

# ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

AZ ERDÉLYI MUZEUM-EGYELET ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
SZAKOSZTÁLYÁNAK

AZ 1888-IK ÉVBEN TARTOTT

SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ TERMÉSZETTUDOMÁNYI ESTÉLYEIRŐL.

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG SEGÉLYÉVEL ÖSSZEÁLLITJA

A TITKÁR.

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG TAGJAI:

ORVOSI SZAK:	TERM.-TUD. SZAK:	NÉPSZERŰ SZAK:
BELKY JÁNOS.	KOCH ANTAL.	ENTZ GÉZA.

1888. XIII. ÉVFOLYAM.

III.

NÉPSZERŰ SZAK.



KOLOZSVÁRT.

NYOMATOTT AZ EV. REF. KOLL. BETŪIVEL.

1888.

# A XIII ÉVFOLYAM TARTALMA.

## I.—II. FÜZET.

### Eredeti közlemények.

- |  | Lap.   |
|--|--------|
| 1. <i>Dr. Martin Lajos.</i> A repülésről. (I. könyomatu táblával). .               | 1—23.  |
| 2. <i>Dr. Farkas Gyula.</i> A természet felfogásának újabb mód-<br>jairól. . . . . | 25—42. |
-

# ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

AZ ERDÉLYI MUZEUM-EGYELET ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAK-  
OSZTÁLYÁNAK SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ ELŐADÁSAIRÓL.

## III. NÉPSZERŰ SZAK.

X. kötet.



I. füzet.

*Dr. Martin Lajos tanártól.\*)*

(I. táblával.)

### I.

A repülő madár azt a vágyat kelti keblünkben, vajha mi is tudnánk úgy felemelkedni a felhők országába mint ő, vajha mi is tudnók magunkat ringatni a levegő ölében, tudnánk megmenekülni a rögtől, melyhez az ember évezredek óta kötve volt, tudnánk oda felhatolni, hol sem sorompó sem árok, sem egyéb korlát nincs, mely minket akadályoz, mely útunknak határt vet. Csoda-e tehát, ha a vágy a »léghajózás« eszméjét reánk erőszakolja?

Számtalan kísérlet tétetett annak létesítésére, minden korszak minden század meghozta az áldozatokat úgy anyagilag mint emberéletben, s még is ma oly messze vagyunk a czéltől mint azelőtt. Az eredmények nem állanak sehogy sem arányban a reá fordított költségekkel.

A próbálgatások sora már az ősi időben veszi kezdetét. Ismeretes az Ovid által megörökített monda Daedalus- és Icarusról; de van ezenkívül egy ennél talán még régibb műemlék, mely Párisban a Louvreban az ugynevezett »salle des dieux«-ben van közszemlére kitéve. Egy kicsiny darab bronzlemez ez, mely I. Napoleon alatt Egyiptomból hozatott, melyen egy kitarva tartott szárnyakkal repülő ember van ábrázolva A művészi kivitel primitív volta tanuskodik

\*) Előadatott a f. évi február 17-én tartott természettudományi estélyen.

a lemez régisége mellett, mely tán több mint négyezer évre becsülhető. Már most megengedem, hogy az első csak mese, s meglehet, hogy a második inkább csak allegorikus kép, mégis azt hiszem, mind a kettő azt bizonyítja, hogy az ember már a legrégebb időktől fogva a repülés eszméjével foglalkozott.

Az első hiteles hírt Architas-ról hozza a történelem, ki 400 évvel időszámításunk előtt Tarento városában élt. Hires ember lehetett nemcsak mint bölcseész, de mint matematikus és mechanikus is; neki tulajdonítják a lejtő sík, az ék s a közönséges csavar feltalálását, s Cassiodorus (?) mondja, hogy Architas mesterséges galambot készített volt, mely a levegőben repdesett mint akár egy élő galamb.

Efféle kísérletek később többször ismétlődtek; kivétel nélkül rossz, sokszor gyászos véget értek. Így pl. Malmesbury Olivier sz.-benedekrendi szerzetes 1060-ban kezeihez és lábához kötött szárnykészülékkel felemelte magát a levegőbe, de szárnyai eltörvén, a szerencsétlen ember a földön agyon zúzta magát. Emmanuel Comenius alatt jelentik, hogy egy szaracén, kit a nép bűvésznek tartott, a konstantinápolyi hippodromban repülő gépét mutatta volna be, avval fel is szállt volna a levegőbe, de az egyik szárny a stadium-oszlop csúcsához ütődvén, eltört s a boldogtalan fejét az oszloplábon bezúzta.

Nem akarom a t. hallgatóságot a századról-századra mind sürűbben ismétlődő kísérletek sokszor ábrándos és esztelen tervezetek s jóknak vélt javaslatok felsorolásával fárasztani; mind megannyian megérdemlik hogy elfelejtsük. Kivételt egyedül csak Leonardo da Vinci tesz, ki szintén a repülő géppel foglalkozott. Ezen kortársai közt kimagasló lángész mindennel foglalkozott, a mi csak utjába akadt. Szokása volt minden pillanatnyi benyomást vagy véletlenül felvillanó eszmét pár vonással megörökíteni. Cartonjai sokszor telve vannak afféle rapsodicus vázlatokkal, melyek válogatás nélkül tarka keverékben hol festői tanulmányt, hol mérnöki tervezetet vagy más gondolatban képzelt, sokszor csak idealis dolgot tartalmaznak. Egy ilyen cartonon van egy pár vázlat a repülő gépről, mely már azért is érdekes, mivel Leonardo da Vinci azokkal kimutatja, hogy neki a repülésről nem valami idealisztikus felfogása volt, hanem hogy egészen realis alapon áll s hogy a repülés problémáját behatóan tanulmányozta. Legyen szabad az érdekes vázlatot hü photographiában bemutatni.

Az egyik ábra a gép összefoglaló rámáját, a szárnyak megerősítését s az azokat megmozgató emeltyű és fogantyú-rendszert, továbbá a dolgozó ember alsó lábát s az azok megett lévő kormányvezőnek a rudazatát mutatja. E szerint Leonardo da Vinci úgy gondolta magának a repülést, hogy a repülő ember a gépnek a hossz-tengelyét képező derekára reá fekszik s a két kezével a két szárnyat mozgatja. Ezen ábra mellett van egy második kicsi ábra, melyen a szárny tervezetét vázolja; e szerint tehát Leonardo da Vinci a közönséges denevér szárnyát akarta utánozni. A két ábra felett van végre egy harmadik, mely a repülő embert teljes actióban mutatja. Sajnos, hogy Leonardo da Vinci tervezetét véghez nem vitte, mibe hihetőleg nagy elfoglaltsága gátolta, mert Leonardo da Vincit éppen azon időtájt, mikor e vázlatokat készítette, Sforza milanói herceg avval bizta meg, hogy Milano vidékén a még most is létező nagy csatornahálózatot tervezze és építse.

## II.

A léghajózást négyféle uton próbálták megvalósítani; t. i. a léggömb vagy ballon, — a csavar vagy helicopter, — a lejtősík vagy aeroplan, — végre a madárszárny vagy orthopter segélyével.

