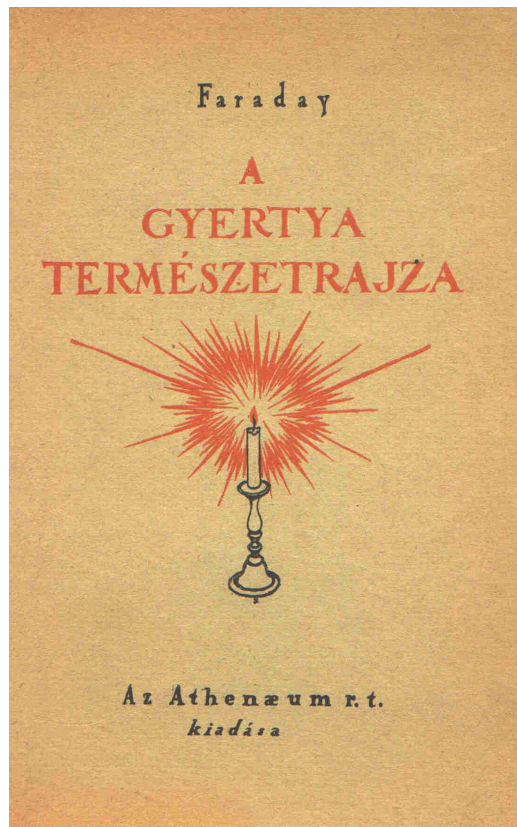


FARADAY
A GYERTYA TERMÉSZETRAJZA



HAT FEOLVASÁS AZ IFJÚSÁG SZÁMÁRA

FORDÍTOTTA
BÁLINT ALADÁR

HARMINCÖT ÁBRÁVAL



ELSŐ FELOLVASÁS.

A gyertya. A gyertyaláng. Az olvadás. A kanóc hajcsövessége. A láng az égő gőz. A láng alakja és összetétele. A feltörő légáram. Más lángok.

A gyertya természetrajzát már egy régebbi előadásomban ismertettem, és ha tőlem függne, az előadásaimat évről-évre ezzel a témával fejezném be; ugyanis annyira érdekes ez a téma és sok módot nyújt a természet tanulmányozásához vezető út megismerésére. A világegyetemet irányító természeti törvények mind-mind feltárulnak előttünk, vagy legalább bizonyos vonatkozásokban érintjük azokat; és aligha találunk kényelmesebb módot a természet műhelyébe való betekintésre, mint ezt.

Mindenekelőtt arra kérem a hallgatóimat, hogy a tárgy jelentősége és a tudományos előadás komolysága mellett is tekintsünk el a köztünk levő korkülönbségtől és engedjék meg, hogy mint fiatalember szóljak fiatalemberekhez; ahogyan ezt hasonló alkalmakkor korábban is megtettem. Bár jól tudom, hogy az itt elhangzott szavaim széles körben elterjednek, az nem térít el engem attól a szándékomtól, hogy mostani előadásaimban is a multban meghonosított bizalmas családi hangot használjam.

Kedves fiaim és leánykáim, mindenekelőtt azt mondom el nektek, hogy a gyertya miből készül. Egészen különös dolgokat tanulunk meg ezáltal. Látjátok ezt a fát, ezeket az ágakat? Gyúlékonyságuk bizonyára ismeretes előttetek, – aztán egy nagyon érdekes anyagnak kicsi darabkáját láthatjátok itten. Írország iszapos mocsaraiban található ez az úgynevezett *gyertyafa*. Rendkívül erős, tömör fa, szerszámfának

4

kiválóan alkalmas, mert nagyon tartós és olyan könnyen gyullad, hogy azon a vidéken fáklyákat faragnak belőle és ezek úgy égnék, mint a gyertya, nagyszerűen világítanak; szóval természetes gyertya az, amit nektek ezennel bemutatok.

Azonban elsősorban azokról a gyertyákról akarok beszélni, melyek a kereskedelmi forgalomban vannak. Kezdem a *mártott gyertyával*. Készítési módjuk a következő: gyapotzsinórokat botra akasztunk és olvasztott faggyúba mártjuk, kihúzzuk és lehűtjük, aztán ismét bemártjuk és addig folytatjuk ezt a műveletet, míg elegendő faggyú ragad a gyapotbélre és ilyenformán a gyertya a megkívánt vastagságot eléri. Nézzétek csak, mennyire nem egyformák a kezemből levő gyertyák; lám ezek feltűnően vékonyak; a szénbányákban dolgozó bányászok használtak azelőtt ilyen gyertyákat. Valamikor a bányászoknak maguknak kellett a gyertya készítéséről gondoskodniuk; takarékoságból történt, de meg azért is, mert azt hitték, hogy a

bányalég a kis lángtól nem gyullad ki oly könnyen, mint a nagy lángtól, miért is olyan vékonyra készítették a gyertyákat, hogy 20, 30, 40, sőt 60 darab is esett egy fontra. Később a Davy-féle lámpák és különböző más biztonsági lámpák kerültek a gyertyák helyébe. – Látjátok ezt a gyertyát? Az elsüllyedt "Royal-Georg" hajóból emelte ki *Pasley* ezredes. Esztendőkön át a tengerfenéken hevert, a tenger sós vize mosta; de szétroppantott, lenyúzott mivoltában is megmutatja, hogy egy gyertyának mekkora az ellenállóképessége; íme meggyújtom és mint látjátok, egyenletesen ég, szóval az olvadó faggyú tökéletesen megtartotta az eredeti tulajdonságait.

Field úr több jó rajzot és gyertyagyártásnál használatos anyagot bocsátott a rendelkezésemre; valamennyi sorra kerül. Ez itt a *vesefaggyú*, azaz marhafaggyú, oroszfaggyúnak is hívják, gyertyát mártanak belőle. Ez a faggyú a *Gay-Lussac*-féle eljárással oly széppé formálódik, mint ahogy a mellette heverő faggyúdarabon láthatjátok. A most haszná-

5

latos gyertyák nem csinálnak olyan piszkot, mint a faggyúgyertyák; tiszták és a lehulló cseppek lekaparhatók és szétmorzsolhatók, anélkül, hogy valamit bepiszkítanak. Az eljárás a következő: a faggyút mindenekelőtt oltott mésszel megfőzik, ezáltal szappanszerű anyag keletkezik, ezt a szappant kénsavval felbontják, a kénsav a mésszel egyesül és a zsiradék stearinsav formájában fennmarad. Ugyanakkor szörpszerű folyadék keletkezik, ez a glicerin. Préselés által az olajszerű anyagot eltávolítják; íme itt van több sajtolt pogácsa. Minél erősebb a nyomás, annál több piszkot távolodik el belőlük, a fennmaradó anyagot felolvasztják és gyertyát öntenek belőle. A kezemben levő gyertyát, a *stearin* gyertyát, az előbb említett módon gyártják. Aztán itt van mellette *cetvelőgyertya* is, a cet tisztított zsírjából készül, azonkívül itt van ez a sárga, meg ez a fehér viasz is, ebből is gyertyát készítenek; emitt pedig ez a furcsa holmi, az ír mocsarakból származó *paraffin*, (*) azonkívül néhány paraffingyertya; végül ez a viaszszerű anyag; Japánországból jön be hozzánk, , mióta e távoli országgal összeköttetést bírtunk létesíteni. Én egy barátomtól kaptam, a gyertyagyártásnál ez is felhasználható.

Hogyan készül a gyertya? Éppen az előbb mondtam el a *gyertyamártás* módját, most elmondom azt is, hogyan *öntik* a gyertyát. Tegyük fel, hogy e gyertyák közül valamelyik olyan anyagból készült, ami önthető. *Öntható?* – kérdezitek. Hisz a gyertya elolvad, és ami olvad, az egyúttal öntható is. Egyáltalában nem! Csodálatos, hogy mikor valaminek a

(*) A gyertyagyártásnál felhasznált paraffint most a barnaszén egyik fajtájából, a bitumenből, azaz szerves anyagokkal áthatott palakőből és hasonló nyersanyagból nyerik, amennyiben zárt edényben erősen felhevítik. Ez által világítógáz, kátrány, koks és más termék keletkezik; a paraffin pedig a kátrányból további eljárás folyamán szabadul fel. A petróleumfinomítás alkalmával is nyerhető kísértékű paraffin mint melléktermék.

6

kivitelére kerül a sor, olyan akadályok merülnek fel, amelyekre senki sem számított. Nem minden gyertya önthető. Például a viasz nagyon jól ég és könnyen olvad, mégsem önthető. Röviden visszatérek még a viaszgyertya gyártására, de ezúttal azokkal az anyagokkal akarok foglalkozni, amelyek önthetők.

Nézzétek ezt a rámát; néhány öntőminta van rajta, abba illesztik bele a gyertyabelet. Ezen a kis dróton fonott bél csüng, tisztogatni nem kell, egészen a ráma aljáig ér, odacövekelik. A cövek feszesen tartja a belet és a minta alsó nyílását úgy elzárja, hogy semmiféle folyadékot nem bocsát keresztül. A minta felső részét egy lécz fogja át keresztbe, mely szorosan tartja középen a belet. A formát teliöntik olvasztott faggyúval. Ha kihűl a forma, a fenn kiálló faggyúrészeket lenyessük, a kanóc végét elmetsszük, úgy hogy már csak pusztán a gyertyák maradtak benn az öntőmintákban; és azokat egyszerűen meg kell fordítani, a gyertya kihull; így ni. A minták ugyanis kúpalakúak, azaz a felső részük szűkebb, mint az alsó részük és tekintve, hogy a gyertyák amikor kihűlnek, egy kissé amúgy is összehúzódnak, már a leggyengébb rázásra is kihullanak.

A stearin- és paraffingyertyák gyártása ugyanígy történik.

A viaszgyertyákat nagyon sajátos módon gyártják. A rámára – mint látjátok – gyapotkanócokat aggatnak, fémkúpocskákkal befödik a végeiket, hogy viasz ne érje azokat. Annak a kályhának a közelébe viszik, amelyben a viaszt olvasztják. Mint látjátok, a ráma forgatható, aminthogy meg is fordítják, amikor az olvasztott viaszt a kanócon végigcsurgatják. A kanócott megmerevült első réteg fölé másik réteg kerül és addig öntögetik rája köröskörül a viaszt, míg csak el nem éri a gyertya a kívánt vastagságot. Akkor aztán leszedik, csiszolt kőlapon simára görgetik, a végét levagdossák és megtisztítják. A munkások olyan ügyességre tesznek szert, hogy pontosan négy vagy hat gyertya, vagy

7

amennyire éppen szükség van, jut egy fontra. Mellékesen megemlítem azt is, hogy a gyertyagyártásnál részben a színezésnél, részben a formaadásnál fényűzést is fejtenek ki. Nézzétek, mily csodaszép színűek ezek a gyertyák. Mályvaszínt, magentát és egész sereg újonnan feltalált pompás színt használnak a gyertyák szépítésére. Ez a gyertya csodaszépen mutatja a hornyolt oszlop formáját, ez a gyertya pedig gyönyörűen ki van festve virágokkal; ha meggyújtják, odafenn a napsütés, alant pedig virágoskert hangulatát adja. De a szép nem mindig egyúttal hasznos is, például e hornyolt gyertyák, bármily szép a külsejük, rosszak, és éppen a formájuknál fogva azok; általában ezek a cifraságok többnyire a használhatóság rovására mennek. De ezeket a gyertyákat is – jó barátaim mindenfelől küldözgetnek ilyeneket – meg akartam nektek mutatni, hadd lássátok, hogy mily színvonalon áll a gyertyagyártás. Azonban ismétlem, ha szépíteni akarjuk a gyertyákat, némiképpen fel kell áldoznunk a célszerűségi szempontokat.

