

55388

264.

ÉRTEKEZÉSEK
A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

XI. KÖTET. XXIII. SZÁM. 1881.

VEGYERÉLYTANI
VIZSGÁLATOK.

I. értékesítés.

A CALORIMETRIKUS MÉRÉSEK ADATAINAK
ÖSSZEHASONLÍTÁSÁRÓL.

THAN KÁROLY

RENDES TAGTÓL.

(Előadta a III. osztály ülésén, 1881. okt. 17.)



Ára 20 kr.



BUDAPEST, 1881.

A M. TUD. AKADEMIA KÖNYVKIADÓ-HIVATALA.
(Az Akadémia épületében.)

É R T E K E Z É S E K

a természettudományok köréből.

Első kötet. 1867–1870.

Második kötet. 1870–1871.

Harmadik kötet. 1872.

I. A kapaszkodó hajózásról. Kenessey. 20 kr. II. Emlékezés Neilreich Ágostról. Hazslinszky 10 kr. III. Frivaldszky Imre életrajza. Nendtvich. 20 kr. IV. Adat a szaruhártya gyurmájába lerakodott festanyag ismertetéséhez Hirschler. 20 kr. V. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből. Dr. Fleischer és Dr. Steiner részéről. Előterjeszti Than. 20 kr. — VI. Közleményei a m. k. egyetem vegytani intézetéből, saját maga, valamint Dr. Lengyel és Dr. Rohrbach részéről. Előterjeszti Than. 10 kr. — VII. Emlékezés Flór Ferencz felett. Dr. Póor. 10 kr. — VIII. Az ásványok olvadásának meghatározása új módja. Szabó. 16 kr. — IX. A gombák jelleme. Hazslinszky. 10 kr. — X. Adatok a zsírfelszívódáshoz. Thanner. 60 kr. — XI. Adatok a madárszem fésűjének szerkezetéhez és fejlődéséhez. Mihálkovic. 25 kr. — XII. A vese vérkeringési viszonyairól. Högyes. 50 kr. — XIII. Rhizidium Englenae Alex. Braun. Adalék a Chytridium félek ismeretéhez. Dr. Entz. 30 kr. — XIV. Vizsgálatok az emlősök fülcsigájáról. Dr. Klug. 40 kr. — XV. A pesti egyetem ásványtárában levő földpátok jegecsorozatai. Abt. 60 kr.

Negyedik kötet. 1873

I. A magyar gombászat fejlődéséről és jelen állapotáról. Kalchbrenner. 25 kr. — II. Az Aethyloxalátnak hatásáról a Naphtylaminra. Balló. 10 kr. — III. A salvinia natans spóráinak kifejlődéséről. Jurányi. 20 kr. — IV. Hyrtl Corrosio-anatomiaja. Lenhossek. 10 kr. — V. Egy új módszer a földpátok meghatározására kőzetekben. Szabó. 80 kr. — VI. A beocsini márga földtani kora. Hantken. 10 kr.

Ötödik kötet. 1874.

I. Emlékezés Kovács Gyula fölött. Gönczy. 10 kr. — II. Magyarország téhelyröpiének futoczféléi. Frivaldszky. 40 kr. — III. Beryllium és aluminium kettős sók. Welkov. 10 kr. — IV. Jelentés a Capronamid előállításának egy módjáról. Fabinyi. 10 kr. — V. Időjárási viszonyok Magyarországon 1871. évben; különös tekintettel a hőmérsékre és csapadéokra. 7 táblával. Schenzl. 50 kr. — VI. A Nummulitok rétegzeti (stratigraphiai) jelentősége a délnyugati közép-magyarországi hegység ó-harmadkori képződményeiben. Hantken. 20 kr. — VII. A vízből való élet- és vagyonmentés eszközei. Kenessey. 20 kr. — Adatok a látahártya-maradvány kórodi ismeretéhez. VIII. Hirschler. 15 kr. — IX. Tanulmány a régi zsidók orvostanáról. Dr. Rózsay. 25 kr. — X. Emlékezés Agassiz Lajos k. tag fölött. Margó. 15 kr. — XI. A rakováci sanidintrachyt (?) és földpátjainak vegyelemzése. Koch. 10 kr.

Hatodik kötet. 1875.

I. Emlékezés gr. Lázár Kálmán felett. Xántus. 10 kr. — II. Dorner József emléke. Kalchbrenner. 12 kr. — III. Emlékezés Török János l. t. felett. Érkövy. 12 kr. — IV. A suly- és a hő állítólagos összefüggéséről. Schuller. 10 kr. — V. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegytan. intézetéből. Dr. Fleischer. 20 kr. — VI. A knyahinai meteoritkö mennyileg vegyelemzése. Dr. Than. 10 kr. — VII. A színérzésről indirect látás mellett. Dr. Klug. 30 kr. — VIII. Egy felszíni Hypogaeus. Hazslinszky. 10 kr. — IX. A margitszigeti hévforrás vegyi elemzése. Than. 10 kr. — X. Öt közlemény a m. k. Egyet. vegytani intézetéből. Előterjeszti Than. 20 kr. — XI. A kőzetek tanulmányozásának módszerei stb. Dr. Koch. 30 kr. — XII. Nyolcz közlemény a m. k. egyetem vegytani intézetéből. Előterjeszti Than. 30 kr.

264.

VEGYERÉLYTANI
VIZSGÁLATOK.

A CALORIMETRIKUS MÉRÉSEK ADATAINAK
ÖSSZEHASONLÍTÁSÁRÓL.

THAN KÁROLY

RENDES TAGTÓL.

(Előadta a III. osztály ülésén, 1881. okt. 17.)



BUDAPEST, 1881.

A M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVKIADÓ-HIVATALA.

Az Akadémia épületében.

SZEK
DUPLUM

Budapest, 1881. az „Athenaeum” r. t. nyomdája.

III.

Vegyerélytani vizsgálatok.

A calorimetrikus mérések adatainak összehasonlításáról.

Több év óta foglalkozva a Bunsen-féle calorimetrikus módszer tökéletesítésével, gyakran tapasztaltam, mennyire szükséges volna, hogy annak adatait a vízcaloriméter adataival biztosan összehasonlíthassuk. Hogy ez összehasonlítás lehető legyen, mindenekelőtt szükséges a hőegység fogalmának határozott megállapítása. Ez egység alatt rendszeren ama hőmennyiséget szokták érteni, mely a víz tömegegységének hőfokát 0° -ról egy fokra képes felemelni. A vízcaloriméterrel történő méréseknél azonban a hőmennyiségek 6° — 25° C. határok között, tehát leginkább 15° C. körül határozottnak meg. Ez eljárás feltételezi, hogy a víz fajhője az említett magasabb mérsékleteknél ugyanazzal az értékkel bír mint 0° -ál. Az újabb vizsgálatok azonban kétségtelenül kiderítették, hogy a víz fajhője, mikép más folyadékoké, a hőmérséklettel változik, és hogy a 0° -nak megfelelő fajhő a víznél voltaképen biztosan nem ismeretes. E körülménynél fogva a tényleg használt hőegység tulajdonképen nem egyéb, mint a víz közép fajhője a fönnevezett hőmérséki határok között. Mivel azonban a víz fajhője e szűk határok között is, habár nem jelentékenyen, változó, be kell vallanunk, hogy a tényleges hőegységnél a határozott egységnek épen legfőbb kellékei, t. i. a változatlanság és az újból meghatározás könnyisége, hiányoznak. Hlynemű megfontolások következtében hoztam egyelőre legalább a jégcaloriméterrel nyert adatok kifejezésére a »jégcaloria«-t javaslatba. Ez mindamaz előnyöket egyesíti, melyeket valamely egységtől méltán megkövetelhetünk. Hogy ez egységet a vízcaloriával összehasonlíthassuk, okvetlenül szükséges volna a víz olvadási rejtett hőjének ismerete vízcaloriákban pontosan kifejezve. Miután ez hiányzik, a víz- és jégcaloriméter adatainak összehasonlítása

eddigelé tulajdonképen lehetetlen volt. E nagy hiány sok tekintetben akadályozta a legkitünőbb calorimetrikus módszernek általános használatát. E hézag pótlása végett kísérleteket tettem, melyek által, úgy hiszem, a kitűzött célét elég biztosan elértem.

Megkísértettem lehetőleg szigorúan ama higany mennyiség meghatározását, melyet a jégcalorimeter akkor szív be, ha megmért mennyiségű ezüstöt dobunk belé, mely előbb a víz forró pontjáig volt felhevítve. Az ezüst fajhőjét 100° felső és $8.5-13^{\circ} C.$ alsó határok közt, Régnault, a vízcalorimeterben nagy szabotossággal határozta meg. Ennek segítségével fönnérintett észleléseimből könnyen kiszámíthatjuk ama higany mennyiséget, mely a tényleg használatban levő hőegységnek felel meg. Ha ez érték birtokában vagyunk, akkor a jégcalorimeter adatait közönséges hőegységekben a szabotosság ama fokával fejezhetjük ki, mint a melylyel a fönnérintett higany mennyiséget meghatároztuk.

A kérdéses cél elérésére kísérleti anyagúl az ezüstöt kevetkező okokból választottam. Mindenekelőtt, mert azt legkönnyebb egészen tisztán előállítani, és mivel megolvasztás által állandó molekuláris állapotot vesz fel, melyről leginkább feltehettem, hogy physikai és chemiai sajátságai egészen megegyezők lesznek a Régnault által használt kísérleti anyagéval. Az ezüst ezenfölül egyike levén a legjobb melegvezetőknek, a vízcalorimeterben tehát a hőmérséklet kiegyenlítése kétségen kívül igen gyorsan történt, már ez oknál fogva is feltehető, hogy az ezüst egyike ama fémeknek, melyeknek fajmelegét Régnault remek kísérletei által a legszigorubban határozhatta meg.

A kísérletekhez vett ezüst hevenyen kicsapott egészen tiszta chlorezüstből electrolytikus színtés által lett előállítva, egy nagy platincsészében. A csésze képezte a negativ sarkot, a positiv sarok egy zinkrúd volt, mely higitott sósav alá volt merítve és a chlorezüstől pergamentpapir diaphragma által volt elkülönítve. A színtett ezüst, teljes kimosás után a durranó légfúvóval szézen gömbölyű tömbbé olvasztatott meg. A tömb egy dudorodása meglapíttatván a teke érintőjének irányában átlyukasztatott és miután az egész felület fényessé simíttatott,

ugyanazon ezüstből készült horoggal lett ellátva. Vegyi vizsgálat által a kérdéses ezüstben az idegen fémeknek csekély nyomai sem voltak kimutathatók. Az ezüst súlyát a kísérletek előtt és azok befejezése után, a kettős mérés módszere szerint gondosan meghatároztam. Légüres térre vonatkozó súlya volt:

a kísérletek előtt = 21·28739 gramm

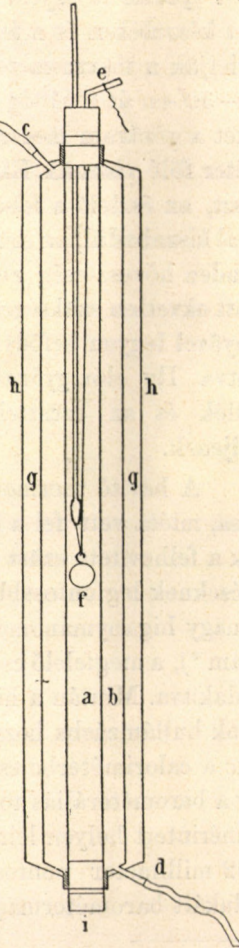
a » után = 21·28703 »

középértékben = 21·28721 »

Az alább következő számításokhoz e középértéket használtam.

A hevítő készülék igen egyszerű és elvben a Régnault által használthoz *) egészen hasonló volt. A mellékelt 1-ső ábra szerint egy két cent. széles és 40 cent. hosszú, mindkét végén nyílt üvegcső *a* belé volt illesztve egy 4 cent. széles üvegcsőbe *b*, melynek keskenyedő végei kautsukcső segítségével a Liebigféle hűtő modorában légzárólag voltak az előbbivel összekötve. A készülék használatánál a külső körülövedző cső felső végénél *c*-nél egy lombikból vizgőzt vezetünk be, míg a gőz fölöslege és a megsűrűsödött víz a készülék alsó részén *d*-nél egy lefelé irányzott széles kautsukcsővön távoznak el. A belső cső felső nyílásába dugaszszal egy igen régi Geiszler-féle normalthermométer úgy volt berendezve, hogy a 100-ik foknak

1. ábra.



