagyobb magasságokkal egy bizonyos állandó értékhez látszik közeledni. Ez a tény azonos azzal, hogy a légköri elektromosságnak a Föld az egyedüli kútforrása s szabad elektromos mennyiségek a nagyobb magasságokban nincsenek. Úgy látszik azonban, hogy a felhőrétegek, a mennyiben mintegy új földfelületet alkotnak, e szabály alól kivételnek.

A levegő páratartalma egyes légi utakon még mérsékelt magasságokban is váratlanul kicsiny volt. Két felhőréteg között többnyire rendkívül változó a páratartalom.

A szélesebb nagy magasságokban rendszerint váratlanul nagy fokot ér el még akkor is, midőn a Föld színén, illetőleg az alsó levegőrétegekben a légköri egyensúlyban csak kisebb zavarok vannak s gyenge a levegő mozgása. Úgy látszik, hogy az eddig elért legnagyobb magas-

ságokban is a nyugoti irányú szél-összetevő az uralkodó. Azt is tapasztalták, hogy két egymás fölött mozgó légnyomásbeli depressziónak egymástól egészen független szél-, csapadék- és felhőrendszere van.

A napsugárzás intenzitása nagy magasságokban állandó hőmérséklet esetében is változó lehet s a napsugárzás abszolút nagyságáról való eddigi feltevést ezekben a magasságokban jelentékenyen módosítani kell. Váratlan volt az a jelenség is, hogy egy 9000 m magasan fekvő czirrostrátusz felhőrétegben hópelyhek képződtek (és nem jégtűk).«

Már az elsorolt vázlatos eredményekből is kiderül, hogy a felszállások a légkör fizikájában számos, egészen új törvényszerűsége vezettek s hivatva vannak idevonatkozó ismereteink tökéletesítésére.

Berson A. nevezetes légi útjának eredményei, a melyet a *Phoenix* nevű léghajóval 1894. december 4-ikén tett, a következők:*

Útjának eredményei: Eddig a legnagyobb, biztosan megállapított magasság. Rendkívül alacsony hőmérséklet az elért magasságban és sokkal nagyobb mértékű hőcsökkenés 1500--9200 m között, mint eddigelé a téli időszakra feltételezték.

A hőmérséklet megfordulása reggel és este 1500 méter magasságig.

Aránylag nagyon gyenge napsugárzás (inszoláció) még a legnagyobb magasságban is, ellentétben az ugyanez év májusában tapasztaltakkal. Ezzel valószínűleg kapcsolatban van a számbavehető nedvesség a legmagasabb levegőrétegekben s finom vízgőz rendkívüli magasságokban (10000 méteren felül).

A czirrostrátusz felhő hópelyhekből állt 9000 m magasságban.

A szélesség hatalmas növekedése fölfelé, jöllehet a Föld felületén majdnem teljes szélcsend uralkodott. 5 óra 17 percz alatt több mint 310 km utat tett meg a léggömb, a mi másodpercenként $16\frac{1}{3}$ méter átlagos sebességnek felel meg.

E nevezetes légi útnak megvilágítására ideiktatjuk a barográf rajzolta görbét (4. ábra), a mely hű képét adja a ballon útjának függőleges irányban. Ime, csak egy légi út is mennyi új dologról hoz hirt, mennyi elfogadott nézetet ingat meg alapjában!

Messzire vezetne, ha már a csak eddig is áttekinthető eredményeket nagy részletességgel bonczolgatni akarnók, de meg czélja tévesztett dolog is lenne addig, a mig az eddigi tudományos felszállások már befejezéshez közeledő egyöntetű feldolgozása előttünk nem fekszik.

Így még csak egy pár fontosabb részletre kívánok kiterjeszkedni.

Miként már említettem, a hőmérséklet megfordulása a magassággal

* Ez utazás leírása a Közlöny 1895. évi folyamában a 253—255. lapon jelent meg.

