

MTA
KIK



0 00005 16637 4

PHISIKAI JEGYZET
GYÓGYSZERÉSZETHALLGATÓK SZÁMÁRA

BÁRÓ EÖTVÖS LORÁNT DR.

ELŐADÁSAI NYOMÁN

ÖSSZÉALLITOTTÁK

LÉGRÁDY ERZSÉBET DR. ÉS WEBER DEZSŐ DR.

MÁSODIK KIADÁS

BUDAPEST,
PÉNZINTÉZETI ÉS IRODAI FELSZERELÉSEK MŰINTÉZETE R.-T.

1907.

Á T T E K I N T É S.

| <u>Moegástan. Erőtan. /Mechanika/.</u> | <u>Oldal.</u> |
|--|---------------|
| Moegás. Mérés. | 1. |
| Mértékegységek /G.G.S./ | 4. |
| Időmérés | 4. |
| Esés | 5. |
| Sebesség | 8. |
| Ingamoegás | 10. |
| Hajítás | 11. |
| Körmoegás | 13. |
| Moegás törvényei | 13. |
| és visszahatás | 14. |
| Newton formulái | 15. |
| Moegás mennyiség | 15. |
| Erők összetétele. Egyensuly | 17. |
| Forgó moegás | 19. |
| Munka | 19. |
| Egyszerű gépek | 21. |
| Sulypont | 23. |
| Mérleg | 25. |
| Absolut mérlegelés | 26. |
| Relativ mérlegelés | 27. |
| Halmazállapot | 29. |
| Szilard testek | 30. |
| Megnyujtas | 32. |

| | Oldal. |
|--|--------|
| Csavarás | 33. |
| Surlódás, nyomó erő, nyomás | 34. |
| Cseppfelyős testek | 35. |
| Nyomás a folyadék belsőjében | 38. |
| Vízszintes vizeszlep egyensúlyi helyzete | 39. |
| Felhajtó erő | 41. |
| Archimedes elve | 41. |
| Cappilaritas | 44. |
| Légnemű testek | 47. |
| Mariotte- Boyle törvénye | 50. |
| Ritkító és sűrítő szivattyúk | 51. |
| Légneműek mérése | 53. |

H Ő T A N.

| | |
|--------------------------------|-----|
| Hőmérő | 58. |
| Hőmérséklet | 60. |
| Izetrop, anizetrop testek | 61. |
| Olvasás | 64. |
| Diffusio. Párolgás. Ferrás | 68. |
| Calorimetria | 71. |
| Fajhő | 73. |
| Gőzképződés. Leccsapódás | 75. |
| Nedvesség | 78. |
| Hőkezeletta chemiai változások | 79. |
| A hő mechanikai æquivalense | 80. |

| | Oldal. |
|-----------------------------------|--------|
| Gőzgép | 82. |
| <u>M Á G N E S S É G.</u> | 83. |
| Declinatio. Inclinatio | 86. |
| <u>E L E C T R O M O S S Á G.</u> | 87. |
| Vezetők, szigetelők, Electreskep | 88. |
| Electromes sűrítés | 90. |
| Influencia | 91. |
| Electromes kisütés | 92. |
| Érintkezési electromosság | 93. |
| Polarisatio | 96. |
| Állandó elemek | 97. |
| Accumulater | 98. |
| Electromes világítás | 98. |
| Electromes áram hőhatásai | 99. |
| Electromes áram mágneses hatásai | 101. |
| Electromes polarisatio. Inductio | 103. |
| Tlepho. Mikropho. | 104. |
| Transmissio | 105. |
| Inducterium /Ruhkerff/ | 106. |
| Inducált áramok gyakorlati értéke | 107. |
| <u>H A N G T A N /Acustica/</u> | |
| Hang. Zenei hangok, zörejek | 107. |
| Termopho | 109. |
| Zenei hangok jellege | 109. |

| | Oldal. |
|-------------------------------|--------|
| Hang terjedése | 110. |
| <u>F É N Y T A N /Optica/</u> | |
| Fény | 113. |
| Visszaverődés; Törés | 114. |
| Tüksök | 116. |
| Lucsók | 117. |
| Látás. Szem | 119. |

MOZGÁSTAN ERŐTAN /MECHANIKA/

Mozgás. Mérés.

A physikába tartozó összes jelenségek a mozgáson alapulnak. A mozgás helyzetváltozás, mely bizonyos idő alatt megy végbe. A helyzet és a megfelelő idő tehát meghatározza a mozgást.

Pl. valamely testet kimozdítok valamely kiindulási pontból, s az bizonyos idő alatt helyzetét megváltoztatva valamely más pontig mozog. 1./ Ha a mozgás egy vonalban történt, úgy a kezdőponttól a végpontig való távolságot, hosszúságot méröm le; 2./ ha síkban történt a mozgás, úgy 2 hosszúsággal, ha 3./ térben történt, úgy 3 hosszúsággal határozom meg a test helyét.

Mérni-megkeresni, hogy hányszorosa a mérendő az adott egységnek. Így a mérés valamely mennyiségnek számokban való kifejezése. Hosszuságot, időt és tömeget mérünk. A mérés feltétele a mértékegység legyen egyenemi a mérendővel. /Hosszuságot hosszúsággal mérünk./

Hosszuságot egységül választott testtel úgy mérünk, hogy megkeressük, hányszor foglaltatik az egységül választott hosszúság a megméréendő hosszúságban. /Asztal-hosszát egymás mellé rakott skatulyákkal/ /köz ne maradjon, de ne is fődjék egymást./ Csakhogy sok és egyenlő skatulya kell, így skatulyával megjelölve és megszámlálva fáradtságos./ Kényelem céljából mérőléceket használunk. Ezek beosztása önkényesen választott

s közmegállapodással elfogadott mértékegységen a méteren alap-
szik. A hosszérték egysége a méter= a Párizs mellett, Sevres-
ben őrzött Platina-iridiumrud 2 jel között levő része bizonyos
körülmények között /T. i. vízszintes helyzetnem és 0 mellett./

A méter a Párizs fölött áthaladó délkör északi negye-
dének tiz milliomed része akart lenni, de későbbi mérések kimu-
tatták, hogy eltérés /körülbelül $1/10$ mm./ mutatkozik. A sevresi
mértet deci, centi és milliméterekre osztják.

A physikus hosszúságegysége a cm., de milliméterrel
mér kis, kilométerrel/1000 m./ nagy távolságot.

Hosszuságot pontosan úgy mérünk le, hogy ismételt mérés-
sek adatainak középértékét vesszük.

A mérés pontosságát csavar és érzékeny mutató fokozza.

A csavarral könnyen megszorítjuk a mérendőt, azután kivesszük
belőle. A csavarmenetek $\frac{1}{2}$ milliméter magasak, ha tehát most tel-
jesen becsavarom a csavart, a keresett hosszúság annyiszor $\frac{1}{2}$
milliméter, a hányszor a fogantyut körülfordítottam. S mivel a fo-
gantyú 50 részre van osztva, e csavarral $1/100$ milliméternyi
pontossággal mérhetek. A sphaerométer is csavar: 3 lábú asztal-
ka, középen csavar helyettesíti a 4. lábat, az asztalka alja a
csavarral együtt fordul és 100-as osztályzatot visel, a csavar-
menetek 1 milliméteresek, tehát 0.01 millimétert mérhetünk a
sphaerometerrel. Görbületi sugár mérésére szolgál, ha a csavart
mérendőre állítva becsavarom, mignem az asztalka bicegni kezd,
megtörtént a mérés /mert 3 ponton át mindig fektethetünk egyenes-

síkot, de négyen már nem./ Most sík felületre állítom a sphaerometert s addig csavarom, mignem itt biceg. Az ekkor tett körforgatások száma a görbületi sugár hossza milliméterekben.

Magasság= függőleges hosszúság. Kathetométerrel mérjük kivált verticális elmozdulásoknál. Oszlop, eltolható és megerősíthető szánnal, az oszlopon osztályzat, a szánon távcső. A távcsövet az elmozdulás kezdő és végpontjára egymásután beállítva, az osztályzat segítségével meghatározható a keresett magasság.

Az érzékeny mutatót kis hosszak mérésére használjuk, mert általa a kis hosszakat arányosan nagyobb s így könnyebben lemérhető hosszúsággal helyettesítjük. A lemérendőt a forgási tengelyhez közel helyezük el, mire a mutató minden pontja elmozdulást szenved s a vége annál hosszabb ívet ír le, minél hosszabb a mutató. Ha az alátámasztási pont pl. 1 cm-re van a forgási tengelytől, a mutató vége pedig 100 cm-re, úgy a scálán leolvasható nagyítás százszoros. Minél hosszabb a mutató, annál érzékenyebb. De mivel igen hosszú elgörbülne, érzékeny tudományos eszközöknél tükrök segítségével fénysugárral helyettesítik. /Érzékeny mutatóval pl. kötöttü hőkoztá kiterjedését mérhetjük./

Mivel minden mérés összehasonlítás, 2 eset lehetséges:

1./ a mérték s a mérendő egyenlő, 2./a mérendő valamennyiszor kisebb vagy nagyobb. Régente azt mondták 2-szer 3-szor akkora, később hozzábetőleg $1\frac{1}{2}$ szer, $1\frac{2}{3}$ szor akkora; tehát becslés szerint részekre osztották a mértékegységet. Ma pontosan osztjuk be, mert a mérés annál jobb, minél pontosabban állapítjuk meg

a hányadokat, a szemmérték pedig csal.

M É R T É K E G Y S É G E K. C. G. S.

A felület és térfogategységek a hosszúság egységéből származnak. Felület közvetlen felülettel mérhető /asztallapé sok vagy 1 skatulya felületével/ de mérhető közvetve 1,2 hosszúság viszonyának felhasználásával, oly geometriai vonatkozást keresve a 2 hosszúság közt, mit közvetlenül mérhetek. Felület = hosszúság + szélesség. $\Delta = a \cdot n / 2$, $o = r^2 \pi$, s. t. b. /

A felületegység oly négyzet, melynek minden oldala egyenlő a hosszegységgel /cm²/.

Térfogatot közvetlenül még nehezebb mérni; itt 3 hosszúsággal számolnak. Egység a cm³, dm³l. /100 l. = 1 hectol., 1/10 l. = 1 decil. stb.

I D Ő M É R É S E

nehezebbnek látszik, mert időt közvetlenül idővel mérni nem lehet. Fől kell tennünk, hogy ugyanaz a jelenség azonos körülmények közt mindig ugyanannyi idő alatt folyik le. Ily jelenség pl. állandó mennyiségű homok vagy víz lefutása; az ily jelenség folyására szükséges idő már időegységül szolgálhat az idő mérésére. Ez elv megállapításával történik az idő mérése a az óra maga csak periodikus vagy rithmikus mozgásokat számláló készülék.

Legpontosabb az idő mérése az inga lengése alapján, mert az inga mozgása ugyanazon a helyen állandóan ugyanaz. Az időegység 1 lengés ideje s az óra csak számlálja az ismétlődő lengéseket mutatójával, mely a régi, 6-os rendszer szerint be-

osztott osztályzat előtt mozog. /10-edes rendszert itt nem sikerült behozni. /Helyéből kimozdított rugó rithmikus mozgását számlálják a sebórák. De minden időmérés elve: periodikus jelenség megkeresése mert a lefolyásra szükséges idővel már mérhetem az időt.

Az időegység a föld forgása, tehát a nap látszólagos delelésén alapul. 2 delelés között lefolyó időt, vagy pontosabban a meridionák közéértékét 1 évben: a napot 24 órára osztjuk. A nap 86.400-ad része a secundum, az elfogadott időegység; a másodperc inga 1 sec. alatt végez egy lengést.

Másodpercnél kisebb időt közönséges órával nem mérhetünk. E célra finom rugók rithmikus rezgését számláló készülékek szolgálnak. Ilyen pl. a Kipp- féle chronoscop, a secundum ezredrészét méri. Hangvilla rezgésével, tükrök elfordításával is mérnek igen kis időt különféle szerkezetekkel.

A Z E S É S

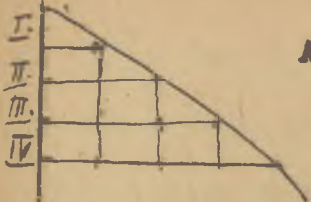
mozgás, tehát a test időben történő helyzetváltozása. Hogy a mozgás jelenségét meghatározhassuk, az idő és helyzet között levő összefüggést, tehát a mozgó test valóságos menetrendjét kell megállapítanunk; azaz megállapítjuk a mozgó test helyzetét minden pillanatban.

Esés az a mozgás, mit a magára hagyott test végez.

Esés beáll, mihelyst felfüggesztett vagy alátámasztott test felfüggesztési vagy alátámasztási pontját elmozdítjuk, vagyis mi-helyzet megszüntetjük a mozgást akadályozó erőt.

Ha különböző testeket ejtünk alá, valamennyi ugyanazt az irányt követi és pedig azt, mit a felfüggesztett testek mutatnak; az u.n. függőleges irányt. De különböző testek, pl. papíros és fémdarab, nem esnek le ugyanazon idő alatt; mert az esés összetett jelensége: az eső test látható s a levegő láthatatlan mozgásából összetéve. Az aláeső test kiszorítja helyéből a levegőt, ez viszont a test helyét foglalja el. Légüres térben csakugyan egyszerre ér le a papíros és fémdarab. Elég tehát egy aláeső test menetrendjét megállapítani, a többié ugyanaz. Sőt levegőben is végezhetjük a kísérletet tömött testtel, pl. fémdarabbal, mert tömött testek nagyjából egyszerre esnek így is.

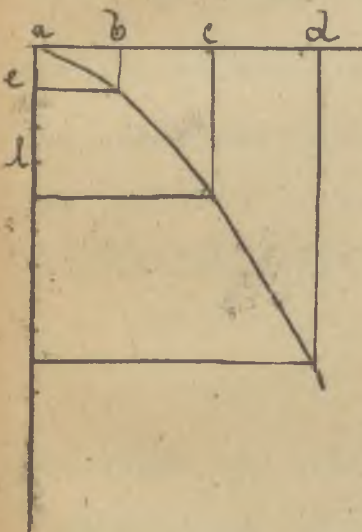
Oly menetrendet kell megállapítani, mely minden időnek megfelelő helyzetet feltüntet és viszont. Az esés nagysága = a hosszúság, kezdetétől végig. Az esés igen gyors lefolyású jelenség, közvetlen szemléléssel, órával kezünkben, lehetetlen helyesen megfigyelni. Ezért graphikai módhoz folyamodunk: leiratjuk a mozgást magával a mozgó testtel. Író szerkezettel ellátott eső test azonban csak az utat jelezné, mint a kerékvágás vagy lábnyom, a nélkül, hogy a megfelelő időről felvilágosítást adna. De ha mozgó test oly lapra ír, mely maga is mozog s melynek mozgása ismeretes, megállapítható a menetrend. Ha pl. a táblán krétával vízszintes vonalat húzunk s ugyanakkor a táblát függőleges irányban fölfelé tolom, parabolát kapok rajta, miből a mozgás időben történt lefolyását kiolvashatom. A függőleges elmozdulás az időt, a vízszintes az ezen idő alatt leírt utat adja.



Az I. időrészben, egységben, 7 millim.

| | | | | |
|---|---|---|----|------|
| 2 | " | " | 14 | " |
| 3 | " | " | 21 | stb. |

Ugyanílymódon állapítja meg a Morinféle esőgép az eső test helyzete s az idő között levő összefüggést. /Szélkerék, hengerre feszített papiroslap, írószerkezettel ellátott eső test. A henger gépezet forgatja, a szélkerék szabályozza a forgást. / Ha a henger nyugalomban van, az eső test egyenes vonalat ír le, de ha forog, parabolát. A papirost lefejtve csak le kell olvasni a helyzet s az idő közötti összefüggést. A rajzon vízszintes irányban tetszőleges hosszúságot időegységül vesszük, pl. a-b-t-, akkor az idő-



egységi alatt történt elmozdulás = ae, ezt az elmozdulást az időegységnyi esést nevezük le-nek. Ha az idő, mit a vízszintes elmozdulás mutat, kétakkora, az esés, a rajz tanúsága szerint, 2.2 e, - ha 3 akkor az esés 3.3 e, tenát 2 szer annyi idő alatt 4 szer akkora az esés, 3 szor annyi idő alatt 9 szer akkora, st. Szóval, az esés nagysága az idő négyzetével arányos. e=e₀ i².

| Idő | Esés. |
|-------------|--------------------------------------|
| 1 egységben | 1 e, = e |
| 2 " | 2.2 e, = 2 ² e = 4 e |
| 3 " | 3.3 e, = 3 ² e = 9 e |
| 4 " | 4.4 e, = 4 ² e = 16 e st. |

Ezzel az esés természetét megvilágítottuk, de valódi értékéről, nagyságáról a Morin féle esőgép nem tájékoztat. Erre szolgál az

Ötvös féle inga. Lengési ideje $\frac{1}{2}$ mp. hossza 122.5 cm. Felső végén vasgolyó van megerősítve, mely leesik, mielőtt az ingát mozgásba hozzuk, s egy lengés ideje alatt épen az inga alján elhelyezett kosárba jut. Tehát $\frac{1}{2}$ mp. alatt 122.5 cm-t esett, s mivel az esés 1 mp. alatt: $s = e, \cdot i^2$, ebből e , vagyis az első mp. alatt történt esés $= \frac{e}{2}$, a mi estünkben $e = \frac{122.5}{\frac{1}{4}} = 490$ cm.

A szabadon eső test tehát az 1. mpben 490 cm.-t esik s ezzel az esést tökéletesen meghatároztuk, mert megállapíthatjuk az eső test helyzetét bármely pillanatban.

| | | |
|-------------|---------------------|--------------|
| 1 mp. alatt | e , az első mpben | 1 e , |
| 2 " " | 4 e , a 2. " | 3 e , |
| 3 " " | 9 e , a 3. " | 5 e , |
| 4 " " | 16 e , a 4. " | 7 e , stb. |

Az egymást követő utak között a különbség 2 e ,. Egymásra következő mpekben befutott utak tehát úgy aránylanak egymáshoz, mint a páratlan számok. Az eső test mozgása növekszik, változó, és pedig egyenletesen változó: minden mpben 2 e , -gyel /körülbelül 10 m./ többet fut be mint előbbiben.

A S E B E S S É G R Ő L.

Egyenletes mozgást könnyű elgondolni, bár megvalósítani nem lehet. Egyenletesen mozgó test egyenlő időrészekben egyenlő utakat fut be. Egyenletes mozgás mértéke a sebesség, a mi = az időegység alatt befutott ut.

Ut az sebesség X idő. Egyenletes mozgás meghatározására elég a sebesség ismerete, mert, ha $u = s \cdot i$, úgy $s = u/i$, és $i = u/s$.
 $u = ut$, $s = \text{sebesség}$, $i = \text{idő}$.

Egyenletes mozgás sebességét megkapjuk, ha a befutott ut = a hosszúság számértékét osztjuk az idő számértékével.

Változó mozgásnál sebességről csak egy-egy pillanatra nézve beszélhatunk. Ezért a változó mozgást oly mozgásnak tekintjük, mely végtelenül kicsiny időszakra terjedő egyenletes mozgásokból volna összetéve. Egyenletes mozgásnál $s=u/t$; szabad esésnél az első mp. s az utána következő $1/10$ mpben az ut: $e=e_1 \cdot t^2$, azaz: $1 \cdot 1$. $1 \cdot 1$ $e_1 = 1 \cdot 21 \cdot e_1$, = az ebből $1 e_1$, az első mpre esik, s így azt ezt követő $1 \cdot 1$ mpben a esés = ut = $0 \cdot 21 e_1$, s mivel a sebesség $s=u/t$, azért itt a sebesség $\frac{0 \cdot 21 e_1}{1/10} = 2 \cdot 1 e_1$. Keressük a sebességet még kisebb időre, pl. $0 \cdot 01$ mpre. Az első mpben és az ezt követő $0 \cdot 01$ mpben $e=e_1 \cdot t^2 = 1 \cdot 01$. $1 \cdot 01 e_1 = 1 \cdot 0201 e_1$, a miből az első mpre $1 e_1$, esik $0 \cdot 01$ mpre tehát $0 \cdot 0201 e_1$, miből a sebesség u/t , egyenlő $\frac{0 \cdot 0201 e_1}{1/100} = 2 \cdot 01 e_1$, ha $0 \cdot 001$ mpre hasonló módon meghatározzuk a sebességet, azt $2 \cdot 001 e_1$ nek találjuk. Ha már most az egyenletesen változó mozgás sebességét a mp. végtelen kis részére állapítjuk meg, oly közel jutunk a $2 e_1$ hez, hogy a különbséget elhagyhatjuk s felvenhetjük hogy az egyenletes gyorsuló mozgás sebessége az első mp. után következő végtelenül rövid időtartamban $2 e_1$ vagyis egyenlő az első mp. alatt befutott ut kétszeresével.

| Idő | sebesség |
|-----|----------------------|
| 0 | $0 \cdot 2 e_1$ |
| 1 | $1 \cdot 2 e_1$ |
| 2 | $2 \cdot 2 e_1$ |
| 3 | $3 \cdot 2 e_1$ |
| 4 | $4 \cdot 2 e_1$ stb. |

A szabadon eső test sebessége az első másodperc után $1 \cdot 2 e_1 = 980$ cm nagyjából 10 m. a 2. másodperc után 20 m. a 3. után 30 m. stb. $s=2 e_1 \cdot t$

Egyenletesen gyorsuló mozgásnál a sebesség az idővel arányos.

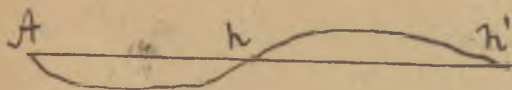
Az esés egyenletesen változó, egyenletesen gyorsuló mozgás, mert a meglévő sebességhez minden időegység alatt $2 e_0$ járul.

Gyorsulás az a sebesség, mely a meglévőhöz mpként hozzájárul.

$G = 2 e_0 = 980 \text{ cm, } 10 \text{ m. per sec.}$ a szabad esésnél. A szabad esés törvényei: 1/. minden test egy irányban 2/. légüres térben egyforma gyorsan is esik, 3./ az esés nagysága az idő négyzetével arányos, 4./ az egymást követő mpkben befutott utak úgy arányiának, mint páratlan számok.

I N G A M O Z G Á S.

Tintával töltött inga mozgását alatta egyenletes gyorsasággal átfutó szánra fektetett papírra iratjuk. Nyugvó helyzetét, a kiindulási pontot, szintén. /Rezgő hangvilla alá tett kormos üveggel is lehet./ Az inga mozgása s a hangvilla mozgása lényegében ugyanaz; csupán az első, a kilengő mozgás lassabb, a másik, a rezgő mozgás gyorsabb. Az inga mozgása abból áll, hogy kitér - visszaleng - a másik oldalon ismét kileng s újból visszatér. Az inga mozgása periodikus mozgás, azaz egyenlő elmozdulások ismétlődése egyenlő időközökben. Az inga lengési síkja állandó. Mivel az inga alatt átfutó szán mozgása egyenletes, a rajz-



ből az ingamozgás menetrendje is megállapítható. Míg a lap az időegység alatt A ból h ba jutott, az inga az s utat tette meg. A lap a 2. időegység alatt h ból h, be jutott, az inga azonban csak az 1-nyi utat tette meg; tehát sebessége a kitérés növeked-

tével kisebbedik, s a mikor a kitérés a legnagyobb, legnagyobb a gyorsulás is, a sebesség pedig 0. Egyensúlyi helyzetén áthaladva viszont a mozgásváltozás, a gyorsulás 0, a sebesség pedig a legnagyobb. A gyorsulás a legnagyobb a legnagyobb kitérésnél. Az inga gyorsuló mozgást végez s e gyorsuló mozgás az egyensúlyi helyzet felé irányul s a kitéréssel arányos.

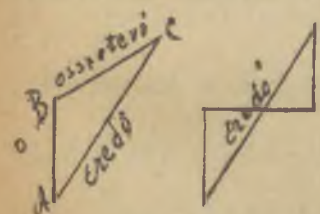
Rugós szerkezet, vagy hangvilla mozgása ugyanilyen, csak hogy a rezgő mozgás végtelen kis kitéréssel jár.

H A J I T Á S.

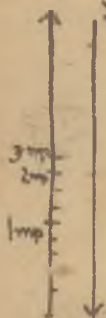
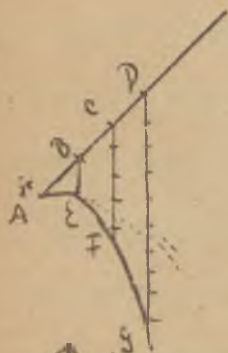
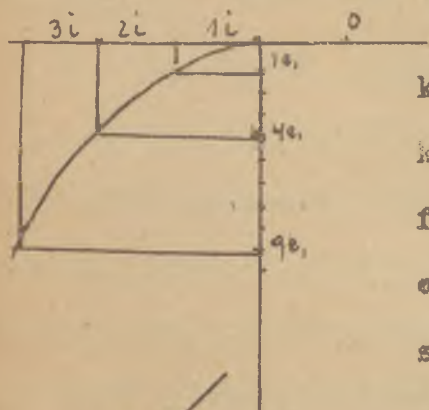
Hajított test mozgása az a mozgás, mit a test végez, ha sebességet kölcsönzünk neki s azután magára hagyjuk. A hajított test mozgása összetett mozgás, mit egyszerűre vezetünk vissza.

Segédfogalmak: Elmozdulás = az egyenes, mely a pálya kezdő és végpontját összeköti. Az elmozdulás tehát nem az ut maga, hanem szorosan a helyzetváltozás. /Pestről Bécsbe utaztam, de nem nézem mily kerülővel s mennyi idő alatt./ Elmozdulásokat összetehetek, /a ból B be mentem, de mehettek előbb C be is/ s egy elmozdulást több összetevőre bonthatok is. Az eredőt az összetevőkből

egyszerű rajzzal megkapom. Egyenközénnel szokták, de fele is elég. Az egyes elmozdulásokat irányuk szerint s nagyságuk arányában egymásmellé rakjuk s a kezdő és végpontot egyenessel kötjük össze; ez egyenes az eredő; egyenközénnben az átló. Összetehetek analóg módon sebességeket és gyorsulásokat is. Összetevők-re bontás ugyanez, fordítva.



A hajított test mozgását 2 összetevőre bontjuk. Leejtett és vízszintes irányban elhajított testek egy magasságból egyszerre érnek a földre. /Kísérlet: kalapács a magasban golyót kiejt egy lyukon, ugyanekkor másik golyót megüt s ez előrerepül egyszerre érnek a kosárba. / Vízszintesen elhajított testek mozgásának függőleges összetevője egyenlő az eséssel. A vízszintes összetevő mozgás egyenletes. Minden hajítás e 2 egyszerű mozgásból van összetéve. 1./ esés, 2./ egyenletes elmozdulás; e kettő kell ismerni a hajított test mozgásának megismerésére.



Részut felhajított test mozgása a következő: az idő egység alatt a hajítás kölcsönözte egyenletes A-D irányu mozgás folytán a test B-be jutna, de ugyanekkor esik s. et tehát E-be jut. A következő másodpercben C-ben találjuk, de esik 4 e,-et s így F-be jut, a 3. mp. ben d helyett, mivel 9 e,-et esik G ben látjuk s ha a végpontokat összekötjük, parabolát kapunk, mely a mozgás alakjának tényleg megfelel.