*) Annales de chimie et de phys. LXXIII. 20. 1840.

utolsó tizedei épen a távcsővel leolvashatók voltak. A thermométer mellett a dugaszban egy másik kissé kifelé hajló üvegcsövecske e volt megerősítve, és felső nyílásába egy sima fonalnak egyik vége kis dugasz segítségével beékelve. E fonal másik vége a thermométerre volt kötve. Hevítés közben az ezüst teke f fonalon lógott. Hővesztesség megakadályozása végett a készülék finom gyapot vastag rétegével g volt beburkolva, és a sugárzás csökkentése végett az egész fénylő kártyapapírból készült borítékkal h körülvéve. Ekkép elkészítve a lombikból $1-1\frac{1}{2}$ órán át egyenletes, nem igen heves gőzjáramot vezetünk át a készüléken és a felmelegedés után mintegy 5 percenkint észleljük a thermometer állását. Ha ez hosszabb időn legalább $20-30'$ -en át $0\cdot01^{\circ}$ -ig állandónak mutatkozott, az egész készüléket a gőzjáram megszakítása nélkül, merőlegesen a jégcaloriméter fölé visszük. Ekkor egy segéd eltávolítván az alsó i dugaszt, az észlelő a felső kis dugaszt kiemeli, mi által a beékelte fonal kiszabadul, az ezüstteke pedig néhány pillanat alatt, tehát minden hővesztesség nélkül, a calorimeterbe esik. E műtételek alatt okvetlen szükséges, hogy a szekrényben foglalt hó, deszkacsernyővel legyen befödve, mely csak a caloriméter száját hagyja nyitva. Ily elővigyázat nélkül elkerülhetlen, hogy a hevítő készülék és az ezüstteke sugárzás által hővesztéséget ne szenvedjenek.

A hevítő thermometere csak arra szolgált, hogy megmutassa, mióta vett fel a készülék állandó hőmérsékletet. Magának a felhevített ezüst hőfokának meghatározása, mely az észleléseknek legfontosabb elemét képezte, a következőleg történt. A nagy higanymanometer, melynek szerkezetét már előbb leírtam*), a megfelelő csapoknak kinyitása által barométerre lett átalakítva. Miután a higanyoszlop száraz levegő befúvása által élénk hullámozásba hozott, ama pillanatban, midőn az ezüstteke a caloriméterbe esett, az alsó csapok egyike elzárattott és így a barométerállás további változása megakadályoztatott. A fönnérintett helyen leírt elővigyázatok mellett most leolvassuk $0\cdot02$ millimeter pontossággal a higany-oszlop magasságát. A redukált barométermagasságból történik a víz forráspontjának

*) Érték. III. oszt. XI. k. IV. sz. 1881.

és így az ezüst hőfokának kiszámítása. A hőmennyiség mérése, melyet a felhevített ezüstteke a caloriméternek átadott, a thermostattal összekapcsolt jégcalorimeterben egészen ama módszer szerint történt, melyet előbb a durranólég égésmelegének megmérésénél követtem. A caloriméter járása és az ezüst be-dobása által beszivott higanymennyiségek súlya minden esetben légüres térre vezettettek vissza. Lehetőleg pontos eredmények elérése végett az említetteken kívül leginkább arra kellett ügyelni, hogy az ezüst tekét szárazan alkalmazzuk, továbbá, hogy a gőzárám a hevítőben folytonos ugyan, de heves ne legyen, hogy a hevítés legalább $1-1\frac{1}{2}$ óráig tartson, végre, hogy az ezüst teke beesése lehetőleg gyorsan és hőveszteség nélkül történjék. Hogy az ezüstteke a caloriméter kémcsövének fenekére ne essék, és hogy azt meg ne sérthesse, a kémcsőbe egy 3—4 cent. magasságu, csavaralakúlag hajlított ezüstdrót volt betéve, melynek felső végére egy platindrótból készült kosárka volt erősítve. A beesésnél ez fogta fel az ezüst tekét. Külön kísérletek ismét meggyőztek arról, hogy a hőfok teljes kiegyenlítése végett az ezüst tekét legalább $1\frac{1}{2}$ óráig kell a caloriméterben behagyni. Valamennyi számítás három ízben lett átnézve.

Hét jól sikerült kísérletre vonatkozó, minden elővigyázzattal tett észlelések adatai a következő táblázatban vannak összeállítva, melyben az egyes betűknek következő jelentések van.

t , a barométer hőmérséklete

b , a közvetlenül észlelt b a 0° -ra visszavezetett barométer állása.

t_{\prime} , az ezüstnek a thermométeren közvetlenül észlelt hőfoka.

t a barométer állásából számított hőfoka.

e és u a caloriméter járása a kísérlet előtt és kísérlet után: vagyis a higany edénykék súlyának változása percenkint milligrammokban kifejezve + = fagyás — = olvadás.

h , az összes beszivott higany súlymennyisége milligrammokban.

h a 100° -ra visszavezetett értékei a beszivott higanymennyiségeknek.

	t_1	b_1	b	t_2	t	e	u	h_1	h
I. 20°68 . . .	750°88 . . .	748°07 . . .	99°63 . . .	99°562 . . .	+ 0°07069 . . .	+ 0°08650 . . .	1848°38 . . .	1856°312	
II. 21°57 . . .	749°32 . . .	746°49 . . .	99°56 . . .	99°500 . . .	+ 0°12014 . . .	+ 0°12812 . . .	1847°68 . . .	1856°960	
III. 20°89 . . .	749°83 . . .	747°08 . . .	99°59 . . .	99°523 . . .	+ 0°07123 . . .	+ 0°09267 . . .	1843°13 . . .	1851°964	
IV. 21°12 . . .	746°82 . . .	744°05 . . .	99°48 . . .	99°412 . . .	- 0°21453 . . .	- 0°19092 . . .	1844°91 . . .	1855°822	
V. 20°80 . . .	748°34 . . .	745°61 . . .	99°51 . . .	99°464 . . .	- 0°28625 . . .	- 0°18917 . . .	1844°91 . . .	1854°852	
VI. 21°72 . . .	749°05 . . .	746°29 . . .	99°57 . . .	99°488 . . .	- 0°06817 . . .	- 0°06133 . . .	1845°67 . . .	1855°170	
VII. 20°29 . . .	755°70 . . .	753°00 . . .	99°81 . . .	99°740 . . .	» 1) . . .	- 0°07400 . . .	1850°57 . . .	1855°394	

Középért. 1855°237.

A legnagyobb eltérés a középtől, mint e számokból látható, körülbelül 0·1^o/_o. Ezekből kitűnik, hogy a kísérletekhez használt ezüstmennyiség 100^o-ra hevítve és a caloriméterbe dobva 1855·24 milligramm higany beszívását idézi elő. Jelöljük a kísérletekhez használt ezüst súlyát m -el, ha ama higany mennyiség súlyát, melyet a calorimeter beszív, midőn egy gramm ezüst hőmérséke benne egy fokkal alább száll q -el fejezzük ki, akkor lesz

$$q = \frac{h}{100 \text{ m.}} = \frac{1855 \cdot 237}{2128 \cdot 721} = 0 \cdot 871526 \text{ milligramm.}$$

Régnauld ²⁾ öt jól egyező kísérletben határozta meg az ezüst fajhőjét. A legnagyobb eltérések 0·05739 és 0·05685 voltak, a középérték pedig $c = 0 \cdot 05701$. Ez észleléseknél a vízcaloriméternek szélső hőmérsékleti határai 6^o és 14^o C. voltak, a valamennyi észlelés közép értékeiből számított hőmérsékleti határok értéke 8^o5 és 13^o C. Pfaundler és Platter ³⁾ kísérletei szerint alig vonható kétségbe, hogy a víz fajhője 7^o C. fok

¹⁾ Egy kis baleset miatt nem mérhető meg, a javítási számításához ennél fogva csak u használtatott.

²⁾ Ann. de chemie et de phys. LXXIII. 38. 1840.

³⁾ Pogg. Annalen CXLI. 550 l. 1870.

közelében jelentékenyebb mértékben növekedik, mint 13° felé. Ezek szerint nem tévedünk, ha a főnebbi Régnault-féle szám egységeül a 15° -os víznek valódi fajhőjét fogadjuk el. De épen ez az a hőmérséklet, mely körül a legtöbb mérés történt a vízcaloriméterben. Ennélfogva $\frac{q'}{c}$ hányados milligrammokban fogja ama higany mennyiséget q kifejezni, mely a jég caloriméterbe beszívódik, ha abba egy gramm 15° -os víznek egy fokkai felmelegítésére szükséges hőmennyiséget beviszszük. A főnebbiek szerint

$$q = \frac{q'}{c} 15 \cdot 28725 \text{ milligramm.}$$

E súlymennyiség tehát a jégcaloriméterre nézve higanyértéke a közönségesen használt hőegységnek. Hogy a jégcaloriméter adatait közönséges hőegységekben fejezzük ki, elégséges a jégcaloriméter által beszívott higany súlyát Q milligrammokban kifejezve, q által elosztani. Viszont ha a közönséges hőegységekből a jégcaloriméterre nézve egyenértékű higanymennyiséget akarjuk megkapni, akkor e hőegységek számát k szoroznunk kell q val. Ez átváltoztatásokra tehát a következő egyszerű képletek szolgálnak:

$$\frac{Q}{q} = k$$

és

$$q \cdot k = Q.$$

Meg akartam arról győződni, vajjon a q állandónak meghatározásánál nem követtem-e el valamely lényeges hibát; e végből Molnár Nándor urat azzal biztam meg, hogy vezetésem mellett néhány ellenőrző kísérletet tegyen. ¹⁾ Az általam követett módszer szerint meghatározta három kísérletben az olvaszott ólomnak, két kísérletben pedig a víznek fajhőjét. A beszívott higanyt h , úgy határozta meg, mint én, azzal a különbséggel, hogy az légüres térre nem számított át. Az észlelések adatai az alább következő táblán vannak összeállítva, melyen m az illető anyag súlyát légüres térre visszavezetve jelenti, Q

¹⁾ A jégcaloriméter kezelésével már előbb behatóan megismerttettem Molnár urat, ki észleléseimnél sok tekintetben segítségemre volt.

a higany értékét fejezi ki ama hőmennyiségnek, melyet az anyag tömegegysége veszít, midőn hőfoka egy fokkal alább száll, a többi betűk jelentősége ugyanaz mint az előbbi táblán.

	<i>m.</i>	<i>t,</i>	<i>b,</i>	<i>b</i>	<i>t</i>	<i>e</i>	<i>u</i>	<i>h,</i>	<i>Q</i>	<i>Q</i> középértéke
I. Ólom . . .	19·9147 gr. . .	21°30 . .	753·76 . .	751·17 . .	99°68 . .	-0·0961 . .	-0·2511 . .	952·90 . .	0·48003	} = 0·48003
II. » . . .	19·9020 » . . .	21°45 . .	753·92 . .	751·31 . .	99°68 . .	-0·1780 . .	-0·2652 . .	951·80 . .	0·47978	
III. » . . .	19·9020 » . . .	22°20 . .	752·52 . .	749·83 . .	99°62 . .	+0·0109 . .	-0·1345 . .	952·44 . .	0·48030	
IV. Víz . . .	1·7018 » ¹⁾	18°20 . .	753·06 . .	750·84 . .	99°66 . .	-0·1520 . .	-0·0726 . .	2614·54 . .	15·4158	} = 15·4163
V. » . . .	1·7018 » . . .	18°90 . .	752·96 . .	750·65 . .	99°66 . .	+0·0113 . .	+0·0667 . .	2613·74 . .	15·4167	

Ha ez adatokból $\frac{Q}{q}$ képlet szerint kiszámítjuk az ólom és víz közép fajhőjét, az ekkép nyert értékek

összehasonlítása a Régnault által közvetlenül nyert fajhőkkel ellenőrzésül szolgál a kísérletek helyességére nézve

	Ólom	Észl. szám	Víz	Észl. sz.
A fajhő értéke a jégcaloriméterrel meghatározva	0·031401	3	1·00844	2
A fajhő értéke a vízcaloriméterrel meghatározva Regnault szerint	0·03140	8	1·0080	2
A hőmérsék határainak középértéke Régnault kísérleteinél	11°—14°	—	6°6—15°6	—

E számok csaknem azonosak, miből következik, hogy a fönnebbi meghatározások helyesek, és hogy az előadott módon a jégcaloriméter adatait biztosan összehasonlíthatjuk a vízcaloriméter adataival.

Igen kívánatos volna ama szabályellenes sajátságokat, melyeket a víz fajhője Pfaundler és Platter ²⁾ kísérletei szerint gyanítani lehet, valamint a víz fajhőjének változását általában, különösen pedig 8—20° között a jégcaloriméter segítségével tanulmányozni. E vizsgálat kezdetén megkísérlettem az utóbbi

¹⁾ A vizet magában foglaló üveg súlya 0·936 gr., melynek kísérletileg kipuhaltot higanyértéke = 290·22 milligramm volt. A súlymeghatározás azonban legfeljebb $\pm 0·2$ milligrammig, sőt talán valamivel még kevesbbé biztos. — ²⁾ L. a fűnődített helyen.

feladat megoldását. Célom elérésére ez annyiban lett volna fontos, mert a vízcaloriméterrel épen e határok között eszközöltetett a legtöbb mérés. Azonban minden fázisátmenet sikertelen maradt, a thermométerrel történő finomabb mérések nagy tökéletlensége miatt. E miatt e kérdés megoldásáról, mely inkább egy szakphysikus köré tartozik, le kellett mondanom, és a fönnebb kifejtett megoldással annyival inkább meg kellett elégednem, miután az a gyakorlat igényeinek teljesen megfelel. A most érintett czélból eszközölt számos élőkísérlet ellenkezőleg arról győzött meg, hogy az általam leirt módszer szerint a jégcaloriméterrel eszközölt gondos mérések alkalmasabbak a hőmérséklet meghatározására, mint bármely mérés a thermométerrel. Hajlandó vagyok ez alapon azt hinni, hogy ily módon valahára sikerülhet a hőmérséklet biztos meghatározására igen szabatos módszert megállapítani, mi a physikusoknak kétségtelenül igen előnyös lenne.