(azaz fölfelé *emelkedő* hőmérséklet), a felsőbb levegőrétegekben is előfordul. Ilyenkor többnyire ki lehetett mutatni, hogy különböző irányú és különböző hőmérsékletű légáramok úsznak egymás fölött. Ha két ilyen áramlat érintkezésének felszínén felhőképződés áll be, az mindig *hullámfelhők* alakjában történik, a mire már Helmholtz H. rámutatott elméleti vizsgálatai alapján.*

Tudományos felszállások alkalmával többször megfigyelték, hogy a léghajó épügy himbálódzik a hullámfelhőkön, mint a hajó a hullámzó tengeren. Gross jelentése 1889. június 19-ikéről és Hörnes jelentése 1888. szeptember 3-ikáról arról tanuskodik, hogy a tömeges felhőkben — zivatar-kumuluszok — gyakran vannak heves légörvények, melyek a léggömböt egyenesen veszélyeztetik. E jelenség valószínűleg abban leli magyarázatát, hogy e felhők gyakran tartalmaznak túlhűtött vizet. Ha az ilyen felhőbe szilárd testek hullanak, pl. jégkristályok a czirrusfelhőkből, úgy — miként kísérletileg is igazolható — hirtelen fagyás áll be, mikor ismét meleg válik szabaddá, mely újabb felhajtó erőnek a kútforrása. Ugyan-ebben lelheti magyarázatát a zivataros kumuluszfelhők gyors alakváltozása, hőmpölygő mozgása, miben nyáron gyakran van alkalmunk gyönyörködni.

Történetek felszállások közvetlenül zivatar kitörése előtt; ilyenkor a légkör egyensúlyi állapotát többnyire bizonytalannak találták, minek következtében szükségképen fel- és leszálló levegőáramoknak kellett létrejönniök. Néhányszor éjjel is felszálltak, s úgy találták, hogy a hőmérséklet eleinte (néhány száz méterig) a magassággal növekedett s csak azután süllyedt fokozatosan.

Az újabb légi utak sokban közreműködtek abban is, hogy a légnyomásbeli minimumok és maximumok (ciklónok és anticiklónok) között fennálló levegőcseréről tökéletesebb képet kapjunk az ediginél, sőt Hann elméletét is megerősítették, mely szerint a ciklónok képződésének okát nem a helyi fölmelegedésben, hanem a pólusok és az egyenlítő között fennálló általános levegőcserében kell keresnünk.

A léghajós ugyancsak gyönyörködhetik a légkör optikai tüneményeiben, minők: a melléknapok, napudvarok és légtükrözések, léggömbnek színes aureolával körülvelt sajátos árnyéka, a sötétkék fenyőerdőknek smaragd zöld fényben ragyogása stb.

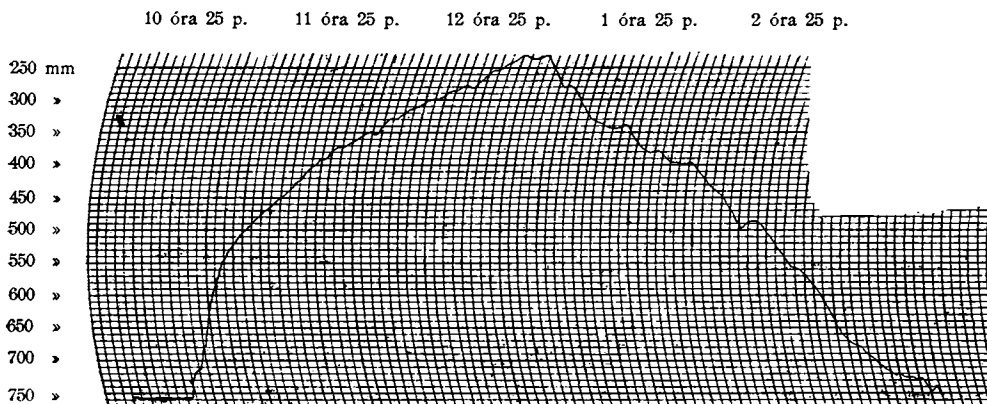
Érdekes jelenség az is, a melyre Erk tesz legújában figyelmissé; nevezetesen a folyóvizek hatással vannak a felettök levő felhőrétegekre, a mennyiben nyomot hagynak a felhőrétegen, a mely fölött a léghajó

