

Természettan

A 7k g. osztály számára
magában foglaló

1. az egyensúly és mozdulás
2. A gőzölgés
3. Az Acustica és
4. Optica tanait

Rövidbe foglalva

Tanítványai számára dolgozta

Sz. K.

1853/54 ben

2. oldal

§1 A természeti testeken mutatkozó jelenségek csupán mozgásból állanak

Minden jelenség – az az állapotváltozás mely az élettelen testek akármelyikén mutatkozik, nem egyéb mozgásnál. Ezt számtalan esetben közvetlen észleléssel is tapasztaljuk, de hogy egyéb jelenségek is melyek érzékeink előtt tetszőleg másként úgy mint pl. hangzás, világosság, színezet, melegség, gőzölgés, villanyosság, delejességként stb tűnnek elé, tulajdonképpen nem egyebek, mint a mozgásnak bizonyos nemei, a mozgásnak következményei, az magának a Physicanak folytatában fog megtetszeni és békabizonyíttatni.

§2 Mozgás nemei

Valamely test mozdulhat egészben vagy elem részei

2. oldal háta

elem részeiben. Elsőképpen úgy hogy annak minden részei költsönösön egymás iránt ugyanazon helyzetben maradván, melyben voltak az egész s tehát annak minden részei együtt hagyják el azt a helyet melyben voltak s menjenek által más helybe – így mozdul pl. a nap maga utján, így egy golyó, a folyó víz, egy szekér kerék, egy ingattyu stb – második képpen akkor mikor a testnek elem részei változtatják egymás iránti helyzetüket, egymáshoz közeledvén, s ismét távolodván., s ezt a közeledési és távolodási játékot több vagy kevesebb időig folytatván, míg az alatt az egész, látszólag, azon helyből melyet elfoglal, ki nem mozdul. Ez a mozgás tehát lényegesen rezgő vagy ingó mozgás s ezen alapul különböző nevezetes physi-

3. oldal

cai jelenségeknek mutatkozása, pl. meleg, hallás, látás stb, melyeket a magok helyén mi is felfejtendünk, míg jelen cikkünk alatt a mozgásnak csak első nemét u.m. az egészben vagy tömegbeni mozdulást fogjuk vizsgálatunk tárgyává tenni. S ezen szón „mozdulás”, mely tanolásunk alá felvett cikkünk címében áll mindig csak ily mozgást fogunk érteni.

§3 Mozgás az út tekintetében

Minden testnek lényegéhez tartozik, hogy a végetlen úrnek valamely határozott részét helyül foglalja el, s ezen sajátját mozgás alatt is meg nem változtatván, mikor mozdul is akkor is helyben van, csak mind más más helyben, mely helyek egyeteme neveztetik a mozgásban levő test útjának, mely utat a test mozdulásában rendre folytonosan

3. oldal háta

jár bé, s ha ezen mozdulás alkalmával a testnek csak egy bizonyos pontja által bėjárt utat vizsgálunk meg, ez lesz egy vonal, és pedig vagy ugyanazon egy és egyenlő vonal a testnek akármely pontjára nézve – mely esetben mondatik a mozgás haladónak – vagy pedig lesznek az egyes pontok útjai körök úgy t.i. hogy a testnek egy egyent formáló pontjai mindnyájan helyöket nem változtatják, a többi pontok pedig mind köröket írnak le, azon mozdulatlan egyen vagy tengely körül, különböző sugáru köröket t.i. mindenik akkora és azon sugárut mekkora és melyik azon pontról a tengelyre bocsátott függő vagy mely esetben mondatik a mozgás tengely körül forgónak vagy fordulónak vagy

4. oldal

harmadszor lesznek az egyes pontok útjai körök, de nem egy egyenes vonalt vagy egy tengelyt, hanem csak egy pontot, a középpontot körbejáró körök, mely esetben lesz a mozgás pont körül forgó. S utoljára lehet a mozgás ezen különböző nemek közöl kettőből elegyedő u.m. haladó és tengely körül forgó, vagy haladó és pont körül forgó egyszersmind, s tehát kimerítőleg felszámálva, lehet a mozgás négyféle u.m.

1ör haladó – p.o. egy folyó víz

2or Tengely körül kerülő – pl. egy óra mutatója

3or Pont körül kerülő

4er Haladó s egyszersmind a) tengely körül kerülő pl. egy haladó kocsikerék vagy b) Haladó s egyszersmind pont körül kerülő

§4 Mozgás sebesség tekintetében

4. oldal háta

Ezen két axiómához 1. minden test helyben létezik és 2. minden test helyben mozog járul 3. egy harmadik is, szerint oly kétségtelen mint a más kettő t.i. az hogy minden mozgás időben történik, mely lehet hosszabb vagy rövidebb, de csupa időpont sohasem.

Az útnak melyek valamely mozduló test elhalad, s az időnek mely ezen haladás alatt eltelik, összehasonlításából ered, a sebesség, vagy pontosabban szólva a sebesebbség és lassabbság képzete, tudni illik egy vagy két testnek két mozgás közöl sebesebbnek nevezük azt mely ugyanazon idő alatt hosszabb utat halad el, s tehát egyenlő sebességű lesz az a mozgás, mely egyenlő idő alatt mind egyenlő utakat teszen – egyenet

5. oldal

egyenetlen sebességű az mely egyenlő idő alatt nem teszen mind egyenlő utakat. S ez utolsó lehet szabályos vagy szabálytalan. Szabályos, ha az egyenetlenségben van valami szabály pl. sebessülő mozgás, ha minden következő időben sebesebb, az az ugyanazon idő alatt többet halad, s lassuló mozgás, mely minden következő idő alatt kevesebbet halad mint ugyanakkora előbbi idő alatt. S ezen sebbessülő és lassuló mozgást mindegyike lehet egyenlően sebbessedő s egyenlően lassuló, ha a mennyivel sebbessedett egy bizonyos idő alatt, ugyanannyival

sebessedik v. lassodik más ugyanakkora idő alatt. Egyenetlenül sebessedik v. egyenetlenül lassodik pedig a mozgás ellenkező esetben, stb. Példákat szóval

§5 Egyenlő sebességű mozgás körül eléforduló műszavak és jelentések

5. oldal háta

Mozgásnál általában s jelesen egyenlő sebességű mozgásnál meg egyértünk, hogy az utat s időt bizonyos önkényűleg felvett egységekkel mérjük, s tehát azokat (az utat és az időt ezen egységeknek számjaival fejezzük ki. Az idő egységéül vétetik rendszeren a másodperc 1/3600 óra, az útnak egy talp. Ha tehát így szólok, azon görkocsinak útja 120000 ideje 1800, tudva hogy amazon minden további magyarázat nélkül 120000 talpot, ezen pedig 1800 másodpercet értettem.

