

STAMPFEL-FÉLE

TUDOMÁNYOS ZSEB-KÖNYVTÁR.

Encycl.
O. 52/90

— 110. —

PHYSIKAI ZSEBKÖNYV.

A PHYSIKA ALAPFOGALMAINAK, TÖRVÉNYEINEK,
LEGKIVÁLÓBB KISÉRLETEINEK ÉS KISÉRLETI EREDMÉNYEINEK
RÖVID ÁTTEKINTÉSE.

ÖSSZEÁLLITOTTA:

D^r. BOZÓKY ENDRE,

ÁLL. FÖGYMN. TANÁR.

Encycl. O.

SZÁMOS TÁBLÁZATTAL.

52/90

POZSONY. 1902. BUDAPEST.

STAMPFEL KÁROLY KIADÁSA.

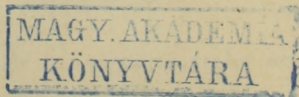
Szerző egyéb munkái

melyek eddig a „Tudományos-Zsebkönyvtár“-ban
megjelentek:

Kosmografla.

Kis physikai földrajz.

Meteorologia.



Czélom ebben a physikai zsebkönyvben a physika egész rendszerének vázát feltüntetni, s a főbb kísérleti eredményeket megbízható adatok alapján bemutatni. Erre való tekintettel összeállítottam a physikai alapfogalmaknak lehetőleg szabatos értelmezéseit, a physikai törvényeknek pontos kifejezéseit úgy, hogy a physikában járatos olvasó a tudomány eredményeiről gyors és megbízható áttekintést szerezhet. Minthogy a physikai törvények algebrai kifejezései a fenforgó viszonyokat a legszabatosabban jellemzik, ezeket nem mellőzhettem. A most vázolt terv szerint készült ezen physikai zsebkönyv a physikával foglalkozó tanuló ifjúság munkáját lényegesen megkönnyítendi, a tudomány iránt érdeklődő művelt közönségnek pedig mindenkor kész tanácsadójárá válhat.

1. *A physikai test* anyagból áll. Az anyagon végbemenő változásokat a physika és a chemia tárgyalja. A világegyetem összes anyagmennyisége állandó.

2. *Tünemény.* Lefolyásában megmásíthatatlan állandóság uralkodik, a mennyiben egyazon alany esetében azonos okoknak azonos okozatai vannak. A természeti törvények a tünemények okai és okozatai közötti kapcsolatok szabatos kifejezései. Vannak qualitativ- és quantitativ törvények.

3. *Mérés-t* akkor végzünk, ha egy mennyiséget a vele egynemű mértékegységgel oly czélból hasonlítunk össze, hogy megtudjuk, vajjon a lemérendő mennyiség a mértékegységet hányszor foglalja magában?

Minden physikai mérésnek a hosszúságmérés, időmérés és tömegmérés az alapja.

4. *Hosszuságmérés.* Mértékegysége a *mètre des archives*, mely közelítőleg a földi délkörnek 40 milliomodrésze (Borda, 1799.)

Jegyzet. Nálunk a méter-rendszer az 1874. VIII. t. cz. alapján áll és 1876. jan. 1-én vált kötelezővé. A magyar etalon az olvadó jég hőmérsékleténél $= 0.9999987$ m-rel. (Mikron, $\mu = 0.000001$ mm.)

5. *Időmérés.* A physikai időegység közép-nap 86400-ad része, a közép-másodperc. (Jele: sec.)

6. *Tömegmérés.* A testet alkotó anyag mennyiségét tömegnek hívjuk. (Jele: M) Tömeg-egység a gramm-tömeg, vagyis $\frac{1}{1000}$ -része a Borda-féle kilogramme des archives-nek. Ez 1 dm^3 tiszta, 4° C mérsékletű víznek Párisban légtüres térben való súlyát volt hivatva feltüntetni; de újabb mérések szerint 1 dm^3 tiszta, 4° -u víz tömege $= 1.000013$ tömegegységgel.

7. *Absolut mértékrendszer.* Absolut azért, mert helytől és időtől független. A 3 önkényesen megválasztott alap-egység-ből (cm.-gramm-tömeg-sec.) minden más mennyiség számára leszármatztatott egységeket állapít meg. Ha ezek kényelmetlenül nagyok vagy kicsinyek volnának, akkor 10^n -szeresük használható. Ezek a másodrendű egységek.

8. *Mechanika* a physikának azon ága, mely a mozgások leírásával foglalkozik. Részei a kinematika, mely a mozgást az ezt létesítő okoktól és a mozgó anyagtól függetlenül tárgyalja és a dinamika, mely az utóbbiakra is tekintettel van. A statika mint a dynamikának külön ága, az erőhatásokat az egyensúly esetében vizsgálja.

Kinematika.

9. *Absolut nyugalom* esetében a test helyzetét a térben állandóan megtartaná. *Absolut mozgás* esetében a test helyzetét a térben abs. nyugalomban levő testekhez képest megváltoztatná. Csak relativ nyugalmi és relativ mozgási állapotot ismerünk. A mozgó anyagi pont egymásra következő helyei a mozgás pályáját határozzák meg, mely lehet egyenes vonalú és görbe vonalú. A pálya meghatározott darabjának hosszúságát út-nak hívjuk.

10. *Az egyenes vonalú mozgás* egyenletes, ha az anyagi pont bármekkora, de egyenlő időközökben egyenlő utakat fut be, (Galilei 1638), vagy lehet változó. Egyenletes mozgásnál az utnak (s) az időhöz (t) való aránya állandó értékű, s a mozgás sebességét adja.

$$c = s : t,$$

$$s = ct,$$

$$t = s : c.$$

Sebesség - egység (neve: kin) annak az egyenes vonalú egyenletes mozgásban levő pontnak sebessége, mely az időegység (1 sec) alatt hosszúságegységnyi (1 cm) utat tesz meg.

Változó mozgás-nál az igen kicsiny mozgási szakaszok egyenletes mozgási szakaszokkal helyettesíthetők, ha ez utóbbiakkal a pont a felvett pályadarabot ugyanannyi idő alatt futná be, mint azt tényleges mozgásával teszi. A helyettesítő mozgás sebessége a ténylegesnek közepes sebessége. A változó mozgásban levő pont sebessége a pályának valamely helyén egyenlő azzal a sebességgel, melylyel a pont mozgását folytatná, ha mozgása a kérdéses helytől kezdve egyenletessé válnék.

J. Jackson szerint a közepes sebességek mp-enként m-ekben:

Jó gyalogló	1·60	Orkán	40·—
Ügető ló utazáskor	2—2·20	A leggyorsabb ma-	
Hajó 9 csomóval		darak	88 90
(à 1852 m)	4 63	Hang 10° C-nál le-	
Vágtató ló	4—5·—	vegőben	337·20
Közönséges szél	5—6·—	Puskagolyó	300—400·—
Heves szél	10—	A földi egyenlítő	
Hajó 21 csomóval	10·80	pontja	463 —
Versenyló ügetve	12·—	Ágyugolyó	500·—
„ vágtatva	15·—	A Hold a Föld körül	1012·—
Gyorsvonat à 60 km	16·67	A Nap egyenlítőjének	
Póstagalamb	18·—	pontja	2028·—
Vihar	25—30·—	A Föld a Nap körül	29516·—
Érzések az emberi		Fény	300,000,000·—
idegekben	33·—		

11. *Egyenletesen változó* az oly mozgás, melynél a sebesség az egymásra következő tetszés szerinti, de egyenlő időközökben ugyanannyival változik. (Galilei.) Lehet: egyenletesen gyorsuló v. lassuló. A sebességnek az időegység alatt beálló változása a gyorsulás (ha a változó sebességet v jelöli):

$$a = \frac{v}{t}, \text{ innét } v = at, \quad t = \frac{v}{a}.$$

Ha a pontnak c a kezdetsebessége, akkor $v = c \pm at$,
 s a befutott út: $s = \frac{1}{2} (c \pm v) t$.

Az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgásnál a sebesség négyzetének változása arányos a befutott úttal. $v^2 - c^2 = \pm 2 as$.

Légüres térben szabadon alá eső testre nézve a gyorsulás g -vel jelöltetvén:

$$v = gt, \quad s = \frac{1}{2} gt^2, \quad v = \sqrt{2gs}$$

45° földr. szélesség alatt a tenger szintjében $g = 980.61$ cm mp-enként.

12. *Egyenlőtlenül változó* mozgás igen kicsiny mozgási szakaszai egyenletesen változó mozgási szakaszokkal helyettesíthetők, ha az utóbbiakkal a pont a felvett pályadarabot ugyanannyi idő alatt futná be, mint tényleges mozgásával. A helyettesítő mozgás gyorsulása a ténylegesnek közepes gyorsulása.

Egyenlőtlenül változó mozgásban levő pont gyorsulása a pályának valamely helyén egyenlő azzal a gyorsulással, a melylyel a pont mozgását folytatná, ha a kérdéses helytől kezdve mozgása egyenletesen változóvá válnék.

13. *Vectormennyyiség* az olyan, melyet egy egyenes vonal hosszúsága és iránya képviselhet. Az elmozdulás a pont kezdet- és véghelyzetét összekötő egyenes irány és nagyság szerint. Más vector-ok még: a sebességek, gyorsulások és erők. Egyazon pont egyszerre több vector (összetevők) hatása alatt is állhat, s ekkor egy eredő vector származik, melyet a vector-polygon megszerkesztésével nyerünk (összetevés).

Az egymással φ szöget bezáró p , q összetevő vectorok eredő vectorát a parallelogramma-tétel adja, mely szerint:

$$r = \sqrt{p^2 + q^2 + 2pq \cos \varphi}$$

Ha r a p -vel α , q -val β szöget zár be, akkor

$$\sin \alpha = \frac{q}{r} \sin \varphi \quad \sin \beta = \frac{p}{r} \sin \varphi$$

A vectorok szétbontása határozatlan feladat, mely kellő számú feltétellel határozottá válhat. A síkban 2 derékszögű összetevőre, a térben 3 derékszögű összetevőre szoktuk a vectort felbontani.

14. *Görbe vonalú mozgás*-nál a pont sebessége irány és nagyság szerint változik. A sebességeket a tér egy pontjához átvive, ezen vectorok végpontjai a Hamilton-féle hodograph-ot határozzák meg, mely a pályagörbének pontonként megfelel; melynek

vezérsugarai a pályában mutatkozó sebességeket adja irány és nagyság szerint; melynek húrjai a pálya két megfelelő pontja közötti sebességváltozást adják irány és nagyság szerint; melynek érintője az érintéspontnak megfelelő pályabeli ponthoz tartozó gyorsulás irányát adja.

A pálya adott pontjában fellépő gyorsulás felbontható egy tangentiális (A_t) és egy normális (A_n) összetevőre. Térgörbe esetében az utóbbi a simuló síkban fekszik. Iránya a görbületi kör középpontján megy át, s ezért centripetalis gyorsulás-nak hívják.

I. $A_n = 0, A_t$ változó		egyenes vonalú változó mozgás
$A_t = \text{const}$		" " egyenletesen változó mozgás
$A_t = 0$		egyenes vonalú egyenletes mozgás
II $A_n \neq 0, A_t$ változó		görbe vonalú változó mozgás
$A_t = \text{const}$		" " egyenletesen változó mozgás
$A_t = 0$		görbe vonalú egyenletes mozgás

15. *Körmozgás.* (Huyghens. 1670) A vezérsugártól leírt szög a radiannal méretik, mely = $57^\circ 17' 44.8''$. Egyenletes közmozgásnál a kerületi sebesség $v = r \cdot \frac{\alpha}{t}$, hol r a küllő, α a t idő alatt

leírt szög. — Szögsebesség $w = \frac{\alpha}{t}$, az időegység alatt leírt szög Ennélfogva: $v = rw$.

A szögsebesség egysége a körpálya mentén egyenletesen mozgó oly pontnak szögsebessége, melynek vezérsugara 1 sec alatt a radiant írja le.

Ha T a keringési idő, akkor a centripetalis gyorsulás $a_n = \frac{v^2}{r}$. Az egyenletes körmozgásnál a centripetalis gyorsulás arányos a pályamenti sebesség négyzetével és fordítva arányos a pálya küllőjével.

$$v = r \cdot w = \frac{2 \pi r}{T} \text{ alapján } a_n = \frac{4 \pi^2 r}{T^2} = r w^2.$$

Változó körmozgás-nál a forgó küllőnek egy pillanatra vonatkozó szögsebessége alatt azt a szögsebességet értjük, melylyel a küllő tovább forogna, ha ettől a pillanattól kezdve forgása egyenletessé válnék. — Egyenletesen változó körmozgás-

nál $\frac{v}{t}$ állandó értékű levén, $\frac{r w}{t} = \text{const}$. A szög-

sebességnek az időegység alatti változását szöggyorsulás-nak hívjuk. $\varphi = \frac{w}{t}$. Az egyenlőtlenül változó körmozgás igen kicsiny szakaszú egyenletesen változó körmozgásokkal helyettesítettén, ezek szöggyorsulásai a tényleges mozgás szöggyorsulásainak közepes értékei lesznek.

16. *Egyszerű rezgő mozgást* végez egy az r küllőjű körön egyenletes v sebességgel mozgó pontnak a körátmérőn fekvő vetülete. A teljes rezgés a kör egy teljes befutásának (tartama T), az egyszerű rezgés a fél kör befutásának felel meg. Az átmérő hosszúsága a rezgés tágassága, az egyszerű rezgés ideje a rezgés tartama. Phasis alatt egy adott pillanatban a rezgés tartamának azt a hányadrészét értjük, mely a legszélső kezdethelyzettől való kiindulás pillanatától eltelt. A középponttól mért távolság a kirezgés.

A rezgő mozgásnál a centripetális gyorsulás minden pillanatban arányos a kirezgéssel. $a = \frac{u^2}{r}$. x , hol u a pont sebessége. Minthogy $u = \frac{2\pi r}{T}$ tehát $\frac{a}{x} = \frac{4\pi^2}{T^2}$, honnét $T = 2\pi \sqrt{\frac{x}{a}}$ s így

független a tágasságtól; a rezgések isochronok.

Ha a rezgő pont t idő múlva vétetik tekintetbe,

$$\left. \begin{aligned} \text{akkor a kirezgés} \quad x &= r \cos. \frac{2\pi t}{T} \\ \text{a sebesség} \quad u &= \frac{2\pi r}{T} \sin \frac{2\pi t}{T} \\ \text{a gyorsulás} \quad a &= \frac{4\pi^2 r}{T^2} \cos. \frac{2\pi t}{T} \end{aligned} \right\}$$

Statika.

17. *Erő* alatt azt a törekvést értjük, mely a mozgás létesítésére, illetőleg a mozgási állapot módosítására irányul. Meghatározó adatai: *támadáspont*, *irány* és *intenzitás*. Az erő vector-mennyiség. Ha az erőpolygon önmagától záródik, akkor az anyagi pont mozgási állapota változatlan marad, *egyensúly* létesül. Két erő akkor egyenlő intenzitású, ha ugyanarra a támadáspontra ellenkező irányokban hatván, egyensúlyt tartanak. Gyakorlati erőegység az a nyomó vagy feszítő erő, amelyet 1 kg-nyi súlyu test kifejtteni képes.

18. *Merev test* alatt olyant értünk, melynek pontjai egymáshoz képest viszonylagos helyzetüket nem változtatják meg. Az erő támadáspontja az erő irányában áthelyezhető, ha az új támadáspont a régi-vel merev összeköttetésben áll. Két merev kapcsolatu ponton ugyanabban a síkban ható erő az irányaik metszőpontjába áthelyeztetvén, ott összetehetők. Ha az erők párhuzamosak, akkor eredőjük egyenlő az összetevők algebrai összegével, s a nagyobb intenzitású erő irányában hat. Az eredő támadáspontja az összetevők támadáspontjait összekötő karral az összetevők intenzitásaival fordítottan arányos szeletekre osztja. Több párhuzamos erő eredőjének támadáspontja az erők rendszerének középpontja.

19. *Erőpár* alatt oly két egyenlő intenzitású, de ellenkező irányú erőt értünk, melyek két merev kapcsolatu pontra hatnak. (Poinsot) Minden ferdeszögű erőpár átalakítható derékszögűvé. Ennek karhosszúsága szorozva az egyik erő intenzitásával, az erőpár nyomatékát adja. Az erőpárt, hatásának megváltoztatása nélkül a térben önmagával párhuzamosan eltolhatjuk, saját síkjában tetszőszerinti szöggel elforgathatjuk, ha az új kar a régi-vel merev összeköttetésű. Ha egy adott erőpárral az eltolás és forgatás műveleteit egyszerre végezzük, akkor ezt az erőpárt áthelyezésének hívjuk. Adott erőpár karhosszúságát tetszőszerint megszabhatjuk, ha e mellett nyomatéka változatlan marad. Ha az erőpár síkjára karjának középpontjában arra felé, honnét az erőpárra nézve, forgását az óramutató járásával egyezőnek látjuk, merőlegeset állítunk, s erre a kar középpontjától kezdve a nyomatékkal arányos vonaldarabot mérünk föl, akkor az erőpár tengelynyomatékát kapjuk, mely vector levén, az erőpárok összetétele és szétbontása elintézettnek tekinthető.

20. *Merev pontrendszerre ható erőrendszer redukciója.* Minden erő helyettesíthető egy az erő támadáspontjával merev kapcsolatban álló más pontra ható, az eredeti erővel egyező irányú és egyenlő nagyságú erővel és egy a támadáspontokat összekötő karra ható erőpárral, melynek erői az adott erővel párhuzamosak és egyenlők. Ebben áll az erő redukciója, mely az erőrendszer minden erőjével elvégeztetvén, annyi erőpárt és közös pontra ható erőt ad, ahány erőből áll a rendszer. Az erőpárok egy eredő erőpárt, az erők egy eredő erőt adnak. Ha az eredő

erő zerus, akkor a pontrendszer forog; ha az eredő erőpár tengelynyomatéka zerus, akkor a pontrendszer halad; ha mindkettő zerus, akkor egyensúlyban van.

21. *Kényszernek* alávetett pontrendszer esetében a kényszert megállapító erőkkel és erőpárokkal egyenlő, de ellenkező értelemben ható erőket és erőpárokat vezetvén be az erőrendszerbe, a pontrendszer felszabadítható, s egyensúlyviszonyai a megelőzők alapján tárgyalhatók.

22. *Egyszerű gépek.* Gép-nek nevezünk minden olyan szerkezetet, melynek közvetítésével az erőt meghatározó adatok megváltoztathatók. Az egyszerű gépnek semmiféle alkatrésze mint külön gép nem alkalmazható. Szilárd ponttal bír az emelő; szilárd tengelye van a hengerkeréknek és csigának; szilárd felülettel bír a lejtő, az ék és a csavar.

Az emelő egykaru, ha a forgáspont a két erő támadáspontjain kívül fekszik, kétkaru, ha ezek között foglal helyet. Egyensúly esetében az ellenállás úgy aránylik az erőhöz, mint az erő karja az ellenállás karjához. $Q : P = p : q$.

A hengerkerék közös tengelyre fűzött kerékből és hengerből áll. Egyensúly esetében az ellenállás úgy aránylik az erőhöz, mint az erő kerekének küllője, az ellenállás hengerének küllőjéhez. $Q : P = R : r$.

Csiga alatt olyan, egy tengely körül forgó korongot értünk, melynek karimáját kötélfelvételére alkalmas barázda futja körül, tengelye pedig villába van szerelve. Álló csigánál a villa nyugalomban marad, mozgónál emelkedik vagy sülyed. Az első esetben egyensúly van, ha az erő egyenlő az ellenállással. A másodikban a kötelek párhuzamossága esetében $P = \frac{1}{2} Q$.

Lejtő alatt egy a vízszinteshez hajló síkot értünk, melyen a testek surlódás nélkül mozdulnak el. A lejtőt meghatározza a vízszintessel bezárt α szög, melylyel szemközt a lejtő magassága (m) s mely mellett a lejtő alapja (b) fekszik. Az átfogó a lejtő hosszúsága (h). Ha az erő a lejtő hosszúsága mentén hat, akkor egyensúly esetében $P = Q \sin \alpha$, más szóval $Q : P = h : m$, s így az ellenállás aránylik az erőhöz, mint a lejtő hosszúsága a lejtő magasságához. Ha az erő a lejtő alapjával párhuz-

s zamosan hat, akkor egyensúly esetében $P = Q \operatorname{tg} \alpha$, más szóval $Q : P = b : m$, s így az ellenállás úgy aránylik az erőhöz, mint a lejtő alapja a lejtő magasságához.

Az ék kemény anyagból készített három oldalú hasáb, melyet két erősen összetartó testnek a szétfeszítésére használunk. Ha α a hajlás szöge, akkor $P = 2 Q \sin \frac{\alpha}{2}$, s ha h az oldalhossza, k a gerincze, akkor $Q : P = h : k$, tehát egyensúly esetében az ellenállás úgy aránylik az erőhöz, mint az ék oldalhossza a gerinczéhez.

A csavar (laposmenetű vagy élesmenetű) a csavartokban (esetleg csavarkulcsokkal) forgatható hengerfelületen felfutó csavarfelületektől határolt test. Egyensúly esetében $Q : P = 2 r \pi : h$ vagyis az ellenállás úgy aránylik az erőhöz, mint a csavar hengerének berülete a csavarmenet magasságához.

Dynamika.

23. *Alaptörvények.* (I s a a c N e w t o n 1687.) I. Minden test megmarad nyugalomban, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgásban, míg mozgásbeli állapotát valamelyes külső ok meg nem változtatja. (Tehetetlenség törvénye.)

II. A mozgás változása arányos a ható erővel, s annak az egyenesnek irányában létesül, melynek mentén az erő hat. (Az erő törvénye.)

III. Minden hatással épen akkora és ellenkező irányú visszahatás áll szemben.

24. *Az erő hatása* a gyorsulás előidézésében áll. A gyorsulás arányos az erővel, s iránya megegyezik az erő irányával. Az erők egymást egymás hatásában nem zavarják. Az erő és gyorsulás arányossági tényezője a tömeg. $P = M a$. A tömegmérés az $M = \frac{P}{a}$ egyenleten alapszik és visszavezethető a gyorsulások vagy súlyok mérésére.

25. *Súly* alatt azt az erőt értjük, melylyel a Föld vonzása a testet függőlegesen lefelé tereli. A Föld ugyanazon helyén a nehézségi gyorsulás állandó értékű. Ha két test tömegei M_1 és M_2 , súlyaik Q_1 és Q_2 , akkor $M_1 : M_2 = Q_1 : Q_2$. A Föld ugyanazon helyén bármely két test tömegeinek az aránya egyenlő a két test súlyainak az arányával. A súlyok légüres térben határozandók meg.

26. *Erőegység* az absolut mértékrendszerben a din vagyis azon erő, mely a gramm-tömeget másodperczenkint egy kin gyorsulással mozgatja. $1\ kilodin = 1000\ din$; $1\ megadin = 1,000,000\ din$. Gyakorlati erőegység a $gramm$ vagyis azon erő, melyel a Föld 45^0 -nyi földrajzi szélesség alatt a tenger szintjében a $4^0\ C$ hőmérsékletű tiszta víz $1\ cm^3$ -ét függőlegesen lefelé tereli. $1\ gramm = 980.16\ din$, s így $1\ kilogramm = 980610\ din$, közelítőleg $1\ megadin$. $1\ milligramm = 0.980\ din$, közelítőleg $1\ din$.

$M = \frac{Q}{g}$ alapján $M = 1$, ha $Q = g$. A gyakorlati mértékrendszerben tömegegység az oly testnek a tömege, melynek súlya g -vel egyenlő.

$$P : Q = a : g \text{ alapján } P = Q \cdot \frac{a}{g}.$$

27. *Mozgásmennyiség és impulsus*. Ha egy állandó P erő az M tömegre t ideig hat és vele v sebességet közöl, akkor $P = M \frac{v}{t}$, s innét $Pt = Mv$

Az Mv szorzatot Descartes és Newton mozgásmennyiség-nek, a Pt szorzatot pedig Belanger 1847-ben impulsus-nak hívja.

$P : P' = Mv : M'v'$ alapján is egyenlő hatások tartamok esetében az erők arányosak a megfelelő mozgásmennyiségekkel.