Függőlegesen feldobott test mozgását ugyan így határozzuk meg. 30 m. kezdő sebességgel fölhajított test az első másodpercben 6 e, et tenne meg fölfelé, de e,-et esik, tehát 5 e, ben lesz. A 2-mpben 60 m,-nyire lenna, de 4 e,-et esik, tehát 8 e,-be lesz. A 3. ban 18e,et fölfelé, de 9e,-

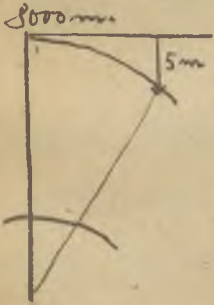
et lefelé, a 4. ben 24 e_g-et föl, de 16 e_g-et lefelé, az 5. ben 30 e_g-et föl, 25 e_g-et le, a 6. ban 36 e_g-et föl s ugyanennyit le tesz meg, tehát 6 mp. múlva ott lesz, a honnan felhajítottuk.

| <u>Fölfelé</u> | <u>Lefelé</u> | <u>Elért magasság</u> | <u>Esés</u> |
|------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------|
| 1 mp. 6 e _g | 1 e _g = 5 e _g | 25 m. | |
| 2 " 12 e _g | 4 e _g = 8 e _g | 40 m. | |
| 3 " 18 e _g | 9 e _g = 9 e _g | 45 m. | |
| 4 " 24 e _g | 16 e _g = 8 e _g | 40 m. | 5 m. |
| 5 " 30 e _g | 25 e _g = 5 e _g | 25 m. | 20 m. |
| 6 " 36 e _g | 36 e _g = 0 | 0 | 45 m. |

Tehát ugyanannyi idő alatt /3 mp./ esett le, mint amennyi idő alatt legnagyobb magasságát elérte; visszatérő mozgás.

K Ö R M O Z G Á S.

Egyenletes körmozgás az olyan, melynél az egyenlő idő alatt befutott utak egyenlőek, de a mozgás iránya folyvást változik. Ha valamely testet vízszintes



irányban oly sebességgel /körülbelül 8000 m. per sec./ hajítanék el, hogy esése, tehát a vízszintestől való eltávolodása mpenként 5 m. legyen, az a föld körül keringene /40 millió = 8000 m/sec

körülbelül 3/4 óra alatt. A hold mozgása is azonos ily vízszintes elhajított test mozgásával, de a távolság nagyobb s a hold esése a föld felé mp.enként csak $5/3600 = 5/60.60$ m. Az égi testek keringését az esés és vízszintes elhajlásból eredő egyenletes mozgás kombinálva idézi elő.

A MOZGÁS TÖRVÉNYEI.

A mozgásokat okaikra vezetjük vissza. Régen minden változás okának az erőt tartották. Ma a mozgást két ok: az erő s a tehetetlenség okozatának tekintjük s a mozgás jelenségeinél e két tényező szerepel.

Magára hagyott test tehetetlenségénél fogva nem változtathatja meg akár nyugvó akár mozgó állapotát. Kocsiban ülő bábo: visszafelé ülő induláskor, előre ülő megálláskor csak orrára. Forgó mozgásnál észleljük legjobban a test tehetetlenségét, a pörgettyű addig forog, míg a surlódás következtében meg nem áll. Míg a forgó test mozgása változatlan, forgási síkja, forgási tengelye is változatlan marad. A felfüggesztett inga /Foucault kísérlet/ megtartja lengési síkját, a föld valósággal kifordul alóla. Persze teljesen magára hagyott test nincs /surlódás, nehézség mindig hat rá/ de minél jobban magára marad, annál jobban látszik tehetetlensége.

A mozgás megmaradásának oka a tehetetlenség. A mozgás változásának oka az erő. E két tényezővel írjuk le a mozgást.

Erőt az a mozgásváltozás jellemez, a miben nyilvánul. Légüres térben történő esésnél a mozgásváltozást a nehézség idézi elő. Valamely közegben levegőben, vízben pedig a súly.

/Positív súly - negatív súly/ A test nehézsége tehát = a test súlya légüres térben. Az erő különböző irányu lehet. Hajított test mozgása két részből: 1./ egyenletes mozgás, a tehetetlenség következtében. 2./ egyenletes gyorsuló mozgás lefelé, miután C

kezdette volna, a nehézségerő, illetőleg a súly következtében.

Hatás és visszahatás egyenlősége.

Ha az asztalra támaszkodom, nyomást gyakorlok reá-visszanyom.

A két erő egyenlő nagyságu, de ellenkező irányu, egymás hatását lerontva, változás nem áll elő: hatásuk 0. Elhajított test is visszahat az elhajítóra, hogy ezt ellensúlyozzuk, előrehajolunk a hajításnál. Minden test, melyre másik hat, visszahat az elsőre.

/Segner kereke, csöves küllők egyik oldalán lyuk, melyen a víz kitédul, másik oldalra forog a kerék; ugyanigy Heron lapdája, a legrégebbi gőzgép; vil. gázzal ugyan-e kísérlet/

Newton formulái a mozgásra vonatkozó föltevésekre.

- 1./ Minden test nyugszik vagy egyenletesen továbbmozog, ha csak erő nem hat reá, mely állapotát megváltoztatná.
- 2./ A mozgásváltozás arányos az erővel és irányát követi.
- 3./ A hatás egyenlő a visszahatással /Actio - reactio/

M O Z G Á S M E N N Y I S É G.

Ha a mozgást mint mennyiséget vizsgálom, két tényezőre akadok:

- 1./ Mily nagy a mozgás? 2./ mily nagy a mozgó test. Hogy mekkora a mozgás, azt a mpenként befutott ut mutatja, vagyis a sebesség.

Egyenletes mozgásnál a mozgás mennyiséget a sebesség s a mozgó nagysága adja.

A mozgásváltozás mértéke a gyorsulás s a mozgó mennyisége. S mi-

vel az erőt nyilvánulásában, a mozgásváltozásban itéljük meg, erő = mozgó gyorsulás, $E = m \cdot g$. Minél nagyobb a mozgásváltozás, annal nagyobb az erő, mely előidézte.

Anyag. Tömeg mérése = mozgó mérése.

Minden, mi három módon megfigyelünk = anyag. Ha határolt = test.

Az anyag minőségben eltérő, egyiket másikkal nem mérhetek.

Hány drb kréta lesz egy fémdarab? Egy sem lesz.-

Tömeg = az anyag bizonyos mennyisége, a lemért anyag. Anyagot más anyaggal nem mérhetek, de lemérhetem mint mozgót: lemérem határában a reá ható nehézségerőt. A nehézségerő minden testben ugyanazt a gyorsulást idézi elő. $E = m \cdot g$. Ha tudni akarom, hányszor nagyobb a pénzdarab tömege mint a krétadarabé:

Pénzdrb nehézsége = pénz tömege $\times 980$ } E két egyenletet
 Kréta nehézsége = kréta " $\times 980$ } osztom egymással | $P = mP$
 / $m = \text{tömeg} /$
 $K = mK$

lesz $\frac{\text{PéNZdarab nehézsége}}{\text{Kréta nehézsége}} = \frac{\text{PéNZ tömege}}{\text{Kréta tömege}}$

Tehát a nehézség a tömeggel arányos. Így a test tömegét a nehézséggel mérhetem és 2 szer akkorának mondom annak a testnek tömegét, melynek nehézsége kétszeres, mert az erő annál nagyobb, minél nagyobb a létesített mozgásváltozás és a mozgó: $e = m \cdot g$; a mivel a nehézségerő minden testben ugyanazt a gyorsulást idézi elő, ha a mozgásmennyiségben mégis különbséget találunk, annak okát a tömeg mennyiségében kell keresni.

Tömegegység a kgr. ez azon platinadarab tömege, mely 1 dm-nyi légűrűbb /4°os/ víz tömegéhez közeláll. Oly célzattal készült, hogy azzal egyenlő legyen, de, tényleg csak megközelíti, Párizs mellett a méterrel együtt őrzik. Ezredrésze a gramm.

Miben áll az anyag különfélesége? Különféle eloszlásban, t. i.

más-más anyagnak más-más mennyisége foglaltatik ugyanazon térfogatban, s hogy mekkora ez a mennyiség az jellemző adat, ismertető jel. /Külsőleg egyforma golyók súlyából megmondjuk, melyik fa, melyik érc/ Az anyag különféle eloszlásáról a sűrűség segédfogalmával alkotunk magunknak képet. Hogy a testeket ismerjük, ismerünk kell sűrűségüket: ez fizikai állandó. Az abszolút sűrűség a térfogategység tömege. Homogen anyagok azok, melyek 1 cm ében foglalt tömege ugyanannyi, mint más cm ében foglalté. A homogen anyagok tömegét térfogattal mérhetem, pl. folyadékot literrel. Itt a sűrűséget kiszámítom: $m = s \cdot v$, tehát $s = m/v$ / s =sűrűség, m =tömeg, v =térfogat/ vagyis a térfogategységre m/v tömeg esik. De a sűrűség s meghatározásához a test térfogatát kell ismerni. Szilárd test térfogatát megállapítani pedig nehéz. Ezért a mérendő tömeget más test, pl. a víz ugyanolyan térfogatu tömegéhez viszonyítom. Az a szám, mely megmondja, hogy valamely test tömege hányszor akkora, mint a víz ugyanannyi térfogatának tömege: a relatív sűrűség. Így a relatív sűrűség alapegysége a víz abszolút sűrűsége. Az abszolút sűrűség, $s = m/v$, a relatív sűrűség $\delta = m/n$, de mivel 1 cm víz sulya 1 gr, tehát a víz térfogata számban /közelítőleg/ egyenlő a súlyával, az abszolút sűrűség számban /közelítőleg/ egyezik a relatívval.

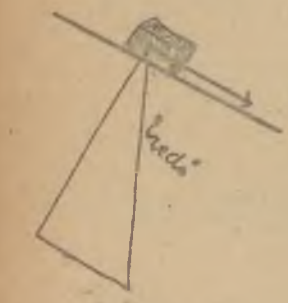
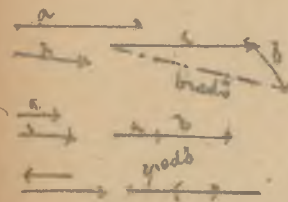
Relatív sűrűség = a test s a vele egyenlő térfogatu víz tömegének viszonya.

Erők összetétele. Egyensúly.

A nehézség, mint minden erő, létre hozza hatását akkor is, ha nem

egymagában, hanem többedmagával hat a testre. Valamennyi működő erő hatását összerakjuk a nehézségerő hat a kezünkben tartott testre, de hat reá izmaink ereje is: ezért nem esik le, hanem nyugalomban van. A nyugalom több erő hatásának eredménye, több erő eredője.

Az erőt a maga nagyságában és irányában lerajzolhatjuk. Egymásután rakva az egyszerre ható erőket a két végpontot egyenlővel összekötve, megkapjuk az erőt. Ha a két erő egy irányba esik, az eredő a kettő összege; ha ellenkező irányúak, az eredő a kettő különbsége s a mozgásváltozás a nagyobbik irányba esik. Ha egyenlő nagyságú az ellenkező irányú erők, úgy az eredő 0; ilyenkor mozgásváltozás nem jön létre: a test nyugalomban marad s ez az egyensúly. Mikor lesz egyensúlyban a test, melyre a nehézségerő s az asztal lapja hat? A nehézség a testet 980 cm-nyi gyorsulással lefelé mozgatná, de az asztallap ugyanakkora gyorsulást kölcsönözve neki ellenkező irányban: egyensúly áll be. Különbözik az



alatt, ~~szintén~~ mondani szoktuk, Egyen-
 suly esete asztallap működő-
 dik. Ha ~~erő~~ ~~armely~~ más
 kényszerpály bizonyos
 irányban ~~erő~~ ön pl. a test-
 re ható nehézségerő irányá es mozgást ipar-
 kodik létrehozni; a lejtő oly erőt fejt ki,
 mely ezt meggátolja. Így a erő járult, miről

tájékozódunk, ha a nehézségerőt összetevőkre bontjuk, melyek közül egyik a lejtő irányába esik, /érvényesül mint mozgás/ s a másik erre merőleges /és mint nyomó erő jut érvényre/. A lejtőn mozgó testre ható 2 erő: a nehézség s a lejtő szilárdsága.

F O R G Ó M O Z G Á S T

leírjuk a ható erők s a test tehetetlensége által; de egyszerű-
istjük, ha azt tekintjük, hogyan mozog ily test a középponthoz
viszonyítva. /Forgó mozgás érdekel, mert a föld is így mozog./
Ehhez viszonyítva a test nyugalomban van, mert sem nem közeledik
sem nem távolodik a középponthoz képest.

Forgó test oly viszonyba jön, mintha a működő erőkhöz
hozzáléptat volna még egy erő, mely a forgó test forgási pont-
jától elirányított, centrifugális. Ez a tehetetlenség, mely a
forgó test minden pontját eltávolítaná a középponttól, - tehát
hatását a forgó test szilárdsága el nem rontaná Q -vá=nyugalommá
/Rugalmas abroncs sebesen forgatva összelapul, közepe kiszéles-
edve, stb./ A centrifugális erő, a középpontfutó erő tulajdon-
képpen a tehetetlenség.

M U N K A

Ha az erő mozgást létesít, hatásának eredménye a munka, mely e-
gyenlő az erő s az irányában eső elmozdulás szorzatával.

Az elmozdulás = az erő irányába eső összetevő,
míg az erő utja egész más lehet.

Munka = erő \times irányába eső elmozdulás. Így a munka fo-
galma csak a helyzetváltozás eredményét jelenti, utat, időt vagy

mozgás módját nem tekintve. /Ha 100 téglát fölvitelét megfizetem, nem veszem tekintetbe, a munkás egyszerre vagy egyenként vitte-e fel. /A munka lehet pozitív vagy negatív: téglát fölvenni, pozitív munka, leejteni már negatív munka. Az erő irányába eső munka pozitív, az ellenkező irányú negatív. Ha követ felemelek két erő végezt munkát: izomerőm pozitív, a nehézségerő negatív. Ha a követ leejtem, fordítva. - Ha valamely test nyugszik, a rá ható erők eredője 0 s így a test sebessége is 0. Ha nyugalomban is marad, azt mondjuk: egyensúlyban van. Egyensúlyban van a test, ha nyugalomban van és nyugalomban marad/ Inga legnagyobb kitérésékor nyugalomban van, de nem marad nyugalomban; nincs nyugalomban. Egyensúly = állandó 0 sebesség, bár erők hatnak.

Az egyensúlyi helyzet megállapításához felhasználjuk a munka azon sajátosságát, mely szembeötlő, midőn egy pontra két erő hat, pl. testet tartok kezemben: kell, hogy izomerőm egyenlő legyen a nehézséggel. Most felemelem: a munka, izomerőm munkája = erő ut; ez pozitív munka. De ugyanakkor a nehézség is végezt munkát, de negatív, a mi ugyancsak erő ut. S mivel a két erő egyenlő nagy volt: $+ \text{erő} \times \text{ut}$, $- \text{teher} \times \text{ut} = 0$, egyensúly áll be, mert az erő munka = a teher munkájával. Egyensúly feltétele: az erők munkája egyenlő legyen. Már egyedül ebből is látható, hogy munkát semmiféle szerkezettel sem takaríthatok meg, legfeljebb előnyösebb helyzetbe hozhatom az erőt a teherrel szemben.

Az erő munkája: $\text{erő} \times \text{ut}_\text{erő} = \text{teher} \times \text{teher ut}_\text{teher}$
 $\text{erő} \times \text{erő-utja} = \text{teher} \times \text{teher utja}$
 s mivel $\frac{\text{erő} \times \text{erő-utja}}{\text{teher} \times \text{erő-utja}} = \frac{\text{teher} \times \text{teher utja}}{\text{teher} \times \text{erő utja}} =$

tehát $\frac{\text{erő}}{\text{teher}} = \frac{\text{teher utja}}{\text{erő utja}}$ vagyis

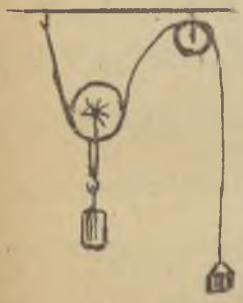
az erő úgy aránylik a teherhez, valamint a teher utja az erő utjához. Az erő fordítva arányos utjával.

Egyszerű szerkezetek erő és teher viszonyának demonstrálására.

Álló csiga: tengelye körül forgatható korong vályulat-tal a kötéel számára. Egyensúly csak egyenlő megterhelés esetén lehetséges, ha t. i. az erő = a teherrel. Irányban könnyebbség, erőben nem, mert az erő is, utja is egyenlő a teherrel s ennek utjával. - A mozgó csiga tengelyére erősítve viseli a terhet. Fel és le mozgatható /álló csiga szilárd/. A csiga vályulékával kötélben nyugszik, melynek egyik vége meg van erősítve, a másik álló csigán áthuzva, a su-



llyal ellenkező irányu emelő erő működik. Itt már $\frac{\text{erő}}{\text{teher}} = 1/2$, mert ha az erő 1 m-t, a teher $\frac{1}{2}$ m-t mozdul el: a teher urja fele az erő utjának. Mozgó csigarendszernél 4 csigát alkalmazva: $\frac{\text{erő}}{\text{teher}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = 1/16$; itt az erő 1/16-a a tehernek, nagy



sulyt 1/16 rész akkora suly tart egyensulyban.

Fogaskeréknél: sok körforgás tehát nagy ut tartja egyensulyban, sőt emeli kis erővel a terhet.

Hengerkerék: erő utja a kerék kerülete, teher utja a henger kerülete, vagyis az erő úgy aránylik a teherhez, mint henger átmérője a kerék átmérőjéhez.

Mind a szerkezetnél: a mit erőben nyerek, megfizetem utban.

Az erő fordítva arányos utjával.

Az emelők forgó szerkezetek, melyeknél az erők forgó mozgást i-
parkodnak teljesíteni, hol a befutott utak a forgási középpont-
tól mért távolságtól, vagyis a sugaraktól függenek s ezeket ne-
vezük az erők karjának. Emelőnél az erő úgy viszonylik a teher
hez mint a teher karja az erő karjához.

Emelő az szavó is, de itt nem erőben hanem időben aka-
runk nyerni, nagy elmozdulásokat létesíteni, azért az erő utja
kisebb, a teheré nagyobb. Ollónál, ha nagyobb ellenállást aka-
runk legyőzni, pl. fapálcikát levágni, rövid kart adunk a teher-
nek, közel hozzuk az elvágandót a forgási tengelyhez. Ha pl. pa-
pirost vágunk, hosszú kart adunk a tehernek, hogy inkább időben
nyerjünk. Harapófogónál ugyanígy. Ékek: szöveget beverek, az erő
utja a szög hossza, a teheré a szög vastagsága. Furó: egyet for-
ditok rajta, erő utja a forgantyú kerülete, taharé csak a csavar-
menet magassága. Ezért: csavarral több százszorakkora nyomást,
jobban mondva szorítást létesíthetünk, mint puszta nyomással.

Emelőrudon három fontos pont van: forgatási pont, erő
és teher pontja. Mikor az emelőt alátámasztom, forgástengelyt
létesítek s kétszer, háromszor, négyszer kisebb erővel emelem a
terhet, ha az erő 2.3.4-szer távolabb esik a forgástengelytől.
Az emelő forgószerkezet s ilyennél az $ut = kar \times \text{forgásszöglet}$

/Kar = a forgási ponttól az erő irányára huzott merő-

leges. / Mivel munka = erő \times erő utja, itt tehát Munka =
erő \times erő karja \times forgásszöglet, s mivel az erő \times erőkarja = forgató-
képeség, a munka = forgatóképeség \times forgásszöglet.

Erő munkája = erő~~X~~erőkarja,

Téher " = téher X téherkarja

tehát egyensúly jön létre, ha az erő és téher forgatóképessége egyenlő.

Az erő karja nem a szerkezet karja, hanem az egyenen, /a távolság,/ az erő támadópontja s a forgáspont közt. Minél nagyobb a kar, annál nagyobb az ut.

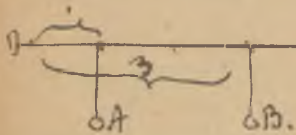
S U L Y P O N T.

Gondoljunk egyetlen nehéz pontot sulytalan rideg rudon tengely körül forogva s figyeljük meg, mikor lesz egyensúlyban. /Durva kivételben megvalósítható/. Tapasztaljuk, hogy csak függőleges helyzetben létesíthetünk egyensúlyt; egyensúly esetén a forgatóképesség szükségképen 0 s mivel a szerkezetre a nehézség-erő hat forgatólag, egyensúly csak a nehézség-erő irányában jöhet létre. Így fenn is kellene egyensúlyt létesíthetnünk, csak hogy, míg lenn, ha rossz helyre állítom be a súlyos testet, a nehézség-erő saját irányába hozza s így kijavítja hibámat, addig fenn a legparányibb eltérés után lehozza a testet. Már pedig beállító képességünk határolt, 1 pontra nem állíthatok testet, csak közélébe; azért a felső egyensúlyi helyzetet képzelt, ideális, labilis-nak mondjuk, az alsót megvalósítható, reális, stabilisnak. A stabilis egyensúlyi helyzet felé gurul a test a nehézség folytán: a nehézség összetevője az egyensúlyi helyzet felé irányul /fenn attól elirányul/ s a surlódás végre megállítja a lengő testet. Alul /felül/ egyensúlyi helyzet van, ha itt nyugodtomba

hozom a testet, nyugalomban is marad: erő karja = 0-val, a forgató képesség is = 0-val.

Ujjam hegyén megáll a rud, mert forgási tengelyét mindig alátolom, javítem = mozgó forgási tengelye van.

Nehéz testet egyetlen súlyos pontnak tekintheték, ha talállok oly pontot, melynek forgatóképessége ugyanaz, mint az egész testé, ez a súlypont.

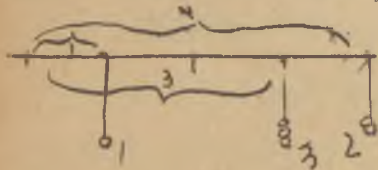


A és B testek O körül forgást hoznak létre.

"A" forgatóképessége 1.1, B-é, mely ugyan

oly tömegű, 3.1, a kettőé együtt $1+3=4$. Ha

tehát a kettő tömegét egyesítem s a kettő közt középen helyezem el, forgatóképessége 2.2 lesz, épen mint a kettőé együtt. Sikert tehát két test, vagy mondjuk két súlyos pont forgatóképessé-



gét egy ponba helyezni. Ha a tömegek nem egyenlők is, lesz egy olyan, melynek forgatóképessége ugyanaz, mint a kettőé együtt,

de ez nem középen, hanem a nagyobb tömeghez közelebb foglal majd helyet. $1.1+4.2=9=3.3$.

Szabályos kockát sok apróra bonthatók. A felező siktól jobbra és balra eső rész megfelel egymásnak. Minden pontpár helyett tehettek egy pontot, ugyanazon forgatóképességgel, a felező síkba. 3 felező sík egy pontban, a középpontban, találkozik s ha a test homogén, ez lesz a súlypont. Minden olyan alakú testben, melyet 3 felező síkba 2-2 egyenlő részre oszthatok, könnyű a súlypontot megállapítani: hexaeder, gömb stb. Szabálytalan s

nem homogen testnél a nagyobb tömeg felé esik.

Nehéz tömeg úgy helyezkedik el /ha foroghat/ mint az a pontja, melynek forgatóképessége ugyanaz, mint az egész testé. Ez a pont pedig akkor lesz egyensúlyban, ha a forgási tengely alatt van; ezért a súlypont mindig a legmélyebb helyet igyekszik elfoglalni. /Karika, egy helyen ólomdarabbal bélelve, fölfelé gurul a lejtőn. Kettős kup, széttartó lejtős sinpárra helyezve, látszólag fölfelé gurul, pedig súlypontja ezalatt lejjebb kerül, mert fokozatosan a sinek közé jut. A súlypont a testen kívül is lehet, de csak a forgási tengely alatt, különben labilis lesz az egyensúly. /Báb súlyokkal egy-egy drót végén; ha a súlyokat drótjukon felgörbitem, a súlypont a forgási tengely fölé jut, a báb a kifeszített kötélről, a min állt ledül. Ugyanezért visz a



kötélen bicikliző valakit magával hintán; így súlypontja a forgási tengely alá jut, stabil lesz/. Felfüggesztett test súlypontja a felfüggesztési ponttal egy egyenesbe esik s elhelyezkedése jelöli a nehézségerő irányát. Ha tehát valamely testet egymásután 3

ponton felfüggesztek, a megfelelő egyenesek metszési pontja lesz a súlypont.

M É R L E G

arra szolgál, hogy a testek súlyát mérhessük. A testek tömegére nehézségükből következtetünk, és egyenlő tömegűkenk modjuk azokat, a melyek ugyanazon a helyen egyenlő súlyúak, kétszerakkora

tömegő pedig az, melynek sulya kétakkora. A testeket levegőben, tehát sulyuk szerint hasonlítjuk össze, s mérleggel a sulyok viszonyát határozzuk meg. Pedig a tömegre a nehézségből - légüres térbe való sulyból - következtetünk helyesen, tehát azt kellene keréálni. Pontos méréseknél így is szokás, de rendszeren a suly is elég.

A mérleg oly szilárd szerkezet, mely a testek tömegének meghatározása céljából sulyukat hasonlítja össze. A mérleg szilárd rud, mi tengely körül forog; valami mutató, nyelv, mi helyzetét szembetűnővé tegye /rendszen osztályzat előtt/ s két csésze a mérlegelendő testek befogadására. Hogyan mérünk? Mivel erőket hasonlítunk össze, elő kell idéznünk, hogy két erő szilárd testen egyensulyt hozzon létre. Ha most az egyik erőt más erővel helyettesitem, s ez - különben változatlan körülmények közt - létrehozza ugyanazt az egyensulyt helyzetet, világos, hogy egyenlő azzal az erővel, mit helyettesit. - Két mérlegelési eljárás használatos: 1./ abszolút vagy csészében való mérlegelés-tarálás, és 2./ relativ vagy két csészében való mérlegelés.

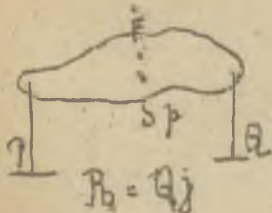
Abszolút mérlegelés.

A lemérendőt az egyik csészébe helyezzük, s ismeretlen sulyokkal oly egyensulyi helyzetbe hozzuk, melyre csak a nehézségerő hat /letáráljuk/ tehát úgy, hogy szabadon lengjen. Első teendőnk más szóval tetszőleges de szabad egyensuly létesítése. Ez egyensulyi helyzetet megjelöljük scálával vagy bár mi más módon. Ha most a lemérendőt elveszen s más ismert sulyt rakva he-

lyére, létrehozom ugyanazt az egyensúlyi helyzetet a különben változatlan mérlegen = lemérttem a testet. A mérés jósága itt a mérlegtől független, - ez esetben rossz mérleget nem ismerünk - a egyenlők azok a testek, melyek a különben változatlan mérlegen ugyanazt az egyensúlyi helyzetet idézik elő. /t.i. súlyra egyenlők./

Relatív mérlegelés.

Kevésbé pontos, rendszeren használt eljárás, két csészében: megfigyelem s megjelölöm az üres mérleg egyensúlyi helyzetét. Ha most a két csészébe egy-egy olyan testet tesztek, mi egyensúlyt hoz létre, a z üres mérleg által létesített egyensúly megmarad a megterhelés után is. Ez esetben azonban nem mondhatom, hogy a két csészében levő testek egyenlő súlyúak, csak azt, hogy forgatóképességük egyenlő, s ha lehetőleg egyenlő karu mérleget készítek is, /képességük határozott/ mindig csak közelítőleg egyenlőknek mondhatom azokat a súlyokat, melyek így bizonyultak egyenlőknek.



Forgatóképesség: súly kar akkor egyenlő, ha $P_b = Q_j$; de P csak akkor = Q -val, ha $b=j$ -vel /mert $P_b = Q_j$ /

A két csészében való mérlegelés nem a súlyok, hanem csak a forgatóképességek egyenlőségét mutatja, miből több-kevesebb pontossággal következtetünk a tömeg egyenlőségére. Abszolút mérlegeléssel súlyt mérek. relatívvá a súlyok viszonyát állapítom meg.