A felvett út és idő egységből legtermészetesebben következik, hogy különböző sebességek összehasonlítására is, sebességi egységnek azon test sebessége vétessék fel, mely egy percz alatt egy talpat halad, mi szerint egy testnek mely minden percz alatt egy talpat

6. oldal

halad, sebessége levén „egy”, oly testnek mely egy percz alatt 10 vagy 100 talpat halad, sebessége lesz 10 vagy 100. S általában könnyű lesz meghatározni valamely egyenlő sebességgel haladó testnek sebességét, bármennyi idő alatt bármennyit haladjon is. Pl. tegyük fel hogy haladott 10 percz alatt 45 talpat, s kérdésben legyen téve, hogy egy így haladó testnek mekkora a sebessége? Minthogy a haladás a föltétel szerint egyenlő sebességű és a szerint haladott 10 percz alatt 45 talpat, hát haladott minden percz alatt $45/10 = 4,5$ talpat, s ennyi annak sebessége. Átalános nyelven pedig, ha akármely test haladási ideje = i számu percz, útja pedig melyek ezen i számu perczek alatt haladt = u számu talp – s a sebessége számát s el fejezzük ki, látni való hogy mindig $s = u/i$, miből egyszerű áttétel

6. oldal háta

útján, még e kettő foly $u = i \cdot s$ és $i = u/s$.

Ha már két mozgásban lévő testnek melyeknek utjuk mit elhaladtak s idejük mi alatt ezt tették tudva van – egymással sebesség tekintetében, vagy ha sebességök van megadva vagy idő tekintetében, egybe akarunk hasonlítani s elnevezzük

egyik test útját, talpakban számlálva = u

másikét ugyanazon mértékben = U

elsőnek idejét perczekben számlálva = i

a másikét ugyanazon mértékben = I

az elsőnek sebességét = s

a másodikét = S

lesz egyfelől $u = i \cdot s$; $i = u/s$; $s = u/i$

másfelől $U = I \cdot S$; $I = U/S$; $S = U/I$

s tehát a kettőt összehasonlítva

$$\frac{u}{U} = \frac{is}{IS}; \frac{i}{I} = \frac{\frac{u}{s}}{\frac{U}{S}} = \frac{uS}{Us}$$

7. oldal

$$\frac{s}{S} = \frac{\frac{u}{i}}{\frac{U}{I}} = \frac{uI}{Ui}$$

s egyszerismind könnyű általlátni, hogy ezen adott képleteknek igazsága nem változik meg, ha szintén az útat, melyet a két test végzett, nem talpakkal, az időt, mely alatt azt végezte, nem éppen másodpercekben, hanem pl. amazt ölekkkel vagy mérföldekkel, ezt órákkal, napokkal vagy akár századokkal mérjük is, csak hogy ugyanazon mennyiséggel mind két mozduló testnél pl.

Egyik test haladott 7 mérföldet 2 óra alatt, másik 33 1/2 mérföldet 10 1/2 óra alatt
Az elsőnek sebességét = s nek

a másodikét = S nek nevezzük lesz $\frac{s}{S} = \frac{7 \cdot 10 \frac{1}{2}}{33 \frac{1}{2} \cdot 2} = \frac{147}{134}$

§6 Egyenetlen sebességű mozgás

Az egyenetlen sebességű mozgás, ha szabály-

7. oldal háta

talán, semmi figyelmet érdemlő szabály alá nem vonható, ha pedig szabályos, miként már említettük vagy sebessedő vagy pedig lassúdó vagy miként hosszasan teszszük sebessedő és lassúdó egymás után szabályosan.

Mind kettő lehet egyenlően vagy egyenetlenül sebessedő és lassúdó.

Egyenlően sebessedő azon testnek mozgása, mely minden következő időszakban, nem csak hogy többet halad mint ugyanakkor megelőzőjében (ennyiért még csak általában sebessedő volna), hanem éppen annyival halad többet mennyivel többet haladott volt ezen megelőzőben, mint a még azt megelőzőt hasonlóban. S tehát amennyivel hosszabb a második perczbeli útja az első perczbelinél, ugyanannyival nagyobb a harmadik perczbeli a második perczbelinél, s szintúgy a negyedik perczbeli a harmadik

8. oldal

perczbelinél, s így tovább. Ily egyenlően sebessedő mozgásnak számtalan példáját tanuljuk a természetben. Ilyen a többek között (közelítőleg) egy szabadon a föld felé hulló kőnek útja, melyet indulása kezdetétől számítva tanulunk az 1^o percz alatt 15 1/2 talpnyinak, a második percz alatt haladása már 46 1/2 talp, s tehát 31 talppal több mint az első perczbeli, a harmadik percz alatt ugyanaz a kő halad 77 1/2 talpat. S tehát ismét 31 talppal többet mint a második perczben, a negyedik perczbeli haladás 77 1/2 + 31 = 108 1/2 talp, s így tovább, minden perczben 31 talppal több mint az azt megelőzőben. Ez tehát nyilván egyenlően sebessedő mozgás. Ilyen egy dült lapon lefelé hengeredő gömbnek is mozgása, s ilyen fog még mutatni egy éppen e végre szerkesztett készületen (az úgy nevezett Atwoodi készületen). Ellenben egy ingattyú hullása, sebessedő

8. oldal háta

ugyan, de egyenetlenül sebessédő mozgásnak adja példáját, mert ha pl. a hulló ingának nehéz tömege, egy századrész perc alatt hullásában haladott egy hüvelyket, a második perc alatt pedig $1\frac{1}{2}$ hüvelyket, vagyis egy félhüvelykkel többet, abból annyi kitetszik ugyan hogy a mozgás sebessülő, de ha a harmadik percbeli út is figyelemre vesszük, azt is nagyobbak fogjuk ugyan tanálni a második percbelinél pl. $1\frac{3}{4}$ hüvelyknyinek, s tehát sebessedés folyt, de nem annyival nevedett vala mint a másodikban, t.i. ott nevedett $\frac{1}{2}$ hüvelykkel, itt csak $\frac{1}{4}$ hüvelykkel, s tovább is így fog folyni, itt tehát egyenetlenül sebessédő mozgás példája áll előttünk. Ilyen volna a holdnak magának ha az a földre esnék, vagy egy holdból kilökött, vagy akárhonnán a föld

9. oldal

vonzási körébe érkezett kő vagy egyéb darabnak hullása a föld felé, azzal a különbséggel, hogy az hovatovább mind többel (vagy pedig kevesebbel, az ingattyu példája) sebessednék.