28. *Ütközés*. Rugalmatlan golyók centralis ütközésénél az előálló közös sebesség

$$X = \frac{Mc + M_1 c_1}{M + M_1} \text{ hol } M \text{ és } M_1 \text{ a golyók tömegei,}$$

c és c_1 sebességeik. Rugalmas golyók ütközésénél az előálló sebességek:

$$v = \frac{(M - M_1)c + 2M_1 c_1}{M + M_1} \text{ és } v_1 = \frac{(M_1 - M)c_1 + 2Mc}{M + M_1}$$

Ha a rugalmas golyó rugalmas falba ferdén ütközik, akkor: 1) A beesés iránya a visszaverődés irányával egy a visszaverő falra merőleges síkot állapít meg. 2) A beesés iránya a beesés merőlegesével ugyanakkora szögét zár be, mint a mekkorát a visszaverődés iránya zár be vele.

29. *Munka*. Ha az erő legyőzi az ellenállásokat, bizonyos uton át, melyet az ellenállások támadáspontja az ellenállások irányával ellenkező irányban fut be, akkor az erő $munkát$ végez. (Coriolis.

(1792—1843.) $L = Ps$ hol s a támadáspontnak az erő irányába eső útja. Absolut egysége az erg, vagyis azon munka, melyet egy din végez, miközben támadáspontja az erő irányában 1 cm-rel elmozdul el. $1000 \text{ erg} = 1 \text{ kiloerg}$, $1,000,000 \text{ erg} = 1 \text{ megaerg}$. Gyakorlati egysége a méterkilogramm (Poncelet, 1788—1867) vagyis az a munka, melyet végzünk, ha 1 kg-nyi súlyt 1 m-rel magasabb szintre emelünk. Ha a támadáspont útja ez erő irányával α szöget zár be, akkor $L = Ps \cdot \cos \alpha$. Abban az esetben, ha az erő a támadáspont lehetséges elmozdulásának irányára merőlegesen hat végzett munkája zérus értékű.

30. *Effectus* az erőnek másodpercenként végzett munkája. $H = \frac{Ps}{t}$. Absolut egysége 1 erg per sec. Gyakorlati egysége a watt = 1 mkg per sec. Gépeknél a lóerő 76 mkg per sec.

Budapesten $g = 980.88$ kin s így

1 grammcm = 980.88 erg

1 mkg = 980.88. $10^5 \text{ erg} = 9.8088 \text{ joule}$

10,000,000 erg = 1 joule

75 mkg = 735.66 joule

1 watt = 9.8088 joule per sec

1 lóerő = 735.66 joule per sec.

31. *Kinetikai energia* alatt Rankine és Thomson javaslata szerint a tömegből és a sebesség négyzetéből alkotott szorzat felét értjük.

$\frac{Mv^2}{2} - \frac{Mc^2}{2} = \pm Ps$ alapján : az erő munkája egyenlő a tömeg kinetikai energiájának változásával.

32. *Potenciális energia* alatt a nyugvó tömegben felhalmozott munkaképességet értjük.

33. *Az energia megmaradásának tétele.* Ha E_m és E_h a mozgó tömeg kinetikai és potenciális energiáinak összetartozó értékei, akkor $E_m + E_h = \text{const}$ azt fejezi ki, hogy: a mozgó tömeg minden helyzetében a kinetikai és potenciális energiák összege állandó.

34. *Mozgási akadályok.* Surlódás alatt azt az ellenállást értjük, mely mindannyiszor fellép, valahányszor az egyik test a másik test felületén tovacúszik. A surlódási ellenállás nem függ a sebességtől; de függ az egymáson surlódó felületek

minőségétől, s a testek anyagától. Az ellenállás arányos a felületegységre ható q nyomó erővel, s az érintkező felületi részek F nagyságával. $R = f \cdot q \cdot F$. Az f tényező a surlódás együtthatója.

$$\left. \begin{array}{l} \text{fém-fém} \quad \quad \quad f = 0.17 \\ \text{fa-fán} \parallel \text{rostokkal} \quad f = 0.5 \\ \text{fa-fán} \perp \quad \quad \quad f = 0.3 \end{array} \right\} \text{kenve } 0.07$$

A közeg ellenállása arányos a közeg sűrűségével, a keresztmetszettel, melylyel a mozgó test a közeget eltolja és a sebesség négyzetével, a meddig a sebesség nem túlságosan nagy.

35. *Gépek munkaviszonyai.* A géppel közölt mozgató munka felhasználtatik: 1. az activ ellenállások legyőzésére (hasznos munka); 2. a passiv ellenállások legyőzésére (elveszett munka) és 3. a gép energiájának növelésére. Ha a gép mozgása egyenletessé válik, akkor előáll a *dynamikai egyensúly*, mely esetben a mozgató munka egyenlő a hasznos munka és elveszett munka összegével. A hasznos munkának a mozgató munkához való arányát a gép *takarékossági tényezőjének* hívjuk.

36. *Forgó mozgás.* A nehéz test anyagi pontjaira ható párhuzamos erők rendszerének középpontja a test *tömegközéppontja*. Ha a test tömegközéppontjától k távolságban fekvő pontra P erő hat, akkor a *reduktió* egy a tömegközéppontra ható P erőt ad, mely haladó mozgást okoz, és egy $k \cdot P$ nyomatéku erőpárt mely forgást létesít. Forgás lehet: a) szilárd tengely körül, b) szabad tengely körül. A tengelytől r távolságban keringő m tömegre nézve az mr^2 szorzatot Euler az *m tömeg tehetetlenségi nyomatékának* hívja. A forgó mozgásnál oly tömegek helyettesíthetik egymást (aequivalensek), melyeknek ugyanarra a tengelyre vonatkozólag ugyanakkora a tehetlenségi nyomatékuk $K = \sum mr^2$. A test forgás közben kifejtett erőhatásai tekintetében oly anyagi ponttal helyettesíthető, melynek tömege $\sum mr^2$, a forgástengelytől mért távolsága pedig 1 cm.

37. *Centrifugális erő* a centripetális erővel szemben fellépő reakció. $P = \frac{Mc^2}{r} = \frac{4 \pi^2 Mr}{T^2}$

38. *Szabad tengely.* Ha a test pontjainak centrifugális erői a forgás tengelyére vonatkozólag

egymást páronként egyensúlyozzák, akkor a tengely forgás közben helyzetét állandóan megtartja, szabad tengelylyé válik. Minden testnek legalább is 3 egymásra merőleges centrális szabad tengelye van. Ha egy erő a tengely helyzetét megváltoztatni törekszik, akkor *g i r a t i ó s* mozgás létesül.

39. *Nehézségi erő.* Irányát egy bizonyos támadási pontra nézve a függő ón adja meg. 31 m-nyire fekvő pontok függőlegesei 1"-nyi, 1800 m-nyire fekvőkéi 1-nyi és 111000 m-nyire fekvőkéi 1°-nyi szöget zárnak be.

Nehézségi erő ellensúlyozható: felfüggesztéssel, tengelyre helyezéssel és alátámasztással. Az egyensúlyi helyzet lehet: *i n d i f f e r e n s*, *s t a b i l i s* és *l a b i l i s*.

A *t e s t n e h é z s é g e* alatt azt a feszítő vagy nyomó erőt értjük, melyet a test légüres térben a felfüggesztési fonálra vagy nyugvó vízszintes alzataára kifejt. Ugyanezen erő a levegőben mérve a *t e s t s ú l y á t* adja.

40. *A mérleg* a testek súlyának mérésére szolgáló készülék. A jó mérleg *s t a b i l i s*, *i g a z* és *é r z é k e n y* legyen. Ha a *Q* súlyu mérleg *a* hosszúságú karja *p* túlsúly mellett a vízszintestől α szöggel tér ki, s a mérleg tömegközéppontja a felfüggesztési él alatt *h*-nyira fekszik, akkor

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{p a}{Q h}.$$

41. *Sűrűség és fajszúly.* Az oly testet, melynél bármekkora, de egyenlő térfogatrészekben foglalt tömegek egyenlők, *h o m o g e n*-nek hívjuk. $M : M_1 = V : V_1$. Homogon testek tömegei úgy aránylanak

egymáshoz mint megfelelő térfogataik. Az $\frac{M}{V} = d$ állandó arány a *t e s t a b s o l u t s ú r ú s é g e*. Egyése a 4° C hőmérsékletű tiszta víz sűrűsége. *H e t e r o g e n* testnél a *k ö z e p e s s ú r ú s é g*-vételük tekintetbe $\rho = d g$ alapján a térfogategységnyi anyag súlya az illető anyag *f a j s ú l y a*. A szilárd és folyékony testek *r e l a t i v s ú r ú s é g*-ét oly megnevezetlen szám fejezi ki, amely mutatja, hány-szor akkora a test tömege az ugyanakkora térfogatu *j e g s ú r ú b b* tiszta víz tömegénél.

0° hőmérsékleten néhány szilárd és cseppfolyós test *r e l a t i v s ú r ú s é g e*:

platina	23.00	higany	13.5956
olvasztott arany	19.25	angol kénsav	1.848
" ólom	11.35	tej	1.030
" ezüst	10.47	tengervíz	1.026
kovácsolt réz	8.88	petroleum	0.836
aczel	7.82	bogyó olaj	0.815
kovácsolt vas	7.21	abs. alkohol	0.793
antimon	6.72	éter	0.715
aluminium	2.61	fehér viassz	0.97
elefántcsont	1.92	tiszta víz	0.99987
borostyánkő	1.08		

42. *Szabad esés.* Törvényei: $v = gt$, $s = \frac{1}{2}gt^2$, $v = \sqrt{2gs}$. Budapesten dr. Gruber Lajos mérései szerint $g = 980.837$ cm per sec.

43. *Inga* minden szilárd test lehet, mely egy a tömegközéppontját elkerülő, vízszintes tengely körül foroghat. Egyensúlyban van, ha tömegközéppontja a forgás tengelyén átfektetett függőleges síkban nyugalomba kerül. Ebből kimozdítva és magára hagyatva lengő mozgást végez. Lengési ideje végtelenül kicsiny amplitudo esetében $t = \pi \sqrt{\frac{K}{Mgs}}$.

(Huyghens 1673) Eszményi inga alatt egy súlytalan merev fonálra függesztett súlyos pontot értünk. Lengési ideje (végtelen kicsiny amplitudo esetén) $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. A másodperc z inga lengési ideje $t = 1$ sec. Budapesten a másodperc z inga hosszúsága 99.37961 cm.

44. *Nehézségi gyorsulás* A reverziós ingával (Bohnenberger 1811, Kater 1818) mérhető. Ugyanazon ingára nézve $t\sqrt{g} = \text{const}$, vagyis a lengési időnek a nehézségi gyorsulás négyzetgyökével való szorzata állandó. A lengési idő meghatározása alapján a tenger szintjére vonatkozólag a g értékei.

az egyenlítőn	978.0 cm.	50° szélesség alatt	981.0 cm.
10° szélesség alatt	978.2 "	60° " "	981.9 "
20° " "	978.7 "	70° " "	982.5 "
30° " "	979.3 "	80° " "	983.0 "
40° " "	980.2 "	a sarkokon	983.2 "

Ezek szerint, ha q a szélesség:

$$g = g_0 (1 + 0.00512 \sin^2 q)$$

45. *Gravitatio.* A naprendszeréről Copernicus (1479–1543) adott helyes képet. Kepler János

(1571—1630) felállította a bolygók mozgásainak törvényeit:

1. A bolygó középpontját a Nap középpontjával összekötő radius vector egyenlő időközökben egyenlő területeket ír le. (1609. Astronomia nova.)

2. A bolygópályák ellipszisek, melyeknek egyik gyújtópontjában a Nap áll. (Ugyanott.)

3. Bármely két bolygóra vonatkozólag a keringési idők négyzetei a Naptól mért közepes távolságok köbeivel arányosak. (1619. Harmonices mundi libri V.)

Newton Isaac (1612—1727) ezekből a törvényekből visszakövetkeztetett a ható erőkre. Föltevése: valamint a Föld vonzza a feléje eső kődarabot, úgy vonzza a Holdat, s minden a közelébe

jutó égitestet is. $P = f \cdot \frac{mm_1}{R^2}$ Két tömeg egymást oly erővel vonzza, mely arányos az egymást vonzó tömegekkel és fordítva arányos távolságuk négyzetével.

Ha $m = 1$, $m_1 = 1$ és $R = 1$ akkor $f = P$ Az f arányossági tényező azt az erőt jelenti, melylyel a tömegegység a távolságegységnyire fekvő tömeg egységet vonzza.

46. *Az elmélet bizonyítékai.* 1. A tengerszint fölötti magasság befolyása g -re $g : g' = 1 + \frac{2h}{R} = 1 + 0.0000003 h$. (h méter). 2. A lapultság befolyása. Minthogy az ellipsoid félátmérői 6378 Km ill 6356 km, a 22 km-es különbség a megelőző képlet szerint 6.6 cm-nyi eltérést okoz, míg a tapasztalati adatok szerint az eltérés 5.2 cm. 3. Clairaut az elméletre támaszkodva 1743-ben a következő tételt állította fel; ha a sarki és egyenlítői gyorsulások különbségének az egyenlítői gyorsulásból való arányát az excentricitással növeljük, akkor a nyert számadat 2.5-szer akkora, mint az egyenlítői centrifugális gyorsulásnak az egyenlítői nehézségi gyorsuláshoz való aránya $\frac{g_{90}}{g_0} - \frac{g_0}{g_0} + e = 2.5 \cdot \frac{\gamma_0}{g_0}$. Innét, ha a 44. pontban foglalt adatokra támaszkodunk, $e = 0.00333$, holott $e = \frac{a - b}{a} = 0.00345$. 4. A Hold gyorsulása. ha a Földtől mért közepes távolsága $\gamma = 60 R$,

akkor a $\gamma = \frac{4 \pi^2 \rho}{T^2}$ szerint = 0.2708 cmperssec, ha $\gamma : g = R^2 : 3600 R^2$ vétetik = 0.2725 cm per sec. 5. Az árapály tüne ményét Newton a gravitációs elmélet alapján magyarázta meg. A számítás eredményei a valósággal jól egyeznek. 6. Neptun bolygót Adams és Leverrier az Uranus háborgatásai alapján számítás útján fedezték fel. Leverrier utmutatásai szerint a bolygót Galle berlini csillagász 1846 szept. 26-án a kijelölt helyen megtalálta.

47. *Az f állandót.* Mitchell módszere szerint a torsiós mérleggel Cavendish, később Bailly határozta meg, s e szerint $f = 6.48 \cdot 10^{-8}$ din. Bouguer észrevette, hogy a Cordillerák a függő ónt irányából kitérítik. Ezen az alapon Maskelyne a Shehellian hegy oldalán tett méréseket, s $f = 7.35 \cdot 10^{-8}$ din értékre jutott. Airy a 283 m mély hartoni bányában tett inga megfigyelésekből $f = 5.66 \cdot 10^{-8}$ din értéket, Jolly a kettős csészéjű mérleggel $f = 6.46 \cdot 10^{-8}$ din eredményt kapott. b. Eötvös Loránd a tökéletesített Cavendish-féle módszerrel $f = 6.45 \cdot 10^{-8}$ din eredményhez jutott. E szerint 1 gramm tömeg az 1 gramm tömeget 1 cm távolságban 0.0000000665 din erővel vonzza. $M = g \cdot \frac{R^2}{f}$ alapján b. Eötvös szerint a Föld tömeg $M = 598\ 842 \cdot 10^{16}$ tonna. $d = \frac{M}{V}$ és $V = 1.0832 \cdot 10^{27}$ cm³ alapján a Föld átlagos sűrűsége $d = 5.53$.

Molekulai erők szilárd testeknél.

48. *Oszthatóság.* Atom az anyag lekisebb oszthatatlan részecskéje. Az atomok egyesüléséből állandó jellegű molekulák származnak. Az atomok és molekulák közötti teret a hypothetikus aether tölti ki, mely az atomok és molekulák közötti erőhatásokat közvetíti.

49. *Molekulai erők.* A molekulák közt vonzó és taszító erők hatnak, tömegközpontjaik összekötő egyenesé mentén. Ezek az erők a molekulák bizonyos meghatározott távolsága mellett egyensúlyt tartanak.

50. *Halmozállapot* a molekulák közötti összetartás foka szerint: 1. szilárd, 2. folyékony és 3. gáz nemű.

51. *Tapadás.* Ha két különemű test molekulái egymáshoz igen közel jutnak, akkor köztük vonzó erő, az *adhaesio* lép fel, mely a *tapadás* tüneményeit létesíti.

52. *Rugalmasság.* Külső erők hatása alatt a testek *deformatiót* szenvednek, mely lehet alakváltozás és térfogatváltozás. Ha a *deformatiót* okozó erők hatásának megszűntével a test molekulái az eredeti konfigurációba tökéletesen visszatérnek, akkor a test tökéletesen rugalmas, ha pedig az új konfiguratio teljesen megmarad, akkor a test tökéletesen rugalmatlan. Az eredeti konfigurációba való visszatérés csak idő multával végződik be, ami a *rugalmassutóhatás* tüneményeiben nyilvánul.

a) *Nyújtási rugalmasság.* Az l meter hosszúságu, q millimeter-négyzet keresztmetszetű sodrony P Kg-nyi megterhelés mellett $\lambda = \frac{1}{E} \cdot \frac{Pl}{q}$

meghosszabbodást szenved. $\frac{1}{E}$ a Young-féle állandó, vagy a rugalmasság lineáris coefficiense. Reciprok értéke E a rugalmassági modulus, s azt a megterhelést jelenti, mely a sodrony hosszúságát kétszeressé bírná tenni. Ha a sodrony állandó meghosszabbodása kevesebb 0.05 mm.-nél, akkor az alakváltozás még a rugalmassági határon belül állott. Absolut erősség alatt azt a maximális megterhelést értjük, amelyet az 1 mm^2 keresztmetszetű sodrony elszakadás nélkül elbír.

Az 1 mm^2 keresztmetszetű sodrony anyaga	E Kg	Maximális megterhelés a rugalm. határon belül	Absolut erősség Kg.	W	r	K
ólom	1727	0.25 kg.	2.5	0.000579	691	432
arany	5584	11	27.0	0.000179	2234	1396
ezüst	7140	"	29.0	0.000140	2856	1785
réz	10519	12	40.3	0.000095	4208	2629
platina	15518	26	34.1	0.000064	6207	3879
acézél	17278	43	83.8	0.000058	6911	4319
vas	20794	32	61.1	0.000046	8317	5198

b) *Összenyomási rugalmasság.* A $V \text{ cm}^3$ térfogatu test felületének minden mm^2 -ére P

kg nyomó erő hatván, térfogata $v = w \cdot VP \text{ cm}^3$ -rel szorul össze. A köbös összenyomhatóság együtthatója w Wertheim szerint egyenlő a Young-féle állandóval. Reciprok értéke a köbös rugalmasság modulusa.

c) Csavarási rugalmasság. Ha egy sodrony vagy rúd két keresztmetszetében ellenkező forgató nyomatékok hatnak, a test elcsavarodik. A csavarodási szöget az egyazon alkotó mentén fekvő szélső pontok szögelfordulása adja meg. Az l hosszúságu, r küllőjű hengeres testnél a ρ karon ható P erő forgató nyomatéka $\varphi = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{P \rho l}{r^4}$ szögelfordulást létesít. A τ csavarodási együttható körülbelül $= \frac{2}{5} E$.

d) Hajlítási rugalmasság. Az l hosszúságu a vízszintes szélességű és b függőleges vastagságú rúd egyik végén P erővel megterhelttén, ezen szabad vég lehajlása $\alpha = \frac{1}{K} \cdot \frac{P l^3}{a b^3}$. A K együttható körülbelül $= \frac{1}{4} E$.

Hydrostatika.

53. Nyugalmi állapotban van a folyadék, ha a belsejében fölvevtt bármely síkmetszet egyik oldaláról a másikra bizonyos idő alatt ugyanannyi molekula megy át, mint az ellenkező irányban. Ha található egy síkmetszet, melyre nézve a föltétel nem áll, akkor a folyadék áramlásban van.

54. Összenyomhatóság. (John Canton 1703. Oerstedt 1822.) 0^0 hőmérsékletnél, cm^2 -enkint 1 kg-nyi nyomás mellett a víz 49.6 , az alkohol 82.4_1 , az éther 10.8 , és 15^0 hőmérsékleten a higany 18.4 cm^3 -el kisebb térfogatra szorul m^3 -enkint.

55. Pascal törvénye (1650). A folyadékban a nyomó erő hatása minden irányban gyengítetlenül tovább terjed, úgy, hogy az egyenlő nagyságu területeken ható merőleges nyomó erők egyenlők. — A területegységre ható nyomó erő neve nyomás. (Bramah sajtója, 1797.)

56. Felszín. Egyensúly esetében a folyadékot határoló felület szintfelület. Minden pontjában a ráható erők eredője a felületre merőlegesen áll.

57. Hydrostatikai nyomás. A nyugvó folyadékban két pont között a nyomás változása arányos a szintkülönbséggel (e), a folyadék sűrűségével (ρ) és a nehézségi gyorsulással $p' - p =$

eg. A nyomás szintről-szintre változik; egy azon szintben állandó értékű. Ha f az edény vízszintes fenekének felszíne, akkor a fenékre ható nyomó erő $P = fe\varrho g$ és nem függ az edény alakjától. Ugyanekkora a felhajtó erő.

58. Közlekedő edényekben az egynemű folyadék szintjei egyazon vízszintes síkban fekszenek. Egymás iránt közömbös és nem keveredő folyadékoknál az érintkezés határfelülete fölött álló szintek magasságai fordítva arányosok a folyadékok sűrűségeivel.

59. Archimedes törvénye (Kr. e. 287—217). A folyadékba merülő testre, ható felhajtó erő egyenlő a helyéből kiszorított folyadék súlyával, $R = P - Q$. Az uszó test helyzete stabilis, neutrális ill. labilis, a szerint, amint a test tömegközéppontja mélyebben fekszik mint a metacentum, vele összeesik, ill. magasabb helyzetű.

Hydrodynamika.

60. Torricelli törvénye szerint a folyadék egy edény vékony falu kis nyílásán át akkora sebességgel ömlik ki, mintha az állandó magasságu felszínről szabadon esett volna a nyílásig. [$v = \sqrt{2ge}$, tényleg $= C\sqrt{2ge}$ (C a sebesség cvefficiense,) viz esetében $= 0.96-0.98$.] Ha Torricelli tétele pontos, akkor a kifolyás sebessége fordított arányban áll a folyadék sűrűségének négyzetgyökével.

61. Hidraulikus nyomás alatt a mozgó folyadék nyomását értjük. Ez általában kisebb, mint a hydrostatikus nyomás, lehet zerus értékű, sőt negatív is. (Bunsen-féle szivattyu). Leonardo da Vinci szerint: csövekben az időegység alatt a vezeték bármely keresztmetszetén átmenő folyadék mennyisége független a vezeték tágulásaitól, összeszorulásaitól, vagy görbületeitől.

Molekulai erők folyékony testeknél.

62. Felületi feszültség. A felszínnek a cohaesióból származó nyomását felszínnyomásnak hívjuk. Ha vízszintes síkban P , akkor gömbfelszínen $p = P \pm \frac{2\lambda}{\varrho}$ a szerint, amint a ϱ sugaru

felszín domboru vagy vájt. $\frac{2\lambda}{\varrho}$ a felszín-fe-

s z ű l t s é g. Q u i n c k e szerint mm-enként mg-okban kifejezve.

Folyadék	sűrűség	Felületi feszültség midőn a folyadék érintkezik		
		levegő- vel	vizzel	higany- nyal
viz	0.9998	8.253	0	42.58
higany	13.5432	55.03	42.58	0
alkohol	0.7906	2.599	—	40.71
bogyó olaj	0.9136	3.760	2.096	34.19
terpentin	0.8867	3.030	1.177	25.54
petroleum	0.7977	3.233	2.834	28.94

63. Capillaritas. Az edény falaival érintkező folyadéknál a cohaesióhoz az adhaesió járul. Ha ez túlnyomó, akkor az edény falát a folyadék nedvesíti, ha csekélyebb, akkor nem nedvesíti. Vékony keresztmetszetű csövekben capilláris elevatio ill. depressio mutatkozik. A csőben a szabad felszint meniscusnak-nak hívjuk. Jurin tétele szerint a csövekben előálló felszínkülömbőség fordítva arányos a csövek belső keresztmetszetének sugarával; párhuzamos lemezek közt fordítva arányos a lemezek távolságával. Brunner szerint 1 mm. sugaru csövekben t hőmérsékleten mm-ekben kifejezve az emelkedés:

víznél	15.33215—0.028640 t
ethyléthernél	5.3536 —0.028102 t
bogyó olajnál	7.4640 —0.010486 t

64. Érintkező folyadékok, ha chemiailag indifferentek, akkor: a) nem keverednek, b) emulsiót alkotnak, c) keverednek. 54 cm³ alkohol + 50 cm³ víz = 100 cm³ keverék, tehát contractio létesült. A keveredés a telítési határig történik.