A léggömb hamar elvesztette gömbi alakját, mert mindjárt kezdetben észrevették, hogy a tojásalak czélszerűbb mint a gömb. S jelenleg csak azon léggömb kap gömbalakot, melyet mulattatásból eresztenek fel; komolyabb célokra inkább a tojás- vagy még helyesebben a szivar-alakot kapja. Montgolfier melegített levegővel, — Charles nemsokára rá hydrogen-gázzal, — Green pedig a légszuszvillágítás óta gázzal töltötte meg a ballont. A vérmes remények, melyek eleinte Montgolfier találmányához fűződtek, csakhamar meghiusultak, noha a felmerült fogyatkozásokon folyton javítottak, hogy minő sikerrel, azt később látandjuk.

A propeller-csavar-rendszerű repülő gépet csak kis mintákban próbálták meg. Az első, de Pouton d'Amecourt-féle, állott volt két egymás alatt egy közös vertikális tengelyen alkalmazott, de ellenkező értelemben megforgatott propellerből, melyeket egy kis gőzgépecske forgásba hozott. A két propellernek kellett volna saját súlyán kívül a gőzgépecskét is felemelnie; a mi azonban a kísérletnél nem történt, sőt miután a forgás meggyorsítására a gőzgépet

erősebben fütötték, a kicsiny gőzkazán szétrobbant. A második minta Forlaminitől van; itt a két propeller már tetemesen nagyobb, azonban a gőzgép által megforgatott két propeller nem emelte fel a mintát, erősebb tüzelésnél pedig a két csavar szárnyai elgörbültek. Ezen rendszernek tehát ez idő szerint csak kevés kilátása lehet.

A lejtő sík — vagy helyesebben a papírsárkány elvén alapuló aeroplan — még annyira sem vitte, mint az előbbi versenytársa, mivel eddigelé még csak tervben létezik; eszméjét legjobban fogom ezen ideális photographián megmagyarázni. A gőzgép s a többi haszontéher a szerkezet közepén foglal helyet, mely az egésznek a derekát képezi, melylyel a többi alkatrész szilárdan van összekötve. Két oldalán rudak, póznák és léczek által kifeszítve tartott két sík lap van, melyeket szárnyaknak nevezhetünk; ezek a szél irányához tetszőleges szög alatt beállíthatók s ezek hordják az egész szerkezetet, midőn az a levegőbe emelkedik. Hogy pedig ez megtörténjék, e célból az egész szerkezet három kereken áll. A gőzgép gyors forgásba hoz két szélmalomkerék alakú propellert, melyek nyomása az egész szerkezetet, mint valamely szekeret a földszinén, futásba hozza; már most elképzelhető, hogy a két szárny, ha a földön való futás kellő fokot nyert, az egészet a levegőbe felviheti, mint a szél a papírsárkányt felviszi. Ez volt Henson terve, mely azonban — hála isten — csak terv maradt. A kép a szerkezetet úgy mutatja, mintha az valójában repülne.

A negyedik rendszer a madárszárny elvén alapul s áll két az egész szerkezet hossz tengelyére symmetrikus szárnyból, melyek mindig egyidejűleg s egyformán dolgoznak, továbbá szükségeltetik még hozzá egy a repülési irányt biztosító kormányező vagy fark. E rendszert sokféle módosításban próbálták meg; a legtöbb kísérlet szerencsétlen véget ért, s innét van, hogy maga a rendszer, noha alapeszméje egészen helyes, hitelét a laikus ember előtt egészen elvesztette.

Az a kérdés merül tehát most fel: hogy melyik rendszertől várhatjuk a léghajózás megfejtését? Erre a kérdésre csak úgy fogunk helyesen felelni, ha megelőzőleg azon feltételek és követelésekkel jövőnk tisztába, melyeknek az okszerűen gyakorolt léghajózás megfelelni köteles.

Ezek a feltételek a következők: 1) biztos felszállás, 2) biztos

leszállás, 3) biztos lebegés a levegőben, 4) biztos és gyors haladás egy előre kitűzött cél felé, 5) versenyképesség szél ellen, 6) a felhasznált munkaerőnek a hordképességgel való arányossága.

Az elébb felhozott négy rendszert egyenként vizsgálván, a szerzett tapasztalatok szerint a következő eredményre jutunk.

### III.

A léggömb a három első pontra nézve a feltételeknek kielégítő mértékben felel meg, feltéve, hogy a léggömb vezetője lélekjelenlétét, körültekintését és kitartását nem veszti el. Egyszóval a léggömb tapintatos vezetés alatt verticalis irányban való mozgását elég biztosan hajtja végre. De másként áll a dolog a horizontalis mozgásnál.

Sok kísérlet tétetett a végre, hogy a léggömb kormányozhatóvá tétessék. Guyton de Morveau 1784-ben azt hitte, hogy elég lesz a léggömböt kormányvezetővel ellátni; lyoni kísérletei megmutatták, hogy a kormányzó lapátjának semmi hatása sincs. A Ghittelles hercegtől anyagilag támogatott Roberts testvérek több javítást vettek célba. A kerek tekealakot a nyulánkabbar tojásalakkkal cserélték fel, a kormányvezető mellé pedig több szabadkézzel használható esernyő-alaku evezőt alkalmaztak. Az első kirándulásnál, melyen a herceg is résztvett, a kedvező szél feleslegessé tett kormányzást és evezést, csak a saint-cloudi kastélynál volt a leszállásnál egy kis baj, a léggömb ugyanis, ha a helyszínén lévő emberek a léghajóból levett kötélvéget szerencsésen meg nem ragadják, a közelben lévő szélmalom szárnyai között ha nem is épen hajótörést, de bizonyosan hajószakadást szenved. A második felszállás már nem folyt le olyan simán. Szél uram ugyanis megmutatta, hogy nem arra Buda, a merre a léghajós a legyező esernyő-evezővel intett; egyszóval a léggömb nem engedelmeskedett az evezőnek és kormányoknak.

Igen hosszadalmas lenne, ha mindazon javaslatokat, melyeknek legnagyobb része csak projectum maradt, felsorolnám, a melyek azt a hálátlan feladat megfejtését akarják elérni, hogy a léggömböt szél ellen kormányozzák. Az összes eredmény abból állott volt, hogy a léggömb annál könnyebben lesz szél ellen igazitható, mentől kisebb térfogatu a szél által talált keresztmetszete. Ezt Pétin 1850-ben akként vélte legjobban elérhető, hogy egy ballon helyett négyet tesz egymás mögé egy sorban, melyek egy külön ráházat által összekap-

esolvák. A tervezet azonban nem volt életképes, mert más szerkesztési nehézségeket nem is tekintve, a léggömbök összefoglalására szolgáló ráamazat a szilárdság tekintetéből oly tetemes súlyt repraesentálna, mely a ballonok hordképességét tetemesen apasztaná. De volt egy új alkatrész tervbe véve, mely a léggömbi hajózás terén mintegy forduló-pontot képez. A mint ugyanis a bemutatott photographián méltóztatnak látni, Pétin a ballonok mindkét oldalán két-két propellert akart alkalmazni. A négy propeller, miután Pétin csak emberi kézzel akarta megforgatni, nem birta volna az egész szerkezetet szél ellen vezetni, de ezt az eszmét ezentúl a léggömb emberei minden combinatióval hozzák kapcsolatba.

