

Megjelenik minden hónap tizedikén, harmadfél nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként fametszetű ábrákkal illusztrálva.

# TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a 30 ívből álló egész évfolyam előfizetési ára 5 forint.

XI. KÖTET.

1879. AUGUSZTUS.

120-IK FÜZET.

## XVIII. A TUDOMÁNYOS LÉGUTAZÁSOKRÓL.

Midőn a múlt század végén — 1783-ban — Montgolfier találmányának híre támadt, mind a tudomány, mind a kereskedelem és közlekedés mind a hadászat saját céljainak előmozdítását várta tőle. A találmányhoz nagy remények fűződtek. Midőn erről a nagy Franklin véleményét kérdezték, — ki akkor Párisban tartózkodott, — igen ügyesen azt felelte: „C'est l'enfant qui vient de naître“.\*

Ha eddigelé a vérmes remények nem teljesültek is, de a tudománynak, főleg a meteorologia terén, nem csekély szolgálatot tett.

Ha a légkör felsőbb rétegeinek természeti viszonyairól akartak tudomást szerezni, mielőtt e célra a léggömböt használták volna, magas hegyeket kellett megmászni. A megfigyelés ezen módja azonban nem csak nagy erkölcsi, hanem egyszersmind nagy fizikai erőt is kíván. — Megemlíthetjük Saussure természetbúvárt, ki tudományos kísérletek tételére a Mont-Blanc-ot 1787 aug. 2-ikán megmászván, fontos adatokkal gazdagította a tudományt. — Humboldt a Chimborazzo hegyén 1802 június havában Bonplandtól kísérve 5878 méterig hatolt fel. Ugyanezen a hegyen később (1831-ben) Boussingault 6004 méterig emelkedett fel.

A hegyek megmászása nagy fáradsággal járván, a léggömb annyival inkább látszott célszerűnek, minthogy vele, — habár nem minden veszély nélkül — még sokkal magasabbra lehet emelkedni.

Charles, Pilatre de Rozier, Blanchard és mások utazásait nem véve számba, melyek inkább csak tüntetésekre voltak szánva, legelőször Robertson-t kell megemlítenünk, kinek utazásából a tudomány némi hasznot húzhatott. Az első kísérlet, melyet Hamburgban e század elején (1803-ban) akart tenni, nem sikerült. Közvetlenül a felemelkedés előtt vihar támadt, mely a léggömb köteleit elszaggatta, a gömböt fölragadta és egy óra alatt 14 német mérföldre vitte. A léggömb azonban megkerült, s így 1803 jul. 18-ikán barátjával, Lhoëst-tel verőfényes napon felemelkedett.

\* Ujszülött gyermek.

Kísérletei ma már nem nagy fontosságúak; mégis megemlíthetjük azt, amit a légköri viláosság terén tett. Ugyanis azt tapasztalta, hogy a spanyol-viasz és üveg dörzsölés által nem villámsodnak, vagy legalább nem oly mértékben, hogy a villámságmérőn ki lehetne mutatni. A csónakban egy Volta-oszlopot is vitt magával, mely 60 pár ezüst- és cink-lapból állott. A földön jól működött; a Volta-féle villámmérőn sűrítő nélkül egy fokot mutatott: a legnagyobb magasságban, körülbelül 6 kilomaternél, a kitérés csak  $\frac{5}{6}$  fok volt. Kísérleteiből megemlíthetjük még a következőket: Tíz grán chlórsavaskálit explodáltatott; habár a hang igen gyenge volt, a fülre mégis fájdalmas benyomást gyakorolt. — Fémeket megütve, a hang kevéssé volt hallható, de a rezgés sokáig tartott. — Egy domború-domború lencsével, melynek gyújtó távolsága 6 hüvelyk volt, csak több percz multán bírta a taplót és ként meggyújtani.

Mint láthatjuk, kísérletei igen kezdetlegesek és megbízhatatlanok; de érdeme az, hogy lökést adott további, eredményesebb megfigyelések tételére. Midőn Radenburg falu mellett le akartak szállani, a falú lakói megpillantván a léggömböt, mivel olyat sohasem láttak és „vasmadárnak“ gondolták, különféle eszközökkel felfegyverkezve megakarták támadni. A léghajósok kalap- és kendőlobogtatásával akarták tudokra adni emberi létüket, de nem használt semmit, s így tanácsosabbnak vélték ismét felemelkedni. A másodszeri emelkedés alatt a súlyteher\* elfogyván, a gömb gyorsan esni kezdett. A lezuhanást csak úgy kerülték el, hogy minden physikai eszközt, palaczkot, kenyeret, amit magukkal vittek, kidobtak. A súly ekként vagy 15 klgrmmal kevesebb lett s egy síkságon Wichtenbech közelében leszálltak.

Robertson kísérletei fölkellették a tudósok figyelmét. Laplace, a nagy csillagász és matematikus 1804-ben azt az ajánlatot tette a francia akademiának, hogy a tudományos kísérletek véghezvitelére fordítható alapból tétessenek légutazások, melyek alatt egyrészt Saussure-nek a Mont-Blancon gyűjtött megfigyeléseit újabb vizsgálat alá vegyék, másrészt a légkör viszonyairól bővebb tudomást szerezzenek. Több akadémiai tag, köztük Berthollet, támogatta Laplace indítványát. Az indítvány sikere annyival inkább biztosnak látszott, minthogy az akademiának egy kiváló tagja, Chaptal, akkoriban belügyminiszter volt. Meg is kapták az engedélyt s a foganatosítást két buzgó fiatal tudósra: Biot-ra és Gay-Lussac-ra bízta. A választás igen szerencsés volt.

\* Homokzsákok, mit a csónakban magukkal visznek az egyensúly helyreállítása végett.