A jégcaloriméterrel eddig kivitt csekély számú észlelésekből nem állapítható meg általánosan, mi módon változik a víz fajhője a hőmérséklettel. Azonban q -nak fönnebb megállapított értékéből, továbbá a Schuller és Wartha urak által meghatározott higanyértékéből Q a víz közép fajhőjének 0° — 100° között; biztossággal kiszámíthatjuk a fajhő e közép értékének viszonyát a 15° -nál valódi fajhő értékéhez. E viszonynak összehasonlítása által az eddigi adatokkal, némileg következtetést vonhatunk azoknak helyességére. A nevezett urak ¹⁾ azt találták, hogy $Q = 15.442$ mgr. Ennélfogva: a víz közép fajhőjének (0° — 100°) viszonya a 15° -u víz valódi fajhőjéhez a következő:

A jégcaloriméterrel történt észlelések szerint .	$\frac{Q}{q} = \frac{15.442}{15.28725} = 1.01012$
Régnauld képlete szerint ²⁾	1.00419
Roncha képlete szerint ³⁾	1.00767
Wüllner és Münchhausen szerint ⁴⁾	1.00867
Pfaundler és Baumgartner szerint ⁵⁾	1.01056

Az utolsó szám, mint látható, csaknem teljesen megegyezik az elsővel, miután az eltérés csak $0.04^{\circ}/_{0}$, míg a többiek

¹⁾ Értekezések a term. tud. kör. VIII. k. XII. sz. 1877. — ²⁾ Mémoires de l'Académie T. XXI. p. 746. 1847. — ³⁾ Pogg. Annalen Jubelband 557 l. 1874. — ⁴⁾ Wiedemann Annalen I. 592 és X. 289. — ⁵⁾ Müller Pouillet Lehrb. der Physik 8-dik kiad. II. 319. 1879.

aránylag jelentékenyebb különbségeket mutatnak. Ha megfontoljuk, hogy a víz fajhőjének meghatározásainál leginkább a thermométerrel való mérések gyarlósága okozza a bizonytalanságot, melyektől az első szám leginkább független, egyelőre elfogadhatjuk, hogy a Pfaundler-féle szám az eddigi értékek közt leginkább megközelíti a valót, mint azt már ezelőtt más okoknál fogva is következtettem. ¹⁾

Vége q értéknek segítségével a víz olvadási rejtett hőjét l is biztosan kiszámíthatjuk, közönséges hőegységekben kifejezve. E célra ama higanymennyiséget Q , mely egy gramm jég megolvadásánál a jégcaloriméterbe betődul, osztanunk kell q által, tehát

$$l = \frac{Q}{q}$$

hol $Q = (j - v) h$ ha j és v illetve a jég és víz fajtérfogatát, h pedig a higany fajsúlyát jelentik 0° -nál. Bunsen remek kísérleteiből ²⁾ ugyanis következik, hogy $j = 1.090822$ $v = 1.000120$. Mivel Régnault szerint $h = 13.596$ innét $Q = 1233.182$, q értéke a fönnebbiek szerint $15,28725$ lévén, azt találjuk, hogy

$$l = 1233.182 : 15.28725 = 80.667 \text{ hőegység.}$$

A hőmennyiség tehát, mely megkívántatik arra, hogy a tömegegység 0° -u jégnek ugyanazon hőfoku folyós vízzé változzék, 80.667 hőegységet tesz ki 15° -os vízcioriákban kifejezve. Ez az a hőmennyiség, melyet ezelőtt jég-hőegységnek neveztem, és a mely közönségesen a víz olvadási rejtett melegének neveztetik.

Ez érték tulajdonképen ugyanaz, melyet Bunsen ³⁾ másféle egységben kifejezve 80.025 -nek talált. A Bunsen-féle egységnek higanyértéke ugyanis $= 15.410$ volt. Ha tehát az ő számát a fönnebbivel össze akarjuk hasonlítani, az egységek viszonyával kell azt szorozni. Ez esetben azt találjuk, hogy

$$\frac{15.410}{15.2873} \cdot 80.025 = 80.667. \text{ Ama szám megállapításánál,}$$

melyet azelőtt a hydrogen égés melegének összehasonlítására használtam ⁴⁾, a víz közép és valódi fajhőjének levezetésére a Pfaundler-féle képlet szolgált. Mivel a kettő közötti viszony a

¹⁾ Akad. értekezések XI. k. IV. sz. 1881. — ²⁾ Poggend. Annalen CXLI. 7. 1870. — ³⁾ Poggend. Annalen CXLI. 31. 1870. — ⁴⁾ A fönnidézett helyen.

Pfaundler-féle képlet szerint megegyezik a q segítségével levezetett értékkel, a víznek oly módon megállapított olvadási rejtett hője 80·702 szintén igen jól megegyezik a fönnebb nyert számmal, a mennyiben az eltérés csak 0·04^o/_o.

A kérdéses érték észrevehetőleg nagyobb, mint az elegyítési módszer szerint nyert leginkább megbízható számok u. m. :

79·24	Régnault	szerint
80·00	Person	»
80·34	Hess	»

Eltekintve a thermométerrel való mérések nehézségeitől, e számok nem kis mértékben függők lévén a 0^o jég és víznek eddig még a kellő szigorral meg nem állapított fajhőjétől, és így eltérő feltevések mellett magok e számok is eltérők. A fönnebbi érték mind e feltevésektől, valamint a thermométerrel való absolut mérésektől;³⁾ is független levén, több hitel érdemel mint a régiebbek.

Az általam előttről javaslatba hozott jégcaloriák átváltatása közönséges vízcaloriákra, természetesen az által igen egyszerűen történhetik, ha amazokat 80·667-el szorozzuk.

Miután az előbbi vizsgálatok alapján biztosan hasonlíthatjuk össze a jégcaloriméter adatait a vízcaloriméterével, ráam nézve nagyon érdekes volt, a durranó légnek általam a jégcaloriméterben meghatározott égés-melegét, más buvárok eredményével összehasonlítani. Az ide vonatkozó eddigi észlelések három lényegesen eltérő kísérleti feltételek mellett hajtottak végre. Ennek megfelelőleg e kísérleteket három különböző csoportra oszthatjuk, a szerint a mint az elégés zárt vagy nyílt edényekben történt. Az elégés:

1. teljesen zárt edényekben történt Andrews úr és saját kísérleteimnél;
2. teljesen nyílt edényben Thomsen J. úr méréseinél;
3. részben elzárt edényekben tehát abnorm feltételek

³⁾ Régnault mérései, midőn az ezüst fajmelegét meghatározta, csak relativ mérések voltak a thermométerrel, csak néhány fokra terjedtek és mindig ugyanazon thermométerrel voltak mérve, melyek, mint egyenesen kijelenti, pontosan kalibrizozva voltak, és az ő észlelési módja mellett kétségtelen, hogy teljesen megbízhatók.

mellett, Favre-Silbermann, továbbá Schuller és Wartha urak kísérleteinél, valamint a régiebb észlelőknél.

Ha e három csoportra osztott kísérletek eredményeit egymás közt összehasonlítani és a tudományra nézve értékesíteni akarjuk, mindenekelőtt meg kell fontolnunk, hogy az egyes kísérletcsoportoknak lényegesen különböző feltételei az észlelések eredményét is lényegesen különbözőleg befolyásolták, ezek tehát közvetlenül egyáltalában nem hasonlíthatók össze. Hogy ez összehasonlítást könnyítsük, mindegyik észlelésnél a kezdet és végállapotokat, nevezetesen a durranólég feszélyét és hőmérsékét, továbbá a keletkezett víz hőfokát ugyanama körülményekre legcélszerűbben egy atmosféra-nyomásra és 0°-ra kell visszavezetnünk. Azután e csoportok mindenikénél alaposan meg kell vizsgálnunk, hogy a különböző feltételeknek megfelelőleg miféle forrásokból származnak ama hőmennyiségek, melyeknek csak összege méretik meg az észlelésnél. Ha ez minden egyes csoportnál világosan ki lett derítve; akkor a hőmechanikai elmélet első tételének segítségével, az erélyváltások és az észlelt hőmennyiségek közötti összefüggést egyenletekben fejezhetjük ki. Ez egyenletek fogják az egyes kísérletcsoportoknak egymáshoz való viszonyát tisztán előtűntetni, és azoknak összehasonlítását tulajdonképen lehetővé tenni, végre meg fogják engedni hogy az erély megmaradás tételével az eltérések okát és azok nagyságát megítéljük.

Feladatunkra nézve a hőelmélet első tételének legkényelmesebb alakja a következő

$$Q = A (\Delta B + \Delta H + S) \dots \dots (a)$$

hol Q az egyes kísérleteknél keletkezett és a caloriméterben megmért hőmennyiség, A pedig a munkaegység hőegyenértéke azaz $\frac{1}{424}$. ΔB a belső erély változását ΔH a haladó mozgás ¹⁾ erélyének változását fejezik ki. E kettőnek összege tehát $\Delta B + \Delta H$ képezi a szóban forgó esetekben a rendszer összes erélyének változását. S végre a rendszerben szereplő visszaható erő munkáinak összegét jelenti, mely esetben ter-

¹⁾ Vagyis az abszolút, tehát a súlyponthoz nem viszonylagos mozgás erélye »énergie actuelle du mouvement sensible« Verdet Théor. méc. de la chaleur I. p. 18. 1868.

mészetenesen felteszszük, hogy a rendszer felületére merőlegesen ható külső erők munkájának összege = — S . Esetünkre alkalmazva a fönnebbi tétel tehát következőleg fejezhető ki:

Az elégő durranólég által a caloriméternek átadott hőmennyiség egyenértékű, összes erélyének változásával, meg azon külső munka értékével, melyet az égő durranólég visszaható erői a külső erők nyomása ellenében végeztek.

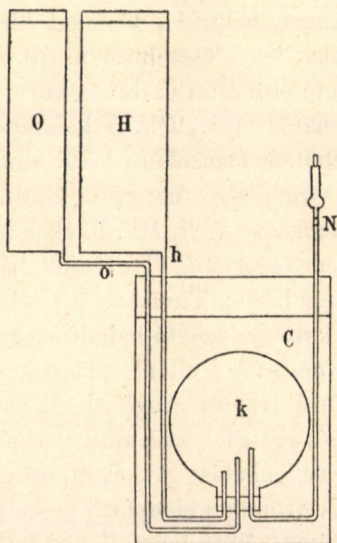
1. Ezt előrebocsátva vizsgáljuk az első legegyszerűbb esetet, midőn a durranólég teljesen zárt edényben ég el. Mivel itt a külső erők szereplése teljesen ki van zárva, a belső visszaható erők semmiféle munkát sem végezhetnek a külső erők ellenében, tehát a) egyenletben $S = 0$. Épen így nem képzelhető semmiféle haladó mozgás, miután a teljesen zárt edényben csak a súlyponthoz viszonylagos mozgás lehetséges, ennél-fodva H és így $\Delta H = 0$. Ha a caloriméternek átadott hőmennyiséget Q helyett annak jellemzésére, hogy az égés állandó térfogatnál történt, Ev -vel jelöljük, lesz:

$$Ev = A \Delta B \dots \dots \dots (1)$$

Ez esetben tehát az összes hőmennyiség, mely a caloriméternek átadatott, csupán a belső erély változásából veszi eredetét.

2. Hogy a mechanikai folyamatokat, melyek a durranólégnek teljesen nyílt edényben történő égését kísérik, mint az Thomsen J. úr kísérleteinél történt ¹⁾, helyesen megítélhessük, az egyes folyamatokat közelebbről szemügyre kell vennünk. Képzeljük a mellékelt 2-ik ábra közvetítésével, hogy 2 térfogat hydrogen és 1 térfogat oxygen foglaltatik a két gazométerben, hol egyegy surlódás nélkül mozogható

2-ik ábra.