Végül is rátérek előadásom tulajdonképpeni tárgyára; mindenekelőtt a gyertya *lángjára*. Gyújtsunk meg egy vagy két gyertyaszálat, hadd teljesítse azt, ami a

hivatása. Úgy-e látjátok, mennyire más a gyertya, mint a lámpa? A lámpánál olajjal megtöltött tartó van, melybe mohából vagy gyapotcserjéből nyert kanócot dugnak, a kanóc végét meggyújtják és ha a láng az olajig leharapószik, ott menten elalszik, de a kanóc magasabban fekvő része tovább ég. Úgy-e kíváncsiak vagytok arra, mi lehet az oka, hogy az olaj, mely önmagában nem akar égni, a kanóc végére érve ég. Mindjárt kitapasztaljuk. De a gyertya égési folyamatánál még különösebb dolgokat tapasztalunk. Itt van előttünk ez a szilárd massa, tartóra sincs szüksége – hogy bír ez a massa feljutni a lángig, holott nem folyékony? Vagy ha folyékonnyá válik mégis, tömör halmazállapotát hogy bírja megtartani? Furcsa holmi ez a gyertya!

8

E teremben erős a légmozgás. Némelyik kísérletnél szükségünk van rá, más kísérletnél viszont káros lehet. Hogy szabályozzam a dolgot és az egészet egyszerűvé tegyem, nyugodtan lobogó lángot idézek elő, mert úgy nem lehet valamit megvizsgálni, ha oda nem tartozó mellékkörülmények zavarják a kísérletet. Tanuljunk valamit a kofáktól, kik esténként a nyílt utcákon árusítják a portékáikat. Sokszor megbámultam őket. A gyertyalángot üveghengerrel veszik, körül és a henger olyan tartón áll, amely a gyertyát körülfogja és a szükséghez mérten fel- és alátolható. E henger annyira egyenletessé teszi a lángot, hogy az oly alaposan megvizsgálható és gondosan megvizsgálható, mint ahogy remélhetőleg ti is megvizsgáljátok azt odahaza.

Mindenekelőtt azt látjuk, hogy a gyertya legfelsőbb rétege, közvetlenül a láng alatt alásüpped és egy kicsi kis csésze keletkezik körülötte. A gyertyát körülvevő levegőt ugyanis a láng forrósága következtében beálló légáramlás felsodorja és ezáltal a csésze karimája hűvösebb marad és kevésbé olvad, mint a közepe, míg emez jobban ki van téve a lángnak, amely amennyire csak lehet, lefelé igyekszik jutni a kanócon. Míg a légáramlás mindenfelől egyenletes, ez a kicsi csésze vízszintes marad és a benne úszó olvadt gyertyaanyag ugyancsak vízszintes marad; de ha valamelyik oldalról erősebb légáramlás éri, a csésze ferde lesz és a folyékony anyag lecsorog az oldalon – a nehézkedésnek világot mozgató és összetartó törvénye szerint. Szóval látjátok, hogy ezt a csészécskét az az egyenletesen kiszálló légáramlat hozza létre, mely a gyertya külsejét mindenfelől körülengeli és hűsíti. Csupán azok az anyagok használhatók fel a gyertyáknál, melyek oly tulajdonságokkal rendelkeznek, hogy az égésnél ily csészécskéket formálnak. Az előbb megmutatott ír gyertyafa kivételt jelent, melynek szilárdságát maga az égőanyag táplálja biztosítja. Most már magatok is ráeszméltetek arra, hogy mért nyilatkoztam oly kedvezőtlenül e szépen formált

9

hornyolt gyertyák használatosságáról; azoknál ugyanis nem képződhetik a csészécskének oly tökéletes karimája; ott váltakozva emelkedik és süllyed. Ezek a szép gyertyák rosszul égnék, csepegnek, mert a külső burok egyenetlensége a

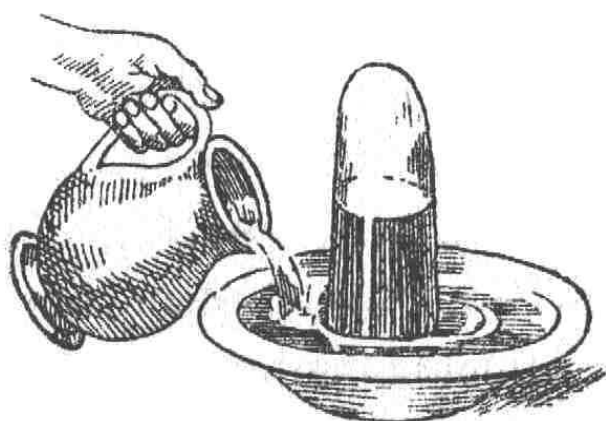
légáramlat egyenletességét megzavarja és ezáltal nem képződhetik szabályos csészécske. Szóval nem a szép külső, hanem a használhatóság a fődolog.

A légáram felemelkedésének néhány szép példáját megfigyelhetjük; ti is könnyen megjegyezhetitek. A gyertya csepegett az egyik oldalon és egy csomó le is folyt belőle, miáltal a gyertya egyik oldala vastagabb lett, mint a másik. Míg a gyertya szépen tovább ég, kicsi oszlopocska emelkedik azon a helyen, túlnő a csésze peremén és miután folyton magasabbra törekszik, mint a viasz többi része és távol esik a gyertya közepétől, a levegő jobban éri, könnyebben hűti és alkalmassá teszi arra, hogy a meleg behatásának már e kis távolságban is inkább ellenállhasson. Ilyenformán, mint mindenütt, a gyertyánál is olyan tanulságokat meríthetünk a botlásokból és a hibákból, melyeket más utakon-módokon nem lett volna alkalmunk kitapasztalni. Önkénytelenül is természetkutatókká válunk, és remélem, minden egyes jelenségnél, különösen az előttetek ismeretlen jelenségnél nem mulasztjátok el megkérdezni: – Mi ennek az oka? Hogy megy végbe mindez? És idővel megtaláljátok az okot is.

Még egy kérdés feleletre vár: hogy jut fel a csészécskéből az égési anyag a kanócon keresztül a lángba? Tudjátok, hogy a viasz-, a stearin-, a cetvelőgyertyáknál az égő kanócon lobogó láng nem fut le az égési anyagig és nem olvasztja azt menten széjjel, hanem az alatta levő folyékony anyagtól elkülönítve a helyén marad és a csészécske peremén túl el nem harapódzik. Alig bírom az alkalmazkodás szebb példáját elképzelni a legjobb eredmény kedvéért, a gyertya minden egyes része, szolgálatra kész társa a másiknak. Csodálatos látvány, hogy ez a gyúlékony anyag mikép ég el lassan-lassan, anélkül hogy láng érné, pedig jól tudjuk, hogy a láng, ha a viaszhoz közel férközik, mekkora erővel meg tudja azt semmisíteni.

10

De hát akkor hogyan kapja el a láng az egész anyagot? A *kapilláritás* folytán! Kapilláritás? – kérdezitek. Hajcsővesség? Nos, a név nem jelent semmit, – hisz abból az időből származik, mikor még nem voltak teljesen tisztában azzal az erővel, amelyet vele megjelöltek. A kapilláris vonzóerő hatása abban áll, hogy az égési anyagot odavezeti és odatelepíti, de nemcsak amúgy akárhogy, hanem pontosan a tűz gócpontjába, hol az égési folyamat lejátsszódik.



1. ábra.

Hogy ezt a folyamatot érthetőbbé tegyem előtetek, a kapilláris vonzódás néhány példáját bemutatom. Ennek az erőnek a segítségével két oly test, amely különben nem egyesül egymással, összetapadhat. Például ha kezét mostok, benedvesítitek és az nedves is marad. Ez annak a vonzóerőnek egyik tünete, amelyről az imént beszéltem. Továbbá ha kezeitek nem piszkos – aminthogy természetesen rendes körülmények között nem is piszkos – és tiszta ujjatokat meleg vízbe

dugjátok, úgy figyelmes szemléltetés után magatok is megállapíthatjátok, hogy a víz magasabbra húzódik az ujjatokon, mint amilyen az edényben levő víz magassága. Itt ebben az edényben egészen likacsos tárgy – hosszúkás sódarab – van. (1. ábra.) És a tálba nem tiszta vizet, hanem *töményített* sóoldatot öntök, amely az oldóképességét már elvesztette, szóval a megfigyelt jelenség egyáltalában nem a sódarab alkatrészeinek további oldódásán alapul. Tegyük fel, hogy ez a tál gyertya, a sóoszlopocskára kanóc, és az oldat az olvadt viasz. Hogy a folyamatot jobban megfigyelhessétek, az oldatot kékre festettem. Beöntöm a tálba, és

11

Látjátok, hogy egyre feljebb húzódik a sóoszlop; biztos vagyok benne, hogy eléri az oszlop tetejét, ha csak időközben össze nem omlik ez a hosszúkás sódarab. Ha ez a kék oldat gyúlékony folyadék lenne, – és ha a sóoszlop tetejébe kanócot illesztenének – akkor, mire az oldat felszívódik, a kanócot meg lehetne gyújtani. Mindenesetre érdekes az ily folyamatnak és a sajátos kísérő jelenségeknek a megfigyelése. – Ahogy a kézmosásnál törülközőt vesztek, hogy kezeitekről a nedvességet felszívja, a kanóc is ugyanennek a vonzóerőnek a segítségével a viaszt, a stearint, stb. éppúgy magábaszívja és a lánghoz továbbítja.

Ismertem néhány rendetlen gyereket (néha rendes emberekkel is megesik ilyesmi), aki a törülközőt a kéz leszártása után hanyagul a mosdótál szélére dobta; rövid idő múlva a törülköző a tálban levő vizet felszívta és a padlóra lecsorgatta; ugyanis oly helyzetben került a tál peremére, hogy a szívócső szerepét töltötte be. Hogy jól megfigyelhessétek, hogy a testek e tekintetben miképpen hatnak egymásra, ezt a sűrű drótszövetből készült edényt vízzel megtöltöttem, és így összehasonlíthatjátok, hogy viselkedik egy darab karton vagy vatta viselkedésével szemben; megjegyzem, hogy valóban vannak drótszövetből készült kanócok. Amint látjátok, ez az edény likacsos; mert ha odafönn egy kevés vizet beléöntök, az alul rögtön kicsorog; azonban az edény tele van vízzel, pedig a víz úgy keresztülömlik rajta, mintha üres

lenne. Fogadni mernék, zavarba jönnétek, ha ennek az edénynek a furcsa viselkedését meg kellene magyaráznotok.

Majd én megmondom, mi az oka ennek: A drótháló nedves szálai nedvesek is maradnak és miután a burkok szorosan egymásba kapcsolódnak, a vízcseppek oly erősen vonzzák egymást és úgy összefogózkodnak, hogy az edényből nem folyik ki a víz, pedig likacsos. Ugyanígy szállnak fel a kanócba a meggyújtott gyertyánál a megolvadt viaszrészek és így jutnak el a kanóc végére; a többi viaszrészecskék a kölcsönös vonzódás következtében utánuk vándorolnak, és ahogy a lángba felrohannak, egymásután felemésztyődnek.