65. Oldás. Ha a folyadékba merülő szilárd test cohaesiója kisebb mint a folyadék és szilárd test közötti adhaesió, akkor a szilárd test a folyadékban oldódik. Ha az oldószer bizonyos idő alatt a szilárd testből ugyanannyi részt szakít el, minő a mennyit a cohaesió a testre visszaterel, akkor az oldat telített. A telítettség határa emelkedő hőmérsékletnél nagyobbodik.

66. Diffúzió. Keveredő folyadékok a sűrűség rendjében egymásra helyeztetvén, a nehézségi erő hatásának ellenére is keverednek. Ebben áll a diffúzió, melynek sebessége a hőmérséklet emelkedésével növekszik, kristalloidoknál nagyobb mint kolloidoknál.

Kolloid rétegen át csak kristalloidok diffundálnak: (dialýzis).

67. Osmosis alatt két folyadéknak diaphragmán (agyaglemez, sertéshólyag, szerves hártya, likacsos porcellán) keresztül való keveredését értjük. A diaphragma likacsain átvonuló bővebb áramlat az endosmosis, a gyengébb az exosmosis (Dutrochet). Jolly szerint, ha a hártyával elzárt csőbe helyezett p gr-nyi anyagot p' gr-nyi víz helyettesíti akkor $\frac{p'}{p}$ az anyag endosmotikus egyenértéke. Marhahólyagra nézve.

Konyhasó	4.22
natrium sulfát	11.05
kalium „	12.70
magnesium „	11.65
kalilug	231.40
alkohol	4.13
czukor	7.25

Aerostatika.

68. A gázokról általában. Pascal és Archimedes (dasyméter) törvényei a gázokra is kiterjeszthetők. Regnault szerint 1 liter 0° -u 760 mm nyomású levegő súlya 1.293187 gr. Az elzárt gáz feszítő ereje egyenlő a külső nyomással. Léghajózás. (Montgolfier testvérek 1782, Charles 1783.)

69. Légnomás. (Torricelli kísérlete 1643.) A levegő normális nyomása = 76.13.596 g. = 1033.3 g. Budapesten = 1033.3 980.88 = 1013543.3 din. 45° szélesség alatt = 1013300 din. Everett szerint normális nyomás 1 megadin per cm^2 vagyis 1 bar. Budapesten 1 barnak 74.99 cm-es higanyoszlop felel meg.

70. Barometer. A leolvasott adatok redukálándók: a) 0° hőmérsékletre, és pedig sárgarézscala esetében:

$$b_0 = b (1 - 0.00016424 t)$$

β) a capilláris depressió hozzászámításával, a táblázat szerint

Csőátmérő mm.	Meniscus magasság mm.							
	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
4	0.83	1.22	1.54	1.98	2.37			
5	0.47	0.65	0.86	1.19	1.45	1.80		
6	0.27	0.41	0.56	0.78	0.98	1.21	1.43	
7	0.18	0.28	0.40	0.53	0.67	0.82	0.97	1.13
8		0.20	0.29	0.38	0.46	0.56	0.65	0.77

z m	b mm
0	760
100	751
200	742
300	733
400	724
500	716
600	707
700	699
800	690
900	682
1000	674
1100	666
1200	658
1300	650
1400	642
1500	635
1600	627
1700	620
1800	612
1900	605
2000	598

γ) a Torricelli-féle ürben uralkodó higanygőzfeszültség hozzászámításával, ez t' hőmérsékletnél = 0.002 t.

δ) a φ földrajzi szélesség alatt h méter magasságban mért adat 45° földr. szélességre és a tengerszintre vezetendő vissza.

71. Barometrikus észleletek. Az észlelőhely légnyomása szabálytalan és periodikus (évi, napi) változásokat mutat. Egyidejű megfigyeléseknél az egyenlő légnyomásu helyeket az isobárok kötik össze. Gradiens az a szám, mely mutatja, hogy hány mm-rel nagyobb a közepes nyomás az isobáron mint a tőle 1 mfd-nyi távolságba fekvőn.

72. Magasságmérés. Pascal eszméje, keresztülvitte 1648. szept. 19-én Périer a 970 m-es Puy de Dôme-on. Babinet szerint 1000 m-en alul a szintkülönbség m-ekben

$$Z = 16000 \cdot \frac{b' - b}{b' + b} \cdot \left(1 + \frac{t + t'}{500} \right)$$

73. Gázok sűrűsége 0° hőmérsékletre és 760 mm-es nyomásu levegőre vonatkozik.

A gáz neve	Absolut sűrűség gr.	Relativ sűrűség
Levegő	1.293,187	1
oxigén	1.430	1.105,6
nitrogén	1.256	0.071,3
hydrogén	0.089,58	0.069,16
chlor	3.18	2.453
szénoxyd	1.254	0.967
széndioxyd	1.9774	1.524

74. Boyle törvénye (1661). szerint: állandó hőmérsékleten az elzárt gáz nyomásai a térfogatokkal fordítva arányosak. $p : p' = v : v'$. A térfogatok a sűrűségekkel fordítva, s így a nyomások a sűrűségekkel egyenesen arányosak. $p : p' = d : d'$. Regnault (1847) szerint a gázok csak bizonyos határokon belül követik a törvényt; a H-ra nézve $v' p' : vp < 1$ a többi gázra nézve > 1 .

75. Szivattyúk. A sűrítő szivattyúval zárt térben (recipiens) a nyomást növelhetjük. Ha K a köpü, R a recipiens köbtartalma, p_0 a kezdetleges nyomás a recipiensben, b a légnyomás, akkor a dugattyú n-dik letolása után a recipiensben a nyomás

$p_n = p_0 + n b \frac{K}{R}$. A nyomás számtani haladvány szerint növekszik. Ha v a káros tér térfogata, akkor az elérhető maximális nyomás

$$\lambda = b \frac{K}{v}$$

A ritkító szivattyú (Guericke Otto, 1654.) arra való, hogy vele a recipiensben a nyomást tetemesen csökkentjük. A dugattyú n-dik letolása után

$$a \text{ recipiensben } p_n = p_0 \cdot \left(\frac{R}{R + K} \right)^n$$

A ritkítás mértani haladvány szerint növekszik. A ritkítás határán előálló minimális nyomás $\lambda =$

$$b \frac{v}{K}. \text{ Kétköpüs szivattyúknál a ritkítás a Babinet-}$$

féle csap segítségével növelhető. A Grassmann-féle higanyos szivattyúval állítható elő a legtokeletesebb vacuum.

Aerodynamika.

76. Gázok kiömlése a légüres térbe a Torricelli-féle tételből folyó sebességgel történik. Graham törvénye szerint a gázok kiömlési sebességei azonos körülmények között sűrűségeik négyzetgyökeivel fordítva arányosak $v : v_1 = \sqrt{V_{s_1}} : \sqrt{V_s}$. (Bunsen gázsűrűség-mérője.)

77. Aerodynamikus nyomás a csövekben át kiömlő gázoknál mutatkozik s különbözik az aerostatikus nyomástól (Buff-féle készülék).

Molekulai erők a gázokban.

78. Gázok diffúziója. A közös térbe hozott gázok a sűrűségkülönbség daczára keverednek. Dalton törvénye szerint két gáz keverékének feszítő ereje (p) egyenlő azoknak a feszítő erőknek összegével, melyekkel mindegyik gáz egyedül töltené be a rendelkezésre álló térfogatot: $p = p_1 + p_2$.

79. Osmosis alatt a gázoknak likacsos falakon keresztül végbemenő keveredését értjük. Graham szerint azok a sebességek, melyekkel két gáz egy likacsos falon ellenkező irányban átömlik fordítva arányosak a gázsűrűségek négyzetgyökeivel.

80. Gázok elnyelése. Szilárd testek (kiégetett szén) képesek nagymennyiségű gázt elnyelni. Saussure szerint 20° C hőmérsékleten 1 cm³ puszpángfaszén 72 cm nyomás mellett elnyel:

hydrogén	1 75 cm ³
nitrogén	7·50 "
oxygén	9·25 "
széndioxyd	35 "
kénhydrogén	55 "
kéndioxyd	65 "
sósavgáz	85 "
ammoniak	90 "

Henry szerint állandó mérsékleten egy meghatározott folyadékmennyiség a vele érintkező gázból a nyomással arányos tömegeket nyel el. A térfogategységnyi oldószertől elnyelt gáztérfogatot az elnyeletés együtthatójának hívjuk. $\alpha = \frac{v}{v^1}$. Bunsen szerint értékei a vízre nézve:

hydrogén	0.0193
nitrogén	0.020346 - 0.0005389 t
oxygén	0.04115 - 0.000109 t
széndioxyd	1.7967 - 0.07761 t + 0.001642 t ²
kénhydrogén	4.3706 - 0.08369 t + 0.00052 t ²
ammoniak	1049.63 - 29.496 t + 0.6769 t ²

Dalton tapasztalati törvénye szerint: midőn valamely folyadékot gázkeverék környez, akkor a folyadék az alkotórészek mindegyikéből annyit nyel el, mint amennyit belőle elnyelne, ha az illető gáz egyedül töltené be azt a teret, melyet a keverék elfoglal.

Hangtan (Akustika).

81. Egyszerű rezgő mozgás. Ha T a teljes rezgés időtartama, akkor a mozgás kezdetétől számított t idő múlva a rezgő pont sebessége

$$v = c \cos \frac{2\pi t}{T}; \text{ elongatiója } x = a \cdot \sin \frac{2\pi t}{T}; \text{ gyorsulása } \gamma = - \frac{2\pi}{T} c \cdot \sin \frac{2\pi t}{T}.$$

A rezgő pont phasisát a sebesség, az elongatió és a gyorsulás jellemzik. A mozgás periodikus.

82. Két egyidejű rezgő mozgás eredő rezgő mozgást létesít. Ha az összetett mozgások egyirányúak, akkor az eredő mozgás sebessége és elongatiója egyenlő az összetevők sebességeinek ill. elongatióinak algebrai összegével. Ha mindkét rezgés ideje egyenlő, és a phasiskülönbség a rezgési időnek egész számú többszöröse, akkor az eredő rezgés amplitudója $A = a_1 - a_2$.

83. Pontsor hullámmozgása. Ha az egyes pontok rezgésének iránya a hullámmozgás terjedésének irányára merőleges, akkor a hullám-

mozgás transversális, ha a terjedés irányába esik. akkor longitudinális. Minden transversális hullám egy hullámhegyből és egy hullámvölgyből áll. A longitudinális hullám mentén sűrűsödések és ritkulások mutatkoznak. Két olyan egymásra következő pont, melyek egyező phasisban vannak, egymástól egy hullámhosszúság-nyira fekszenek. $\lambda = c T$.

84. Terjedési sebesség. Ha az egyes rezgő részecskék kölcsönös távolságai a hullámhosszúsághoz képest elenyésző kicsiségűek, akkor a hullám terjedési sebessége egyedül a közeg sűrűségétől és rugalmasságától függ; de nem függ a rezgés időtartamától ellenkező esetben csekély mértékben függ a rezgési időtől is.

$$v = \sqrt{\frac{E}{d}} \text{ hol } E \text{ a rugalmassági modulus,}$$

d a közeg sűrűsége. Laplace szerint gázoknak $1.41 E$ veendő. 0° -u levegőben 333 m; 10° -uban 337 m; CO_2 -ben 261 m; O-ben 307 m; CO-ban 337 m; H-ban 1269 m. A sebesség nem függ a nyomástól.

Folyadék	d	E	v méter
Éther	0.712	131.35	1039
Alkohol	0.795	94.95	1157
Terpentin	0.870	74.35	1276
Viz	1.000	47.85	1453
Higany	13.596	3.38	1484

85. Álló hullámok keletkeznek a pontsoron, ha azon két egyenlő hullámhosszúságú és egyenlő tágasságú hullám halad egymással szemközt. A pontsornak egymástól fél hullámhosszúságnyra fekvő pontjai, a csomópontok. A két végén megfogott vagy szabad l hosszúságú pontsoron K csomópont keletkezik. $l = K \cdot \frac{\lambda}{2} = K \cdot \frac{c T}{2}$; $T = \frac{2 l}{K c}$. Az egyik végén szabad pontsornál a szabad végtől $\frac{1}{4} \lambda$ távolságnyra csomópont keletkeztén $l = (2 K + 1) \frac{\lambda}{4} = (2 K + 1) \frac{c T}{4}$; $T = \frac{4 l}{(2 K + 1) c}$. Ha mp.-

enkint n teljes rezgés megy végbe, akkor $T = \frac{1}{n}$
 $= \frac{2 l}{K C}$ vagy $= \frac{4 l}{(2 K + 1) c}$. Innét $C = \frac{2 l}{K n}$
vagy $= \frac{4 l}{(2 K + 1) n}$. Wertheim szerint a levegő-
ben a terjedési sebességet 1-nek véve; ólomban 4'257, ónban 7'480, aranyban 6'424, ezüstben 8'057,
zinkben 11'007, rézben 11'167, platinában 8'218,
vasban 15'108.

86. A hullámok terjedése isotrop közegben minden irányban egyenlő sebességgel (gömbhullám) történik. Anisotrop közegben a terjedési sebesség értéke az iránytól függ s a hullámfelület bonyolódottabb alakú. Ha l a felületegységre jutó, kinetikai energia, akkor gömbhullámoknál $I : I' = r'^2 : r^2$, tehát: a hullámmozgás intenzitásai fordítva arányosak a rezgési középpontoktól mért távolságok négyzeteivel.

87. Visszaverődés és törés. A visszavert sugár a beeső sugáron és a beesési merőlegesen átmenő síkban fekszik, s a visszaverődés szöge egyenlő a beesés szögével. — A megtört sugár a beeső sugáron és a beesési merőlegesen átmenő síkban fekszik; a beesési (α) és törési (β) szögek sinusainak aránya állandó szám (n) s egyenlő a két közegben való terjedési sebességek arányával.
 $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c}{c'} = n$. (Snellius, Cartesius). Ha a második közeg erősebben törő, akkor n az első közegnek a másodikra vonatkozó viszonylagos törés mutatója.

88. A hang jellemzői: az erősség, magasság és színezet.

89. A hang erőssége arányos a rezgésben levő test tömegével s az amplitudó négyzetével. Isotrop közegben fordítva arányos a fül- és hangforrás távolságának négyzetével (87.) A hangot erősíti a ráhangzás.

90. A hang magassága azon lökések számától függ, melyek mp.-enkint a fület érik. A rezgési szám (n) közvetlenül meghatározható sirenákkal, phonautograph-fal és optikai uton (Lissajous módszere); közvetve a rezgő test mére-

teiből és rugalmassági adataiból (86). Két hang relatív hangmagassága a magasabb hang rezgési számának a mélyebb hang rezgési számához való aránya, vagyis a hangok intervalluma. A fülre kellemesen ható consonans hangok intervallumait kicsiny számok arányai adják meg.

91. Scala. A zenében használt intervallumok:

a) elsőrendűek és másodrendűek

unisono	1 : 1		
secund	9 : 8	kis secund	16 : 15
tercz	5 : 4	kis tercz	6 : 5
quart	4 : 3		
quint	3 : 2		
sext	5 : 3	kis sext	8 : 5
septim	15 : 8	kis septim	9 : 5
octava	2 : 1		

A scala az octava közébe fokozatosan magasbodólag elhelyezett, zeneileg használható hangok sora. (Guy d'Arezzo).

Diatonikus Dur-scala: Diatonikus Moll-scala:

Prim	c	ut	1	Prim	c	ut	1
secund	d	re	9 : 8	secund	d	re	9 : 8
tercz	e	mi	5 : 4	kis tercz	es		6 : 5
quart	f	fa	4 : 3	quart	f	fa	4 : 3
quint	g	sol	3 : 2	quint	g	sol	3 : 2
sext	a	la	5 : 3	kis sext	as		8 : 5
septim	h	si	15 : 8	kis septim	b		9 : 5
octava	c ₁	ut ₁	2 : 1	octava	c ₁	ut ₁	2 : 1

A scala két egymásra következő hangja közt fellépő intervallumok: 9 : 8 a nagy egész hang; 10 : 9 kis egész hang = $\frac{9}{8} \cdot \frac{8^0}{8^1}$; 16 : 15 a nagy félhang = $\frac{9}{8} \cdot \frac{2^5}{2^4} \cdot \frac{8^0}{8^1}$. A $\frac{2^5}{2^4}$ intervallum a kis félhang, a $\frac{8^1}{8^0}$ intervallum a comma.

92. A scála bővítése. A zeneileg használható scálának olyannak kell lennie, hogy bármely dallam a scálának bármely hangjából kiindulva előadható legyen.

Chromatikus scála hangjai		Intervallum	Értéke	Egyenletes lebegesű scála $i = \sqrt[12]{2} = 1.05946$	Hiba temp. hangrezg. sz. tiszta hangrezg. sz.
Jel	Név				
c	prim	1	1	1	1
# c	cis	$\frac{2^5}{2^4}$	1 04167	1.05946	1.01708
b d	des	$\frac{9}{8} \cdot \frac{2^4}{2^5} = \frac{2^7}{2^5}$	1.08000		0.98098
d	secund	$\frac{9}{8}$	1.12500	1.12246	0.99774
# d	dis	$\frac{9}{8} \cdot \frac{2^5}{2^4} = \frac{7^5}{6^4}$	1.17187	1.18921	1.01479
b e	es	$\frac{6}{5}$	1.20000		0.99101
e	tercz	$\frac{5}{4}$	1.25000	1.25992	1.01026
# e	eis	$\frac{5}{4} \cdot \frac{2^5}{2^4} = \frac{12^5}{9^6}$	1.28000		0.98433
b f	fes	$\frac{4}{3} \cdot \frac{2^4}{2^5} = \frac{3^2}{2^5}$	1.30208	1.33484	1.02516
f	quart	$\frac{4}{3}$	1.33333		1.00113
# f	fis	$\frac{4}{3} \cdot \frac{2^5}{2^4} = \frac{2^5}{1^8}$	1.38889	1.41421	1.01823
b g	ges	$\frac{3}{2} \cdot \frac{2^4}{2^5} = \frac{3^6}{2^5}$	1.41000		0.98209
g	quint	$\frac{3}{2}$	1.50000	1.49831	0.99888
# g	gis	$\frac{3}{2} \cdot \frac{2^5}{2^4} = \frac{2^5}{1^6}$	1.56250	1.58740	1.01593
b a	as	$\frac{5}{3} \cdot \frac{2^4}{2^5} = \frac{8}{5}$	1.60000		0.99212
a	sext	$\frac{5}{3}$	1.66667	1.68179	1.00907
# a	ais	$\frac{5}{3} \cdot \frac{2^5}{2^4} = \frac{12^5}{7^2}$	1.73611	1.78180	1.02631
b h	b	$\frac{15}{8} \cdot \frac{2^4}{2^5} = \frac{9}{5}$	1.80000		0.98989
h	septim	$\frac{15}{8}$	1.87500	1.88775	1.00680
# h	his	$\frac{15}{8} \cdot \frac{2^5}{2^4} = \frac{12^5}{6^4}$	1.92000		0.98320
b c	ces	$2 \cdot \frac{2^4}{2^5} = \frac{4^8}{2^5}$	1.95313	2	1.02407
c.		2	2		1

93. Absolut rezgésszám. $n = v/\lambda$. A fizikai scálában $n = 2^k$ (Sauveur). A legmélyebb hang C₋₃ (subcontra c) melynél $n = 16$. A párisi a rezgésszáma 435. (1859. febr. 16-iki törvény). A zenében használható hangoknál $n = 20 - 4000$.

Énekhang: bassus ($e_1 - f_2$)	$n = 82 - 348$	} férfi
tenor ($a_1 - h_3$)	109 - 489	
alt ($f_2 - f_4$)	174 - 696	} nő.
sopran ($c_3 - c_5$)	261 - 1044	

94. Doppler elve (1842). Ha a hangforrás a sebességgel mozog, az észlelő pedig áll, akkor a

subjectiv hang magasság $n' = \frac{n}{1 \pm \frac{a}{c}}$ (a felső jel a

távozás, az alsó a közeledés esetére vonatkozik. Ha az észlelő a sebességgel mozog, a hangforrás pedig áll, akkor $n' = n \left(1 \pm \frac{a}{c}\right)$ (a felső jel a közeledés, az alsó a távozás esetére vonatkozik).

95. Húrok rezgései (Mersenne, Taylor).

$$n = \frac{1}{l r} \sqrt{\frac{P g}{\pi d}}. \quad (l \text{ a húr hosszúsága, } r \text{ a keresztmetszet küllője, } P \text{ a feszítő erő, } g \text{ a nehézségi gyorsulás, } d \text{ a húranyag sűrűsége, } \pi \text{ a Ludolf-féle szám}).$$

96. Rugalmas pálcza, ha mindkét végén szabad, $n = k \frac{h}{l^2}$. (h a pálcza vastagsága, l a hosszúsága). Hangvillák.

97. Lemezek rezgésein alapszanak a Chladni-féle hangábrák. (Wheatstone). Gégefő.

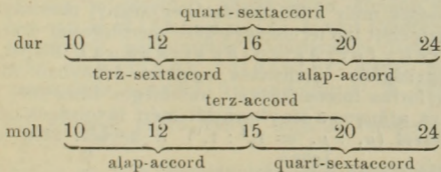
98. Síp. A nyílt sípnál $n = k \frac{c}{2l}$ (harmonikus

hangok sora.) Zárt sípnál $n = (2k + 1) \frac{c}{4l}$ (páratlan rendű harmonikus hangok sora). A nyílt síp a vele egyenlő hosszúságú zárt síp hangjának magasabb octaváját adja. Nyelvsíp ráütő és átütő nyelvű.

99. Lükte-tések. Két egyenlőtlen hullámhosszúságú hang együttes megszólalásánál lükte-tések hallhatók, melyeknek mp.-enkinti száma egyenlő a rezgés számok különbségével. Ha ez a

különbség > 16 , akkor Tartini-féle kombinációs hang keletkezik. A Helmholtz-féle hangok a rezgés számok összegeződéséből erednek. Pl. ha az alaphang és a quint szól, akkor $1 + \frac{3}{2} = \frac{5}{2} + 2 \cdot \frac{5}{4}$ s így a következő octava terz-e válik hallhatóvá.

100. Accord keletkezik, ha két vagy több consonans hang együttesen hangzik. Kettős accordok közül jók: 1 és 2; 1 és $\frac{5}{4}$; 1 és $\frac{3}{2}$. Gyengébbek 1 és $\frac{5}{3}$; 1 és $\frac{9}{8}$; 1 és $\frac{1^5}{8}$. Hármass accordok:



101. Hangszínezet függ a hangforrástól, a rezgések nemétől; nagy befolyással vannak rá a kísérő harmonikus hangok. (Ohm, Helmholtz.)

102. Az emberi beszéd a magánhangzók egymásutáni kiejtésén alapszik. A magánhangzók több zenei hang keverékéből állanak (Helmholtz); a közéjük iktató mássalhangzók rövid tartamu zörejek. Grassmann (1854) szerint a hangzók csoportjai: 1) u, ü, i; 2) a; 3) o, ö, e. Az utóbbiak az első kettő közt átmenetet alkotnak.

103. Az emberi fül áll: 1) a külső fülből (fülkagyló és halló cső); 2) a középső fülből (dobhártya, halló csontocskák, Eustach-féle cső) és 3) a belső fülből (ovális ablak, pitvar, 3 körjárat, csigajárat, Corti-féle szerv).

Fénytan (Optika).

104. Felosztása. A geometriai optika a fény terjedésén alapuló tüneményekkel foglalkozik, anélkül, hogy a fény természetére tekintettel volna; a fizikai optika a fény természetére vonatkozó hypothesis segítségével elméletet állít fel. Alkalmazásai a physiologiai optika és a színelmélet.

105. A fény terjedése isotrop közegben egyenes vonalú. Fénysugár. Camera obscura (Porta). Árnyék. (Önárnyék, vetett árnyék, teljes és félarányék). A terjedési sebességet Römer Olaf 1775/76-ban a Jupiter holdjainak elsötétülései alap-

ján (40477 mfd); Bradley 1728-ban a fény aberrációja alapján (41200 mfd); Fizeau 1849-ben gyorsan forgatott fogaskerék segítségével és Foucault 1850-ben forgó tükörrel határozták meg. A levegőben és a világűrben a terj. seb. = $3 \cdot 10^8$ m per sec vagy 40500 mfd. Foucault mérései szerint a fény vízben lassabban terjed mint a levegőben.