¹⁾ Pogg. Annalen CXLVIII. 368. 1873.

könnyű dugaszszal vannak elzárva. A két gáz feszélye legyen egyenlő egy atmosphära nyomásával P , térfogataik összege pedig legyen V . Thomsen úr kísérleteinél egy kis vízoszlop csekély túlnyomása következtében, mely az ábrában mintegy a dugaszok súlya által van képviselve, a hydrogen és oxygen, h és o csöveken át egy atmosphära külső nyomása alatt hatoltak az égető kamarába k , mely C caloriméter vize alá volt merítve. Az égető kamra N nyílt csövön át szabadon közlekedett a külső levegővel. Az elillanó csekély vízgőz felfogása végett N cső külső vége egy megmért chlorcalcium-csővel volt összekötve. Képzeljük, hogy a már előre hydrogenléggel megtöltött égető kamarában a beömlő oxygen meggyújtott, és hogy így a gazométerekben foglalt összes durranólég bevezetetik. Ama pillanatban, midőn a két gáz a kis lángban találkozik, magas hőfokú vízzé változik át. E meleg vízgőz az 500 c. c. köbtartalmú, tehát igen terjedelmes kamarában felemelkedik és így a láng a keletkezett vízgőztől teljesen megszabadul. A kis láng tehát minden oldalról *permanens* gázzal van körülvéve, melynek közvetítése által valamint N nyílt csövön át is a láng minden felől a külső levegő nyomásának van az égés egész folyamata alatt alávetve. Ennek következtében az egyesülés folytán a lángon belül $\frac{1}{3}$ térfogat kisebbedés, az egész folyamat alatt tehát $\frac{1}{3} V$ összehuzódás áll elő. Az eléggő durranólég visszaható erői által ezalatt a külső nyomás ellenében végzett munka tehát $= + \frac{1}{3} PV$. A keletkezett magas hőfoku vízgőz azután lehül, és nemsokára beáll annak megsűrösödése. Az e közben a vízgőz visszaható erői által a külső nyomás ellenében végzett munka $= + \frac{2}{3} PV$. Ezekon kívül semmi egyéb külső munka nem végeztetik. Történjék bár a vízgőz megsűrösödése gyorsan vagy lassan, Thomsen úr kísérleteinél a gázok nem nyerhetnek tekintetbe vehető haladó mozgási sebességet. A beömlő gázok nyomása $+ P$ ellenében ugyanis a lángnak valamint N nyílt csövön át a külső levegőnek ellenkező, de egyenlő nyomása $- P$ az égés egész folyamata alatt a vízgőz zavaró befolyása nélkül közvetlen ellenhatást gyakorolt, és így amazok haladó mozgását, ha a kis vízoszlop elenyésző csekélységű túlnyomásától eltekintünk, szünet nélkül lehetetlenné tette. Ez oknál fogva H és $\Delta H = 0$. Más szóval, ez esetben tehát az összes külső munkát a

durranólég-feszélyének és térfogatának szorzata PV által fejezhetjük ki.

A leirt folyamatnál a belső erély változása ugyanaz mint az 1. a leirt kísérleteknél, mert feltevésünk szerint a kezdet és végállapot mindkét esetben ugyanaz, ha eltekintünk ama végtelen csekély különbségtől, hogy a leirt esetnél a végállapotban a folyékony víz is egy atmosphära nyomása alatt van, holott amannál a nyomás kisebb, minek csak az az elenyésző kis különbség felel meg a hőmennyiségben, melyet a keletkezett folyékony víznek összenyomása egy atmosphära által idéz elő.

Állítsuk ezek után mind ama mechanikai folyamatokat, melyek a Thomsen-féle kísérleteknél a caloriméternek átadott összes hőmennyiséget E'_p befolyásolták, akkor a következő áttekintést nyerjük:

- a) a caloriméternek átadott összes hőmennyiség $Q = E'_p$
- b) a belső erély változása $= \Delta B$
- c) a beömlő gázok haladó mozgásának erélyváltozása $\Delta H = 0$
- d) a belső visszaható erők által végzett külső munka $\frac{1}{3} PV + \frac{2}{3} PV = PV$

Ez értékeket a)-ban helyettesítvén, lesz

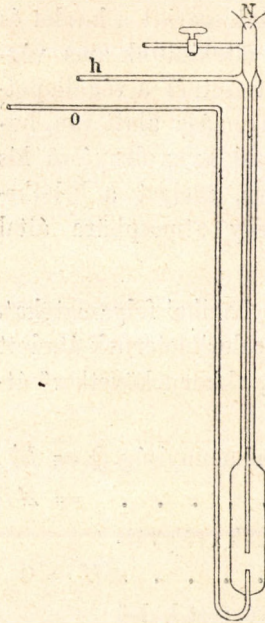
$$E'_p = A (\Delta B + PV) (2)$$

mely egyenlet azt fejezi ki, hogy Thomsen úr kísérleteinél a caloriméternek átadott hőmennyiség egyenértékű, a belső erély változásával, meg ama külső munkával, melyet a belső visszaható erők a külső egy atmosphära nagyságu nyomás ellenében végeztek.

3. Térjünk át most a harmadik kísérletcsoportra, és hasonlítsuk össze Schuller és Wartha urak kísérleteit, melyek egyébiránt lényegben a Favre-Silbermann-féle kísérletekhez teljesen hasonlóak. A kísérleti feltételek ámbár a látszat szerint megegyezők, valóságban két tekintetben lényegesen eltérők voltak azoktól, melyek a Thomsen féle kísérletnél szerepeltek. Először az égési kamara *igen kicsiny* és a caloriméter hőmérséke sokkal alacsonyabb (0^0) volt, másodsor N cső

az égés alatt el volt zárva. A két csövet *h* és *o* 3-ik ábra képzeljük ismét a két gázométerrel *H* és *O*, mint azelőtt össze-

3-ik ábra.



kapcsolva, és a beömlő oxygent meggyújtva. A lángban képződött meleg vízgőz felemelkedik, de az igen kis égető kamra (mintegy 4·5 k. c.) 0°-u falainak közelsége miatt igen gyorsan 0° közelére hül le, ekkor nehezebb lesz a hydrogennél és az égető kamara jéghideg falain lefelé áramlik, úgy hogy rövid idő múlva egy vízgőzből álló atmosphära képződik az egész láng körül. A láng belsejében folyvást meleg vízgőz termelődik, míg fenn és oldalt ezen gőz szünet nélkül igen gyorsan lehűtetik. Ily módon egy sajátos (mozgó) súlyegyen jön létre, melynek lényege abban áll, hogy az atmosphära belsejében meleg vízgőz foglaltatik, mely egy igen jelentékenyen lehűtött vízgőzborékkal van körülveve.

A beömlő két gáz e gőzatmosphära által, egymástól teljesen el van különítve, épen úgy mintha a láng egy agyagcellába volna kizárva. A hydrogen csak diffusio útján juthat a gőzrétegen át az oxygenhez. Mivel azonban az oxygenből csak annyi folyhat be, mennyi vízzé elégni képes, az égés rendkívül lassuvá válik. Az égésnek e meglassulása már az által is bizonyítottatik, hogy Schuller és Wartha urak kísérleteinél 1·37 gramm víz képződéséhez átlag 2 és $\frac{3}{4}$ óra kivántatott meg. E miatt a vízgőz lehülése viszonylag még erősebben történik, melynek végeredménye, hogy a láng egy oly gőzborékkal vétetik körül, melynek külső rétegeiben a vízgőz feszélye rendkívül csekély. A láng nincs permanens gázból álló légkörrel körülveve, mint Thomsen kísérleténél, mert daczára annak, hogy hydrogen és oxygen vezetettnek be, e gázok azon pillanatban, midőn a diffusio által a lángban találkoznak, azonnal vízgőzzé változnak és megszűnnek permanens gázok lenni. A külső nyomás tehát

nem hathat közvetlenül a lángra, hanem csak a condensáladó vízgőz legkülső és leginkább lehült rétegének közvetítésével.

E körülményeknek tulajdonítandó, hogy a láng az említett gőzatmosfera által a külső nyomás befolyására nézve teljesen el van zárva. A befolyó gázok által közvetített külső nyomás ugyanis a gőzatmosfera külső lehült rétegének igen csekély nyomását győzheti le, melynek következtében az folyós vízzé sűrűsödik, de a nyomást tovább a láng felé nem terjesztheti, mert ez alacsony hőfoknál a vízgőznek lehetetlen egy atmosfera nyomást fölvenni. Mivel e lehült gőzréteg a láng ugyanazon tájékában szünet nélkül megújul és így e réteg a láng felé nem tolható el, a külső nyomásnak lehetetlen a lángig hatolni, hol a tulajdonképeni vegyi egyesülés létrejön ép úgy, mintha a kettő likacsos agyag válaszfal által volna elkülönítve. Ennek következtében összehuzódás nem állhat elő, a vegyi egyesülés a lángban csak feszélycsökkenést idézhet elő, épen úgy, mint midőn az égés zárt edényben történik. Az összehuzódásnak munkája, mely az előbbi esetben $\frac{1}{3} PV$ volt itten = 0.

Mindez okoknál fogva a láng nagyon kiterjed és egyszerűs mind ennek valamint az igen lassu égésnek következtében igen alacsony hőfoku lesz. Mert világos, hogy mennél kevesebb anyag ég el az időegységben, és mennél nagyobb a sugárzást és vezetést közvetítő felülete a lángnak, annál alacsonyabb a láng hőmérséke. E felfogás kézzel fogható magyarázatát képezi Schuller és Wartha urak következő megjegyzésének. A nevezett urak ugyanis kísérletök alkalmával az elégő lángot megfigyelve, arról ezt jegyzik meg: 1) »Az oxygen lángját közelebről megvizsgálva, a meggyújtás után némi idő mulva nevezetes tűneményt tapasztalunk. A közönséges igen kis lángon kívül, még egy második gömbalaku, *gyönge fényű* kékes lángot láthatunk, mely *sokkal nagyobb* a másiknál, s mely ugylátszik, *nem igen meleg*, mert nem izzítja sem a vékony platinadrótokat, sem pedig az azokat körülfogó vékony üvegcsöveket, *habár a lángba beleérnek*. Közelebbi megvizsgálását mielőbb megkezdjük.« A láng e kísérletnél valóságos manométerül szolgál, a kiterjedése és lehülése megdönthetetlen bizonyítékát

1) Akad. értekezések a term. köréből. VIII. k. XII. sz.

képezik annak, hogy Schuller és Wartha urak kísérleteinél a lángatmosphärában a nyomás a külsőhöz képest elenyésző csekély volt.

Vizsgáljuk meg ezek után közelebbről, hogy e saját-szerű kísérleti feltételek miféle befolyással voltak a külső munka többi részleteire. Miután a két beömlő gáz, melynek nyomása egy atmosphäránál néhány milliméterrel nagyobb volt ¹⁾, a fönnebb jellemzett *gőzatmosphära által* egymástól el voltak különítve; a gőz condensatiojának szükségképen a külső, tehát leghidegebb rétegben, és így mindenesetre alacsony hőfoknál kellett történni. Ez alacsony hőfoknál a vízgőz feszélye természetesen csak néhány millimétert tehetett ki. Ily csekély feszély mellett a megsűrűdő vízgőz visszaható ereje is csekély, és e szerint az összes külső nyomó erőnek csak egy igen csekély részére gyakorolhatja visszahatását, míg a külső nyomó erőnek túlnyomólag nagyobb része, a gőzatmosphära belül a befolyó gázok részecskéinek haladó mozgását hozza létre. A megsűrűdés alkalmával a gőz visszaható ereje által végzett munka összege kifejezhető $\frac{2}{3} P V$ által. ²⁾ Tegyük fel, hogy a betóduló gázok összes nyomása $= P + p$, és hogy condensatio t^0 -nál történik, a mely hőfoknál a megsűrűdő vízgőz feszélye p értékkel bír; ekkor világos, hogy a gázok P nyomáskülönbség befolyása alatt tódulnak be a láng gőzatmosphärajába ép úgy, mintha P nyomás hatása alatt légüres térbe hatolnának be. E nyomáskülönbség befolyása alatt mint épen mondva volt, a beömlő gázoknak haladó mozgása jön létre, melynek kinetikus

¹⁾ Schuller és Wartha urak adatai szerint az eredmény kiszámításához használt négy kísérletben a befolyó gázok nyomásának közép értéke $= 767.5$ m. m. Mivel azonban a nyomás az egyes kísérleteknél, azonkívül pedig az a gasometerek különféle magasságánál fogva, a hydrogennek nyomása is kissé különböző volt az oxygenétől, a nyomás közép értéke teljes szabotossággal nem állapítható meg.

²⁾ E munka értéke, ha feltesszük hogy a vízgőz sűrűdése 0^0 -ál vagy legalább ennek közelében történt, igen közelítőleg egyenlő $8.98 p. u.$ -al, hol p a 0^0 -u vízgőz nyomásának értékét a felület egységre jelentí u pedig a 0^0 -u telített vízgőz és az ugyanoly hőmérsékű folyékony víz fajtérfogatainak különbségét fejezi ki. Habár a nyomás igen csekély, a 0^0 -u vízgőznek térfogata annyival nagyobb a durranó lég térfogatánál, hogy a kettő szorzata $= \frac{2}{3} P V$ -vel.

erélyét jelöljük H -val. Mivel végül teljesen nyugvó folyékony víz keletkezik a mozgó gázokból, a végsebesség tehát $= 0$ lesz. A gázok haladó mozgási erélyének változása tehát $\Delta H = H - 0 = H$. Ez erélyváltozás munkaegyenértéke mint már előbb kimutattam ¹⁾, mivel a nyomáskülönbség P , a befolyó gázok térfogata pedig V , egyenlő VP -el, innét $\Delta H = PV$. Szóval a kérdéses kísérleti feltételek mellett befolyó gázok ekként keletkező haladó mozgásának kinetikus erélyéből oly melegmennyiség termelődik, melynek munkaegyenértéke $= PV$.