12

Még egy példa. Itt van ez a darab spanyolnád. Hogy hosszában végigfutó csatornácskái vannak, azaz hogy a kapillaritás tulajdonságaival rendelkezik, azt akárhányszor megfigyelhetjük az utcán, hol a gyerekek, azért hogy férfi számba vegyék őket, az egyik felén meggyújtják és szívják, mintha szivar lenne. Ha ezt a spanyolnád-darabot olyan táltra helyezem, amelyben egy kevés benzin van (a tulajdonságai nagy általánosságban megegyeznek a paraffin tulajdonságaival), éppen úgy, mint ahogy a kék sóoldat a sóoszlopcskába, a benzin is felszívódik a spanyolnádba. Miután a nád oldala nem likacsos, és a folyadék oldalvást nem terjeszkedhetik, a felszívódás csupán hosszában történhetik. Nézzétek csak: a benzin már el is jutott a nád végére és tekintve, hogy könnyen gyullad, a nádat meg is gyújthatom és gyertya gyanánt használhatom.

A gyertya a kanóc hosszában, csupán azért nem ég tövig, mert az elolvadt faggyútömeg eloltja a lángot. Jól tudjátok, hogy a gyertya, ha megfordítják és a megolvadt égőanyag a kanóc hegyére fut, abban a pillanatban elalszik. Ez azért van így, mert a lángnak nincs elég ideje, hogy a nagyobb mennyiségben feléje áramló olvadt égőanyagot megfelelően felhevítse, mint ahogy odafenn történik, ahol kisebb tömegek apránként felolvadhatnak, a kanócba futhatnak, hol teljes mértékben ki vannak téve a hőség hatásának.

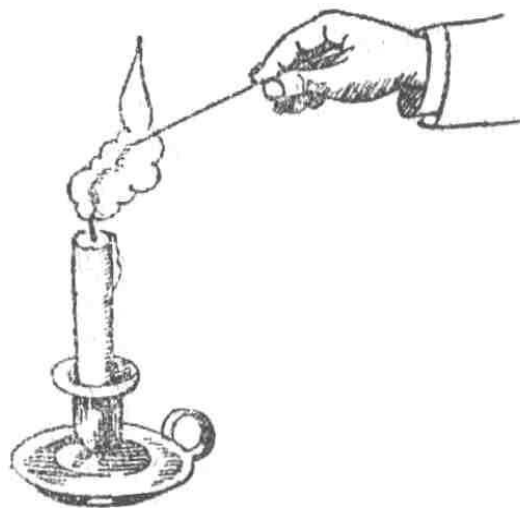
Ezennel a fejtegetésünk nagyon fontos részéhez értünk. Ennek beható megvizsgálása nélkül nem érthetnétek meg tökéletesen a gyertyalángban végbemenő folyamatot; az éghető anyag gáznemű állapotára gondolok. Hogy, jól megértsétek, egy kedves és egyszerű kísérletet mutatok be nektek. Ha a gyertya lángját óvatosan eloltjátok, gőzök szállnak fel; bizonyára tudjátok, hogy milyen az eloltott gyertya

13

gőzének a szaga – nagyon kellemetlen. De ha, amint mondtam, nagyon óvatosan fújjuk el a gyertyát, egészen pontosan megláthatjuk azt a gőzt, amellyé a gyertya szilárd anyaga átalakult. Most úgy oltom el a gyertyát, hogy a körülötte levő levegő azért mozdulatlan marad, azaz huzamosan kitartott lélegzetem segítségével teszem ezt; és ha 2-3 hüvelyknyi távolságban égő forgácsot tartok a kanóc mellé, láng

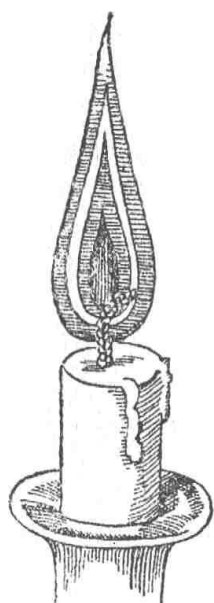
villan fel, és a felszálló gőzön keresztül a gyertyabélhez pattan. (2. ábra.) De ennek nagyon gyorsan kell végbemenni, mert ha a gőznek időt adunk a lehülésre, az folyékony vagy szilárd formában lecsapódik, vagy pedig elillan a gyúlékony légnemű test.

Hátra vannak még a láng alakja és a körvonalai. Nagyon fontosnak tartom annak a megismerését, hogy a gyertya anyaga milyen állapotban kerül a kanóc hegyére, ugyanis a lángban oly szépség, oly ragyogás mutatkozik, mint semmiféle más jelenségben. Ismeritek úgy-e, az arany és az ezüst ragyogó szépségét, az ékkövek, a rubin és gyémánt káprázatos csillogását – de mi ez a tűz fényéhez és szépségéhez képest. Nincs az a gyémánt, mely úgy világít, mint a láng, ragyogását az éjszaka homályában annak a lángnak köszönheti, amely megvilágítja. A láng eloszlatja a sötétséget – a gyémánt fénye önmagában semmi – és csak akkor tünedezik fel, ha a láng sugara éri. De a gyertya önnön erejéből világít, önmagára veti a fényét, vagy pedig azokra, kik alkatrészeit egybeillesztették!



2. ábra.

Vizsgáljuk csak meg közelebbről a láng alakját, ahogy az üveghenger alatt mutatkozik! Egyenletes és állandó; az alakja általában olyan, mint ahogy az itt bemutatott rajzon látható, azonban a levegő behatása szerint, vagy pedig a

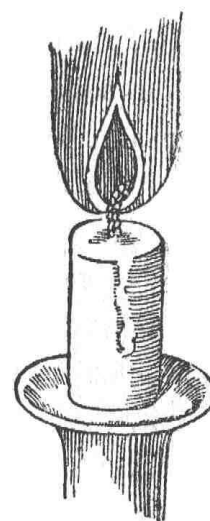


3. ábra.

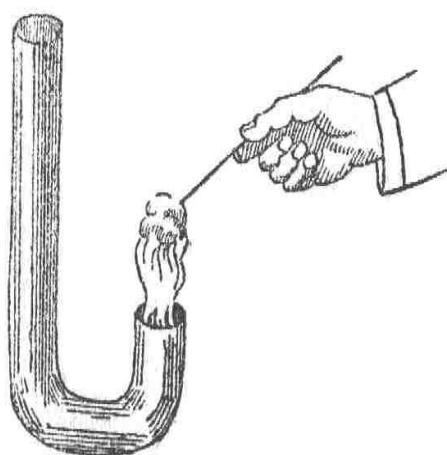
gyertya nagyságához képest változik. (3. ábra.) Alul kerek kúpformája van, fent világosabb, mint alant; középen a kanóc. Lent a kanóc közelében világosan megkülönböztethető a sötétebb rész, amelyben az égési folyamat még nem oly teljes, mint a magasabb részekben. Bemutatom a láng rajzát; esztendőkkel ezelőtt Hooker vetette papírra, midőn kísérleteit befejezte: A lámpa lángját ábrázolja, de a gyertya lángjára is illik. Az olajtartó a gyertya csészécskéjének felel meg, az olaj a gyertya olvadt anyagának, és a kanóc mindkettőnél azonos. Az utóbbira rajzolta rá a lángot, és köréje olyan réteget rajzolt, amely nem látható és amelyről mit sem tudhattok, ha csak már előbb meg nem hallgattátok az előadásomat, vagy ha különben is foglalkoztatok ezzel a kérdéssel. Ugyanis a körülötte levő levegőt ábrázolja ez a réteg, mely nagyon is fontos a lángra nézve és állandóan a közelében van. Továbbá lerajzolta azt a légáramot is, amely a lángot felfelé húzza, mert a lángot, mint látjátok, a levegő csakugyan fölfelé vonzza, még pedig meglehetősen magasságba; úgy ahogy Hooker a légáram irányvonalainak meghosszabbításával e rajzában bemutatta. Úgy

győződhetünk meg róla a legjobban, ha az égő gyertyát kiteszük a napra és mögéje fehér papírlapot teszünk. Árnyékot vet rá. Csodálatos, hogy *a láng, mely elég fényes ahhoz, hogy más testből árnyékot váltson ki, önmaga is árnyékot vet.* És ugyanekkor világosan meglátjuk az árnyékán, hogy a láng körül olyasvalami rezeg, ami nem tartozik a lánghoz, nem része annak; hanem mellette száll fel és a lángot magával vonzza a magasba. Most utánózni fogom a napfényt, amennyiben a Volta-féle oszlopot egy villamos lámpával összekapcsoljuk. Íme itt van előttem a magunkteremtette napunk a maga nagy fényével.

Ha közéje és e közé az ernyő közé odaállítom a gyertyát, akkor elénk rajzolódik a láng árnyéka. Világosan megkülönböztethetjük a gyertya és a gyertyabél árnyékát; aztán itt van az a sötét rész, ahogyan Hooker rajzán is rnegláthatjuk, azonkívül a világosabb rész. Csodálatos, hogy a láng árnyéka a legsötétebb, holott maga a láng a valóságban a legfényesebb. És Hooker rajzával megegyezően íme itt van a feltörekvő légáram, amely táplálja a lángot, egyben felfelé vonzza és lehűti az olvadt gyertyaanyagot tartalmazó csészécske peremét. (4. ábra.)



4. ábra.



5. ábra.

E másik kísérlettel megmutathatom azt is, hogy a láng a légáram iránya szerint hogyan emelkedik vagy süllyed. E lángnál a feltörekvő légáramot süllyedő légárammá akarom megváltoztatni, amit az itt bemutatott készülék segítségével könnyen el is érek. Ez a láng, amint látjátok, ugyan nem gyertyaláng, hanem égő alkohol lángja, mely nem füstöl, de remélem, jól ismeritek a gyertyalánggal közös tulajdonságait és össze tudjátok hasonlítani vele. Miután a láng oly gyengén világít, hogy irányát pontosan nem követhetjük, idegen anyaggal megfestem. Szeszt gyújtok és szabadon a levegőben tartva, a láng természetesen fölfelé törekszik, mint ahogy

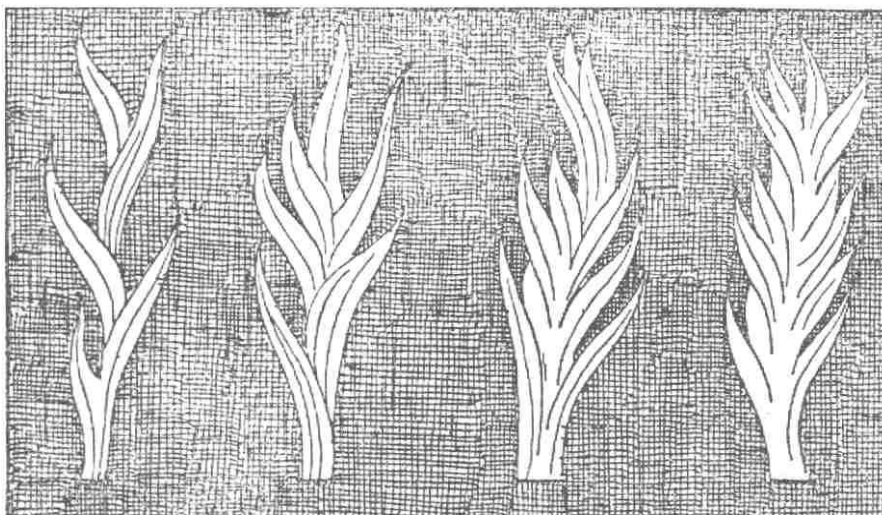
rendes körülmények között minden láng az égést élesztő légáramlás hatása alatt fölfelé törekszik; hisz ezzel tisztában vagytok valamennyien. (5. ábra.) De nézzétek csak, e kis kéménybe való lefuvással a lángot lefelé bírom kényszeríteni, amennyiben az áramlás irányát megfordítom. Mielőtt előadásomat befejezném, olyan lámpát mutatok nektek, hol a láng felfelé és a füst lefelé, vagy pedig a füst felfelé és a láng lefelé törekszik. Szóval módunk van rá, hogy a láng irányát különbözőképpen megszabhassuk.