* H. v. Helmholtz: Ueber atmosphärische Bewegungen. Sitzungsberichte der königl. Pr. Akademie der Wissenschaften, 1889, pag. 503.

elhalad, s mint valami óriás térképen látja a légi utas a folyót a maga természetes valóságában.*

Alig van valami, a mi az embert közvetlenebbül érdekelhetné, mint a nagy magasságok s a velők járó légritkulás, rendkívüli hideg stb. hatása az emberi szervezetre.

Tudjuk, hogy B e r s o n híres légi útjában a nagy magasságokban csak folytonos oxigénbeleheléssel tarthatta fenn magát s rögtön fogyni érezte erőit, mihelyt a mesterséges lélekezést abba hagyta. Glaisher 8500 m magasságban elájult, s csak társa csodálatos energiájának köszönhető, hogy életét nem vesztette. Így mult ki a tudomány szolgálatában két derék francia természetbuvár, Sivel és Crocé-Spinelli 8200 m magasságban, harmadik társuk, Tissandier azonban megmenekült e szomorú sorstól s épen ért a földre (1875-ben).



4. ábra. Az 1894. december 4-iki felszállás görbéje.

Gross és Berson 1894. május 11-iki magas légi útjokban már 5000 méter magasban rosszul érezték magukat; igaz, hogy ezt az utat álmatlan éj előzte meg. A legcsekélyebb munkára is heves szívdobogás és lélekezésbeli nehézségek kínozták őket, s 7000 m-en mindkettő igen elgyengült. Ajkai s ujjai hegye megkékült, tagjaik reszkettek a hidegtől és a gyengeségtől. Az oxigén folytonos belelékezése következtében mindkettőn hányás-inger vett erőt, 8000 m magasságban pedig már látóidegök is felmondta időnként a szolgálatot, s itt-ott pillanatnyi süketség állott be, mindamelltt kiáltozással és rázással sikerült éberségöket fentartaniok.

A mi a levegő szénsavtartalmát illeti, a svéd léghajózások azt az

* Erk: Ueber die Einwirkung von Flussläufen auf eine darüber befindliche Wolkendecke. (Meteorologische Zeitschrift, 1898. junius).

eredményt adják, hogy a szénsavtartalom nem változik arányosan a magassággal, hanem a különböző levegőáramlatokkal van kapcsolatban.

*

A közép- és felső légáramlatok tanulmányozására nagyon jó szolgálatot tesznek az apró, szabad léggömbök, az ú. n. *pilot-ballonok*. Kremser, a berlini meteorológiai intézet klimatológiai osztályának vezetője, különösen hangsúlyozza ez apró léggömbök fontosságát.*

Ezek az olcsó ballonok (az 1 köbméter űrtartalmú papirosléggömb töltéssel együtt 3 márkába kerül) mégis sokra termettek, mert világító gázzal töltve mintegy 8000, hidrogénnel töltve pedig mintegy 12000 m magasságig emelkedhetnek. A kis léggömbök az alsóbb magasságokban szabad szemmel, nagy magasságokban pedig távcsővel könnyen követhetők. Természetesen a kis léggömbök is együtt úsznak a légáramlatokkal s így a légáramlatok irányát és sebességét megadják, egyenletes felhőrétegekben pedig a réteg alsó részén uralkodó áramlat irányáról és sebességéről adnak hírt.