Az egyes folyamatok elemzéséből tehát kiderül, hogy ez esetben a külső befolyások által létrejött hőmennyiségek összege $APV + \frac{2}{3}APV$. Mivel a rendszer külső erélye itt is mint 2) -él csak PV , ha a kérdéses folyamatok csakugyan végbemennek, az erély megmaradása tételének értelmében szükségszerüleg következik, hogy a $\frac{2}{3}APV$ -nek megfelelő erélymennyiségnek a rendszeren kívül fekvő forrásból kellett származnia. E forrás csakis a környezet melege lehet. E hőmennyiséget a szabályellenes feltételek miatt, ép úgy mint 2)-j. alatti kísérletemnél maguk a beömlő gázok vitték a caloriméterbe. Miután a nagy nyomáskülönbség kétségbe nem vonható, ennek pedig a jellemzet folyamatok szükségképen következményei, az ily feltételek mellett végrehajtott a 2) alatti kísérleteket elvben eltérőknek kell tartanunk. Ily értelemben eredményöket nem szabad az állandó nyomás melletti égésmelegnek tekintenünk.

A mondottakból világos, hogy e szabályellenes kísérleti feltételek mellett, lényeges tévedést követünk el, ha pusztán a térfogatváltozás és a külső nyomás szorzatából, tehát PV -ből akarnók levezetni a külső befolyásokból eredő hőmennyiségek munkaegyenértékét ²⁾.

¹⁾ Akad. értekezések a termitt. köréből. XI. k. IV. sz.

²⁾ Hogy az esetben, ha a — P összetevő ki van zárva, pusztán a gázoknak befolyása által csakugyan ama APV hőmennyiség keletkezik a fönnebb idézett helyen kifejtett és önmagában is érthető elméleti levezetésen kívül egy közvetlen kísérleti mérés által is bizonyíthatom. E mérést még 1878-ban mellesleg amaz alkalommal végeztem, midőn a durranólégnek égésmelegét alacsonyabb nyomásoknál határoztam meg, és a melyeket még nem tettem közzé. Ámbár e kísérlet nem volt a közzétételre szánva, mindazáltal a jelen alkalomból azt röviden leirom. Egy

Mi a benső erély változását illeti, annak értéke e kísérleteknél is ugyanaz mint az előbbieknél, ha különben a kezdet és végállapotok ugyanazok. Ha ezek után mindazon mechanikai és thermikus változásokat összeállítjuk, melyek a Schuller és Wartha, valamint a Favre és Silbermann-féle kísérleteknél a megmért hőmennyiségek létesítésénél szerepeltek, a következő áttekintést nyerjük.

- a) A caloriméternek átadott összes hő
mennyiség $Q = E''.$
- b) A benső erély változása $= \Delta B.$
- c) A gázok haladó mozgásának erély
változása $\Delta H = PV.$
- d) A vizgőz megüresedésénél a külső
nyomás ellenében végzett tulajdonképeni külső
munka $S = p.u. = \frac{2}{3} PV$

127'428 k. c. térfogatú hőendiometer össze volt kötve egy nagyobb üveg-edénnyel, mely a jégsekrény hava alá volt rejtve, tehát 0° -ra lehűtve. Ennek másik vége közlekedett n csővel (Akad. érték. XI. k. IV. sz. 1-ső ábra.) A jégcaloriméterbe helyezett hőendiometer, melynek csapja (mint u. o. a 2-ik ábrán) kívülről szabályozható volt, a Geiszler-féle szivattyúval lehetőleg légüressé tétetett. Ekkor a csap elzárattott, és miután a hőendiometer lehülése a jégcaloriméterben kiegyenlődött, meghatározott a caloriméter járása e . Ez alatt a készülék többi külső része mindegyütt durranóléggel volt megtelve, feszélye szigaruan egy $\frac{1}{2}$ atmosphära volt. Most a hőendiometer csapja végtelen kissé felnyitattott, úgy hogy a kis kénsav manomeren β a folyadék halkan ide-oda ingadozott. A nagy manometer o ez alatt folyvást észleltetett, és a vegybontó electromos áramnak gyakori megszakítása által csak oly mértékben fejlesztett a durranólég, hogy annak nyomása állandóan épen $\frac{1}{2}$ atmosphära volt. Fél óra múlva a beömlés vége után a teljesen kinyitott csap mellett a durranólég végfeszélye pontosan megmértetett, értéke 0° -ra számítva $P = 379'84 m/m.$ volt. Erre meg lett mérve a beszítt higany mennyisége h , utána pedig a caloriméter járása u . A nyert adatok értékei $e = +0'02512$ $u = +0'02779$. $h = 18.618$ mgr. Mivel a kísérlet tartama $190'$ volt, a caloriméterbe beszívott összes higany súlya $H = 23'645$ mgr-ot tett ki.

Ez az értekezés elején kifejtettek szerint $\frac{H}{q} = 1'5467$ hőegységnek felel

meg. Ha $Q = \frac{PV}{E}$ egyenlet szerint PV munkának hőegyenértékét kiszámítjuk, azt találjuk, hogy $E = 424$ -el ez érték $1'5521$ h. e. ellenben $E = 425$ -el, melyet számos buvár használ a kérdéses érték $1'5484$ h. e.

Az a)-val jelzett egyenletben a helyettesítést végrehajtva a harmadik kísérletcsoportra nézve a következő egyenletet nyerjük:

$$E_p'' = A (AB + PV + \frac{2}{3} PV) \dots \dots (3)$$

Ez egyenlet azt mondja ki, hogy Schuller és Wartha urak kísérleteinél a caloriméternek átadott hőmennyiség, egyenértékű a benső erély változásával, hozzáadva a haladó mozgás erélyváltozását, továbbá a tulajdonképeni külső munkát, mely itt a contractio hiánya miatt csak $\frac{2}{3} PV$. A benső erély változásán kívül még létrejött hőmennyiségek e kísérleteknél, ugyanazok, mintha az elégő durranó léget egy atmosphära nyomás alatt egy akkora légüres térbe vezettük volna, mely 0^o-ra hűtve e hőfoknál a keletkezett gózt telített állapotban magába képes foglalni, és azután a telített vízgőzt 4·6 mméternyi nyomás alatt folyékony vízzé nyomjuk össze. Az első mütételnél APV , a másodiknál $8\cdot98 A p.u = \frac{2}{3} APV$ hőmennyiségek keletkeznek. E könyvben érthető alakban fejeztem ki másik értekezésemben ¹⁾ a különbséget, mely saját kísérleteim és Schuller-Wartha urak kísérletei közt létezik. Ez eredményre termé-

ad, mely a kísérletileg talált számmal csaknem azonos. Ebből egyszersmind látható, hogy mennyire fokozható az általam javított módszer szabotossága a thermostattal való észleléseknél. Világosan látható, továbbá hogy midőn a — P összetevő az edényből ki van zárva, és ily módon bizonyos gázmennyiség ezen edénybe állandó nyomás alatt befolyik, hogy ekkor PV munkával egyenértékű hőmennyiség létesül a nélkül, hogy a gáztérfogat és a véghőmérsékek változást szenvedtek volna.

Az épen leirt kísérlet tulajdonképen előleges kísérlet gyanánt szolgál a hő mechanikai egyenértékének pontos meghatározására. Ugyan-

is $E = \frac{PV}{Q}$ és mivel itt semmi mérést nem szükséges tenni a thermométerrel, kétségtelen hogy ily meghatározás biztosabb lesz minden eddiginél. Már folyamatban vannak a munkálatok, melyeknek legközelebbi célja ez értéknek általam történő lehetőleg pontos meghatározása. Ha a fönnebbi adatokból számítjuk ki a hő mechanikai egyenértékét, akkor a következő számot nyerjük $E = 425\cdot47$.

¹⁾ Akad. értekezések a termitt. köréből XI. k. IV. sz. 21—23. l. 1871., melyben sajnálatomra egy írási hiba csuszott be egy kifejezés megjelölésében, az $A p u$ tagnak ugyanis mindenütt $A_1 p u$ -val kellett jelöl-

tetni hol $A_1 = \frac{1}{424}$.

w . c . t -vel nagyobb hőmennyiséget tartalmaztak, mintha 0° -ál hatoltak volna a készülékbe. E melegmennyiséget tehát az észlelt értékből le kell vonnunk. Másrészt t_2 véghőmérséknek megfelelőleg a keletkezett víz, miután a hőmérsék emelkedésének fele már tekintetbe van véve $\frac{w(t_1 + t_2)}{2}$ hőmennyiséggel többet tartalmazott, mintha e víz 0° -ig lehűtetett volna. Ez tehát az észlelt összes hőmennyiséghez hozzáadandó. Hozzájárul még ehhez ama csekély hőmennyiség r , mely mint rejtett meleg foglaltatik az égető-kamra szabad terének vízgőzében. Végsőül a víz súlyát a légüres térre kell visszavezetnünk, mint ez az én kísérleteimre, továbbá Schuller és Wartha urakéra nézve történt. Ez igen megközelítőleg elérhető w gramme vízre nézve, ha az égési meleget $1\cdot00106$ -al ¹⁾ szorozzuk. Ha tehát a 0° -ra és légüres térre visszavezetett égési meleget E_o° -vel jelöljük, mind-
ez átszámításokra a következő egyenlet szolgál

$$E_o^{\circ} = 1\cdot00106 E_{t_2}^t + \frac{1}{2} w (t_2 + t_1) + r - wct \dots (7)$$

Andrews úr kísérleteinél ²⁾ $r = 0$, mert a gázok az elégés előtt és azután is nedvesek voltak. Mivel továbbá kísérleteinél a gázok a caloriméter kezdeti hőmérsékét vették fel $t = t_1$. A légüres térre való visszavezetés is már tekintetbe van véve. Továbbá, mert $E_{t_2}^t$ a tömegegység hydrogenre vonatkozik, a Stass-féle paránysúlyok tekintetbe vétele is fölösleges. Ez esetre nézve tehát az átszámítási egyenlet következő alakú lesz:

$$E_o^{\circ} = E_{t_2}^t + \frac{1}{2} w (t_2 + t_1) - wct_1$$

Andrews úr négy észlelésénél középértékben $E_{t_2}^t = 33808$
 $w = 8\cdot98$ $t_1 = 18\cdot50$ $t_2 = 20\cdot575$ volt, tehát

$$E_o^{\circ} = 33888\cdot40 \text{ h. e. Andrews 4 észlelésből.}$$

Favre és Silbermann urak ³⁾ az egész képződött vízmennyiséget, mely 6 kísérlet középértéke szerint az egyes kísérletnél $3\cdot245$ grammot tett ki, a caloriméternek 2077 grammnyi vízártékéhez hozzáadták. Midőn kísérleteikből E_o° értékét

¹⁾ Kohlrausch Leitf. d. pr. Phys. 3-ik kiad. 229. — ²⁾ Pogg. Annalen LXXV. 31. 1848. — ³⁾ Annales de chimie et de Phys. [3] XXXIV. 395. 1852.

számítjuk ki, szigoruan véve a képződött vízmennyiségnek csak fele veendő számításba, mest kezdetben e vízből a caloriméterben semmi sem volt jelen. Továbbá ők a Stass-féle szám 8.98 helyett a víz egyenértékeül 9-et használtak. Ha e két körülményt tekintetbe vesszük, miután a hőmérsék emelkedése kísérleteiknél középértékben $5^{\circ}9723$ fokot tett ki, a szokásos 34462 h. e. helyett lesz $E_{t_2}^t = 34353.3$ h. e. Kísérleteiknél középértékekben $t = 9^{\circ}014$ $t_1 = 6^{\circ}028$ $t_2 = 12^{\circ}00$ $r = 1.94$ ¹⁾ volt, és mivel $w = 8.98$ a (7 egyenlet szerint

$$E_o^o = 34426.23 \text{ h. e. Favre és Silbermann 6 észlelésből.}$$

Thomsen urnak ²⁾ hét kísérleténél (egy egyszerű és két háromszoros észlelés, mint ő azokat elnevezte), a hydrogen égés melege a Stass-féle paránysúlyok tekintetbe vétele mellett, középértékben $E_{t_2}^t = 34103.5$ h. e. találtatott. Összes észleléseiből számított középértékek szerint $t = 18^{\circ}18$ $t_1 = 16^{\circ}1507$ $t_2 = 20^{\circ}3094$ $r = 7.56$ ³⁾ volt. Ezekből 7 szerint

$$E_o^o = 34217.51 \text{ h. e. Thomsen 7 észlelése szerint.}$$

Schuller és Wartha urak ⁴⁾ négy észlelés középértékéből számítva azt találták, hogy 8.98 gr. víz képződésénél képzülékökben a jégcaloriméter 526.971 gramm higanyt szív be. Ha e számot a hőegység higanyértékével $q = 0.01528725$ elosztjuk azt találjuk, hogy:

$$E_o^o = 34471.28 \text{ h. e. Schuller és Wartha 4 észlelése szerint.}$$

Saját öt kísérletem ⁵⁾ középértéke szerint arra az eredményre jöttem, hogy a durranó légnék zárt edényben elégetésénél, midőn 8.98 gr. víz képződik 419.274 jég hőegység keletkezik. Hogy ez értéket közönséges hőegységekké alakítsuk, a víz olvadási rejtett melegével $l = 80.667$ kell szoroznunk. Elkép azt találjuk, hogy

$$E_o^o = 33821.78 \text{ h. e. Than 5 észlelése szerint.}$$

¹⁾ Az égető kamra térfogata mintegy 90. k. c. volt. — ²⁾ Poggend. Annalen CXLVIII. 368—375. 1873. — ³⁾ Az égető kamra térfogata = 500. k. c. — ⁴⁾ Akad. értekezések a termitt. köréből. VIII. k. XII. k. XII. 1877. — ⁵⁾ Akad. értekezések a termitt. köréből. XI. k. IV. sz. 21. l.