Még egyre-másra felhívom a figyelmeteket. Az itt égő lángok közül többnek az alakja jelentékeny mértékben különbözik egymástól; még pedig a körülötte lengedező légáram különböző iránya következtében. Másrészt olyan lángot is

fejleszthetünk, mely mint valami szilárd tárgy egy helyben marad és kényelmesen le is fényképezhetjük, ezt meg is tesszük, hogy rajta egyetmást megvizsgálhassunk. De nemcsak erről van szó. Ha meglehetősen nagy lángot fejleszték, akkor nem ölt határozott alakot, hanem csodálatos erővel szétágazik. Hogy ezt bemutathassam, olyan anyagra van szükségem, mely a gyertya viaszát vagy faggyúját helyettesíti. Itt van ez a pamutgöngyöleg, ez helyettesíti majd a kanócot. Bemártom a szeszbe és meggyújtom – nézzétek csak; miben különbözik a közönséges gyertyától? Mindenekelőtt annyira élénken és erősen ég, mint ahogyan a gyertya lángja sohse ég. A lángnyelvek folytonfolyvást magasba csapnak. A lángok éppúgy fölfelé törekednek, mint a gyertyánál, de a gyertya lángja nem oszlik úgy széjjel csipkés, fogazatos foszlányokká és ott ily élénken fellobogó lángnyelvekről sem lehet szó. Mi ennek az oka? Ezt meg kell nektek magyaráznom, mert ha ezzel tisztában lesztek, jobban követhetitek mindazt, amit elmondandó leszek. Úgy hiszem, közületek már többen megpróbálkoztak azzal a kísérlettel, melyet ezúttal bemutatok nektek. Jó néhányan gyönyörködtek már a mazsolára vagy szilvára öntött és sötétben meggyújtott szesz égésének a látványában. Témánk e részéhez alig lehetne szebb példát találni, mint ezt a látványos játékot. Mindenekelőtt arra ügyeljünk, hogy jól felmelegített csészét használjunk, mert csak akkor sikerül szépen ez a játék; a szilvát meg a pálinkát is ajánlatos elébb felmelegíteni.

17

Mint ahogy a gyertya tetején kis csészécske képződik és abban van a megolvadt gyúlékony anyag, úgy itt is csésze van, benne pedig szesz; a kanócot pedig a mazsolák helyettesítik. Most meggyújtom a szeszt; és íme csodaszép lángnyelvek csapnak fel; a peremén keresztül levegő tódul be a csészébe, és előrehajtja a lángnyelveket. Hogyan? Nos, a levegő sokkal hevesebben áramlik, és az égés folyamata sokkal szabálytalanabb, mintsem a láng egyhuzamban egyenletesen fellobbanhatna. A levegő annyira egyenlőtlenül tódul be a csészébe, hogy a lángok, melyek különben egységes képet adnának, egész tömeg különböző formájú lángra szakadoznak és mindegyik a maga külön életét éli. Úgyszólván néhány elkülönülten égő gyertyát látunk magunk előtt. De mert e lángnyelveket egyszerre látjátok, nehogy azt higgyétek, hogy az összbenyomás a láng tulajdonképpeni alakját adja. Az ilyen pamutgöngyölegből felszálló láng alakja sohse olyan, mint amilyennek az imént láttak. A formák egész tömege bukkan fel előttünk és oly gyorsan követik egymást, hogy a szem nem tudja valamennyit külön-külön felfogni, hanem az egésznek összbenyomását fogja fel csupán.



6. ábra.

Szándékosan beszéltem az előbb egy olyan általános jellegű lángról, és az itt bemutatott rajzon (6. ábra.) az egyes részeket, csoportokat láthatjátok, azokból formálódik ki az egész.

18

A sorozat persze nem teljes; nincs ott együtt valamennyi; csupán úgy láttatja velünk a különböző formák gyors egymásutánja.

Nagyon sajnálom, hogy ma nem jutottunk tovább a mazsolás szesz elégetésének látványosságánál. De ez számomra is intő például szolgál arra nézve, hogy a jövőben szorosan a tárgynál maradjak és ilyen kisiklásokkal ne vegyem az időtöket annyira igénybe.

MÁSODIK FELOLVASÁS.

A lángban gyúlékony gőzök közelebbi megvizsgálása. A hőség eloszlása a lángban. A levegő jelentősége. Tökéletlen égés. A korom. Égés láng nélkül (vas). A láng fénye. Szén a gyertyalángban. Égési termékek.

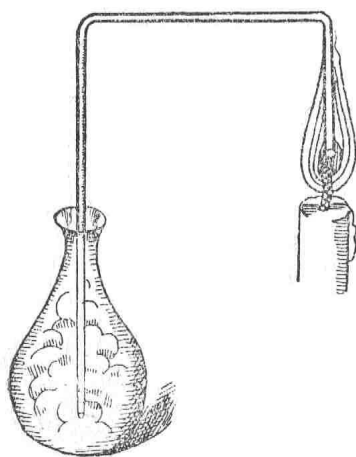
Első összejövetelünk alkalmával mindenekelőtt azzal foglalkoztunk, hogy a gyertya olvadt részét általánosságban megismerjük és felkutattuk az égés helyéhez vezető utat. Azonkívül láttuk azt is, hogy az egyenletes, nyugodt légkörben égő lángnak, mint rajzban is megmutattam, határozott formája van, mely szép és egyenletes, noha igazán különös a jellege.

Most nézzük csak, mily módon deríthetjük fel, hogy mi megy végbe a láng egyes részeiben és végül is mi lesz a gyertyából? Mert azzal úgy-e tisztában vagytok, hogy ez az égő gyertya tökéletesen elenyészik, ha rendesen ég, és a gyertyatartóban egy szemernyi sem marad belőle – persze ez a legnagyobb ritkaság.

Hogy a gyertyalángot gondosan megvizsgálhassuk, olyan készüléket mutatok be nektek, melynek használatával egykettőre tisztában lehetek.

Itt van ez a gyertya; ennek az üvegcsövecskének a végét a láng közepébe illeszttem, szóval abba a részbe, melyet az öreg Hooker a rajzában egészen sötétnek ábrázolt; és amelyet egyébiránt is minden nyugodtan égő lángon világosan észrevehettek. Mindenekelőtt ezt a sötét részt vizsgáljuk meg.

20



7. ábra.

Miközben e meghajlított üvegcsövecske egyik szárát a lángba helyezem, máris észrevehetitek, hogy a lángból valami a csőbe áramlik és a cső másik végén kiillan. Ha odateszünk egy üveget és huzamosabb ideig otthagyjuk, azt látjuk, hogy a láng középső részéből valami folytonfolyvást kiválik, a csövön keresztül az üvegbe jut, ahol aztán egészen másmilyen állapotba kerül, mint amilyen állapotban a szabadlevegőn lenne. (7. ábra.) Azonfelül hogy a cső végén elillan, még az üveg fenekére is lezuhan. Mint valami súlyos anyag; valóban az is. Úgy találjuk, hogy ez a gyertya viasza, gőznemű folyadékká váltan – azonban nem gáz. Meg kell jegyeznetek a gőz és a gáz között levő különbséget; a gáz az állandó valami, míg a gőz nagyon könnyen ismét lecsapódik. (*)

(*) A levegő: gáz, a közönséges világítógáz is az. A levegő és a világítógáz a legkülönbözőbb körülmények között is megőrzik légnemű állapotukat. A tél legerősebb hidege sem változtatja meg azt. Más a gőz. A vizet például könnyen gőzzé változtathatjuk. Csak fel kell hevíteni, hogy forrjon. Ha nyitott edényben hevítjük fel, úgy találjuk, hogy az edény tartalma egyre fogy. De a víz nem tűnt el, hanem csupán gőz alakjában, a levegőben szétáramlott. Ez a gőz, éppúgy mint a levegő, láthatatlan, és nem más, mint légnemű víz. De a vízgőz éppoly könnyen elveszíti légnemű mivoltát, mint ahogyan megszerezte. Pusztán lehűtéssel ismét folyékonyvá válik, mint ahogy azt télen bármelyik konyhában megfigyelhetjük. A főzőedényből gőz alakjában felszálló és a levegőben láthatatlanul eloszló víz a hideg falon és az ablaktáblán lecsapódik és vastag csöppekben alácsurog. Ha levegőt vezetünk a hideg vízben keresztül, azt tapasztaljuk, hogy a buborékok akadálytalanul keresztülyomulnak rajta. Ha forró vízzel teli edényből felszálló gőzzel csináljuk ugyanezt, akkor a hideg vízbe betóduló gőzbuborékok eltűnnek; ugyanis a hideg vízzel való érintkezés folyamán azonnal folyékony vízzé válnak. Ha hideg lemezt, fedőt vagy hasonló valamit oly edény fölé tartunk, melyben vizet forralunk, úgy találjuk, hogy a felszálló vízgőz azonnal cseppfolyóssá lesz és a hideg testen lecsapódik.

De hevítés vagy forralás nélkül is gőzzé válik a víz. A padlóra hulló vízcsepp rövidesen eltűnik, a nedves fehérenemű néhány óra alatt kiszárad, ha a szabad levegőn kiaggatjuk. Ez is a víznek gőzzé válását jelenti; csak hogy lassabban megy végbe a folyamat, mint a felforralásnál

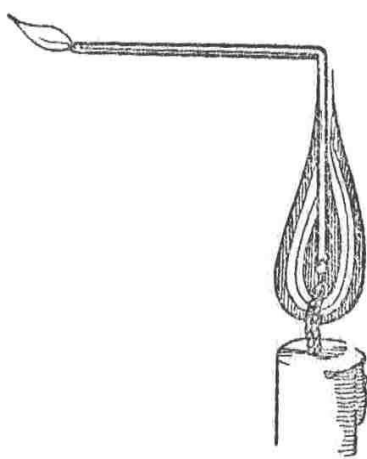
,s csupán a felszínen. A tenger tükrén mérhetetlen víztömeg párolog el szakadatlanul. E vízgőz a levegőbe emelkedik és ott láthatatlanul széjjeloszlik. De ha a magasban hidegebb levegőrétegekkel érintkezik, nem maradhat meg többé gáznemű mivoltában, vízzé válik, és felhő, eső vagy hó lesz belőle. (A felhő is folyékony vízből áll, mégpedig apró buborékok alakjában, mely a levegőben úszva marad fenn.) A vízzé sűrűsödött gőz eső formájában földre hull; a forrásokban, patakokban, folyókban ismét a tengerbe áramlik, hogy e nagy körforgást újból megkezdje.