A kémikus relatív mérlegelést használ, mert nincs szüksége a

tömegek pontos ismeretére, csak a relatív a lemérték közt legyen állandó: $P = j/b \cdot Q$. Ezért tesszük chemiai mérlegeléseknél a mérendőket mindig ugyanabba a csészébe; így a mérleg hibája az eredményre nincs befolyással, mert az arány ugyanaz. Mindkét mérlegelési eljáráshoz két megfigyelés szükséges, 1./ hogy áll az üres mérleg, illetőleg a letárált mérendőt tartalmazó? 2./ vizsgálom ugyanabba az egyensúlyi helyzetbe, tehát, hogy áll a mérendő s a súlyok felrakása után, illetőleg az ismert súlyok elhelyezése után? -

A mérleg jósága alakjától független, de föltételei:

1./ rudja legyen rideg, 2./ csak súlyokra, nehézségerőkre reagáljon, más erő ne hasson az egyensúlyra; 3./ tengely körül szabadon forogjon a rudja. Ezért a rud állandó s szilárdságát biztosító alakban készül, lehetőleg pontosan forog tengelye körül /nem tágan/ s lehetőleg kizárva a surlódást acél-élen, achát alapon forog. A csészék éleken, nem horgon, hogy a forgatóképesség állandó legyen.

Mérleg legyen érzékeny, azaz tüntesse fel élesen az egyensúlytól való aránylag kis eltérést. Érzékenyebb az a mérleg, mely kisebb túlsúlyt érez meg. A csészébe helyezett súly forgatóképessége annál nagyobb, minél hosszabb a mérleg karja, ezért a mérleg érzékenysége a kar hosszával arányos.

A súly forgatóképességét a mérleg súlyának ellentett forgatóképessége ellensúlyozza, szükséges tehát, hogy a mérleg-rud lehetőleg hosszú, de minél könnyebb is legyen, hogy forgató-

képessége kicsi legyen, a súlyé nagy. /Ezért áttört mérlegrudak/.
 A mérlegrud foragóképességét csökkentem, ha a távolságot a mérlegrud súlyponja s a forgási tengely közt kisebbítem. /Mert a forgatóképesség függ az erőtől s az erőnek a tengelytől való távolságától: az erő karjától. /Érzékeny mérleg rudja hosszú és könnyű s a rud súlypontja közelebbik a forgási tengelyhez. /Kínárat: kétszer oly hosszú karral kétszer oly érzékeny. Súlypontot közelebb a tengelyhez, sokkal érzékenyebb./

A gyors mérleg vagy másszó nagyobb testek lemérésére szolgál. A rövidebb karra jön a mérendő, a hosszalikon pedig ugyanazt az egyensúlyt szükség szerint közelebb vagy távolabb visszük; az ellensúly forgatóképessége 10-15-ször akkora, a szerint, a mint 10-15-ször távolabb esik a forgási tengelyhez, mint a lemérendő.

Igen nagy terheket nem mérhetünk a gyorsmérleggel, mert a megfelelő kart igen hosszúra kellene készítenünk. E célra szolgál a tizedes és százados mérleg; több egyszerű mérlegből össze-téve. Ezeknél az arány nem mindig kerek szám, ilyenkor a súlyok a mérleghez vannak alkalmazva s más mérésre nem alkalmasak, mert csak éppen ennél jelentenek 5-10-25 stb. kgr-ot.

H A L M A Z Á L L A P O T,

a mód, mellyel a test részecskéi összefüszvék. Az anyag ugyanaz lehet, csak más állapotban. A testeket megfigyelve, önként kínál-kozik a halmazállapot szerint való osztályzás.

Szilárd test. mi határozott alakkal bír, ha egy helyen megragad-

juk, együtt marad s elvihető, s ott hová vittük, ismét csak olyan alakú, mint volt. Feltűnő a rörekvés, hogy alakja és ezzel térfogata is változatlan maradjon. Cseppfolyós test nem tartja meg alakját, edény nélkül se nem vihető, de a térfogatváltozásnak ellenszegül. Egyik edényből másikba önthető. Légnemű test térfogatát is könnyen változtatja, bármily nagy térben elterjed, még ha más gáz be is tölti; ha ablakot nyitunk, továbbterjed, bár kívül is van levegő: terjedékeny. Csak zárt edényben tartható el.

Minden testben részeket különböztetünk meg s a részek közt erők működnek. Szilárd testben az erők alak-és térfogatváltozás ellen hatnak. Cseppfolyós testben alakváltozás ellen nem lépnek fel erők, de térfogatváltozás ellen jelentékeny erő működik. Légneműek részei közt már térfogatváltozás ellen is csak kis mértékben működnek erők. A három alak ugyanazon anyag más állapota, nincs szilárd vagy cseppfolyós anyag, csak az anyag szilárd és cseppfolyós állapota.

S Z I L Á R D T E S T E K.

Szilárd testeket oly erők jellemzik, melyek alak és térfogatváltozás ellen lépnek föl. A test részei közt belső erők működnek, de hatnak a testre külső erők is; az erők hatása alatt a test bizonyos alakot vesz föl, azaz minden régre elfoglalja azt a helyet, mi a külső és belső erők hatásának megfelel.

Alak = egyensúlyi helyzet, mi a külső és belső erők létesítenek. Ha a ható erőket megváltoztatjuk, pl. új külső erő hat a testre, ez megváltoztatja alakját: új egyensúlyi helyzet jön létre.

Egyensúly feltétele: a külső és belső erők egyenlők, de ellentétes irányúak legyenek.

Az alakváltozás könnyűségét tekintve, rugalmas és nem rugalmas szilárd testeket ismerünk. Ha drótot középen megterhelünk, /szembetűnőbb, mint ha végén/ kétszer akkora súly közel két annyira huzza le; ha a súlyt elveszük, ismét előbbi helyzetét, alakját veszi fel. Lassanként a súly növekedtével, aránylag kevésbé tér ki s végre nem tér többé vissza.

Rugalmas alakváltozás = ha a test az alakját megváltoztató erő hatásának megszűntével ismét eredeti alakját veszi fel.

Nem rugalmas alakváltozás = ellenkezője.

Rugalmas a test, ha alakváltozása ideiglenes. Míg az alakváltozás kicsi, rugalmas is; bizonyos fokon túl maradandó alakváltozás áll elő. Rugalmasság határa = az a legnagyobb erő, mely után még eredeti alakját veszi föl a test. A rugalmassági határnál kisebb kitérések a külső erővel arányosak. S az a belső erő, mely a maradó alakváltozás határán belül működik s az alakváltozás ellen hat, a rugalmas erő. A rugalmas erő nagysága a kitérés nagyságától, tehát a külső erő nagyságától függ. Rugalmas alakváltozás arányos az azt okozó erővel.

A rugalmasság határán túl egy ponton megszűnik az összetartás a részek közt, a test elszakad, eltörik. Ez a pont ismét határ: absolut erősség = a helyzet, midőn a test eléri a szakadás határát.

A rugalmasság határán belül az alakváltozás arányos az erővel: a test rugalmas. E határon túl, de az abszolút erősségen belül a test nyújtható; így a belső erőkkel jellemezhetjük a testeket. Kaucsuk cső rugalmas, de nem igen nyújtható. /Ólom rugalmassági határát hamar elérem, de abszolút erősségét nem: nyújtható./ Szilárd testet ismerem, ha ismerem rugalmassági határát és abszolút erősségét. E kettő közt a test nyújtható s ha a két határ tág, nyújthatónak mondjuk a testet közönséges értelemben. A nyújtható test kevésbé rugalmas, viszont rugalmas testen nehéz maradékalakváltozást létesíteni. Rugalmas alakváltozások: megnyújtás, csavarás, hajítás.

M E G N Y U J T Á S.

1 mm átmérőjű drótra súlyt akasztunk s tekintjük, hosszának hányadrészével nyúlik meg a drót rugalmasan a súly hatása. A rugalmassági határt s az abszolút erősséget számokban is ki szoktuk fejezni; az illető anyagból készült 1 mm átmérőjű drótra vonatkozik s azt jelenti, hogy hosszának hányadrészével nyúlt meg az az adott körülmények között, illetőleg, melyik az a legnagyobb súly, mely alatt meg nem szakad el. A rugalmassági állandó viszonyszám a legnagyobb rugalmas megnyúlás s az azt létesítő súly között.

| Legnagyobb rugalmas megnyúlás, | Létesítő súly, | Rugalmasság állandója, | Abszolút erősség. |
|--------------------------------|----------------|------------------------|-------------------|
| Ólom 1/8000 | 1/4 kgr. | 1/2000 | 2 gkr. |
| Vas 1/700 | 30 " | 1/21.000 | 60 " |
| Acél 1/400 | 60 " | 1/24.000 | 70 " |

Az acél rugalmasabb, de a rugalmasság határa s az abszolút erősség igen közel esik egymáshoz; ha $1/6$ dal nagyobb erőt alkalmazunk, bekövetkezik a szakadás: az acél közönséges értelemben véve nem nyújtható. Az ólom nem rugalmas, de szakadás csak akkor következik be, ha 8-szor akkora erőt alkalmazunk, mint a legnagyobb rugalmas megnyújtáshoz; a két határ távol esik egymástól, a test nyújtható.

Közönséges értelemben rugalmasnak mondjuk azt a testet, mely aránylag csekély erő hatására jelentékenyen változtatja alakját.

A rugalmasság a kitéréssel, ez pedig a létesítő erő nagyságával arányos; ily módon az alakváltozás az erő mértékeül szolgálhat és érzékeny mutató rugóra alkalmazva szembetűnővé teheti: mérlegek rugóval: sclálára jegyezzük, mekkora elváltozást szenved 1 gr. 2 gr. stb. hatására.- Rugalmas erő, ha magában hat, periodikus mozgást létesít, ezért a rugalmas alakváltozás zenei hangot ad.

C S A V A R Á S

létesül, ha két erő ellentett irányban forgatólag hat valamely szilárd rud két pontjára. A rud maga megtartja alakját, de részei megváltoztatják egymáshoz való helyzetüket: bizonyos szöggel lefordulnak s e fordulási szög mértékeül szolgálhat a csavarás nagyságának. Osztályzattal ellátott csiga mérlegül használható. Ám a nagy nehézségerő mellett a kisebb csavaró erő eltörpül, ezért függőleges forgástengelyt alkalmazunk, mire a nehéz-

ségerő nem hat; így kisebb erő is szembeálló elcsavarodást mutat. Ilyen szerkezet Culumb mérlege, melylyel electromos vagy mágneses taszítás folytán előidézett csavarást mérünk: rugalmas fonálon mágnesrud függ, melyhez kísérletezéskor másik mágnest bocsátunk le s a vonzás vagy taszítás nagyságát a fonál elcsavarodásának nagyságából határozzuk meg.

Surlódás, nyomó erő, nyomás.

Ha szilárd test szilárd síkon mozog, az érintkezés folytán mozgása ellen fellépő erő a surlódás. A hányszor testet másikon csusztatva elmozdítok, surlódás létesül. A surlódás nagysága függ az érintkező felület minőségától, /nem nagyságától/ s a nyomó erőtől, melylyel a test a másikon mozog.

Nyomó erő = a felületen működő erő amaz összetevője, mely a felületre merőleges. Így ha az alap vízszintes, az egész nehézség mint nyomó erő érvényesül; függőleges alapon a nyomó erő 0, surlódás nem létesül. Mivel ugyanazon talpak mellett annál nehezebb a testet elmozdítani, minél súlyosabb, a surlódás a nyomóerővel arányos.



Surlódás úgy keletkezik, hogy a nyugvó test az alapon kisebb-nagyobb alakváltozást, mélyedést létesít, mely leggyakrabban nem éri el a rugalmasság határát, de mégis erőt tesz szükségessé, hogy a testet a mélyedésből kivonjuk; nagyobb megterhelés nagyobb mélyedést létesít, nagyobb erő szükséges a kivonáshoz. Szilárd test felülete nem geometrisi sík, hanem érdes; két egymáson nyugvó test fogai egymásba fekszenek, elhuzva

az egyiket, a fogakat le kell törni, ehhez erő szükséges. Csiszolásal, a részek leszakításával, csak közelítőleg sima felületeket kapunk s nyugvó test elmozdításához így is annál nagyobb erő kell, minél nagyobb a nyomó erő, melylyel az a másikon nyugszik.

Hogy a testek alátámaszthatók, a surlódásnak köszönjük; nélküle az asztal bármily csekély lejtőjén semmi meg nem állana. Járásunk surlódás következménye, e nélkül nem taszithatnók el magunkat a földtől. A surlódást szükség szerint nagyobbítjuk vagy csökkentjük. Csökkentjük: könnyű testet alkalmazunk minél simább felületen - kenőcsökkel, a midőn nem szilárd felület, hanem cseppfolyós csuszik egymáson, - gördülő mozgás előidézésével, a midőn a fogak kiemelkednek az alap fogaiból: egyik surlódó felület helyett kereket alkalmazunk. /Csuszó mozgásnál a test ugyan azon felülete érintkezik az alappal, nagyobb a surlódás - gördülönél más-más felülete, kisebb a surlódás./ Nagyobbítjuk a surlódást: nehéz testek és érdes felületek alkalmazásával /vontató test legyen súlyos/, súlyos lokomotivok gyorsabban vontatnak, mint könnyűek, mert nagyobb surlodással járnak, lovakat megpatkoljuk, fagyos utakat megszórunk stb.

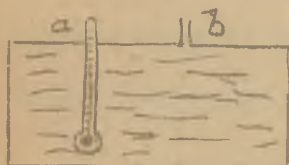
Cseppfolyós testek-

nél alakváltozás ellen nem, csak térfogatváltozás ellen működnek erők, itt csak a térfogatváltozást létesítő erőket vizsgálhatjuk. Cseppfolyós test térfogatát csak úgy változtathatom meg, ha más, /szilárd/ testtel veszem körül s ennek térfogatát kibővítem, minden más módon csak alakváltozást létesítek. Edénybe

zárt folyadék felületére dugattyu, s folyadék vagy levegőoszlop gyakorolhat nyomást. Cly erő, mely a felületre hat, erre merőleges és a térfogat kisebbítésére irányul, nyomó erő. A nyomó erőt, ha a felületre egyenletesen hat, összehasonlíthatom a felületegységekre ható nyomóerőkből, tehát: nyomó erő = a felületegységre ható nyomó erő a a felületegységek számának szorzata. $P=p \cdot f$.

Nyomás = a felületegységre ható nyomó erő.

Hogy a cseppfolyós test összenyomható-e, piezometerben vizsgáljuk. Ez gömbalaku edény, vékony nyakkal; benne a folyadék térfogatváltozása igen szembevetendő, de a térfogatváltozást nem tulajdoníthatom a folyadéknak, mert hátha a működő erő /pl. befúvás/ hatására a piezometer fala is kiterjedt s ezérez szállt alább a folyadék. Ennek ellenőrzésére a piezometert ugyanoly folyadékkal telt edénybe állítom, melynek azonos átmérőjű csőnyílványa van. Ha így a piezometer folyadékára nyomó erőt gyakorolunk, ha a piezometer fala tágul csak s a folyadék nem nyomható



össze, "a" csőben annyit esik a folyadék szintje, a mennyit "b" ben emelkedik. A két esetleges különbsége ellenben a folyadék

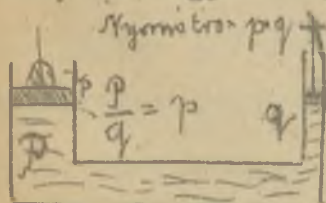
összenyomhatóságát mutatja. A folyadék összenyomhatósági tényezője, állandója, az a szám, mely mutatja, térfogatának hányadrészével csökken a test térfogata 1 légköri nyomás többletre.

A víz összenyomhatósági állandója pl. $1/20.000$, alcoholé $1/10000$. Az összenyomhatóság a hőmérséklet emelkedésével növekszik.- A folyadékra ható nyomó erő következménye térfogatváltozás, /ha minimális is/ mit a folyadék minden részében szenved. E térfo-

gátváltosás rugalmas: az erő megszűntével a folyadék visszanyeri eredeti térfogatát. E változás arányos a folyadék térfogatával: kétszer akkora térfogatú folyadék kétszerakkora térfogatváltást szenved.

A nyomó erőnek a folyadék minden része ellenáll, visszahat, a nyomó felületre fölfelé nyomást gyakorol s ha e két nyomó erő egyenlő, nem létesül mozgás, hanem egyensúly. A folyadékban fölfelé ható nyomó erő az a törekvés, hogy a folyadék megtartsa eredeti térfogatát minden irányban. A nyomás a folyadékban az iránytól független, /Pascal tétele/ mert a folyadék minden irányban törekszik térfogatát helyreállítani. Ha folyadékkal telt edényt dugattyú zár el, mely pl. 1 cm felületre nyomást gyakorol, a folyadék felső rétege közli, továbbadja e nyomást az alatta levőnek, ez ismét a szomszédost nyomja, stb. úgy, hogy a nyomás az egész folyadékban egyenletesen elterjed. Mivel a felületre ható nyomó erő egyenlő a nyomás \times a felületegység száma, $P = p \cdot f.$, és $P/Q = p/q =$ az egész felület / a felületre ható nyomó erő a felülettel arányos.

Hogy mily viszony van a nyomó erő s a nyomás közt, a Brahma féle visszajtó mutatja: ez közlekedő edény, tágabb és szűkebb szár-
ral, mindegyik dugattyúval alsárva. Ha a szűkebb szárban a du-

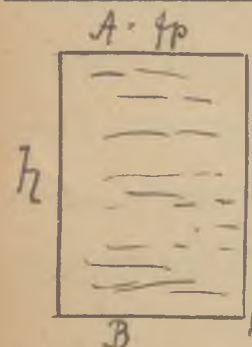


gattyút lenyomjuk, a víz a tágabbikba emelkedve, a szélesebb dugattyút felemeli. A nyomás /a felületegységre ható nyomó erő/ a

tágabb szárban csak akkora, mint a szűkebbikben, de a nyomó erő

a tágabbikban $Q \cdot p$, a szűkebbikben csak $q \cdot p$, tehát annyiszor nagyobb a tágabbikban, a hányszor a széles szár keresztmetszete nagyobb a szűk szárénál. Ha a teher Q -n, az erő p -n működik, az erő ugy aránylik a teherhez, mint Q átmérője a p átmérőjéhez, tehát kis erővel nagy ellenállást győzhetnek le, persze megfizetve utban, mit időben nyerek. Mivel igen hosszú keskeny szár alkalmazatlan volna, a kis erőm nagy elmozdulását több kisebb elmozdulásból tehetem össze: sokszor tolom le a föl a kis dugattyut; így az erő utja arányosan nagyobb mint a teheré: az utak fordítva arányosak az erővel. Még kedvezőbb az erő helyzete, ha a dugattyut emelővel kütüm össze, mely 6-7-sze oly hosszú lehet, mint a dugattyu szára.

Hogyan változik a nyomás nyugalomban lévő folyadék belsőjében.



f =felület
 h =magasság
 p =nyomás felül
 p =nyomás alul.


Képzeljünk folyadék belsőjében
 eszlepet /A-B/ melynek magassága
 h . Hogy megállapíthassuk az egyensúlyi viszonyokat, vizsgáljuk,

mily erők hatnak a folyadékoszlopra. Függőleges irányban lefelé hat a nyomó erő / p l. levegő nyomása/mely egyenlő $p \cdot f$., és hat a folyadékoszlop nehézségére, a mi egyenlő: a folyadékoszlop térfogata= $f \cdot h$ szorozva a sűrűséggel / s / és a gyorsulással / g /. A felülről ható erő tehát= $p f + f h, s g$ }= K
 $p f + f h s g$ Alulról fölfelé a $p f$ nyomó erő hat melynek egyensúly esetében egyenlőnek kell lenni a lefelé ható nyomó erővel, tehát
 $p f + f h s g = p' f$, $p + h s g = p'$ $h s g = p' - p$.

Tehát: nyugalomban levő folyadékban a nyomás lefelé megyebbodik és pedig az oszlop magasságával s a folyadék sűrűségével arányosan.

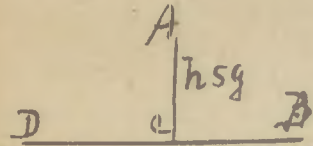
Vizzintes vizeszlop egyensúlyi helyzete.

Vizzintes oszlop a folyadék belsejében, egyensúlyban lévén, a nehézségerő által nem szenved nyomásváltozást, mert az vizzintes irányban minden pontra ugyanaz. A jobbra balra ható erők

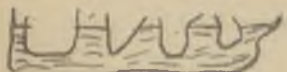
→  ← egyensúly esetén szükségképpen egyenlők. $p \cdot f = p' \cdot f$; $p = p'$.

Egyensúlyban lévő folyadék egy vizzintes síkban fekvő pontjában a nyomás ugyanaz, nem változik.

Egyensúlyban levő folyadékban a nyomás vizzintes irányban minden pontra egyenlő, függőleges irányban pedig a magasságtól függ s így lefelé h s g-val növekszik.

 Ha tehát a D B felületre A C folyadékoszlop nehezedik, a nyomás C ponton h s g, de B ponton ugyancsak h s g, s a D B sík minden pontján h s g.

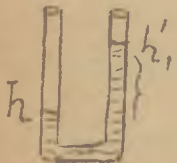
Nyugvó folyadék felülete a nehézségerő irányára merőleges, mert a nehézségerő ebben az irányban, a vizzintes irányban, minden pontra egyenlő; és pedig egyenlő független attól, hogy mily alaku az edény s összefüggő-e a felület. Ezért

 közlekedő edények száraiban egyenlő magasságban áll a folyadék. Mert a folyadékoszlop nyomását magassága határozza meg, függetlenül a folyadék mennyiségétől. /Ezt alkalmas kísérlet bizonyítja: mérlegkaron függő s vízbe érő edény feneké lejár; most zsi-

neggel a másik mérlegkarra helyezett súly szorítja az edény alá-
 íhez. Az edény "a" magasságu folyadékkal van megtöltve s ezt bi-
 zonyos súly, mondjuk "c" ellensúlyozza. Csőben ugyanolyan magas,
 de vékonyabb folyadékoszlopot öntünk reő, s ezt a sokkal kisebb
 folyadék mennyiséget szintén egy "c"-nyi súly ellensúlyozza. Ha
 csak kissé magasabb folyadékoszlop jut a vékony csőbe, az edény
 feneké leesik. / Ezért az alsó emeleten a víz nyomása a vízveze-
 tékben nagyobb, mint a felső emeleteken, s a legnagyobb, mire a
 vizet vezethetjük, az, melyben a rezerváirban álló

A nyomó erő, mit valamely folyadék az edény fenekére
gyakorol, nem egyenlő a folyadék nehézségével, hanem = felület
nyomás.

Ha közlekedő edényben két különböző folyadék érintke-
 zik, egyensúly esetén a két szárban egyenlő a nyomás. Ha az é-
 rintkező felületen vízszintes sítet fektetnek, kell hogy e vízszin-
 tes sít minden pontjára ugyanaz a nyomó erő hasson. / Külömben nem



lehetne egyensúlyban. Így a

$$h, \text{ vizoszlop nyomása} = h', s', g'$$

$$h \text{ higanyoszlop} = h, s, g$$

egyensúly esetén $h s g, = h' s' g'$

$$h s = h' s' \quad s = h' s' / h$$

$$\underline{s/s' = h'/h} \quad \text{vagyis}$$

a folyadékoszlop vissűrűsége fordítva arányos magasságával. A hi-
 gany sűrűsége annyiszor nagyobb, mint a vízé, a hányszor kisebb
 oszlepa tart egyensúlyt a vizoszleppal; pl.

Vízoszlop magassága 878 mm

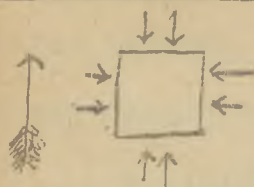
Higanyoszlop " 65 mm

$s/s' = h'/h$ s mivel $s' = 1$, a víz sűrűségével, lesz:

$s/h = 878/65$, $s = 13.5$, a higany sűrűsége.

Az eljárás nagy előnye, hogy a folyadék sűrűségét ily módon hossz-méréssel pontosan és kényelmesen megállapíthatom.

Mily erők hatnak folyadék alá merített testre? Folyadék alá me-



ritett testre minden oldalról hatnak erők s s nyomó erők eredője fölfelé irányul, mert a nyomás lefelé nagyobbodik a folyadék belsejében s

így az alsó lapra mindig nagyobb mint a felsőre. E fölfelé irányuló nyomó erő a felhajtóerő. Mily nagy a felhajtóerő egyensúly esetén? A felhajtó erő nagysága a test m. nőségétől független:

vasra, fára stb. ugyanaz. Egyensúlyban levő folyadékban a környező folyadék nyomó erői egyenlők a körülzárt folyadék rész nehézségével; természetesen tehát, hogy bármily alámerített testre akkora a felhajtó erő, mint az egyenlő térfogatú folyadék nehézsége, mert ezt éppen egyensúlyozza. Bemártott



testre ható összes erők: 1./ a test nehézsége, 2./ a nehézség ellen ható felhajtó erő, mi egyenlő a helyéből kiszorított folyadék súlyával. Innan Archimedes tétele, ki az összefüggést legelőször észlelte: a test súlyvesztése a folya-

dékban egyenlő az azonos térfogatú folyadék súlyával. /Kísérlet:

mérleg sullyal, visbe mártva a víz felhajtja, a súly fölött ugyanoly térfogatú üres henger; vízzel tele, egyensúly helyre./

A jelenséget hatás és visszahatásból is magyarázhatjuk ha viz felnyomja a testet, ez viszont a vizet nyomja le ugyanannyival: tehát a viz sulya nagyobb lesz, még pedig a testtel egyenlő térfogatu viz sulyával. /Tömött hengert mérlegserpenyőn álló vízzel telt edénybe függesztünk, a kar alászáll: a viz nehezebb lett; a másik serpenyőben ugyanakkora üres henger, vízzel megtöltjük a helyreáll az egyensuly./10ke hal+ 50 ke viz=60ke./

Ez ismeret segítségével könnyű a testek relativ sűrűségét meghatározni, mert csupán egyenlő térfogatek sulyviszonyát kell megállapítanunk.

$$\text{Relativ sűrűség} = \frac{\text{test sulya}}{\text{ugyanely tér.viz sulya}} = \frac{\text{test sulya}}{\text{sulyveszteség vízben}}$$

De ugyanigy a folyadék sűrűsége is megállapitható. pl.

ólómdarab sulyvesztesége vízben : 5 gr.

$$\text{alc. ban } 4$$

Alc. relativ sűrűsége $4/5 = 0.8$ -- mert a mikor ugyanazon test sulyveszteségét állapítjuk meg két különböző folyadékban, tulajdonképen a két folyadék egyenlő térfogatának sulyát állapítottuk meg s e két suly viszonya a relativ sűrűség.

Folyadék sűrűségét gyakran kívánatos ismernünk, mert oldatok sűrűsége % os tartalmukkal arányos. De ily eljárásnál - belemártott test sulyveszteségével - három mérlegelés szükséges: levegőben, vízben s a kémlendőben. Ennek elkerülésére szolgál Westfál mérlege: a mérleg 10 részre osztott karján hőmérő függ; /üvegje alkalmas a bemártásra; hőfokot is mutat/ a másik mérlegkar ezzel egyensulyt tart. A mérleghez alkalmazott sulyegység a

hőmérőnek vízben szenvedett súlyvesztését egyenliti ki. Mérlegeléshez még egy drb: ily egységet s ennek $1/10$, $1/100$ s $1/1000$ részét használjuk. A mely folyadékban az első súly kiegyenliti a hőmérő súlyvesztését, annak sűrűsége a vízzel egyenlő = 1.