A kevésbé érdekes kísérletekről nem is szólva, igen nagy fontosságúak Gay-Lussac megfigyelései az 1804 szept. 16-iki utazáskor. A tudósok legnagyobb részét abban az időben a levegő alkotásának a kérdése foglalkoztatta. Tudva volt már Lavoisier óta, hogy a levegő, egyéb idegen anyagokat nem véve számba, két elemből, és pedig közel 21 százalék oxigénből és 79 százalék nitrogénből áll. A levegő ezen két elemnek csak keveréke lévén, nem pedig vegyülete, az oxigénnek fajsúlya pedig 1,057, míg a nitrogéné 0,972, tehát az oxigén nehezebb mint a nitrogén, ebből azt következtették, hogy a légkör felsőbb rétegeiben ugyanazon súlyrész levegőben kevesebb oxigénnek kell lennie. Ezen elmélet matematikai szempontból tekintve helyesnek is látszott, és Angliában számos követőre talált; köztük a híres Dalton egyik legbuzgóbb terjesztője volt. Ha ezen elmélet állana, úgy 7000 méter magasságban az oxigén a levegőnek csak 19 százalékát tenné!

Gay-Lussac a fentnevezett időben egyedül emelkedett fel. Párisból reggel 9 óra 40 perczkor indult el és délután 3 óra 45 perczkor Rouen és Dieppe között szállott le.\* Midőn 6636 méter magasságban lebegett, egy üveggolyóba levegőt gyűjtött, azt magával lehozta és elemzésnek vetette alá. Kimutatta, hogy a levegő összetétele azon magasságban ugyanaz mint közvetlen a földön. Később magas hegyeken is tettek számos ilyen kísérletet, és ugyanarra az eredményre jutottak. Vannak kik azt állítják, hogy különböző szélességi fokokban némi különbség mégis van, sőt Lévy az ő tengeri utazásán tapasztalta, hogy a levegőnek oxigén-tartalma a tenger fölött csekélyebb.\*\*

Gay-Lussac utazásának még más célja is volt, nevezetesen a földmágnesség erejének meghatározása különböző magasságokban. A léggömb forgó mozgása azonban a kísérletet hátráltatta; de egyszer mégis sikerült a mágnesűt megfigyelnie, és azt találta, hogy

\* Arago: Voyages scientifique.

\*\* Legújában Jolly, müncheni egyetemi tanár igen nevezetes eredményű vizsgálatokat tett „a légköri levegő alkotásának változandóságáról.“ (Wiedemann, Ann. d. Phys. u. Chem. VI. köt. 520. lap). Kétféle módon is, egyfelől pontos súlymérések, másfelől pedig eudiométeres vizsgálatok útján kétségbevonhatatlanul bebizonyította, hogy a levegőnek egy és ugyanazon a helyen 2 kilométerre a várostól, különböző időben különböző alkata van. Tartós éjszakai szélben (mikor a sarki áram uralkodik) a levegő oxigén-tartalma nagyobb mint mikor tartós délnyugati szél vagyis az egyenlítői áram fúj. Az oxigén-tartalom 1875-76-ban 20,47 százaléktól 20,96%-ig ingadozott; 1877-ben pedig 20,53-tól 21,01 százalékig. Úgy látszik, hogy a déli tájakon, jöllehet a növényzet bujább, talán a nagyobb hőmérsék következtében, az oxigént fogyasztó folyamatok föjlülhaladják az oxigént-szabadító folyamatokat, az éjszakai vidékeken pedig az utóbbiak vannak túlsúlyban.

míg az elhajló mágnesű a földön 10 lengést 42·2 másodperc alatt végez, addig Páris fölött 4808 méternyire a tiz lengés végzésére már 42·8 másodperc kellett. A lengés tehát tovább tartott, ép úgy mint az inga, mely annál lassabban leng, minél kisebb a vonzó erő. Ez alkalommal G a y-L u s s a c 7014 méterig emelkedett, hol a hőmérő 9 fokot mutatott a fagypontra alatta.

Ezen utazások után a léggömbnek tudományos célokra való alkalmazása sokáig pihent, s csakis a nép multságára szolgált. Alig múlt el Franciaországban népünnepe, hol egy-két díszes léggömböt fel ne eresztettek volna. Megemlíthetjük ezen időszakból G r e e n angol léghajós utazását a Calais-i csatornán át, mely habár a tudománynak hasznot nem is hajtott, de, azon okból, hogy éjjel történt és nagy távolságra esett, némi érdeklődéssel bir.

G r e e n-nek a léghajózás mestersége volt; a tudományos képzettség hiányzott nála; de ügyessége, melylyel a léggömbbel bánni tudott, mint később látni fogjuk, a tudományos légutazásoknál is értékesült.

G r e e n elhatározta, hogy hosszabb utazást tesz. Nem törődve azzal, hogy a léggömb a földnek melyik részére viszi, útlevéllel látta el magát, mely Európa minden államára szólót. Két utitársal 1836 nov. 7-ikén délután félkettőkor felemelkedett. A légáram azonban az Éjszaki-tenger felé vitte. Ezt látván, egy bizonyos mennyiségű terhet kidobva, kedvezőbb áramba jutottak, mely a kontinens felé irányozta a gömböt. Dover fölött a tengeri csatorna tűnt elő, mely a lenyugvó nap sugaraitól megvilágítva nagyszerű látványt nyújtott. Midőn Calais-nál a francia parton átlebegtek a sötétség beállott. Nemsokára Belgium fölé jutottak; az ott levő olvasztó kemenczék és hámorok kéményeiből bűvös fény hatolt föl. Éjfél-tájban Lüttich fölött lebegtek; alattok a fényárban úszó város terült el; de nemsokára sűrű felhőbe jutottak, hol teljes sötétség uralkodott. A földi fénylőpontok eltűntek, a Hold sem világított. Egész bizonytalanságban voltak reggelig, midőn a szürkület beállott; lepillantva örömmel tapasztalták, hogy nem a tenger fölött vannak. Nagy sikrágot látván, azt gondolták, hogy Magyar- vagy Lengyelországban vannak, azért czélszerűnek látták a leszállást. Reggel 7 óra 30 perczkor érték el a földet; a mezei munkások oda szaladtak segítségükre s ekkor tudták meg, hogy Németországban, Nassau-hercegséghez tartozó Wiberg falúnál vannak, 200 francia mérföldre Londontól.