21

Ha a gyertyát elfujjátok, rossz illat csapja meg az orrotokat; ez ennek a gőznek a lecsapódásától származik. Ez egészen más, mint ami a láng külső kúpjában van; hogy állításomat szemléletessé tegyem, nagyobb tömegben fejleszték ilyen gőzt és meggyújtom – mert a közönséges gyertyánál kisebb mértékben található gőzt, mint a természet kutatóinak, nagyobb arányban kell előállítanom, ha azt akarom, hogy annak különböző alkatrészei megvizsgálhatók legyenek. És most Anderson úr (*) meleget fog fejleszteni, hogy meglássátok, mi is ez a gőz. Ebbe az üvegbe viaszt tesztek és felmelegítem, hisz a gyertyaláng benseje, a kanóc körül levő égési anyag is forró. (Az előadó egy kevés viaszt tesz az üvegbe és egy borszeszlámpa fölé tartva felhevíti.) Úgy hiszem, most már eléggé meleg. A viasz, amint látjátok, megolvadt, és egy kevés füst száll fel belőle. Rögtön utána felszáll a gőz is. A viaszt még jobban felhevítem, hogy még

(*) Anderson úr – Faraday segédje – nagyon tiszteletreméltó, de kissé különös ember volt. Faraday felolvasásai alkalmával kijelentette, hogy: "Én csinálom a kísérleteket, és Faraday csupán a kísérőbeszédet csinálja hozzá." Faraday, az ő szeretetreméltó derűs modorával úgy kezelte ezt az öreg embert, mintha csakugyan ebben állt volna kettejük kölcsönös viszonya és szerepe.

22



8. ábra.

több gőz keletkezzék; no most már az üvegből a csészébe önthetem és ott meggyújthatom. Ez ugyanaz a gőz, mint ami a gyertyaláng közepében ég, és hogy erről valóban meggyőzzek benneteket, megvizsgáljuk, hogy ebbe az üvegbe nem került-e bele a gyertyaláng közepéből gyúlékony gőz. (Abba az üvegbe, melybe a gyertyából kiinduló cső torkollik, égő viaszrudat dug bele). Látjátok, hogy ég? Íme a gyertyaláng közepének a gőze. Önnön melege táplálja. A viasz elégése folyamán észlelhető elváltozásoknak ez az egyik első lépcsőfoka. Most óvatosan másik csövet dugok a lángba, és ne csodálkozzatok rajta, ha kellő vigyázattal a cső másik végére bírjuk elvezetni ezt a gőzt, ahol meggyújthatjuk és ilyenformán

ugyanolyan gyertyaláng lobog fel amott is. Lássátok? [sic!] (8. ábra.) Úgy-e kedves kísérlet? Ha gázvezetésekről beszélünk – ugyanúgy beszélhetünk gyertyavezetésekről

is! Ebből az következik, hogy a lángban két egymással különböző folyamat megy végbe: az egyik a gőz *kifejlődése*, a másik a gőz *elégése* – mindkettő a gyertyaláng más és más részén játszódik le.

A már elégett részekből többé nem áramlik ki gőz. Ha a csövet a láng magasabb részébe illeszttem, miután onnan már nem tódul gőz bele, ami a csőbe jut, az többé nem ég el, mert már elégett. – Elégett? – A gyertya közepén, a kanóc mellett gyúlékony gőz van; a láng körül pedig levegő; szóval ami a gyertya elégéséhez szükséges. Közöttük erőteljes vegyi folyamat megy végbe, melynél a levegő és az égési anyag egymásra hatnak; és ugyanakkor, mikor a láng kigyúl, a gőz elpusztul. Ha meg akarjuk állapítani, hogy a láng melyik része a legmelegebb, meglep bennünket a láng csodálatos szerkezete. Ezt a szál gyújtót pél-

23

dául vízszintes irányban, Szorosan a kanóc fölött keresztüldugjuk a lángon, – hol a legmelegebb a láng? Látjátok úgy-e, hogy nem a középén. Az egyik kúpban van a legmagasabb hőfok, pontosan azon a helyen, amelyről azt állítottam, hogy ott játszódik le az égés vegyi folyamata. Bár most nem tudom megfelelő gondossággal keresztülvinni ezt a kísérletet, a kúp azért megmarad, ha kellő nyugalom uralkodik körülötte. Ezt a kísérletet odahaza is megcsinálhatjátok. Vegyetek elő egy szál gyújtót, gondoskodjatok róla, hogy a szoba levegője nyugodt legyen, és a gyújtószálat a kanóc fölött tartsátok a lángba – elhallgatok, míg végigcsinálom ezt a kísérletet – nos, két helyen is meggyullad, de középén csak kevéssé vagy pedig egyáltalában nem gyullad meg. Ha ezt a kísérletet egyszer-kétszer megpróbáltátok, úgy hogy jól sikerül, nagyon érdekes annak a kikutatása, hol a legmelegebb a láng és egyúttal annak a megállapítása, hogy ott a legmelegebb, ahol a levegő meg az éghető anyag találkozik.

További kutatásaink eredményességére nézve ez nagyon fontos. Levegőre az elégnél föltétlenül szükség van; sőt többet mondok: *friss levegőre* van szükségünk, különben hiába okoskodunk, hiába kísérletezünk. Itt van ez az üveg: telve van levegővel, gyertya fölé borítom. A gyertya egy darabig igazán szépen ég és azt mutatja, hogy amit mondtam, az igaz. De csakhamar változás áll be. Látjátok, hogy a láng fölfelé egyre gyengül, végül kilobban? Elaludt; miért? Nem azért, mintha nem lenne levegője, – hisz az üveg éppúgy telve van levegővel, mint az előbb – hanem mert *friss levegőre* lett volna szüksége. Az üveg telve van olyan levegővel, melynek egyrésze elváltozott, egyrésze pedig változatlan maradt; de nem tartalmaz olyan friss levegőt, amilyenre a gyertyának az elégéshez szüksége van. Ez mind oly mozzanat, amelyet nekünk fiatal vegyészeknek nagyon is meg kell jegyeznünk és ha kissé alaposab-

24

ben szemügyre vesszük e jelenségeket, akkor rendkívül érdekes megfigyelésekhez kapcsolódó eredményekre bukkanunk. Például itt van ez az olajlámpás, az úgynevezett *Argand*-féle lámpa. Kitűnő hasznát vesszük e kísérletnél. Most

gyertyává változtatom (amennyiben a levegőnek a lángba való szabad beáramlását megakadályozom). Itt a kanóc, az olaj felszívódik benne és itt van a kúpalakú láng. Keservesen ég, mert részben el van zárva előle a levegő. Ugyanis csupán a láng külső részén engedek hozzá levegőt, miért is rosszul ég. Nem bírok több levegőt kívülről beereszteni, mert túlságosan nagy a kanóc; de ha Argand szellemes eljárását követve a láng közepébe átjárót nyitok és a levegőt ezzel beengedem, meglátjátok, mennyivel szebben ég majd. Ha a levegőt elzárom, akkor füstöl. De miért? Néhány érdekes eset vár megvilágításra. Az első: a gyertya tökéletes elége; a második: a gyertya a levegő hiányában elalszik, eztán itt van a tökéletlen égés esete. Az utóbbi eset annyira érdekes, hogy szeretném, ha éppen olyan jól megértenétek, mint a gyertya lehető legteljesebb elégejét. Most nagy lángot fejleszték, mert minél nagyobb arányú kísérletre van szükségünk. Itt van ez a nagy kanóc: gyúlékony terpentinelajjal átitatott gyapotköteg. Az ilyesfajta holmik ugyanazok, mintha gyertyák lennének. Ha nagyobb kanócot használunk, akkor erősebb légáramlatra van szükségünk, mert különben tökéletlen égés esete áll fenn. Nézzétek ezt a fekete anyagot, amely a levegőbe emelkedik. Egészen szabályszerű módon tódul fölfelé. Mindenesetre módot találtam rá, hogy a tökéletlenül elégett részeket eltávolítsam, nehogy bepiszkolódjatok. Nézzétek csak, a lángból felröppenő kormot, nézzétek csak mennyire tökéletlen az égés, minthogy nincs elegendő levegője. Mi történt? Nos, az égéshez szükséges anyagok közül hiányzik valami és ezért az eredmény is tökéletlen. Közben látjuk, mi megy végbe a gyertyánál, ha tiszta, szóval alkalmas levegőben ég. Míg a láng kúpjával felidézett elszenesedést a papiros egyik oldalán megmutatom nektek, a papirost megfordíthatnám és megmutathatnám, hogy a gyertya elégejénél is ugyanolyan koromszén keletkezik.

25

De mielőtt ezt megmutatnám, céljainkhoz nagyon szükséges, hogy még egy más tárgyat is megismerjünk. Bár a gyertya az égésének eredményét általánosságban láng alakjában tárja elénk, de azért meg kell vizsgálnunk, hogy az égés mindig ugyanilyen módon megy-e végbe. vagy pedig még más formái is lehetnek az elégejének? Ha megvizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy az utóbbi eset áll fenn és számunkra ez nagyon fontos. Úgy hiszem, ránk, fiatalemberekre nézve az a legszemléletesebb módszer, ha a jelenségeket a legélesebb ellentétükben mutatják meg nekünk. Itt van egy kevés puskapor. Tudjátok, hogy ez a por lánggal ég – bátran lángnak nevezhetjük; szenet és egyéb olyan anyagot tartalmaz, melyek folytán lánggal ég. Azonkívül van itt vaspör is, azaz vasreszelék. No már most mindezeket együtt akarom elégetni. Egy kis mozsárban összekeverem az egészet. (Mielőtt megkezdeném ezt a kísérletet, óva intelek benneteket, hogy közületek játékból egyik se próbálja utánamcsinálni, nehogy valami bajt okozzon magának. Az ilyen kísérleteket csak rendkívül nagy vigyázattal szabad véghezvinni; különben sok szerencsétlenségnek lehetnek az okozói.)

Szóval ezt a kevés port e kis faedény fenekére hintem és vasreszelékkel összekeverem; a reszeléket a porral meg akarom gyújtani és a levegőn el akarom

égetni, hogy megmutassam melyik anyag ég lánggal és melyik anélkül. Itt van a keverék és ha meggyújtom, (jól vigyázzatok az elézésre), majd meglátjátok, hogy kétféle égés megy végbe. Meglátjátok, hogy a por lángra lobban, míg a vasreszelék felkavarodik, igaz hogy égve, de láng nélkül. Mindegyik önállóan ég el. ([Az előadó meggyújtja a keveréket.](#)) Nos, a puszkapor egyetlen lánggal ég el, míg a vasreszelék az égés-

26

nek más formáját mutatja. Íme, két különböző jelenség; ettől függ a szépsége és használhatósága minden olyan lángnak, amelyet világításra akarunk felhasználni. Ha olajat, gázt vagy gyertyát használunk a világításnál, használhatóságuk az elézés különböző módjaitól függ.