Ha sűrűsége nagyobb, csak azt kell nézmem, az egységet s annak törtjeit a kar hányadik osztályvenására rakem fel, hogy az egyensúly helyreálljon; ezután a leolvasott szám közvetlenül az illető folyadék vízre vonatkoztatott sűrűségét adja, mert megmondja, hány vizbeli súlyvesztéséget szenved a test a kémlalt folyadékban. /Rézgálic: 1 súly ugyanaz a legelső venáson = $1.1 + 1/10$ akkora a 8. osztályban /belülről/ = $1.18 + 1/100$ akkora a 2. osztályon = $1.182/$

Ha a bemerített testre ható összes erők, tehát a nehézség és a felhajtó erő nem egyenlők, az eredő a kettő különbsége. Ha a nehézség nagyobb, a test kisebb erővel ugyan, mint levegőben tenné, de lekerül. Ha pedig a felhajtó erő, tehát a testtel egyenlő térfogatu folyadék sulya nagyobb, mint a test nehézsége, az eredő a felhajtó erő irányába esik, a test a folyadék felszínére kerül s ott uszik: új egyensúlyi helyzet áll elő. Míg a test a folyadék alá merül, a felhajtó erő velt nagyobb, a mint kifelé emelkedik, a felhajtó erő csökken s a test addig emelkedik ki, mignem a felhajtóerő egyenlő lesz a nehézségerővel, vagyis, mignem a kiszorított folyadék sulya egyenlő lesz a test sulyával. Uszó test mindig annyira merül a folyadékban, mignem bemerült részével egyenlő térfogatu folyadék sulya egyenlő az

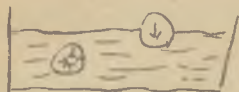
egész test súlyával. /Kísérlet: felfogom a viasz-golyó által kiszorított vizet s megméröm: ugyancsak súlyu mint a golyó./

Az uszás ismeretéből is következtetünk a felyadék sűrűségére. A benyúlás nagysága visszában arányos a sűrűséggel, mert a test saját súlyával egyenlő súlyu felyadékmennyiséget szerit ki, kisebb sűrűségűben mélyebbre merül. Arcometernek hesszu, vékony alakot adunk, hogy súlyvesztését nagy hosszalmondulással mutassa; annál érzékenyebb, minél kisebb a keresztmetszet. Hogy függőleges állásban usszék, alsó végét megterheljük, /ólom vagy higannyal./ A szár beosztása tapasztalati uton történik: feljegyezzük reá, mily sűrű felyadékban mennyire merül. Kisebb pontosságú méréseknél kényelmes eszköz. Százalékos tartalomnak bizonyos sűrűség felel meg, ezért sűrűség helyett az alcohol, sav stb. megfelelő %-os összetételét jegyezhetem az arcometerre.

A felyadék belsejében a tapasztalat pontosan megfelel az ide vonatkozó elméletnek, de a felyadék felszínén eltérés mutatkezik. Az edény szélén felgörbül a felyadék széne, megfelelő viszonyok között csepp alakul, capillaris csövekben magasabban áll stb. Mind e jelenségek más viszonyokra mutatnak, s egy jelenség a capillaritas neve alá foglalvák.

E jelenség magyarázatára feltesszük, hogy a capillaritas ély erők hatásának eredménye, melyek a felyadék felszínén a felyadékreszek közt ély kicsi távolságra hatnak, hogy 20 nem mérhatók.

Gondoljunk a folyadék belsejében pontot s közöttte gömbalaku folyadék-részt, mely gömb sugarai oly kicsik, hogy a hatástávolságon belül esnek. A pontra a gömbön kívül eső erők nem hatnak, csak a belsők, melyek a hatástávon belül esnek. De ezek eredő-



je 0. A folyadék felszínén azonban más viszonyok vannak: a gömb egyik fele kívül esik a folyadékon s nem ellensúlyozhatja az alsó félgömb vonzását a pontra. A folyadék felületi rétegén a vonzó erő folytán húzás keletkezik kifelé, a nyomás lefelé nagyobbodva. A folyadék felszínén működő feszültség minden irányban egyformán hat - mint valami kifeszített kártyán - így eredője 0. /Nyomást sem észlelhetünk, csak nyomáskülönbséget./ De ha egyik oldalon megváltoztatjuk a felületet s így a feszültséget, mozgás áll be. /Kísérlet: higanyon kevés víz s üveglap nyugalomban, mert a rá ható feszültségi erők eredője 0. Higanyfelületet egy helyen káliumbichromáttal oxydálva /vizben oldható/ e helyen kisebb feszültség támad s az üveguszó ellenkező irányba húzódik./

Ha csak a felületi feszültség hat valamely folyadékra, a felület állandó térfogat mellett a lehető legkisebb lesz.

E geometriai feladat megfejtése: gömbalak. Folyadékban ugyanoly sűrűségű folyadék gömbalakot ölt: vörösrre festett zinksulfátoldat pl. a széndisulfidban. Ha a nehézségnek csak kis befolyása van a folyadékra, közelítőleg szintén gömböt kapunk: esőcseppek, vagy általában cseppek nem teljesen gömbalakuak s minél súlyosabbak, annál lesimitottabbak. /Szappanbuborék, ha nem fúvom tovább, a felületi feszültség miatt összehúzódik,

nél sík lesz: a legkisebb felület./ A felületi feszültség úgy működik, mint valami erő, de csak a felületen. Plateau féle alakokat is a felületi feszültség létesíti a legkisebb felületre való törekvése által.

A folyadékok nagyobb része bevenja az érintkező felületeket, megnedvesíti őket; a felületen felületi folyadék réteg keletkezik, mely feszültsége miatt összehúzódik, gyakran megszakad s cseppeket alkot. /Ha pl. zsíros volt az érintkező test felülete./ Vékony csőben a folyadék felülete nem sík, hanem homorú, /meniscus./ A nedvesedő réteg ugyanis összehúzódva a felületi feszültség miatt, felhúzza a folyadékot, hogy mennyit, azt megállapíthatjuk. Egyensúly esetén a felületi feszítő erő annyi folyadékot húz fel, a mennyinek a nehézsége a fel, feszítő erővel egyenlő; így a felhúzott folyadékmennyiség a feszültség mértéke.

Feszültség = a vonalegységre, a mm-re erő feszítő erő.

Feszítő erő = feszültség szorozva a mm-ek számával. Capillaris csőben a kerület menetén működő feszítő erő = feszültség $2 r$. II. A víz felületi feszültsége 7.5, azaz a víz nedvesítő felületi rétege 1 mm. hosszú uton 7.5 mgr, vizet emel fel. Alcoholé 2.5. Mikor esik le a csepp valamely testről? Ha felületi feszítő erő már nem tarthatja meg. A csepp akkora lesz, a mekkora a fel.



feszítő erő. Vizcsepp: ha a csöppentő cső kerülete 3 mm, 3. 7°5 milligr.nyi csöppet ejthetünk. Ugyanaz a folyadék ugyanabból a csöppentőből egyenlő nagyságu csöppekben

hull alá. Így a csepp nagyságát az edény kerülete s a folyadék minősége határozza meg. A cseppek száma egyedül még bizonytalan meghatározása a folyadék mennyiségének. Ezért most meghatározott nagyságu csöppentőket használunk s szemmel tartjuk az eldószar minőségét is, /mert a csepp nagysága a felületi feszültséggel arányos, az pedig minden folyadékban más és más./

L É G N E M Ű T E S T E K

a térfogatváltozás ellen sem fejtenek ki jelentékeny erőt. Vizsgálatuk némi nehézséggel jár, mert a nyomásviszonyokat levegővel telt térben észlelni nehéz. Levegőben a nyomás, csak úgy mint a folyadékban, minden irányban elterjed s így itt is az ellenirányu, de egyenlő nagyságu erők eredője 0. A nyomás tehát itt is független az iránytól /Pascal/ s általában a cséppfolyósa testekre megállapított ékoskedések a légneműekre is illenek.

Már most, mivel a nyomás minden oldalról egyenlő, eredője 0, e nyomásról meg nem győződhetünk. /Folyadékban sem észlelhetünk nyomást, csak nyomásváltozást, különbséget./ De szemlélhetővé tehetjük, ha egyik oldalán megszüntetjük: most már mint egyoldalú nyomás tűnik elő. /Kísérlet: hengeren súly függ s e henger üres csőbe illik; beletolom s ujjammal befogom a csövet; ha felemelem is, nem esik ki a súlyos henger. Ez már a légnyomást méri is: $\frac{1}{2}$ cm $\frac{1}{2}$ kg-ot bír meg./ Ha hengert cserdültig töltünk vízzel s üveglapot fektetve rá, felfordítjuk, a lap nem esik le: a légnyomásá ott tartja, sat.

Levegő nyomásának nagyságát

folyadékoszleppal mérjük. Itt is érvényes a közlekedő edényekben foglalt különböző folyadékok törvénye: a különböző folyadékok magassága fordítva arányos sűrűségükkel. A levegő nyomásának mérésére oly közlekedő edényt használunk melynek egyik szára zárt, hogy itt a légnemástől ment legyen; a másik szárra a légnemás szabadon hat. Az edényt higanyal töltjük meg s a higany felszínén a rövidebb szárban szintet gondolunk keresztül fektetve. Tudom, hogy e szint minden pontján egyenlő a nyomás. A zárt szárban pedig azért áll magasabban a higany, mert a nyílt szárban a levegő a körlég maga egyensúlyt tart vele. Így a levegő nyomásának mértéke az érintkező szinttől felfelé számított higanyoszlep nyomása. A higany minden folyadék közt kiválóan alkalmas e mérésre; 750 mm. magas oszlep már mutatja a nyomás mértékét, vízzel körülbelül 10 m. kellene. A levegő nagyjából 1000 cm. magas vázeszlepot tart egyensúlyban, tehát nyomása 1 cm-re körülbelül 1 kgr.

Ily higanyos közlekedő edény a baremeter. /Barometer= levegő mérésére szolgáló eszköz./ Mivel a higany állása sűrűségétől is függ s így hőfokával változik, mindig 0° u higany állására redukáljuk a baremeter állását.

Ugyanazon a helyen a baremeter állás s így a levegő nyomása is, a mi előidézi, változó. E változásból az időjárásra következtethetünk. Ha a baremeter állása alacsony, ritkább, meleg, nedves légeszlep van fölötte, a pára könnyen lecsapódik:

eső lesz. Magas barometer állásból hideg, mert sűrűbb levegőoszlepra következtetünk, mi nem tartalmaz sok párat: száraz idő lesz.- A barometer ez ingadozásai nem nagyok, 30-40 mm körüliek mindössze. A középállás egy-egy évben ugyanazon a helyen ugyanaz

A barometer állása a hely magasságától is függ. A levegő nyomása, épen úgy mint a folyadéké, lefelé nagyobbodik, még pedig ugyanazon törvények szerint. A nagyobbodás mértéke: 10 $\frac{1}{2}$ m. különbség magasságban, a barometer állásban /mm-t/ tesz ki. Az asztal felső lapján kisebb a levegő nyomása mint az alson; persze nem vehető észre, mert a különbség csekély. Levegőben persze szintén felhajtó erő.

A barometerállás középértékét néve alapul, nyomásegységet állapítottak meg: a normális légköri nyomást. Ez megközelíti a levegő nyomását és egyenlő $76.13^{\circ}6 = 1033^{\circ}6$ gr 1 cm-re, azaz, a normális légköri nyomás 1 cm-re 1033.6 gr, mivel 760 mm. magas 0° -u s 1 cm alapu higanyoszlop sulya 1033.6 gr. s a levegő nyomásának ez a középértékben vett ellensulya. Ujabban különben nyomásegységül 1 kgr. kezd szerepelni 1 cm re.

A levegő nyomásának megállapítására a higanyes barometer nem elég kényelmes, mert két pontot kell megfigyelni rajta, de meg törékeny is, nagy is. Ezért olyan eszközt használunk, mit egyszer összehasonlítottunk higanyes barometerrel s miről feltesszük, hogy azóta nem változott; ez az aneroid barometer, fémlégsulymérő. Vékony falu doboz ez, benne légüres tér vagy bezárt levegő: alakja a reá ható erőktől függ, mely erők nagysága-

nak arányában Deformatiót szenved s ez alakváltozások szolgál-
nak az erő mérésére. Emelő és érzékeny mutató szembetűnővé te-
szi a kis alakváltozásokat.. Most a higanyos barometer megfelelő
állásait a mutató különféle állásai mellé jegyezik. Igen érzé-
keny lehet, de csak addig jó, míg a higanyos barometernek válto-
zatlanul megfelel.

Mariotte-Boyle törvénye.

A víz egy légköri nyomás többletre csak $1/20.000$ ré-
szével változtatja meg térfogatát, mit különben is nehéz megfi-
gyelni, mert az edény, mi bezárja, szintén változtatja térfog-
atát. A légneműek összenyomhatósága szemmel látható. Figyeljünk
meg közlekedő edényben /rövidebb száron beferrasztott barometri-
kus csőben/ higannyal elzárt levegőoszlopot, mely így 1 légköri
nyomás alatt áll s melynek nyomása természetesen egyenlő a kül-
ső levegő nyomásával. Mennyire változik meg térfogata 1 légköri
nyomás többletre? Higanyt öntünk a nyílt csőbe 760 mm. magasság-
nyira, az elzárt levegő térfogatának felére, újabb 760 mm. ma-
gasságu higanyoszlop hozzáöltésére $1/3$ -ára s így tovább húzódik
össze.- A XVII. sz. ban Boyle, később Mariotte is végezték a ki-

| <u>p.</u> | <u>V.</u> | <u>s.</u> | sérletet, s elölával. Ők állapították meg a |
|-----------|---------------|-----------|--|
| 1 | 1 | 1 | róluk elnevezett törvényt: <u>Gázok és gőznemű</u> |
| 2 | $\frac{1}{2}$ | 2 | <u>testek térfogata fordítva arányos a rájuk</u> |
| 3 | $1/3$ | 3 | <u>ható nyomással.</u> De ha a nyomás 2 atmosph. s |
| 4 | $1/4$ | 4 | stb. a térf. $\frac{1}{4}$, kell, hogy a sűrűség 2 legyen s |

így a gázok sűrűsége a nyomással arányos. Jellemző a gázokra:

Az erők, melyek térfogatváltozás ellen hatnak, minden gázban egyenlők. /Folyadékknál más és más ok./ Pontos megfigyelések azonban itt is mutatnak eltéréseket, melyek a gázok minőségétől függenek. A Boyle-Mariotte féle törvénynek szigoruan csak ideális gáz hódolna, a valóságban csak nagyjából hódolnak neki a gázok. Ez is mutatja, hogy a folyadék és gáz anyagi minősége közt nagy különbség nincs.

Ritkító és sűrítő szivattyúk.

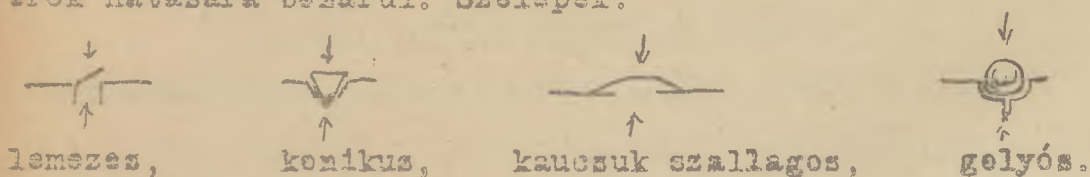
Mivel a gázok sűrűsége térfogatuk nagysbbedásával csökken: ritkíthatók és sűríthetők.

Legtökéletesebb a baremeter maga a légszivattyúk között. A Toricelli féle ür, kevés higanygőztől eltelítve, teljesen üres. Izzólámpák körtéit csakugyan Toricelli kísérletével teszik légüressé. A Sprengel-féle higanyos légszivattyúval, melyben a higany leeresztve, magával viszi a levegőt s maga mögött légüres teret hagy, szintén állítható elő légüres tér. De lassan megy a deleg, sok higany is kell, a mi drágává teszi. Ha nem légüres térre van szükségünk, hanem ritkított levegőjével is be-



érhetjük, más készüléket használunk, a légritkító szivattyút. Míg a dugattyu lenn van, egyensúly uralkodik a külső levegő és a recipiensben levő levegő nyomása egyfermán 1 atmosphaera; ha a dugattyut felhuzom, megnövekszik a recipiensben levő levegő térfogata, mert a dugattyu helyén támadt csaknem légüres tér fölől a nyomás jóval kisebb lévén, a recipiensből a levegő a kifalé nyíló szelepet kinyitva idetódul

s így maris ritkább lett; a mint a dugattyut betolom, nagyobb nyomást létesítek, az összenyomott levegő az alsó szelepet bezárja s azután a felsőn kitódul stb. Ily módon a kifelé szelgáló szelepeket a levegő maga nyitja, csukja. /Elsinte csapekat használtak, csak később jöttek rá a szelepek használatára. Szelep egy irányban működő szerkezet, /akár az ajtók/ mely egy irányban ható erők hatására megnyílik, ellenkező irányban ható erők hatására bezárul. Szelepek:



A ritkító szivattyu részei: köpü, alján két szelep, recipiens vagy légtartó s adugattyu. A légsűrítő szivattyu részei ugyanazek, csak hogy a felső szelep helyett egyszerű nyilással bír, az alsó pedig befelé nyílik a recipiensbe. Már a dugattyu első letelése után sűrűbb a levegő a recipiensben s így nyomása nagyobb mint a külsőé. Ám azért a dugattyu felhuzása után nem



terjedhet a csaknem légüressé lett köpübe, mert maga előtt bezárja a szelepet. A dugattyut a nyílás fölé huzzuk s akkor új levegő áramlik a köpübe.

Ritkítással teljesen légüres tér nem állitható elő: a szelep s a dugattyu nem zárhat tökéletesen, de meg mindig csak ritkítjuk a levegőt, de nem sűrítjük ki. Ha a recipienst baremeterrel kötjük össze, az a dugattyu felhuzásánál alább száll /mert megritkult a levegő/ letelésénél változatlan

marad. Minél kevesebb a levegő a recipiensben, annál kisebb természetesen a sűrűsége és nyomása is. Ezért kell a recipiensbe új levegőt becsátani, ha fel akaram emelni, különben ez a külső levegő nyomása miatt lehetetlen. - A légszivattyu működése azért jár eredménnyel, mert gyorsabban távolítja el a levegőt, mint ahogy az betódul. Hogy minél több levegőt vegyünk ki egyszerre, nagy köpüt alkalmazunk. 2 köpüvel /fől és letelés is visszalevegőt, mert mikor az egyik dugattyut felhuzom, a másikat letelem / s lehető legjobb zárással készülnek a jobb szivattyuk.



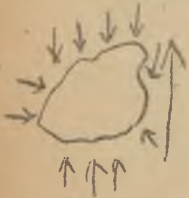
Sűrítő és ritkító szivattyuval a gázt egyik edényből a másikba vihetem. A levegő nyomását bizonyítják: a magdeburgi féltékék, üveglappal letakart hengerből kiszivattyuzva a levegőt, a külső légnyomása ezen helyen repeszti meg az üveglapot.

Légnemlék mérését

csak zárt edényben ejthetjük meg s csak bizonyos körülövel, mert levegőt levegőben nem mérhetek. 3 literes üvegedényt lemérek, miután a levegőt teljesen kiszivattyuztuk belőle, /kiszivattyuzásnál végre is elkövetkezik ezen idő, mikor a szelepek és dugattyu mellett minden fel és letelésnél annyi külső levegő tódul be, a mennyit leteléske eltávolítottunk: itt megszűnik a ritkítás lehetősége. / azután csapját megnyitjuk telebecsájtjuk levegővel s újból lemérjük. A súlyszaporulat, durva mérlegen 4 gr. Így 1 liter levegő súlya $1,1/3$ gr. Pontosabban, norm. nyomáson $1,293$ gr. jéggel körülvéve / $1,293$ gr. Így a levegő vízhez v-

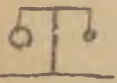
szennyített sűrűsége $1.293/1000 = 0.001293 =$ közel $1/773$. Látjuk már most, miért változik a baremeterállás a hely magasságával. 1 mm. magas higanyeszleppal 10.513 mm. magas levegőeszlep tart egyensúlyt. Természetesen, mert a levegő higanyra vonatkoztatott sűrűsége $1/775.1/156 = 1/10513$; ugyanis 1 mm. higanyeszlep 13.6 mm. vizeszlepet tart egyensúlyban, 1 mm. vizeszlep 773 mm. levegőeszlept tart egyensúlyban, így 1 mm. higanyeszlep $13.6 \cdot 775$ mm. = 10.5126 méternyi levegőeszlepet tart egyensúlyban. Ezért esik a baremeter 1 mm.-rel minden 10.5 m.-rel magasabban.

Légnemiek sűrűsége nyomásuktól és hőmérsékletüktől függ.



A légnemi test részére ható erők eredője is felhajtóerő; így levegőben is minden test súlyvesztéséget szenved. A felhajtó erő egyenlő a testtel egyenlő térfoga-

tu levegő súlyával. /Kísérlet: kicsi ólemdarab s nagyobb üveggolyó egyensúlyban vannak a mérlegen. De ha a mérleget bura alá



helyezem s ebből kiszivattyuzem a levegőt, a nagyobb üveggolyó felé billen a mérleg. Ebből látszik, hogy az üveggolyó tényleg súlyosabb, de a levegőben nagyobb térfogata miatt nagyobb súlyvesztésé, a bura alatt s súlyvesztéséget ugyszólván visszakapja /helyesebben nem szenved/ a légüres térben, s tényleg nehezebb lévén, alábillenti a mérleget. Ezért ha a tömeg pontos ismeretéhez akarek jutni, légüres térben mérlegelek vagy a levegő sűrűségét a baremeter segítségével kiszámítva az egyenlő térfogatu levegő súlyát hezzáadom a test súlyához. A levegő felhajtó ereje mozgást létesíthet fölfelé, ha oly test

van a levegőben, melynek sulya kisebb, mint a vele egyenlő térfogatu levegőé; ilyenkor a felhajtó erő, mely mindig mint súly-
 w szteség nyilvánul különben, tényleg felhajtja az illető tes-
 tet. Hydrogennel töltött ballen pl. addig emelkedik, míg nem oly
 levegőbe jut, melynek sűrűsége oly kicsi, hogy az egyenlő tér-
 fogatu levegő sulya a ballenével egyenlő. /Ilyenkor hemekszéseke-
 kat dob ki a léghajó, hogy feljebb emelkedhessék./

1 l. Hydrogenre a levegőben 1.2 grnyi felhajtóerő hat, 1 m Hydro-
 genre már 1.2. kgrnyi.

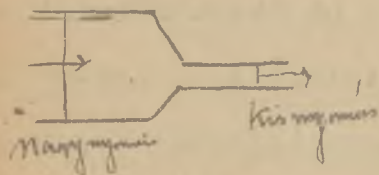
A légnyomás a folyadék mozgását idézheti elő s lehető-
 vé teszi, hogy a folyadékekat egyik edényből a másikba vigyük át
 a mikor azok át nem önthetők. Pl. lepó alsó végét folyadékba
 mártjuk, a felsőt megszívjuk, azaz: megritkitjük benne a levegőt
 /szívás= térfogatnagyebbítés/ a külső levegő nyomása most már
 nagyobb lévén, felnyomja a folyadékot. Most a lepó alsó végét
 befogva, kismeljük folyadékkal telve. Pipetta igen kicsi nyilá-
 su lepó; ennek alsó végét nem kell befogni ha folyadékkal kie-
 meljük, csak felső végét tartjuk ujjunkkal elzárva a levegő nye-
 másától s ekkor az alsó csöpp felületi feszültségénél fogva be-
 tartja a nyilást alul is. Kút is csak légszivattyu; szivókutak
 valóságos baremterek, egyik szárban levegővel /körlég/ másik-
 ban vízzel. Ha a vízzel telt szár fölött térfogatnagyebbítást
 létesítünk - légszivattyuval - a másik szár levegőcszelepa feljebb
 nyomja a vizet. Mivel a körlég 10 méteres vizeszelepet tart egyen-
 sulyban, 10 m.nél magasabbra nem vihetjük a vizet szivással,

/csak a nyomás fekozásával./ E jelenség vezette Tericellit a légnyomás felismerésére s a baremeter megszerkeztésére.-

Szivókutak szelepei fém vagy üvegkupek.

A közlekedést a folyadékkal telt edények közt a levegőnyomása teszi lehetővé; ha ugyanis nem létesítettünk előre alkalmas közlekedést az edények közt, felül is létesithetünk, épen a légnyomás miatt. Szivernya /meghajlitott cső/ vagy kaucsuk cső segítségével 2 edény közlekedő edénnyé válik s a folyadék addig ömlik át a másikba abból, a melyben magasabban áll, míg nem egy-szinten áll mindkettőben. Ha most egyiket magasabbra helyezem, továbbömlik. Elég tehát a szivernyából egyszer eltávolítanunk a levegőt, - megszívás vagy bemeztés által - hogy a két edény közt állandó összeköttetést létesítsünk. A szivernya segítségével persze szintén nem vihetjük magasabbra a vizet 10.5 m.nél. /Mindegy, melyik szára jön a folyadékba./

Mily nyomásváltozásokat észlelünk mozgásban levő folyadékoknál?



Ha valamely folyadék különböző keresztmetszetű csővön át megeg, világos, hogy az időegység alatt a nagy keresztmetszetem csak

annyi folyadék juthat keresztül, mint a kicsin, mert ha a kicsin kevesebb ömlene át, a folyadék a 2 metezet közt összenyomást szenved, a mi lehetetlen. Ha a két keresztmetszetem oly folyadékeszlepet képelek, mi az időegység alatt áramlott át, e 2 egyenlő térfogatu eszlep térfogata lesz: a keresztmetszet \times az eszlep hosszával, a mi itt a sebességgel egyenlő; /sebesség = az

időegység alatt megtett út/ világos tehát, hogy a nagy kereszt-
met szetnél kisebb lesz a sebesség, s a kicsinél nagyobb, tehát
a sebesség a keresztmetszettel fordítva arányos.