2. Egyenlően lassudó mozgásnak, mely minden következő perczben annyival lassul, mennyivel lassabb volt a megelőzőben, példáját mutatja egy egyenesen felfelé hajtott kő. A természetben nagyobbára csak 1. egyenlő sebességű, 2. egyenlően sebessédő vagy egyenlően lassudó mozgások vétetnek vizsgálat alá, 3. az egyenetlenül sebessédők és lassudók közül pedig csak némely nevezetesebbek v. gyakrabban eléfordulók tárgyalatnak, pl. az ingattyuk görbe pályája – melyeket ezen sorral fogunk vizsgálat alá venni. De

9. oldal háta

mi előtt a mozgás ezen különböző nemeinek vizsgálatára átlépnénk, lássuk előbb ily okokból származnak a mozgások, s melyik ok származtat ilyen, melyik amolyan mozgásokat. Soroljuk tehát

§7 A mozgás okairól

1. Önkénytelenség

Minden test mozogható, de csak magától egy sem mozdul meg, s szintúgy ha már mozgásban van, csak magától egyszerre nem csak meg nem állapodik, de meg sem sebessül, vagy meg nem lassodik vagy azon arányból amelyben már halad jobbra vagy balra ki nem tér. Ez nemcsak kétségtelen tapasztalati adat, melyet a nagy égi testek soha meg nem állapodó haladása nagyban igazol, hanem az magának a testnek képzetéből is közvetlenül folyó következmény. Mert ha valamely test, a

10. oldal

mondottak közül akármelyiket is tenné, ugy akarni, magát tényre elhatározni képes valóság az az szellem nem pedig test volna. Ezt az alaptulajdonságát a testeknek melyet latinul „inertia”, németül „Trägheit” legjelentőbben pedig magyarul „önkénytelenség” nevével jelölünk, Newton ama híres mondatban fejezte ki: Quodlibet corpus perseverat in stasis suo quietis, nisi viribus alienis, hunc statum mutare cogatur.

§8 Mozgás okairól

II. Erők

Úgy de nyugvó testek megmozdulnak, mozgó testek nyugalomba mennek át, vagy mozgásuknak sebességét, arányát változtatják stb és ha mindezt maguktól nem tehetik, egyéb

10. oldal háta

oknak vagy okoknak kell lenni, melyekből mindazon mozgási állapotváltozások származnak. És már az oly okot (esetet, tényt, körülményt) mely mozgási állapotot változtat. Az az mozgást nem mozgássá, nem mozgást mozgássá alakít által, vagy már létező mozgásnak arányát, sebességét módosítja nevezik erőnek; s ámbár első tekintetre úgy tetszenék, hogy azon felszámálhatatlan nemű és alaku mozgások és mozgási változatok, melyek a roppant természet jeleneteiben minden nyomon mutatnak, szintannyi külön nemű okoknak lehetnek eredményei, de szorosabb figyelemmel, nagy örömeinkre ki fog tűnni, hogy ellenkezőleg áll a dolog, s ez tömérdek mérőhely minden egyes tüneményei kevés számú okokra

11. oldal

vagy erőkre, jelesen kettőre vagy szorosan véve csak egyre visszavihetők, melyekből az önkénytelenséggel kapcsolatban származik, s tehát kimagyarázható, azok mindegyike.

§9 A természetben működő erők számbavétele

1. Vonzó és távolító erők

A testi természetben található minden atomokra nézve, szemben egymással van egy határozott távolság, melyben azok egymásra semmi mozdító hatást nem gyakorolnak, de ha akármely körülménynél fogva, távolságuk ennél vagy nagyobb vagy kisebb, azonnal munkába jön egymás iránti működésök, s az első esetben t.i. ha távolságok nagyobb a kiszabottnál közeledni, a második esetben pedig ha a távolságok kisebb a kiszabottnál, távolodni

11. oldal háta

Fognak egymástól, nyugalmi állapotjokat, csak a kiszabott távolság pontos helyreállása esetében feltalálándók. Ez egy alap, s aligha ha mondhatni nem lehetne – egyetlen egy alap törvénye a testi természetnek, mely egyszerre két erő létezését mondja ki vagy feltételezi melyek:

1. A vonzó erő, mi szerint az egymástól igen távol álló idomok, s atomokból alakult egész testek, ha egyéb ellenző ok közben nem jó, saját természetöknél fogva, egymáshoz bizonyos sebességgel közelednek.
2. A távolító erő, miszerint az igen közel álló atomok, ismét saját természetök szerint egymástól távolodnak

Itt egyszerre legérdekesebb kérdésül önként ötlük előnkbe az, hogy mekkora azon kiszabott távolság, melyen túl a vonzás s melyen

12. oldal

belül a távolodás kezdetét veszi? Mire kétségtelen tapasztalás azt adta feleletül, hogy nagyon kicsi, annyira kicsin, mennyi egy test atomjainak egymástóli távolsága szokott lenni, miből egyszerre következik, hogy két külön darabot formáló test között, annak rendes állapotjában,

nekünk csak vonzási jelenetek mutatkozhatnak, a távolító erő jelenségei pedig, az egyes testeket alkotó elemek körére vagynak szorítkozva.

A vonzási erőnek, a fõn érintett általánosságban létezését, az égi testek forgása, a földi testek föld felé esése, ugyanazoknak egymáshoz való tapadása, a tengerár dagály-apály, s végre minden testek természetének kisebb nagyobb mértékbeni öszvetartása – bizonyítja.

A távolító erőnek pedig hasonló általánosságban létezését pedig, azon szintén kétségtelen

12. oldal háta

tapasztalás, hogy minden test ellenhat kisebb helyre szoríttatásának, az az atomjai egymáshoz közeliítésének, s ha bármiként is csakugyan kisebb helybe szoríttatott öszvekénytetõ ok megszüntével, elõbbi terjedelmére önkényt magától viszzatér, ezt rugalmasságnak nevezetik, s kivétel nélkül minden testeknek tulajdona.

Azonban a vonzás, s az a távolítás, mely minden test, sõt minden atom a természettõl felruházva van, bizonyos körülmények között tetemesen magassul, s ily rendkízüli magassultsága a vonzó erőnek villanyosság (electricitas), a távolító erőnek megnevedése pedig, meleg (calor) név alatt ösmeretes állapotok, s a különös figyelmet, melyet méltán igényelnek, maga rendjén tõlök mi sem fogjuk megvonni.