Az elézés folyamata oly sok különös mozzanatot tartalmaz, hogy bizonyos okosság és éleslátás nélkül az elézés egyes módjai a maguk sajátos mivoltában nehezen ismerhetők fel. Itt van ez a por; nagyon könnyen ég, és amint látjátok, apró szemcsékből áll. Lycopodiumnak (korpafű vagy földmoh) hívják és minden egyes szemcskéje gőzt fejleszt és külön lánggal éghet; ha elégetjük, azt hisszük, *egyetlen* lánggal ég. Egy részét meggyújtom, hogy ezt a jelenséget megfigyelhessétek. Nagy lobbanást látunk, látszólag egy tömegben, de az a sístergés, recsegő zaj, amely az elézésnél jelentkezik, azt igazolja, hogy nem összefüggő és egyenletes az elézés. A színházban ezzel utánozzák a villámlást. ([A kísérletet két ízben megismétlik, amennyiben az előadó a lycopodiumot üvegcsövön át a borszeszlángon keresztül fújja.](#)) Ez nem oly égés, mint a vasreszelék égése, amelyről az imént beszéltem és amelyre most ismét visszatérünk.

Képzeljétek, itt a gyertyaláng és megvizsgálom azt a részét, mely a legvilágosabbnak látszik a szemünkben. Akkor megkapjuk ezt a feketeséget, melyet oly gyakran láttatok a lángból kiválni és amelyet ezúttal más módon akarok onnan kiválasztani. Előveszem ezt a gyertyát és a légáramlás következtében lecsöpögött anyagot eltávolítom. Ha a gázcsövet a legvilágosabb részbe egyenesen beledugom, mint ahogy az első kísérletünknel már megtettük, csak kissé magasabbra dugom, meglátjátok, mi történik. Az előbbi fehér gőz helyett most fekete gőzt nyerünk. Felszáll; olyan fekete, mint a tinta. Valóban nagyban különbözik a fehér gőztől és ha vele megközelítünk valamely lángot, nem ég el, sőt eloltja a gyertyát. Nos, ez a fekete anyag, mint már mondtam, a gyertya füstje,

27

és eszembe juttatja azt a régi tréfát, amikor Dean Swift mulatságból ráparancsolt a cselédjére, hogy lánggal írjon a szoba mennyezetére. De hát mi is ez a fekete anyag? Ez ugyanaz a szén, amelyet már előbb a gyertyából nyertünk.

Miképp képződik a gyertyából? Bizonyára benne volt a gyertyában, különben nem lehetne itt előttünk. Nos, figyelmesen kövessétek a fejtegetéseimet. Talán el sem hiszitek, hogy mindazok az anyagok, amelyek korom és fekete pelyhecskék

alakjában Londont keresztül-kasul röpködik, ugyanazok, amelyek a a lángot éltetik és széppé teszik és hogy úgy égnék el, mint ez a vasreszelék itten. Itt van egy darab drótszövet; nem ereszti a lángot keresztül és ha olyan alacsonyan tartom, hogy a lángot éri, mely különben fényes, meglátjátok, hogy a láng azonnal megtorpan, elhomályosul és füstölni kezd.

Kérlek benneteket, a következőkre ügyeljete. Ha valamely anyag elég, mint például a vasreszelék a puszkapor lángjában, anélkül hogy közben gőznemű állapotba jutna (mindegy, hogy folyékonyvá válik-e, vagy szilárd marad), akkor nagyon erősen világít. Hogy az előbb mondottakat érthetőbbé tegyem, néhány példát választottam ki, mely nem függ össze a gyertyával, mert amit elmondottam, az minden anyagra egyformán érvényes, akár elég, akár nem – még pedig az, hogy kitűnően világítanak, ha szilárd halmazállapotukat a hőségben meg is tartják. És a gyertya is annak köszönheti a világítóerejét, hogy a lángjában szilárd részek vannak.

Itt van ez a platinadrót; ez olyan anyag, mely a hőségben változatlan marad. Ha e lángban felhevítjük, látjátok, mily rendkívül erősen világít. A lángot megkisebbitem, úgyhogy kevés világosságot ad és meglátjátok, hogy az a meleg, melyet a platinadróttal közölhet, noha sokkal kisebb, mint a saját hősége, még mindig elég erős arra, hogy a drótnak jelentékenyen nagyobb világítóerőt kölcsönözzön. Ez a láng színt tartalmaz. De most olyan lángot akarok fejleszteni,

28

melyben nincs szén. Ebben az edényben olyan anyag, éghető anyag van, – légnemű test vagy gáz, ahogy tetszik – mely nem tartalmaz szilárd részeket. Azért választottam ezt az anyagot, mert oly lángra nézve szolgál példával, mely elég, anélkül hogy szilárd testeket tartalmazna. Ha ezt a szilárd anyagot beledugom, látjátok, mily intenzív meleg árad a lángból és a szilárd test, mily világos fénnel izzik át benne. E csövön keresztül átvezetjük ezt a különös gázt, melyet *hidrogénnek* nevezünk és amellyel legközelebbi összejövételünk alkalmával tüzetesebben megismerkedünk. Aztán itt van a másik anyag, az *oxigén*, melynek segítségével a hidrogén eléghet. Noha e két test elegyítésével sokkal magasabb hőfokot fejleszthetünk, mint a gyertya elégésével, a láng mégis kisebb fényt áraszt. De ha szilárd testet helyezek bele, akkor nagyon erős fény keletkezik. Ha előveszek egy mészdarabot, szóval olyan anyagot, amely nem ég és a hő behatása alatt nem gőzölög el (szóval szilárd marad), meglátjátok mi lesz, ha a mész átizzik. A hidrogénnek az oxigénben való elégése alkalmával rendkívül nagy meleg, de gyenge fény keletkezik, az utóbbit nem a meleg hiánya okozza, hanem azok a szilárd részek, amelyek megtartották szilárd halmazállapotukat. Ha ezt a mészdarabot a lángba teszem – úgy-e, hogy izzik! Ez az a híres mészfény, mely a Volta-fénnyel versenyez és még a napfényt is megközelíti. Aztán itt van egy darab faszén, ez is ég és éppen olyan módon ad fényt, mintha a gyertya alkatrészeként égett volna el. A gyertyaláng melege a viasz gőzét felbontja és a szénrészeket felszabadítja; ezek áthevülve, éppolyan izzó állapotban szállnak fel, mint ahogy ez

izzik itt, és elillannak a levegőben – természetesen nem szén formájában, hanem teljesen láthatatlan alakban. Erre később még visszatérünk.

Nem izgat benneteket, hogy betekintést nyerjete abba a folyamatba, melynek eredményeképpen olyan piszkos holmi, mint a szén, ennyire tiszta fénnel ragyoghat? Azt már tudjátok, hogy a fényes lángok ily szilárd részeket tartalmaznak. Minden olyan test, mely égés közben, mint a gyertya, már a meggyújtásnál vagy pedig rögtön utána, mint a lőpor és a vasreszelék, szilárd részeket fejleszt, minden olyan test világos szép fényt áraszt.

29

Néhány további kísérlettel szemléletessé akarom tenni mindezeket. Itt van egy darab *foszfor*, ez fényes lánggal ég. Ebből arra kell következtetnünk, hogy e foszforból vagy az égés pillanatában, vagy pedig később ily szilárd részecskék válnak ki. Meggyújtom a foszfort és üvegbúrával leborítom, hogy az égési termékeket felfoghassam. Mit jelent ez a füst? Ez a füst azokból az alkatrészekből áll, melyek a foszfor elégése által keletkeztek. (9. ábra.)



9. ábra.

Itt van két másfajta anyag. Ez *klórsavas kálium*, ez meg *kén-antimon*. Összekeverem, aztán különböző módon meggyújthatom azokat. Hogy a kémiai hatás egyik példáját bemutassam, mindenekelőtt egy csöpp kénsavat öntök rá, mire azonnal meggyullad. (Az előadó a keveréket kénsavval meggyújtja.) Nos most már magatok is megállapíthatjátok, vajjon ezek az anyagok szilárd részeket tartalmaznak-e? A végső következtetéshez vezető utat íme megmutattam nektek; mi mástól égne oly fényes lánggal, ha nem a felszálló izzó szilárd részekről?

Anderson úr a kályhában erősen felhevítette azt a tégelyt. Néhány cinkforgácsot dobok bele és meglássátok, akkorát lobban, mint a puska. Ezt a kísérletet odahaza könnyen elvégezhetitek. Most nézzük csak, mi is a cink égési terméke? Itt cink ég. Oly csodaszépen ég, mint a gyertya. De mit is jelent ez a füst? Mik ezek a kicsi gyapjúfoszlányok, melyek felétek szállnak? Ezeket filozófus-gyapjúnak hívták az elődeink. Meglátjuk, hogy a tégelyben is maradt-e még

30

valami ebből a gyapjúszerű anyagból. Most másképp csinálom meg ezt a kísérletet és az eredmény ugyanaz lesz. Egy cinkdarab van a kezemben (a hidrogénfejlesztőre

mutat), itt a tűzhely, lássunk a munkához és próbáljuk elégetni ezt a fémét. Lássátok, hogy izzik; íme ég és itt van az a fehér anyag, amivé elégett. És ha a hidrogén lángját úgy veszem, mintha gyertyaláng lenne és ha a cinket a lángba dugom, akkor meglátjátok, hogy az égés folyamán csak addig izzik, míg forró; és ha ezt a fehér anyagot ismét a hidrogénlángba teszem, meglátjátok, mily szépen ég, még pedig azért, mert szilárd anyag.

Most oly lángot használok, amilyent már egyszer használtam, és felszabadítom a benne levő mészrészecskéket. Egy kevés benzint veszek elő; nagy füsttel ég, de a füstöt a csövön keresztül a hidrogén lángjába vezetem, ott elég és világít, mert másodízben is felhevítettem. Látjátok? Íme másodszor is meggyulladtak a szénrészecskék. E részecskéket jobban megfigyelhetitek, ha papírlapot tartok mögéjük. Míg a lángban vannak, annak melegétől izzásba jönnek és fényt gerjesztenek. Ha e szilárd részek nem válnak le, akkor a lángnak nincs világítóereje. A világítógáz is annak köszönheti a fényét, hogy az égés folyamán ily szénrészecskék válnak ki, mert a világítógázban éppúgy jelen vannak, mint a gyertyában. A dolgok e rendjét könnyen felforgathatom. Itt van például ez a gázláng. Ha e lángba oly sok levegőt vezetek, hogy minden elég, még mielőtt e részecskék felszabadultak volna, akkor a lángnak se lesz fénye. Ezt a következőképpen csinálom meg. Ha ezt a drótszövetből készült kúpot az égőre helyezem és a gázt meggyújtom felette, akkor olyan lánggal ég, mely nem világít és az ezért van, mert a gáz túlságosan sok levegővel vegyül össze, mielőtt égni kezdene. És ha a drótszövetet felemelem, íme, nem ég alatta. A gázban sok szén van, de mintán a körülötte levő levegő (atmoszférikus levegő) érintkezhetik és égés előtt vegyülhet vele,

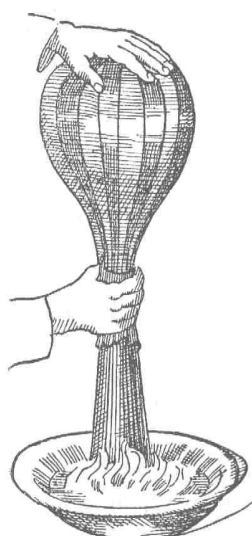
31

halovány kék lánggal ég, – amint látjátok. És ha ráfuvok a fényes gázlángra és ezáltal minden szén még az izzás előtt elég, ugyancsak kék lánggal ég majd. (Az előadó a megjegyzését úgy teszi szemléletessé, hogy belefú a gázlángba.) Az egyedüli oka annak, hogy nem kapok ugyanolyan ragyogó fényt, ha így a lángra fuvok, az, hogy a szén megfelelő levegőmennyiséggel érintkezik, hogy eléghessen, mielőtt a lángból szabad állapotban kivált volna. A különbség csupán abban rejlik, hogy szilárd részecskék nem válnak ki, míg a gáz el nem égett.