Hol a keresztmetszet nagy s a sebesség kisebb, nagyobb lesz a nyomás, kisebb metszetnél kisebb a nyomás és nagyobb a sebesség. Ezért sebességváltézással, mozgásváltézással, nyomás-váltézással, idézhetünk elő: a mozgás nagyobbításával kisebbítjük a nyomást. A mozgó folyadékok s téttele a mozgásban levő gázokra is érvényes. /Kísérlet: fémlemez likjához ferrasztett fémcsövet lazán papíreslapra állítok - asztalon fekvőre - s belefúva a csőnél fogva felemelem a papírest, mert a belefúvott levegő a fémlemez s a papíreslap közt távezik el a szűk hely miatt nagy sebességgel, s ezáltal olyan nyomáscsökkenés idéz elő, hogy a külső levegő nagyobb nyomása a fémlemezhez szoritja a papírest. Így ha keresztmetszetben nagy különbségeket létesítünk, a nyomás végre negatív nyomássá csökken, úgy hogy a mozgó folyadékkal szivattyút létesítek. Ez a visszivattyú, jobban mondva visznyomású légszivattyú, mellyel vízvezetéki csapra alkalmazott csővel, mibe a kiszivattyúzandó levegő - recipiens szolgál, ély tökéletes légritkitást eszközölhetnek, minő vízzel való zárással egyáltalán lehetetlen.-

A szilárd, cseppfolyós és légnemű testek alakja s térfogata a rájuk ható külső erőktől függ. De ez alakjukban, térfogatukban változásokat észlelünk ugyanazon külső hatások: nyomás, nehézség stb. mellett is. E változások okát keresve, azt azekben

a jelenségekben találjuk, mikről hideg és meleg érzetünk tesz tanuságot, azért a

Melegség tana, a hőtan

tárgyalja a jelenségeket. A testek bizonyos állapotára használjuk a hideg s meleg jelzőket, sőt fekezeteket is: jéghideg, hideg, lazgyos, meleg, forró, tűzmeleg. Már e kifejezések is mutatják, hogy a melegség és lehülés fekezatosan jön létre. De érzékeink itélető, bár bizonyos tájékeztatást nyujt, határozatlan, vitás. Észre vesszük azonban, hogy midőn melegérzetünkben változás áll be, e változással egy időben a testek térfogata is változik. A testek hőváltozása feltétlenül térfogatváltozással jár. Általán melegedésre térfogatnövekedést, lehülésre térfogatsökkenést észlelünk. /Viz kivétel./ Szilárd testen szembe ő tlő a változás /golyó fémből, épen átesik a fémkarikán; de ha megtüzesitam már nem fér át./ Cseppfolyós testet edénybe kell zárnuak, hogy melegíthessük, s ilyenkor az edény kiterjedését is tekintetbe kell vennünk. Légnemű test igen reagál a hőváltozásra, szóval, nem csak mi érezzük a hideget és meleget, de érzik a testek is s ha ezeket beszélővé, izzevá tesszük, térfogatváltozásukkal hőállapotukat sokkal biztosabban jelzik, mint mi. Ily test mellé helyezett scála számekben fejezi ki a hőkezta változásokat. A testek hőállapotát jelző szám = temperatura s a test, mely e számot mutatja = hőmérő. Hőváltozást térfogatváltozással a légneműek mutatnak legszembetűnőbben. Galilei hőmérője: levegő gömbben végződő csőben, folyadékfenállal elzárva. Ha az

eszköz különféle hőállapotát számokkal megjelölöm, hőmérőt készítettem, mert az eszköz ugyanazt a számot csak ugyanely hő hatására mutatja ujból. A jelzés scálával történik s a célnak bármilyen scála megfelelne, de ily jelzés nem volna egyöntetű, de meg ha egyszer elmozdulna a scála, vagy a cső eltörne, teljesen hasonló eszközt többé nem készíthetnénk. Ezért a scála kiinduló pontjául oly jelenséget kell felvennünk, mely mindig és mindenütt ugyanolyan körülmények mellett megy végbe s mely jelenség tartama alatt a test ugyanazon hőállapotban marad meg. Ily jelenség a jég elvadása; azt a pontot, mit a folyadékfenál jelez, ha a léggel telt tekét elvadó jéggel vesszük körül, a hőmérő elvadási pontjának nevezzük. Scálánk készítéséhez még 1 pont szükséges, mit ugyancsak állandó jelenség hőköriülményei jelölnek meg: a forrás jelensége. Már Newton is két jelenséget használt. Forró vízzel véve körül a légtékét, a benne levő levegő kitágul s a folyadékfenál eltolja, bizonyos idő múlva egy pontnál állapodik meg, mit nagyobb számmal: 80, vagy 100-zal jelölünk meg. /Bármily számmal lehet, de mert célszerűbb, a nagyobb hőfeket nagyobb számmal jelöljük./ Az elvadó jég hőfeket 0-val jelöltük volt, s most a scála közbeeső részét 80 vagy 100 egyenlő részre osztva a 0 és a forrpontra tul is revünk ily nagyságu osztályrészeket. A hőmérő az alakját kényelmesebben állitjuk elő folyadékkal, nem levegővel, és pedig rendszeren higanynyal, mert ennek már vékony fonala is jól látható, s mert nagy hőhatárek közt megmarad folyékony állapotban. /40 -tól 360 -ig/ Persze a

hő hatására nem csak a higany, hanem az edény is változtatja térfogatát s így a hőváltozást a higany s az edény együttes kiterjedése mutatja. /A higanyfenál állása a kettő különbsége./

A piezometrikus üvegcsövet légmentessé tesszük úgy, hogy a higanyt beferraljuk benne, míg ki nem fut s ekkor beferrasztjuk. A higany hűlve összehúzódik s légüres tér marad előtte, melyben nem oxydálódik. De ilyenkor nincs a csőben nyomás, mely a higanyt összetartaná, úgy, hogy az a súrlódás folytán összehúzódáskor könnyen elszakad, kivált a cső s a teke átmeneti helyén /ervesi maximál hőmérőt készakarva így készítik/ ezért CO_2 -ét vagy N -t tesznek a csőbe. Mert ha nem maximális, hanem folyton változó hőmérsékletet akarunk megfigyelni, az elszakadozott higanyfenalat folyton le kell ütögetnünk /centrifugális erő felhasználásával szektuk ervesinál/ mert különben csak emelkedő hőmérsékletet mutatna helyesen. Maximál és minimál hőmérő: a higanyfenál maximális állásánál otthagya a jelző fémpálcikát, - mert nem nedvesíti meg, visszahúzódik róla - a higanyfenállal érintkező más folyadék -/rendesen alcehel/ fenál pedig a minimális állásnál hagyja az uszó üvegtestet, mert ha ismét kiterjedé nem viheti magával: elhalad mellette. De ha jobban összehúzódik, felületi feszültségénél fogva magával viszi. A pálcikának befelé eső része mutatja /higany vagy alcehel felé/ a maximum és minimális hőfeket.

A Reaumur-féle hőmérő 80, a Celsius-féle 100 s a Fahrenheit-féle 180 fekvéven osztva. Átszámítás Reaumurról Celsi-

usra, : ha $80 \neq 100 = 1 : X$, $X = 100/80 = 10/8 = 5/4$; viszont 1 Celsius = $4/5$ fok Reaumur.

Hőmérséklet a hőállapot ezen mértéke, mely a külső erőkkel együtt a test alakját és térfogatát meghatározza. Hogy mennyire bír befolyással a hőmérséklet a szilárd test térfogatára, azt könnyű meghatározni. Határozott alakú testnél 2 eset lehetséges: 1./ minden irányban egyformán terjed; ez isotrop test; ilyenek az ötvött fémek, arany, vas stb. s minden oly test, mit a társ nem kényszerít egy irányba /kréta, minden szabályos kristály test sat./ Ezeknek minden hosszmerete arányosan terjed ki hosszuk egy bizonyos részével. Ezért pl. hosszukban történt kiterjedésük a többi irányban való kiterjedést is mutatja, ezt pedig egyszerű leméréssel állapítjuk meg. Anisotrop testek azok, melyek egy irányban jobban terjednek ki; ilyenek a nem szabályos kristályok, ilyen a fa, mely hosszában erősebben terjed ki, /a rostok irányában/ sat....

Kiterjedési állandó: a szám, mely mutatja, egy hőfok emelkedésre hosszának hányad-részével terjed ki a test. Megállapítására isotropeknál a szilárd testből rudat készítenek s hosszát 2 különböző hőfeken érzékeny mutatóval lemérik. A hosszmegegyezés 1 ra eső része az állandó. E megfigyeléseket táblázatba szedik.

| | hossza | fokemelk. | kiterj. |
|-----------------------------|------------|-----------|--------------------------------|
| Ólói kiterjedési állandója: | 0.0000292, | 1000 mm. | 100 ra 3 mm. |
| Vas | " | " | 0.0000139, 1000 " 100 ra 1.5 " |

Hidyszerkezet készítésnél tekintettel kell lenni ezekre, is.-

Folyadékok kiterjedésénél a hossz méret már nem jellemző; ezeknek térfogatváltozását edénybe zárva figyeljük meg, a miker a térfogatváltozás 2 ekből történik: a folyadék kiterjedése s az edény kiterjedése miatt. Hogy helyes megfigyelést tehessünk, a folyadék kiterjedését az edénytől függetlenül kell megállapítani. E célra felhasználjuk a közlekedő edényeknél nyert tapasztalatekat. Hőmérsékletváltozás sűrűség változással jár, minek folytán ha közlekedő edény egyik szárát 100°-os gőzzel, a másikat elvadó jéggel vesszük körül, az edényben foglalt folyadék a forró szárban magasabban áll és:

$$\frac{h_{100}}{h_0} = \frac{v_0}{v_{100}} = \frac{h_0}{h_{100}}$$

/Regnault kísérlete/

Igy pl. a higany térfogatváltozását az edénytől függetlenül állapíthatjuk meg s most már ezt ismerve, higannyal ugyiszólván kicálíthatunk alkalmas piezometrikus edényt, s ha egyszer az edény hőmérsékletváltozása ismeretes, bármely más folyadéké könnyen meghatározható benne.

A hőmérsékletváltozásra általános érvényességét get nem találunk. Minden anyag más mértékben terjed ki s ugyanaz sem egyenletesen, hanem magas hőfokon 1°-al jobban mint alacsonyon. Ezért a megfigyelés eredménye csak táblázatos kimutatás. A víz e tekintetben igen individuálisan viselkedik: 4°-on a leg-sűrűbb, 8°-on körülbelül oly sűrű, mint 0°-on.

Kiterjedési együttható a szám, mely mutatja, hogy való mely test 0°-on elfoglalt térfogatának hányadrészevel terjed ki hőmérsékletének 1 fokkal való emelésére. Ily szám physikai ál-

landó. A kiterjedési együttható csak durva pontosságú, mert meg-

V I Z.

határozására nagy hőközökben figyeljük

t. s. v. meg a kiterjedést s ennek 1° -ra eső ré-

0 0.999874 1.000127 szét fogadjuk el. Így aztán csak köze-

4 1.0000 1.0000 litóleg tájékoztat. Pl. az aethylaeter

8 0.999881 1.000119 kiterjedési együtthatója 0.00215, de

20 0.998252 1.001751. $0^\circ - 1^\circ$ -ig térfogata 0.00151-edrészével

terjed ki. Gázeknál nagyobb a törvényszerűség. Már nyomásra is közelítőleg egyenlő a térfogatváltozás gázeknál, míg szilárd és cseppfolyós testnél individuális. Hőre ugyanígy. Elég egy kiterjedési együttható megállapítása s az közelítőleg valamennyi gázra érvényes: $1/273$. /gay - Lussac./ Gázek egy foknyi hőemelkedésre 0° -on elfoglalt térfogatuk $1/273$ -adrészével terjed ki. Pontosabb vizsgálatok azonban gázeknál is mutatnak ki különbségeket, úgy, hogy a gázok csak quantitative kisebb különbséggel bírnak egymás közt mint a folyadékok.

Mily viszonyok közt állhatnak meg egyes halmazállapotok s hol az átmenet?

Mily viszonyok közt lesz a víz szilárd, cseppfolyós vagy gáz, azt már a közönséges életben is megállapítjuk: elvad, fagy, gőzölög, lecsapódik stb. A halmazállapot változások a hőmérséklettel szoros összefüggésben állanak.

Minden testre nézve van egy bizonyos hőmérséklet, melyen túl hevítve, cseppfolyóssá válik. Ez a szilárd halmazállapot határhőmérséke /de nem olvadási hőmérséke./ Ez a hőfok jellemző az

illető testre. E hőfeken átmenet történik a halmazállapotban: az anyag megolvad. Olvasási hőmérsék = a legmagasabb hő, melynél az illető test még szilárd. E tétel fordítva meg nem áll: az illető test az olvasási hőfeken alul lehet cseppfolyós, de fölötté nem lehet szilárd. 0° -on felül nincs jég, de 0° -on alul víz lehet. Így ugyanazon anyag 1./ szilárd és 2./ cseppfolyós alakja lehetséges ugyanazon hőfeken, föltéve, hogy en a hőmérséklet olvasási pontján alul esik. De jellemző sajátyságra bukkanunk itt: valamely test csak akkor lehet cseppfolyós olvasási pontja alatt, ha saját szilárd halmazállapotú részeivel nem érintkezik. A natr. hyposulf. furesum olv. feka pl. 37° , de közönséges hőnél is cseppfolyós. Vessük bele kis natr. hyposulf. kristálykát s azonnal megmered. A jég is a víz színén egyszerre jelenik meg, nem darabonként.

Az olvasási hőfok ugyanazon testre szigorúan állandó, de a nyomás befolyással van rá. Nagy nyomás, 10-20 atmosph. már szembevetendő eltérést okoz. Mivel a nyomás kisebb térfogatlétesítésre irányul, természetesen, hogy oly testek olvasási hőmérséke, melyek olvasáskor kiterjednek, a nyomás növekedtével feljebb száll magasabb lesz. /pl. a viaszé/ Oly testek ellenben, melyek olvasáskor összehúzódnak, nagyobb nyomásra lejjebb száll, alacsonyabb lesz. A víz pl. megfagyva nagyobb térfogatu, olvasva összehúzódik; nagy nyomás kisebb térfogatura szorítja, tehát nagy nyomáson megolvad 0° -alatti hőnél is. Vízre ható egy atmosphaera nyomáskülönbség az olvasási hőmérsékletet $1/170$ -ed kal változtatja meg. Hólapda készítésekor kis erővel ugyan, de nagy nyomást léte-

sítek /mert a nyomó erő élekre hat/ így az elvadás 0 alatt is bekövetkezik - az olv. hőmérséklet lejjebb száll. Az olvadt víz az élek közt üregekbe jut, a hal nincs nyomás, itt újból megfagy: reglatic. Ha hegyerbe havat kapapálek, ugyanez ekből jégdarab lesz belőle. Hehgyek alja ugyanigy fagy jéggé. Jégdarabot közepen átfektetett megterhelt dróttal átvágjuk, de a drót fölött ismét összefagy, stb.

De a légkör nyomásváltozásai nem oly jelentékenyek, hogy az elvadási pont emelés vagy csökkentése befolyással lehetnének. Igy az elvadás elég állandó jelenség, hogy hőmérők készítésénél kiindulási ponttul szolgáljen. Annál is inkább alkalmas a célra, mert az elvadás tartama alatt - tehát elég hosszú ideig állandó marad a test hőmérséklete. A fagyás azonban nem állandó jelenség, sokféle hófeka mellett lehetséges. Az elvadási hófek is physikai állandó.

A szilárd halmazállapotra nézve van egy hófek s pedig állandó hófek, melyen a szilárd és cseppfelyős halmazállapot egymás mellett megállhat; ez az elvadási hófek. Cseppfelyős testre nézve, miker az szilárd halmazállapotba megy át, ily állandó határhófeket nem találunk, mert hiszen jóval az elvadási hófek alatt is lehet az illető test folyékony, ha nyugalemben van és saját szilárd halmazállapotával nem érintkezik, de cseppfelyős lehet szobahőnél sőt jóval a fölött is, /a szerint hogy mily magas az elvadási pontja/ az elvadási hófek fölött ugyanis ekvetlenül cseppfelyős. Miker válik a test gőzzé? A gőzzé változás kö-

rülményeit oly térben kell vizsgáljunk, melyben az illető folyadék egymagában van gőzével, tehát baremetrikus légüres térben. /Higanykádba két baremetrikus csövet merítünk, az egyikben csak higany, s másikon a higany fölött víz, a harmadikban higany fölött alcohól, a negyedikben ugyanígy aether van. A folyadékok gőze megtöltve a légüres tért, különböző mértékben lejjebb nyomják a higanyt. Bizonyos idő múlva, mikor a légüres tér megtelt gőzzel, a higanyeszlep megállapodik. A hőmérsékletet emelve, a gőz ismét lejjebb nyomja a higanyeszlepet, mely azonban lehűlés után ismét az előbbi helyen állapodik meg. / Az oly gőzt, mely valamely térben saját folyadékával érintkezik, telített gőznek nevezük.

Az oly gőz vagy gáz, - /a kettő közt különbség egyáltalán nincsen, csak megszektuk gőznek nevezni az oly gázt, mely közönséges hőnél cseppfolyós, mint a víz aether, alc. stb. / - mely folyadékával érintkezik, oly nyomással tölti be a teret, amely nyomást ugyanely hőfokok egyáltalán kifejthet. Ezt a nyomást, a telített gőz nyomását nevezük gőzfeszültségnek. Gőznyomás = bármily gőz nyomása; gőzfeszültség = a telített gőz nyomása. Gőz minden hőfok mellett lehetséges, de nagyobb hőnél a telített gőz sűrűsége s így nyomása: a gőzfeszültség is nagyobb. Ezért a gőzfeszültséget a hőmérséklet egész során állapítjuk meg s írjuk táblázatainkba.

Mikor pl. aetheres baremetert melegítés után megtöltöttük, úgy hogy a hidegebb aether lehűtötte gőzét, az részben

ismét cseppfolyóssá vált s a higanyeszlep emelkedett, jelölül annak, hogy a gőzfeszültség az alacsonyabb hőnél ismét kisebb lett. A feszültség növekedése zárt edényben reppant nagy, de nem arányos nem egyenlő. Jellemző, hogy míg a szilárd s cseppfolyós

Vizgőz feszültsége.

halmazállapot csak egyetlen egy hő-

| <u>Hőfok</u> | <u>Gőzfeszültség</u> | |
|--------------|----------------------|---|
| 19 | 1.03 mm. | feken érintkezhet egymással /t.i. |
| 0 | 4.57 " | az elv. hőfeken/ addig a gőz igen |
| 20 | 17.36 " | tág határok közt érintkezhet saját |
| 40 | 54.87 " | folyadékával. A gőzök különböző |
| 60 | 148.89 " | hőmérsékleten különféleképen töl- |
| 80 | 354.87 " | tik be a teret, nyomásuk, sűrűsége, |
| 100 | 760 " | más és más. A telített gőz |
| 120 | 1491 " | sűrűsége a hőfok emelkedésével re- |
| 140 | 4651 " | hamesan nő, a folyadéké pedig ki- |
| 160 | 7646 " | sebbedik, <u>növekvő hőmérséklet mel-</u> |
| 180 | | <u>lett a folyadék és a gőz sűrűség-</u> |
| 230 | 20026 " | <u>különbsége mindinkább kisebbedik,</u> |

míg végre egyenlővé lesz, gőz és folyadék egyformán tölti be a teret, sem meniskust, sem más különbséget nem találunk, különbség nincs: ez a kritikus állapot. A hőfok melyen folyadék és gőze közt különbség nincs, a kritikus hőmérséklet. Mi az, ami most a teret betölti, gőz-e vagy folyadék-e, vitás kérdés, kritérium delga, innen a kritikus hőfok elnevezés. Viz kritikus hőmérséklete körülbelül 350° .

Bár a folyadékok minden hőfok mellett párolegnak, azaz

válnak gőzzé s így itt határhőfok nincs, a kritikus hőmérséklet mégis egyik irányban határt jelent, mert a kritikus hőmérséklet fölött folyadék lehetetlen, csak gőz lehet. A két halmazállapot együtt, vagy a folyékonyállapot magában csak a kritikus hőmérséklet alatt lehetséges. A hydrogen kritikus hőmérséklete 240.2 , ezért a legnagyobb nyomással sem bírták megsűríteni /folyadékká/ míg ennyire nem hűtötték.

Tekintsük a barometrikus térben folyadékot, kritikus hőmérsékletén alul levő hőfeken. Gőz vele érintkezik: telített gőz. Az edényben dugattyu jár fel és le. Ha a dugattyut felhuzom, térfogatnagyságot eszközöltem s így a gőz sűrűségét és nyomását csökkentettem, de a folyadék azonnal addig válik gőzzé, míg nem ismét elérte a hőfeknek megfelelő sűrűségét. Ha most a dugattyut lenyomom, a gőz egy része folyadékká sűrűsödik, lecsapódik, mert a dugattyu letelése a térfogatot kisebbítette s a gáz sűrűségét ezáltal növelte volna, de ezen hőmérséklet mellett a feszültség nagyobb nem lehet, mint már a dugattyu letelése előtt volt.

Diffúzió. Hogyan viselkedik a folyadék, ha idegen gázzal, pl. levegővel érintkezik? Csak úgy, mint üres térben, mert Dalton szerint gőze épen úgy megtölti a levegővel telt teret, mintha üres volna. A folyadék gőzzé változása épen úgy végbemegegy így is, és idegen gáz jelenléte a jelenség mivelteára hi folyással nincsen, de időbeli befolyására hatást gyakorol: barometrikus térben a vízcsepp azonnal gőzzé változik, levegőben sokkal lassabban.

Hol nincsen telített gőz /pl. szobában/ közönséges hőmérsékletű víz is alakul gőzzé: párelog, de a 100°-os: ez ferr. A különbség csak az a kettő közt, hogy a párelgás a felszínen történő láthatatlan gőzváltozás, ellenben a ferrás a folyadék belsejében történő gőzváltozás, mely mivel a gőz kibuberékel, látható. A ferró víz fölött látható pára nem gőz, mert az láthatatlan, hanem lecsapódás, viz. Párelgás minden hőfoknál történik, míg a tér telve nincs, de csak akkor is addig; egyfermán történik akár sek, akár kevesebb levegőben, tehát a nyomás nincsen befolyással a párelgásra, de a hőmérséklet igen, melegeben gyorsabban történik a párelgás.

Mily viszonyok között lehetséges ferrás? Kell, hogy a ferró víz gőzbuberékjában a gőz feszültsége legalább akkora legyen, mint a külső nyomások: a folyadékra ható légnyomás, a buberékre ható folyadékeszlep nyomása, a felületi feszültség stb. Ogy gőzfeszültségi táblázatokból olvassuk ki, hogy bizonyos hőfok mellett mily nyomás alatt lehetséges ferrás. A vizgőz feszültsége 20° nál 17 mm, de magasabb hőnél nagyobb nyomás alatt is lehetséges ferrás. Ferrás oly hőfeken áll elő, melyen a folyadék belsejében fejlődő gőzök feszültsége legalább akkora, mint a külső nyomás. kétféle módon ferralunk tehát: vagy nagyobb gőzfeszültséget létesítve, tehát a hőmérsék emelésével, vagy kisebbítjük a külső nyomást a változatlan hőmérsékű folyadékre, a mi-ker ugyancsak nagyobb lesz a gőzfeszültség a külső nyomásnál. Főzésnél célunk nem ferralás, hanem bizonyos hőfok létesítése /

A ferrásban levő folyadék hőmérséklete tehát nem határozott, hanem a körülményekkel változó. /Légszivattyu burája alatt a hideg víz is ferr./ Ferró víz hőmérséklete igen sokféle lehet, mert a ferráshoz mindössze csak egy hőfok szükséges, melynél a gőzfeszültség a külső nyomást legyőzi; a ferrás hőfoka tehát a külső nyomással változik. A ferrás jelensége nem jelent bizonyos állandó, határozott hőt s így nem is alkalmas állandó hőmérséklet definiálására. A gőz lecsapódása azonban már határozott hőfeket jelent. Csak telített gőz csapódik le, mert míg telítetlen addig sűrűségének növelése akár térfogat - akár hőmérséklet kibővítéssel nem idéz elő lecsapódást. Lecsapódás csak egy hőfok mellett lehetséges, melynél a gőz telített s ez a hőfok meghatározott s egyedül a nyomástól függ. Ha a nyomást ismerem, a lecsapódási hőt a feszültségi táblázatban megtalálom.

Lecsapódás az átmenet gőzállapotból cseppfolyósba.

Ferró víz telített gőzében a hőmérő egy feket mutat, mi minden körülmények közt ugyanaz, csak a nyomástól függ. Ezért ha a nyomást meghatározzuk, /pl. 76 cm/ a ferrás segítségével egy hőfeket idézhetünk elő, mely állandó. Ferráspont, helyesebben lecsapódási pont az a pont, mit a hőmérő 760 mm. baremeterállás mellett ferró víz gőzében mutat. Ez a hőmérőskála két fix pontja, mit tévesen neveznek a régi néven ferráspontnak, pedig a víz ferrálása csak a telített gőz előállítására kell.

CALORIMETRIA.

A testeken észlelt hőváltozás, melegedés vagy lehülés, sohasem jár egymagában, hanem mindig kísérő jelenségekkel kapcsolatban. Egyik test melegedése a másik lehülésével jár, vagy lecsapódásával, vagyásával. Melegedést égetéssel is idézhetünk elő, vagy az által, hogy a testet kisugárzásnak tesszük ki. Ha melegedést észlelünk, ekvetlenül támadt más jelenség is: elektromos, kémiai - mechanikai vagy halmazállapotváltozás stb. Mily jelenségek kíséretében történik a melegedés és lehülés, azt quantitative a calorimetria vizsgálja. Calorimetria = hőmennyiség mérése.

Feladatunk a melegedés vagy lehülés mérése. Ha a hőváltózás mértékegységeül fölveszem azt a változást, mi végbe megy, ha 1 gr. víz hőfokát 1° kal emelem, úgy 1 gr. víz 4° kal melegedve vagy 4 gr. víz 1° fokkal a változás négy szeresét teszi. A víz tömege a melegedés fokával adja a változás nagyságát.

Összehasonlítással most már más változást is mérhetek, pl. valamely kémiai változás nagyságát megállapítem, ha meghatározom, hogy mennyi víz mekkora melegedésével egyenlő. A melegedést a hő okozza, de hogy mi a hő, azt nem tudjuk. Ha valamely test melegszik, hőben gvarapszik, hőt vesz fel. Melegedést legegyszerűbben más test lehülésével idézünk elő. Ha hideg és meleg vizet összeöntök, a hideg annyi hőt vesz fel, a mennyit a meleg leadott; a hőmennyiség a mi szerepel, változatlan maradt. A calorimetria, a hőmennyiség mérése, azon feltevésen alapul, hogy ha melegedés és lehülés együtt történik, a hőfelvétel egyenlő a hőleadással:

két egyenlő, de ellentett irányu változás ez s így, ha az egyi-
ket lemérem ismerem a másikat. 1 kgr viz melegedése 0° ról 1° ra
 ugyanakkora változást jelent, mint hűlése 1° ról 0° ra. A 2 jelen-
 ség egyenlő, bár ellentett, az egyik positiv, gyarapodás, a má-
 sik negativ, csökkenés. E feltevással mennyiségileg mérhetek
 minden hőváltozást. Ha pl. gyujtót elégetek, fejlődött hőmennyi-
 séget megmérhetem, ha melegedéssel kötöm össze: a melegedés mér-
 téke a hőmennyiségnek. Ha ily mérésre mindig ugyanazon test me-
 legedését használom, a hőmennyiség mértékét nyertem, de természe-
 tesen oly viszonyok közt kell megajtenem a mérést, hogy egyéb
 változásokat mellőzve, a lehűlés csak a mértékül szolgáló test
 melegedését idézze elő.

Vizcaloria= a hőmennyiség mely valamely tömeg viz me-
legét egy fokkal emeli. Ha a viz tömegét is meghatározom, egysé-
 get nyerek: grammvizcaloria és kgrvizcaloria. A caloria nem pon-
 tes mérték, mert más hőmennyiség melegít 1 g t vizet 0° ról 1° ra,
 mint 80° ról 81° ra, de ettől eltekintünk. A calerimeter, hőmennyi-
 ségmérő szemmeltartja, hogy ha valamely jelenséget egy másikkal
 mérünk, a mérendő jelenség csakis a mértékül szolgálót idézhesse
 elő. Ezért vannak a calerimeter edényei faköpennyel iselálva,
 hogy a hőközlést más felől lehetőleg kizárjuk. A Regnault-féle
 calerimeter iselált vztartó edény, hőmérővel ellátva, ismert
 tömegü és hőmérsékletü vizet tartalmaz. A faburkolatok közt, gőz-
 zel fűtött tégelyben 760 mm. nyomás mellett 100° ra melegített test
 pl. ólom drb/ hirtelen beejtjük a vízzel telt edénybe. A viz me-

melegedésének fokai a víz tömegével adják a test hűlése folytán le-
adott hőmennyiséget, mi egyenlő azzal a hőmennyiséggel, mit me-
legedve felvett. A Bunsen-féle jégkalerimeter adatait is átszá-
mitjuk vizkaleriára: mennyi víz melegedésével egyenlő 1 gr. jég
olvadása.

Különböző anyagok melegedésére különféle hőmennyiség
szükséges anyagi m^hőségük különfélesége miatt. Pl. 100 gr. vas
100°-ra melegedtetve 200 gr 15.6°-u vízbe ejtem, itt lehül 20°-ra,
a víz pedig 20°-ra melegedett, így minden grja felvett 4.4 gramm
caleriát, a 200 gr víz tehát 880 gr. vizcaleriát. E szám mutat-
ja a vas viselkedését, s e ly adatot vonunk le belőle, mely egy-
szer s mindenkorra jellemző bármely tömegű vas bármely fokú mele-
gedésére: a vas minden grja ugyanis egyformán viselkedik, tehát 1
gr. 100°-ra melegítve $880/100 = 8.8$ gr. caleriát vesz fel s 1 gr.
1°-ra melegítve $8.8/80 = 0.11$ gr caleria. /Azért osztjuk 80-nal,
mert 100°-ról 20°-ra hűlt a vízben/. Tehát egy gr. vas hőmérsékleté-
nének 1°-kal való változása 0.11 gr. víz hőmérsékletét változ-
tatja meg 1°-kal. Ez a vas specifikus hője, fizikai állandó.
Specifikus hő, fajhő az a caleriákban kifejezett hőmennyiség, mely
valamely test hőmérsékletének 1 kal való emelésére szükséges.
grammekban.