Emil de Girardin 1852-ben, mivel emberi erő nem volt elegendő a léggömböt szél ellen dirigálni, gőzgépet használt a propeller hajtására. Ime van szerencsém ezen léggömbnek a photographiáját bemutatni. A léggömb maga már sokkal nyulánkabb elődjeinél, hossza 44 méter, átmérője 12 méter; alatta van egy egész kötélrendszer, egy fagerenda (travers) felakasztva; a hátán van a léggömbig felérő háromszögalaku kormányvitorla, melyet a szükséghez képest a travers alatt lévő hajóból be lehet állítani; a hajóban van a hajósnak, a szén- és vízkészletnek, valamint a 3 lóerejű gőzgépnek a helye, mely a hajó háta megett alkalmazott három szárnyu propellert percenként 110-szer forgatja meg a tengelye körül. Az egésznek a súlya úgy volt kiegyenlítve, hogy a léggömb horderejéből még 10 kiló fenmaradt a felemelésre. A felszállás lassan, de folytonosan és egyenletesen történt; az idő kedvezvén, a léggömb a propeller játéka mellett a kormánynak tökéletesen engedelmesskedett. De fájdalom, a csavar 110 forgásánál a léggömb csak 2—3 méter gyorsaságot vett fel, a mi a ló ügetését alig haladja meg; mi a 3 lóerővel szemben elég kevés.

Girardin kísérlete, habár nem is sikerült egészen, mégis haladás volt. Nyomdokait mások követték, hol több hol kevesebb módosítással, így Giffard 1856-ban, Dupuy de Lôme 1872-ben, Yon stb.

Végre a francia kormány, okulván az 1870-iki német-francia háboru alatt tett tapasztalatokon, kezébe vette a léghajózás ügyét; Chalais-Medunban léghajózási intézetet állított fel, hol rendszeres kísérletek tétetnek. Ismeretes, hogy Renárd és Krebs francia katona-



tisztek a meduni intézetben 1884-ben egy villamosság által hajtott léggömbbel léptek fel, mely a francia sajtónak alkalmat adott vele sok port felverni; ánde az eredmények nem olyan fényesek, mint a milyeneknek a sajtó velünk elhitetni akarta. Szóljanak magok az adatok.

A ballon hossza 50·4 méter, átmérője 8·4 méter, emelő ereje 2000 k<sup>o</sup>.

Ebből fordítottott (a francia Akadémia hivatalos publicatiója szerint): a ballon és ballonette-re 369 k<sup>o</sup>; kötélzetre 127 k<sup>o</sup>; hajóra 452 k<sup>o</sup>; kormányra 46 k<sup>o</sup>; propellerre 41 k<sup>o</sup>; propeller-tengelyre 30·5 k<sup>o</sup>; electro-motorra 98 k<sup>o</sup>; közvetítő géprészekre 47 k<sup>o</sup>; villamos telep s hozzátartozókra 435·5 k<sup>o</sup>; két utasra 140 k<sup>o</sup>; — maradt tehát felesleg 214 k<sup>o</sup>, mely lomteherrel egyenlített ki.

Az első, szélesendes időben megejtett kísérlet eredményei pedig ezek valának: fel- és leszállás lassan, de egyenletesen történt, a kormánylapát a propeller játéka mellett a ballont teljesen uralta, a fordulatok legkisebb radiusa 150 métert tehetett ki. A léggömb lebegve, egyenes állását mindig megtartotta, szélben maximumban 22 foknyi hajlást vett fel. A telep 24 chromsavas elemből állott; a villanyáram erejét nem határozták meg, vagy legalább nem publikálták; az electro-motort 7·5 lóerőre becsülve (a méréséről hiányzanak az adatok), a közvetítő részek hatása 70, a csavaré szintén 70, összekombinálva tehát 49 perczentre van becsülve; — ezek szerint tehát a propeller hatása 3½ lóerő lenne. A léggömb átlag 5·5 méter gyorsaságot vett volt fel.

A következtetések tehát, melyeket ezekből az adatokból levonni lehet, nem igen fényesek. Mert ha 2000 k<sup>o</sup> összes sulyból csak 140 k<sup>o</sup>, legfeljebb (ha a lomteher is a haszontelherhez számítjuk, a mi megengedhető, mivel Renárd a 214 k<sup>o</sup> lomteher helyett három utast is befogadhatott volna) 354 k<sup>o</sup> haszonsuly, azaz ha a haszontelher-maximum csak 18 perczentét teszi az összes sulynak, ez bizonyára édes kevés.

S ha még hozzá teszszük, hogy ezen kicsi haszonsulyhoz 7·5 lóerő volt szükséges, hogy azt 5·5 méter gyorsasággal magával vigye, azaz hogy a 7·5 lóerő a 354 k<sup>o</sup> haszonsulyt csak tehervonatgyorsasággal megindítsa: akkor bizonyára ez édes kevés.

Ezen tapasztalatok szerint itélve azt lehet mondani, hogy a léggömb a vasuttal vagy gőzhajóval soha sem fog versenyezhetni.

## IV.

A csavar-szerkezetű helicopterek s a lejtősíkon alapuló äroplánok csak kisebbszerű mintákban próbáltattak meg, s még ezek sem adván kielégítő eredményt, azt hiszem, hogy nincs oly közel kilátás arra, hogy a két rendszer valamelyike használható repülő gépet nyujt. E szerint tehát még csak a madárszárny-szerkezet van hátra.

Montgolfier idejéig csakis madárszárny-szerkezet volt minden projectumnak az alapja. Sok kísérlet kárba ment, emberéletbe is került, még is évszázadokon át, ha ideig-óráig más újdonság, mint pl. 1670-ben P. Lana légüres gömbjei, merült is fel, rövid idő mulva megint visszatértek a madárszárny utánzására.

Még e század elején történt egy efféle kísérlet; Degen Jakob 1809-ben Bécsben produkálta repülő gépét, melyet photographiában van szerencsém bemutatni. Evvel nagy közönség előtt fel- és leszállt, sőt Bécsből Swechatig repült. A gép két vékony spanyolnádból készült s esernyő módjára kifeszített symmetricus szárnyból állott, melyek a nádpálczák által apró koczka alaku mezőkre voltak beosztva; minden ilyen mező egy-egy papírlappal borított be. Ha a szárnyak felemeltettek, a papírlapok megnyíltak s áteresztették a szárny fölött lévő levegőt, ellenben ha a két szárny lecsapott, ama lapok a nádpálczákhoz csapódtak, elzárván a levegő elől az átmenetet. Degen állva foglalt helyet a két szárny közt s a mozgatás akként történt, hogy a test súlyát majd a két láb talpára, majd a két tenyerére ruházta át; első esetben a szárnyak lecsaptak, második helyzetben felemeltettek. Kormányvezető vagy fark nem létezett. A szárnycsúcsok távolsága egymástól 22 láb, a szélességük 8 láb volt; a gép súlya hozzávetőleg 20 bécsi font. Más adat nincs; csak az a hír tartotta fenn magát, hogy Degen soká nem tartotta ki soha a repülést, s ha a földre leszállt, véghetetlenül ki volt merülve, miből tehát következtették, hogy a repülésnek evvel a géppel való gyakorlása valami roppant megerőltetésbe kerül.