Ha több ehhez hasonló utazásokról hallgatni akarunk, úgy ismét két tudós következik, kiknek megfigyelései megint gazdagították a meteorológiát. E két férfiú: B a r r a l és B i x i o.

Előkészületeiket a párisi csillagfigyelő kertjében tették. Első utazásuk 1850 jun. 29-ikén történt, de szerencsétlenül végződött. A léggömb hydrogénnel volt megtöltve. Elindulás előtt a léggömböt megvizsgálván, látták, hogy még nem alkalmas, minthogy több helyen meg volt repedve; a repedéseket azonban gyorsan beragasztották. Jött egy záporosó, a gömb rugalmasságát elvesztette; de még ez sem hátráltatta őket. Elhelyezkedvén a csónakban, nyilként röptültek fel, és a felhők közt eltűntek.

A hydrogén azonban mindinkább kiterjedt, és a gömböt környező háló nem volt képes a nagy belső nyomásnak ellenállani — elszakadt, és a gömb, alsó részén, két méter hosszaságban megrepedt. A barométer gyorsan emelkedett; a két merész physikus átlátván veszélyes helyzetüket, még a felső ruhákat is ledobáltak; a zuhanást azonban nem kerülhették ki, és 11 óra 40 perczkor a Lagny melletti szőlőkben, szerencsére tisztásabb helyen földre estek, s csak gyenge sérülést szenvedtek. Az első segítséget a szőlőmunkások nyújtották. A zuhanás 5800 méternél kezdődött; és ezt a közel hat kilométernyi utat körülbelül 5 percz alatt tették meg.\*

Jóllehet első utazásuk szerencsétlenül végződött, mégis újat terveztek s egy hónap mulva A r a g o jelenlétében ismét felemelkedtek.

Ez alkalommal egy öt kilométer vastag felhőrétegbe jutottak. Midőn a réteg felső határához közeledtek, a réteg vékonyabb lett, és rajta keresztül a nap halvány képét pillantották meg. Ugyanabban az időben és azon szög alatt, melyben a valódi Napot megpillantották, az ő látóhatáruk alatt *egy másik Nap tűnt elő*. Lent a földön e tünemény közönséges, mert a Nap vagy Hold képét a víz tükre alatt mindig látjuk; de ott fönt igen ritka, s onnét ered, hogy a felhőben jégkristályocskák voltak, melyeknek vízszintes síkjában a Nap sugarai visszaverődvén, képezték a második napot.

Ugyanekkor egy igen nevezetes melegségbeli különbséget is észlelték. A felhőben 6 kilométer magasságyira a hőmérő 9 C.-fokot mutatott a fagypon t alatt. Alig hatoltak azonban a felhőn keresztül, midőn 7040 méter magasságban a hőmérő gyorsan —39 fokra süllyedt. A kéneső majdnem megfagyott. Ily rendkívüli hideget még egy léghajós sem tapasztalt, valamint ily gyors hőváltozás sem adta elő magát. Oka valószínűleg az, hogy a felhő megtartotta a rendes hőmérséket, és a földről visszavert hősugarakat, rendkívüli vastagságánál fogva, nem eresztette át a lég magasabban

---

\* A gáz a magasban a külső lég gyenge nyomása miatt kiterjed, azért a gömböt, a szétrepedéstől megóvándó, csak  $\frac{2}{3}$  részben kell megtölteni.

fekvő rétegeibe. Gay-Lussac hőmérője, mint láttuk, azon magasságban csak  $-9$  fokot mutatott.

Mialatt Franciaországban ezen tudományos utazások tétettek, Angliában a kew-i observatorium igazgatósága elhatározta, hogy a légkör tünetényeinek megfigyelésére utazásokat indít. E határozatot az angol Royal Society 1852 július havában meg is erősítette. A szükséges eszközöket azonnal összeállították és a figyelések tételét John Welsh-re bízták, kit Green, az ügyes léghajós kísért. Több utazást tettek. Legmagasabbra a negyedik utazásuk alatt emelkedtek, és pedig 6989 mééterre, hol a barométer 310 mm.-re, a hőmérő pedig  $-23.6$  fokra süllyedt. Az első felhőt 152 méter magasságban érintették, mely egész 600 m.-ig tartott.

A léghajósnak legfontosabb eszköze a barométer. Ha a léggömb emelkedik, a barométer esik és viszont. Ismervén azt, hogy állása mily magasságnak felel meg, folytonosan tudni a távolságot a földtől. Ha a léggömb szédítő sebességgel zuhan is, a léghajós keveset érez belőle, de a barométer utal a veszélyre, rohamosan emelkedvén. Tudjuk, hogy a tenger színe fölött a barométer 760 milliméteren állván, már 1 kilom.-nél 670 mm.; két—három—négy stb. kilométernél megfelelőleg 600, 530, 470 mm.-re süllyed. Mint láthatjuk a barométer állása a magassággal nem egyenes arányban van, hanem fokozatosan minél magasabbra emelkedünk, annál kevésbé gyorsan süllyed. Ezenkívül befolyással van még rá a légkör állapota: ha tiszta idő van, emelkedik, ha esős, süllyed, tehát a barométer állása egyazon magasságban is változik.

Welsh utazásainál sokkal gazdagabb eredményűek voltak Glaisher-nek Coxwell-lel tett megfigyelései. Glaisher jelenleg a greenwichi csillagásztorony meteorológiai osztályának igazgatója; és a légkör felsőbb rétegeinek pontos észleletei tőle erednek. Utazásait 1862-ben kezdte meg; eddig körülbelül 30 utazást tett, mely alatt bátran állíthatjuk, hogy a meteorológia alaptörvényeit fejtette ki. Megfigyeléseinek egy része, igaz hogy csak a brit szigetek éghajlati viszonyaira vonatkozik, de legnagyobb részök általános értékű.