§10 A természetben mûködõ erõk számbavétele

13. oldal

2. Állati önkény

A testi természet azon kicsin darabkáját, mely ideig óráig az én szellememnek szolgálatjára van rendelve, más szókkal, saját testemet és annak tagjait, csupán akaratom által mozdítom én, s szintúgy más emberek és állatok a magokéit. Az állati önkény tehát, második neme a természetben létező mozdító erõknek, de csak az illetõállat testére szorítkozva.

§11 A természetben mûködõ erõk számbavétele

3. Mozgásban levõ testek

Végre minden test, mely akármi okból mozgásban van, újabb erõ egyszersmind, mert megmozdítja, vagy általánosabban szólva, mozgási állapotját módosítja, mind azon testeknek, melyek mozgási útjában esnek, maga saját mozgási állapotja is, ilyenkor szintén módosítást szen-

13. oldal háta

vedvén, pl. a hulló víz megmozdítja az elejébe tett kerék lapocskáját, ez a kerék koszorúját, ez a tengelyt, ez a belkereket, ez az orsót, a korongot, a malomkövet, s ez megõrli a búzát, míg másfelõl a kerékre hullott víz meglassul.

§12 Ezen erõk egyetemes és osztályozó átnézete

Ennyibõl és ezekbõl áll minden mozdító erõ a természetben, melyeket így is lehetne osztályozni

A.) Eredetileg mozdító erõk, minden mozgás utolsó kútfjejei

- I. Természetiek, szabályszerűek, közönségesek, állandók, szünet nélkül mindig és mindenütt működők
- a) a vonzó és
 - b) a távolító erő

14. oldal

Önkényiek; egyéniek, egyes esetekben alkalmilag működők

Állati önkény

A szállítólag működő erők.

A mozgásban levő testek

Az erők száma tehát, legszélesebb értelemben véve is csak négy, de szorosabban véve a megkülönböztetésekben még kisebbre is lehetne azoknak számát levonni. Ugyanis látni való, hogy a B alatti tulajdonképpen nem új erő, hanem csak az A I. a és b alattiaknak alkalmazása, ha valamely test által már meg van mozdítva, természetes, hogy a vonzó és távolító erőnek alkalmazása megmozdítson egy már oly testet is, mely ezen erők alkalmazási körében belé esik, pl. ha a nap vonzó ereje, s egy eredeti meghajtás körben

14 oldal háta

ben kerülni kényszerítünk egy planétát a nap körül. S egy kisebb planéta vagy ugynevezett darabont vagy hold, ennek vonzási körében esik, természetes, hogy csak az első erő következtében is, ezt mozdulataiban kísérelje, s így tehát maga is mozogjon. Vagy ha egy mozgásban lévő test útjában találván egymást abban belé ütközik, s tehát maga felől eső felületét beholypasztja, annak atomjai ez által közelebb kerülvén a többiekhez, azokat s tehát az egész testet magoktól távozni kényszerítetik, miből következik az addig nyugalomban volt testnek, a csupa távolító erővel megmozdítottatása. S így általában a B alatti erőt, mint feleslegesen felvett a természeti erők sorából ki lehetne hagyni. Szintúgy mint külön erő kimaradhat a A.II. is, részint végtelen kisebb alkalmazhatóságáért A.I. képest, részint mert

15. oldal

ennek alkalmazása is A.I. szerint történik, abból állván, hogy tagjaink atomjait oly állapotba helyezzük, melyekben A.I. szabályai szerint ez vagy amaz mozdulás származik. És így ezt is kihagyván a természeti erők soraiból, marad a más kettő, melyek miként előbb megjegyeztük, csak egy törvény alá befoglalt két esetnek lévén két következményei, tulajdonképpen egyet t.i. azon egyre visszavihetők, s így a természetben működő erők kifejezése egyetlen egy mondatra volna visszavihető. Mindazonáltal mi ezen négy erőre való osztályozást, mely csak véges és hiányos felfogásunk eredménye, éppen ezen hiányosságokért megtartjuk, és úgy alkalmazzuk.

§13 A természet négyféle mozdító erejének legelső nevezetes alkalmazása

Mínt hogy a természetben több mozdító erő

15. oldal háta

az említett négyen kívül nem találhatik, minden mozgásnak vagy a mozgás minden nemeinek ezekből kell származni; s következőleg a mozgásnak nem csak azon neme melyről ez úttal tanolni akarunk t.i. a tömegben vagy egészbeni mozgások, hanem az elem részekbeni

mozgások is, s így általában minden testi mozgás, s tehát minden testeken mutatkozó jelenség, vagyis az egész Physica vagy természettan ezen négy erők uradalmának hódol, miből foly, hogy ezen erők megkülönböztetésére az egész természettannak osztályozását legegyszerűbben s legtermészetesebben lehet építeni. Ez a természetes, egyszerű osztályozás pedig, melyet használnánk azon esetben, ha az egész természettan rendszerét szándékoznánk előadni következő volna.

Minden mozdító erő mozgási állapotot mó-

16. oldal

módosító erők működéseit, a természet és művészet (az az emberi munka előhozatalai) ezen jeleneteiben felkeresni, ezen működések törvényeit kikeresni és megállapítani, s végre ezen törvényekről mindent ami van s ami történik, kimagyarázni, azaz kimutatni, hogy úgy és nem másként lehetett lett történnie, ez a természettan öszvefeladata, melyet három szakaszokban öli meg.

Az elsőben elé adja mindenféle erők működésének közös törvényeit. Ez az általános természettan. Physica generalis

A másodikban rendre veszi az erők felszámlált nemeit, s mindeniknek saját törvényeit fejt ki. Ez a részleti természettan Physica specialis

E két szakasz együtt alkotja az elméleti természettant Physica (experimentalis – theoretica)

16. oldal háta

A harmadikban bonczolás alá veszi részint a természet nagy háztartásában előforduló bonyolult jeleneteket, részint az ember alkotta műveiket, s azokra az elő részben megállapított törvényeket alkalmazván kifejti, hogy miként történnek bennök és rajtuk azok, amiket tapasztalunk. Ez az alkalmazott természettan Physica applicata, melynek körét három főosztályokra lehet feltáblázni

A világ alkotmányát ösmerteti s annak jelenségeit magyarázza a Csillagászat – Astronomia.

Különösen a földet, s jelesen azt ami ebben állandó magyarázza a természeti földisme Geographia Physica, melynek előzménye és segédtudománya a terjtani földisme a Geographia mathematica, azt pedig mi a földön vagy ahoz tartozólag csak

17. oldal

csak mulékony jelenség, pl. eső, szivárvány, földingás felvilágosítja a Tümenényt – Meteorologia.