Degen, valószínűleg azért, mert Bécsben pártfogás- és támogatásra nem talált, 1810-ben Luxemburgba s onnan 1812-ben Párisba ment. Hogy sikerült-e a kísérlete, hogy felszállt-e vagy nem, s minő eredménnyel, ezt csak a Journal de Paris-ból tudjuk meg. 1812. jun. 9-én hirdeti a francia lap nem kis reclame-mal Degen bécsi

órák eljövételét s dicséri a találmányát, melyről azt állítja, hogy a feltaláló magát vele fel fogja a levegőbe emelni s legott pár motiókat tenni s aztán megint leereszkedni; s hozzáteszi, hogy Monsieur Degen ezen géppel képes (s ez volt a hiba, a melyet Degen elkövetett, mert többet ígért, mint a mire tényleg képes volt) tetszőleges irányban, sőt még szél ellen is repülni. A hosszú cikk végén megígéri a lap, hogy az ügy közérdeküése miatt figyelemmel fogja Degen sikereit (succés) kísérni s a közönséget kimerítően értesíteni. Amde a lap épen ezt nem teszi. A cikkek sorozata igaz hogy Degen-nél s kísérleteivel foglalkozik, de ezek úgy látszik kétféle tollból erednek, úgy, hogy a zavarból nem lehet annak tiszta képét kivenni, a mi Degen bukását vagy győzelmét hirdetné. Jun. 10-ikén ugyanis a Journal de Paris egy hosszú cikkben leírja a gépet, mely szerinte elmés szerkezetű, s leírja annak a módját, hogy miként hozza Degen azt mozgásba; említést tesz, hogy Degen felszállt, de időről-időre megint lesülyedt (hihetőleg mivel Degen a megerőltetés miatt kénytelen volt időről-időre kipihenni magát, a mikor aztán a szárnyai nem csapdosták a levegőt s a repülő gép tehát ez idő alatt lesülyedt) s hosszú okoskodás után a cikket avval fejezi be, hogy Degen kísérletei »n'eut qu' un bien piètre succés.« — Jun. 12-én már becsületesen lehordja a lap Degen-t s azt mondja gúnyosan: úgy halljuk, hogy a Vaudville színházban darabot akarnak adni e czim alatt: »Vol-au-vent,« azaz »széllel repülni.«

Julius 8-án történik Degen második felszállása nagy közönség előtt, de az alkalommal nem bír Degen a szél ellen megküzdeni. Végre október 4-én teszi a harmadik productióját a Mars mezőn roppant nagy népség, többnyire csőcselék előtt, mely, a hirlap jelentése szerint, elégedetlensége miatt a rendet annyira megzavarta, hogy a policziának kellett közbelépnie. Hogy hová került aztán Degen, mit mivel, mi történt a gépevel, minderről semmi hir sem maradt fenn. A dolog egészen feledékenységbe ment.

Ennyi az egész, a mit Degenről mondani lehet. Hogy fel nem szállt volna, az nincs mondva sehol, a jelentések csak azt állítják, hogy Degen szél ellen nem tudta magát tartani. Dupuis Delcourt egyik memoire-jában azt mondja Degenről: hogy kísérlete nem egészen sikerült; gépe elmésen van ugyan kigondolva, de még hiányos (imparfaite).

Ebből tehát kitűnik, hogy Degen primitív szerkezetű gépével teljes sikert nem aratott. De daczára, hogy tényleg felszállt vele több helyen s több ízben, a nyakát nem szegte, mivel ha ez megtörténik, a fama bizonyára nem késett volna a gyászhiert megörökíteni.

Degen tehát az első, ki mesterséges madárszárnyakkal élete kockáztatása nélkül felemelkedett a levegőbe. Ámde ezen ténnyel szemben áll a rendkívüli erőmegfeszítés, melyet Degen mint ember soká nem bírt kitartani.

A második kísérlet Londonban tétetett 1860-ban Kaufmann pályázati modellumával, mely a fecske utánzata akart lenni. A londoni léghajózási társulat ugyanis pályadíjat írt ki a legjobb repülő gépre, legyen az akár léggömb, akár csavar, akár sárkányforma, akár madárszárny. Kaufmann gépe 50 lóerőre volt tervezve, 3175 k<sup>0</sup> összes súlyra s a feltaláló azt akarta vele elérni, hogy a gép az ember akarátja szerint akár mint szekér a szárazföldön, akár mint hajó a vizen, akár mint mesterséges madár a levegőben dolgozhassék; mi végre tehát háromféleképp volt felszerelve. A beküldött modellum szárazon és vizen jól megfelelt, de mikor a szárnyakat megindították, a gép nem emelkedett fel a levegőbe, sőt erőltetett tüzelésnél az erősebben csapdosó szárnyak letörtek. Ez a projectum tehát fiascót csinált.

## V.

Ha ezek után az adatokat összehasonlítjuk, a következő végeredményre jutunk.

A léggömbnél a verticalis mozgás kielégítő, a horizontalis mozgás nem kielégítő, mert a gyorsaság alig éri el a tehervonatgyorsaságot; erősebb motort pedig már nem lehet adni, miután a jelenleg Renárdtól használt motor a léggömböt már is annyira megterheli, hogy a haszonsúlyra alig marad még valami. Különben pedig a haszonsúly az összes teherhez, valamint a motor erejéhez képest egészen aránytalan.

De másfelől nem lehet tagadni, hogy a léggömb habár csekély, de mégis némi eredményt tud felmutatni.

Másként áll a dolog a helicopter és aëroplanra nézve. Habár elvben helyesek is, de gyakorlatilag nem állották ki a próbát. Igaz, hogy eddigelé csak minták próbáltattak meg, de ha ezek egészen

sikertelenek maradnak, ki érzi magát indíttatva tőlük azt várni, hogy nekünk olyan repülő gépet adjanak, mely a léggömbbel versenyezhetne?

A madárszárny-szerkezetnél a tapasztalat Degen példáján okulva azt mutatja, hogy a verticalis mozgás felette nehéz; a horizontalis mozgásra nézve Degen nem ért el egészen kedvező eredményt s ez az egyetlen egy kísérlet, melyre támaszkodhatunk. A többi kísérlet vagy nem sikerült, vagy oly régi időben történt, melyre élő ember már nem emlékszik, a történelem feljegyzései pedig oly rövidek, hiányosak és tökéletlenek, hogy az általuk megörökített eseményről a tényekre vonatkoztatásokat tenni már nem lehet.

E szerint a madárszárny ügye nagyon gyenge lábon állana, ha a természet a madárban nem nyújtana bizonyítékot arra nézve, hogy a repülés eszméje ezen az úton valósítható, mert a természet maga ezen a módon már tényleg valósította is.

Ámde ha a repülés eszméjét szárnyak segítségével akarjuk valószínűsíteni, akkor a conditiókat is kell teljesítenünk, melyekhez a szárnyal való repülés fűzve van. Ezek a conditiók képezik a madárszárny mechanikáját.

Degen megtette a kísérletet; eljárása nem volt egyéb, mint vaktában való próbálgatás. Belső sejtelmiei sugallták, hogy ha két szárnyat készít s azokkal csapdos, a csapdosás őt fel fogja emelni a levegőbe, tehát lebegni fog; ez volt a vezérelve s a többire nézve a német közmondásban bizott: »kommt Zeit, kommt Rath.« De fájdalom a közmondás ez egyszer megtagadta a szolgálatot. Degen gépet szerkesztett magának s annak oly szerkezetet adott, mely belső sejtelmeit leginkább megközelítette. Ámde az egész ismét vaktában való tapogatódzás volt, mert nem ismerte a madárszárny mechanikáját. Nem csoda tehát, ha a kísérlete is olyanformán sikerült.