A következő összeállításban az ekkép nyert számok, a fönebb elfogadott kísérletcsoportok szerint tekinthetők át.

Év	Észlelő	Észlelések száma	Égésmeleg	Különbs. h. e.	Különbs. ‰	A kísérleteknél az égető kamara
1848.	Andrews	4	${}^{\circ}E_v = 33888\cdot40$ h. e.	—	—	} (1 teljesen zárt edény.
1881.	Than	5	${}^{\circ}E_v = 33821\cdot78$ »	+ 66·62	+ 0·19	
1873.	Thomsen	7	${}^{\circ}E_p' = 34217\cdot51$ »	—	—	(2 teljesen nyílt edény.
1852.	Favre és Silbermann	6	${}^{\circ}E_p'' = 34426\cdot23$ »	—	—	} (3 tökéletlenül zárt edény.
1877.	Schuller és Wartha	4	${}^{\circ}E_p^{\sim} = 34471\cdot28$ »	— 45·05	— 0·14	

Ebből látható, hogy oly esetekben, hol ugyanazon eljárás szerint történtek az észlelések, a különböző buvárok észlelései jól megegyeznek.

Miután ekként a hydrogen égési melege mindegyik részletesen közölt észlelés eredménye szerint, ugyanazon kezdet és végállapotra vonatkoztatva, és ugyanazon hőegységben van kifejezve; ezekre már most a fönebb levezetett 4., 5. és 6. egyenletet alkalmazhatjuk, és az egyes észlelési csoportok eredményét egymással összehasonlíthatjuk. A kérdéses egyenletekben $A = \frac{1}{4} \frac{1}{2} P = 10,333,000$ gr. $V = 0\cdot01673767$ k. m. ¹⁾; tehát $APV = 407\cdot9$ gramm hőegység. Ez összehasonlításnál kiindulási pontul az általam meghatározott E_v értékét fogjuk használni, mint a mely legegyszerűbb és a külső munkától teljesen független. A 4. és 5. egyenleteket alkalmazva következő eredményhez jutunk.

¹⁾ 8·98 gr. 0°-ú és 0·76 feszélyű durranólég és ugyanannyi víz térfogata közötti különbség k. méterekben.

A durranó lég égési melege állandó térfogatnál 0° és 076^m. á lapot mellett:

	Ev	Kül. hőegys.	Kül. %-ban
1) Than kísérleteinek közvetlen eredménye	33821·78 h. e.	—	—
2) Andrews » » »	33888·40 »	+ 66·62 »	+ 0·19
3) Thomsen kísérleteiből 4) szerint számítva	33809·61 »	— 11·97 »	— 0·04
4) Favre-Silbermann » 5) » »	33746·40 »	— 75·38 »	— 0·22
5) Schuller-Wartha » 5) » »	33791·40 »	— 30·38 »	— 0·09 ¹⁾

Nem érdektelen e kísérletek eredményét akkép is összehasonlítani, hogy azokat a Thomson úr által talált értékre vonatkoztatjuk, mi a fönnebbi egyenletek szerint könnyen kivihető.

A durranó lég égési melege állandó nyomásnál 0° és 0·76^m. állapot mellett:

	Ep	Kül. h. e.	Kül. %-ban
6) Thomsen kísérleteinek közvetlen eredménye	34217·51 h. e.	—	—
7) Than kísérleteiből 4) szerint számítva	34229·68 »	+ 12·17	+ 0·04
8) Andrews » » » »	34296·50 »	+ 78·99	+ 0·23
9) Favre-Silbermann » 6) » »	34154·30 »	— 63·21	— 0·19
10) Schuller-Wartha » » » »	34199·30 »	— 22·21	— 0·07

E különféle számok összeegyeztése teljesen megfelel a calorimetrikus módszerek helyességének és a kísérletek kivitelénél alkalmazott gondosságnak. A megegyezés csaknem teljes a Thomson, a Schuller-Wartha-féle és saját kísérleteim között. A két utóbbi, mint tudva van, a jégcaloriméterrel észleltetett,

¹⁾ Régibb számításom szerint a különbség — 0·11% volt. Ezen elenyészőleg csekély eltérés részint a régebben használt kevésbé megbízható értékektől, részben az elkerülhetlen számítási tökéletlenségektől származik.

tehát amaz eszközzel, melynek megbízhatósága felett az eddigi tapasztalatok szerint kételkedni nem lehet. Thomsen úr értéke a vízcaloriméterrel nyert eredmények közt nem csak azért érdemel nagyobb hitelt mint a többiek, mert a hőveszteségek javítása jobb módszerek szerint történt, mint Andrews vagy Favre-Silbermannál, hanem azért, mert az észlelések száma (7) nagyobb és kísérleteinél a legnagyobb vízmennyiség (mintegy 20 gr.) képződött. Továbbá kísérleteinél a víznek megmérése sokkal nagyobb gonddal történt mint a régibb kísérleteknél. Már pedig a víz mennyiségének meghatározásánál elkövetett hibák kivált csekélyebb mennyiségeknél, mint könnyen belátható, az eredményre inkább vannak befolyással, mint ama kis különbségek, melyek a vízcaloriméter hőveszteségeinek számításánál a javítási módszerek különféleségétől származnak.

A leghatározottabban bizonyítják azonban e számok, hogy az egyes kísérletcsoportoknak fönnebb vázolt vonatkozása egymáshoz, helyes. A kifejtettek szerint a Thomsen és Schuller-Wartha-féle kísérletek között tényleg létező különbséget, mely 254 h. e. vagyis az egész értéknek 0.74% -át teszi ki, nem szabad többé a kísérleti hibáknak tulajdonítani. E különbség a fönnbbi felfogás értelmében — 22 h. e. vagyis az összes érték 0.07% -ára olvad le. Más szóval a nem teljesen nyílt edényekben meghatározott égés melegeket, mint az a Favre-Silbermann és a Schuller-Wartha-féle kísérleteknél történt, nem szabad az állandó nyomás melletti égésmelegnek tekinteni, mert e kísérleteknél kétségtelen, hogy a külső nyomás sokkal nagyobb volt, mint ama gőzréteg nyomása, melyben a megsűrűdés végbe ment, már pedig az állandó nyomásnál történő égésnek épen e nyomások egyenlősége a fő kelléke. E két kísérletcsoportnak téves összecserélése, mihez gyakran hozzájárult még ama felfogás is, mintha elvileg mind a három kísérletcsoport közt sem léteznék különbség ¹⁾, okozta fájdalom, hosszú időn át amaz ellentmondást, melynek kiegyenlítése a különböző buvárok adataival szemben lehetetlennek látszott. Azt hiszem, hogy az előbbieken kifejtett elvek alapján véglegesen sikerült ez ellentmondást eloszlatnom. Igen sajnósak ez összetévesztések követ-

¹⁾ Barthelot Compt. rendus XL. sz. 1241.

kezményei, az organikus vegyületek képződési melegének kiszámításánál, kivált oly vegyületeknél, melyeknek tömeceében nagyobb számú hydrogenparányok foglaltnak. E vegyületeknek égési melege valóban állandó nyomásnál méretett meg, mert ezek a meg nem sűrűdő szénsav keletkezése miatt egyáltalában nem is égethetők el oly körülmények között, mint a melyek között Favre-Silbermann és Schuller-Wartha urak a hydrogen égésmelegét meghatározták. E vegyületek képződési melegének kiszámításánál tehát minden sulyegység hydrogenre nézve 272 h. e.-el a valónál magasabb szám használtatott a Favre-Silbermann-féle szám alkalmazásánál. Az ekként elkövetett tévedés csak a 12 parány hydrogen tartalmazó vegyületeknél már több mint 3000 h. e.-re rug, mely egyes esetekben az egész képződési melegnek jelentékeny részét teszi ki sőt azt meg is haladhatja. Mind e számokat alaposan át kell vizsgálni, ha azt akarjuk elérni, hogy vegyerélytan további haladása ily tévedések által veszélyeztetve ne legyen. Ezentúl tehát a Favre-Silbermann valamint a Schuller-Wartha-fele értékeket ilyféle számításokra használni nem szabad.

Ez eredmény újlag arra emlékeztet, mint azt a tudomány története már annyiszor tanúsította, hogy a valódi és egészséges haladásnak, kivált oly új tudományágnál, milyen a vegyerélytan, a tudománynak nagyobb szolgálatot teszünk, ha az alapvető tények helyességét lelkiismeretesen és megfontolással vizsgáljuk meg, mint az esetben; ha a kétséges adatok halmazát rohamosan szaporítjuk. Ezek igen gyakran beláthatatlan akadályokat gördítenek a helyes felismerés elé.

Az előadott vizsgálatok eredménye szerint tehát a hydrogennek égési melege 0° -ál és egy atmosphära nyomás mellett:

Állandó térfogatnál $E_v = 33821.78$ h. e. saját kísérleteim szerint.

Állandó nyomásnál $E_p = 34217.51$ » Thomsen úr kísérletei szerint.

E számok kétségtelenül több hitelt érdemelnek a többiekénél, melyekből számítva a vízképződési melege:

Állandó térfogatnál $H_2, O = H_2 O 67643.56$ h. e.

Állandó nyomásnál $H_2, O = H_2 O 68435.02$ »

Az akadémiának f. é. június 20-án tartott ülésében a víznek képződési melegéről című értekezésében, Schuller Alajos úr azt állította, hogy az általa Wartha úr társaságában meg-

határozott égési melege a hydrogennek ¹⁾, amaz égési melegtől, melyetén zárt edényben nyertem, nem különbözhetik $APV + \frac{2}{3}$ $APV = 679.8$ h. e.-gel, mint azt én kísérletileg találtam ²⁾, hanem hogy e különbségnek csak $APV = 407.9$ h. e.-nek kell lenni. Miután azonban e nézete mellett kísérleteink eredményei egymással összhangzásba hozhatók nem voltak, ugyancsak Schuller úr nézete szerint az általam talált eredménynek kellett hibásnak lenni. A nélkül, hogy egyetlen tényleges ellenbizonyítékot hozott volna fel, Schuller úr ildomosnak tartotta, pusztán egyéni nézete alapján, kijelenteni, hogy az én módszerem hibás, mi eredményeink eltérést megmagyarázza. Schuller urnak ama gyanítását mintha kísérleteimnél az eldurranást kísérő »élénk felvillanás és a jelentékény rázkódás«, által végzett munka hőveszteséget idéztek volna elő, mi kísérleteink eltérését megmagyarázhatná az állításnak közelebbi megfontolása után el nem fogadhatom. Mi a felvillanás általi veszteséget illeti, Schuller úr saját kísérleteinél bebizonyította ³⁾, hogy »a fény, mely a lángot (csaknem 3 órán át) láthatóvá teszi, jelentéktelen hőmennyiségnek felel meg, tulajdonkép e veszteség kísérletileg meg sem mérhető, mert a 3-ik kísérletnél, hol a láng elfödve nem volt, az érték még valamicskével nagyobb. Ha tehát nálam a felvillanás, mely legfeljebb néhány másodpercig tartott, intensivebb volt is, lehetetlen, hogy az erélyvesztés e pár pillanat alatt nagyobb legyen, mint midőn a kis láng csaknem 3 órán át folyvást veszíthetne erélyt a kisugárzás által, ha az egyáltalán megmérhető volna.

A mi a rázkódás általi veszteséget illeti, ez csak úgy jöhet létre, ha az edény az explosio nyomása folytán kitágul. Bunsen közvetlen mérései szerint a nyomás maximuma 9.5 atmosphära tiszta durrlégnél amaz esetben, ha a meggyújtás a durrlég egész tömegében egyszerre történik, és a meggyújtó szikra körül a durranólég legfeljebb 8.5 milliméter vastagságú réteget képez. ⁴⁾ Így feltehető, hogy az égés az egész tömegben egyszerre történik, és a láng tovaterjedéséhez időre szükség nin-

¹⁾ Akad. értek. a termtt. köréb. VIII. k. XII. 1877. — ²⁾ Akad. értek. a termtt. köréb. XI. k. IV. sz. — ³⁾ Akad. ért. VIII. k. XII. 1877 — 22. l. — ⁴⁾ Bunsen Gasom. Meth. II. kiad. 316. l. 1877.

esen, tehát az edény falai által történő lehülés nem csökkentheti a nyomást. Kísérleteimnél a szikra 1200 milliméter hosszúságú durranólégréteg egyik végén üttetett át, az átmérő 10 milliméter volt, tehát, mint látható, az egyik végén meggyújtott, durranólég nyomását nagy fokban mérsékelte az 1 méternyi még nem égő réteg, és mialatt a láng az egész hosszú készüléken keresztül haladt, az elején a 0^o-u falak által a vízgőz már lehűtve, a nyomás emelkedés helyett csökkenést létesít, mint ezt direct kísérletekből is tudom; miután épen ily kísérletek alapján választottam a hosszú keskeny cső alakját elégetéseimhez. Nem kételkedhetünk tehát a fölött, hogy égetéseimnél a nyomás a fönnebbi maximumnak alig érhetne el átlag fele értéket. A legkedvezőtlenebb esetet feltéve, ha a számítást végrehajtjuk, azt találjuk, hogy 0·7^o/_o, (az az 1·17 h. e.) hőveszteség előidézése a 83 k. c. tartalmu edénynek, a 9·5 atm. nyomás folytán 5 k. c.-el kellett volna kitágulni. De 10 ^m/_m üvegcsőnél, melynek fala 1·5 ^m/_m, teljes lehetetlenség, hogy a térf. 83-ról rögtön 88-ra növekedjék, a nélkül, hogy az üveg porrá ne zuzatnék szét.