Íme látjátok, hogy a gyertya égése alkalmával bizonyos termékek képződnek és azok egy része szénből vagy korombél áll. A szén elégésénél viszont más égési terméket kapunk; ránk nézve nagyon fontos, hogy e termék mivoltával tisztában legyünk. Azt már láttuk, hogy az égésnél valami kiválik és most már azt is be kell mutatnom, hogy mennyi száll belőle a levegőbe. E célból valamivel nagyobb méretű égést kell produkálnom. E gyertyából átmelegedett levegő száll fel, és két vagy három kísérlet megmutatja a feltörekvő légáramot is. De hogy szemléletessé tegyem számotokra az ilyformán felszálló anyagok mennyiségét, oly kísérletet mutatok be, melynél az égési termékek bizonyos tömegét felfogom. Úgynevezett tűzgömböt használok fel e célra, mely egyúttal az égési termékek mérőedényül is

szolgál. A legkönnyebb és legegyszerűbb módon oly lángot szítok, amely e pillanatban a legjobban megfelel. E tényért vegyük úgy, mintha a gyertya csészécskéje lenne, a benne levő borszesz az éghető anyag, kis kéményt teszek fölibe; alkalmasabb, ha így csinálom, mintha egyenesen munkához látnék. Anderson úr lesz szíves és meggyújtja a borszeszt, és mi itt fenn felfogjuk az égési termékeket. Amit e cső végén felfogunk, az általánosságban mondva teljesen ugyanaz, mint ami a gyertya elégésénél képződik, de itt nem világít a láng, mert olyan égő anyagot használunk, amelyben kevés szén van. Most ráteszem

32



10. ábra.

(10. ábra.) a gömböt, nem azért, hogy felszálljon, – nem az a feladatom – hanem hogy megmutassam nektek azokat az égési termékeket, melyek a gyertyából éppúgy felszállnak, mint itt ebből a kis kéményből. (A ballont a kémény fölé tartja és az azonnal duzzadni kezd.) Látjátok, hogy mennyire fel akar emelkedni, de mi nem engedjük, mert odafenn a gázlángokkal érintkezne és ez nagyon kellemetlen lenne. (A gázlámpát az előadó kívánságára lecsavarják és akkor felszállhat a gömb.) Úgy-e, ez azt jelenti, hogy nagy mennyiségben fejlődött ki itten valami anyag?

E csövön keresztül (az előadó széles üvegcsövet tart a gyertya fölé) szabadul ki a gyertyából minden égési termék és rögtön meglátjátok, hogy a cső teljesen elvesztette az átlátszóságát. Most egy másik gyertyát veszek elő, üvegbúra alá teszem, mögéje ugyancsak égő gyertyát teszek, amely átvilágít az üvegbúrán, hogy jól megfigyelhessétek, mi megy végbe odabent. Íme a búra üvegfala elhomályosul és a gyertya gyengén kezd égni. Az égési termékek gyengítették el a bennéző gyertya fényét és egyúttal az üvegbúra átlátszóságát is elvették. Ha hazamentek és oly kanalat vesztek elő, mely előbb hideg levegőn volt, és gyertya fölé tartjátok, de nem úgy, hogy bekormozzátok – meglátjátok, hogy éppúgy elhomályosul az is, mint ez az üvegbúra. Ha ezüstcsésze, vagy valami hasonló kerül a kezetek ügyébe, még jobban sikerül ez a kísérlet. És hogy figyelmeztetek már jóelőre a legközelebbi találkozásunk felé irányítsam, még azt is megmondom, hogy a víz az, amely e homályosulást előidézi, és legközelebb majd megmutatom nektek, hogy kényszeríthetjük arra, hogy folyékony halmazállapotát felvegye.

HARMADIK FEOLVASÁS.

A víz, mint a gyertya égési terméke. A víz tulajdonságai; a halmazállapota. Hidrogén, mint a víz alkatrésze. A víz, mint a hidrogén égési terméke. A Volta-oszlop.

Bizonyára emlékeztek még rá, hogy legutóbb mielőtt elváltunk volna, ezt a szót használtam, hogy: "égési termékek," és hogy alkalmas eszközökkel különböző ilyen termékeket foghatunk fel az égő gyertyából. Az egyik anyagot nem foghatjuk fel, ha a gyertya jól ég: ez a szén vagy a füst; azonkívül megismertük azt az anyagot is, amely felszáll a gyertyából, de nem mint füst, hanem más formában és a gyertyából kiváló és felszálló láthatatlan áramnak egyik részét teszi. De más termékeket is felsoroltunk. Még emlékeztek rá, hogy a gyertya lángjából felszálló áramban oly alkatrészt találtunk, mely a hideg kanálon, tiszta tányéron vagy valami más hideg tárgyon lecsapódik és viszont a másik alkatrésze nem csapódik le.

Előbb azt a részt vizsgáljuk meg jól, amely lecsapódhat illetve összesűrűsödhet; úgy-e különös, hogy az nem más, mint víz. Legutóbb futólag beszéltem róla, mert csupán azt mondtam, hogy a víz a gyertya kondenzálható, azaz összesűríthető termékeinek egyike; de ma már tüzetesebben meg akarom nektek magyarázni a vizet, gondosan megvizsgáljuk, különösen e tárgyhoz való vonatkozásában, valamint a föld felületén való kiterjedésével kapcsolatban.

34



11. ábra.

Nos, miután a gyertya égési termékeiből való víz összesűrítésének kísérletét gondosan előkészítettem, mindenekelőtt megmutatom nektek ezt a vizet; hogy a víz jelenlétét mindnyájatoknak beigazoljam, annak az a legjobb módja, ha a víz jól megfigyelhető hatását megmutatom és ha ezt az edény fenekén összegyűjtött cseppfolyós anyag próbakövének felhasználom. Különös anyag van itt előttem, *Humphry Davy* által felfedezett *kálium*, a vízre rendkívül erős hatást gyakorol; és ezt az anyagot használom fel arra, hogy a víz jelenlétét kimutassam. Egy darabot belőle beledobok ebbe az edénybe és íme úgy mutatja a víz jelenlétét, hogy meggyullad, a vízen uszkál és ibolyaszínű lánggal égve szétpattan. Most félrehúzó az a gyertyát, mely a sóval és jéggel megtöltött csésze alatt égett és íme a csésze *külsejének* legalján a gyertya kondenzált égési termékeképpen vízcsepp csüng. (11. ábra.) Most megmutatom azt is, hogy a kálium ugyanúgy hat e vízcseppre, mint az edényben levő vízre hatott, mellyel épp az imént kísérleteztünk.

Tüzet fog és ugyanúgy ég el. Még egyszer rácseppentek erre az üveglapra, káliumot helyezek rá; lángra lobban, tehát rögtön tisztában lesztek vele, hogy víz van jelen. Nos, ez víz a gyertyából keletkezett. Éppúgy meggyőződhetek róla, ha e borszeszlámpát az edény alá helyezem, az nedves lesz a reáverődő harmattól – e harmatban ismét ugyanazok az égési termékek vannak – és az alul elhelyezett papírlapra hulló vízcseppekről láthatjátok, hogy meglehetősen sok víz képződött az

elégés alkalmával. Most ezt félretolom, és mindjárt meglátjátok, mennyi víz gyűlt egybe. Előveszek egy gázlámpát és valami hűtőkészüléket tartok föléje; víz keletkezik, mely éppúgy a gáz elégése folytán képződik. Ebben az üvegben egészen tiszta desztill-

35

lált, azaz párolt víz van, (*) gázlángból fogtam fel; semmiben sem különbözik más desztillált víztől; legyen az bár forrás, folyó vagy tenger vizéből lepárolva, a desztillált víz ugyanaz marad, a természete is állandóan ugyanaz. Összekeverhetjük más folyadékkal, vagy felbonthatjuk és más anyagot készíthetünk belőle, de a víz, mint ilyen, mindig ugyanaz marad, akár szilárd, akár cseppfolyós, akár légnemű állapotban van. Ebben olyan víz van (másik üveget vesz elő), melyet olajlángból fogtam fel. Egy pint olaj az égés alkalmával több mint egy pint vizet szolgáltat. Ez meg olyan víz, melyet hosszú kísérletezéssel viaszgyertyából nyertem. Majdnem minden éghető anyagot kipróbálhatunk, mely oly lánggal ég, mint a gyertya; és úgy találjuk, hogy vizet választanak ki magukból. Magatok is megkísérelhetitek ezt; egy vaslapát feje például egészen alkalmas erre a célra. Az sokáig elég hideg marad a láng felett, úgyhogy az abból eredő vizet cseppekbe lehet sűríteni; kanalat vagy valami más hasonló eszközt is fel lehet e célra használni, föltéve, hogy tiszta és jó hővezető, úgyhogy ezáltal a vizet összesűriti.

Mielőtt annak a kérdésnek a mélyébe hatolnánk, hogy hogyan képződik égés által az égőanyagokból víz, mindenekelőtt a víz különböző formáiról beszélek, noha ezzel mindnyájan tisztában vagytok, de ezúttal mégis szükséges, hogy közelebbről megvizsgáljunk és lássátok, hogy a víz, míg e kényszerű és megkötött változásokon keresztül esik, mégis mindig ugyanaz marad, akár a gyertya elégetésével, akár folyó vagy tenger vizének desztillálásával nyerjük.

(*) A kút, folyó vagy tenger vize mindig több vagy kevesebb feloldott szilárd anyagot tartalmaz; a tenger vize sót, az úgynevezett kemény víz meszet. Hogy azoktól a vizet megszabadítsuk és "tiszta vizet," a vegyész szempontjából tisztát nyerjünk, *desztilláljuk*, azaz gőzzé hevítjük, és lehűtés által folyékony vízzé sűrítjük.

36

Mindenekelőtt, ha a vizet erősen lehűtjük, jég képződik belőle. Mi, természetbúvárok – ez esetben magamat és titeket is ennek nevezhetlek – a vízről mindig mint vízről beszélünk, legyen az szilárd, cseppfolyós vagy légnemű állapotban; nekünk állandóan vegyi értelemben vett vízzel van dolgunk. A víz két anyagból tevődik össze, az egyiket gyertyából fogtuk fel, míg a másikat másutt találjuk majd meg. Vizet jég formájában is nyerhetünk; télen a legkönnyebben juthatunk hozzá. A jégből, ha a hőfok emelkedik, ismét víz lesz, mely kellő felhevítéssel gőzzé válik. Ez a folyékony víz, amelyet itt láthattok, a legsűrűbb állapotában van. Ugyanis ha hűtés által jéggé fagyasztjuk, vagy hevítés által gőzzé változtatjuk, térfogata minden egyes esetben megnövekedik – az egyik esetben nagyon különböző módon és hatalmas erővel, a másik esetben meg jelentős

mértékben. Ebbe a bádoghengerbe például egy kevés vizet beleöntök. Láttátok, hogy mennyi vizet öntöttem bele és így könnyen kiszámíthatjátok, hogy a hengerben körülbelül két hüvelyknyi víz van. No most gőzzé hevíttem a vizet, hogy megmutassam, hogy a víz aszerint, hogy cseppfolyós vagy légnemű az állapota, más és más területet foglal el.