Ezt ugyan Degennek nem lehet felróni, mert nincs oly találmány, mely rögtön teljes tökéletességben jött volna létre. A tengeri hajó szerkezete tökélyesítése évszázadokat vett igénybe. De hiba úgy Degen, valamint a kísérleteit kísérő közönség értelmesebb rétegei részéről, hogy azokból nem vontak oly következtetéseket, melyek az eszme kivételét javították, tökélyesítették volna. Még arról sem gondoskodtak, hogy a kísérleteket hiteles és kimerítő adatok örökítsék meg. Így pl. nem tudjuk Degen testsúlyát, nem tudjuk, hogy hány

s mekkora csapásokat vitt véghez a szárnyaival perczenkint. Ha ezek és hasonló adatok fenmaradtak volna, most utólag lehetne utána számítani, hogy milyen munkaerőbe került neki a felszállás s milyen módosítások kívántatnak a találmánya javítására. Minderről nem gondoskodtak s így természetes, hogy Degen kísérlete elveszettnek tekintendő.

A repülést szárnyal elérni olyan gondolat, mely majdnem minden ember eszében megfordul. Voltak a kik megpróbálták, de sikertelenül, s a körülmény egészen discreditbe hozta az eszmét. A sikertelenség azonban abban leli a magyarázatát, hogy mi még nem ismerjük a madárszárny működését, vagy tudományosan mondva — a mechanikáját. Ezt már régóta átlátják, s innét van, hogy akadtak, a kik hol tapasztalati, hol elméleti úton a szárny mechanikáját tanulmányozták.

Érdekes azon eljárás, melyet Marey párisi tanár használt a rovar- és madárszárny repülésének a tanulmányozására. Készüléke, melyet ime photographiában van szerencsém bemutatni, áll egy kis dobból, melynek két lapja gummi-hártyával van elzárva. A megvizsgálendő természetes vagy mesterséges szárnyak jobbra-balra úgy vannak alkalmazva, hogy kis emeltyü-karocskával a gummihártyára nyomást gyakorolnak, mi az által éretik el, hogy a két szárnyat a dobhoz erősített egy-egy aczélrugó felfelé nyomja. A dob belseje communicációban áll a photographián látható csövek által, melyek részben, később megértendő okokból, gummiból készültek, egy kis légszivattyúval, melynek köldökrudját a mellette látható korong forgantyuja megmozgatja, a korong pedig a mellette lévő lendkerék által nyeri a forgását.

Ha a lendkerék ugyanis a korongot gyors forgásba hozza, akkor a köldökrud az utóbbinak minden forgásánál egy-egy lökést tesz. A levegő a szivattyuban, csövekben és dobban, tehát a köldök minden játékánál majd megsűrűdik, majd megritkul. Első esetben a nagyobb légnyomás a dob hártyáit kidomborítja, második esetben pedig, mert a levegő belső nyomása kisebb mint a külső, a két hártya behorpad. Már most megérthető, hogy a két szárny az alattok lévő rugók által nyomtatván, kénytelen a hártya játékában résztvenni. A két szárny tehát a szivattyú játéka alatt repdesni kezd.

A kísérlet célja volt a repdesés mechanikai hatását tanulmá-

nyozni; Marey a dobot e végre egy kétkaru emeltyü egyik karvégére alkalmazta, melynek belseje egyszermind kommunikáló csőnek szolgált; az ellenkező emeltyü-karon ide-oda mozgatható ellensúly alkalmaztatott. Ha ezen ellensúly nyugalomkor egyensúlyba hozatott az átellenben lévő dobbal, akkor mihelyt a szárnyak a szivattyu játéka mellett repdesni kezdtek, az egyensúly megzavartatott, az ellensúly ugyanis lesülyedt. S már most pontosan lehetett a hatást megmérni.

Mivel a szárnyak repdesése nemcsak emelést, de talán még horizontalis mozgást is előidézhethet, Marey, hogy ezt a hatást is tanulmányozhassa, amaz emeltyü-kart úgy illesztette rá a verticalis oszlopra, hogy a körül mint tengely körül foroghasson. S csakugyan mihelyt a szivattyú dolgozni kezdett, a készülék is meglehetősen gyorsasággal forogni kezdett; jeléül annak, hogy a rovarszárny repdesésével nemcsak emelést, de horizontalis mozgást is idéz elő. Igen messze vezetne, ha Marey további kutatásaiba mélyebben bele bocsátkoznám.

Egészen más úton haladott Prechtl néhai bécsi műegyetemi tanár, ki meglehet Degen kísérletei által ösztönözve, originalis módon fogta fel a dolgot. Még 1809-ben Triestbe jött, az ott megnyílt reál- és hajós-iskolát (melyből később a még ma is fenálló tengerészeti Akadémia fejlődött) szervezendő. Magam is voltam Triestben s akárhányszor volt alkalmam másodemeleti lakásomból a csüllök, sirályok s egyéb vészmadarak merész repkedéseit a bősziült tenger hullámai fölött megbámulni. Prechtl is úgy járt, csak hogy még tovább ment; távcsővel figyelte meg a madarakat repülés közben, s ha szerét tehette lelőtte, megmérte az állat súlyát, a szárnyak hosszát, szélességét s a test többi részeit, sőt még tovább ment: felboncolta a test belsejét s átvizsgált még minden izmot is, mely a szárnyak mozgására közreműködik; ezen az úton igen érdekes adatokat gyűjtött, s ezekre támaszkodva megpróbálta a szárny mechanikáját elméleti úton fejtegetni. Tanulmányai eredményét végre 1849-ben közre adta: „Untersuchungen über den Flug der Vögel“ czimű munkájában.

Prechtl kétségkívül úttörő ezen a téren. Kitűnő matematikai ismeretek által támogatva oly fejtegetéseket publikált, melyek még most is mintaszerűek. Sajnos, hogy számításait be nem fejezte, s hogy a 48/49-iki események, melyek őt Bécsben mint első műegyetemi rectorot lepték meg, erejét megtörték. Számításai befejezetlenek maradtak.

VI.

Nehezemre esik tovább folytatnom, s ha szerét tehetném, kerülném, mert saját igénytelen személyemről kell szólanom. Nem szívesen teszem. De ha már benne vagyok, s miután azt hiszem, hogy e téren tovább haladtam mint mások, kötelességem ezt is érinteni.

Sokan lesznek, kik a kérdést fogják felvetni: mi birt engem arra, hogy épen most a léghajózásról szóljak? — Megbocsátják hogy tettem, de magam is részes vagyok benne. Nem csak ma, vagy tegnap óta jöttem e témával érintkezésbe; több mint 30 éve, hogy vele foglalkozom. Ily hosszú idő alatt rajta voltam mindazt olvasni, tanulmányozni, mit mások irtak és tettek e téren. De ez nem mind, mit magamról mondhatok. Miután az a mit mások irtak, sem kimerítő, sem kielégítő nem volt, magam próbáltam a hézagokat kipótolni, a hiányokat kiegészíteni. Hogy mi birt engem erre — megmondom.

Hazánk szabadságharcza engem is a honvédek sorába vitt. Mint honvédtüzér Mészáros Lázár táborában nagyobbára szabad ég alatt töltöttem el könnyű honvédattilában, minden köpönyeg és szűr nélkül a kemény 48/49-iki telet. Ennek hatása nem maradt el; typhusba estem. Szerencsésen átesvén rajta, mint táborigazgatóra nem képes reconvalescens Nagyváradra kerültem; a tüzérfőparancsnokságnál Lukács alatt nyertem alkalmazást. Ott üres óráimban sokszor volt alkalmam az ablakra kikönyökölve a röppentyűsök magyarázatait az ujonezok betanításánál meghallgatni: hogy hogyan veszélyezteteti a röppentyűs életét az a fatális pálcza, mely nélkül rakétát röpiteni lehetetlen, mert különben röpiránya egészen bizonytalan lenne.