Ezenkívül Schuller úr azt mondja, hogy ama számítás, melyet a valódi chemiai erély kipuhatolásánál alkalmaztam, helytelen. Schuller úr szerint a hőképzésre nézve az nem mindegy, hogy a zárt edényben történő elégésnél a vízgőz 0^o-nál vagy 96^o4-nál sűrűsödik-e folyékony vízzé. Mivel ez amaz ismert tétellel, hogy a belső energia változása a kezdet és végállapot által teljesen meg van határozva, és hogy e változás a közbenső állapotoktól független; határozott ellentétben van, annak további czáfolata egészen fölösleges.

A valódi chemiai erély kérdése bármennyire is fontos különben, a tudomány jelen állásánál ugyszólván nyílt kérdés, melynek még fogalma sincsen határozottan megállapítva. Addig mig az idetartozó nagyszámú és fontos tények biztosan megállapítva nincsenek, ily még egészen nem érett kérdések vitatása a tudományra nézve kevéssé hasznos, gyakran több homályt mint felvilágosítást idéz elő. A legnagyobb fontosságú, jelenleg a tudomány ez ágára nézve ama módszerek és tények szigorú megállapítása, melyek szerint biztos tudomást szerezhetünk, a vegyi átalakulásoknál keletkező hőmennyiségekről. Ez volt határozottan kijelölt czélja ama kutatásaimnak, melyek-

hez szerencsém volt a m. tud. akadémia támogatását ezelőtt mintegy nyolcz évvel megnyerni. Miután Schuller úr fennidézett ellenvetései által épen e feladat megoldásának helyességét, bár csak pusztán nézetei alapján támadta meg, főleg e tekintetben helyezek súlyt állításának megezőafolására, mi által többi állításai, mint amannak egyszerű következményei, tartalom nélküliekké válnak.

Schuller úr fönnbebi állításának igazolásaúl, hogy t. i. kísérleteink között a különbség csak APV lehet, amaz egyáltalában be nem bizonyított feltevésre támaszkodik, hogy kísérleteinél a lánghatmosphära ama rétegeiben, hol a vízgöz condensatioja történt, a nyomás ép oly értékkel bir, mint a külső nyomás. Ha ez bebonyítható, akkor Schuller úr állítása helyes volna. Azonban kevés megfontolás után belátható, hogy e nyomások egyenlősége csak amaz egy esetben képzelhető Schuller úr égető kamrájának szerkezete mellett, ha azt 100° -os caloriméterbe alkalmazta volna, mely hőfoknál a condensalódó vízgöz feszélye csakugyan egyenlő a külső egy atmosphära nyomásával. Mivel azonban Schuller úr a 0° -os jég caloriméterbe dolgozott kis kamrájában lehetetlen, hogy a condensalódó vízgöz nyomása a külső nyomással ugyanaz legyen. Schuller úr e feltevésének következtében azt hitte, hogy kísérleti feltételei mellett az égés alatt a lánghában contractio is történt. Azok szerint mit az előbbieken 2. és 3. alatt a kísérleti feltételek felett kifejtettem Schuller urnak e feltévesei el nem fogadhatók. Sőt ellenkezőleg a hydrogennek állandó térfogat mellett, általam megmért égésmelege annak elfogadására kényszerít bennünket, hogy Schuller és Wartha urak kísérleteinél contractio nem történhetett, és hogy a külső nyomás és a lánghatgöt bezáró gőzborék feszélye között igen jelentékeny különbségnek kellett létezni. Ebből következik, mint az idézett helyen kimutattam, hogy a vízgöz condensatiojánál végezett (tulajdonképen) külső munka hőegyenértéke a contractio hiánya folytán csak $\frac{2}{3} APV$, míg azt említett feszélykülönbség által, a haladó mozgás erélye létesült, melynek hőegyenértéke = APV ; úgy, hogy egészben $APV + \frac{2}{3} APV$ különbségnek kell kísérleteink közt lenni, mint azt közvetlen kísérletek által bebonyítottam.

A tévedés, melyet Schuller úr a fönnebbi feltevések elfogadása által elkövetett, tökéletesen az alapra vezethető vissza, mely Hirn ismeretes kísérletei és Régnaultnak a vízgőzrejtett melegére vonatkozó mérései közt az ellentmondást okozta. E tévedés és annak magyarázatát Verdet E. ¹⁾ következő módon írja le. »Je citerai d'abord une expérience de M. Hirn dans laquelle on mesure la quantité de chaleur apportée dans un vase métallique par un jet de vapeur animé d'une vitesse considérable. ²⁾ La vapeur, fournie par un générateur à haute pression, est lancée dans le vase métallique qui plonge dans un calorimètre plein d'eau; elle s'y condense totalement sous la pression atmosphérique, en abandonnant une quantité de chaleur qui se détermine, comme dans toutes les expériences calorimétriques. Or, si l'on compare la quantité de chaleur ainsi abandonnée par la vapeur à celle qu'il faudrait donner à l'eau résultant de sa condensation pour l'amener à l'état de vapeur dans le générateur (cette dernière quantité se détermine très-exactement à l'aide des expériences de M. Régnault), on trouve que la première est plus grande que la seconde.«

»Il est facile de trouver la raison de cette différence. Dans les expériences où M. Régnault détermine la chaleur latente d'une vapeur, celle-ci passe, sans vitesse sensible, du générateur où elle se forme dans le récipient où elle se condense, parce que la même pression règne dans tout l'appareil. Dans le cas actuel, il n'en est plus ainsi; la vapeur s'écoule d'un milieu où la pression est de plusieurs atmosphères dans un milieu où elle n'est que d'une atmosphère; elle prend donc une vitesse considérable, et, lorsqu'elle se condense en eau immobile, elle perd toute son énergie actuelle sensible qui se transforme en force vive calorifique. *Il n'est donc pas étonnant que la quantité de chaleur recueillie ici soit plus grande que celle que donne un calcul qui suppose que la vapeur passe du générateur dans le calorimètre sans vitesse sensible.*«

Mint látható ez a leghívebb leírása ama feltételeknek, melyek Schuller és Wartha urak kísérleteinél valósítva

¹⁾ É. Verdet Théorie méc. de la chaleur. Paris, 1868. 66 l. —

²⁾ Hirn Recherchers sur l'équivalent méc. de la chaleur, p. 154 et 167—1858.

voltak. Ez oknál fogva Schuller úr egyáltalában nincs arra feljogosítva, hogy saját kísérleteinek feltételeit Régnault híres kísérleteinek feltételeivel azonosítsa, melyekre kiváló előszere-ttel hivatkozik, mert támadásának e feltételek megegye-zése képezhetné egyedüli alapját. Régnault kísérleteinél a fő-gond annak biztosítására volt fordítva, hogy a nyomás terje-delmes készülékének minden részében szigoruan ugyanaz le-gyen. És ez teljesen el is volt érve, mert a nagy terjedelmű sűrűdési kamra (mintegy 6 liter) a külső atmosphärával egy nyílt csövön át egyenesen közlekedett, melynek a gőzével épen egyenlő de ellenkező irányú nyomása minden pillanatban ellen-súlyozta a betóduló gőz nyomását, minek folytán elenyésző se-bességgel jutott a süritőbe, tehát a haladó mozgás erélye egy-általában nem jöhetett létre, és így ez a megméréndő hőmeny-nységet az egyenértékű hőmennyiséggel nem szaporíthatta miként ez Schuller és Wartha urak kísérleteinél minden két-ségen kívül megtörtént. E feltételeknek a nevezett urak kísér-leteinél elégtéve nem volt, mert az égető kamra igen kicsiny és 0°-ra lehűtött volt, továbbá pedig mert *N* csap be volt zárva. Ha megfontoljuk, hogy az tökéletesen mindegy, vajjon vizgőzt vagy eléggő durranóléget vezetünk nagy nyomáskülönbség mellett a caloriméterbe, beláthatjuk, hogy Hirn és Schuller urak tévedése azonos. 1) Miután Verdet többször idézett művében a viszonyokat behatón tárgyalta, »Application aux expériences calorimétriques« feliratu cikkben (I. k. 73. l.) a következőket mondja: »Nous terminerons cet ordre de considérations par une dernière remarque importante au point de vue expérimental.«

»Toute mesure calorimétrique dans laquelle il s'est produit une variation d'énergie sensible un peu considérable sans qu'on en ait tenu compte est une expérience défectueuse ; c'est une expérience analogue à celle de Hirn, dans laquelle la quantité de chaleur recueillie est l'équivalent d'un phéno-mène indéterminé.«

Ez valódi oka annak, hogy Schuller úr felfogása szerint kísérleteink nem egyeznek, a hiba azonban nem kísérleteim

1) Hirn ur azóta (1862) beismerte tévedését. L. Verdet az i. h. I. kötet CXLVIII.

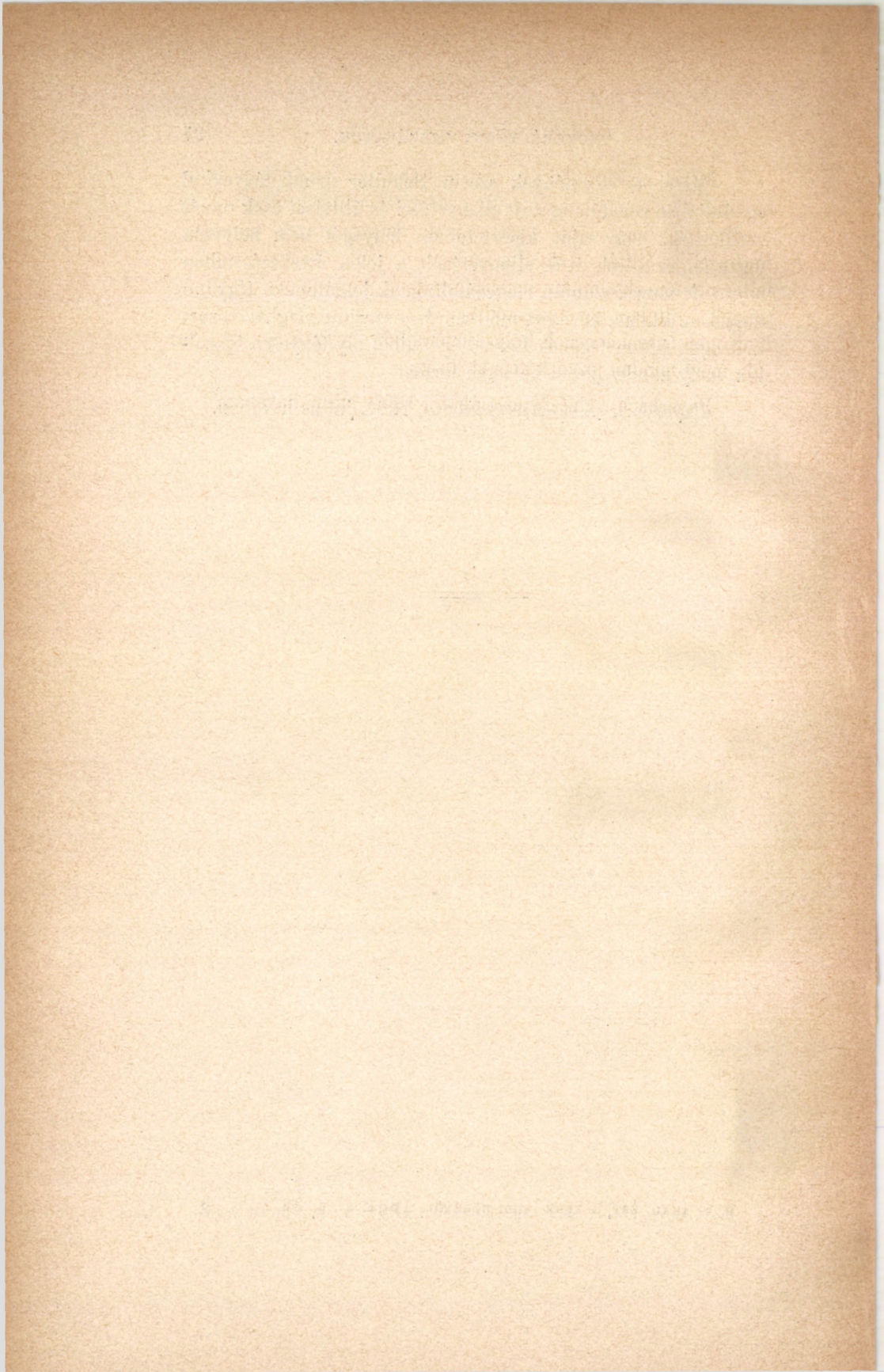
tökéletlenségében, hanem Schuller úr felfogásának tévességében rejlik. Verdet ²⁾ és Zeuner ³⁾ sajnálatukat fejezik ki a felett, hogy hasonló esetekben a haladó mozgás megsemmisülése által keletkező hőmennyiséget (pusztán gőzök esetében) kiszámítani nem lehet, mi az ily kísérleteket bizonytalanokká teszi. *Ha azon értelmezés, melyet értekezéseimben kifejtettem, helyes, akkor Schuller és Wartha urak kísérletei igen értékesek a tudományra nézve, ha azonban ez értelmezés nem jogosult, mint azt Schuller úr támadásában úgy hiszem tévesen állítja, akkor kísérletei a fönnebbiek szerint a tudományra értéktelenné válnak.*