106. *Photometria*. Egy síklap megvilágításának intenzitása alatt a terület-egységre eső fény mennyiségét értjük. Azt a fény mennyiséget, mely a fényforrástól egységnyi távolságban elhelyezett lap terület egységére merőlegesen érkezik, a fényforrás intenzitásának hívjuk. A megvilágítás intenzitása egyenes arányban áll a fényforrás intenzitásával; merőleges beesésnél fordítva arányos a fényforrástól mért távolságok négyzeteivel ($\mu_1 : \mu_2 = r_2^2 : r_1^2$). α beesési szög esetében $\mu = \frac{i \cos \alpha}{r^2}$.

Mérni lehet a photométere kkel Ritchie (lapok megvilágítása), Rumford (árnyékok összehasonlítása) és Bunsen (zsírfolt) módszerei szerint. A fényintenzitás egysége: a) angol normál gyertya, mely 45 mm magas lánggal égve óránként 7.79 gr. spermacétét fogyaszt; b) Carcel-lámpa, mely adott méretek mellett óránként 42 gr. tiszta repceolajat fogyaszt; c) német normál gyertya, mely parafinból készül, 20 mm átmérőjű és 50 mm magas lánggal ég; d) a Hefner-Alteneck-féle amylacetát lámpa és e) a Violle-féle egység (1884), vagyis az a fényerősség, mely a megszilárdulás kezdetén álló platinatömeg 1 cm²-ből kisugárzó fény mennyiséggel van jellemezve. Az 1889-iki electromos congressus egységül ennek $\frac{1}{20}$ részét választotta.

1 violle = 2.08 Carcel
 = 15.392 angol gyertya
 = 15.808 német gyertya
 = 14.3 amylacetát lámpa.

107. *Fényesség* alatt az intenzitásnak a felülethez való arányát értjük. Mounier szerint.

$\frac{1}{20}$ Violle	= 0.06	per cm ²
Argand égő	= 0.3	" "
Siemens égő	= 0.6	" "
izzólámpa	= 30	" "
ívlámpa	= 480	" "
a Nap	= 50480	" "

108. Fény visszaverődés. Törvényei a 28. pontban.

109. Síktükör. A síktükröző felület az originális és a kép közt mint az orthogonális symmetria síkja szerepel. A síktükörről eső sugárnyaláb (divergens, párhuzamos vagy convergens) tükrözés után jellegét megtartja.

110. Gömbtükrök oly tükröző felületek, melyek gömbnek teszik részét. Görbületi középpont. Tükör középpont. E kettőt a fő tengely köti össze. Minden a görbületi középponton átmenő egyenes egy-egy melléktengely. A vájt tükörnél a fő tengelylyel párhuzamos sugárnyaláb visszaverődés után caustikus felületet alkot, melynek csúcspontja a gyújtópont (focus). A fő tengelytől kevéssé eltérő irányú sugarak esetében, $\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{2}{R}$ (t a tárgy távolság, k a képtávolság, R a görbületi sugár). Ha $f = \frac{2}{R}$ alatt a gyújtó távolságot értjük, akkor $\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f}$. Domború tükör esetében $\frac{1}{t} - \frac{1}{k} = -\frac{1}{f}$. Lineáris nagyítás a kép hosszúságának a tárgy hosszúságához való aránya. Vájt tükörnél $\frac{h}{H} = \frac{R}{2t - R}$.

111. Eltérések. Általános helyzetű fénylőponton esetében a vájt tükör végtelen sok képpontot ad, melyek a fénylőponton átmenő melléktengelyen sorakoznak. A szélső képpontok távolsága a hosszmenti gömbi eltérés. (Főeltérés, oldalmenti gömbi eltérés). Parabolikus tükörnél ilyen eltérések nincsenek.

112. Egyszerű törés. Törvényei a 87. pontban találhatóak.

113. Teljes visszaverődés állhat elő, ha a fény sugar optikailag sűrűbb közegből ritkább közegbe lép. Az a beesésszög, melyre nézve a törésszög $= 90^\circ$, az optikailag sűrűbb közegnek az optikailag ritkább közegre vonatkozó határszöge. $\sin \alpha = n$. Levegőre nézve a határszögek értékei: viznél $48^\circ 35'$, koronaüvegnél $40^\circ 48'$, flintüvegnél $37^\circ 30'$, szénkénegnél $36^\circ 18'$, gyémántnál $23^\circ 36'$.

114. Planparallel lemezen áthaladó fény-sugár csupán párhuzamos eltolódást szenved, mely egyenesen arányos a lemez vastagságával.

115. Abszolút törésmutató a közegnek lég-üres térre vonatkozó törésmutatója. Értékét kapjuk, ha az anyagnak levegőre vonatkozó relatív törésmutatóját a levegőnek abszolút törésmutatójával (1.000294) megszorozzuk.

116. H a s á b keletkezik, ha egy átlátszó közeget két, egymáshoz hajló síkkal határolunk. A két sík metszővonala a törőél, hajlásszögük a törésszög ($\angle A$) s a törőélre merőleges sík a hasábnak egy főmetszetét adja. Az a szög (δ) melyet a hasárból kilépő sugár a hasábra esővel bezár, az eltérítés szöge. Ez minimális értékű, ha a fény ugyanakkora szög alatt hagyja el a hasábot, mint amekkora szög alatt ráesett. Ebben az esetben

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (A + \delta)}{\sin \frac{1}{2} A}. \quad (\text{Newton.})$$

117. L e n c s e oly átlátszó test, melynek két határfelülete közül legalább az egyik görbe felület. Gömbi lencséknél ez a felület gömbfelület. Mindkét törőfelület görbületi középpontján megy keresztül, a lencse t e n g e l y e. Minden a tengelyen átmenő sík egy fő m e t s z e t e t ad.

118. G y ü j t ő l e n c s e. A tengelylyel párhuzamos sugárnyaláb a lencséből való kilépés után a gyújtópontban egyesül. Ennek a lencsétől mért f távolsága a gyújtótávolság. Ha a lencse anyagának törésmutatója $= n$, a törésfelületek gör-

bületi sugarai pedig R és R' , akkor $\frac{1}{f} = (n-1)$

$\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$. Másrészt $\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k}$ a lencse kép-

lete. A lencse belsejében a tengelyen fekszik az optikai középpont, mely a görbületi középpontok távolságát és a lencse vastagságát a görbületi küllők arányában osztja. A rajta átmenő fény-sugarak csakis párhuzamos eltolódást szenvednek.

A lencsére vonatkozó szerkesztéseknél a fénylőponton átmenő két sugár szerepel: az, mely átmegy az optikai középponton, s az, mely párhuzamos a tengelylyel. Ha H a tárgy hosszúsága, h a képé,

akkor a lineáris nagyítás $\frac{h}{H} = \frac{f}{t-f}$.

119. Szórólencse egyenlete:

$$\frac{1}{k} - \frac{1}{t} = -\frac{1}{f}.$$

120. Eltérések mutatkoznak, ha a lencse vastagsága nem elhanyagolható csekélységű, s ha a centrális sugarak mellett a marginálisak is tekintetbe vétetnek. A centrális és marginális sugaraknak megfelelő képtávolságok különbsége a hosszmenti gömbi eltérés. A legjobb alakú lencsénél a görbületi küllők oly módon választottak meg, hogy adott tárgytávolság mellett a gömbi eltérés minimális, a kép fényintenzitása pedig maximális legyen. A planatikus lencsét kapunk, ha két olyan lencsét ragasztunk egymásra, melyek görbületi küllői olyként vannak megválasztva, hogy a hosszmenti gömbi eltérés zerussá váljék.

121. Színszóródás áll elő, ha a hasábon át fehér fényt bocsátunk (Newton). A színek sorrendje: vörös, narancs, sárga, zöld, világoskék, indigó, ibolya. Egy-egy színnek fénye homogén fény. Vörös és zöld, narancs és kék, sárga és ibolya complementär színek, mert együttesen fehér fényt adnak. (Szivárvány)

122. Színképelemzés. A Nap színekében 1802-ben Wollaston fekete csíkokat vett észre, melyeket 1814-ben Fraunhofer tüzetesebben tanulmányozott. (Fraunhofer-féle vonalak.)

A sötét csíkokkal barázdált színekép az u. n. absorptiós spectrum; mert belőle a sötét csíkoknak megfelelő törékenységű fénysugarak hiányoznak. A törésmutató értékei a spectrum vörös végétől a viola felé növekszenek.

Lángok, izzó szilárd és folyékony testek folytonos spectrumot izzó gőzök és gázok csíkos spectrumot adnak. A csíkok a fémekre nézve jellemzőek (Fox és Talbot 1826, Bunsen és Kirchhoff 1859), ezen alapszik a spectrálanalýsis. A Bunsen-Kirchhoff-féle törvény szerint a fémgőzöktől származó sötét vonalak a folytonos spectrumnak azon helyein lépnek föl, a melyeken az izzó gőzöket jellemző színes csíkok jelentkeznek. Kirchhoff törvénye azt mondja, hogy minden test bizonyos hőmérsékletnél ugyanoly nemű sugarakat nyel el, amilyenek a testből a kérdéses hőmérséklet mellett kiindulnak. (A spectrum megfordítása.)

123. Színelmélet. Az átlátszatlan testek színe a visszavert, az átlátszó testeké az átbocsátott fény-sugarak színétől függ. A minden színt egyaránt átbocsátó átlátszó test színtelen. A minden színt egyaránt visszaverő test fehér-nek, a minden színt elnyelő test feketé-nek látszik. A fehér átlátszatlan testet oly színűnek látjuk, amilyen színű fény esik felszínére; a színes átlátszatlan test feketé-nek tűnik fel, ha a ráeső fény színe a test színétől eltérő. A színes átlátszó test a saját színétől eltérő színű sugarakat nem bocsátja keresztül.

124. Teljes színkép. A látható színkép két oldalán a vörösön innen a hősugarak, az ibolyán túl a kémiai sugarak találhatók. Ezekben is vannak Fraunhofer-féle vonalak.

125. Az elnyelt fény hőhatásai abban mutatkoznak, hogy a fényt elnyelő testek, különösen az ultravörös sugarak hatása folytán fölmelegszenek. (Melloni).

126. Az elnyelt fény kémiai hatásai abban nyilvánulnak, hogy különösen az ultraviola sugarak kémiai egyesüléseket (chlor-durranógáz) és kémiai bomlásokat (ezüstsók bomlása) képesek létesíteni. Az utóbbi hatáson alapszik a

127. Photographálás. (Davy, Niépce, Daguerre, Talbot). A camera obscurában keletkező kép fényérzékeny ezüstsókkal praeparált üveglemezre esvén, azon az ezüstsók bomlását megindítja. Ezt a bomlást az előhívó folyadékban való fürösztés (gallussav, vasgálicz oldat) befejezi, a fölösleges ezüstsókat pedig a rögzítő folyadékban való fürösztés (kénsavas natrium oldat) eltávolítja. Negatív kép. A negatív képről diffus napsugarakkal, praeparált papiroson positiv képeket lehet előállítani.

128. Fluorescentia és phosphorescentia. Némely átlátszó test áteső fényben más színt mutat, mint ráeső fényben. Stokes szerint a testben csupán oly fénysugarak idéznek elő fluorescentiát, melyeket a test elnyelni képes, s a fluorescáló fény mindig kisebb törékenységű mint az elnyelt fény. A phosphorescáló testek a fény behatása alatt világítókká lesznek, s ezt a tulajdonságot a fénybehatás megszünthe után is hosszabb-rövidebb ideig megtartják. (Becquerel).

129. Nagyítók arra szolgálnak, hogy a szemhez közel hozható igen apró tárgyak látószögét növeljék, s így a tárgy megszemlélését lehetővé tegyék. Van egyszerű nagyító vagy loupe, összetett nagyító vagy mikroskop és napnagyító.

130. Messzelátók arra szolgálnak, hogy a szemtől távol fekvő tárgyak látószögét növeljék, s így a tárgy megszemlélését lehetővé tegyék. Vannak lencsés messzelátók vagy reflectorok [Keppler-féle Rheita-féle (1645) és Galilei-féle (1610)] és tükrösszellátók vagy reflector-ok (Newton-féle, Cassegrain-féle, Gregory-féle).

131. A szem külső burkolata a sclerotica, mely elül a corneába megy át. Ezt belül az érhártya (chorioidea) takarja, a cornea mögött az irist alkotva, melynek kör alakú nyílása a pupilla. Hátul a vakfoltnál lép a szembe a látóideg, mely szétterülve az ideghártyát (retina) alkotja. Ennek felszínén különböztethetők meg a pálczácskák és csapocskák, a látóideg finom végződéseivel. Az iris mögött vékony hártýába foglalva és a ciliárizom-tól tartva, van a réteges szerkezetű szemlencse, mely előtt a víznedv (humor aquaeus) mögötte az üvegnedv (humor vitreus) tölti ki a szemet. A cornea görbületi sugara 8 mm, a lencse mellső lapjáié 10, hátsó lapjáié 6 mm. A lencse távolsága a corneától 4 mm, vastagsága 4 mm, a retinától mért távolsága 14,4 mm. A szemtengely a retinát a sárga folt közepén a fovea centralis-ban éri. A szemlencse réteges szerkezete miatt görbületi viszonyait változtathatja, accommodálhat.

Az accomodálás határai a közelpont (punctum proximum) és a távolpont (p. remotum) Donders szerint ez utóbbi az emmetrop szemnél a végtelenben, az ametrop szemeknél a végesben fekszik. Ha a szem előtt foglal helyet, akkor a szem brachymetrop, ha mögötte, akkor hypermetrop. A közelpontnak a szemtől mért távolsága a tiszta látás határa. Rövidlátó (myop) és túllátó (presbyop) szem helyessé alakítható szemüveg használatával. A tiszta látás feltétele, hogy a kép a retinán éles legyen, a mi bekövetkezik, ha a tárgy a közelpont közelében áll; a szemszög ne legyen kicsiny (nagyobb mint 30—45°); a megvilágítás lehetőleg erős legyen.

Mérsékelt világításnál a szemre való hatás $\frac{1}{4}$ mp-ig tart (Thaumatrop). Subjectiv fénytünemények: a p o s i t i v u t ó k é p (erős megvilágítású tárgy rövid ideig tartó szemlélete után); a n e g a t i v u t ó k é p (erős megvilágítású tárgy hosszú ideig tartó szemlélete után). A szemnél mutatkozó chromatikus eltérésen alapszik az i r r a d i a t i ó tüneménye.

A két szemmel való látás a két képnek egymásra helyezkedése alapján lehetséges. A két szemben azok a pontok, melyek az ideghártyagödörre nézve symmetrikus elhelyezésűek, megfelelő pontok, a rajtuk keletkező képek egyszerűeknek látszanak. (Horopterfelület). A távolság megítélésére befolyással van a szentengelyek állása, a szemszög megítélése, a tárgy és szem közt fekvő egyéb tárgyak figyelembevétel, a lég perspectiva, mely a légkör absorptiója folytán a testek színeit módosítja. A két szem egyidejű használata alapja a stereoscopicus lálásnak (Wheatstone 1838, Brewster-féle stereoscop).

A szem főbb hibái: az astigmatismus, a diplopia és a színvakság.

132. A fény természetére vonatkozólag Huyghens undulatiós elméletét 1815-ben Fresnel fejtette ki teljesen. A fényaether transversalis rezgései létesítik a fényt, melynek terjedési sebességére a fényaether sűrűsége van befolyással. A törésmutató egyenlő a terjedési sebességek arányával.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}. \text{ A terj. sebesség } c = \sqrt{\frac{e}{d}} \text{ és}$$

$$\lambda = c t = \frac{c}{v}.$$

133. Interferentia (Young, Fresnel) akkor áll elő, ha két egyenlő amplitudójú és egyenlő hullámhosszuságú fényhullám találkozik. (Fresnel-féle tükör). Ha a a fényforrások távolsága, d az ernyőtől mért távolságuk, és x az ernyő közepétől mért távolság, akkor a fénymaximákra nézve:

$$x = 2n \frac{\lambda d}{2a} \quad n = 0, 1, 2,$$

a fényminimákra nézve:

$$x = (2n + 1) \frac{\lambda d}{2a} \quad n = 0, 1, 2$$

Ezen alapszik a fényhullámhosszuság mérése.

134. Vékony lemezek színe (Boyle, Hooke, Newton) tanulmányozható a Newton-féle színüveggel. (Lencse planparallel lemezen). A világos gyűrűk küllőinek négyzetei úgy aránylanak, mint a páratlan számok, a sötét gyűrűkéi mint a páros számok.

A vonal neve	Törésmutató vízre vonatkozólag	λ mikronok	ν billió
A		761	394
B	1.3309	687	437
C	1.3317	657	455
D	1.3336	590	509
E	1.3359	527	569
F	1.3378	486	617
G	1.3413	431	696
H	1.3442	396	758

135. A fény elhajlása (Grimaldi, 1665) létesül, ha a fény vékony résen vagy egy test széle mellett halad el. Magyarozatát a Huyghens-féle elv segítségével 1826-ban Fresnel adta meg. Legszebben áll elő, ha a fény optikai rácson esik át, s ekkor alkalmas a hullámhosszuság mérésére. (Hold és Napudvarok, haló).

136. Sarkítás (Polarisatio, Malus, 1808). Ha egy fénysugár a T_1 üveglapra körülbelül 55° -nyi szög alatt esik, s ha a róla visszavert sugarat egy vele párhuzamos T_2 üveglapra tereljük, s ez utóbbit a beesési szög megtartásával, a beeső sugár mint tengely körül forgatjuk, akkor a T_2 üveglap a fénysugarat a T_1 -gyel párhuzamos és az ezzel 180° -ot bezáró helyzetben legjobban, a 90° -ot és 270° -ot bezáró helyzetekben pedig egyáltalán nem veri vissza. A T_1 lapon előálló visszaverődési sík a sarkítás síkja, a T_1 lap a sarkító, a T_2 az elemző. Azt a beesésszöget, mely mellett a sarkító a legtökéletesebben sarkít, sarkítás-szög-nek hívjuk. Brewster szerint: az átlátszó anyagok sarkítás-szöge az a beesési szög, mely mellett a megtört sugár a visszavert sugárra merőlegesen áll.

$\alpha + \beta = 90^\circ$ s így $\operatorname{tg} \alpha = n$. Az átlátszó anyag sarkítás szögének tangense

egyenlő az anyag törésmutatójával. A visszavertés megtört sugarak egymásra merőlegesen sarkítottak. Fresnel szerint az aetherrészecskék transversális rezgései a sarkított fényben a rezgési síkban mennek végbe, mely a sarkítás síkjára merőlegesen áll.

137. Kettős törés. (Bartholinus 1669.) Az izlandi páton áteső fénysugár törés közben két sugárra oszlik szét; az ordinár sugár a beesés síkjában töretik meg, az extra ordinár sugár, kilép a beesés síkjából. Minden kettős törésű kristálnál van 1 vagy 2 oly irány, mely irányban a sugár csak egyszerű törést szenved; e szerint a kristályok egy- vagy kéttengelyűek. Az utóbbiaknál nincs ordinár sugár, mert egyik megtört sugár sem követi a Snell-féle törvényt.

A mézspátnál a D vonal törésmutatója az ord. sugárra nézve 1'6585, az extraord. sugárra nézve 1'6585 és 1'4864 közt fekszik.

Az olyan kristályokat, melyeknél az extra ordinár sugár a tengely irányában kisebb sebességgel halad, mint a rá merőleges irányban, negatívoknak, azokat, melyeknél a viszonyok megfordítva állanak, pozitívoknak hívjuk.

Negatívok: izlandi pát, turmalin, saphir, rubin, phosphorsavas méz.

Positívok: quarz, zirkon, jég, egytengelyű spohillit.

Az amorf testekben és a szabályos rendszer kristályaiban az aether sűrűsége minden irányban egyenlő; az egytengelyű kristályokban az aether sűrűsége más a tengely irányában, mint a rá merőleges irányban. Ide tartoznak a négyzetes és hatszöges rendszerek kristályai. A többi rendszerek kristályai kéttengelyűek. De van náluk 3 egymásra merőleges sík, melyekből a hőszugár nem lép ki, s ezenkívül az egyik sugárnak bennök állandó törésmutatója van, a másik pedig az egytengelyű kristályok extra ordinár sugarához hasonlóan viselkedik.

Kettős törés alkalmával az ordinár és az extra ordinár sugarak egymásra merőleges sarkítást szenvednek.

Hőtán.

138. Hőállapot. Okát hőnek hívjuk, bármilyen kifejező adata a testnek hőmérséklete.

A hő hatásai: fizikaiak (térfogat-, halmazállapot változás, mágneses, elektromos és fénytűnények), kémiaiak és fiziologiaiak.

139. Hőmérséklet. Megállapítására a hőokoza kiterjedésen alapuló thermoszkópok (Galilei 1592, Drebbel 1621) és thermométerek szolgálnak. Alsó alappont a jégolvadásának, felső alappont a tenger szintjében, 760 mm-es nyomásnál forró víz gőzeinek hőmérséklete. Ezek közt fekszik az alaptávolság, melyet Reaumur (1730) 80, Celsius (1742) 100 egyenlő részre osztott.

Fahrenheit szerint a jégolvadás pont 32-vel, a forrpont 212-vel jelöltetik.

$$80^{\circ} R = 100^{\circ} C = 180^{\circ} F$$

alapján $t^{\circ} C = \frac{4}{5} t^{\circ} R = (\frac{9}{5} t + 32^{\circ}) F$.

140. Sziálrúd testek hőokoza kiterjedése. (S'Gravesand) Ha a 0° -nál l_0 hosszúságú rúd 1° -ra melegítettvén, λ -val terjed ki, akkor anyagának kiterjedési együtthatója $\gamma = \frac{\lambda}{l_0}$. A rúd hosszu-

sága t° -nál $l_t = l_0 (1 + \gamma t)$. Fizeau szerint 0° – 100° között a kiterjedési együtthatók:

szén	5510	10^{-9}
üveg	8900	"
platina	8990	"
aczel	1189	"
arany	1451	"
ezüst	1936	"
réz	1698	"
ólom	2948	"
zink	2905	"

Ha 0° -nál a test térfogata v_0 ,

$$t^{\circ}\text{-nál } v_t = v_0 (1 + \gamma t)^3 \\ = v_0 (1 + 3\gamma t)$$

hol $3\gamma = \alpha$, a test köbös kiterjedési együtthatója.

Ha a test sűrűsége 0° -nál d_0 , akkor t° -nál $d_t =$

$$\frac{d_0}{1 + \alpha t}$$

141. Folyékony testek hőokoza kiterjedése. Dulong-Petit (1818) a higany kiterjedése együtthatóját a közlekedő edények törvénye alapján mérve: 0.00018018-nak, Regnault 0.00018153-nak találta.

Wüllner szerint	0°-nál	0·00018116
	50°	„ 0·00018249
	100°	„ 0·00018411
	200°	„ 0·00018832
	300°	„ 0·00019381

Aethylalkohol 0·00105, methylalkohol 0·00118, chloroform 0·00111, éther 0·00151, szénkéneg 0·00114.

Despretz kísérlete szerint a víz 4·08° C-nál a legsűrűbb.

142. Gázneműek hőökorta kiterjedése. Gay Lussac (1802) szerint: a) minden gáznak térfogatváltozása a légthermometeren megfigyelt hőmérsékleti változással arányos; b) minden gáznál a köbös kiterjedési együttható igen közel egyenlő és pedig $\alpha = \frac{1}{273} = 0·003665$; c) az egyes gázoknál a térfogatváltozás együtthatója független a nyomástól.

Gay-Lussac I. tv.-e: állandó nyomásnál a térfogatváltozások arányosak a hőmérséklettel. $v_t = v_0 (1 + \alpha t)$.

Gay-Lussac II. tv.-e: állandó térfogatnál a nyomásváltozások arányosak a hőmérséklettel. $p_t = p_0 (1 + \alpha t)$.

Absolut zéruspont (−273°C) az a melynél a gáznak nincsen feszítő ereje. Az innét számított hőmérséklet az absolut hőmérséklet. $T_t = 273 + t$.

$$1 + \alpha t = \frac{T_t}{T_0} \text{ alapján } v_t = v_0 \frac{T_t}{T_0} \text{ és } p_t = p_0 \frac{T_t}{T_0}.$$

Az egyesített Boyle-Gay-Lussac-féle törvény szerint: a gázoknál a nyomás és térfogat szorzatának az absolut hőmérséklethez való aránya állandó.

$$\frac{p_t v_t}{T_t} = \frac{p_0 v_0}{T_0}.$$

Jolly szerint α -nak értékei: levegőnél 0·0036695, hidrogénnél 0·0036562, nitrogénnél 0·0036677, oxigénnél 0·0036743, széndioxydnál 0·0037060.