Hogy a tudományos léghajózás mennyire fontos a meteorológiában, legszebb bizonyossága az 1896. szeptember 17—23-iki *nemzetközi meteorológus konferencia*, mely elismerte a tudományos léghajózás jelentőségét a meteorológiában, s óhajtja, hogy az ily utak száma szaporodjék, hogy a felszállások lehetőleg egyidejűleg történjenek, hogy a regisztráló léggömböket egyenlő műszerekkel lássák el, az egyidejű felszállásokon kapott adatokat lehetőleg hamar közöljék, pányvás ballonokkal is tegyenek kísérleteket, s hogy a sárkányokkal való kísérleteket is folytassák.**

A konferencia bizottságot küldött ki a teendők megbeszélésére.***

A bizottság mindenekelőtt egy a legközelebbi időben foganatosítandó *egyidejű nemzetközi felszállásban* állapodott meg. A felszállás időpontjától 1896. november 14-ikének reggeli 2 óráját (párisi idő) választották, hogy a napsugárzás zavaró hatása lehetőleg kiküszöböltessék. Ez időben 7 léghajó emelkedett a magasba Európa különböző pontjain, és pedig egy-egy személyzetnélküli (regisztráló-) ballon csupán barográffal és hőmérővel Párisban, Strassburgban, Berlinben és Szt.-Pétervártt. Ezekhez csatlakozott ugyancsak egy-egy léghajó személyzettel Berlinben, Szt.-Pétervártt és Varsóban. A 8-ik léghajó — ugyancsak személyzettel — Münchenből szállott fel, azonban technikai okokból csak 6 óra 47 perczkor reggel.

* V. Kremser, Wolkenjahr und Pilotballons. (Meteorologische Zeitschrift, 1896. április).

** F. Erk, Die internationale Meteorologen-Konferenz in Paris, 17—23. Sept. 1896. (Meteor. Zeitschrift, 1896. decz.).

*** Elnök: Hergesell; tiszteleti tagok: Glaisher és G. Tissandier; tagok: Andrée, Assmann, Berson, Besançon, Cailletet, Erk, Hermite, Jaubert, Pomortzeff, Rotch; titkár: de Fonvielle.

Mint hogy a ballonok egy részének útja a délelőtti órákba nyúlt be, a müncheni felszállás is használható és a többiekkel összehasonlítható eredményeket adott.

A regisztráló léggömbök térfogata 250—640, a nagyobbaké pedig 1000—1302 köbméter között ingadozott. A műszerek felállítása a regisztráló ballonokban egységes elvek alapján párisi minta szerint történt.

A regisztráló ballonok csak részben váltották be a hozzájuk fűzött várakozást, a mennyiben csupán a párisi jutott fel kellő magasságra, mintegy 14000 méternyire. A ballon 5 óráig volt útban s Belgiumban szállott le. A strassburgi regisztráló léggömb körülbelül 8000, a berlini 5700, a szt.-pétervári már 1500 m magasból visszaesett a földre.

Különösen érdekes a légnedvesség magaviselete napkelte előtt és napkelte után. A berlini megfigyelések szerint napkelte előtt a légkörben majdnem teljes szárazság uralkodott; mind a páryanomás, mind a relatív nedvesség nagyon csekély. Napkelte után azonban rögtön megváltozott az állapot, a páryanomás 0 mm-ről egy csapásra 1·8 mm-re ugrott, a relatív nedvesség pedig 5%-ról 40%-ra emelkedett. Ez a legjobb bizonyosság arra, mily nagy hatása van a Napnak a légköri vízgőz mozgására és állapotára általában. Az éj folyamán a Föld színén meghúzódo vízgőzt a Nap szinte felkorbácsolja, a magasba viszi s a magasabb levegőrétegekben is gyors állapotváltozást okoz.

Az első nemzetközi felszállás, bár nem sok új dologról adott hirt, arra mégis megtanított, hogy az egyidejű felszállások legfontosabb feltétele: a jó és összehasonlítható műszerek.