Hogy biztosságra tegyek szert, a fennforgó kérdést végleges megoldás szempontjából még egy kísérleti vizsgálatnak vetettem alá. Miután a közönséges hőegység higanyértékét a jég-caloriméterre nézve meghatároztam, összehasonlítottam a hydrogen égés melegére vonatkozó különféle buvárok által meghatározott értékeket, úgy mint azt a fönnebbiekben részletesen közöltem. Amaz okoknál fogva, melyeket ott felsoroltam, lehetetlen a felett kétkedni, hogy Thomsen úr kísérleteinél teljesen elég volt téve ama feltételeknek, melyekre Régnault a vízgőz rejtett hőjének meghatározásánál oly nagy súlyt fektetett. De ugyancsak a fönnebbiek szerint épen e feltételek nem voltak belöltve egyrészt a Favre-Silbermann, másrészt a Schuller és Wartha-féle kísérleteknél. Ha ez valóban így áll, akkor saját kísérleteim és Thomsen úr kísérletei között a különbségnek $APV = 407.9$ h. e.-nek kell lennie, mint azt Schuller úr tévedésből saját kísérleteire nézve igényli. Másrészt a Thomsen-féle és a Schuller-Wartha-féle kísérletek eredménye közötti különbségnek épen $\frac{2}{3} APV = 271.9$ h. e.-et kell kitenni; következésképen az utóbbi és az általam nyert eredménynek különbsége, ha Schuller úr tévedésének általam kifejtett magyarázata helyes, csak $APV + \frac{2}{3} APV = 679.8$ h. e. lehet. Hogy a dolog valóban így áll, bizonyítják az értekezésemben részletesen közölt számok, mert az ily módon számított égésmeleg, és a valóban észlelték között az eltérés 0.04% , 0.07% és 0.09% különbségeket mutatnak, tehát oly összhangzást tüntetnek elő, melynél többet kísérleti méréseknél kívánni sem lehet.

¹⁾ L. c. 67. — ²⁾ Mech. Wärmeth. II. kiad. 265.)

Mivel az előzmények szerint Schuller urnak tényekkel egyáltalában nem támogatott ellenvetései és állításai csak onnét eredhettek, hogy saját kísérleteinek lényegét nem helyesen fogta fel, ez állításait és ellenvetéseit a jelen értekezésemben felhozott tények alapján megczáfoltaknak jelentem ki. Ugyane tények az általam követett módszer és a szerinte meghatározott hydrogen égésmelegének helyességét újból oly fényesen igazolják, mely minden józan kétséget kizár.

Payerbach (Alsó-Ausztriában), 1881. július havában.



Hetedik kötet. 1876.

I. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegyteni intézetéből. Közl Dr. Fleischer. 20 kr. — II. Báró Prónay Gábor emléke. Haberer. 12 kr. — III. A légnyomás változásainak pontos meghatározásáról. Schuller. 10 kr. — IV. Négy közlemény a m. kir. orvosi tanintézetből. Bemutatja Dr. Thanhofer. 50 kr. — V. Pólya József emléke. Dr. Török. 10 kr. — VI. Tanulmányok a talaj abszorbtiója fölött. Dr. Pillitz. 20 kr. — VII. A szőlő öbölje. Hazslinszky. 10 kr. — VIII. Az agy féltekéinek és a kis agynak működéséről. Balogh. 40 kr. — IX. Krystálytani vizsgálatok a betléri wolnynon. 3 képtáblával Szécskay. 30 kr. — X. Az agy befolyásáról a szívmozgásokra. Balogh. 10 kr. — XI. Két isomér Monobromitronaphthalinról. Dr. Fabinyi. 10 kr. — XII. Kubinyi Ferencz és Ágoston életrajzuk. Nendtvich. 10 kr. — XIII. Jelenté Görögországba tett geologiai utazásairól. Dr. Szabó. 10 kr. — XIV. A felsőbányai trachit wolframitja. 1 táblával. Dr. Krenner. 10 kr. — XV. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegytanintézetéből. 6) A cyansav vegyületek szöveti alkatáról. Dr. Fleischer. 10 kr. — XVI. A villanyosság kiegyenlődése a szikrában és a szigetelőik oldalinfluenciája. Kont. 10 kr.

Nyolczadik kötet. 1877.

I. Az isogonok rendhagyó menetéről Magyarország erdélyi részeiben Schenzl. 40 kr. — II. A hortobágyi keserűvíz elemzése. Dr. Schvarcz. 10 kr. — III. Adatok a járulékos gyökerek fejlődéséhez. Schuch. 10 kr. — IV. Vizsgálatok a fulminátok (dursavvegyek) vegyalkata felett. Dr. Steiner. 20 kr. — V. Az emberi vese Malpighi-féle lobrai. Lenhossék József. 20 kr. — VI. Adalékok a kárpátok földtani ismeretéhez. Hantken Miksa. 10 kr. — VII. Tanulmányok az aldehidek vegyületeiről phenolokkal. (Első értekezés.) Dihydroxyphenyl-aethan és vegyületei. Dr. Fabinyi Rudolf. 10 kr. — VIII. Magyarhoni Anglesitek. Székfoglaló értekezés Dr. Krenner József Sándortól. (9 táblával.) 20 kr. — IX. A vas chemiai alkata és keménysége közötti vonatkozások. Kerpely Antaltól. Két táblával és több rajzzal a szöveg között. 20 kr. — X. Ásvány- és közettani közlemények Erdélyből. Dr. Koch Antal lev. tagtól. 20 kr. — XI. Emlékbeszéd Dr. Entz Ferencz a m. tud. akadémia levelező tagja fölött. Galgóczy Károly, lev. tagtól. 10 kr. — XII. Hőmennyiség-mérések. Schuller Alajos és dr. Wartha Vincze tanároktól. Egy táblával. 20 kr. — XIII. Folyékony cyansó vas-nagyolvasztóból. Közli Kerpely Antal l. tag. 10 kr. — XIV. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. Közli Jendrássik Jenő l. tag. 50 kr. — XV. Lázás bántalmak egyik okbéli tényezőjéről. Székfoglaló értekezés. Balogh Kálmántól. 20 kr. — XVI. Szibériai és délamerikai gombák (Fungi e Sibiria et America Australi.) Kalchbrenner Károly r. tagtól. Négy táblával. 60 kr.

Kilenczedik kötet. 1878—1879.

I. Adatok a dentinfogak finomabb szerkezetének ismeretéhez. Teschler. György reálisokai tanártól Kőrmöczbányán. 7 táblán rajzolt 28 ábrával. 60 kr. — II. A ditroji syenitűmzs közettani és hegyszerkezeti viszonyairól. Koch. 1 tábla rajzzal. 30 kr. — III. A gyuladásról. Thanhoffer. 3 tábla rajzzal. 40 kr. — IV. Nehány gázkeverék szinképi vizsgálata. Lengyel. 1 tábla rajzzal. 10 kr. — V. Új adatok Magyarhon kryptogam virányához az 1878. évből. Hazslinszky. 10 kr. — VI. Agyászóveti vizsgálatok. Laufenaucr. 2 tábla rajzzal. 10 kr. — VII. Emlékbeszéd Balla K. felett. Galgóczy. 10 kr. — VIII. Az érvesréről Thanhoffer. 64 fametszvény és 1 tábla. 50 kr. — IX. Urvölgyit egy új rész-ásvány. Szabó. 1 tábla rajzzal. 10 kr. — X. A Pinguicula alpina mint rovarévo növény. Klein Gyulától. 2 tábla rajzzal. 20 kr. — XI. Az aczél megkülönböztető jelei. (Indított tömecsű állapot, meleg törő próba.) Kerpely Antaltól. 30 kr. — XII. Hébert és Munier Chalmas közleményei a magyarországi ok-harmadkori képződményekről. Hantken Miksától. Két tábla rajzzal. 20 kr. — XIII. Fouqué munkája Santorin vulkáni szigetről, megismerteti és jegyzetekkel kíséri dr. Szabó József. 20 kr. — XIV. Emlékbeszéd néhai dr. Kovács-Sebestyén Endre lev. tag fölött. Dr. Rózsay Józseftől. 10 kr. — XV. Floristicai adatok. különös tekintettel a Roripákra. Borbás Vinczétől. 40 kr. — XVI. A hazai epilobiumok ismeretéhez. Borbás Vinczétől. 20 kr. — XVII. A szaruhártya szalagszerű elhomályosodásáról. (Bundförmige Hornhauttrübung.) Rajzzal egy táblán. Dr. Goldzieher Vilmostól. 10 kr. — XVIII

vizsgálatok az agy corticalis látómezőjéről. Dr. Laufenauer Károlytól 20 kr. — XIX. Újabb adatok a tengeri moszatok kristalloidjairól. Klein Gyulától. Egy táblával. 30 kr. — XX. A magas hőmérsék és karbonsavgőz hatása szerves testekre. Than Károlytól. 10 kr. — XXI. Az alsó-kékedi gyógyforrás kémiai elemzése. Stollár Gyulától. A felső-rákosi savanyúvíz, valamint a székely-udvarhelyi hideg sós fürdő kémiai elemzése. Dr. Soly mosi Lajosától 20 kr. — XXII. A felső-ruszbachi ásványvíz vegyelemzése. Scherfel W. Auréltól. 10 kr. — XXIII. A gránát és Cordierit (Ditroit) szerepése a magyarországi Trachytokban. Dr. Szabó Józseftől. 30 kr. — XXIV. Megemlékezés Bernard Claude fölött. Balogh Kálmántól. 20 kr. — XXV. Regnault H. Victor emlékezete. Dr. Than Károlytól. 10 kr.

Tizedik kötet. 1880.

I. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből. I. Adatok a carbonylsulfid phisikai sajátságaihoz. Dr. Ilosvay Lajostól. — A budapesti világító gáz kémiai analysise. — Ugyanattól. — Egy földpát mennyiségi analysise. Lócza Józseftől. — II. Gróf Vass Samu emlékezete. Deák Farkastól. — III. A magyarországi dunaszigetek földirati csoportosulása a képződések tényezői. Dr. Ortway Tivadartól. Egy melléklettel. — IV. Adatok a Martin-aczél tulajdonságainak ismertetéséhez. Kerpely Antaltól. — V. A víz-elvonó testek behatásáról a kámforsavra és amidjaira. Balló Mátyástól. — VI. A vadgesztenye gyökereinek ismertetéséhez. Klein Gyulától és Szabó Ferencztől. Egy táblával. — VII. Az utóvilágításról Geissler-féle csövekben. Dr. Lengyel Bélától. — VIII. A rank-herleini és szekei ásványvizek kémiai elemzése. Dr. Lengyel Bélától. — IX. A városligeti artézi kút hévforrásának vegyi elemzése. Than Károlytól. — X. Adatok a Mecsekhegység és dombvidéke Jurakorbeli lerakódásának ismertetéséhez. I. Stratigraphiai rész. Böckh Jánostól. — XI. Myelin és idegvelő. (Szövettani tanulmány.) Perdik Ottótól. 16 rajzzal. — XII. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből. I. A durranó lég sűrűségének meghatározása. Kalecsinszky Sándortól. — II. A nitrosylsav néhány sójáról. Dr. Csulak Lajostól. — XIII. A magyar tengerpart szivacsfaunája. I. közlemény. Dr. Dezső Bélától. — XIV. A bábolnai meleg »Mátyás-forrás« és a szovátai »Fekete-tó« hideg sóforrás kémiai elemzése. Dr. Hankó Vilmostól. — XV. Közlemények a kolozsvári egyetem élet- és körvegytani intézetéből. Dr. Ossikovszky Józseftől. I. Adalék a hyrosin és a skatol vegyi szerkezetéhez. II. Arsenkéneg mint mérég s annak szerepe törvényszéki kérdésekben. III. A tellurnak előállítás a nagyági aranytellur érczekből és a nyers tellurból. — XVI. Az agyéki és gerinczagi dűczok többszörösségéről. Dr. Davida Leótól. Egy táblával. — XVII. Új vagy kevesebb ismert szömöröcsőfélék. (Phalloidei növi vel minus cogniti.) Kalchbrenner Károlytól. Három táblával. — XVIII. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. Dr. Hőgyes Endrétől. I. közlemény. 2 könyomatú és 3 egyszerű nyomatú táblával. (Bevezetés. I. rész. A fej- és testmozgásokat kísérő associált szemmozgások tüneteményei emlősöknél és az embereknél.)