Emberi műveket vizsgál és magyaráz ki a Mútan – Technologia, mely a tárgyak különfélesége szerint, ezen különböző ágakra szakad, melynek a Gépészet v. Mechanica, Építészet v.

Architectura. Legtöbb részeiben segítségül használják a vegytant –v. Chemiat, s mindenikben pedig a Mértant v. Mathesist.

Azonban mi ezúttal nem az egyetemes természettant, hanem annak csak egy, ámbár legnevezetesebb szakaszát szándékozván előadni, a fenebbi osztályozásnak hasznát; egész terjedelemben itt nem vehetjük, hanem azt, mint nagyon czélszerűt, s a logica kívánatait merőben kielégítőt, alkalmasabb helyre fenntartván, ezúttal tanolunk csak

17. oldal háta

az elméleti természettant, vagy is a közönséges természettan azon törvényeiről, melyek a testek tömegbeni mozdítására taroznak tehát

Egyetlen könyv

A testek tömegbeni mozgásokat okozó erők törvényeiről

§1 Az erőkről és a súlyról

Erő az ami mozdít, s nagyobbnak mondatik az az erő, mely valamely dolgot nagyobb mértékben, azaz sebesebben megmozdít, kisebbnek pedig az mely ugyanazt lassabb mozgásban mozdítja, s tehát egyenlő nagyságú erők azok melyek ugyanazon testet egyenlő sebességű mozgásba indítanak. Ez utolsó jelmez helyett

18. oldal

lehet mondani azt is: egyenlő erők azok melyek egy testre, de ellenkező arányban alkalmazva egymás hatályát lerontják, tehát mozdulatlanságot származtatnak, egyetleneknek azok melyeknek egyike a másik hatályát egészen meg nem semmisíti, de gyengíti, s a kettő közül kisebb az melynek hatása egészen elenyészik, a mondott esetben nagyobb az melynek hatásából valami megmarad.

Ez tehát az erők jellemzése, magoknak az erőknek oldaláról, de hasonló jellemzés lehetséges magoknak a dolgoknak, vagyis a testeknek oldaláról is.

T.i. minden erő megmozdít minden testet, ha reá hat, kisebb vagy nagyobb mér-

18. oldal háta

tékben, azaz kisebb vagy nagyobb sebességgel, s az a különbség mely a testek között ezen tekintetben mutatkozik, mi szerint t.i. ugyanazon erő az egyik testet sebesebb, másikat lassabb mozgásba indítja, nevezeték a testeken azok súlyának, s jelesen nagyobb és pedig annyszorta nagyobb súlyúnak mondatik az a test mely valamely erőtől lassabban, és pedig hányszorta lassabban mozdul meg, ellenben, kisebb súlyúnak, mely ugyanazon erőtől sebesebben, és pedig annyszorta kisebb súlyúnak ahányszorta sebesebben mozdul meg. Pl.

19. oldal

Egy tekegolyót lábam izmainak közepszerű ráfordításával 15 lábnyi sebességbe tudok indítani. Ugyanazon lábbal ugyanakkora rugást alkalmazván magára a földgömbre, az egy quadrilliószorta lassabban, azaz éppen nem fog mozdulni, miért? Mert súlya a tekegolyónál quadrilliószorta nagyobb. Szintúgy az a töltés puskapor mely egy puska golyót 1660 lábnyi sebességbe indít, egy harminckétszer nagyobb súlyú ágyugolyóra alkalmazva az csak 50 lábnyi sebességbe fogja indítani. És itt megjegyzést érdemel a könyveknek egy tévedésen alapuló balértelmű kifejezése. T.i. a testek egymásiránti vonzódása is mértékszere azoknak súlyával, s következőleg egy kétszerte, háromszorta, n-szerte nagyobb súlyu

19. oldal háta

súlyu test, kétszerte, háromszorta, n-szerte erősebben vonzódik ugyanazon testhez, pl. a földgömbhöz. És már a köznyelvnek tévedése abban áll, hogy itt is, miként gyakran szokta, azokat az u.m. a súlyt az okozattal u.m. vonzódással, vagy a földnél a nehézséggel, egybetévesztvén ez utolsót u.m. a nehézséget szokta a súly neve alatt érteni, de hibásan, mert a súly igaz fogalma az melyet mi adtunk, a nehézségnek pedig a súlyhoz mértékszeressége

csak egy történetes, és külön tapasztalatok által valószínűsíthető, egyébként nagyon könnyen is valószínűsíthető körülmény, mert pl. minden perczen tapasztalván, hogy a legkülönbözőbb súlyú testek egyenlő sebességgel hullanak a föld felé, ebből egyszerre következik, hogy azon erőnek mely

20. oldal

mely pl. egy nagy súlyú követ oly sebesen képes megmozdítani föld felé, mely sebesen esik ugyan arra felé egy kisebb követ, nagyobbak kell lenni azon erőnél mely az utolsót mozditja, még pedig éppen annyiszorta, hányiszorta amannak súlyú nagyobb emennél, s így nagy és kis súlyú testek egyenlő sebességgel esése nyilván bizonyítja, hogy a nagyobb súlyúak inkább is vonzódnak a föld felé, mégpedig éppen súlyaik mérték szerében.

§2 A súly tényezője

Micsoda körülményektől függ az hogy egyik testnek nagyobb, másiknak kisebb a súlya. E részben már nem a közélet műveletlen nyelve, hanem a tudósok nyelve vagy

20. oldal háta

tudománya esett egy nagyon vastag, könnyen kimutatható tévedésbe. T.i. a természettudósok szinte a mi időkig azon véleményben lévén, hogy bármely anyagnak elemei mind egyenlő súlyúak lennének, minden test súlyának csak két tényezőt vettek fel, u.m. 1) a testnek nagyságát és 2) az abban foglaltató elemek v. atomok kisebb vagy nagyobb tömörségét. Mi igen helyes, és szó nélkül elfogadható is volna, ha az elemek egyenlő súlyáról felvétel megállhatna. De ennek világosan ellentmond az újabb Chemia, nyilván kimutató azt hogy rendszeren egy chemiai elegyben egyesülő két testek közül egyben annyi az elem mint a má-