Mikor Világosról távozván, több heti bujdosás után osztrák kézre kerültem, besoroztak közkatonának; a Sappeur-karhoz osztottak be. Onnan, a mint idővel használhatóságomat észrevették, a Genie-Akadémiába küldöttek katonai kiképeztetés végett, melyből végre mint Genie-Truppen-hadnagy léptem ki. Nehezebb feladat volt akkor havi 33 forint fizetés mellett hadnagy lenni mint manapság. A pénzhiány kényszerített otthon maradni s ha nem is lett volna már úgy is hajlamom a tudományokhoz, az unalom kényszerített volna valami hasznosra adni magamat. Ekkor visszaemlékezvén nagyváradai röppentyűseimre, azon kezdtem tételődni, miként lehetne azt



a röppentyűs életét veszélyeztető pálczát nélkülözhetővé tenni; rájöttem a forgó röppentyű eszméjére. Nehéz tanulmány volt; mert olyan testnek az útját kellett kiszámítani, mely útjában tömegeből folytonosan veszt, tehát súlypontját folytonosan, habár végtelen kevéssel is, változtatja, s ez az, a mi a problema megfejtését nehezíti. Majdnem három évig dolgoztam rajta. Ez volt az első gyümölcse azon nemes galyaknak, melyeket buzgó tanárain annak idején reám oltottak. Végre 1856-iki év tavaszán tanulmányaim eredményét egy memoire-ba összefoglalva a szokott „hivatalos úton“ felterjesztettem.

Lépésem roppant hatást tett. Épen akkor történt, hogy kormányunk, meglehet Giffard párisi kísérletei által ösztönözve, a bécsi Genie-Comitée-t megbizta: tegyen tanulmányokat a léggömb kormányozhatóvá tétele iránt. A Genie-Comitée intéző emberei a megbírálás végett hozzájuk került memoire-om szerint ítélve, kutatói tehetségre következtetvén, alkalmasnak vélték engem a léggömbi kísérleteket megtenni. A megtisztelő, kitüntető meghívást azonban elvi okokból nem fogadtam el, kijelentvén, hogy miután a léggömb nagy felületénél fogva meggyőződéseim szerint mindig a szél pródája marad, nagyon lekötelezve fogom érezni magamat, ha engem egy hálátlan feladat alól felmentenek. Többszöri ide-oda írás után, mely alkalommal az eszme tarthatatlanságát nemcsak elvi szempontból, de rövid számításban is kimutattam, a dolog abba maradt. Ez hozott közelebbi érintkezésbe a léghajózás eszméjével.

A dolog szeget vert a fejembe. Habár meggyőződéseim helyes volt és a Genie-Comitée emberei nézeteimet utóvégre elfogadták, még sem voltam képes a kérdésre felelni: miféle módon kell vagy lehet tehát a léghajózást realizálni? Belső sejtelmem a madárra utalt; de ez eleinte csak sejtelem volt, a megoldás mikéntjéről még fogalmam se volt. Nem nyugodtam. Kezdetben saját erőmre voltam utalva, kutatásaimnak csakhamar voltak sikerei.

A repülés problémája három kérdésre redukálható: Mekkora legyen s milyen formát adjunk a szárnynak? Melyek az állhatóság feltételei a lebegésnél? S milyen arányban álljon a lebegő szerkezet súlya a gép erejéhez? A többi kérdés mind csak mellékes dolog. A két első kérdést hamar fejtettem volt meg; a harmadik azonban felette nehéz, megfejtésén sok éven át fáradoztam, s épen ez az, a melylyel még senki, még

magá Prechtl sem foglalkozott volt. Azonban e harmadik kérdés sikeres megoldását meg se várván, miután 1861-ben a magy. tud. Akadémia tagjának választott, számításaim eredményét 1862-ben „a madárszárny erőszete“ című székfoglaló értekezésben kezdtem közre adni. Megvallom, merész vállalat volt ez a harmadik kérdés megfejtése előtt; mert épen ez a harmadik kérdés képezi a madárszárny mechanikájának sarkpontját.

A repülés bizonyos törvényeknek van alávetve. A madár ösztönszerűleg követi őket, s a ki repülni akar, köteles, hogy respec-tálja; mert a ki megszegi, fejét koczkáztatja. Sok kísérlet csak azért nyert szomorú véget, mert akarva nem akarva figyelmen kívül hagyta. A törvényeket tehát ismernie kell annak, a ki repülni akar. A természet azonban oly mélyen rejtette el a törvényeket a titkok homá-lyába, hogy az ember évezredek óta hiába fáradozik azokat kiku-tatni; ámde a törvényeket lehet lefejtani s matematikai formulákban összefoglalni. Igen messze vezetne, ha most számításokba bocsátkoz-nám, de általános áttekintést adhatok azon tünetek lefolyásáról, me-lyek a repülést kísérik.

A madár, ha repülni akar, szárnyaival repdes. Minden repde-sés bizonyos időt vesz igénybe és két egymásra következő actióból áll; az első passiv, a második activ természetű. A passiv actió abból áll, hogy a madár mindkét szárnyát felemeli; az activ actió megint abból áll, hogy a madár mindkét szárnyával a nyugvó levegőre le-csap. Nevezzük az első actiót felemelésnek, a másodikat lecsapásnak. Az idő, melyet a madár egy egész repdesésre fordít, eloszlik bizo-nyos arányban a felemelés és lecsapás közt.

A repülés végrehajtása követeli, hogy a levegő ellenállása, melyet a szárnyakra gyakorol, a felemelésnél lehetőleg kicsiny, a le-csapásnál lehetőleg nagy legyen. A cél elérése nemcsak a szárny alakjától függ, hanem a belső szerkezetétől is. A természet a végső-ségig ment, olyan organikus szerkezetet adván a szárnyak, hogy a madár, a mikor akarja, vagy a mikor a szükség parancsolja, azt majd összehúzza, majd megint kifeszítheti. Ilyen berendezés ké-pessé teszi a madarat a levegőnek a szárnyakra gyakorolt ellenállá-sát a szükséghez képest szabályozni; s ennek alapján kimondhatjuk az axiomát: hogy a szárny a felemelésnél vagy semmi, vagy csak elenyésző kis ellenállást tapasztal a levegő részéről.

Hogy most a repdesés alatt fejlődő hatás iránt tájékozást nyerjünk, vizsgáljuk a felemelést kísérő tünetek lefolyását. Miután a levegő a felemelésnél ellenállást nem gyakorol, hatást sem fejthet ki. Miután a szárnynak hatása nincs, támpont sincs, melyre a madár testiségét támaszthatná. Ennek a természetes következése tehát az, hogy a madártest a soha sem szünetelő gravitációnak engedelmeskedve, a súlypontja függélyesében lefelé kezd esni. A szabad esés eltart mindaddig, míg a szárny felemelése véget nem ér; s az esés oszlopmagassága függ a szárnyfelemelés idejétől. Ezt tudván, vizsgáljuk a lecsapás lefolyását.