Eszményi gáznak hívjuk azt a gázt, mely a B-G-L. egyesített törvényét pontosan követi.

143. Gázok sűrűsége. (Regnault 1845). Valamely gáz sűrűsége alatt azt a számot értjük, mely kifejezi, hogy hány-szor nehezebb a gáz, mint ugyanakkora térfogatú levegő, egyenlő nyomás és hőmérséklet mellett.

Gáz	Sűrűség 0° és 1-bar nyomás mellett		
	Sűrűség gr. per dm ³	1 gr. térfogata cm ³ -ben	A levegőre vonatkozó rel.sűrűség
Levegő	1.2579	783.8	1.00
Oxygén	1.4107	708.9	1.11
Nitrogén	1.2393	806.9	0.97
Hydrogén	0.08837	11316.0	0.069
Szénsav	1.9509	512.6	1.52
Szénoxyd	1.2179	821.1	0.97
Mocsárgáz	0.7175	1394.1	0.57
Chlor	3.0909	323.5	2.43
Nitrogénoxyd	1.9433	514.6	1.53
Nitrogéndioxyd	1.3254	754.5	1.04
Kénessav	2.6990	370.5	2.21
Cyanogén	2.2990	435.0	1.81
Olajképzőgáz	1.2529	789.1	0.99
Ammoniak	0.7594	1316.8	0.60
Vizgőz	0.0800	—	0.62

144. Calorimetria. Hőegység az a hőmennyiség, mely 1 Kg 0°-u vizet 1°-ra képes melegíteni. Neve: kilogramm-caloria. Ennek 0.001-része a gramm-caloria.

145. Fajhő. Az a hőmennyiség, melyet a test melegedés közben fölvesz, vagy lehülés közben kiad, arányos a test tömegével, a hőmérsékleti változással és függ a test anyagának minőségétől. $q = c m t$.

Azt a c hőmennyiséget, melyet a testnek tömegegysége fölvesz, ha hőmérséklete 1°-kal emelkedik, a test fajhőjének hívjuk. (Black, Wilke 1722.)

Az mc szorzat az m tömegű test vizegyénértéke.

Bizonyos hőmérsékleti közben az anyagok fajhői állandók. Több anyag szigetelt térbe hozatván, a hőmérsékletek hőegyenlítődése után a tömeg, hőmérsékleti változás és fajhő szorzatainak algebrai összege zerus $\sum m (t' - t) c = 0$ (Richmann, 1750.)

Anyag	Fajhő g. cal.	Anyag	Fajhő g. cal.
Ezüst . . .	0 0507	Platina . . .	0 3240
Réz	0 0952	Ólom	0 0314
Ón	0 0362	Kén	0 1776
Vas	0 1138	Zink	0 0956
Higany . . .	0 0319	Jég	0 5040
Nikkel . . .	0 1092	Víz	1 0000
Arany	0 0324	Alkohol . . .	0 5475

A fajhőre befolyással van: a test fizikai állapota (kovácsolt vörös réz 0 09342, izzított vörös réz 0 09486), anyagi szerkezete (faszén 0 2415, grafit 0 2027, gyémánt 0 1469), halmazállapota (vizgőz 0 478, jég 0 504, víz 1 000) és a hőmérsékleti köz (platina 0—100° közt 0 03350, 0—200 közt 0 03392, 0—900° közt 0 03686).

Gázoknál az állandó nyomásra vonatkozó C_p és az állandó térfogatra vonatkozó C_v fajhők aránya $C_p : C_v = K = 1 41$ (Clement-Desormes). Közülök C_p közvetlenül mérhető.

A n y a g	C_p	C_v
Levegő	0 2374	0 1683
Oxygén	0 2175	0 1548
Hydrogén	3 4090	2 4248
Ammoniak	0 5084	0 3605
Szénsav	0 2169	0 1538
Kénessav	0 1544	0 1094

146. Olvadás — fagyás. Tartamuk alatt a test hőmérséklete állandó marad. Azt a hőmennyiséget, mely a test anyagának 1 Kg-ját az olvadás hőmérsékletén megolvasztani képes, a test olvadási hőjének hívjuk.

Anyag	Olva- dási pont	Olv. hő	Anyag	Olva- dási pont	Olv. hő
Higany . . .	—39°	2·8	Zink . . .	410°	28·1
Viz . . .	0	79·3	Antimon . .	430	—
Phosphor . .	44	5·0	Aluminium .	650	—
Paraffin . .	46	—	Ezüst . . .	1000	21·1
Viasz . . .	68	—	Réz . . .	1100	—
Kén . . .	114	9·4	Arany . . .	1200	—
Ón . . .	230	14·3	Öntött vas .	1200	—
Bismut . . .	260	12·6	Kovács. vas	1600	—
Ólom . . .	330	5·4	Platina . .	2000	—

Ötvények olv. pontja alacsonyabb, mint a legkönyebben olvadó alkatrészé (Pl. Rose fém, 8 gr. Bi, 8 gr. Pb és 3 gr. Sn-ötvénye 94° C; Wood-fém, 1 gr. Cd, 1 gr. Sn, 2 gr. Pb és 4 gr. Bi ötvénye 70° C.)

Az olvadási hőmérséklet alá lehűtött folyadék túlhűtöttnek nevezetik. (Fahrenheit 1721). Sónak oldásánál a hőmérséklet csökkenik. Hűtő keverék. (Porta, 1589).

147. Párolgás. Minden hőmérsékleten végbemegegy a test felületén. Annál élénkebb, minél magasabb a test hőmérséklete, minél kisebb a levegő nyomása, minél szárazabb a levegő és minél nagyobb a párolgó felület.

Azt a hőmennyiséget, mely t^0 hőmérsékletű test tömegegységét t^0 hőmérsékletű gőzzé változtatja, a test párolgási hő-jének hívjuk. Regnault szerint a 100°-os víz p. h.-je 536·5 cal. a t^0 -u vize $q = 607 - 0·708 t$ cal.

148. Forrás a folyadék heves párolgása, melynél a folyadék belsejében keletkező gőzök a felszínre törnek. Azt a hőmérsékletet, mely mellett a folyadékból kilépő gőzcsízítő ereje egyenlő a folyadékra nehezedő külső nyomással, a folyadék forrási hőmérsékletének hívjuk. A nyomás növekedtével a f. h. magasabbra emelkedik.

Anyag	Forrpoint 760 mm.	Anyag	Forrpoint 760 mm.
Szénsav . .	-78°	Lenolaj . .	387·5
Kénessav . .	-10	Higany . .	358·0
Alkohol . .	78·3	Naphtalin . .	218·0
Benzin . .	80·8	Paraffin . .	370·0
Natr. chlorür	108·0	Posphor . .	290·0
Terpentin . .	156·8	Kén	448·0
Tengerviz . .	103·7	Szénkéneg . .	48·0
Éther	35·5	Zink	1040·0

149. Gőzök. Zárt térben az anyafolyadékkal érintkező gőz mindaddig szaporodik, míg az uralkodó hőmérsékletnél a gőz sűrűsége és feszítő ereje maximumát éri. Ha a hőmérséklet állandó marad, akkor az anyafolyadékkal érintkező gőz maximális sűrűségét és feszítő erejét a térfogat változása nem módosítja. Az ilyen gőzök telített gőzöknek hivatnak.

Dalton szerint valamely zárt térben a telített gőzök feszítő ereje, tehát sűrűségük is ugyanakkora, a gőzképződést megelőzőleg akár üres volt a zárt tér, akár más gázzal vagy gőzzel volt megtöltve.

Regnault szerint a telített vízgőz feszítő ereje:

t	P cm	t	P cm	t	P cm	t	P cm
0°	0·4600	60°	14·8791	120°	149·128	180°	754·639
10	0·9165	70	23·3093	130	203·028	190	944·270
20	1·7391	80	35·4643	140	271·763	200	1158·896
30	3·1548	90	52·5450	150	358·123	210	1432·480
40	5·4906	100	76·0000	160	465·162	220	1739·036
50	9·1982	110	107·537	170	596·166	230	2092·640

t	Higany	Alkohol	Chloro- form	Szén- kéneg	Éther
0°	0·002	1·270	—	12·791	18·439
10	0·003	2·423	—	19·846	20·683
20	0·004	4·446	16·047	29·803	43·278
40	0·008	13·369	36·936	61·753	90·704
60	0·016	35·021	75·544	116·451	172·501
80	0·035	81·291	140·764	203·253	302·279
100	0·075	169·755	242·854	332·515	495·330
120	0·153	323·173	392·574	514·879	771·920
140	0·306	567·459	600·016	760·396	—

Azt a gőzt, melynek sűrűsége és feszítő ereje még nem érte el az uralkodó hőmérsékletnek megfelelő maximális értékét, telítetlen gőz-nek hívjuk.

A telítetlen gőzök a nyomás nagyobbitásával csak akkor folyósíthatók, ha a hőmérséklet a kritikus hőmérsékletnél alacsonyabb (Andrews). Ez szénsavnál 30.92° , éthernél 186.2° kénhydrogénél 276.1° , vizgőznél 390° .

150. Gőz sűrűség. A telítetlen gőznek levegőre vonatkoztatott sűrűségét a gőz tömegének, a vele egyenlő térfogatu, hőmérsékletű és nyomásu száraz levegő tömegéhez való aránya méri. (Dumas, 1826).

Ha egy d sűrűségű gőznek v térfogata d_1 sűrűségű gőznek v_1 térfogatával D sűrűségű és V térfogatu vegyületté egyesül, akkor

$$VD = vd + v_1 d_1.$$

Az innét számított gőzsűrűséget elméleti gőz sűrűségnek hívjuk. Pl. a szén-é 0.85 .

Anyag	d	Anyag	d
Amoniak	0.59	Benzol	2.77
Viz	0.62	Chloroform	4.21
Alkohol	1.60	Terpentin	4.76
Cyan	1.81	Brom	5.39
Kéndioxyd	2.23	Higany	6.98
Éther	2.57	Jod	8.72

151. Légnedvesség. A levegő abszolút nedvessége alatt a levegőben foglalt vizgőz abszolút sűrűségét értjük. A t° hőmérsékletű levegő relativ nedvessége alatt a levegőben foglalt gőzöknek a t° hőmérsékletű telített gőzre vonatkozó relativ sűrűségét értjük. $N = \frac{d}{D}$.

Daniell és Regnault hygrométerei (harmatpont). August (1829) psychrométerére nézve $p = P - c.b(t - t_1)$ hol t a száraz, t_1 a nedves hőmérő adata, b a barométerállás, P a maximális gőzfeszültség, c egy a körülményektől függő állandó (körülbelül 0.0008), mely abszolút mérésekkel állapítandó meg.

152. Hővezetésnél a hő a magasabb hőmérsékletű részekről az alacsonyabb hőmérsékletű részek felé rétegről-rétegre terjed. (Fourier.)

Belső vezetőképességnek hívjuk azt a hőmennyiséget, mely az egységnyi keresztmetszetű és egységnyi hosszúságú pálczán az időegység alatt áthatol, ha a végső lapokra nézve a hőmérsékleti különbség $= 1^{\circ} \text{C}$.

Wiedemann és Frantz az ezüst belső vezetőképességét 100-nak véve, a rézé 73·6, aranyé 53·2, zinké 19·0, óné 14·5, vasé 11·9, ólomé 8·5, platináé 8·4, újezüsté 6·3, bizmuth-é 1·8.

Külső vezetőképességnek hívjuk azt a hőmennyiséget, mely az időegység alatt az érintkező testek felületegységén keresztülhalad, ha az érintkező felületeken a hőmérsékleti különbség 1°C .

153. Hősugárzásnál (Melloni), a hó a magasabb hőmérsékletű testtől az anyagok egész során keresztül az alacsonyabb hőmérsékletű testhez oly módon jut, hogy a közbeeső testeket vagy egyáltalán nem, vagy csak csekély mértékben melegíti föl.

A sugárzás a hőközepptől kiindulva, minden irányban végbe megy, homogén közegben egyenes vonalú, légüres tér nem akadályozza, sebessége egyenlő a fény terjedési sebességével. A sugárzó hó és fény közt lényeges különbség nincs.

A hőközepptől intenzitása alatt azt a hőmennyiséget értjük, melyet az merőleges beesés mellett a tőle távolságegységnyire fekvő felületegységnek árad.

A sugárzás törvényei: I. A felületre merőlegesen beeső hőmennyiség fordítva arányos a felületnek a hőközepptől mért távolságával.

II. Az a hőmennyiség, melyet egy sugárzó felület kibocsát, arányos annak a szögnek cosinusával, melyet a sugarak iránya a beesés merőlegesével bezár. (Lambert.)

III. Az a hőmennyiség, melyet egy felület az állandó hőforrástól ferde beesés esetében átvesz, arányos annak a szögnek cosinusával, melyet a sugarak iránya a beesés merőlegesével bezár.

A visszaverődés törvényei ugyanazok mint a fénynél. Egy felület abszolút visszaverő képessége alatt a visszavert hőmennyiségének a beeső hőmennyiségéhez való arányát értjük. Desaines szerint 30^o-os beesésnél

ezüst	0·97	aczel	0·82
arany	0·95	zink	0·81
sárgaréz	0·93	vas	0·77
platina	0·83	öntött vas	0·74

A testek a hőt többé-kevésbé elnyelik (atherman, diatherman testek).

Relatív elnyelőképesség alatt az egyező körülmények közt elnyelt hőmennyiségek arányát értjük, egy bizonyos testre mint egységre vonatkozólag. Abszolút elnyelőképesség alatt az elnyelt hő mennyiségének a beeső hő mennyiségéhez való arányát értjük.

Koromra vonatkozólag Melloni szerint az elnyelő képességek:

korom	100	chinaitus	58
ólomfehér	100	arabgummi	72
halenyv	91	fémek	13

A testek a hőt kisugározzák.

Relatív kisugárzó képesség alatt az egyező körülmények közt kisugárzott hőmennyiségnek arányát értjük, egy bizonyos testre, mint egységre vonatkozólag.

Koromra vonatkozólag Melloni szerint a kisugárzó képességek adatai egyenlők az elnyelő-képességek adataival.

Átbocsátó képesség alatt az átbocsátott hő mennyiségének a testre eső hő mennyiségéhez való arányát értjük.

A Nap hőszugárzását Pouillet mérte a pyrheliométerrel.

154. Hő terjedése áramlás útján a létesülő fajsúlykülönbségek kiegyenlítődésein alapozik. Szelek. Tengeri áramlatok. Fűtés. Szellőztetés.

155. Hő és munka. Mayer Robert (1842) szerint a hő az energiának egyik alakja, melyre a mechanikai munkát átalakíthatni, s amely viszont mechanikai munkává alakulhat át. Azt a munkát, amely hővé átalakulva, 1 caloria hőmennyiséget produkál, a hő munkaegyenértékének, reciprok értékét a munka hőegyenértékének hívjuk. $E = 427 \text{ mkg. } 1 \text{ g. cal} = 4189. 10^4 \text{ erg.}$

156. Gőzgép. [Hero, Porta, Papin, Savery (1698) Newcomen és Cawley (1711), James Watt (1764).]

A kazán (vizszintmutató, nyomásmutató, biztosító szelep) fejleszti a gőzt, mely a tolóka szerkezettel a gőzhengerbe majd a dugattyu alá, majd föléje vezetetik. A gőzáramlást a centrifugális regulátor szabályozza. A fáradt gőz a con-

densátorba vezetetik, s a kazán innét szivattyuzza a fölmelegített vizet. A dugattyu alternativ haladó mozgása forgó mozgássá alakítatik át (Watt parallelogrammája); a dinamikai egyensúly fentartását a lendítőkerék mozdítja elő mely a gépet a holt pont-okon is átsegíti.

A condensatoros gépek alacsony nyomásuak (2—3 atm), a condensator nélküliek magas nyomásuak (7—16 atm). Ha a gőz a dugattyúra egész mozgása alatt teljes feszítőerejével hat, akkor a gép teljes nyomású, ha pedig a gőz feszítőereje a dugattyu mozgása közben változik, akkor a gép expansió.

Ha t_1 a kazán, t_2 a sűrítő hőmérséklete, akkor a legkedvezőbb esetben Carnot szerint a gőz mindegyik caloriájának $K = \frac{t_1 - t_2}{273 + t_1}$ része alakul át munkává. Ez a takarékosági tényező. Elméleti értéke $= \frac{1}{4}$; gyakorlati értéke kisebb.

157. Thermodynamika tételei: I. A hőegység dinamikai egyenértéke állandó. II. A hasznosított hőmennyiség legnagyobb értékének a hőforrásból mért hőmennyiséghez való aránya csupán a hőforrás és hűtő hőmérsékleti különbségétől függ. (Carnot. Clausius).

A hőenergia a test molekuláinak kinetikai energiája. Ha a molekulák rezgésének amplitudója növekszik, akkor a hőmérséklet emelkedik.

158. A gázok kinetikai elmélete (Krönig) $\frac{3}{2} p v = \frac{M c^2}{2}$; $p = \frac{M}{v} \cdot \frac{c^2}{3} = \frac{d c^2}{3}$.

Ha b a barométerállás, akkor $p = 13.6 \text{ g. b s}$
 $\text{gy } c^2 = \frac{3.13.6 \text{ g. b}}{d}$ alapján megállapítható a molekulák sebessége. $\delta = 773 \text{ d}$, $g = 9.81 \text{ m}$, $b = 0.76 \text{ m}$
 $\frac{485}{V \delta}$ m. per sec. 0° hőmérsékleten a molekulák sebességei:

levegőnél	485	m	per	sec.
oxigénnél	461	"	"	"
széndioxydnál	392	"	"	"
hidrogénnél	1844	"	"	"

159. *Atomhő. Molekulahő.* (Dulong-Petit, 1819). Ha valamely elemnek a szilárd halmazállapotra vonatkozó fajhőjét az atomsúlylyal megszorozzuk, akkor a nyert szorzat, az u. n. atomhő általában igen közel $= 6.4$. ($a c = 6.4$).

Kopp törvénye szerint a vegyület molekula súlya szorozva fajhőjével, vagyis a vegyület molekulahő-je egyenlő az atomhők összegével. $m c = \sum a c$.

160. *Égés.* Bizonyos meghatározott anyagok chemiai egyesülésénél ugyanannyi hő fejlődik, mint a mennyit a kérdéses anyagok fogyasztanak, ha a vegyülettől kilépnek. Azt a hőmennyiséget, mely az anyag tömegegységének teljes elégéséből származik, az illető anyag *égési hő-jének* hívjuk.

Hydrogén	34180 cal	Alkohol	7190 cal
Faszén	8080 "	Stearinsav	9720 "
Viasz	10500 "	Terpentín	10850 "
	Olajképzőgáz		11860 cal.

J. Thomson szerint:

Zn egyesülése	O-nel	42715 cal
ZnO	" H ₂ SO ₄ -gyel	10330 "
Cu	" O-nel	18580 "
CuO	" H ₂ SO ₄ -gyel	9400 "

Magnesség.

161. *Alapfogalmak.* Természetes mágnes a magnetit (Fe₃ O₄); aczél állandóan, lágy vas időlegesen mágnesezhető. (Gilbert, XVII. század) A rúdnek végein legerősebb a hatás, a végek közt van a semleges *öv*. A végek mágneses hatásának centrumait mágneses polus-oknak, összekötő vonalukat mágneses tengelynek hívjuk. A függőleges tengely körül forogható mágnesű irányúl, beáll a meridiánba.

Az egynemű polusok egymást taszítják, a különeműek egymást vonzzák.

162. *Poisson-féle magyarázat.* A vas és aczél molekulái különálló mágnesek, melyek az északi és déli mágneses fluidumokat (egyenlően) tartalmazzák. Ha nincsenek úgy rendezve, hogy a molekuláris mágnesek egynemű végei egyirányulag feküdjenek, akkor a mágnes nem fejt ki külső hatást. A molekuláris mágnesek rendezése történhet mágnesezés (fenés, Duhamel 1760, Aepinus 1758), mágneses influenza, földmágneses inductio, elektro-

mos behatás útján. Az aczélban a coercitiv erő a rendezedésnek ellenáll, de felbomlását is akadályozza; a puha vasnál a *c. e.* igen csekély vagy zerus. Izzítás a *c. e.*-t gyengíti.

Patkó vagy rúd mágnesek egymemű végeikkel egymásra fektetve és megerősítve mágnes tárt adnak, mely nagyobb erő kifejtésre képes. (Jamin, 1867).

Bernonilli szerint a patkómágnes hordképessége = $a \cdot \sqrt[3]{P^2}$. (P a patkó súlya, a egy az aczél minőségétől függő állandó; haarlemi aczélnál = 19.5). Mágneses anyagok: nikkell, kobalt, cadmium stb.

163. Coulomb törvénye (1785) szerint két mágneses tömeg kölcsönös hatása a mágneses tömegek szorzatával egyenes arányban áll, a távolságuk négyzetével fordítva arányos.

$P = C \cdot \frac{\mu_1 \mu_2}{r^2}$. Taszító erő esetében P -nek positiv, vonzó erő esetében negativ az előjele.

Mágneses tömegegység alatt oly mágneses tömeget értünk, mely a vele egymemű és egyenlő nagyságu mágneses tömeget egységnyi távolságban egységnyi erővel taszítja.

164. Mágneses mező (Faraday) keletkezik egy mágneses polus körül, a mennyiben az ilyen módosított térbe mágneses tömeget munka végzése nélkül nem vihetünk.

Azt az erőt, mely a mágneses mező adott pontjában a positiv mágneses tömegegységre hat, a mágneses mezőnek a kérdéses pontban uralkodó intenzitásának hívjuk. Egy μ mágneses tömegre $P = \mu H$ erő hat, ha H az intenzitás.

A mezőnek azon pontjai, melyekben az intenzitás értéke és előjele egyenlő, szintfelületen fekszenek.

A mágneses tömeg a szintfelület mentén munka végzése nélkül mozdítható el.

A szintfelületekre merőleges vonalak az erővonalak.

A mező minden pontján egy szintfelület és egy erővonal megy át. Az erővonalhoz a kérdéses pontban húzott érintő adja az erő irányát, mely vonzó

erő esetében negatív, taszító erő esetében pozitív. (Mágneses kép.)

Homogén mágneses mezőben az intenzitás mindenütt egyenlő, a szintfelületek párhuzamos síkok, az erővonalok ezekre merőleges egyenesek. Homogén mágneses mezőben a mágnesrúd minden molekulájára két egyenlő és ellentett irányú erő hat, melyek erőpárokat alkotnak. Ezek eredő erőpárja oly két egyenlő és ellentett irányú erőből áll, melyek támadás pontjai a polusok. Ha az erőpár derékszögű, akkor (μ a polus tömege, H az intenzitás, l a tengely fele) a forgató nyomaték $f = 2l\mu H$; de ha a tengely a mező irányával ϑ szöget zár be, akkor $f = 2l\mu H \sin \vartheta$.

A $2l\mu = M$ szorzat a mágnesrúd mágneses momentuma. $f = MH \sin \vartheta$.

165. Lengő mágnes. A Homogén mágneses mezőben felfüggesztett mágnesrúd a reá ható erőpár folytán lengő mozgásokat végezhet, melyek isochronok, s lengési idejük $t = \pi \sqrt{\frac{K}{MH}}$.

166. Gauss-féle helyzetek. I. Az m tömegű mágneses polus az M momentummal bíró mágnes polusainak symmetria síkjában, a ható polusoktól d távolságnyra elhelyeztevé, a rá ható

erők eredője $= \frac{m \cdot M}{d^3}$. II. Az m tömegű mágneses polus az M momentummal bíró mágnes tengelyének meghosszabításába elhelyeztetvé, a rá ható erők eredője kétszer akkora. (Weber magnetométere).

167. Földmágnesség. A Föld homogén mágneses mezejében egy a tömegközéppontjában alátámasztott, de minden irányban szabadon forogható tű tengelye a földmágneses totális erő irányát jelöli ki. Az ezen átfektetett függőleges sík a mágneses meridián síkja, a vízszintessel való metszéspontja a mágneses meridián. Az a szög, melyet a mágneses meridián síkja a földrajzi meridián síkjával bezár a mágneses declináció. (Keleti v. nyugati.) Az a szög, melyet a szabadon függő mágnesű tengelye a vízszintessel bezár, a mágneses inclináció. (Declinatorium, inclinatorium).