21. oldal

$u = 4,75^2 \cdot 15,5 = 349,72$. De

2. Tudván a hang haladásának törvényét, egy észlelővel és észleléssel is célt lehet érni, mit annál szívesebben teszünk, minthogy különben is egyezően járó órákra szert tenni nagyon bajos. Tehát megállván a megméréendő magasság felső pontjánál pl. a bánya szájánál, s egy követ hullatván megjegyezzük egy órán a kő elmozdulása, s a megérkezéskori koppanás időpontjának meghallása időpontjait, s az e két időpont közötti időt nevezzük I-nek. Valamint a keresett mélységet vagy magasságot m-nek. És már ezen I idő alatt két dolog történt meg,

u.m. a lebecsátott kő leérkezett a megméréendő magasság aljára, mire kellett idő $i = \sqrt{\frac{m}{r}}$, és a

leérkezett, s akkor megkoppant kőnek hangja vissza fel érkezett az észlelőhöz, mire mint a hang egy perc alatt 1085 lábat halad, kell $m/1085$, vagyis

$I = \sqrt{\frac{m}{r} + \frac{m}{1085}}$, mely egyenlet m-re nézve

21. oldal háta

Feloldandó, s a következő átalakítás eszközöltetik (elnevezve $1085 = h$)

$$\frac{m}{r} + \frac{m}{h} = I$$

általvíve

$$\frac{m}{r} = I - \frac{m}{h}$$

felemelve

$$\frac{m}{r} = I^2 + \frac{m^2}{h^2} \cdot \frac{2Im}{h}$$

szorozva

$$mh^2 = I^2 h^2 r + m^2 r \cdot 2Imrh \quad \text{általvíve } m^2 r - 2Ihrm - \frac{h^2}{r} m = -I \text{ mindkét oldalt}$$

$$\text{pótolva } m^2 - \left(2Ih + \frac{h^2}{r} \right) m + I^2 h^2 + \frac{h^4}{4r^2} + \frac{Ih^3}{r} = \frac{h^4}{4r^2} + \frac{Ih^3}{r}$$

$$\text{Gyökeret vonva és átvíve } m = Ih + \frac{h^2}{r} \pm \sqrt{\frac{h^4}{4r^2} + \frac{Ih^3}{r}} \text{ vagyis}$$

22. oldal

$$m = Ih + \frac{h^2}{r} \pm \frac{h^2}{r} \sqrt{1 + \frac{4Ir}{h}}$$

Hogy a gyökérjegy elejébe melyik illjék a két jegy közöl, kitetszik, ha meggondoljuk, hogy ha $I = 0$ lenne, kell $m = 0$, mit csak úgy leend, ha a $-$ előjegyet tartjuk meg, mi is ezt adja

$$m = Ih + \frac{h^2}{r} - \frac{h^2}{r} \sqrt{1 + \frac{4Ir}{h}}, \text{ mely ily alakba is lehet foglalni } m = Ih - \frac{h^2}{r} \left(\sqrt{1 + \frac{4Ir}{h}} - 1 \right) \text{ vagy}$$

h és r helyökbe tudva levő becseiket visszahelyezve

$$m = 1085I - 36108,516(\sqrt{1 + 0,05869} - 1)$$

Példa: Azon svédhoni üregek közt, melyek a Klim Miklós című ismeretes gúnyregény alapjául szolgáltak, találtatik egy melyből, a beléhulló kő koppanásának hangja 25 perc múlva érkezik vissza. Itt tehát $I = 25$ s

$$m = 1085 \cdot 25 - 36108,516(\sqrt{1 + 0,05869} - 1) = 5868,14$$

22. oldal háta

§9 Következtetés a fenebbiekből

A fenebbiekben láttuk, hogy ha valamely erő ugyanazon irányban hat egy már mozgásban levő testre, mely arányban az már előbbi megindításánál fogva mozgásban van, ezen mozgási állapotban reáható erő sebességét megnevelé annyival mennyi sebességet származtatna benne ugyanazon erő, reá nyugalomban levőre hatva, s tehát az erő egyaránt hat reá akár már mozgásban legyen a test akár nyugalomban állapotjában találtassék, mi kimutatódik az által, hogy ha még egy test létezik, melyre nézve a fennforgó test viszonylagos

nyugalom állapotjában van, az az mindkettő valóságos nyugalom vagy egyenlő mozgás állapotjában az erő mely csak egyikre hat ezen két

23. oldal

testek közül, abban a másakra nézve egyenlő mozgást hoz elé mind a két esetben. Ennek az igazságnak, mely az újonnan ható erőnek az előbb adottal egyező arányúsága esetére, már a föld felé hulló testek példáján bé van bizonyítva, tovább folytatása abban áll, hogy ugyan ennek van hely minden más esetekben is, t.i. akármily aránya legyen az újonnan ható erőnek, akár ellenkező az előbbivel, akár vele valamely 180° nál kisebb szögöt formáló, mit bébizonyíthatunk vagy jobban mondva kimutathatunk, egy már utazásban levő hajónak példáján, melynek mozgásában annak minden része s minden rajta levő tárgy egyenlően részt vesz, s még is akármelyikére a rajta lévő tárgyaknak hasson valamely erő, az az egész hajóhoz, s a rajta levő többi tárgyakhoz képest ugyanazon mozgást fogja elő-

23. oldal háta

hozni, az egész hajó helyt állása vagy haladása, mozgásbani léte esetében. Azonban látni való, hogy a főforgó test egyszerre ugyanazon időben két mozgásban volt. Egyikben melyre őt, az őt külön mozdító erő hajtotta, másiban mely az egész hajót, s azzal minden rajta levő testet, s azok között a főforgót is vele együtt mozdította, s azon alapelv nyomán, mi szerint t.i. egy testre egyként hat akármely erő, akár mozgásban legyen már az, akár nyugalomban, a test lesz egy bizonyos akármekkora idő elteltével ott hol kell lennie akármennyi idő teltével azon esetben, ha ezen időnek egyik egyik felét az egyik mozgásra, másik felét pedig onnan hova ezen elsővel érkezett, a másik mozgásra fordított volna – vagy ha azon párhuzány átlójának végén, mely párhuzánynak egyik oldala az egyik mozgásnak arányát és mekkoraságát, másik oldala a másik mozgásnak arányát és mekkoraságát

24. oldal

Természettan – Folytatás (2^k félév)

§1

A vonzás harmadik esete

Vonzódnak egymáshoz és pedig az általános vonzásnak ugyanazon szabályai szerint, melyeket először két égi testnek egymást iránt amit az egy égi test s egy ahoz tartozó vagy annak egy részét tevő két test között kimutattunk – az egyes égi testeket tevő külön testdarabok is, vagy a földre, mint e részbeni tapasztalataink egyedül lehetséges térmezejére szorítkozva – vonzódnak az egyes földi testek egymáshoz – s a föld egyes darabjaihoz, mit már több oldalu példákban kimutatunk.