Legmagasabban eddig ő emelkedett 1862 szept. 5-ikén: közel 11 kilométerig; a barométer 161 mm.-re esett. Ezen magasság tehát jóval felülhaladja a föld legmagasabb hegyét, a Mont-Everest-et, mely 8840 m. magas. A hőmérő 32 fokra süllyedt a f. p. alatt. E nagy hidegben Coxwell kezei megdermedtek és csak fogaival bírta a szelentyű zsinórját meghuzni, a gáz kiömlését létesítendő. Glaisher már 8 km.-nél elvesztette eszméletét, hol a hőmérő  $-21$  fokot mutatott.

Utazásaik alatt a hőmérő igen szabálytalanul viselte magát. 1864 jul. 17-én 4 km.-nél  $-3^{\circ}$  hideg volt; ettől kezdve 6 kilométerig  $+5^{\circ}$ -ra emelkedett, jöllehet magasabban volt. A léggömb tehát egy meleg áramon hatolt keresztül, mely két km. vastag volt. Ez az eset azt bizonyítja, hogy a légkörnek épen úgy vannak áramai, mint a tengernek. Hat kilométertől feljebb 8-ig gyorsan  $-9^{\circ}$ -ra süllyedt. Hasonló szabálytalanságot több alkalommal tapasztaltak.

Glaisher megfigyeléseinek alapján a hőmérsék esésének törvényét így fejezhetjük ki: A magasság, melyre emelkedni kell, hogy a hőmérő egy fokkal süllyedjen, a földtől való távolsággal állandóan nagyobbodik; azaz: minél magasabbra megyünk, annál kevésbé gyorsan süllyed a hőmérő. A nedvesség szerinte 6—7 km.-nél körülbelül 12—16 százalékát teszi a vízpárákkal telített levegőnek. A villámosság positiv; a villámosságmérő 700 méternél semmiféle jelt nem mutat.

Számos kísérletet tett a hang terjedésére nézve. Három km.-nél a kutyaugatás, valamint a lokomotiv füttyülése hallható, sőt nedves levegőben még 6 kilométernél is; sőt egykor 3 km. magasban hallotta az alatt fújó szél zugását; fönt a legcsendesebb idő volt; 2 km.-nél a londoni tompa moraj is hallatszott.

A leszálláskor 6 és 4 km. között egy viharzó hófelhőbe jutottak, mely apró hókristályokból állott; 5 km.-nél nagy vízcseppek estek a ballonra; 3 km.-nél a havazás megszűnt; a felhő alatti légkör sötét-szürkének látszott. A súlyteher 1500 m.-nél elfogyott; s a léggömb szabadon eső testként zuhant le; az eszközök legnagyobb része eltört; ők maguk is megsérültek.

A magasban a lüktető ér gyorsabban ver; verése függ az illető physikai állapotától; Glaisher kezei és ajkai 6—7 km.-nél gyakran megkékültek.

A brit szigetek fölött hosszabb megfigyelést tenni nem igen lehet, mert közel van a tenger, és veszélyessé válhatnak. Ez oknál fogva Glaisher utazásai rendszeren rövid ideig tartottak. Tekintve Anglia földrajzi viszonyait, az ügyet ismét a francziák vették a kezükbe.

Némely meteorológiai tüneményekre hosszabb megfigyelések kivántatván, ezért Párisban 1867 május havában rendszeres légutazásokat szerveztek, hogy a felhők nedvességi állapotáról, a légáramok irányáról és sebességéről, a viharok képződéséről pontos adatokat nyerjenek. A kísérletek tételével Flammarión ismert csillagász biztalt meg, kit Godart, III-ik Napoleon „udvari lég-hajója“ kísért.

Flammarión jelentését Delaunay nyújtotta be az Aka-

démiának.\* Utazásait egy népszerű munkában is nyilvánosságra hozta; mit ő, Glaisher, Tissandier és Fonvielle adtak ki.\*\* Szoritkozzunk itt a tudományos eredményekre.

A légnak nedvessége a föld színétől számítva egy bizonyos magasságig gyarapodik; elérvén az övet, hol legnagyobb értékű, onnét kezdve följebb állandóan csökken. Ezt az övet Fla m m a r i o n a „legtöbb nedvességű öv“-nek nevezi, melynek magassági helyzete azonban óra, évszak, valamint a lég állapota szerint változik.

Midőn 1867 jun. 10-én, reggel négy óra előtt éjszakkéleti szél mellett felemelkedett, a legtöbb nedvességű övet a fontaineblai erdő közelében közvetlen napfeljütte előtt 150 méter magasságban találta. Talajon a nedvmérő 93 fokot mutatott; 150 m.-nél 98-ra emelkedett. Ettől kezdve mindig kevesebb volt észlelhető; így 300 m.-nél csak 90°; 1100 m.-nél 65°; 2200 m.-nél 43° és végre 3300 m.-nél csak 25 fok.

Egy másik utazásában, és pedig 1867 jul. 15-ikén reggel 5 óra 40 perczkor délnyugati szél mellett a Rajna fölött Köln közelében az övet 1100 m.-nél találta. Mint látható az öv folytonosan változik. Ez utóbbi utazása egyike a leghosszabbaknak Este Párisból elindulván, reggel Németországban Köln közelében szállott le. A távolság körülbelül 550 kilométert tesz.