A földmágneses erő horizontális össze-

tevője $H = I \cos \iota$; verticális összetevője $V = I \sin \iota$; $\operatorname{tg} \iota = \frac{V}{H}$; $I^2 = H^2 + V^2$.

168. Declinatio. Európában és Afrikában nyugati, Ázsiában és Amerikában keleti. A földfelület egyenlő értékű és egyező irányú declinációval bíró helyeit az isogon vonalak kötik össze, melyek a földrajzi meridiánoknak felelnek meg és a Föld mágneses polusaiban találkoznak. A déli mágneses polust James és John Ross a Boothia-Felix szigeten, az északit egy német expedíció a South Victoria Land-on találták meg.

A declinatio ugyanazon az észlelő helyen százados, évenkénti (max. 20) és naponkénti (15'–8') valamint rendkívüli ingadozásokat mutat.

Párisban	1580-ban	$\delta = 11^\circ 30'$	keleti
	1660-ban	0	
	1814-ben	$22^\circ 34'$	nyugati
	1895-ben	$15^\circ 24'$	"

169. Inclinatio. Az északi félgömbön a tű északi vége hajlik le; a déli félgömbön a déli vég. E két területet elválasztja a mágneses egyenlítő, melyen az $\iota = 0$. A mágneses polusokon $\iota = 90^\circ$. A földfelület egyenlő értékű és egyező irányu inclinációval bíró helyeit az isoclin vonalak kötik össze, melyek a párhuzamos köröknek felelnek meg. Változásai mint a declinációéi.

170. Intensitás. Mérésénél első sorban a függőleges tengely körül lengő mágnes lengési idejéből $MH = \pi^2 \frac{K}{t^2}$. Másodsorban egy declinációs

túre a Gauss-féle I. főhelyzet szerint felállított, M momentummal bíró mágnesrúd hatván, a földmágnesség és a rúd okozta erőpárok egyensúlyi helyzetet létesítenek, melyben a tű tengelye a mágneses meridiánnal α szöget zár be. Ekkor $\frac{M \cos \alpha}{d^3} = H \sin \alpha$ honnét $\frac{M}{H} = d^3 \operatorname{tg} \alpha$. Ezen két egyenletből M és H kiszámíthatók, s ha ismeretes az inclinatio ι , akkor $V = H \operatorname{tg} \iota$, és $I = \sqrt{V^2 + H^2}$.

A Föld felületének egyenlő intenzitású helyeit az isodynam görbék kötik össze.

Londonra nézve

1858-ban $I = 0.4791$ dyne

1866-ban 0.4740 "

1880-ban 0.4736 "

171. Hazai megfigyeléseinket 1895-ben Kurländer Ignác végezte, s eszerint a declináció évenkénti átlagos változása $-5.5'$, az inclinációé $-1.0'$, a horizontális intenzitásé $+0.0015'$ (mm. mgr. sec. egységben).

Hely	λ Green- wich	φ	δ	ι	H	V	I
Selmez	18°54'	48°27'	7°53'	63°9'	2.0722	4.0934	4.5880
Kassa	21°15'	48°43'	6°24'	63°9'	2.0782	4.1053	4.6030
Bpest	19°1'	37°30'	7°31'	62°23'	2.1171	4.0468	4.5670
Zágráb	15°59'	45°49'	9°3'	61°11'	2.1779	3.9588	4.5184
Kolozsv.	23°35'	46°46'	5°34'	61°25'	2.1839	4.0083	4.5647

172. Diamagnetismus (Faraday 1845). Igen erős mágnesek minden anyagra hatnak. Azok az anyagok, melyek úgy viselkednek mint a vas. paramágnesesek, a rúdacska a patkó polusait összekötő vonalba helyezkedik (axialis helyzet); azok, melyek úgy viselkednek mint a bismuth, diamágnesesek, a rúdacska a patkó polusait összekötő vonalra merőlegesen helyezkedik (aequatorialis helyzet.)

Paramágnesesek: vas, nikkell, cobalt, platina, palladium, titan, mangan, chrom, caesium, osmium.

Diamágnesesek: bismuth, antimon, zink, ón, cadmium, higany, ólom, ezüst, réz, arany, arsen, uran, rhodium, iridium, wolfram, phosphor, kén, tellur, jód, papír, tus, porcellán, folyópát, turmalin, viz.

Faraday szerint a paramágneses testek influenza útján oly módon válnak mágnesekké, hogy a ható mágnes polusai felé ellenkező nevű polusajkat fordítják, a diamágnesesek pedig oly módon, hogy a ható mágnes polusai felé egyező nevű polusajkat fordítják.

Elektromosság.

173. Alaptünetmények. Kétféle elektromos állapot, az üveg (positiv) és gyanta (negativ) elektromossága különböztethető meg. Egyenműen elek-

tromos testek egymást taszítják, különmeműen elektromos testek egymást vonzzák, az elektromos test a semleges állapotú testet vonzza, érintkezés után taszítja. (Elektromos inga, elektroszkop).

Azok a testek, melyek pusztá kézzel tartva, dörzsöléssel elektromos állapotba hozhatók, szigetelők, a többiek vezetők (Gray, 1727.)

Jó vezetők: fémek, oxydjaik és sulfidjaik, szén, savak, sóoldatok, víz, élő növények, állati szervek, len, gyapot.

Félvezetők: alkohol, száraz fa, márvány, papiros, szalma, 0^o-u jég.

Rossz vezetők: száraz és földes oxydok, zsiros olajok, —20^o-u jég, mész, kaucsuk, étheres olajok, porcellán, bőr, száraz papiros, sellak, szőrök, gyapju, selyem, drágakövek, üveg, viasz, kén, borostyánkő, paraffin, száraz gázok.

Az elektromos állapot a Földtől jól elszigetelt testről a környezetbe szétszóródik.

Két test dörzsölésénél mindkét test és pedig ellentétes elektromos állapotba jut. (Lippmann kísérlete.)

174. Influentia. Semleges állapotú vezető egy elektromos állapotú test közelébe hozatván, az utóbbinak megosztó hatása folytán szomszédos pontjaiban a megosztó testével ellentétes elektromosságot, messzebb fekvő pontjaiban pedig a megosztó testével egynemű elektromosságot mutat. E kétféle tájékokat egy semleges öv választja el. Míg a vezető a megosztó test közelében áll, róla csakis a taszított (a megosztó testével egynemű) elektromosság vezethető el. Az adott töltéssel ellátott elektroscop aranylemezei még jobban szétágaznak, ha a töltésével egyneműen elektromos testtel közeledünk gömbjéhez; ellenben összeesnek, ha töltésével ellenkezően elektromozott testtel közelítünk gömbjéhez.

175. H y p o t h e s i s e k. Franklin szerint minden test meg van töltve egy bizonyos mennyiségű imponderábilis elektromos fluidummal, mely saját molekuláit taszítja, a ponderábilis anyagait vonzza. Ha a test több fluidumot tartalmaz, mint amennyit semleges állapotában tartalmazni szokott, akkor elektropositív, ha kevesebbet, akkor elektronegatív. Symmer szerint két ilyen imponderábilis fluidum van, a pozitív és negatív fluidumok. Ha a testben mindkettő határtalan, de egyenlő mennyiségben van meg, akkor a test semleges.

Dörzsölés, érintkezés, hő-, chemiai-, mágneses-, fény- és elektromos hatások a fluidokat szétválaszthatják, s ekkor külső hatások mutatkoznak. Az újra egyesülést egy, a coercitiv erőhöz hasonló hatás akadályozza. Ez az akadály a vezetőkben csekély, szigetelőkben nagy. Ha a szétválasztott fluidok egyikét elvezetjük, akkor a megmaradó fluidum a testben nagyobb mennyiségben levén, a test annak hatásait mutatja. Egyenlő mennyiségű ellentétes fluidok egyesülése semleges állapotot létesít. Ha semleges test elektromos állapotú testtel érintkezik, akkor a megosztásnál keletkezett vonzott elektromosság közömbösítettvén, csak a taszított marad meg, tehát a test egynemű elektromos állapotúvá lesz, s most már eltaszítatik. Ily módon elektromos töltést kapott, melynek nagysága mérhető, amennyiben ha a külső hatás kétszeres, a töltés is, tehát a vezetőn helyt foglaló elektromos tömeg is kétszeres.

176. Coulomb törvénye (1785) szerint két elektromos állapotú test kölcsönös hatása egyenesen arányos az elektromos tömegek szorzatával, és fordítva arányos a távolság négyzetével

$$P = C \cdot \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_2}{r^2}$$
 Az erő taszítás esetében positiv, vonzás esetében negativ.

Elektromos tömegegység alatt azt az elektromos tömeget értjük, mely egy másik, ugyanolyan nemű és ugyanakkora elektromos tömeget 1 cm-nyi távolságban 1 dyne erővel taszít. (Elektrostatikai egység). Ezen fölvtétel mellett $C = 1$. A gyakorlati elektromos tömegegység a coulomb = $3 \cdot 10^9$ [ε].

177. Elektromos potenciál. Azt a munkát, melyet az ε elektromos tömeg hatása alatt végzünk, miközben a positiv elektromos tömegegységet egy a ható tömegtől r távolságnyra fekvő pontból a végtelenbe visszük az ε elektromos tömegnek az illető kezdethelyzetre vonatkozó potenciál-jának hívjuk. $V = \frac{\epsilon}{r}$. (Green 1828, Gauss 1839.) A potenciál mindig az ε-ével egyező jelű.

A potenciálnak elektrostatikus egysége alatt azt a munkát értjük, melyet a positiv elektrostatikus tömegegység taszító ereje végez, amiközben a positiv elektrostatikus tömegegységet 1 cm-nyi távolságból

a végtelenbe távolítjuk. Gyakorlati egysége a volt = $\frac{1}{3 \cdot 10^9}$ [V].

Az elektromos pontrendszer potenciálja

$$V = \sum \frac{\epsilon}{r}.$$

178. Potentiálkülönbség. Az ϵ elektromos tömeg közelében fekvő két pontban a potenciál értékei V_1 és V_2 levén, a potenciálkülönbség $= V_1 - V_2$. Két pont potenciálkülönbsége alatt azt a munkát értjük, melyet az elektromos erők végeznek, amiközben a pozitív elektromos tömegegység az egyik pontból (tetszés szerinti uton) átmegy a másik pontban $A = -(V_1 - V_2)$.

Az elektromos tömegek kölcsönös hatása alatt a pozitív elektromos tömegegység csak akkor halad az egyik pontból a másikba, ha a két pont potenciálkülönbsége nem zérus értékű.

179. Elektromos mező. Az elektromos test a környező teret akként módosítja, hogy a kérdéses térbe más elektromos test nem jöhet be anélkül, hogy az elektromos erők pozitív vagy negatív munkát ne végeznének. Az ilyként módosított teret Faraday elektromos mező-nek hívja.

A mező valamely pontjában elhelyezett pozitív elektromos tömegegységre ható erő a mezőnek az illető pontban mutatkozó intenzitása. $i = \frac{P}{\epsilon}$ alapján a mező kérdéses pontjában az intenzitás akkor egységnyi, ha az illető pontba helyezett pozitív elektromos tömegegységre a mező az erőegységi hatást fejti ki.

A mezőnek mindazon pontjai, melyekben az intenzitás értéke és előjele egyenlő, szintfelületen fekszenek. Ha az elektromos tömeg a szintfelületen mozdul el, a végzett munka = 0.

Ha a pozitív elektromos tömegegység a ható tömegtől kiinduló erőket szabadon követheti, akkor mindig a magasabb potenciálu szintfelületektől az alacsonyabb potenciálu szintfelületek felé fog elmozdulni.

Homogénnek hívjuk azt az elektromos mezőt, melyben aequidistans szintfelületekre nézve a potenciálkülönbség állandó értékű.

A szintfelület egy határolt részén átmenő összes erővonalak erőcsatornát alkotnak. Végtelen kicsiny felületi elemén (σ) az átvonuló erővonalak számát (n) az elemén uralkodó intenzitással (i) arányosnak vevén, $n = i \sigma$ adja meg a felületi elemén átvonuló erőáramlatot.

Ha az α felületi elem nem fekszik szintfelületen, akkor a szintfelületen való vetülete $= a \cos \alpha$ (hol α a felületi elem és a szintfelület hajlásszöge) s az α elemén átvonuló erőáramlat $= a i \cos \alpha$.

A véges A felületi részen átvonuló teljes erőáramlatot nyerjük, ha az elemekre bontott felületi részre nézve kiszámítjuk a $\sum a i \cos \alpha$ összeget.

180. Az elektromosság eloszlása a vezetőekben. Az elektromosság a vezetőekben akkor van egyensúlyban, ha a vezető minden pontjában a potenciál értéke ugyanakkora. Ennélfogva a vezetőnek felülete szintfelület.

A Coulomb-féle törvényből következik, hogy ha az elektromos erők hatásai egy vezetőn egymást egyensúlyozzák, akkor a vezetőnek csakis a felszíne elektromos.

A potenciálnak azt az értékét, mely egyensúly esetében a vezető felületén uralkodik, a vezető potenciáljának hívjuk.

A Föld potenciálja $= 0$, s így potenciál alatt azt munkát értjük, melyet az ϵ elektromos tömeg hatása alatt aközben végzünk, míg a pozitív elektromos tömegegységet az ϵ tömeg közeléből a Földbe viszzük.

181. Capacitás. Gömbalaku vezetőn a potenciál $= \frac{\epsilon}{r}$. Más alakú vezetők esetében végzett számítások eredménye szerint: a potenciál arányos a vezetőben helyt foglaló elektromos tömeggel, $\epsilon = C \cdot V$. Az arányossági tényező (C) értéke függ a vezető alakjától és méreteitől, és a vezető capacitásának nevezetik. $C = \frac{\epsilon}{V}$. Gömb esetében $C = r$.

Ha $V = 1$ akkor $C = \epsilon$, tehát: a capacitás oly elektromos tömeget fejez ki, mely a vezetőn elhelyezkedve, azt egységnyi potenciálra emeli.

Egységnyi capacitása annak a vezetőnek van, amely az elektromos tömegegységgel töltött állapotban egységnyi potenciállal bír. Elektrostatikus egy-

sége az 1 cm sugaru gömbnek capacitása, gyakorlati egysége a farad $= \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ volt}}$.

$$1 \text{ farad} = 9 \cdot 10^{11} [\text{C}].$$

Milliomodrész a mikrofarad $= 9 \text{ km. } 707 \text{ coulombnyi töltés a Föld potenciálját } 1 \text{ voltra emelné.}$

182. Elektromos sűrűség. Az elektromosság a vezető felületen egyenletes eloszlású, ha bárhol egyenlő területeken, egyenlő elektromos tömeg foglal helyet. Ez esetben a területrészeken el-

oszlott el. tömeg $\epsilon = \delta \cdot f$ és $\delta = \frac{\epsilon}{f}$ az elektromos (felületi) sűrűség. Ha $f = 1 \text{ cm}^2$ és $\epsilon = 1$ akkor $\delta = 1$. Gömbalaku vezetőnél $\delta = \frac{\epsilon}{4\pi r^2}$. Ha az eloszlás nem egyenletes, akkor $\lim \frac{\epsilon}{f}$ adja meg a sűrűség értékét a felület egy pontjára nézve

Gömbökön a sűrűség fordítva arányos a küllőkkel; $\delta_1 : \delta_2 = r_2 : r_1$. Ha r_2 végtelenül kicsinyvé válik, tehát a gömb ponttá zsugorodik, akkor $\delta_2 = \infty$ lesz. Ezen alapszik a csúcsok hatása. (Elektromos szél, villámhárító.)

183. Elektromozó gép. Guericke Otto (1672-ben) kengolyó dörzsölésével állított elő magasabb pontentiált. Hawksbee üveggolyót, Gordon üveghengert, Winkler és Giessing dörzsölő párnákat használtak. Bose a fejlődő elektromosságot szigetelt fémhengerre vezette. Wilson (1746) gyűjtőit fémfésükkel látta el, Ramsden (1766) üvegkorongot foncsorral dörzsölt (3 rész zink, 2 rész higany). A mai gép alakját Winter állapította meg. Mindkét fajta elektromosság összegyűjthető; kísérletezésnél az egyik fajta levezetendő. Dörzsölésen alapszik Armstrong gőzelektromos gépe is.

184. Electrophor. (Volta). Gyantalepény, mely róka farkkal verve negatív elektromossá lesz, a ráhelyezett fémkorongban oszlást létesít. A taszitott neg. el.-ot elvezetvén, a korong szigetelő száránál fogva fölemeltetvén, pozitív töltést mutat. Automatikusan működő electrophorszerkezetek duplicatoroknak neveztetnek.

185. Influentiás gép. Holtz gépénél egy álló korong széleiben közel két bevágás van, ezek külső oldalán csúcsokban végződő papirlemezek (fegyverzetek) vannak. Az egyik fegyverzettel közölt

kezdetleges töltés az állóhoz igen közel, gyors forgásba hozott korongban és a másik fegyverzetben, valamint a fegyverzetekkel szemközt elhelyezett fésűs gyűjtőszerkezetben el. oszlást létesít, melynél fogva a forgó korong alsó és felső felei ellentétes elektromos állapotba jutnak. A fegyverzetek töltése, s így a gép potenciálja addig fokozódik, míg nem a szigetelési viszonyok tökéletlenségei miatt belső kisülések létesülnek. Ezt a szerkezetet Toepler és Wimshurst lényegesen megjavították.

186. Sűrítők oly szerkezetek; melyekkel aránylag kicsiny felületen az elektromosságnak nagy tömegei gyűjthetők össze. (Franklin-tábla, leydeni palaczk.) A két fegyverzetet szigetelő réteg választja el; a gyűjtő (collector) fegyverzet töltése a sűrítő (condensator) fegyverzetre megosztólag hat, s ha a taszított el. elvezettetik, az vissza hat a gyűjtőre s. i. t. Így a két fegyverzet közötti potenciálkülönbség folytonosan növekszik, míg végre a gyűjtőfegyverzet potenciálja egyenlővé nem válik az el. gép potenciáljával.

Gömbalaku leydeni palaczknál, ha a szigetelő gömbhéj küllői r_1 és r_2 , a gyűjtőfegyverzet töltése ϵ és a potenciál V , akkor $\epsilon = \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1} \cdot V$ tehát a

capacitás $C = \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$. Ha S a fegyverzet felszine

és $r_2 - r_1 = d$, akkor $C = \frac{S}{4 \pi d}$, s így a leydeni

palaczk kapacitása arányos a gyűjtő fegyverzet felszínével és fordítva arányos a szigetelő réteg vastagságával. A szétszedhető leydeni palaczk mutatja, hogy a szétválasztott elektromosságok a szigetelő belső és külső felületein állanak. Faraday a szigetelőket dielectricum-oknak hívja, s a sűrítő két fegyverzete közé más-más dielectricumot helyezvén, megfigyelte a sűrítő kapacitásainak változásait. Ha a kapacitás 0^0 -u és 760 mm-es nyomású száraz levegő esetében C , más dielectricum esetében C' akkor $C' : C = D$ a szigetelőnek dielectricus állandója (specifikus kapacitás).

A dielectricum specifikus kapacitása alatt azt a számot értjük, mely mutatja, hogy hányszor akkora a sűrítőnek kapacitása erre a dielectricumra nézve, mint azonos körülmények közt a levegőre nézve.

Gordon szerint üveg	3·013—3·258
ebonit	2 284
kantsuk	2·22 — 2·497
sellak	2·74
kén	2·58

Ayrton és Perry szerint légüres tér	0·9985
hydrogén	0·9998
szénóxyd	1·0008
kénessav	1·0037
világító gáz	1·0004

Adott dielectrikumban Coulomb törvénye

$P = \frac{1}{D} \cdot \frac{\epsilon \epsilon_1}{r_2}$ alakban áll, és az elektromos tömeg-egység az elektromosságnak az a mennyisége, mely egy vele egyenlő, tőle 1 cm.-nyire álló, egynemű elektromoss tömeget 0^0 -u és 760 mm.-es nyomásu levegőben egy dyne erővel taszít.

187. Telepek. Nagylapu telepnél a hatás olyan, mint volna egyetlen egy palaczknál, melynek collector felülete egyenlő a telepben szereplő palaczkok collector felületeinek összegével, a szigetelő réteg vastagsága pedig akkora, mint amekkora az egyes palaczkoknál.

Lánczolatostelepnél a kapacitás köze-lítőleg egyenlő az egyes palaczk kapacitásának annyiadrészével, ahány palaczkból áll a telep, tehát a potenciál különbség is ugyanannyiszorossá válik.

188. Elektromos energia alatt azt a munkát értjük, amelyet az el. erők végeznek, mikor a végtelenből vagy a Földtől kiinduló el. egy vezetőn összehalmozódik. Ez abs. értékre nézve egyenlő az-zal a munkával, melyet az el. erők végeznek, mi közben a vezető töltése a Földbe vezetetik le. $L = \frac{\epsilon V}{2} = \frac{\epsilon^2}{2c} = \frac{V^2 c}{2}$.

189. Elektromos kisülés. Ha a szigetelő réteg két oldalán álló fegyverzeteken a potenciálkülömbőség eléggé nagy, akkor az elválasztott ellenkező nemű elektromosságok a szigetelő réteget áttörve egyesülnek. Szikra. Az ütőtávolság a töltéssel egyenes, a fegyverzet felületével fordított arányban van.

Mascart szerint 1 cm-es küllőjű kisütő golyók közt átütő szikráknál.

Ütőtávolság cm.	Potenciálkülönbség	
	Cgs-egység	Volt
0 1	16·1	4830
0·5	56·3	16890
1 0	84·7	25440
1·5	97·8	29340
2·0	104·5	31350
3 0	124	37200
5·0	153	45900
10	187	56100
15	206	61800

A leydeni palaczk kisütésénél keletkező hőmennyiség $q = a \cdot S \cdot d^2$ vagyis arányos a fegyverzet felületével és a sűrűség négyzetével.

A gép elektrodjait összekötő dróton keresztül folytonos kisülés (áram) létesül. Magas potenciállal bíró vezetők csúcsos részein convectív kisülés áll elő. (St. Elmo-tűz, Geissler-, Hittorf-, Plücker-, Crookes csövek.)

A disruptív kisülés tartamát Wheestone határozta meg forgó tükör segítségével, és sebességét 463104 km.-nyinek találta. Werner Siemens szerint 30200 geogr. mfd; vasdrótban 13600, rézdrótba 24590 mfd.

Az első szikra átütése után a sűrítő még nem tér vissza természetes állapotába, maradék töltés van benne, mely egy gyöngye második szikrát ad s. i. t. A 2 szikra ütőtávolsága az elsőének $\frac{1}{6}$ -a.

Feddersen a szikrát forgó tükörben szemlélve, megállapította, hogy a szikra igen sok és ellenkező irányú kisülések (oscilláló kisülés) sorozatából áll.

190. Léggöri elektromosság. A léggöri el-nak. a gépekével azonos voltát 1749-ben Franklin bizonyította be (sárkánykísérlet). Tanulmányozása Dalibard vaspóznájával és vele összekötött elektroscooppal vagy elektrométerrel végezhető. A felhők el. tölással bírnak, melyre valószínűleg a víz párolgása közben tesznek szert. A föld felszíne a felhők alatt mint condensator működén, a potenciálkülönbség fokozódik, s a kisülés villám alakjában történik. (Szikra villám, felületi villám, gömbalakú villám, villogás, dörgés.)

A légkör szélcsendes időben positiv töltésű; változékony időjárásnál, esőzésekkor rendszeren negativ töltésű.

191. Érintkezésbeli elektromosság (Galvani 1789). 1792-ben Volta a sűrítős electroskoppal kimutatta, hogy zink és réz érintkezésénél potenciálkülönbség (elektromotoros erő) létesül. Szerinte az egymással érintkező különböző fémek határfelületein oly szétválasztó erők lépnek fel, amelyek a positiv el.-ot az egyik, a negativ el.-ot a másik fémre hajtják. Az a fém (zink) kap positiv töltést, mely erősebben vonzza a positiv el.-ot. Ez a két irányu áramlás addig tart, míg a szétválasztó erők hatását a két fémllemezen felhalmozott el. tömegek ellenkező irányu hatása nem ellensúlyozza. Az elektromótoros erő csakis az érintkező vezetők anyagi minőségétől függ, egyugyanazon vezető pár esetében állandó értékű.