Ha a szárny a legmagasabb állást, melyet a madár neki adni akart, elérte, megkezdí a lecsapást. E végre kiterjeszti a madár a szárnyát s egyenletesen gyorsuló mozgással forgatja lefelé. A levegő mindkét szárnyra fölfelé tartó nyomást gyakorolván, a nyomás a madártest súlyával egyensúlyba igyekszik helyezkedni. Ha a nyomás elegendő, akkor a madár visszaszáll a régi magasságra, melyet a szárny-felemelés megkezdésekor elfoglalt volt; ha a nyomás még nagyobb, akkor a madár a nagyobb nyomás következtében még magasabbra fog szállani, úgy, hogy a lecsapás végén magasabban lesz, mint volt a szárny-felemelés kezdetén; ha pedig a nyomás nem elegendő, akkor a madár az esés által elvesztett oszlopmagasságot csak részben fogja visszanyerni: a madár ugyanis a lecsapás végén nem éri el azt a szintvonalat (niveau), melyet a szárnyfelemelés kezdetén elfoglalt volt. A lecsapás erejétől függ tehát felszállás, lebegés és leszállás.

E mellett kétféle munkáról van szó; az egyik passiv, a másik activ természetű. Mivel a madártest a szárnyfelemelésnél bizonyos oszlopmagassággal szabadon esett, világos, hogy a gravitáció bizonyos munkát végzett, ezen munka passiv. Mivel a madár szárnyait lecsapja, a lecsapásnál munkát végez s ezen munka activ. A madár akkor lebeg, ha a szabadesés passiv munkája a lecsapás activ munkájával egyenlő. Minden más esetben a madár fel- vagy leszáll, a szerint, a mint az activ munka vagy nagyobb vagy kisebb a passiv munkánál. Ebből áll a repülés titka.

Ámde a két munka, melyet a szabadesés és a szárnycsapás végez, nem meríti ki még a tárgyat. Bár mit akarjon is a madár a szárnyai repkedéseivel elérni, annyi bizonyos, hogy a madár az előbbi

két munkán kívül még egy harmadikat is kénytelen elvállalni. A madár ugyanis, mielőtt a lecsapást megkezdi, kénytelen azt előbb felemelni. A felemelés munkába kerül; mert a szárny anyagból áll, s ezen anyag súlypontja (legyen a szárny akár összehúzva, akár kifestítve) a szárny forgási tengelyén kívül van elhelyezve; ha tehát a madár a szárnyat föl akarja emelni, kénytelen a tömegét a tengely körül forgatni. Már most világos, hogy a tömeg a forgásnak tehetetlenségi nyomatékával ellen fog állani. S az ennek legyőzésére megkívántató munka tehát azon harmadik munka, a melyről előbb említést tettünk. Bármilyen nagy vagy kicsiny legyen is ezen tehetetlenségi munka, annyi bizonyos, hogy a madár még ezt a munkát is kénytelen végezni. S most nyílik meg előttünk a láthatár.

Ha a madár a szárnyát majd felemelve, majd lecsapva repül, háromféle munka fejlődik. Ezek közt áll a szabadesés munkája a testi súlylyal, — a lecsapás munkája a szárny nagyságával és formájával, — végre a tehetetlenségi munka a felemelésre váró szárny tömegével kapcsolatban.

A szabadesés és lecsapás munkái határozzák meg a verticalis mozgást.

A tehetetlenség és lecsapás munkái megint adják meg a repülésre fordítandó összes munkát.

De ne higye senki, hogy evvel a problema most már meg volna fejtve: a megoldástól még igen messze vagyunk. A három munka közt a szabadesési és tehetetlenségi munkák ellentmondanak egymásnak, a mit az egyik követel, megtagadja a másik, s a mi ennek előnyére van, hátránya a másiknak. Tegyük fel, hogy a lecsapás munkája adva volna, akkor, hogy a felszállás mentől erélyesebb legyen, szükséges volna, hogy a szabadesés munkája mentől kisebb legyen; ezt elérjük, ha a felemelési időt kisebbítjük. Ámde mennél kisebb a felemelés ideje, annál nagyobb a tehetetlenségi nyomaték, tehát annál nagyobb a munkája is. Ebből következik, hogy a szabadesési munka kisebbítése a felemelésnél nyilvánuló forgási munkát növeszti s ennél fogva növesztetik az összes munka, melyet a madár a repülés kivitelére fejleszt. Ezen ellenmondás nehezíti a megfejtést, melyet csak úgy érhetünk el, ha más elv után nyulunk.

Ha a természetben körültekintünk, mindenütt a takarékoság elvét látjuk alkalmazva; nem szenved kétséget, hogy a madár repü-

lése is a takarékoság elve szerint van berendezve. Ezen elvből kiindulva, két út nyílik meg előttünk, a szerint, a mint vagy a testi súlyból, vagy az összes munkából indulunk ki. A madárnak ugyanis van bizonyos testi súlya s képes bizonyos munkát végezni a két szárnyával. S már most vagy úgy lehet a feladatot megfejteni, hogy a repülési munka az adott testi súlynál minimum legyen; vagy még úgy is lehet megfejteni, hogy a testi súly az adott repülési munkánál maximum legyen. Akármelyik úton haladunk, az eredmény mindig ugyanaz. Én az elsőt választottam.

A számítás menete igen tekervényes, a benne előforduló szebbnél-szebb fordulatok miatt; mert két egymással ellentétben álló követelésnek a kiegyenlítéséről van szó s oda kell törekedni, hogy a szó betű szerinti értelmében — a káposzta is megmaradjon s a kecske is jóllakjék, azaz, hogy a levegőbe való felemelés sikerüljön természetfeletti megerőltetés nélkül. Végre az eredmény a következő:

1) a szabadesés és tehetetlenség munkái közt benső összfüggés áll fenn; szorzatuk ugyanis ugyanazon szerkezetre nézve mindig ugyanaz. Ha az egyik közülök ismeretes, a másikat ki lehet számítani.

2) A felemelés és lecsapás idői közt ismét benső összfüggés létezik, a szorzatuk ugyanazon szárnyszerkezetenél ugyanis megint ugyanaz és állandó. Ha az egyik közülök ismeretes, a másikat aztán az első szerint ki lehet számítani.

3) Az összes munka, melyet a repülés igénybe vesz, három constanstól függ. Az egyik constans a felemelendő súly; a második constans függ a szárny nagyságától és görbülésétől; a harmadik végre függ attól, hogy mennyi anyag és miképen van az a szárnytestben elhelyezkedve.

4) Az összes munka csak akkor minimum, ha ezen három constans közt bizonyos arányosság áll fenn.

5) A felemelés és lecsapás idői közt bizonyos állandó arány létezik, mely arányosság csakis a szárny alakjától s az anyaga elhelyezkedésétől függ, s a repülő madár összes testi súlyától egészen független.

A munka minimuma kubikus egyenletre vezet, utolsó tagja nemleges volta positiv realis gyököt jelez; másik két gyöke (miután vagy nemlegesek vagy képzetesek) nem használható. Ezen kubikus egyenlet megadja a szabadesés munkáját. Ebből ki lehet számítani

a felemelési időt, ebből a lecsapás idejét, végre a két időből a felekező forgatási és lenyomási munkákat s végül az egész munkát.

Támaszkodva ezen számításra, az a kérdés veti fel magát: vajjon képes volna-e az ember egy kellő szerkezetű gép segítségével maga magát a levegőbe felemelni? Már sokan voltak, kik azt megpróbálták, s a történelem több oly esetet örökít meg, mely a Degenét kivéve, mindannyi nem csak hogy rosszul végződött, de a kísérletezőre nézve végzetes kimenetelű is volt, úgy, hogy a balvélemény a feladatot már a lehetetlenségek közé számítja. Pedig a dolog nem lehetetlen.