Igen érdekes a különbség, mely a magasban a Nap sugarainak kitett és az árnyékban levő hőmérő között mutatkozik. Fla m m a r i o n 1867 jun. 10-én este hét órakor 3300 m. magasságban lebegett. A Nap sugarainak kitett hőmérő + 23°-ot mutatott, míg az árnyékban levő, mely a csónakban volt elhelyezve, csak + 8°-on állott. A különbség 15°. A láb fázott, az arcz és azon részek, melyek a Nap sugarainak direkt kitéve voltak, meglehetősen égtek. Tovább emelkedve (4150 m.-ig), a különbség még nagyobb volt. A napon levő hőmérő + 11°-on állott, az árnyékban levő pedig —9°-on. A különbség ez esetben már 20 fokot tett.

E nagy különbségnek oka az, hogy a magasban a nedvesség mennyisége csekély; ez egyszersmind mutatja, hogy mily fontos szerepet játszanak a vízpárák a Nap melegének visszatartásában. A levegő hő-átbocsátó képessége, valamint a nap sugarainak erőssége fordított viszonyban áll a nedvesség mennyiségével.

Glaisher-nél láttuk, hogy a levegő hőmérsékének változása, mely a légtünetekre nagy befolyással van, nem szabályosan történik. Változik óra és évszak szerint. Ha a légkör tiszta, gyorsabban,

\* Comptes rendus 25. mai 1868.

\*\* Voyages aériennes. Paris 1871. Term. tud. Közl. 1871, 27—28 l.



ha felhős lassabban esik. Flammarión szerint, ha a légkör tiszta, a hőmérő — közép értéket véve — minden 189 méternél, ha felhős, minden 194 méternél egy fokkal süllyed. Gyorsabban esik este, mint reggel; gyorsabban meleg, mint hideg napokon.

Midőn a léghajós felemelkedik, a légtelen teljesen elszigetelve van; vigye őt a legsebesebb áram, mit sem érez belőle, minthogy az árammal együtt halad. Így tehát mértéke sincs, melylyel a léggömb mozgásának sebességét meghatározhatná. De tudván fel- és leszállásának helyét és idejét, ismeri azok távolságát, és így a légáram középsebességét is meghatározhatja.

A légáram sebessége a magasban rendszeresen nagyobb, minthogy ott nem talál annyi ellenállásra mint közvetlenül a földön. Coxwell egy óra alatt 110 kilométerre vitetett, míg lent a készülékek csak 23 kilométert mutattak. Páris körülfutása alatt Rollier léghajóst a légáram Norvégia felé sodorta, s ott is szállt le; 15 óra alatt 1600 kilométert tett, míg lent közönséges szél fujt. I. Napoleon koronázása alkalmával 1804 decz. 16-ikán este 11 órakor feleresztett léggömb másnap reggel 7 órakor Róma fölött lebegett, s Nero sírjába ütközve a rajta levő lampionok és díszítmények összezúzódtak. Nyolcz óra alatt 1300 kilométert (közel 172 oszt. mérf.) tett meg; egy órára jut 16.2 km. Az oczeán fölött a légáramoknak még sokkal nagyobb a sebességük.

A hang alulról fölfelé könnyebben terjed mint viszont, vagy bármi más irányban. Többször megtörtént, hogy a földön levők szavait 500 m. magasságban tisztán kivehették, míg viszont 100 m.-nél a léghajós hangját alig hallották. Midőn Flammarión 1867 jun. 23-ikán 900 méter magasságban lebegett, lent épen hangversenyt tartottak. A játszott darabokat még 1400 m.-nél is kivehették, mi abban a mély csendben valóban büvösen hathatott rájuk. Máskor egy síma tótükör felett lebegvén, a visszhanggal kívánt kísérletet tenni; e célból 1 km.-ről lekiáltott és a tó tüköre az egytagú szavakat szépen vissza adta.

A Rajna fölött pedig azon ritka körülmény között volt, hogy megleshetett egy gomolyfelhő (cumulus) képződését. Nap följötte előtt 2 km.-nél a lég tiszta volt; nemsokára fehér pelyhek tüntek elő, melyek egyesülve kis gomolyfelhőket képeztek. A legtöbb nedvességű övben a gomolyok egyesüléséből nagyobb gomoly-felhő képződött, mely a földet eltakarta. A gomoly-felhők reggel képződnek; magasságuk 500—3000 m. közt változik; vastagságuk 4—500 m. Napközben mindinkább följebb emelkednek, este pedig ismét leszállanak.

Flammarión a hófelhők physikai állapotát is megfigyelte.

1867 jun. 23-ikán reggel 5 órakor a lég ködös volt; 600 m.-nél egy gomoly-rétegfelhőt (cumulo-stratus) talált, mely 810 m.-ig terjedt. Ezen alig 200 m. vastag felhőn, a Nap sugarai nem voltak képesek áthatolni; alul a légkör sötétszürke volt. A nedvesség maximumát a felhő belső határánál találta, hol a nedvmérő 90 fokot mutatott. Feljebb — 840 m.-ig — emelkedve 85<sup>o</sup>-ra szállott az le. A hőmérő a talajon 20<sup>o</sup>-on állott; 600 m.-nél csak 15-ön. A felhők között 700 m.-nél 17 fokra, 810 m.-nél 19<sup>o</sup>-ra emelkedett.

Számos megfigyelés alapján a felhők magassága a földszínétől a következő:

A jeges-felhők magassága 6—7 sőt 12 kilométer. A felhő apró jégkristályokból áll, melyen a nap- és holdfény sugarai többszörös törést szenvedvén, a nap- és holdudvarok képződnek; e tünemény gyakran szemlélhető.

A hó-felhők magassága 4 és 8 km. közt változik.