Csak a légnemű testek fajhője azonos minden hőmérsék-
letnél /Regnault szer./ közelítőleg; a két másik halmazállapotú
testek fajhője különböző fokon más és más. Ezért az egyes anya-
gok viselkedését a hő iránt táblázatba írjuk össze, melynek szem-

léléseket egy jelenség ragadja meg figyelmünket: csak a víz fajhője egész szám, a többi testé mind tört és sokkal kisebb. A gázoké közül is csak a hidrogené nagyobb a vizénél. A víz a törekvése hőállapotában megmaradni igen fontos. Mivel a leg nagyobb hőváltozás szükséges felmelegítésére vagy lehülésére a víz minden egyébnél jobban szabályozza a hőt. Így a helyek viz van, a hőmérséklet ingadozásai kisebbek = enyhébb a klíma; pl. tengerparton. Ha a víz nem volna ilyen, organikus élet lehetetlen volna, mert nem viselhetné el a szertelen hőmérséklingadozásokat. A hányyszer hőmérséklingadozásoktól akarunk óvakodni, vizet használunk mi is. Forró vízzel való melegítés a leghathatósabb, 100°-ról 20°-ra hűlve 80 gr. caloriát ad le minden grja - minden egyéb test jóval kevesebbet.

Miféle hőmérsékváltozásokkal járnak a halmazállapotváltozások? E változásokat úgy írjuk táblázatba, hogy a baloldali változás megfelel a jobboldalinak. Az olvadás lehüléssel, a fagyás melegedéssel jár. Az olvadás lehülést okoz, a fagyás melegedést. Jégdarab berban felolvadva annak lehülését okozza; a fagyást nem azokat fekről fekra figyelni az életben; létrejöttéhez a környezetének 0° alá kell hűlnie. A levegő tehát 0° alá hűl, a víznek - 1°, - 2°-ra kell hűlnie, hogy a fagyás meginduljon; ha megfagyott, azonnal 0°-ra emelkedett hőmérséklete, mert csak 0°-on lehetséges jég, magasabb hőnél nem, a víznek 0° alá kell hűlnie, hogy jéggé lehessen, mert hiszen fagyva megme-

legszik. Jégbe hűtéssel, elvadással ezért sehasem idézhetünk elő fagyást, csak 0° ig hűthetünk vele. Ha 0° alá akarjuk hűteni a vizet, vagy egyébét, ezt más anyagok elvadásával érjük el; pl. jég és só keverékével, hol a só elvad el s az elvadásával járó lehülés hűti a vizet 0° alá, úgy hogy most már ez a víz, ha fagyása meindul, nem melegszik 0° fölé, mely fok fölött jég meg nem állhat.

/Natr. hyposulfurezum olv. pontja $16^\circ - 37^\circ$, szobában, 22° -nál is cseppfolyós; de ha darabka az ilárd nat. hyposulf. et dobok bele, azonnal megfagy s ezáltal $36^\circ - 37^\circ$ ra szökik fel hőmérséklete, minek jeléül a reá öntött /már előzőleg/ aethylaether /ferrpent. 35% ferrni kezd. Az előtt a vasuti kocsikat sóoldatok fgyasztásával melegítették. Herdezzható zsebmelegítők: megmelegített glaubersó oldatot tartalmaznak, mi hülésével is megfagyásával is melegít. A fagyás tehát melegedéssel, hőkiadással jár, az elvadás pedig hüléssel, hőfelvétellel. 1 gr. jég elvadásra 80 gr. víz hőmérsékletét szállítja alá 1° kal: a jég fagyhője 80 caloria.

Olvadási hőmérséklet: az a hőmennyiség, mit a test 1 grja felvesz ha megolvad, vagy kiad ha megfagy; ez egyszersmind a folyadék u.n. lappangó hője is. Jég olv. hője szintén 80 cal.

Gőzképződés és lecsapedés

szintén hőmérsékvaltozással jár s pedig a hőképződés lehüléssel, ezért hevíteni kell a testet hogy a gőzzéválás gyorsan menjen, mert a gőzzéválás hűti a testet, a környezetből ven el hőt.

A vizet jóval 100° fok fölé melegítjük, hogy ferrás beálljon, de mihielyst a gőzzé válás megindul, 100° ra hül a viz. Nedves kezünk hideget érez: a gőzzéválás lehüléssel jár; ezért használunk lehülésre vizet beregatást. Aethylaether hevesen páreleg; aetherrel telt platincszét hiden vizbe állitjuk s az aether gőzét mindig ektáveolitjuk, elszivjuk. Így gőzölése oly gyors, s a hevesen fejlődő gőzök annyi meleget venniak el, hogy a csésze belefagy a vizbe. Gőzlétesítéssel fagyasztani lehet.- Felyékony CO_2 gőze /telített gőze/ 40 atmosph. feszültségű, ezért vastartóban tartjuk. Ha e tartóból bársenyzacskóba becsájtjuk, a nyomás alól kikerülve a vehemens gőzzéválás magát a CO_2 et -50° - -60° alá hütí, ugy hogy az megfagy. A lecsapedás viszent melegedéssel jár

Mennyi hő szükséges, hogy felyadék gőzzé váljen és viszent?

A hőközlés, minek felytán valamely cseppfelyős test gőzzé válik, hideg - meleg érzetünkre elvész, ezért lappangó hőnek mondjuk. Szilárd testek elvadási hője egyszersmind felyékony állapotuk lappangó hője; a jég elvadási hője 80 cal. a viz lappangó hője ugyancsak 80 cal. itt egy adat elég. Másként vagyunk azenban a gőzök lappangó hőjével. A halmazállapotváltezés cseppfelyősből gőzállapotba minden hőfeken felyik, de minden hőmérséken más és más; a váltezés alacsony hőfeken nagy, nagy tehát az átmenetre szükséges hőmennyiség is; a váltezés a kritikus hőfeken kisebbedik s vele kisebbedik a váltezésra szükséges hőmennyiség is; annál kisebb lesz tehát a lappangó hő. Gázok lappangó hője a kritikus hőfekig kisebbedik s itt 0. Táblázatokba kell szedni.

A víz lappangó hője 536 cal. 100° en, mi annyit tesz, hogy 1 gr. 100° es víznek 100° es gőzzé való változására szükséges hőmennyiség 536 gr. víz hőmérsékletét emeli 1° kal. Ebből érthető a gőzfűtés praktikus volta, mert 1 gr. 100° es vízgőz lecsapódása 536 gr. vizet melegítene meg 1° kal a mi igen nagy hőmennyiség.

Légműveknél a lappangó hőt párelgási hőnek nevezzük s ez ezen hőmennyiség, mit valamely felyadék tömegjegysége fölvesz akkor, mikor ugyanez hőmérsékü gázzá alakul át.

A jégkészítés jéggépekkel felyadékek elpárelgztatásan alapul: gőzalakulas lehülést ekez. A Carré féle házi jéggép két edényből való, az egyikben ammoniak vi zes oldata van, a másikban a megfagyasztatandó víz /ez utóbbi kettős edény/. Az ammoniakos edény alá tüzet rakunk, mire a H_2N megfelelő csövön atdesztillál a másik edénybe /mely hütőbe merül/ s itt lecsapodva körülveszi a megfagyasztandó vízzel telt tartót. Ha most a tüzelést beszüntetve az eddig fütött edényt hütjük, a H_2N visszadesztillál, annyi hőt vonva el, hogy a víz a belső tartóban jéggé fagy. Ez régi eljárás; ma elszivattyuzzuk a H_2N gőzt az egyik oldalán, a másikon pedig megsűrítjük. Tehát ma is gőzzé alakítjuk az egyik oldalán, és cseppfelyóssá a másikon.

A levegőben mindig sok vízgőz van. Hogy a vízgőztartalmát mérhessük, bizonyos meghatározott térfogatnyi levegőt vízelvonó anyagba, pl. kénsavba vezetjük s ennek súlyszapereulta pontosan a levegő vízgőztartama. Egyszerü eljárással, kisebb pontossággal egy készülékkel mérjük, mely a levegőnek nem víz-

tartamát, hanem nedvességét mutatja. - Valamely test nedves, ha az érintkező testeket megnedvesíti; így a levegő is. De a vízgőz csak akkor csapódik le, ha telített s így a levegő csak akkor mondható nedvesnek, ha telített gőzzel. A levegő nedvessége egy szám, mely a tényleges s a lehetséges vízgőztartalom közötti különbséget mutatja, tehát azt, hogy a levegő hányadrészét tartalmazza ezen vízgőzrnnnyiségnek, mit hófeka mellett magában foglalhána. Hogy mennyi vízgőzt foglalhat magában egyáltalán, a feszültségi táblázatból tudjuk; lehetséges vízgőztartalma hőmérsékletétől függ. Ha 0° -nál 4.5 mm. nyomásu vízgőzt tartalmaz, már telített, míg 20° -en 17 mm. nyomásu vízgőztartalommal az, s ezt a levegőt nedvesnek mondjuk. Ha 20° -en 4.5 mm. nyomásu gőzt tartalmaz, nedvessége $4.5/17 =$ körülbelül $1/3$ nedves levegő. A pincnyáron azért nedves, mert a levegő fönn, jól meleg, annyi vízgőzzel sem telített, amennyi a pincében már igen is lecsapódik, a hófek alacsonyabb s ezen a hón már telített.

Mily hőmérsékleten lesz a levegő telített /adett körülmények közt/, a Daniel féle hygrométeren figyeljük meg. A két gömbből, melyek egyike /d/ aetherrel van megtöltve, és egy hőmérőből /a/. Ha c gömböt etherrel leöntöm, gyerspárelgás felytán lehülés áll be a c gömbön; a lehülés térfogata kisebbedést létesít s így /mivel c eredetileg légüres volt/ a d-ből az ether át pázeleg, de e közben maga is lehül úgy hogy végre a d gömb elhőmályesedik, mert a levegőben levő vízgőz rácsapódik. A hófeket a melynél ez történik, a hőmérőn olvassuk, s ez lesz az a hőmér

sék, melyen a levegő a benne foglalt vizgőzőkkel telítődnek. E hőmérsékletnek megfelelő nedvességet alkalmas táblázatban keressük ki.

Az August féle psychrometer tulajdonképen két hőmérő. Egyik nedves csatlánszövettel van körülvéve, másik száraz. A nedvesről folyton párolog a víz, a lehül addig míg a párologás folytán veszített hőmennyiség egyenlő a környezetből felvett meleggel. Tehát a lehülés nagysága függ a levegő nedvességétől. A száraz és nedves hőmérő közötti különbség jelöl a nedvesség mértékül.

Más egyszerűbb nedvességmérők is vannak, pl. kifeszített kötelek, hurok, hajszálak, stb., melyek azonban csak nagyon relatív eredményt adnak.

Hő okozta chemiai változások is többé kevésbé hőváltozással járnak. Az égésnél hő fejlődik; tehát a hőkiadás /lehülés/ rovatába írjuk. /Égés = egyesülés/. A bomlás hőfelvétellel jár, tehát a melegedéshez tartozik.

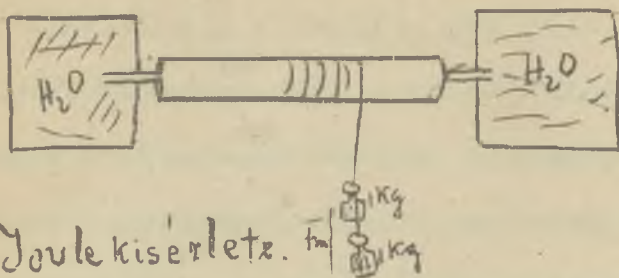
Égésmelege valamely anyagnak azon hőmennyiség, a mely ezen anyag tömegegységének elégetésekor keletkezik. Hogy az égésmeleget jól ismerjük mindig hozzá kell tennünk, hogy mi vé ég el az anyag; ha ez nincs kitéve, akkor mindig legnagyobb oxydatiót értjük. Pl. szénél a CO_2 . A különböző anyagok égésmelegei igen nagyok; pl. a széné 8000 c. A H-é 33000 c. sat. Az égés a leghathatósabb hőferrás.

Mechanikai változások. A hő mechanikai
aequiválense.

A mechanikai munkánál is jön létre lehülés és melegedés. Láttuk ugyanis a mechanikában, hogy a munka sokszor megsemmisül. Nem semmisül meg ilyenkor sem, hanem hővé alakul át, pl. súrlódásnál. A pozitív munka melegedéssel jár, tehát a hőkiadás rovatába írjuk, s így táblázatunk lesz:

| Hőfelvétel /melegedés/. | Hőkiadás /lehülés/. |
|-------------------------|---------------------|
| olvadás | fagyás |
| gőzképződés | lecsapedés |
| bontás | égés |
| negatív munka | pozitív munka. |

Hogy a mechanikai munkát hővé lehet változtatni, azt a közéletben is tapasztaljuk, pl. ha kezeinket összedörzsöljük. Nagyobb melegst is idézhetünk elő, ha a keletkezett hőt kis térré szerítjük össze, pl. a pneumatikus tüzszerszámban. A gyufa is ezen alapszik. A melegedés nagysága függ a munka nagyságától és attól, milyen tömegű testtel hozom érintkezésbe. /Gyufánál pl. kis súrlódással kis hőt fejlesztünk, és ezt kis tömeggel hagyjuk érintkezni /gyufafej/.- Az így, munka árán keletkezett hőt le is mérhetem egy henger segítségével, a melynek két vége vízben fereg. A hengerre akasztott súly forgást létesít, a mely meleggé alakul; ezt pedig a víz veszi fel. Így ha ismerjük a munka nagyságát, a víz felmelegedéséből kiszámíthatjuk a keletkezett meleget. Ehhez hasonló kísérletből, mindig azt nyerték, hogy a munka

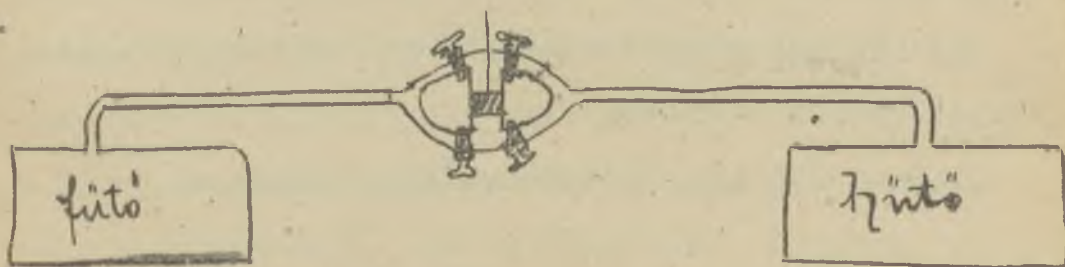


1/425 rész hőt szolgáltat. Egy munkaegység megfelel 1/425 rész hőegységnek. A munka hőegyenértéke tehát 1/425.

A munka tehát nagyon kis hőt fejleszt, azért a hőferrást nem igen használják.

De nemcsak a munkát lehet hővé alakítani, hanem viszont a hőt is lehet munkává alakítani. És ez nagyon előnyös, mert pl. 1 kcal. hő 425 mkg munkát fejleszt. Itt azonban mindig negatív munkáról van szó, mert gyakorlatilag ez a hasznos munka, ez pedig hőfelvétel, lehüléssel jár. /Negatív munka az, a mely az erő ellenében működik./ - A hő átalakítása munkává alkalmas gép segítségével történik. Ez a gép a gőzgép. A gőzgépben a hőt azonban direct nem alakíthatjuk át munkává, csak lehüléssel, és akkor is csak a hő egy részét.

A gőzgép három részből áll, 1./ fűtő 2./ henger, 3./ hűtő. A fűtőben fejlesztjük a gőzt s átvezetjük a hűtőbe, a helyet lehűtjük. A köztük közé egy hengert igtatunk a melyben dugattyu jár.



A dugattyu mellett alul és fűl csapek vannak alkalmazva, a gőz

szabályozására. Ha a *a* és *d* csapekat megnyitjuk, a gőz letelja a dugattyut és a *d* csapen eltávozik; ha most *a*-t, *d*-t elcsukom, *s* *c* és *b*-t nyitom fel, akkor a dugattyu felfelé mozog. Ha a dugattyu nyelét más géppel összekapcsolom, munkát végeztem, /transmissio/.- Ilyen volt az első gőzgép, csak egy ez igen kényelmetlen, azért ujabbán a csapek helyett telókat alkalmaznak a melyeket maga a gőz szabályoz.- A gőzgépnél legfontosabb a lehülés, mert anélkül mozgást nem létesithetünk. Azért fontos ez, mert a lehülés által nyomáskülönbséget létesítünk és ez telja le a dugattyut. A gőzgépnél tehát van lehülés, munkavégzés, melegedés /a hűtő folyadék melegszik./ /

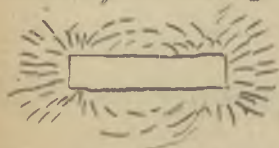
A gőzgép a hőnek csak kis részét fordítja munkává. Annál jobb a gőzgép, minél több hőt fordít munkára és minél kevesebbet melegedésre. A gőzgép nem takarékos, takarékosági fokát átlag 1/10. Pl. a szén égésmelege 8000 cal., ebből 800 lesz a gőzgépben munkává alakítva, 7200 cal. a melegítésre fordítottatik. Mindennek dacára a gőzgép igen előnyös finanziaális tekintetben, mert 1 kg szénből mely kb 2 fillérbe kerül $800 \times 425 = 300.000$ mkg munkát nyertünk.

Egy lóerejű gőzgép óránként kb 1 kg szenet fogyaszt, munkája tehát $75 \times 3600 = 297000$ mkg.

Tehát a hőt igen előnyös munkává alakítani.-

M Á G N E S S É G.

A mágnesség egyes testeknek olyan tulajdonsága, melyet azok bizonyos körülmények közt mutatnak, máskor nem, a nélkül, hogy anyagukban megváltoznának. Már régen tapasztalták, hogy a mágnes vaskő, a magnetit /vasoxydoxidul/ vasdarabokat magához huz. Ezt a sajátságot át is lehet vinni a magnetitről pl. vasdarabokra s. akkor ezek is vasat vonzanak magukhoz. Az ilyen tulajdonsággal bíró testeket mágneseznek nevezük. A mágnesség nagyságát számadatokban szoktuk kifejezni. Pl. ha egy vaspatkó mágnesi ereje 19, akkor ez azt jelenti, hogy az súlyának 19 szeresét képes magához vonzani és felemelni. A mágnesség nem csak közvetlen érintkezésből származhatik, hanem távolabb is, pl. papírlapon át is megnyilvánulhat. Továbbá a testekben nincs egyenlőképen eloszolva; pl. egy mágnesrudon a végek felé erősebben nyilvánul, a középben egyáltalán nem. A mágnesnek tehát két hatásos



vége van, melyek azonban nem egyfermák. Vannak végek amelyek összetéve a hatást erősítik, és olyanok a melyek a hatást lerontják. Tehát egyenmű végek egymást tesztítják, ezeket összetéve kifelé való hatásuk nagyobbodik. Tehát egyenmű és különmű végekkel van dolgunk. A különmű végek egymást vonzzák és egymás kifelé való hatását lerontják. Tapasztaljuk azt is, hogy ha mágnesrudat felfüggesztünk, az bizonyos irányban helyezkedik el, kb az észak-déli irányban. Az észak felé forduló véget északi saroknak vagy végnek, a dél felé irányuló déli saroknak vagy végnek nevezük. Most már igen egyszerűen

en eldönthetjük, hogy valamely test mágnes-e vagy sem. Ha t. i. mágnes közelítve hozzá, csak vonzás áll be, akkor az a test nem mágnes. Ha azonban vonzás és felcserélve a végeket taszítás is beáll, akkor az illető test mágnes.

A mágneses erők nagysága a távolság nagyobbodásával kisebbedik. A mágnesség nincs a testhez kötve; lassankint kivész belőlük. A mágneses erő magyarázatára felvesszük a mágneses folyadékot és pedig északit és délit. A kétféle folyadék a mágnes egész testében el van osztva. Az egynemű folyadékok egymást vonzzák, a különneműek egymást taszítják. Ez a két folyadék egyenlően van elosztva a mágnes minden legkisebb részében; mert akármi-lyen kis részekre törjük is a mágnest, minden kis részben egy északi és egy déli sarkot tudunk megkülönböztetni. Feltesszük, hogy a testek apró molekuláris terekből állanak; minden térben egyenlő számú északi és déli mágneses folyadék van. Most már ezen folyadék részek elrendeződése függ a testekben levő gátló erőktől, a melyek különböző testekben kisebb nagyobb mértékben vannak meg, s a melyeket a mágnest cöercitiv erőknek nevezünk. Pl. az acélnek nagy cöercitiv ereje van, nehezen lehet mágnessé tenni, de viszent a kapott mágnességet sokáig megtartja. A puha vasnak kicsi a cöercitiv ereje; hamar lesz mágnessé, de hamar el is veszti e tulajdonságot.

Feltesszük, hogy e folyadék minden testben megvan, és hogy a nyugvó testben pl. nem nyilvánul, annak oka az, hogy a molekulákon belül egyenlő számú északi és déli folyadék van, a

melyek egymást vonzzák és így külsőleg hatás nem jön létre. Ha azonban mágnest közlítek hozzá pl. annak északi sarkát, akkor

E
Mágnes

d | E | d | E | d | E | d | E

rendeződnek a felyadékek a moleculan belül úgy, hogy a déli felyadéket a mágnes eda vonzza, az északit eltaszítja. A hatás pedig azért létesül csak a sarkeken, mert a belül levő párok egy északi és egy déli egymást vonzzák, hatást kifelé nem létesítenek, s marad az egyik sark egy déli, a másik egy északi felyadék. /a mint az alábbi rajzban látjuk/. - Ha a ható mágnest eltávolítom, a lágy vas mágnessége megszűnik; az acél kissé megtartja.

Ha a mágnest eltörjük, mindig két végü, /északi és déli/ mágnest kapunk; ennek oka éppen az az elrendeződés.

A mágnesezés külsőleg úgy történik, hogy vagy végig húzzuk a mágnest az illető testen, vagy electromos áramot alkalmazunk. -

Ha mágnest felfüggesztünk úgy, hogy vízszintes tengelye körül szabadon foroghasson, akkor az egy irányban helyezkedik el a mely megfelel körülbelül az észak déli iránynak. Ezt az elhelyezkedést a föld mágnesi ereje okozza. Ezt a mágnesi erő irányát meghatározni igen fontos, különösen a hajózásnál, az electromos gépeknél. A meghatározás a következő: először egy függélyes síket veszünk fel, a mely mindenki által és bárhol meghatározható. Ez a meridián vagy delező sík; megállapíthatjuk a nap és a sarkcsillag legmagasabb állásából. Most még egy másik

sikra van szükségünk, arra a függőleges síkra, a melybe a mágnes-tű helyezkedik; ez a mágnesi meridian. A mágneses meridian tehát az a függőleges sík, a melybe a mágnes-tű tengelye esik egyensúly esetén.

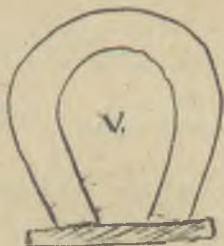
Az a szöglet, a melyet a két sík egymással alkot, a mágnes-tű elhajlása, declinációja. Budapesten a declináció $\delta = 7^\circ$ nyugatra. - Ha ismerem a declinációt akkor meghatározhatom a meridian-t, felfelé, hogy irány-tű /mágnes/ van a kezemben.

A declináció a különböző helyeken változik, de jellemző egyes helyekre. A declináció azonban az egyes helyekre nézve is csak bizonyos ideig állandó. Mikor Eötvös tanár lett, Budapesten 9° volt a declináció, tehát azóta 2° -al változott. Tehát a declináció nősebbedik, s lesz idő, midőn 0° lesz, s át is megy a másik oldalra kelet felé. A mágnes-tű helyzete még nincs meghatározva a declinációval, még egy adat kell hozzá s ez az inclináció, a lehajlás.

Az inclináció az a szög a melyet a mágnes iránya a vízszintessel alkot. T. i. ha mágnes-tűt vízszintes síken levő tengelye körül felfüggesztünk, annak északi vége lehajlik. Nálunk ez a lehajlás $i = 61^\circ$.

Az inclinációt pontosan az inclinációs tűk segítségével állapítjuk meg /ezeknél a főcél az, hogy a külső erőket, különösen a nehézségi erők kiküszöböljék./ A mágneses erő nagyságának lemérésére a lengéseket használjuk, melyeket a mágnes-tű végez, ha mágnes-tűt közelítünk hozzá. Nagy erő gyorsabb lengése-

ket végez, tehát nagy illetve gyors lengésekből nagy mágnesi erőre következtethetünk. -



E L E C T R O M O S S Á G.

Electromos egy test akkor, ha egy más természetes állapotban levő, könnyű testet magához vonz, azután eltaszit. A berestyánon észlelték először. E sajátság azonban sokkal hamarabb elvész, mint a mágnesség. Ha üvegpálcát, kaucsuk rudat megdörzsölünk, akkor is electromosság fejlődik. Ha üvegrudhoz electromos üvegpálcát közelíték, taszítás áll be; ha pedig kaucsuk rudat közelíték hozzá akkor vonzás áll be. Tehát kétféle electromosság van; üveg és kaucsuk /gyanta/ electromosság. Az egyneműek egymást vonzzák a különneműek egymást taszítják. Ha egy electromos testet egy természetes állapotúhoz közelíték, akkor azt vonzza, vonzás után eltaszítja, mivel az a test is ugyanolyan electromosságú lesz; melyek egymást taszítják.

Vannak olyan testek, melyeket akár meddig dörzsölünk, nem lesznek electromosak. A testek között tehát e tekintetben különbség van. E különbség az electromos állapot közlésében rejlik. A fémek nagyon alkalmasak a közlésre, rögtön továbbadják,

egyszóval vezetők. Az üveg, berestyán, kaucsuk stb. megtartják egy ideig, nem adják át az electromesságot, ezek a szigeterők.

De azért a vezetőket is lehet electromessá tenni, ha elszigeteljük őket. /Fémgömb üvegruden./ Kis mennyiségű electromesség kimutatására az electreskopok szolgálnak. Legegyszerűbb és leginkább használatos, az arany lemeze electreszkop, /két fémmel elválasztott aranylemez üvegburában/.-

Csekély mennyiségű electromesságot egyszerű ütögetés, dörzsölés által /ruhával, róka farkkal stb./ állítunk elő.- Kiseb nagyobb mennyiségnek előállítására szolgálnak az electromes gépek. Igen alkalmas gép a Winter féle: üvegkereng, üvegtengelyen bőrpárnák között fergatható, a támasztott electromesságot fémgolyó gyűjti össze /győjtő vagy sűrítő./

Az electromesség nem állandó tulajdonság és pedig azért nem, mert a levegő lassankint felveszi, melyet eltaszít az electromes test. Így egy egész electromes szél jön létre, melyről meggyőződhetünk a Sagner féle kerékkel, vagy egy égő gyertyával /melyet el is fuj az electromes szél/.-

Az electromes erő nagysága a távolság négyzetével fordítva arányos.

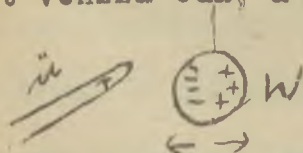
Az electromes vonzás és taszítás ismétlődését idézhetjük elő, ha egy electromező gépet működésbe hozunk, hozzá fennálló függő fémgolyót közelítünk, a sűrítő magához vonzza a golyót de rögtön eltaszítja, s ha ujjamat a golyóhoz teszem, az az

electromesságot levezeti, s a gelyót a sűrítő ismét magához vonzza s így tovább. Ezen alapszanak az electromes hinta, electromes doboló stb.

Mi az electromesség?

Itt is, mint a mágnességénél, feltételezünk egy szilárd anyag folyadékot. Ez az electromes folyadék kétféle: üveg,- pozitív $+/$ folyadék és gyanta, negatív $-/$ electromes folyadék. Az egyenlő folyadékok taszítják egymást, a különbözőek vonzzák.