192. Volta-féle sor. Elsőrendű vezetők közül áll: kálium, fonsorozott zink, tiszta zink, ólom, ón, vas, réz, higany, ezüst arany, platina, szén, fémoxydok. Törvényei: a) A sor bármely két tagjának érintkezésekor a sorban előbb álló tag positiv, a hátrább álló negativ töltést vesz föl. b) Minél távolabb áll egymástól az érintkező két tag, annál nagyobb az elektromotoros erő. c) A sor bármely két tagjának érintkezésénél az elektromotoros erő a közbeeső tagok potenciálkülönbségeinek összegével egyenlő.

A másodrendű vezetők (folyadékok) nem illeszthetők a Volta-féle sorba. Elsőrendű vezetőkkel való érintkezésükkor potenciálkülönbség létesül.

193. Áram keletkezik, ha a másodrendű vezetőbe merülő fémpárokat záró dróttal kötjük össze. Állandó hőmérséklet mellett az elsőrendű vezetők zárt láncolatában áram nem létesül.

Valamely közös másodrendű vezetőbe merülő két különböző elsőrendű vezető, vagy két különböző, de egymással közlekedő másodrendű vezetőbe merülő két különböző elsőrendű vezető galvánelemet alkot. (Egy- és kétfolyadékos elemek).

A Volta eleménél zink- és rézlapok higitott kénsavba merülnek. A positiv el. az elemben a rézről a zink felé, s innét a záró dróton át a réz felé, a negativ el. ellenkező irányban áramlik. Az elemben a réz a negativ sark (kathod) a zink a

positív sark (anod), az elemen kívül megfordítva.

Azt az el. tömeget, mely az áramkör valamely keresztmetszetén az időegység alatt áthalad, az áram intenzitás-ának hívják. Elektrosztatikai egysége oly áramnál mutatkozik, a melynél az áramvezető keresztmetszetén 1 mp. alatt az elektrosztatikai tömegegység vonul keresztül. Gyakorlati egysége az ampère, vagyis oly áramnak az intenzitása, melynél az egyszerű áramkör minden keresztmetszetén mp.-enkint 1 coulomb-nyi el. tömeg halad át.

$$1 \text{ amp.} = 3 \cdot 10^9 [i]$$

Mérésére galvanométert használunk. Ha az áram oly körben halad egy declinációs tű körül, melynek síkja a mágneses meridián síkjával esik egybe, akkor a tű kitérése α az $i = C \operatorname{tg} \alpha$ összefüggés alapján az intenzitás mértékeül szolgálhat.

Az áram keletkezését a contact elmélet (Volta) és a chemiai elmélet magyarázza.

194. Polarisatió. A másodrendű vezetöbe merülő fémek felületei a chemiai hatások folytán módosulnak, s így a savval szemben a potenciálkülönbségük megváltozik. Az eredeti áramával ellenkező irányú elektromótoros erő keletkezik, mely az áramot gyöngíti, végre megszünteti. Felülkerekedését segíti az, hogy a sav összetételében módosul, s így a chemiai energia csökkenik. Ebben áll a polarisatio, mely tünetény az energia megmaradása elvének következménye.

195. Állandó elemek keletkeznek, ha a hydrogénnek a kevésbbé megtámadható fémre való lerakódását megakadályozzuk.

a) Daniell-elem. Zink hígított kénsavban, réz tömény rézgáliczoldatban. $E = 1.07$ volt

b) Grove-elem. Zink hígított kénsavban, platina tömény salétromsavban. $E = 1.96$ volt.

c) Bunsen-elem. Mint az előbbi, platina helyett retortaszén. $E = 1.96$ volt.

d) Leclanché-elem. Zink hígított salmiakoldatban, retortaszén, koks és barnakő (1 : 1) keverékében. $E = 1.48$ volt.

e) Meidinger-elem. Zink keserűs oldatban, réz tömény rézgáliczoldatban. Az oldatok közt nincs diaphragma, mert a keserűs oldat úszik a sűrűbb rézgáliczoldaton. $E = 1.07$ volt.

f) Smee-elem. Platina és ezüst hígított kénsvavban.

g) Stöhrer-elem. Szén és zink hígított kénsvav és chromsvav keverékében.

h) Grenet-elem. Szén és zink egy oldatban, melyek összetétele Bunsen szerint 61.82 gr. kaliumbichromát 115.7 gr. kénsvav és 604.7 gr. viz $E = 1.80$ volt.

196. Accumulátorok. Ritter 1803-ban platinaelektrodokkal vizet bontván, a primár áram megszüntetése után rövidtartamú, ellenkező irányu, secundár áramot kapott. Planté 1860-ben kénsvavba állított ólomlemezeket használt. A primár áram a positiv lemezen ólomsuperoxydot (PbO_2) fejleszt, a negativon hydrogént, mely az ólomot színi. A secundár áram az ólom superoxydot reducálja ólomoxyddá, s a színólmot is a felületén ezzel vonja be. A lemezek hosszas művelettel formálándók $E = 2.25$ volt, mely leszáll 1.90 volt-ra. Javitották Faure (1881), Scheneck-Farbaky.

197. Ellenállás. Az áramkör egyes részei az áram keringésével szemben akadályokat támasztanak, melyeket ellenállás-oknak hívunk. A belső ellenállás az elemekben lép föl és azok szerkezetétől, méreteitől, anyagaitól függ. A külső ellenállás rendszeren sodronyokban létesül, s ha l a sodrony hosszúsága, k a keresztmetszete, akkor Pouillet és Ohm szerint az ellenállás:

$w = C \frac{l}{k}$. A sodrony ellenállása arányos a hosszúsággal és fordítva arányos a keresztmetszettel.

Azt az állandó C tényezőt, mely a sodrony anyagából készült 1 cm élhosszúságú koczkának ellenállását fejezi ki, az illető anyag specifikus ellenállás-ának hívjuk: Reciprok értéke az anyag specifikus vezetőképessége.

Az ellenállás gyakorlati egységei: az Ohm, 106 cm hosszú, 1 mm² keresztmetszetű 0° hőmérsékletű és a Siemens, 100 cm hosszú ugyanilyen higanyoszlop ellenállása. $1 \Omega = 1.06 S$. $1 S = 0.943 \Omega$.

Matthiessen szerint 0°-nál a spec. ellenállások:

ezüst	16(9 10 ⁻⁹ Ω	ólom	19500·10 ⁻⁹ Ω
réz	1642 " "	ujezüst	20800 " "
árany	2154 " "	higany	94310 " "
vas	9827 " "	22 ^o -os víz	718 Ω "
1 : 12 kénsav 3·32 Ω			

Az ellenállás a hőmérséklettel növekszik.

	$\omega_t = \omega_0 (1 + \alpha t)$
ujezüst	$\alpha = 0\cdot0003$
higany	0·0008649
ezüst	0·003972
réz	0·00367
aluminium	0·003876
vas	0·004516
szén	$\alpha = -0\cdot005$

Oldatok ellenállása függ a sűrűségtől, s bizonyos összetétel mellett minimális.

H ₂ SO ₄ sűrűség	Ellenállás Ω
1·03	48600
1·067	25900
1·224	13700
1·306	14900
1·502	27200
1·732	91800

Kohlrausch szerint az abs. tiszta víz spec. ellenállása = 37736·10¹⁵ Ω. 1 m hosszú, 1 mm² keresztmetszetű retortaszén fonál ellenállása 38 és 103 Ω közt fekszik.

198 Ohm törvénye (1827) szerint egyszerű záratban, addig, amíg annak mentén a hőmérséklet állandó, az áramintensitása egyenesen arányos az elektromótoros erővel és fordítva arányos és belső és külső ellenállások összegével.

$$i = \frac{E}{\omega_b + \omega_k}$$

Nagylapu telep esetében $i = \frac{n E}{\omega_b + n\omega_k}$; alkalmazható, ha a külső ellenállás csekély.

Lánczolatós telep esetében

$i = \frac{n E}{n \omega_b + \omega_k}$; alkalmazható, ha belső ellenállás csekély.

199. Belső ellenállás mérhető galvanométerrel, amennyiben

$$i = \frac{E}{\omega_b + \omega_k} = \text{Ctg} \alpha$$

$$i_1 = \frac{E}{\omega_b + \omega'_k} = \text{Ctg} \alpha_1$$

egyenletekből $\omega_b = \frac{(\omega'_k - \omega_k) \text{tg} \alpha'}{\text{tg} \alpha - \text{tg} \alpha'} - \omega_k$.

200. Elektromotoros erő mérhető egy normál elem (Daniell) segítségével, melyre nézve

$$i_2 = \frac{E_2}{\omega} = \text{Ctg} \alpha_2, \text{ míg a vizsgáltra nézve } i_1 = \frac{E_1}{\omega} = \text{Ctg} \alpha_1. \text{ Innét } E_1 : E_2 = \text{tg} \alpha_1 : \text{tg} \alpha_2.$$

Ellenállási szekrény segítségével az áramintenzitás mindkét elem használata mellett egyenlővé tehető, tehát $\frac{E_1}{\omega_1} = \frac{E_2}{\omega_2} = \text{Ctg} \alpha$, honnét

$$E_1 : E_2 = \omega_1 : \omega_2.$$

201. Kirchhoff törvényei az áramelágazásokra vonatkoznak. a) Bármely csomópontra nézve az intenzitások algebrai összege zerus. $\sum i = 0$. b) Az áramelágazás valamely zárt kerületében minden egyes ág ellenállásából és a rajta átmenő áram intenzitásából alkotott szorzatok összege egyenlő az egész kerületben működő elektromotoros erők algebrai összegével. $\sum i \omega = \sum E$.

202. Wheatstone hidja 6 részből álló vezető rendszer; 4 ág egy négyszögnek oldalai, a másik két ág ugyanannak átszögellőí. Az egyikbe van a telep csatolva, a másikba (híd) a galvanométer. Ha a 4 ág ellenállásaira nézve $\omega_1 : \omega_2 = \omega_3 : \omega_4$, akkor a hídban nem kering áram. Az

egyik ellenállás ismeretlen levén $\omega_1 = \frac{\omega_2 \omega_3}{\omega_4}$

adja értékét. Ha $\omega_3 = \omega_4$ akkor $\omega_1 = \omega_2$. Rheo-chord használata esetében az ellenállás arányos a sodrony hosszúságával, tehát $\omega_3 : \omega_4 = l_3 : l_4$ s

így $\omega_1 = \frac{l_3}{l_4} \omega_2$.

203. Joule effectus. Az áram elektromos energiája a vezeték mentén hőenergiává alakul, s

erre nézve Joule szerint: az a hőmennyiség, mely az áram hatása folytán valamely vezetőben föllép, arányos a vezető ellenállásával, az áramintenzitás négyzetével s azzal az időközzel, mely alatt az áram a vezetőn keresztül haladt. $q = 0.24 i^2 \omega t$.

204. Fényhatások az izzólámpában (Edison, Swan) és az ívlámpában (Davy) állanak elő.

16 gyertyafény erejű izzólámpa izzításához $\frac{1}{2}$ amp. erősgű áram szükséges, a mi 100 volt feszültség mellett 50 watt fogyasztással jár. A lámpa a vele közölt energiának 5%-át adja ki fény alakjában.

Az ívlámpa retortaszénből készült szén-csúcsokat használ. Az érintést követő széthúzásnál a Davy-féle ív létesül, a csúcsok izzásba jönnek. (a positiv csúcs erősebben, Violle szerint 3500°) s a szén a positiv csúcstról a negativra vitetik át. A szén molekuláris szerkezetének megváltozása folytán a csúcsok közt mintegy 39 volt-nyi ellenkező irányú elektromotoros erő létesül, s így, hogy az ívfény fennmaradjon, a csúcsok közt legalább is ekkora potenciálkülönbség állandósítandó. A szén-csúcsok távolsága szabályozandó.

Intenzitás amp. . .	3	6	9	12	15	20	30	40
Feszültség volt . .	41	44.8	43.5	46	47	48	48	52
Az ív hosszúsága mm.	1.0	2.8	1.9	3.5	3.9	4.7	5.4	6.0

205. Peltier-effectus (1834). Ha a vezetékben összeforrasztott különemű fémek vannak, akkor a forrasztást helyen az áram irányától függő módon melegedés vagy lehülés mutatkozik. Bismuth és antimonnál a forrasztási hely fölmelegszik, ha az áram az antimontól a bismuth felé halad.

A hőelektromos sorban (bismuth, higany, platina, arany, réz, ón, ólom, zink, ezüst, vas, antimon) a fémek oly módon következnek egymásra, hogy a két tagjának forrasztási helyén a hőmérséklet csökkenik, ha az áram a sorban előbb álló fémből a sorban hátrább álló fém felé halad, ellenben az áram megfordított iránya mellett a forrasztási hely hőmérséklete emelkedik.

A forrasztási hely hevítése vagy lehütése ellenkező irányú áramot létesít. A keletkező thermo-áram elektromotoros ereje függ a fémek anyagi

szerkezetétől és a hőmérsékleti különbségtől. A potenciálkülönbség $\Delta = i\omega + E$. Az elektromos energiával egyenértékű hőmennyiség $q = 0.24 \cdot \Delta \cdot t = 0.24 (i^2\omega + iE) t$

Ha a forrasztáshely 100° -al magasabb hőmérsékletű, mint a vezeték többi részei, akkor

$$\text{Bi/Cu} = 0.046 \text{ volt}$$

$$\text{Cu/Sb} = 0.025 \text{ "}$$

$$\text{Bi/Sb} = 0.071 \text{ "}$$

A potenciálkülönbség a hőmérsékleti különbséggel változik. Pl. Cu/Fe esetében

$$50^\circ\text{-nál} \quad 0.011 \text{ volt}$$

$$260^\circ\text{-nál} \quad 0 \text{ "}$$

$$400^\circ\text{-nál} \quad -0.008 \text{ "}$$

Thermoelemekből Nobili, Clamond és Gülicher thermobatteriákat készítettek. (Melloni).

206. Faraday effectus. Faraday az áram vegybontó hatását elektrolysis-nek, a megbontott másodrendű vezetőt elektrolyt-nek, a vezetéknek a folyadékba merülő végeit elektrod-oknak, közülök azt, melyen át az áram a folyadékba lép anod-nak, a másikat kathod-nak, a rajtuk leváló alkatrészeket illetőlegesen anion-nak és kation-nak nevezte.

Vízbontásnál (Hoffmann-féle vízbontó) az áram hígított kénsavon megy át, ezt (H_2SO_4) felbontja H_2 és $\text{SO}_3 + \text{O}$ részekre. A hidrogén a kathodon válik le. Az anodon leváló SO_3 egy molekula vízzel ismét H_2SO_4 lesz, és az O felszabadul.

Grotthius (1805) szerint az oldaton áramot vezetvén át, az oldat molekulái oly módon helyezkednek el, hogy az elektropositiv alkatrész a kathod felé, az elektronegativ alkatrész az anod felé irányul. Az elektrodokkal szomszédos molekulák szétbomlanak s az elektropositiv atomok a kathod felé, az elektronegativ atomok az anod felé vándorolnak. A többi szabad atomok a legközelebb álló molekulák ellenkező elektromosságú alkatrészeivel egyesülnek.

Faraday szerint: a) Valamely meghatározott időközben az áram bármely elektrolytból az ion-ok oly tömegeit választja ki, melyek a kérdéses időközzel s az áramintenzitásával arányosak.

b) A különböző elektrolytekből ugyanaz az áram egyenlő időközökben az ion-ok oly tömegeit választja

ki, melyek az illető ion-ok chemiai aequivalenseivel arányosak.

$m = C$ it hol C az ion chemiai aequivalensétől függ.

A volta méterekben (réz-, ezüst-, durranógáz-voltaméter) az áram intenzitására a leválasztott ion tömegéből lehet következtetést vonni. 1 amp. intenzitású áram 1 perc alatt 19.69 milligramm rezet, 67.10 mgr. ezüstöt, 10.44 cm^3 vagy 5.5968 mgr. durranógázt választ le.

Az elektromos energia $\Delta it =$ azzal a hőmennyiséggel, melyet nyernének, ha a szabaddá vált H és O ismét vízzé egyesítették. Ha a fejlődött H súlya p gr. égési hője q s a hő munkaegyenértéke E , akkor $\Delta it = Epq$. Ha itt $\frac{P}{it} = \gamma = 0.00001038$ gr. a hidrogénnek elektrochemiai egyenértéke, $E = 4.27$ és $q = 34000$ cal, akkor $\Delta = Eq\gamma = 1.507$ volt.

207. Elektrochemiai egyenérték. Ha 1 coulomb mp.-enkint γ gr. hidrogént fejleszt, akkor más anyagból $c\gamma$ gr-ot választ ki és c az illető anyag elektrochemiai egyenértéke.

Elem	Atomsúly	Értékűség	Chémia egyenérték	Elektrochemiai egyenérték c	Coulomb per. gr.
Hydrogén	1	1	1	0.00001038	26340
Kalium	39.03	1	39.03	0.00040510	2469
Natrium	23	1	23	0.00023870	4189
Arany	196.2	3	65.4	0.00067890	1473
Ezüst	107.9	1	107.9	0.00111800	895
Réz	63.18	2	31.59	0.00032790	3050
Higany	199.08	2	99.54	0.00103700	964
Nikkel	58.6	2	29.3	0.00030420	3287
Zink	64.88	2	32.44	0.00033670	2970
Ólom	206.4	2	103.2	0.00107100	934
Aluminium	27.4	3	9.01	0.00009350	10700
Oxygén	15.96	2	7.98	0.00008283	12070
Chlor	35.37	1	35.37	0.00036710	2724
Jod	126.54	1	126.54	0.00131340	751
Brom	79.76	1	79.76	0.00082790	1208
Nitrogén	14.01	3	4.6	0.00004847	20629

Az elektrochemiai egyenértékeket 3600-zal szorozva gr-okban kapjuk a 1 óra alatt 1 amp. intenzitású áramtól előállított mennyiséget.

208. Galvanoplastika, galvanisatio. Jacobi 1838-ban a kathodon leváló fémeket lenyomatok és fémbevonatok előállítására használta.

209. Mágneses hatás. (Oerstedt, 1819) Ampère megállapította, hogy azon erő, melyet az áramelem a mágneses polusra, és viszont a polus az áramelemre kifejt, merőleges az áramelemen és a poluson átfektetett síkra.

Az áramelem az északi polust annak az emberi alaknak (személyesített áram) balkeze felé téríti ki, a mely alak az áramelemben a positiv áram irányában úszik, s arczczal a polus felé fordul.

Az északi mágneses polus az áramelemet a benne az áram irányában uszó s a polus felé tekintő emberi alak jobb keze felé téríti ki.

210. Köráram, melynek küllője R, melyben i intenzitású áram kering, a középpontjában síkjára emelt merőleges mentén, síkjától x távolságnyra fekvő μ mágneses tömegre.

$$P = \frac{2\pi R^2 i \mu}{\sqrt{(R^2 + x^2)^3}}$$

erővel hat. Ha x az R-hez képest igen nagy és $\pi R^2 = f$ akkor

$$P = \frac{2fi\mu}{x^3}$$

A köráramnak egy a tengelyében fekvő mágneses tömegre való hatása megegyezik egy, a köráram síkjában a középpontban elhelyezett s erre a síkra merőlegesen álló oly, igen rövid mágnespálcának a hatásával, melynek mágneses momentuma $M = fi$.

$$\text{Ha } x = 0, \text{ akkor } P = \frac{2\pi i \mu}{R}$$

211. Sinus-galvanométer. Egy függőleges tengely körül forgatható gyűrűalaku fakeret középpontjában aluminium mutatóval ellátott igen rövid mágnestű van elhelyezve. A keret forgási szöge lemérhető. A keret beállítván a mágneses meridiánba, a keretre drótot helyezünk melyen áramot vezetün keresztül. A tű kitér a meridiánból, de a keret ϑ szöggel elfordítván, a tű ismét a keret síkjába kerül.

Az áram hatása arányos az áram intenzitásával; ha C a galvanométer állandója, akkor a sinus galvanométernél a hatóerő $F = C \frac{\mu i}{R}$ (Lásd: 210.)

212. Biot-Savart-féle törvény. Az áramelem hatása arányos lévén az áramelem hosszúságával, tehát $f : F = \lambda : 2 R \pi$

$$f = \frac{\lambda}{2 R \pi} \cdot C \cdot \frac{\mu i}{R} = \frac{C}{2 \pi} \cdot \frac{\lambda \mu i}{R^2}$$

A mágneses polushoz húzott egyenesre merőleges áramelem a rajta és a poluson átfektetett síkra merőleges oly erővel hat a polusra, mely arányos az áramelem hosszúságával (λ), az áramintenzitással, (i) és a polus mágneses tömegével (μ) és fordítva arányos a polus és áramelem távolságának (R) négyzetével.

Ha az áramelem a polushoz húzott egyenessel φ szöget zár be, akkor az áramelemet az összekötő vonalra merőleges síkra vetítvén $\sigma = \lambda \sin \varphi$ és

$$f = \frac{C}{2 \pi} \cdot \frac{\mu i}{R^2} \cdot \lambda \sin \varphi$$

213. Az intenzitás mérése sinus-galvanométerrel, ha az áram n -szer kerül meg a tűt, a $\frac{2 \pi n i \mu}{R} = H \mu \sin \vartheta$ kifejezés alapján történik

$$i = \frac{H R}{2 \pi n} \cdot \sin \vartheta$$

214. Tangens-galvanométer esetében a keret a mágneses meridiánban marad, s csupán az α kitérítési szög méretik. A földmágneses erőpár ereje U , az elektromos kitérítő erő P lévén, $U \sin \alpha = P \cos \alpha$. Minthogy $U = H \mu$ és $P = 2 \pi n \cdot \frac{i \mu}{R}$

$$\text{ismét } i = \frac{H R}{2 \pi n} \operatorname{tg} \alpha$$

215. Sodronytekercs gondolatban annyi körvezetékéből állónak tekinthető, a hányszor a sodrony megkerüli a tekercs tengelyét.

A sodronytekercs elektromágneses hatásai tekintetében oly mágnessel helyettesíthető, a melynek mágneses tengelye egybeesik a tekercs tengelyével, északi polusa pedig a tekercsben a pozitív áram irányában uszó és a tekercs tengelye felé forduló emberi alak balkeze felé esik (Solenoid).

216. Ampère mágneses elmélete a mágnezt solenoidnak tekinti. A mágneses anyagok molekulái épen azért elemi mágnesek, mert állandóan áramok (Ampère-áramok) futják körül. A rendeződésnél az egész test párhuzamos síkokban fekvő és egyirányú köráramok rendszerévé válik. A közös tengelyre fűzött köráramok solenoidot alkotnak, s a mágnes a solenoidok egy nyalábjának tekinthető.

217. Elektromágnes (Arago, Davy 1820) keletkezik, ha egy sodronytekercs belsejébe puha vasból készült rudat állítunk. A vasrúd mágnessé lesz, ha a tehercsben áram kering. Ha az elektromágnes egyik végére tekintve azt találjuk, hogy itt az áram az óramutató járásával ellenkező irányban kering, akkor az elektromágnes megfigyelt végén van az északi pólus.

Az áram megszüntével, ha csak remanens mágnesség nem hat zavarólag, az elektromágnes hatása is megszűnik.

Ha n a tekervények száma, i az áram intenzitása, akkor in az áram mágnesező ereje. Teherbírás és vonzóerő.

218. Telegráf (Gauss, Weber, Morse 1837). A kulcs segítségével zárt áram a relais elektromágnesét gerjesztve, zárja az állomási telepet, melynek árama eléggé erős arra, hogy a jellevő elektromágnesét mozgásba hozva, a tű előtt elhaladó papírszalagra a jeleket felkarcolja.

Steinheil 1837-ben az áramkör zárására a földet használta. Hughes jellevője betűket nyomtat. Caselli készüléke a leírt sorok másolatát készíti el.

Tenger alatt a vezeték kábel-be van zárva s mint jeladó egy tükrös galvanométer szolgál. A jelek állandósítása lord Kelvin syphon-recorderje segítségével a capillaris felületi feszültség változásának felhasználtával történik. (Elektromos csöngettyű, elektromos óra stb.)

219. Áramok kölcsönös hatása (Ampère, 1821). Egyirányú párhuzamos áramok egymást vonzzák; ellenkező irányúak egymást taszítják. Két egyenes vonalú kereszteződő vezeték egymást vonzza, ha az áram mindkettőben a kereszteződési pont felé tart, vagy mindkettőben attól távozik. Két egyenes vonalú kereszteződő áramvezeték egymást taszítja, ha az áram az egyikben a kereszteződési pont felé közeledik, a másikban attól távolodik.