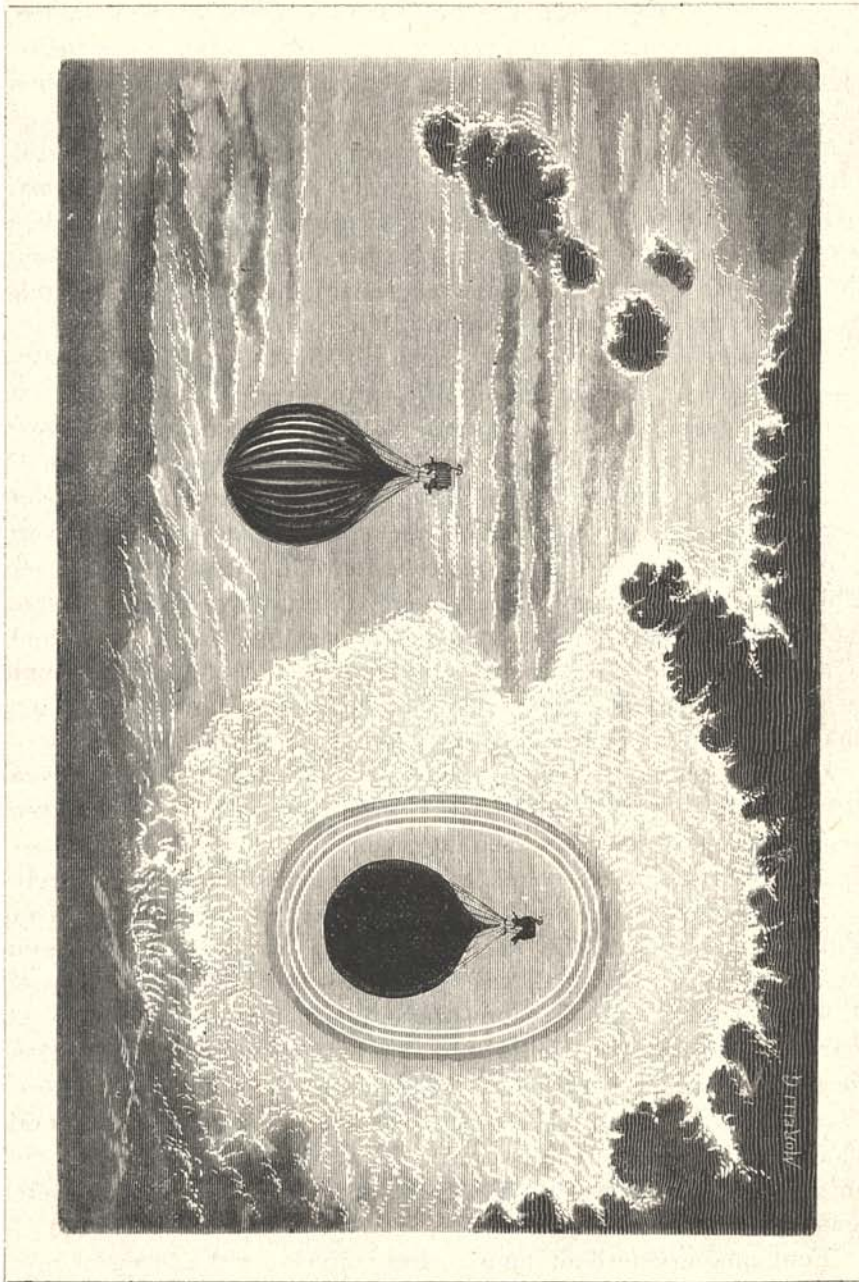
Az eső-felhők közép magassága egy kilométer. A nagy viharokat előidéző felhők 1—2 km. magasban vonulnak át.

A magasban 3 km.-en felül az ég sötétnek és áthatatlannak látszik. Színezete a zenit körül kékesszürke, 40—50 fok közt azurkék, a látóhatár közelében halványkék.

A légköri villámossági kísérletek azt mutatták, hogy ez naponként és évenként kétszer változik. A maximumát nyáron, reggel 6—7, télen 10—12 óra közt éri el. A minimum pedig nyáron 5—6 óra közt délután, télen 3 órakor mutatkozik. A forró égőben, az ottani viszonyoknál fogva, sokkal több légköri villámosság fejlődik mint nálunk.

Midőn egy nagy területű vastag felhő a föld egy részét beborítja, és a Nap sugarai nem hatolnak át rajta, az ember lehangelődik, kedély állapotára tehát nem épen csekély befolyású. A léghajósok mondják, hogy mily jól és vigan érzik magukat, midőn a felhő sötét tömegén áthatolva, a Napot ismét meglátják, s szemlélhetik az alattuk elterülő óriási felhőleplet, mely a Nap sugaraitól megvilágítva tündöklő fényben úszik. Még inkább elragadja a szemlélőt a felhők furcsánci alakja; gyakran ívet, barlangot stb. képezve, a Hold bűvös fényétől megvilágítva s köztök lebegve, valóban kápráztató látványt nyújthat. Ez optikai tünemények magasztosságához járul még az a mély csend, mely a légkör felsőbb rétegeiben honol.

Tissandier és Fonvielle gyakran tapasztalták, hogy ha a léggömb felhő fölött vonul el, arra árnyékot vet. Ez az árnyék, némelykor színes központos köröktől véteük körül, ami a fény hajlásától ered s gyönyörű látványt nyújt.



A léghajó árnyéka a felhőn, körülvéve szivárványszínekkel.

ABYRHHH G

Tissandier 1872 jun. 8-ikán Roussin aladmirálissal légutazást tett és egy pompás „Ulloa körét“ — a hogy e tüneményt nevezni szokták — szemléltek. Amint 1900 m. magasságban 14° C. hőmérsék mellett egy felhő fölött lebegtek, megpillantották a léggömb árnyékát, körülvéve központosan a szivárvány hét színétől. A csónak legkisebb részei, a vasmacska, a kötelek, a legszebben voltak a felhőre vetítve. (L. az ábrát.)

Más alkalomkor a léggömb egy jeges felhőn vonult keresztül, mit Barral és Bixio utazása óta nem találtak s létezését már kétségbe is vonták. A felhő apró jégkristályokból állott s rajtok a Nap fénye számtalanszor visszaverődve pompás tükörszerű látványt nyújtott. A kristályok a csónakra, ruhára és szakállra rakódtak. A hőmérő zérus alatt 2 fokot mutatott.