§2

Nagy hegyek vonzása

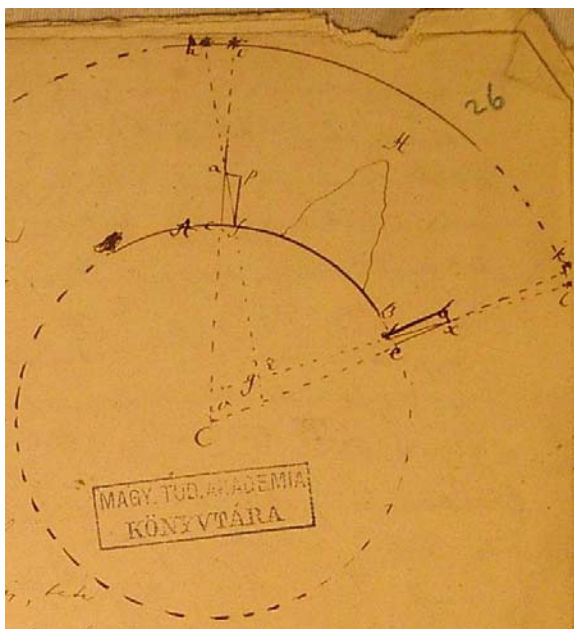
Hogy a földgömb egyes részei költsönösön egymás

25. oldal háta

mást vonzák, azt az egész föld ösvetartása, általában és kétségtelenül bizonyítja. De hogy az egész földgömb tetemesb egyes darabjai, pl. egy nagy hegy vagy havas ugyanezt oly mértékben teszik valamely apró test iránt, ezt közvetlen pontos kísérletek által különböző tudósok kimutatták, s jelesen

1. Bouguer frank tudós azon alkalommal midőn a föld alakjának meghatározása végett a frankhon királyával egy tudományos bizottmány küldetett vala déli Amerikába tömérdek bajjal, de hasonló pontossággal is eszközölt egy ily mérést a Chimborasso nagy hegyet illetőleg, melynek az volt az eredménye, hogy a Csimborasszo egy szabadon függő függönyök – különben a föld középpontja felé intézett arányát maga felé vonja, s így rendes arányából kitesz 7 – 8 másodpercnyi szöggel. Hogy egy ilyes mérésről tudatos fogalmat szerezzünk magunknak ábrázolja AB a föld felületnek egy darabját, vagy függjön két függöny szabadon a – nál és x – nél, ezeknek iránya lesz

26. oldal



C vagy a föld középpontja felé, hol egymást vágják, s alkotják a v szögöt melyek mértéke a földnek ce vagy az égnek két i és k csillagok közt fekvő, egyébaránt Ce -hoz egyenlő íve. De legyen a két állomás között egy jó forma H hegy, melynek anyagja a földgömb egész tömegéhez képest is, tesz mesécske vonzást gyakoroljon a függönyökre s azokat vonza maga felé ap és xb irányban a hulló testeknek, s tehát a b csüggő függönytől megfeszített czérnának is iránya, nem ac és XE , hanem af és xd lesz, azon egy oly párhuzánynak átlója, mely párhuzánynak két egymás melletti oldalai u.m. ap és ac s viszont xb és xe ugy vagynak egymáshoz mint ahogy vonzása a föld vonzásához, ekkor tehát a vonzás arányát megnyujtva a föld felé, az az nem a föld középpontjában u.m. cC -ben, hanem a felületben közelebb u.m. G -ben fogják egymást vágni s z szögöt formálni, mely nagyobb v nél

26. oldal háta

S melynek mértéke nem ik többé hanem hl égi ív s következőleg hi és kl ívek mértékei a függöny elhajlásának, mely elhajlási szöge tudásából a párhuzány két egymást egymás

melletti oldalának egymáshoz mértékszerét, vagy a hegy és föld vonzási mértékszerét, és következésképp a hegynek nagysági mértékét, s anyagjának minőségét következésképp s egész hegynek súlyát kiszámítván, ebből az egész földnek is súlyára legalább közelítőleg következtetni lehet.

2. Hasonló próbát tett angol csillagász Mashely?? Déli Scotiában fekvő Shehalkin (régi celta névvel Tin halkin) hegységen hol a függöny elhajlását 54'' nek találta, s mivel egy oly párhuzányban melyben az átlónak az egyik oldallalbeli szöge = 54'' a kisebbik oldal a nagyobbiknál 3820 szorta kisebb, tehát a Shehalkin hegynek vonzása ennyiszerte volt kisebb a föld vonzásánál, de ez még korán sem azt teszi, hogy maga a hegy ennyiszerte lett volna kisebb a föld tömegénél vagy a föld maga ennyiszerte nagyobb a Shehalkinénél, mert a függönyhez jóval közelebb állott mind a föld középpontjának attóli távolsága, jelesen ha a