Szigetelő testek az electromes folyadékok mozgásával szemben igen nagy ellenállást fejtenek ki; a vezetőkben ellenben igen könnyen megegyezik a folyadék. Egy természetes állapotú test minden részében ugyanannyi pozitív mint negatív folyadék van, ezek egymás hatásait lerontják, úgy hogy külsőleg hatás nem jön létre. Ha azonban egy ilyen test - legyen az üveg - bőrrel megdörzsöljük akkor ebből bevezetjük az üvegbe pozitív folyadékot, viszont az üvegből negatív megy át a bőrre. Ha most az üveghez egy vezetőt közelítünk, melyben egyenlőszámu pozitív és negatív electromesség van, akkor az üvegben levő $+e$ a vezetőben levő $-e$ folyadékokat vonzza oda, a pozitíveket eltaszítja; és mivel az electromes



erő a távolság négyzetének arányában fogy, a vonzás nagyobb lesz, mint a taszítás, tehát az üvegbe; a vezetőt vonzza oda. Ha W vezető pl. sz. szabadon függő gelyó, akkor az üvegbe odahúzza. Most a negatív folyadékok átmennek az üvegre, mindkét test egyformán electromes lesz /egyenlő/ taszítás fog beállani. A taszítás beállása a kiegyenlítődés

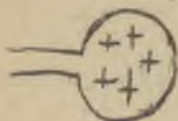
gyorsaságától függ. A vezetőknél gyors a kiegyenlítődés; a szigetelőknél lassu, a mit kísérletekkel bizonyíthatunk.

Az electromesség a vezetők felületén gyűlik meg; mert a vezető belsejében folytonos vonzás és taszítás van, nyugalem csak ott jön létre hol a levegő szigetelő felületet alkot. Ezért készítik a gyűjtő fémömböket belül üreseknek; mert vezetők által körülvevett térben hatás nem nyilvánul.

Electromes sűrítés.

Egy vezetőt /gyűjtőt/ csak egy bizonyos fokig tölthet meg electromessággal, mert a beléje vitt electromesség egy része elvezetődik a levegőbe electromes szél alakjában. A sűrítés csak addig lehetséges, míg a gyűjtőbe vitt electromesség egyenlő az elvesző electromessággal. Tehát a vezetőkbe bevihető electromes mennyiség egy állandót szolgáltat a mélyet a vezető capacitásának nevezünk.

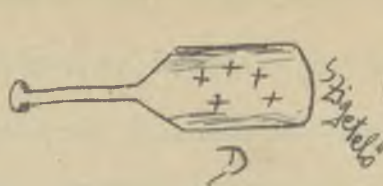
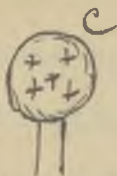
Hogy a sűrítés egyáltalán lehetséges, annak oka az electromes megosztás /influencia/. Legjobban megérthetjük ezt egy példából. Ha egy elszigetelt fémrudhoz pozitív E-gal megtöltött golyót közelítünk, akkor



a rudban a golyóhoz közel eső oldalon negatív, a távolabb fekvőn pozitív töltés gyűlik össze; hogy ez csakugyan így van, electromesceppal bizonyítjuk be.

A sűrítés kivitele úgy történik, hogy a gyűjtőhöz /conductorkat/ közelítünk, az utóbbihoz még egy vezetőt, úgy, hogy

közöttük ezért egy szigetelő legyen. A C-ben levő + e ármegy a



D-be, a mely a B-ben levő e-et odahuzza, a +e-t eltaszítja, a mely utóbb

bit elvezetjük. A süritésre igen alkalmas eszköz praktikus alak-



vezető
szigetelő

ban a leydeni palack.

A süritőkben a leydeniben is az electromesség a szigetelőhöz van kötve, ab-

ban gyúlik meg. Ezt kísérlettel is bizonyítjuk.

Az electropher szintén az influenzzián alapuló süritő.

Legegyszerűbb ilyen electpher egy kaucsuk lemez, a melyen egy

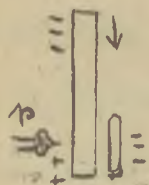


fémlemez van. A kaucsukot electromessá teszem a mely a fémből a pozitívokat magához

venzza a negatívokat eltaszítja. Kedvezőbbé lesz a sürités, ha a kaucsuk alá még egy fémlemez teszünk.

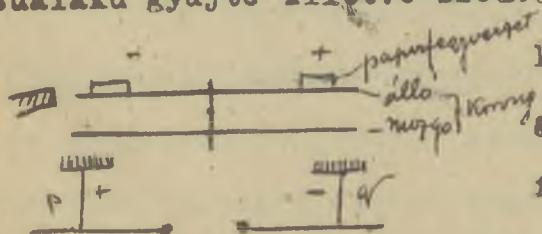
A Heltz féle influenzzia gép nagyobb mennyiségű elect-

remesség fejlesztésére szolgál. Áll: egy álló és egy mozgatható



üvegkerengből, az álló kereng két vízszintes pontján papirfegyverzet van; a forgó kereng tulsó oldalán pedig a két papir fegyverzettel szemben két

fésűalakú gyűjtő illetve szedő. Az egyik papírhoz electromes



kaucsuklapet közelítek akkor a mozgó kerengen influencia folytán + e fog meggyűlni, valamint a p gyűjtőben is. Ha a mozgó kerenget megfergatjuk, az a +e-t magával

tében is. Ha a mozgó kerenget megfergatjuk, az a +e-t magával

viszi a másik papirfegyverzetig, hol felszabadul, az álló kereng
 ra megy át s így a mozgónak ez a része valamint a p szedő e lesz.
 E e-t a forgó kereng részben magköti, s az első fegyverzethez
 jutva ismét felszabadul. Így a forgó kereng alsó fele positiv,
 felső fele negativ lesz. Fergatás közben az electromesség foly-
 ten gyarapszik. A Heltz féle gépben tehát munka árán létesítet-
 tünk electromesságet, a melyet alkalmas módon munkává visszaala-
 kithatunk.

Kisütés.

Kisütésnek nevezzük az electromesség kiegyenlítődését
 két vezető közt. Történhetik közvetlen érintkezésből, vagy bi-
 zonyos távolságból. Ez utóbbi esetben akkor jön létre a kisütés,
 ha az electromes vonzás oly nagy, hogy legyőzi a levegő ellen-
 állását. A kisütést fény és hangtűnemény kíséri.

Az electromes szikra nem más, mint a kiegyenlítődés

utja két vezető között. A szikra nagysága, fellépése függ az
 electromesség fokától, az anyag /vezető/ minőségétől és a közeg-
 től, melyen az áthalad. A szikra hossza különösen a közegtől
 függ. Levegőben nem vagyunk képesek méteres szikrákat ütni, el-
 lenben légüres térben ez igen könnyen megy. Igen szépen állítha-
 tunk elő electromes szikrát az u.n. Geissler féle csövekben, a
 melyek légüres térben phospereszkáló anyagokkal vannak megtöltve.

Az electromes változások is más jelenségekkel kapcso-
 latban mennek végbe. Az electromes hatást kísérik: mechenikai
 változások /hang/, hőváltozás /pl. szépen tapasztalható az elect

remes gyujtószerkezetnél/, chemiai változás a vezetőkben; a kiegyenlítődés közelében mágneses változás.

A chemiai változásról könnyen meggyőződhetünk, ha kicsi keresztmetszetű csőben foglalt higanyfelalra kénsavas vizet s electromos áramot vezetünk, a Hg felületen gyengén oxidálódik. A mágneses hatást pedig úgy bizonyítjuk be, hogy influenczia gép kiegyenlítődésének közelébe kötőtűt helyezünk, akkor az kis idő múlva mágneses lesz. -

Mindazon változások azonban rendkívül kicsinyek, mert az electromos erő /a szikrában/ bármily nagy is, rövid időig tart.

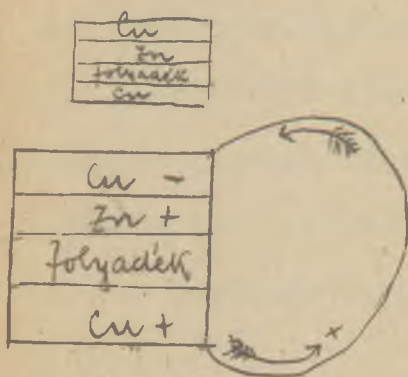
Erintkezési electromosság.

Mert az electromosság azon teréhez jövünk, a hol folytonos kiegyenlítődés van. Ezt úgy érzük el, hogy csupa jó vezetőkből zárt vezetékot létesítünk, a melyben az ott keletkező electromosság körben áramlik, azért electromos áramnak nevezzük. És erre a célra alkalmas szerkezetek vannak.

Ha két fémlemezt alkalmas módon egymásra helyezünk, akkor electromosság keletkezik. Volta fedezte ezt fel, a ki zinket és rézet használt és ezek közé nedves vagy saveldattal átitatott ruhadarabot tett. Volta különben azon fémekből a melyek egymásra helyezve electromosságot afnak, egy sorozatot állított össze, melynek minden tagja a következővel + e-t nyer: Zn, Fe, Cu, P, C.

Ha pl. egy rézlemezt zinkre helyeznek, a zink alá felyadéket

és az alá ismét rézlemez, electromosság fog fejlődni, és pedig a felső rész negatív, a zink pozitív lesz, hasonlóképen a folya-



dék és az alsó Cu is pozitív lesz. Ha most a két rézet jó vezető fémdrótok segítségével összekapcsolom, akkor folyamatos kiegyenlítődés, áram keletkezik. Az electromosság a + Cu-ból áramlik felfelé, /mert az áram iránya mindig az a

merre a pozitív áramlik/ a negatív rézbe, onnan ismét a + Cu-hez

Egy ilyen legegyszerűbb szerkezetet, melyben áram létezik elemek, míg pedig galván elemek mondjuk. Több ilyen elemből álló szerkezetet eszköznek vagy láncnak hívjuk.

Ha sav vagy só oldatába két különböző fémot állítunk, a Volta féle szerkezetből, akkor galván elem jön létre. Ebben is fejlődik electromosság /electrometerikus erő/, a mely nem magától, hanem chemiai hatásokból keletkezik. Ha p. kénsavval savanyított vízbe egy réz és egy zink rudat teszünk és a fémek kiálló végeit dróttal összekötöm, kis idő múlva azt veszem észre, hogy a zink folyton fogy, a réz ellenben gyarapszik /buborékok szállnak fel róla/.-

Egy ilyen rézzinkes galvánelemnek azt a két végét, a mely a folyadékból kiáll, tehát kapcsolásra alkalmas, sarkeknak nevezzük. Az a melyikből az áram a másikba halad, a pozitív, a másik a negatív sarok.

Azen folyamatot, a mely végbe megy, ha valamely folya-

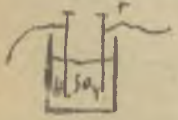
dékba electromos áramot vezetünk electrolyzisznek, a folyadékot electrolytnak, a fém /platin/végeket pedig a melyeken keresztül az áram ki és behatol electrodeknak nevezzük. Az, melyből a másikba hatol az áram a positiv electrode /anod/, a másik a negativ electrode /kátod/. Tehát sarkok vagy electrode nem ugyanaz.-

Ha kénsavas vízbe pl. electromos áramot vezetünk, akkor változást észlelünk. Ez abban áll, hogy a két sarkon gázfejlődés áll be és pedig a negativ sarkon nagyobb mint a pozitiven. A fejlődött és együtt felfogott gáz H és O keveréke /durranógáz/. Meggyújtáskor hevesen eldurran. A durranás oka, hogy a H és O előbb megtöltötték a hengert, meggyújtáskor vízzé egyesültek, a térfogat tehát 0 lett, s a külső levegő 4 kg sullyan leesett s ez adta a hangot.

Ha különböző electrolyziseket végzünk, mindig azt tapasztaljuk, hogy a hydrogen és a fémek mindig a negativ, az oxygen és savmaradékok a positiv sarkon válnak ki.

Az áram hatása tehát lényegében abban áll, hogy a fémeket vagy a hydrogent a negativ sarkokhoz viszi, az Oxygen és savmaradékok a positiv sarkon válnak ki.

Ha pl. kénsavas vízbe platin sarkokat teszünk, s rajtuk electromos áramot vezetünk keresztül a hatás a következő:

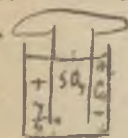


a H_2SO_4 az áram hatására bomlik a H_2 átvitetik a negativ electrodehoz, az SO_4 a pozitiven marad; az

SO_4 itt nem maradhat meg, rögtön bontja a vizet a H_2 -al egyesül az O felszabadul $H_2SO_4 \rightarrow H_2 + SO_4$; $SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O$

A víz felbontását tehát a kénsav közvetíti, azért kell a vizet megsavanyítani, ha fel akarjuk bontani. A kénsav maga végeredményben nem szenved gáltezást.

Ha most a platina sarkok helyett zink sarkokat alkalmazunk, akkor az áram hatására felbomlott kénsav H -ja a negatív Zn-hez vándorol, ott gáz alakban eltávozik; a pozitív Zn-en visszamaradó SO_4 egyesül a Zn-el Zn SO_4 -ttá. Ha most egy zink-réz elemet vizsgálunk, ott a hatás fordított a mennyiben nem az áram kelt kémiai hatást, hanem a kémiai hatás folytán keletkezik áram: a zink bontja a kénsavat a H átvitelik a negatív electrode-



hoz Cu-hez, ott kiválik; a SO_4 egyesül a Zn-el Zn SO_4 -áttá. Itt a kénsav folyton fegy, a zinksul-

fat szaporodik, s a kémiai hatás folytán az áram folyton változik. T. i. a keletkezett anyagok $[\text{Zn SO}_4, \text{H}_2]$ az electromotorikus erő ellenében egy új erőt létesítenek, a melyek az előbbit lerontani igyekeznek. De nem csak a kémiai, hanem a hő és mechanikai hatások is keltenek ellenerőt a vezetékben.

Ez az ellenező akadályozza meg, hogy a perpetuum mobile létrejöhessen. Mert ha egy ilyen ellenező nem lépne fel, akkor az egyszer működésbe hozott áramferrás folyton folyvást hozna létre hatásokat, sőt ezek folytán még erősödné is usque ad...

Polarizatio. - Azt a jelenséget, midőn az electromos áram hatásai egy új az árammal ellenkező s azt lerontani törekvő erőt hoznak létre: polarizationak nevezzük. -

Igy tehát a galván elem nem állandó, hanem ellensége önönmagának.

Állandó elemek.

Daniel, Bunsen s többen olyan elemeket szerkesztettek, a melyeknél a polarizatio /főképen a H kiválása,/ meg van szüntetve vagy legalább is a minimumra van redukálva. Ezeknél az electrodek külön folyadéokban vannak. Igen sok /kb.2000/ ilyen elem van. A fontosabbak:

Daniell elem - ben a zink kénsavban, a téz rézsulfátban áll. Itt a H kiválása van megakadályozva, a mennyiben a kiváló hydrogen a negativ electrodehoz a Cu-hez vándorolva a rézsulfatot bontja, s réz válik ki, a mely a rézlemezre rakodik.



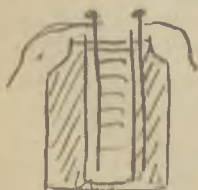
A két folyadék elválasztása lyukacsos agyaghengerrel történik; ez által azonban egy kis ellenállás igtatódik be az áramkörbe.

Meidinger féle elem hasonló a Danielléhoz, csak hogy az

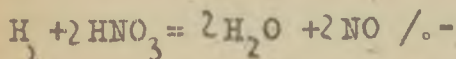


elválasztás más. T.i. egy edény fenekére töményrézgálicet tesznek, beleállítják a rezet, a föléje magnezium sulfat oldatot rétegeznek, a melyben a zink áll.-

Bunsen eleménél szén és zink electrodek vannak. A szén



salétremsacban áll a belső egyegcellában, míg a külsőben híg kénsavba zink van mártva. /A kénsavból kiváló hydrogen a salétremsavat redukálja



A Leclanché elemet szokták különösen gyenge és rövid

idaig zárva tartott áramok előállítására használni. Szén mangán-hydrxyd közé van helyezve az agyagcellában, kívül cink szalmiak só $/H_4NO_2/$ eldatában áll. Házi csaptyúk készítésére használják. -

Accumulater. Hathatósabb áramferrásra az elemek nem alkalmasak. Ha erősebb áramra van szükségünk akkor az áramkörbe a polarizációs elemeket, az accumulatorokat iktatjuk. Legegyszerűbb az ilyen accumulator: két ólomlemez kénsavba mártva. Ez maga nem ad áramot, de polarizálja $/a H-t megköti/$ a ez által erősíti csak. Az ólomlemez a használat folytán szivacsos szerkezetűek lesznek, s ez által sokkal több H-t képesek megkötni. A mai accumulatorok úgy készülnek, hogy ólomrájakat lyukacsos ólomvegyületekkel töltenek meg $/minium/$. Idővel azonban felhalmozó képességük elvész és használhatatlenné válnak.

Az accumulatorok tehát csak secundár áramferrások. -

Az electromos áramok kísérő hőhatások. Electromos világítás.

Ismeretes, hogy ha bármi módon electromos áramot létesítünk, hő is fejlődik. Ha pl. chemiai hatás folytán létesítünk áramot, akkor a fejlődött összes hőmennyiség éppen annyi, mint a mennyi a chemiai változásnak megfelel. - Ez a hő az áramkörben mindenütt nyilvánul, a fejlesztőben, vezetőben, zárban stb. A hőmennyiség eloszlása függ a vezetők ellenállásától $/anyagi minőségétől,/$ és a vezetők méreteitől. És pedig a kifejlődött hő ettől nagyobb, hol az ellenállás nagyobb, így tehát eloszthatom a hőmennyiséget különböző ellenállási vezetők segítségével.

Pl. vékony $/nagy ellenállásu/$ rézrud kifeszítve, s rajta vastag

vezetékéből electromos áramot vezetve, izzani kezd. Réz és vasrudacsokból készült láncen ha electromos áramot vezetnek, a vasrészek megtüzesednek a rézek nem. Sőt a vasdrót ellenállásának fokozásával oly magas hőmérsékletet is fejleszthetünk electromos áram segítségével, hogy a vasrud sziperkázva ég el.

Ezt a jelenséget, hogy a drót alkalmas módon electromos áram hatására fehér izzóvá lesz, használjuk fel a villamos lámpák készítésénél.

Jobb lámpák készítésére szénfenalat használunk a melyeket üvegkörtébe tesznek, melyből a levegő ki van szivattyuzva /hogy a drót /fenál/ el ne égjen/, vagy pedig indifferens gázokkal / H_2, CO_2, N / meg van töltve. A villamos lámpa tehát nem egyéb, mint egy üvegkörtébe légmentesen bezárt szénfenal, melynek végei electromos áram sarkaival vannak összekötve.-

Erős fény előállítására a Voltaívet használjuk. T. i. ha két egymás fölé helyezett szénsarcken electromos áramot vezetünk keresztül, a két szén megtüzesedik, a közöttük levő levegő kissé vezetővé lesz, mi közben izzóvá válik és vakító fényt terjeszt. A szénsarcek e közben az égés folytán folyton fogynak, s a távolság közöttük nagyobb lesz.

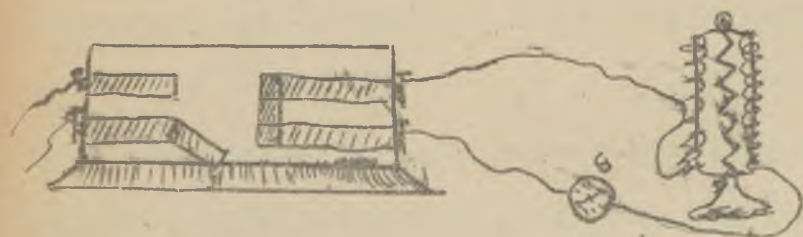
De mivel a fény csak bizonyos távolságban jön létre, a szénsarckokat mindig közelebb kell tenni.



A modern ivlámpákon egy regulator van alkalmazva, a mely önműködően közelebb telje folyton a sarckokat. A Volta fény azért oly erős, mert rendkívül nagy ellenállásu anyagot /levegő/ alkalmaz-

zunk.-

A hőváltozások az áram irányától függetlenek, polarizációt nem okoznak feltéve, hogy egynemű az áramvezeték. Heterogén vezetőkön keresztül polarizáció lép fel, mert más más a hőhatás. Bizonyíthatjuk úgy, hogy az áramkörbe oly készüléket igaztatunk, mely cikkcakke san összeállított különböző fémekből áll,



s ha egy készülék segítségével az áramfejlesztőt kikap-

csoljuk úgy hogy a cikkcakkes eszlep s galvanometer /G/ zárt áramkörben maradjanak, a galvanometer mágnestüje az ellenkező irányban fog kitérni. Tehát polarizáció lépett fel, mely ellenirányu áramot keltett. Azen eszlepeket thermoeszlepeknek nevezzük

Ha most áramfejlesztő nélkül a thermoeszlep érintkezési pontjait melegitem, a galvanometer mágnestüje kitér, tehát áram fejlődött.

E jelenség a termikus polarizáció, a mely tehát primer áramferrásul szolgálhat.-

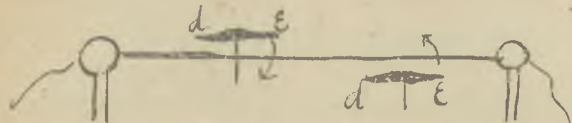
Érdekes, hogy ha a thermoeszlep különböző oldalait melegítjük, különböző irányu áramokat kapunk.

Az ilyen thermoeszlepek csak nagyon gyenge áramok fejlesztésére alkalmasak, s nem takarékosak.



Mágneses hatások.

Ha egy kifeszített jó vezető dróten electromes áramot vezetünk, akkor az alul és felül helyezett mágnesűkön kitérést tapasztalunk, az egyik pl. nyugot a másik kelet felé. Ez a két-



féle eltérés azonban csak lát-
szólagos, mert ha babákat fek-

tetünk az áram irányában uszva akkor /a mágnesű felé fordulva/
a kitérés mindig a balkéz felé esik.

Ampère szabálya: az áramnak a mágnesű északi polusá-
ra gyakorolt erő iránya az áram irányában uszó és arccal a mág-
nesű felé forduló alak bal keze felé irányul.

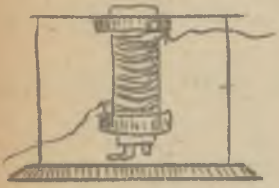
Ha fordítva vizsgáljuk a mágnesség hatását az electre-
mes áramra, akkor azt látjuk, hogy egyenlő nagyságu de ellentett
irányu. Ezt alkalmas szerkezettel /higanycseppben forgó küllős
kerék/ be is bizonyíthatjuk.-

Ha most körvezetéken áramot vezetek keresztül, s mág-
neset közelítünk hozzá, úgy hat mint valóságos mágnes. Zárt veze-
tékek sora: sodreny tekercs, ha rajta electromes áramot vezetünk
valóságos mágnes lesz, a mennyiben csak végek /északi és déli
polu/ hatási érvényesülnek.

Az electromes áramnak mágneses hatásán alapuló szerke-
zet a galvanometer, a mellyel az áram erősségét mérjük. A galva-
nometer mágnesű, körülötte zárt vezeték: nagy kitérés = erős
áram; kis kitérés = gyenge áram.-

Az electromes áramnak mágnesező hatása is van. T. i.

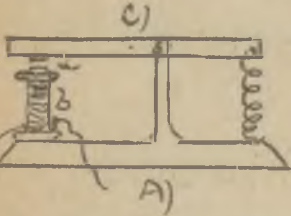
körvezetékben /tekercsekben/ levő áram lágy vasat magához húz s azt mágnessé teszi. Pl. jó vezető tekercsbe lágy vasat illesztünk, electromos áramot vezetünk át rajta, a lágy vas mágnes lesz vasdarabokat húz magához. A lágy vas azonban csak addig marad mágnes, míg az áram tart. Ez utóbbi jelenségen alapulnak: az elect-



romos jeladó szerkezetek: /a hel az áram zárásaker egy vaskalapácsot húz magához a tekercsbe tett lágyvas; nyitásaker leejti a kalapácsot egy üveg-

lapra, a hel hangot ad;/ a telegraf /áltáviró/, electromos csengő stb./

A telegraf lényeges részei: az electromágnes /a/, egy lágyvasrud, a mely egy pont körülj forgatható; /ennek egyik vége rugóval van az alaphoz erősítve, c/ és a vezeték a mely az elect-



romágnes körül van csavarva /b/.-

Az áram zárásaker a mágnes magához húzza a /c/ vasat, az áram megszűntével eltaszítja.

Ha e szerkezetekkel egy kepegtatót hozek összeköttetésbe, akkor ovvel jelt is adhatok. A kepegtató ugyanis nem más, mint áram



nyitó és záró. Ha egyet kepegtatek létre jön az áram-



kör, s a A/ készülékben a hatás; ha pedig elereszttem

a kepegtatót, az áram megszakad.- A mai moderna telegrafon még

leiró s erkezetet is találunk. /Egy hosszú és egy rövid jel./

Az electromos házi csengők is electromágneses hatásokon alapulnak.

Áram zárással és szakítással periodikus mozgás jön létre mágnes-

sarkok között, mely mozgás egy kalapácsra van át vive, mely egy

harangot üt meg.

Az áram mágneses hatását forgó mozgásokra is felhasználhatjuk. Ilyen szerkezet a Frehmann féle kerék. Ez egy lágy vas-



lappal ellátott kerék, mely négy electromágnes körök feleg. A megszakítás úgy történik, hogy az áramot a tengelyen vezetjük keresztül, mely felváltva vezető és szigetelőből áll.-

Ha egy mágnes két vége közé jó vezető tekercset helyezek, mely tekercsbe ha áramot vezetünk, az mágnes lesz, akkor a mágnes északi vége a tekercs északi végét telja, a déli mágnessarok hasonlóképen a déli tekercs sarkát. De ekkor különönmű sarkok kerülnek össze, s nyugalom áll be. Ha azonban azt megváltatjuk, hogy ilyenkor az áram egy kis időre kikapcsolódjék, akkor megszűnővén a mágneses hatás, de aztán újra megindulva forgást hoz létre. Ez meg van vasóltva az electromágneses meterban úgy

hogy a /felső/ tekercsből két fémpálcika nyulik az alatta levő c-ben levő 2 higanycseppbe, a melyek így az áram összeköttetését létesítik. Az áram hatására mágneses taszítás áll elő, de ekközben a pálcikák kikapcsolódnak a higanyból s az ellenkezőbe kapcsolódnak be, az áram iránya elváltozik, s így a mágnessarok közt ismét taszítás áll be. A higanycseppek itt commutator szerepét játszóak.-



Electromágneses polarizatio. Induktio.

Az electromes áram mágneses hatása felytán is jön létre polarizatio /tehát az árammal ellentett irányu electromes erő/

E polarizációt mozgássá alakíthatjuk, mely mozgás /mágnes köz-
 lében/ ismét áramot adhat. Az így keltett áramot inducált áram-
nak nevezzük.

Inducált áram keletkezik, ha vezető mágnes jelenléte-
 ben mozgásba hozatik, /ugy, hogy helyzete a mágneshez viszonyít-
 va megváltozott; közelebb vagy távolabb jött/. - Az inducált áram
 iránya ellentett avval a mi az indukáló mozgást létesítette, azaz
 az indukáló áram az indukáló mozgás ellen működik.

Már a földi mágnesség is elég arra, hogy benne egy jó
 vezetőt mozgatva, áram fejlődjék, igaz ugyan, hogy igen kicsiny.

Az áram nyitása és zárása vezetők közlésben szintén
 ad inducált áramot. -

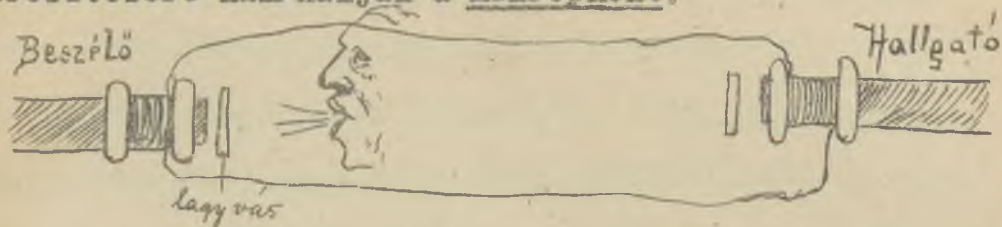
Inducált áram keletkezik akkor is, ha mágnest forgatunk
 vezetők közlésben. -

Az inducált áramoknál az electromos erő munka árán jön
 létre.