Tissandier-rel történt, hogy, midőn Calaisban felemelkedett, a légáram az Éjszaki-tenger fölé vitte — 28 km.-re a parttól; egy másik áram, mely az előbbi fölött vonult el, de ellenkező irányban, visszavitte ismét Calais vidékére. Szép bizonyítéka annak, hogy vannak egymás fölött különböző irányú áramok. A légtükrözés szép jelensége tárult szemei elé szintén Calaisban 1868 aug. 16-ikán, midőn egy gőzhajót és több bárkát látott hajózni a lég felsőbb rétegeiben, természetesen megfordított helyzetben.

A csillagok csillámlása magasból szemlélve nem oly élénk mint a földön; a föld pedig teknő alakúnak látszik. Az a pont, mely fölött lebegünk, a legmélyebb helyzetet foglalja el, míg a látóhatár pontjai a léggömbbel egy síkban látszanak feküdni.

Habár a léghajósok igen magasra emelkedtek, mégis messze voltak a légkör felső határától; a légkör magasságát még ma sem vagyunk képesek pontosan meghatározni.

A physiologiai jelenségek a felsőbb régiókban igen nevezetesekek. A léghajósok részint állatokkal tettek kísérleteket, részint magukon tapasztaltak. E célra rendszeren macskákat, házi nyulakat, galambokat vagy más kisebb madarakat vittek magukkal; de ezek legtöbb esetben, 2—3 kilom. magasságban már megmeredtek. A madarak legtöbbször birták ki; de ha szabadon bocsátották őket, rendszeren nem akartak elröpülni, hanem leültek a csónak szélére; ha azután erővel eltaszították őket, élettelen tömegként zuhantak le. Nagyobb madarak természetesen leginkább bírják ki a lég felsőbb rétegeinek viszonyait; Humboldt a köndört 9 kilométer magasságban látta lebegni!

Fent megfigyeléseket tenni nehéz, mivel a ritka levegő a szervezetre kedvezőtlen befolyást gyakorol. Ezek a physiologiai zavarok magas hegyek megmászásánál ép úgy mutatkoznak, a miért is

régóta „hegyi betegségeknek“ nevezik őket. E jelenségek a következők. A gyaloglás nehezebbé válik, a lélekzés gyorsul. Följebb menve: erős szívdobogás, fülzugás, szédülés és émelygés érezhető, sőt orrvérzés és vérhányás is előadhatja magát. A léghajósnál, habár a gyaloglás fáradalmainak nincs is alávetve, hasonló tünetek mutatkoznak.

Bert Pál, híres párisi tanár, tanulmányozta a változó barométer-nyomás hatását a szervezetre.\* Számos kísérletet tett, főleg állatokon, s az artériás vér elemzésénél kimutatta azt, hogy minél kisebb a légnek nyomása, annál kevesebb az ugyanazon térfogat vérben levő oxigén mennyisége is. Ha tehát a légnyomás egy bizonyos magasságban oly kicsiny, hogy az oxigén nem hatolhat be elegendő mennyiségben a vérbe, úgy a hegyi betegség jelei mutatkoznak. E bajt tehát úgy háríthatjuk el, ha egyszerűen oxigént szívunk be.

Bert az ő kísérleteihez egy nagy henger alakú borítót használt, melyből a levegőt kiszivattyuzta. Elhelyezkedvén a borító alatt, a levegőt folytonosan ritkíttatta; midőn a nyomás 450 mm.-re süllyedt, a hegyi betegség jelei mutatkoztak. A lüktető ér verése Bert-nél 60-ról 80-ra emelkedett. E pillanatban egy tömlőből mesterséges levegőt szítt be, mely 57 százalék oxigént tartalmazott; azon perczben elmultak a tünetek és a szervezet rendes működésére tért vissza. A szivattyúk folytonosan működtek, míg a barométer 250 mm.-re süllyedt; ezen süllyedés 8850 méternek felel meg, hol a léghajós rendesen elveszti eszméletét, míg az oxigénnek beszívása által ezen szervezeti zavarok legyőzhetőek.

A laboratóriumban tett kísérleteket azonban a gyakorlatban is vizsgálat alá kellett venni. E czélból 1874 márcz. 22-ikén Crocé-Spinnelli fáradhatatlan léghajós, és Sivel tengerésztiszt, ellátva oxigént-tartalmazó tömlőkkel, felemelkedtek. Elindulásuk előtt szintén alávetették magukat Bert kísérleteinek, s midőn a magasban a barométer 300 mm.-re süllyedt, hasonló physiologiai tünetek mutatkoztak mint a borító alatt. A hőmérő a földön + 13 fokot, fönt — 23 fokot mutatott. Öt kilométernél az egyik tömlőből, mely 40 százalék oxigént tartalmazott mesterséges levegőt szívtak. Hat kilométeren felül egy másik tömlőt vettek igénybe, melyben már 75 százalék oxigén volt. A beszívás után mintegy ujjászüetve érzék magukat s kísérleteiket egész nyugalommal végezhatték. Crocé-Spinnelli, miután igen hideg volt, enni kezdett, hogy felmelegedjék, de kedvezőtlen eredménnyel. Ha azonban ugyanazon időben

\* La pression barométrique. Paris 1878. V. ö. Term. tud. Közl. 1876, 444—447. l.

oxygént is szitt be, étvágya is megjött. Ez alkalommal 7400 m. magasságot értek el s Bert elméletének igazságát fényesen bebizonyították.

De fájdalom a tudomány is kíván áldozatot!