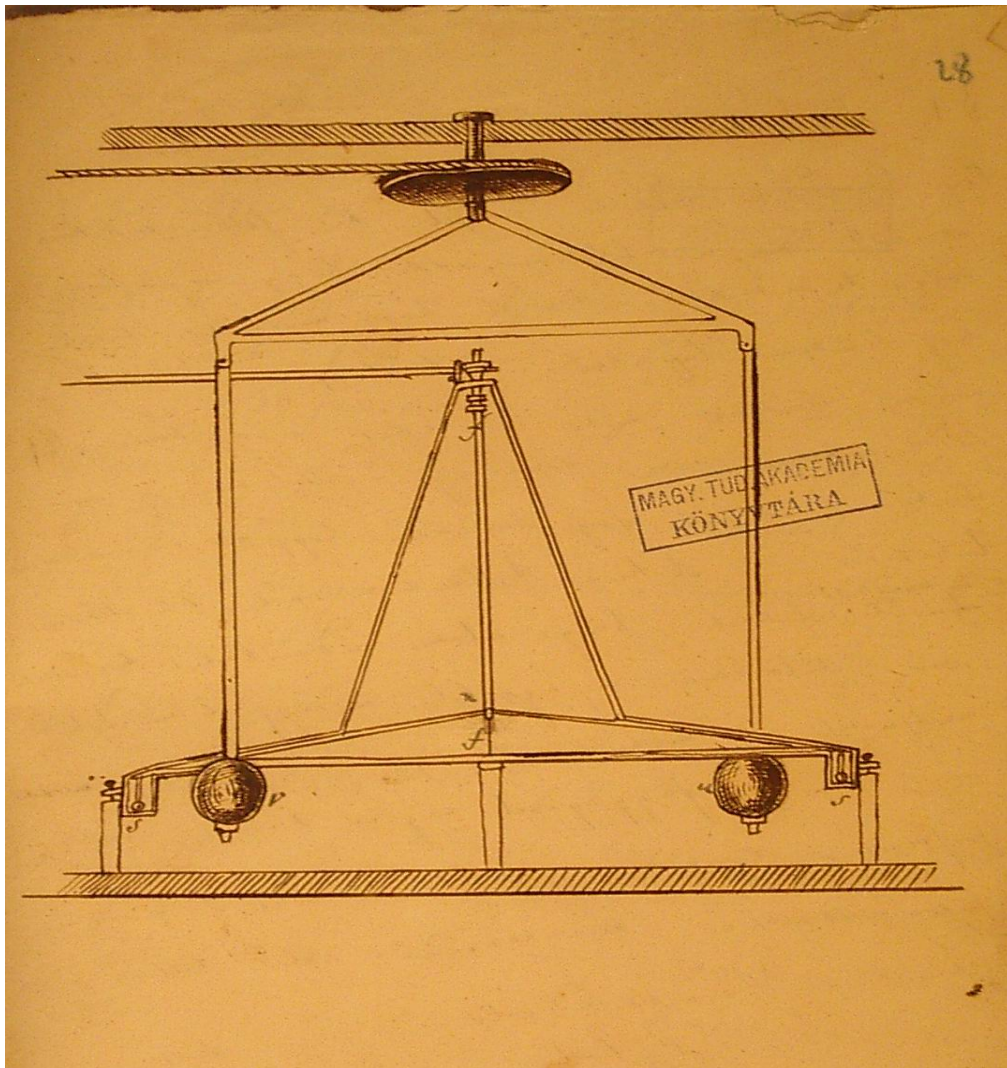
27. oldal

Függöny távolságát a hegy massájának középpontjától vesszük, egy fél mérföldnek kisebb volt ezen középponthoz a függöny 1718,873 szerte, tehát ez okból kevesebbé vonzott volna $1718,873^2$ szerte, ha oly messze lesz mind a föld középpontja, s két egyenlő távolságban a földdel, a hogy kevesebbé vonja a függönnyt mint a föld $3820 \times 1718,843^2$ szer = 11286 milliószer, ennyiszerte kisebb tehát Shehalkin tömege a földénél, vagy ennyiszerte nagyobb a földé a Shehalkinénél, s mint hogy Shehalkin nagyságának pontos felmérése, az őt alkotó anyagok súlyának lehető pontos felszámítása nyomán úgy jött ki, hogy az egész Shehalkin massája = mintegy 1144 billió font, s tehát az egész földé = mintegy 13 quadrillió font, miszerint a föld tömegének közép-súlyszere volna = 4,56. Hasonló mérést tett ingattyú segédelmével Cassini a Mont Cenis hegyen a legújabb időben (1824) s csaknem ugyanezen eredménnyel.

27. oldal háta

§3 Tekeredő mérleggel próbák

Nem csak egy nagy, néhány billió font tömeg, de egy két másás gömb is gyakorol tapasztalható vonzást egy kicsin szerű földi test iránt, mely kiszámítható lesz, csak a vonzott test legyen elég könnyen mozdulható arra hogy vonattatását mozdulásával kimutathassa. E végre pedig nem elég sem az hogy a vonattandó testet egy hajlékony szálla felfüggeszszük, mert a hozzá közel tartott vonzó test, magához vonzásában kénytelen volna azt kissé felfelé emelni, a vonzott test csak köríven mozoghatván, sem az hogy valamely sima lapra helyezik, mert ezen esetben is a surlási akadály elég lesz a mozdulást akadályozni, s az által a vonattatási hatályt észrevehetetlenné tenni. Hanem ily aránylag csekély erőttől megmozdítatást kimutathat csak Coulombról elnevezett tekerődő mérleg, melynek rajzolatját kimutatja az ide mellékelt tábla s melynek segédelmével egy jeles angol természettudós Cavendish tett jelen tárgyra tartozó kísérleteket, s azokra épített a föld tömegét kissé nagyobbra adták mint a Meselyn kísérleteiből számította vala Hutton.



28. oldal háta

§4 Egyéb ide tartozó kísérletek

Egy harmadik módszer, mellyel két földi test közti vonzást annyira lehet magosítani, hogy magát láthatólag kimutatva abban áll, hogy mindeniket lehetőleg megszorítván lapjaikkal szembe tegyük s kissé egymásra szorítsuk, mikor is, részint egy nagy közelség, részint az érintkező részek sokasága által annyira szembeötlő vonzás fog származni, hogy azt észre nem venni lehetetlen. A híres Musherbrock tett először ily öszvetapadási kísérletet henger alakú rúdacsákákat készítvén különböző anyagokból mintegy 2 hüvelyk átmérőjűeket. S azoknak egy végét jól megszorítván sőt még fagygyuval meg is kenvén, szemben joformán egymásra nyomta, mikor is az ismert szétválasztásokra következő erőket kellett alkalmaznia. Ha a két rud volt vasból – 300 font, olomból 270 font

29. oldal

rézből 200 font, üvegből 100 font.

Azonban ezen kísérletek jelentőségéből sokat levon a reájok kent fagygyu, s levon minden esetben mintegy 30 fontot a levegő nyomása, úgy hogy az általános eredmény csak arra

megyen ki, hogy a rudak némi öszvetapadása kétségtelen. Mi egyébként a fagygyu s levegőnyomás eltávoztatásával is meg van próbálva.

§5 Egyéb észrevételek

Egyéb észrevételek is adják elé magokat, melyekből kétségtelenül kitűnik, hogy egyes apró földi testek vonják egymást s vonzódnak egymáshoz. Ide tartozik az apró pornak falra és butorzatra nem csak akkor lerakódása mikor azokon nyugszik s általok feltartódik, hanem alsó fe-

29. oldal háta

felökre is, midőn lehullásoknak semmi akadály ellent nem áll, s még is függve maradnak pl. a ház felpadlatán, egy ruhának alólfelőli lapján, stb

§6 Fő bizonytsága a vonzódásnak

de a földi testek, sőt azok legkisebb részei egymás iránti vonzódását legtisztábban bizonyítja minden egyed testdarab, mely maga atomjainak öszvetartása (cohaesio) által formál, éppen egy darabot, s azoknak szétválasztása ellen kisebb nagyobb erővel ellenhat, még pedig azon vonzódásnál mely az egy testdarabot stb lásd a békötött könyvben.