Sajnos, hogy sem Degen, sem bámulói vagy ellenfelei közt egy sem akadt, ki arról gondoskodott volna, hogy kísérleteiről lehetőleg pontos és kimerítő adatokat tartott volna fenn. A gép nagyságát és súlyát ismerjük ugyan, de ezen kívül semmit. Ha tudnók legalább azt, hogy hány szárnycsapást tett másodpercenként, és hogy a felemelési és lecsapási idők egyenlők vagy különbözők voltak-e, vagy ha tudnók, mennyi megerőltetést (mekkora munkát) kellett kifejtenie, hogy lebegve maradjon; de mindezt nem jegyezték fel, s így utólagosan sem lehet a kísérletet számszerűleg controllálni.

Hogy annyi kísérlet nem sikerült, igen természetes, sőt bámulatos volna, ha ezek közt csak egy is sikerült volna. Mert a sikeres repülés oly feltételektől függ, melyeket úgy a priori minden számítás nélkül tudni nem lehet, a posteriori pedig sehogy sem lehet felismerni. A ki pedig a feltételek csak egyikét is megsérti, fejével lakol.

A számítás, melylyel közönségesen a repülő-gép lehetetlenségét akarják bebizonyítani, nem helyes. A repülő-gép ellenesei abból az eszméből indulnak ki, hogy a lebegéshez annyi munka szükségeltetnék, a mennyi szükséges egy bizonyos terhet másodpercenként  $15\frac{1}{2}$  bécsi láb, vagy 4·9 méter magasságra emelni. Ezek véleménye szerint egy lóerőnyi munka csak 15·3 kilót volna képes lebegve tartani, a mi nem áll. Mert vegyük például a parlagi sast, melyet Prechtl megfigyelt, s aztán lelővén, megmért és felbonczolt. A madár élő súlya 6 bécsi fontot tett ki, s az állat lebegve másodpercenként 1·744 szárnycsapást végzett. Ez a madár a fenti számítás szerint 0·22 lóerőt fejtett volna ki, a mi lehetetlen. Mert ha másodpercenként 1·744 csapást tett, egy csapásra 0·57 másodperc esik, ebből (a legkedvezőtlenebb esetet tévén fel) a fele részét a felemelésre, a

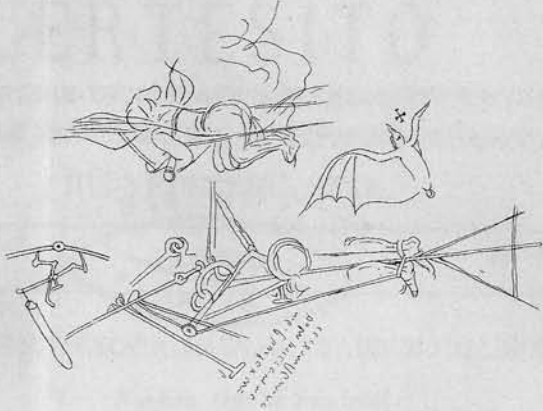
másik fele részét a lecsapásra számítván, esik a felemelésre 0·28 másodperc. A szabadesés ideje egyenlő a felemelés idejével, következik tehát, hogy ezen sasnál a szabadesés nem 1, hanem csak 0·28 másodpercig tartott, az esés oszlopmagassága tehát nem tett 4·9 métert, hanem csak 0·734 métert, ennél fogva egy lóerő (ugyanazon viszonyok alatt mint ama sas) nem 15·3, hanem közel 102 kilót volna képes lebegve tartani.

Ne mondja senki, hogy ez a számítás nagyon vérmes színezetű kedvező alapon áll, mert én a legrosszabb esetet tettem volt fel, a mikor ugyanis a madár a szárnyát ugyanazon gyorsasággal emeli fel, mint a melylyel azt lecsapja; a mit a madár csak akkor tesz, ha életveszélyben forog s nyakra-főre menekülni akar. A ki azonban madarat távolból figyel meg, meggyőződhetik, hogy az állat a szárnyát rendszeren sokkal gyorsabban emeli fel, mint a hogy azt lecsapja. A felemelés ideje tehát kisebb mint a lecsapás ideje. Ha úgy, mint Prechtl tett, a lecsapási időt háromszor nagyobbnak számítjuk, mint a felemelési időt, akkor az előbbi 0·57 másodpercből csak 0·14 másodperc jutna a felemelésre; az esés oszlopmagassága tehát csak 0·184 métert tenne, s egy lóerőre majdnem 407 kiló teher esnék.

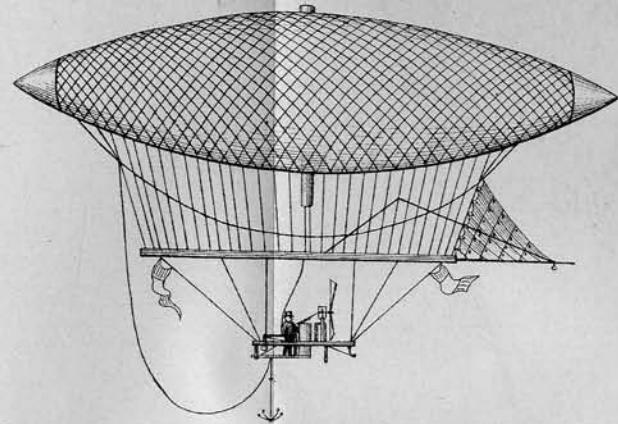
Noha Degen kísérletei egészen elvesztek, megpróbáltam a hiányos adatok alapján a számítást megejteni. Az eredmény az, hogy az ember képes saját erejének túlfeszítése nélkül magát a levegőbe felemelni.

Eddig csak a felszállás lehetőségéről volt szó. Mit mondjak a horizontális mozgásról? A madár mutatja, hogy mit várhatunk e tekintetben. Ha a galamb lokomotív gyorsaságot képes elérni, miért ne volna az ember képes ennél még nagyobb gyorsaságot elérni. A tapasztalás mutatja, hogy a madár gyorsasága a nagyságával növekedik, ezt bizonyítja legalább a kondor, mely nem ritkán felkeresi a pyrennei havasokat s a messze útat a délamerikai Andesekből egy nap alatt teszi meg.

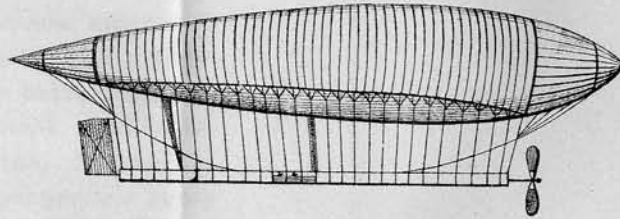
1. abra.



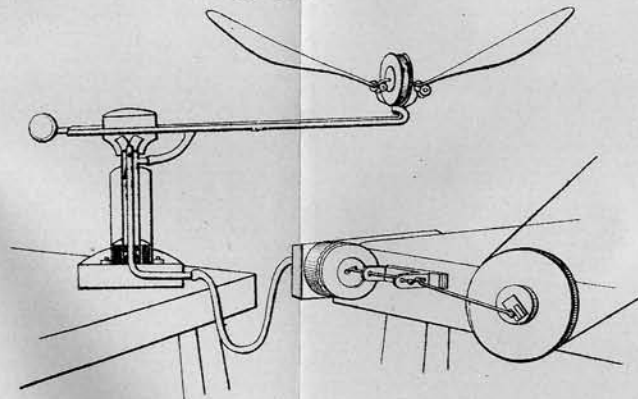
2. abra.



3. abra.



5. abra.



4. abra.