A következő évben újabb utazást terveztek. Előkészületeiket megtévén, április 15-ikén délben a la-viletti gázgyárnál Tissandier Gaston-nal felemelkedtek. Szép derült idő volt. Egy óra körül 5 km. magasságot értek el, hol jól érezvén magukat, kísérleteiket pontosan végezheték. Feljebb szándékozván, Sivel egy pár homokzsákot kidobott. A léggömb gyorsan 8 km.-re emelkedett; a légsulymérő 280-ra süllyedt. A levegő oly ritka volt, hogy mindhárman eszméletüket veszítették; de a gömb ismét esni kezdett, mire Tissandier föleszmélt, míg társai előbbi állapotban voltak. Nemsokára Crocé-Spinelli is fölébredt; látván, hogy a gömb gyorsan esik, egy pár zsákot, valamint a 40 kilogramm súlyú légző készüléket is kidobta. A gömb óriási sebességgel ismét emelkedett s valószínűleg túlhaladta a 10 kilométert. Mindhárman elkábultak; körülbelül egy negyed négyre Tissandier felnyitotta szemeit, s látta hogy társai köpenyükbe burkolva fekszenek; ránégyta őket — de nem használt semmit; arczuk egészen fekete volt, szemeik homályosak, szájuk kinyitva s vérrel tele. Halva voltak.

A „Zenith“ — ez volt a léggömb neve — Ciron falu mellett, Indre megyében szállott le Tissandier-rel és két halott barátjával. Ők voltak a 15- és 16-ik áldozat a léghajózás történetében, mi annyival inkább sajnálandó, mert nem tüntetés, hanem tudományos szándék vezérelte őket. A nagylelkű francia nép adakozásából egy pár nap alatt 40,000 frank gyűlt össze a tudomány e két bajnoka családjának részére.

Ezen vázlatból láthatjuk, hogy a léggömb a tudománynak némi szolgálatot még is tett, s ezt kizárólag a francziáknak és angoloknak köszönhetjük. Más hol, nevezetesen Amerikában is történtek légutazások, melyeknek tudományos eredménye azonban vajmi kevés volt, de kalandokban annál inkább bővelkedtek. Habár számos meteorológiai tünemény még megoldásra vár, a léggömbbel körülbelül mégis elérték azt, amit ezen módszer által e téren elérni lehetséges. Ha az egyes légutazások eredményét összevetjük, látjuk, hogy azok majdnem mindig ugyanazok; újat nem igen fogunk találni. A léggömb hadi célokra általában nem bizonyult czélszerűnek. Megemlíthetjük azonban, hogy a francziáknak 1794-ben a fleurus-i csatában mégis nagy szolgálatot tett, minthogy egy Couelle nevű kapitány léggömbön, melyet kötelek segélyével katonák tartottak fogva, körülbelül 500 m. magasból az ellenség moz-

dulatait megfigyelhette. Később I. Napoleon Meudonban egy „lég-hajózó iskolát“ állított fel — de nemsokára feloszlatta. Az észak-amerikai háborúban a léggömbnek valamivel nevezetesebb szerep jutott; de legkiválóbb alkalmazása, mint ismeretes, 1870—71-ben Páris körülrzése alatt volt. A közlekedés csak ezen módszerrel volt lehetséges. Az ostrom ideje alatt nem kevesebb mint 64 léggömb röpült ki Párisból. Közülök öt a német kezébe került, kettő a tengerbe esett. A léggömbök 64 léghajóst, 91 utast, 363 galambot és 9 ezer kilogramm súlyú depest és levelet szállítottak ki.

Gyakran merül fel napjainkban az északi sark elérésének kérdése léggömb segítségével. A foganatosítás, habár nem épen lehetetlen, a léghajózás jelen állapota szerint nem valószínű. A kitűnően készített léggömbön kívül kedvező légáram kellene a cél elérésére. Igaz, hogy a meleg áram, mely az egyenlítőtől a sarkok felé ömlik, a gömböt oda vihetné, a hideg pedig, mely ellenkező irányú, ismét visszahozhatná, de a foganatosítás mégis rendkívüli nehézségekbe ütközik. Különben is a léghajózás kérdésének általános megfejtését nem a léggömbben kell keresnünk, mert annak kormányozása már a statika elvénél fogva sem igen lehetséges, vagy legalább gyakorlati eredménye elenyésző kevés lenne. A léghajózás problémáját egy a természet törvényeivel megegyező, a repülő állatok gépezetének alapján szerkesztett gép segédelmével fejthetjük csak meg.

S. S.

## XIX. A HEGYEK ÉS FORRÁSOK SZÉPSÉGE.

A Természettudományi Társulat Könyvkiadó-Vállalata III. ciklusából e napokban jelent meg Reclus „A Föld“ (La terre) című munkájának első kötete, 40 nagy nyolczadrét íven, 25 színes műmelléklettel és 253 a szöveg közé nyomott ábrával.

Hogy azon tagtársainknak, kik a Könyvkiadó-Vállalatnak nem aláírói, alkalmat nyújtsunk e munka mivoltáról, szelleméről, szerzőjének előadás-módjáról és a magyar kiadás nyelvezetéről fogalmat szerezni: jónak láttuk mutatványúl belőle a következő két-bevezető fejezetet közölni.

### I. A HEGYEK SZÉPSÉGE.

A hegységek, noha kevésbé jelentősek a földgömb háztartásában mint a fensíkok, mégis sokkal ismeretesebbek úgy tekintetök fenségénél s a környező térségekkel való szembeszökő ellentétöknél, valamint a rajtok véghezmenő tüneményeknél fogva. Akár a

tengerben, akár a lapos síkságok közepén magánosan emelkedő hegyek igen nagyszerű hatásúak s a legélénkebb és legtartósabb benyomást gyakorolják a népek képzeletére. Nem képzelhetők szépségre nézve fölségesebb tájképek, mint a milyeket ama magános hegyek-



# Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



## A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

## Az alábbi feltételekkel:



**Nevezd meg!** — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



**Így add tovább!** — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

## Az alábbiak figyelembevételével:

**Engedélyezés** — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

**Közkinccs** — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

**Más jogok** — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.