Az első nemzetközi felszállást nemsokára a második követte 1897. februárius 18-ikán.*

Ez alkalommal is éjjeli felszállást terveztek, de, mivel nehézségbe ütközött, délelőtti 10 óra helyi időben állapodtak meg.

A vállalkozásban résztvett: Páris, Strassburg és Berlin regisztráló ballonokkal, ezenkívül az utóbbi két város és Szt.-Pétervár szabad ballonokkal (személyzettel) is. München akadályozva volt a résztvételben.

A regisztráló léggömbök felszállásának főcélja volt a napsugárzás hatásának tanulmányozása a műszerekre. E célból mindegyik regisztráló léggömbnek magával kellett vinnie a Richard-féle barográfot és hőmérőt az első felszálláson alkalmazott felállításban, ezenkívül lehetőleg többféle, külön e célra szerkesztett műszereket különféle felállításban összehasonlítható tanulmány kedvéért.

A párisi regisztráló léggömb erős ködben reggeli 10 óra 12 perczkor szállt fel. Thermográfon és barográfon kívül C a i l l e t e t-féle készüléket

* H. Hergesell, Die zweite internationale Ballonfahrt am 18. Februar 1897. (Meteor. Zeitschrift 1897. április).

is vitt magával, hogy levegőpróbákat hozzon a nagy magasságokból. A léggömb körülbelül 15000 m magasságot s — 66°-os hőmérsékletet ért el; közepes sebessége másodpercenként 11 m. A Cailletet-féle szerkezet jól működött. A 15500 m magasból lehozott levegőnek 100 térfogat-részében 0·033 térfogatrész szén-savat találtak. A szén-savtól tiszta levegőben 20·79 térfogatrész oxigén, 78·27 térfogatrész nitrogén és 0·94 térfogatrész argon volt.

Strassburgban egy regisztráló és egy szabad léggömb szállt fel. A regisztráló léggömbnek három magától jelző készüléke volt. Legnagyobb magassága 10800 m, a legkisebb hőmérséklet — 55°. A léggömb 4 óra 48 percen át volt útban.

A strassburgi szabad felszállás kiegészíti a regisztráló ballon adatait. A szabad léggömb 2200 m magasságot ért el; megfigyelte a hőmérséklet eloszlását s a hőmérsékletnek ez alkalommal is jól észlelhető megfordulását az alsó légrétegekben. Ez a léggömb másodpercenként alig 3 m átlagos sebességgel haladt, jóllehet a regisztráló léggömb sebessége a 20 métert is meghaladta.

A többi helyen felszálló léghajók semmi különöset se derítettek ki. A második nemzetközi felszállásnak két lényeges adat köszönhető, ú. m. : több műszer-kérdést szerencsésen megoldottak s megállapították, hogy minők a meteorológiai viszonyok nagy légnyomásbeli maximum területén. A harmadik és negyedik nemzetközi felszállás alig hozott említésre méltót. A négy nemzetközi egyidejű felszállás eredményeként kimondható, hogy a regisztráló léggömbök műszerein még sok a javítani való s ezenkívül technikai nehézségek is forognak fenn; ennek következtében a párisi (1896-iki) nemzetközi meteorológus konferencia kiküldött léghajós bizottsága 1898. évi márczius 31-ikén Strassburgban összegyűlt és öt napon át tanácskozott a közel jövő teendőiről.

Iparkodtam végigvezetni olvasóimat a tudományos léghajózás eddigi útjain; az előadottak meggyőzhetnek bárkit is arról a nagy haladásról, a mely a meteorológia terén a legutóbbi években, főleg a tudományos léghajózás révén bekövetkezett, úgy hogy ez a sokat kicsinyelt tudomány mind méltóbbá válik, hogy a *légkör fizikája* büszke nevet viselje.

HÉJAS ENDRE.