Ezen áramoknak a modern electrotechnikában igen kiter-
 jedt alkalmazásuk van. Ezeket használjuk ott, hol erősebb áram-
 ra van szükség, a mellett igen olcsók és kényelmesek. Inducált
 áram gyakorlati alkalmazásai:

A Telephon - ban a hang, tehát mozgás kelti az indu-
 cált áramot. Hangunk lágy vas lemezt hoz mozgásba a mely így hol
 közeledik hol távolodik egy mágneshez, mely köré drót van csa-
 varva. A mozgás folytán inducált áram /még pedig szakaszolt/ ke-
 letkezik, a melyet a vezető drót elvezet a hallgatóba, hol ugyan-

az a mozgás áll elő hang alakjában, mint a beszélőben. A telephoz erősítésére használják a mikrofont.



A mikrofon laza árammegszakító.

A legegyszerűbb alakjában két szénpálcika keresztben rajtek egy harmadik, s mellettök egy kis electromos telep van/t/.



A telep áramot ad a mely megváltoztatja az indukált áram erősségét, de ugyanelyan sorrendben és így erősíti a hangot.- A mikrofon más alakjai, szénper, széngolyók sora stb.

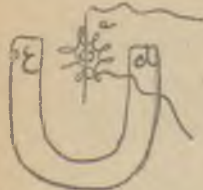
A modern telephennál a mikrofonba beszélünk s a telephennal hallgatjuk.-

Inductióval igen erős áramot létesíthetünk, világíthatunk vele, mozgásokra vihetjük át /transmissio/.

Legegyszerűbb transmissioes szerkezet mágnes patkó polusai közt fergatható két vezető tekercs lágy vas maggal. Így azonban változó irányu áramok keletkeznek, tehát ezeket csak világításra használhatjuk fel, mert ott nincs szükség egy irányu áramra. A chemiai hatások megindítására már nem használható, /mert ott a mit az egyik irányu áram végez, azt az ellenkező irányu lerontja s az eredmény null lesz./

Egyirányuvá válik az indukált áram a Gramm féle gépben, /általában a dynamogépekben./ Alapjában véve

ez egy mágnespátkó melynek sarkai között jó vezetőtekercs fergatható. Az áram egyirányúvá való tétele úgy van kivívva, hogy a te-



keres alsó és felső pontján vezető drót van alkalmazva. Főül /c/ a két ellentétes áram egy vezetőbe kerülván, egyirányú lesz, sőt még erősítik

is egymást. Ez a gép azonban a gyakorlatban nem igen vált be, mert a vezetőtekercs a fergatás által igen erősen kepezt. Azért csakokat alkalmaztak a tengely körül, a melyek felváltva vezető és szigetelőből /ebenit/ állanak.

Egy ilyen dynamógépben keletkezett nagy feszültségű áramot átvihetjük vezeték segítségével egy másik dynamogépbe a hol ismét munkává alakíthatjuk. - Ez a munka átvitelének problémája. -

Inducterium. Ismeretes, hogy ha a munkát rövid idő alatt akarem elvégezni, akkor nagy erőt kell alkalmazni. Egy electromos gépben rövid megszakítással végezhetek nagy mozgást, csak hogy nagy electromos erőt kell alkalmazni, s ilyenkor nagy erősségű áram keletkezik, csak hogy igen rövid ideig. Ez a gondolatmenet van kivívva az inducteriumokban.

Legegyszerűbb inducterium két electromágnes, melyek körül vezető drót van felcsavarva, s az egyik a másikba tehető. Gyors betöltéskor nagy feszültségű, de rövid ideig tartó áramok lehetnek.

Nagyebbszerű inducterium a Ruhmkorff féle szikraindító, a mellyel eriaási és hatalmas szikrákat üthetünk. A megszakítást

itt electrolyzisa által erik el.-

Az inducált áramok gyakorlati értéke.

A dynamógép hatására munkát kell férdítani. Ezt a munkát manap a gőzgépekkel végeztetik. A gőzgép óránként s lóerőnként 1 kg szenet fogyaszt, a mi átlag 2 fillérbe kerül, s másodpercenként kb. 75 mkg munkát szolgáltat. Az ilyen gőzgéppel keltett áram kb 1 lóerőnek felel meg. 1 lóerőnyi electromessággal egy 200 gyertyafény erősségű izzólámpával világíthatunk; ugyanaz az electromes mennyiség izzólámpában 1000 gyertyafényt ad.

Hogy városaink világításánál mindig állandó és egyforma áramot kapjanak, a telepeken nagy accumulatorok vannak a vezetékbe kapcsolva, a melyek ugy szerepelnek, mint electromes reserveirek.-

H A N G T A N.

A hang érzés. Minden hang mozgásból ered. A hang olyan mozgás, mely fülünkben a hang érzését kelti.

A hang minősége a mozgás minőségétől függ. A hang létrejöttéhez azonban még nem elég a mozgás; még egy tényező szükséges, s ez egy súlyos közeg /pl. levegő/. Légüres térbe zárt csengettyű hangját nem halljuk.

A hangot két csoportba osztthatjuk:

1. Z ö r e j e k ...
2. Z e n e i h a n g e k.

A z ö r e j olyan hangek csoportja, melyek egymás után jönnek létre.

A zörejeknél a hangérzésben szakaszok állanak elő.

A zenei hangok folytonos hangérzésben nyilvánulnak.

A hangtan a zörejekkel nem törődik, inkább csak a zenei hangokkal foglalkozik, mi is csak azekkel foglalkozunk.

A hangok minőségileg különbözőek. Beszélünk különböző magasságu, erősségü és színezetü hangokról. /Magasság: különféle hangvillákat ütünk meg; erősség: egyet megütünk, a hang folyton gyengül, végre elhal; a színezet: más más hangszer által keltett ugyanazon hang; Péter egészen másképp énekel ugyanazon hangot mint

Pál./

A zenei hangok létrejöttéhez fő kellék, hogy periodikus mozgások /rezgések/ jöjjenek létre és hogy a rezgések ideje bizonyos határok között legyen.

Tehát adott idő alatt bizonyos rezgésszámnak kell lenni.

Rezgésszám alatt értjük a mozgás ismétlődéseinek számát másodpercenként.

Zenei hang csak akkor jön létre, ha a rezgések száma másodpercenként kb 20-30.000; a mikor az egyes szakaszokat már nem tudjuk megkülönböztetni. -

Zenei hangokat különböző szerkezeteken létesíthetünk. -

Ilyen szerkezet a sziréna. Legegyszerűbb alakban egy forgatható fémkereng a melyen körben lyukak vannak. Ha a kerengot forgatjuk, s ráfujunk a lyukakra, hangot kapunk, a melynek magassága függ attól, mily gyorsan forgatjuk a kerengot. T. i. a ráfujt levegő majd a lyukakon megy keresztül, majd a kerengba

tődik s így periodikus mozgás /hang/ jön létre. Gyersfergatásnál magasabb hangot kapunk, s mivel gyersfergatásnál a lyukak száma nagyobb ugyanazon idő alatt; tehát: a hang magassága a rezgések számától függ.

A természetben egy alul mélyedéssel vascső, a melyet felmelegítve ólomokra helyezünk, kis idő múlva hangot hallunk. T. i.

a cső egyik barázdája megnövekszik az ólomot, az



itt kiterjed, s a csövet átlöki a másik barázdára, onnan vissza s így tovább periodikus mozgás jön létre.

Ha rugalmas erők működnek, mindig periodikus mozgás jön létre. Rugalmas erők tehát, ha működnek, hangot adnak. Pl.

acél rugót megütök, hang jön létre. Ilyen rugalmas erők okozta periodikus mozgásokon alapszik a hangvilla hangadása is.

Általában ha rugalmas erők működnek, zenei hangok jönnek létre.-

Zeneélni majdnem minden anyagon lehet, de legjobban olyanon, melyen a rugalmas erők nagyok.

Viaszfénálból nehéz volna hangokat kicsalni, ólomból könnyebben.-

Zenei hangok jellege.

A hangok különbségét a különböző rezgésszám okozza.

A hangok jellegét a magasság, erősség és színezet adják meg. A hang magasságmegállapítása az érzés dolga. Hogy pontosan megállapíthassuk a magasságot, egy alaphez viszonyítjuk. Es az alap a normál A, a melynek rezgésszáma 435; ez törvényileg van megállapítva.

pitva. Tájékozás céljából be is esztjük a hangokat úgy, hogy hangközöket állapítunk meg. Ilyen hangközök az oktav, quint, quart terz/ stb.

A hangközöket a sirenán állapítjuk meg, hogy megszámáljuk másodpercenként a kereng lyukait. Egy hang és oktávájának rezgésszáma ugy arányalanak, mint 2 az egyhez: 2/1; quintnél 3/2; tercnél 5/4.- Egy bizonyos hangköznek mindig bizonyos rezgésszám felel meg.

A hang erőssége a mozgás nagyságától, illetve a kilengések /rezgések/ nagyságától függ.

A hang színezete pedig az egyes mozgások sajátosságától függ.

A hang terjedése.

Ismeretes, hogy a mozgások /elmozdulások/, erőket keltenek a közegben. Az új erők keletkezése folytán változás áll be a közegben, átvitetik a szomszédos részekre, úgy hogy ott is erőket keltenek, ezek ismét a szomszédos részekben keltenek erőket és így a mozgás elterjed. A mozgás azonban és az általa keletkezett hang csak akkor jön létre, ha új erőket kelt a szomszédos közegben. A szilárd testekben mindig keletkeznek erők, ha mozgattuk őket. A szepffelyős és légnemű testekben csak ezen mozgások terjednek el, a melyek térfogatváltozást okoznak.

A hívaterjedés homogén testben minden irányban egyformán történik.

A terjedés időben történik; és az idő jellemzője van

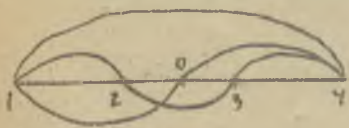
azon ut által, a melyet a hangot adó mozgás az időegység alatt végez, és ezt nevezük a hang terjedő sebességének.-

A terjedő sebesség a különböző közegekben különféle. A levegőben a hang terjedő sebessége kb. 333 méter. A vízben négyszeres a terjedő sebesség; a fémekben még nagyobb, pl. vasban 16 szoros.

A hang tevaterjedéséről azt mondjuk, hogy az hullámvonallal alakjában terjed, és pedig gömbfelületben a hangferrástól minden irányban.

Hullámhossz alatt értjük az egy rezgés alatt végzett utat. Levegőben pl. a hullámhossz ha a rezgés szám $200 = 1/200 \cdot 333$. Másodpercenként 333 rezgés méteres hullámokat ad $1/333 \cdot 333$.-

A hangszerek olyan rugalmas testek, a melyek bizonyos kényszereknek vannak alávetve. A hangvilla pl. alsó részével egy szilárd dobozhoz van erősítve. Az egyes hangszerek mindig jellemző hangokat adnak, a melyeket az illető hangszerek szerkezete állapít meg. A húros hangszernél a hur két vége van megerősítve. A húr most különféleképen hozhatom rezgésbe, vagy úgy, hogy



az egész hur mozog egész tömegében, vagy közepén egy nyugalmi pontja marad vagy több.

/2-3 stb./ A nyugalmi pontokon /csomópont/ mozgás nem jön létre.

Ha hangot adó felületeket hozunk mozgásba, ott keletkeznek csomópontok, csakhegy itt vonalak alakjában nyilvánulnak. Ha ilyenekre graphit port szórunk pl. a mozgásba hozzuk a lapot, akkor igen szép rajzok a Chladni félsz alakok állanak elő

Egy hangszer egy rezegtetésére egy egész sor hangot ad. Ezek közül legáltalánosabb az alaphang, a többi félhangnak nevezzük. Ezen félhangok adják meg a hang színezését.

A tiszta alaphangot fuvelahangnak nevezzük.

Egy hangszer hangzásbabevezetatalára a rezonantia /ráhangzás/ jelenségét használjuk fel. /T. i. a hangszeret oly mozgással kell hangzásba hozni, melynek ugyanaz a taktusa.- Kísérlet egyenlő és különböző taktusu ingákkal.-/

Rezonantia az a jelenség, mely akkor jön létre, ha egy hang ugyanazon rezgésszámu testre hat.-

Egy hangszer kevert hangjából a rezonator az alaphangot erősíti meg. Az a hangszer jó a melyben a ráhangzás könnyen megy.

Ha égő gázláng fölé keszku üveghengert teszünk, erős hang keletkezik. /Chemiai harmonika/.-



F É N Y T A N. /Optika/.

A fénytán körébe azon jelenségek tartoznak, a melyek bennünk a látás érzetét keltik.

A testek különféleképen hatnak szemünkre. Azen testeket, a melyeket látunk, világító testeknek nevezzük. A világító testek kétfélék:

1. Magukban is világítanak. Primer fényferrások.
2. Csak primer fényferrások hatására világítanak.

A testeknek még két csoportja van: a/ átlátszók, a melyek a fényt átengedik és b/ át nem látszók.

Az az ok, a mi a látást létesíti a fény..

A fény útja egy és ugyanazon közegben egyenes vonal.

Ennek legszembetűnőbb tanúbizonysága az árnyék. Fényferrás elé nem világító tárgyat téve árnyékképet kapunk; fénylőpont elé nyíl lással ellátott ernyőt tartva, a nyílásnak megfelelő fényképet nyerek.



A fény a fényferrástól minden irányban, mint egy kör sugarai, terjed el, azért azt mondjuk, hogy a fény sugarakban terjed.-

Fénysugár tehát az az út, melyen a fény elterjed.

Ez az egyenes vonalban való terjedés egyik lényeges különbsége a fénynek a hangtól. A hang minden irányban, minden-

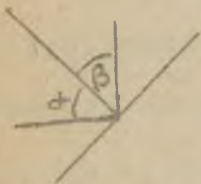
heva elhat. Ajtó mögött is hallem a hanget, az égő gyertyát azonban nem látem.

Ha a fény utjában különböző testek határfelületéhez jut, irányában változást szenved, megtörik. Ezen törés két-féle: vagy úgy törik meg, hogy ugyanazon közegben folytatja útját; vagy törése után behatol a másik közegbe. Ez elcsőt visszaverődésnek, az utóbbit egyszerűen törésnek nevezzük.

A visszaverődés törvényei: Ha fénysugarakat sík felületre vezetünk pl. tükörrre, a fény visszaverődik és pedig úgy, hogy a beesési szöglst egyenlő a visszaverődés szögletével.

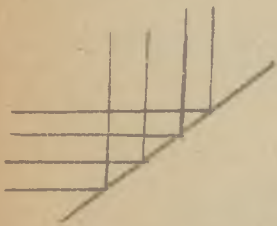
Görbe felületen hasonlóképen.

Beesési szöglet az a szög a melyet a beeső sugár a határfelületre huzott merőlegessel képez.



A síkra párhuzamosan beverő sugarak párhuzamosan veretnek vissza.

A gömbfelületnél ez nem áll. Ha átlátszó felületen becsújtjuk át

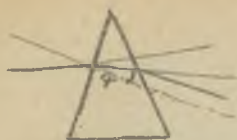


a fénysugarat pl. üveg prizmán, akkor a közbe hatol a sugár, de irányában

változást szenved. Az új közegbe beható sugárt törött sugárnak nevezzük. A törés függ az anyag természetétől /minőségétől./

Ha a beesési szögek nem nagyok a törési szögek arányosak velük.

Törési szögletnek nevezzük azt a szöget, a melyet a törött sugár a beesési merőlegessel képez. /a/.-



Valamely anyag törési állandója az a szám a mely mutatja, milyen viszony áll fenn a be-

eső és a törött sugár szöglet között. - Az üveg törési állandója $3/2$, annyit jelent, hogy ha a beesési szöglet 30 , akkor a törési szöglet 20 , levegővől üvegbe. Üvegből levegőbe $2/3$. Víz-törési állandója $4/3$.

A nap sugárkupban árasztja fényét a földre. Ha a sugarak elé felhők kerülnek, törés és visszaverődés által rendetlen sugarak jönnek létre, melyek diffuz fényt adnak.

Rendetlen sugarak egyenletes megvilágítást idéznek elő.



Ha egy fénylő pontból kiinduló rendetlen sugarakat ismét egy pontban:

egysítjük, akkor ismét egy fénylő pontot kapunk, a melyben az oda helyezett tárgy jobban lesz megvilágítva.

Azen pontokat, a melyekbe az egy adott fénylő pontból kiinduló rendetlen, szétszórt sugarak összejönnek, ezen fénylő pontok képpentjának nevezzük. Ezen képpenteket tényleg láthatóvá tehetjük, meggalósíthatjuk, azért valós képpenteknek nevezzük. A valós képpentek által létrejött képek a valós képek.

Ha egy fénylő pontból kiinduló sugarak törés és visszaverődés után ismét egy sugárkupban egyesülnek, akkor az eredeti pontot látjuk. Ilyenkor nem szükséges, hogy a teljes sugárkup meglegyen, hanem ha csak csonka sugárkup van, akkor is létrejön a kép, mert szemünk a csonka sugarakat kiegészíti. Az így ke-

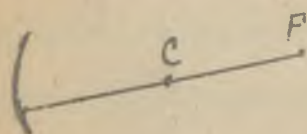
letkezett képpentek tulajdonképen nem léteznek, csak szemünk állítja őket elő; azért képzetes képpenteknek nevezük.

Tükrök. Háromféle tükör van: sík, vájt és domború.

Tükör általában olyan optikai készülék a mely a ráesső sugarakat visszaveri. Sík tükörnél képzetes kép keletkezik és ez ugyanannyira van a tükör mögött mint a tárgy a tükör előtt, és ugyanakkora a kép mint a tárgy.

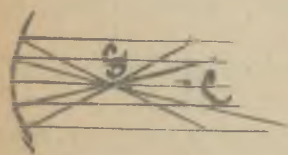


A vájt tükör készítése úgy történik, hogy gömbfelületet állítunk elő csiszolás által. Egy ilyen tükröt két pont jelölmez. Egyik ezen gömb középpontja a melyhez a vájt tükör tartozik /C/ A másik pedig a gyújtópont.



Azt a pontot, a melyben a vájttükörrre eső párhuzamos sugarak visszaverődésük után találkoznak gyújtópontnak nevezük.

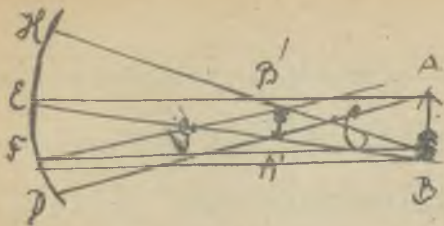
/fokus G/



Hogy vájt tükörnél egy fénylőpont képpontját meghatározzuk, két sugárra van szükségünk. Az egyik a centrumon visz keresztül a ez saját magában török meg; a másik egy párhuzamos sugár, a mely a focusba vezetik vissza.

A gyújtópont távolsága a tükörtől fele az optikai középpont távolságának /a tükörtől./

A képet a következőképen határozzuk meg. Legyen egy vájt tükör s annak két pontja; A B legyen a tárgy. Csak két su-



tül menő sugár pedig önmagában tér vissza; a hol AD sugár és az AE visszavert sugarak találkoznak, ott jelenik meg az A pont képe /A/.-

Hasonlóképen az FB sugár. A kép tehát A B, fordított, valós, kicsinyített.

Ha a tárgyat edateszem, hol előbb a kép állott, akkor világos hogy a tárgy előbbi helyén lesz most a kép és pedig fordított, nagyobbított.

A vájt tükör törvényei tehát:

1./ Ha a tárgy /fényferrás/ a gyújtóponton túl fekszik, a/ a keletkezett kép valós, fordított, kisebb, ha az optikai középponten túl fekszik és

b/ nagyított a kép ha a tárgyat az optikai középpont és gyújtópont közé helyezzük.

2./ Ha a tárgy a gyújtópontnál kisebb távolságra van a tükörtől, akkor a keletkezett kép képzetes, nagyított és egyenes lesz.-

LENCSEK.

Az optikai lencsék olyan fénytörő közegek a melyeknél a ki és belépő sugár határlapjai görbék. Két csoport lehet:

I. Középen vastagabban: \bigcirc \bigcirc \bigcirc

II. Középen keskenyebbek: \square \times \rangle

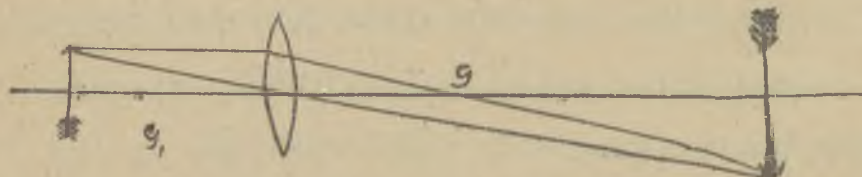
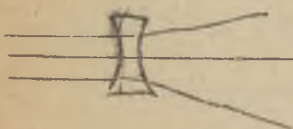
Hogyan hatolnak át a sugarak a középben vastagabb lencsén? A lencse középben, ott, hol az vastagabb vagy vékonyabb egy viszony van, mint két párhuzamos fal között. Két párhuzamos határfelületen ha a fény sugarát áthatat, megtörik ugyan, de irányát megtartja, csak kis eltérést van. Ha lencse nem vastag az eltérés egy csekély, hogy számba sem jön.



A lencse középpontja egyúttal az optikai középpont, ezen áthaladó sugarat ugyanazban irányban folytatja útját. A párhuzamos sugarat pedig a felső és alsó részen egy körülmények közé jut, mintha hasábon haladna keresztül; tehát a tengely felé törik meg. A lencsére eső összes párhuzamos sugarak a lencse mögött egy pontban egycsülnek, s ez a pont a lencse gyújtópontja.

A középben vastag lencsét gyűjtőlencsének nevezük, ezeknek gyújtópontjuk valós /gyufa meggyulad benne/.

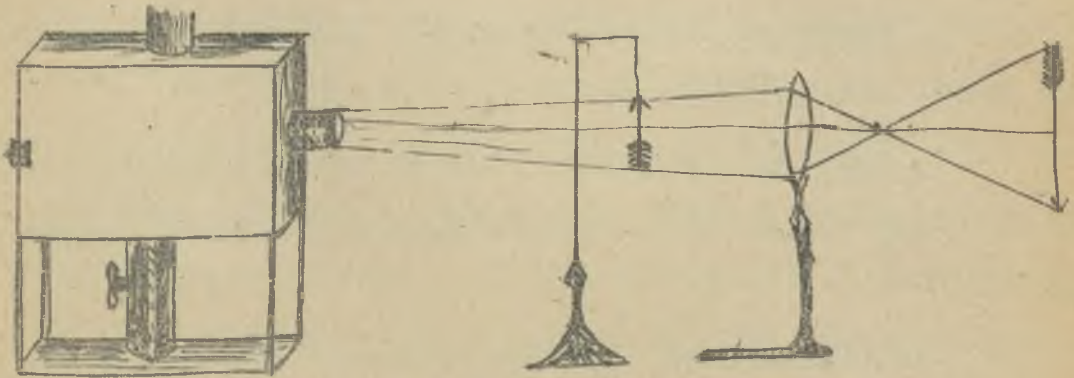
A középben vékony lencsénél a párhuzamos sugarak a tengelytől kifelé töretnek, széthajlanak. Ha gondolatban a sugarakat meghosszabbítjuk, akkor azok a lencse in-
nenső oldalán találkoznak egy pontban, a mely a gyújtópontnak felel meg. Itt tehát képzetes gyújtópont van. Ezek a szerőlencsék.



A gyűjtőlencse fordított és nagyított képét ad, és pedig annál

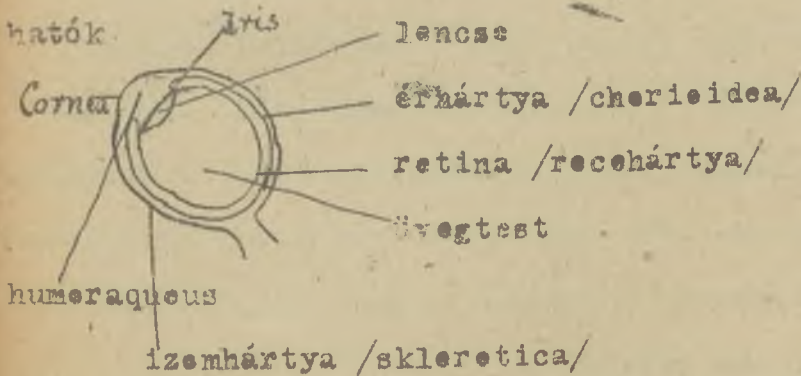
nagyobb, minél messzebb van az az optikai középponttól.

Az ilyen képeket csak magukban világító tárgyakról kapunk. Nem világító tárgyakat előbb meg kell világítani. Így tiszta képet nem kapunk, azért a világító és a tárgy közé egy lencsét teszünk, a mely a sugarakat a tárgyra gyűjti.



L Á T Á S.

A szem egy fénytörő szerkezet. Alkotó részei alább láthatók.



Az érzékeny hártya a retina, a melyre a különböző törőképességű anyagokon /lencse, üvegtest, viznedv/ átjutott

fényugarak a tárgy képét adják. A szemnek jellemző sajátsága, hogy alkalmazkodó képessége van /accommodatio/. Ez abban áll, hogy a lencse bizonyos izmek segítségével görbületét megváltoztatja ez által úgy a közel, mint a messze fekvő tárgyakat tisztán látja.

A szem látóképességét két tényező határozza meg:

a/ a szem méretei /alkata/

b/ az accomodáló képessége.

Az accomodáló képességétől eltekintve a szem kétféle lehet:

1. Emmetrop /szabályos szem/, mely minden izommegerősítés nélkül a végtelenbe lát.

2. Ametrop /rövidlátó/ szemek azok, a melyek nyugalmi állapotban egy bizonyos távolságra vannak beállítva /egypár méter/. -

A szabályos szem látóhatára 15 m - végtelenig. Az ametrop-é 5 m- 2 m.-

Az idősebb korban a szem gyengül, lassankint elveszti accomodáló képességét. Így jönnek létre a messzelátó szemek.

Ugy a rövid mint a messzelátó szemem lehet segíteni. A rövidlátásu szemhez hemoru lencsájü pápasszem kell, a messzelátó szemhez demberu lencsét kell használni. /De ezeket nem lehet úgy megjavítani mint az ametrop szemeket, mert az accomodáló képességét visszahozni nem lehet/. -

-Két egymáshoz közeleső pontet csak bizonyos távolságból tudok kivenni, messzebből nem, Pl. 20 m-ről a millimétereket nem tudom megkülönböztetni. Az általános határ $1/2000$. -

Az ametrop szem a közeleső tárgyakat élesebben látja mint a normalis szem, mert közelebből nézi s így a retinán nagyobb lesz.

A normális szemet is tehetjük közellátóvá, ha egy egyszerű domboru lencsét alkalmazunk, ez által a szem közeli pontját hozzuk közelebb. Ilyen értelemben a gyűjtőlencse ugy szerepel mint nagyító /lupe/.

Mikroszkóp és távcső nagy nagyításoknál szerepelnek.

Mindkettőnek egy a célja csak alakjuk és alkalmazásuk különböző.

A cél: minél nagyobb kép előállítás a retinán, ezt pedig úgy érem el, hogy a tárgyakat egy lencsével erősen magnagyítom /objektív nagyítás/ egy másik lencse segítségével pedig minél közelebb hozom /subjektív nagyítás/. - Ez van kivéve a távcsővön és mikroszkópon. A tárgyakhoz közel eső részen gyűjtőlencse van /objektív/; a szemnél egy másik gyűjtőlencse az acular.-

Ezen szerkezetekkel igen nagy nagyítást érhetünk el.

Pl. ha az acular nagyítása 10-szeres, az objektív pedig 100-szeres, akkor a végleges nagyítás 1000-szeres lesz.-



~FINIS~