A végtelen hosszú egyenes vonalú áramvezetékre merőleges állású mozgó áramdarab a fix árammal párhuzamosan tolódik el; még pedig, ha a mozgó áramdarabban az áram a fix áramvezetékhez közeledik, akkor az eltolódás a fix vezeték áramának irányával ellentétes; ha távozik tőle, akkor az eltolódás a fix vezeték áramával egyező irányú. A végtelen hosszú egyenes vonalú áramvezeték a vízszintes síkban forogatólag felállított áramdarabot a fix áram irányával szemközt forgatja. A vízszintes fekvésű köráram közepén forogatólag felállított áramdarab a körvezeték áramával szemben forog.

Ha λ és λ' hosszúságú i és i' intenzitású egyenes áramdarabok hatnak egymásra, középeik távolsága r , mely összekötő vonallal az áramdarabok ϑ és ϑ' szögeket zárnak be s ha az áramdarabok egymáshoz α szög alatt hajlanak, akkor a kölcsönös erőhatás A m p è r e számításai szerint

$$P = \frac{i i' \lambda \lambda'}{r^2} (\cos \varphi - \frac{3}{2} \cos \vartheta \cos \vartheta')$$

hol tasztítás esetében P positiv.

Teljesen izolált, de mozogatólag felállított áramvezetésekre a Föld épen úgy hat, mint a mágnes-tűre. És pedig: a verticális tengely körül forogatólag felállított verticális áramdarab a Föld hatása következtében egy a mágneses meridiánra merőleges síkba helyezkedik; ha a verticális áram leszálló, akkor nyugalmi helyzete a tengelytől keletre, ha emelkedő, akkor a tengelytől nyugatra fekszik. Horizontális síkban forogatólag felállított áramvezetésekre a Föld forgatólag hat; még pedig: ha a horizontális áram iránya a forgás tengelyétől távozik, akkor a forgás keletről északon át nyugatra irányul; ellenkező esetben a forgás iránya is ellenkező.

Alkalmazás az elektrodynamométernél (Weber).

220. I n d u c t i ó. (Faraday, 1831). Két sodrony-tekerics közül az egyikbe áramot vezetvén (primär tekerics) a másodikba galvanométert csatolván (secundär tekerics) s az első tekerics a másodikba helyezvén, valahányszor benne az áram megszakad vagy záródik, a secundär tekericsben áramok indukáltatnak, s ezek egymásközt ellenkező irányúak. A primär tekerics a secundär tekericsben mozgatván, a közelítés és távolításkor áramok indukáltatnak, melyek egymásközt ellenkező irányúak. (Volta-inductió.)

Azon elektromos tömeg, mely a secundär vezetékben a primär vezeték zárásakor vagy megszakításakor mozgásnak indíttatik, az inducáló áram intenzitásával egyenes, a secundär áramkör ellenállásával pedig fordított arányban van.

Ampère mágneses elméletének megfelelőleg a mágnes is inducál áramot (mágneses-inductió) és pedig akkor, ha a secundär tekercs belsejében mozgattatik, vagy benne elhelyeztetvén, mágneses momentuma megváltozik.

Faraday észrevette, hogy a Föld mágnessége forgó vezetékben áramokat indukál (föld-inductió, Delezenne készüléke).

Matteucci szemközt álló sodronyok egyikén át leydeni palaczkot sütvén ki, a másokban inducált áramot kapott (leydo-inductió).

Faraday kimutatta, hogy az áram saját vezetékében is inducál áramot (öninductió). A zárásbeli extra-áram a gerjesztő árammal ellenkező, a megszakításbeli extra-áram a gerjesztő árammal egyirányu. Az extra-áram intenzitásának a gerjesztő áram intenzitás változásának sebességéhez való arányát, mely egyedül a vezeték alakjától és méreteitől függ, de ellenállásától független, az öninductió együtthatójának vagy a vezeték önpotentiáljának hívjuk. $E = KV$ (E az elektromotoros erő, V az intenzitás változásának sebessége, K az öninductió együtthatója.)

Ha egy tekercsben az áramintenzitás mp.-enként 1 ampère-rel változik, akkor annak a tekercsnek, amelyben az extra-áram elektromotoros ereje 1 volt, az önpotentiát 1 henry.

$$1 \text{ volt} = 1 \text{ henry} \frac{1 \text{ ampère}}{1 \text{ sec}}$$

Gyakorlati egység a millihenry.

A megszakításbeli extra-áram feszültsége magas foku, s így a megszakítás helyén szikrát ad.

221. Inductorium. (Ruhmkorff, 1851). A primär tekercsben vassodronyokból álló vasmag áll; a megszakítás és zárás létezésére szolgálnak: a Neef-kalapács, Foucault-interruptor, Wehnelt-interruptor. Fizeau a megszakításbeli szikrát kisebbitette a condensator alkalmazásával, a megszakítási hely közé staniollemezekből alkotott sűrítő kapcsolván. A Wehnelt-interruptornál

(ólomlemezzel szemközt mint anod, hígított kénsavban platina csúcs áll, melynek végén 30—100 volt feszültség esetében rohamos gázfejlődés létesül, melynél fogva) az áram mp.-enként 200—2000 megszakítást szenved, s így condensatorra nincs szükség. A felfelé transformált áram ugyanazokat a hatásokat mutatja, mint a dörzsölő elektromos gép szikrája.

222. **Lentz és Neumann törvényei.** Ha egy áram vagy mágnes közelében zárt vezetőt elmozdítunk, akkor ebben oly irányu áram kering, mely az indukáló szerkezetre visszahatván, az indukáló mozgásoknak ellenállani törekszik. (Lentz.)

Az indukált áram munkája egyenlő levén a külső munkával: $i^2 wt = L$, $i w = \frac{L}{i t}$, $E = \frac{L}{i t}$. Az indukált áram elektromotoros ereje egyenes arányban áll a külső munkával, fordított arányban áll a secundár áram intenzitásával és az indukáló mozgás tartamával.

$A = \frac{L}{i}$ az a munka, mely egységnyi intenzitású áramot létesít.

$E = \frac{A}{t}$ s így az indukált áram elektromotoros ereje arányos az indukáló mozgásnak az intenzitás egységére vonatkoztatott munkájával és fordítva arányos az indukáló mozgás tartamával. (Neumann).

A r a g o - féle áramok csillapítják a rézkorong fölött elhelyezett declinációs tű lengéseit; forgásba hozzák a tűt, ha a korongot alatta sebesen forgatjuk; forgásba hozzák a rézkorongot, ha alatta mágnespatkót sebesen forgatunk; megállítják az elektromágnes sarkai közé függesztett rézkoczká forgását, ha az elektromágnes gerjesztetik és megolvasztják az elektromágnes sarkai közt gyorsan forgatott, Wood-féle ötvényből készített fémkorongot.

223. **Telephon.** (Graham Bell). A kagylóban egy mágnesrúdhhoz támaszkodó vasrúd előtt rugalmas vaslemez áll, ez alatt pedig végét inductiós tekercs veszi körül. A két kagyló tekercsei vezetőleg összeköttetvén, ha az egyik lemezt a hanghullámok rezgésbe hozzák, ennél fogva a mágnesrúd momentuma megváltozik, s így a tekercsben áramok indukálódnak, melyek a másik tekercsbe jutván, a másik kagyló elektromágnesének momentumát módosítják,

s így az előtte álló vaslemez conform rezgésekbe hozzák.

224. Váltakozó áram keletkezik, ha mágnespatkó előtt elektromágnest forgatunk, melynek sodronytekercsei külön-külön összeköttenek a tengelyre tolt dobnak egymástól elszigetelt két segmentumával. A dobról fémseprük segítségével az áramok kivezethetők. Az elektromotoros erő periodikusan változik. Bifiláris áramvezetékben, melynek nincsen önpotenciálja, az áramintenzitás is periodikusan változik. Mérhető elektrodynamométerrel.

Egyszerű sodronytekercsnek nagy az önpotenciálja, s így a váltakozó áram intenzitása kisebb, mint amekkora az Ohm-féle törvény szerint lenne. Az ilyen vezeték ellenállása látszólag nagyobb a váltakozó áramok esetében mint egyirányu áramoknál. Ez a látszólagos ellenállás (impedentia) tűneményét idézi elő.

A váltakozó áram intenzitása alatt a periodus mentén előálló értékek közepét értjük.

Két váltakozó áram különbözhet: a) intenzitás, b) periodus és c) phásis tekintetében. A phásis különbség miatt a váltakozó áramok effectusa (watt-jai) más mint az egyirányu áramoké; mert náluk az elektromotoros erő és intenzitás szorzata, mindkét tényező periodikusan változván, szintén periodikusan változó. A periodus mentén mutatkozó értékek közepe a váltakozó áram effectusa (H). Ha α a phásiskülönbség, akkor

$$H = i E \cos \alpha$$

$$\alpha = 0, \quad H = i E; \quad \alpha = 90^\circ, \quad H = 0.$$

Az olyan váltakozó áramnál, melynél az áramerősség a feszültséghez képest a periodus negyed-részével egyenlő phásiskülönbséget mutat, az effectus zerus értékű.

0° és 90° között az effectus mindig $< i E$. Ha $i \cos \alpha = I$ (hatásos áram) akkor $H = I \cdot E$. A váltakozó áramok közül legnevezetesebbek a forgató áramok.

225. Elektromos rezgések elő állanak: a) a condensátorok kisütésekor, b) ha inductiós tekercs végei közt szikra üt át, c) ha kicsiny kapacitásu vezető szikra útján kisül. A rezgéseket a szikra létesíti; okuk a kisüléskor előálló extraáramokban keresendő. Az oscilláló kisüléseket Feddersen vizsgálta. Csak akkor létesülnek, ha a vezeték önpotenciálja meghatározott értékű, mely

érték függ a vezeték ellenállásától és kapacitásától. Kirchhoff szerint $T = 2\pi\sqrt{C.K}$ vagyis a rezgés periodusának négyzete arányos az öninductió együtthatójával és a vezeték kapacitásával. Az el. rezgések az aetheren keresztül oly módon terjednek, mint a fény, (Hertz kísérletei), fémlapokról visszaverődnek, asphalt prismában megtöretnek interferentia tüneményeket mutatnak stb. Tanulmányozásukra alkalmasak: a Hertz féle resonator és a Branly-féle cohaerer (csőbe zárt szénpor, vasreszelék, mely igen nagy ellenállású, de ha rezgés éri, vezetővé válik). A hullámhosszuság a Kundt-féle eljárással mérhető, s ránézve is $\lambda = vt$.

Igen rövid rezgésidejű elektromos hullámok mint fényhullámok mutatkoznak (a fény elektromos elmélete); ellenben tetemes rezgésidejű aether hullámok már csak inductiók hatásaikkal nyilvánulnak, tehát elektromos hullámok.

Maxwell szerint minden szigetelőben a fény-aether sűrűsége egyenlő a kérdéses szigetelő dielektrikus állandójával. A fényelmélet szerint a test törésmutatója a testben foglalt fényaether sűrűségének négyzetgyökével arányos, tehát: minden test dielektrikus állandója egyenlő az illető test optikai törésmutatójának négyzetgyökével (Maxwell-féle törvény).

A n y a g	D	n ²
Kén	3.97	3.89
Paraffin	1.99	2.01
Flintüveg	3.16	3.05
Petroleum	2.07	2.07
Terpentin	2.23	2.13

226. Tesla kísérleteinél az inductor secundär tekercsének polusai két leydeni palaczk belső fegyverzeteivel köttetnek össze, melyeknek külső fegyverzetei (az egyik szikraközzel szakítottatván meg), az olajtransformator primär tekercsével állanak összeköttetésben. Minthogy a szikraközből az oscillatiók száma mp.-enként 100000 — 1,000000, tehát az olajtransformator secundär teker-

csében ilyen szapora váltakozásu, s igen magas feszültségű áramok intucáltatnak, melyek az aureolák szép tűneményeit, impedia tüneményeket stb. létesítenek, physiologiai hatásuk igen csekély, hőhatásuk tetemes.

227. Drót nélküli telegraph az elektromos rezgéseknek a levegőn át való terjedésén alapszik. A jeladó állomáson az inductorium egy Righi-féle oscillatorral el. rezgéseket létesít. A jelvevő állomáson ezek egy cohaerer-re esnek. s a relais-t gerjesztvén, a locális telepet zárják, ez pedig mozgásba hozza az írókészüléket. A cohaerer összerázatván, szigetelővé lesz, s így új hullám megérkezéig az írókészülék nyugalomban marad.

228. Kisülések gázokon keresztül. Magas fokú légritkításu csövekben Hittorf (1869) a kathodtól kiinduló, a cső görbületeit nem követő kékes sugarakat (kathodsugarak) vett észre, melyek hatásaira Crookes (1879) a készülékek egész sorozatát állította össze. Hertz észrevette, hogy igen vékony aluminium lemezeken a k. s.-ak átmennek. Lénárd pedig egy ily aluminium ablakon át a sugarakat kihozta a csőből és segítségükkel photographiákat is készített. Röntgen (1896) észrevette, hogy az üveg azon részéről, melyet a k. s.-ak érnek, új fajta sugarak, a X-sugarak indulnak ki, melyek erős phosphorescentiát létesítenek, s a photographikus lemezre hatnak. Fémeken nem hatolnak át, de húson, fán, zsiradékon stb. átmennek. (Röntgen-photographiák.)

229. Egyirányu áramu dynamogép. Pixii gépénél vasmagokkal bíró sodronytekercsek egy mágnes polusai előtt forgattatván (mágnes-elektromosgép) bennök inducált áramokat létesülnek. Megjavította Stöhrer. Pacinotti vasmag gyanánt zárt gyűrűt alkalmazott, s ezt csavarta körül dróttal, melynek végeit egymáshoz forrasztotta. Gramme a gyűrűre egymás mellé különálló tekercsdarabokat tölt, s azok végeit a tengely dobjának segmentumaival kötötte össze. Ha a gyűrű a patkómágnes polusai közt forog a tekercsdarabokban áramok inducáltatnak, melyeket a tengely dobjáról fémseprők vezetnek el. A gyűrű legalkalmasabb formáját Hefner-Alteneck készítette el. Eleinte aczélmágneseket alkalmaztak, de 1867-ben Werner Siemens elektromágneset használt, melynél a remans mágnesség és a Föld inductiv hatása teszi le-

hetővé azt, hogy a gép működésnek induljon, s hogy árama egyuttal az elektromágnessé is mindjobban gerjeszse. (Siemens-féle dynamo-elv.) Az állandó mágnes nélkül működő gépek *dynamok*-nak neveztetnek. Az áramot munka fejében nyerjük, mely a gépben fellépő elektromos ellenhatásokat is tartozik leküzdeni. Ilyenek: a vasmagban fellépő *Foucault*-áramok, melyek a tekervényekkel párhuzamosak, s megszüntethetők, ha a vasmag összefüggése ebben az irányban meg van szakítva, tehát a vasmag firnászolt sodronyokból vagy lemezekből készül; a tekercsekben keletkező extraáramok, melyek a szomszédos tekercsekben ellenkező irányú áramokat indukálnak.

Főáramu gerjesztésnél az elektromágnes tekercsei a gyűrű után vannak kapcsolva, s így a gép árama keresztül megy a tekercsen. Elágazó gerjesztésnél a gyűrű tekercseiben indukált áram kétfelé ágazik, az egyik rész a külső vezetékbe áramlik, a másik az elektromágnes tekercseibe kerül. Egyes gerjesztésű (compound) gépeknél az elektromágnesre két tekercs van alkalmazva, a kicsiny ellenállású a külső vezetékbe van bekapcsolva, a nagy ellenállású a főáram elágazását veszi föl.

Ha P a gép polusai közötti potenciálkülömbőség, I az áram intenzitása, akkor az összes munkának (L) az a része, mely árammá alakul át $L = PI$. A dynamogép ipari hatásfoka $L : I$ kedvező esetekben 80—90 %.

A dynamogépek megfordíthatók, a mennyiben a dynamoba áramot vezetvén, dobja forgásnak indul és mint motor alkalmazható. (Elektromos erőátvitel).

Vannak váltakozó áramokat szolgáltató dynamogépek, s ugyanilyen motorok. Transformátorok, melyek a váltakozó áramot egyirányú árammá alakítják. Készülékek, melyekkel a munkaviszonyok, az áramfogyasztás stb. ellenőrizhetők. Mindezekkel a physika legujabb ága az elektrotechnika foglalkozik.

TARTALOM.

Bevezetés	3
Kinematika	4
Dynamika	11
Molekulai erők szilárd testeknél	18
Hydrostatika	20
Hydrodynamika	21
Molekulai erők folyékony testeknél	21
Aerostatika	23
Aerodynamika	26
Molekulai erők a gázokban	26
Hangtan	27
Fénytan	33
Hőtan	42
Mágnesség	53
Elektromosság	57

Stampfel Károly kiadásában Pozsonyban

megjelent és tőle, valamint minden hazai könyvárústól megszerezhető a

Tudományos zseb-könyvtár.

Minden egyes füzet ára: 60 fillér. = 30 kr.

A „*Tudományos zseb-könyvtár*“ időhöz nem kötötten, 60 filléres kis füzetekben jelenik meg s a tudományok minden ágára kiterjeszkedik.

A „*Tudományos zseb-könyvtár*“ idővel mindazt felöleli, ami az általános műveltség körébe tartozik. A csinos külsejű füzeteket, rendkívüli olcsóságukra való tekintettel, bárki könnyen megszerezheti, aki pedig a hasznos tudnivalók ismeretét a legkényelmesebb módon akarja elsajátítani, az föltétlenül vegye meg a „*Tudományos zseb-könyvtárt*“. A jó magyarsággal és eleven stílusban írt füzetek főbb vonásokban világos képet adnak az illető tudományról és megismertetik az olvasót mindazzal, amit az illető szakmából okvetlenül tudnia kell.

Eddigelé a következő füzetek jelentek meg:


1. Földrajzi és statisztikai tabellák. Összeállította Hickmann A. és Péter J.
2. Arithmetikai és algebrai példatár. Irta Dr. Lévay E.
3. Kis latin nyelvtan. Irta Dr. Schmidt Márton.
4. Magyar irodalomtörténet. Irta Gaal Mózes.
5. Görög nyelvtan. Irta Dr. Schmidt Márton.
6. Francia nyelvtan. Irta Dr. Pröhle Vilmos.
7. Angol nyelvtan. Irta Dr. Pröhle Vilmos.
8. Római jog. I. Institutiók. Irta Dr. Bozóky Alajos.
9. Római jog. II. Pandekták. Irta Dr. Bozóky Alajos.
10. Egyházjog. (Kathol.) Irta Dr. Bozóky Alajos.
11. Magyar nyelvtan. Irta Gaal Mózes.
12. Magyar stilisztika. Irta Gaal Mózes.
13. Magyar retorika. Irta Gaal Mózes.
14. A sík trigonometriája. Irta Dr. Lévay Ede.

15. Római régiségek. Irta Dr. Schmidt Márton.
16. Magyarország oknyomozó története. Irta Cseh Lajos.
17. Kereskedelem története. Irta Dr. Stirling Sándor.
- 18—20. Egyetemes irodalomtörténet. Irta Hamvas József.
21. Nemzetközi jog. Irta Dr. Gratz Gusztáv.
22. Magyar poétika. Irta Gaal Mózes.
23. Planimétria példatárral. Irta Dr. Lévay Ede.
24. A római nemz. irod. tört. Irta Márton Jenő.
25. Német nyelvtan. Irta Albrecht János.
26. Oszmán-török nyelvtan. Irta Dr. Pröhle Vilmos.
- 27—30. Árúisme-lexikon. Irta Dr. Koós Gábor.
- 31—34. Magyar magánjog. Irta Dr. Katona Mór.
35. Számтан. Irta Dr. Lévay Ede.
36. Logarithmustáblák. Összeállította Polikeit Károly.
- 37—38. Magyarország őskora. Irta Darnay Kálmán.
- 39—40. Magyar büntetőjog. Irta Dr. Atzél Béla.
- 41—42. Bünvádi perrendtartás. Irta Dr. Atzél Béla.
43. Kis növénygyűjtő. Összeállította Dr. Cserey Adolf.
44. Algebra. Irta Dr. Lévay Ede.
45. A magyar helyesírás törvényei. Irta Gaal Mózes.
46. Ábrázolástan. I. füzet. Irta Dr. Kolbai Arnold.
47. Ábrázolástan. II. füzet. Rajzok az ábrázolástanhoz.
- 48—49. Növényhatározó. Irta Dr. Cserey Adolf.
50. Stereometria. Irta Dr. Lévay Ede.
51. Világtörténelem. I. rész. Irta Cseh Lajos.
- 52—53. Stilisme. Irta Boros Rudolf.
54. Levelező gyorsírás. Irta Bódogh János.
55. Magyar közigazgatási jog. Irta Dr. Falcsik Dezső.
56. Alkotmányi politika. Irta Dr. Gratz Gusztáv.
- 57, 57a. Magyar pénzügyi jog vázlata. Irta Dr. Bartha Béla.
58. Általános földrajz. Irta Hegedűs István.
59. Éthika. Irta Dr. Somló Bódog.
60. Ásványhatározó. Irta Dr. Cserey Adolf.
61. Zeneműszótár. Irta Goll János.
62. A görög irod. tört. Irta Márton Jenő.
- 63—64. A Zománcz. Irta Mihalik József.
65. Vita-gyorsírás. Irta Bódogh János.
66. A magyar váltójog. Irta Dr. Berényi Pál.
67. Világtörténelem. II. rész. Irta Cseh Lajos.
- 68—69. A rajzolás vezérfonala. Irta Boros Rudolf.
- 70—72. Mythologia. Irta Dr. Losonczi Lajos.
73. Általános zenetan. Irta Goll János.
74. Államszámviteltan. Irta Dr. Berényi Pál.
75. Jogbölcsélet. Irta Dr. Somló Bódog.
76. Rovargyűjtő. Irta Dr. Cserey Adolf.

7. Szervetlen kémia. Irta Schwicker Alfréd.
8. Mechanika. Irta Dr. Lévay Ede.
9. Szociológia. Irta Dr. Somló Bódog.
0. Logika. Irta Dr. Schmidt Márton.
1. Akusztika. Optika. Hőtan. Irta Dr. Lévay Ede.
2. Áruüzleti szokások. Irta Matavovszky Béla.
3. A német irodalom rövid vázlat. Irta Albrecht János.
4. Kereskedelmi jog. Irta Dr. Berényi Pál.
5. Elektromosság és mágnesség. Irta Dr. Lévay Ede.
6. Kosmograpfia. Irta Dr. Bozóky Endre.
- 7—89. Lepkehatározó. Irta Dr. Cserey Adolf.
- 0—91. A testgyakorlás alapelemei. Irta Dr. Ottó József.
2. Kis fizikai földrajz. Irta Dr. Bozóky Endre.
3. Szerves kémia. Irta Schwicker Alfréd.
4. Világtörténet. III. rész. Irta Cseh Lajos.
5. Analytikai síkmértan. Irta Dr. Lévay Ede.
- 6—98. Bogárhatározó. Irta Dr. Cserey Adolf.
9. Meteorológia. Irta Dr. Bozóky Endre.
00. A magyar művelődés története. Irta Dr. Bartha József.
01. Astronomia. Irta Dr. Wonaszek Antal.
02. Bevezetés a jog- és államtudományokba. Irta Dr. Kun B.
03. Banktechnika. Irta Juhász K.
04. Kereskedelem-Isme. Irta Dr. Berényi Pál.
05. Gyakorlati olasz nyelvtan. Irta Dr. Cs. Papp József.
06. Fotografálás. Irta Sajóhelyi Béla.
07. Dramaturgia. Irta Rakoczay Pál.
08. Anthropologia (Embertan). Összeállította Lósy József.
09. Lélektan. Irta Dr. Schmidt Márton.
10. Fizikai zsebkönyv. Irta Dr. Bozóky Endre.

„Tudományos zsebkönyvtár“-ban legközelebb, a következő kötetek megjelenése van tervbe véve:

Esthetika	Keresk. földrajz	Paedagógia
Szjog	Közjog	Pénzügytan
Művelődéstan	Német helyesírás	Polg. perrendtartás
Összefoglaló tanulmányok	Nemzetgazdaságtan	Statisztika
Földrajz (politikai)	Népisme	Természettan:
Földtan — Geológia	Oktatási módszertan	Állattan
Ősregiség	Orosz nyelvtan	Növénytan
Történet	Ötvösség	Gombaisme
		Ásványtan

 Minden egyes füzet 60 fillér. 