Közben foglalkozzunk a víznek jéggé való átváltoztatásával, melyet összezúzott jégdarabokból és sóból álló keverékkel hajthatunk végre. Ezt azért teszem, hogy a víz kitágulását ez elváltozott folyamatnál megmutassam. E palackok ([felmutatja](#)) öntöttvasból valók, nagyon erősek és vastagok, úgy hiszem, 3/4 hüvelyk vastag a faluk; gondosan megtöltjük vízzel, úgyhogy légmentesek lesznek és aztán csavarral erősen lezárjuk. Ha a vizet megfagyasztjuk bennük, meglátjátok, hogy nem tudnak a jégnek ellenállni, a kitágulás akkora darabokra repesztí ([néhány vasdarabot megmutat](#)), mint e vasdarabok, melyek ugyanilyen vaspalackokból erednek. E két palackot só és jég keverékébe helyezem és meglássátok, hogy a beléjük öntött víz, ha megfagy, térfogatát mily feltűnő módon növeli.

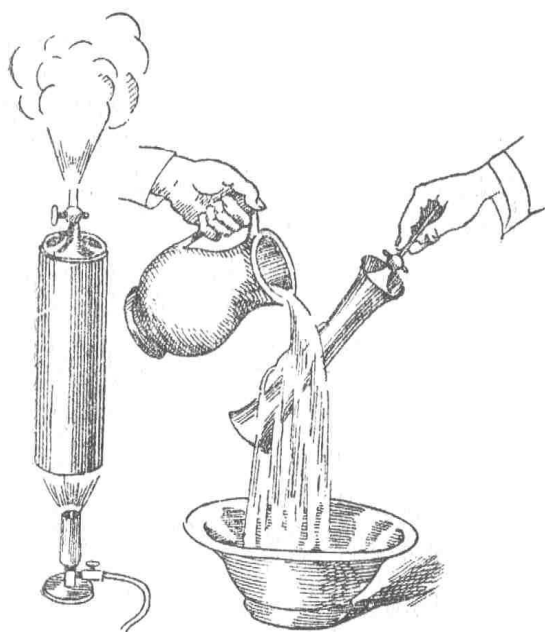
37

Közben figyeljétek meg, micsoda változáson ment át a víz, amelyet felforraltunk; elvesztette cseppfolyós halmazállapotát. Ez különböző további változásokat idézett elő. Az üveg száját, amelyben a víz forr, óraüveggel befedtem. Látjátok, mi történik? Mint valami billentyűs szelep, csörömpölni kezd, mert a forró vízből felszálló gőz az üveget fel- és letaszítja, hogy kiszabadulhasson. Könnyen beláthatjátok, hogy az üvegpalack telve van gőzzel, különben nem kellene a kiszabadulás útját keresnie. Azt is láthatjátok, hogy az üvegpalackban olyan anyag van, mely sokkal nagyobb területet tölt be, mint előbb a víz; mert egyre újra meg újra megtelik vele az üveg, felemeli a fedőt és a levegőbe szökken, mindamellett a víz tömege kevésbé fogy, ebből azt láthatjátok, hogy a víz térfogata gőzzé válása alkalmával nagyon jelentős módon megnövekedik.

No most lássuk csak, mi történt a jég és só keverékébe bdyezett vaspalackokkal? Azt látjátok, hogy a palackokban levő víz és a kívül levő jég nincsenek összeköttetésben egymással. De azért a hó mégis átáramlik egyikről a másikra, és ha szerencsésen sikerül a dolog, – kísérletünket persze túlságos sebbel-lobbal bonyolítjuk le – számítok rá, hogy rövid idő múlva, mihelyt a palack és azok tartalma hideg lesz, durranást hallunk, mely az egyik vagy másik vaspalack szétrepedését jelenti. És aztán a vaspalackot, ha megvizsgáljuk, jégtömeget találunk benne, helyenként vaspáncél borítja be, az túlságosan szűk volt számukra, mert a jégtömeg nagyobb lett, mint a víz volt annakelőtte. Tudjátok, hogy a jégtömb a víz színén úszik. Ha valaki egy résen át a vízbe esik, ismét a jég tetejére igyekszik jutni, mely fenntartja. Miért úszik a jég? Gondolkozzatok csak felette és mondjátok meg nékem! Nos azért, mert a jégtömb nagyobb, mint az a víztömeg, melyből keletkezett, és ezért a jég könnyebb, mint ugyanaz a víztömeg.

38

Térjünk ismét vissza a melegnek a vízre gyakorolt hatására. Látjátok, hogy milyen gőzáram száll ki a pléhedényből! Azt tudjátok, hogy tökéletesen meg kellett hogy teljék gőzzel, mert különben nem áramlana ki oly nagy mennyiségben. És íme, éppúgy mint a vizet hevítés által gőzzé forralhattuk, most ismét cseppfolyóssá tesszük a hideg behatásával. Ha üveget, vagy valami más hideg tárgyat a gőz fölé tartunk – látjátok, hogy a vízgőz rögtön elhomályosítja; a víz sűrűsödik rajta össze, amely a széleken lefut, és ez a sűrűsödés addig tart, míg az üveg átmelegedik; éppúgy, mint ahogy az a gőz, melyet az előbb a gyertya égési terméke gyanánt felfogtunk, a csésze fenekén folyékony vízzé sűrűsödött össze.



12. ábra.

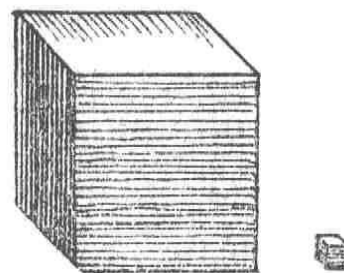
Még egy másik kísérletet is bemutatok, hogy a víznek a gőznemű állapotából folyékony állapotba való visszatérését és az ezzel járó nagy térfogatváltozást megmutassam. Azon a pléhhengeren, amelyben a vizet felforralom, csap van. Lezárom és meglátjuk, mi lesz akkor, ha a gőzt cseppfolyós állapotba visszakényszerítem, amennyiben a henger külsejét hideg vízzel leöntöm. (12. ábra.) (Az előadó hideg vizet önt az edényre, mely éppen a pillanatban behorpadt.) Íme, mi történt. Ha a csapot lezártam volna és az edényt felmelegítem, akkor az szétpattant volna. De ha a gőz ismét vízzé válik, az edény összezsugorodik, mert a gőz sűrűsödése következtében bensejében üres tér keletkezik.

(*) Ezt a levegő nyomása teszi, mely kívülről éri az edényt. Míg az telve volt vízgőzzel, a vízgőz belülről viszonyozta és ellensúlyozta a levegő kívülről jövő nyomását; de folyékony vízzé való sűrűsödése után a belső nyomás megszűnt, és a henger behorpadt.

39

E kísérletekkel csak azt az állításomat akartam megerősíteni, hogy mind e folyamatoknál semmi olyan nem történik, aminek következtében a víz más anyaggá elváltozott volna, – víz az és az is marad; és így az edénynek engedelmesskednie kell; összehorpadt, vagy pedig ellenkező esetben további hevítés következtében szétpattant volna. És mily nagynak képzelitek a gőznemű állapotban levő víz terjedelmét?

Itt van ez a kocka (13. ábra.) (egy köblábra mutat),
 mellette van egy köbhüvelyk; éppen olyan a formája,
 mint a köblábnak. Nos, ez a vízmennyiség
 (köbhüvelyk) ily gőzmennyiségre (köbláb) ki bír
 tágulni, vagy megfordítva, ez a nagy gőztömeg a
 lehűlés következtében ily kevés vízzé húzódik össze.
 (E pillanatban szétpattan az egyik vaspalack.) Ahá, az
 egyik palack megrepedt, és íme 1/8 hüvelyknyi széles
 repedés van az egyik oldalán. (Most széttöbbször a
 másik palack is és a fagyasztókeveréket szanaszétjével
 sodorja.) A másik palack is széttrepedt, noha közel 1/2
 hüvelyk vastag volt a fala. Ilyen elváltozások a vízben
 állandóan végbemennek, nem is kell azokat mesterséges úton előidézni – a mi
 céljainknak megfelel az is, ha egy kis telet teremtünk a palackok körül a hosszú és
 szigorú komoly tél helyett. Ha Kanadába, vagy ha csak Európa északi részeibe
 mentek, meggyőződhetnek róla, hogy ott a hőmérséklet a ház küszöbén ugyanazt
 viszi végbe, amit itt a fagyasztókeverék.



13. ábra.

40

De térjünk vissza a tárgyhoz! Bennünket nem téveszt meg a víznek bármily
 elváltozása. Ismétlem: a víz mindenütt ugyanaz, akár az oceánból, akár a
 gyertyalángból származik. Hol is van az a víz, amelyet a gyertyából fogtunk fel?
 De most kissé elébe kell vágnom a mondanivalómnak. Az, úgyebár, egészen
 nyilvánvaló, hogy ez a víz a gyertyából eredt. De benne volt már eredetileg a
 gyertyában? Nem. Nincs a gyertyában, és nincs a gyertyát környező levegőben
 sem, melyet az felhasznált az égés közben; nincs sem az egyikben, sem a másikban,
 hanem kettejük egymásra való kölcsönös hatásából származott, egy részen
 gyertyából, a másik része a levegőből eredt. Ezen a nyomon kell egyenesen tovább
 haladnunk, hogy azt a vegyi folyamatot tökéletesen megérthessük, mely a gyertya
 elégeése alkalmával előttünk lejátsszódik. Hogy érthetjük meg? A megértésnek több
 módja is van, de én azt szeretném, ha saját megfontolástok, elmélkedésetek alapján
 találjátok meg a nyitját mindannak, amit már elmondtam. E tekintetben meglehetősen
 éleselméjűséget tételezek fel rátok.

Egy korábbi kísérletünknel, melyre Humphry Davy tanított meg bennünket, láttuk,
 hogy a kálium miképp hat a vízre. Hogy emlékezetetekbe idézzem, e tálon
 megismétlem azt a kísérletet. Oly tárggyal van dolgunk, melyet nagyon óvatosan
 kell kezelnünk, hisz látjátok, ha csak egy csepp vizet fröccsentek rá, egy része már
 lobot vet és ha a levegő szabadon érhetné, csakhamar meggyulladna az egész. Szép
 és ragyogó fém, mely a levegőn és, mint tudjátok, a vízben, gyorsan elváltozik. Egy
 kis darabot a vízre bocsátok, íme, mily gyönyörűen ég, olyan, mint valami úszó
 lámpa és közben levegő helyett vizet fogyaszt. No most vegyünk elő egy kevés
 vasreszeléket vagy vasforgácsot, tegyük vízbe, és úgy találjuk, hogy az is
 elváltozik. Igaz, hogy nem változik el olyan gyorsan, mint a kálium, de ugyanolyan
 módon. Megrozsdásodik és hatást gyakorol a vízre, ha e hatás kisebbmértékű is,

mint a káliumé, de a hatás módja nagyjában ugyanaz. Kérlek benneteket, mindezeket jól jegyezzétek meg.

41

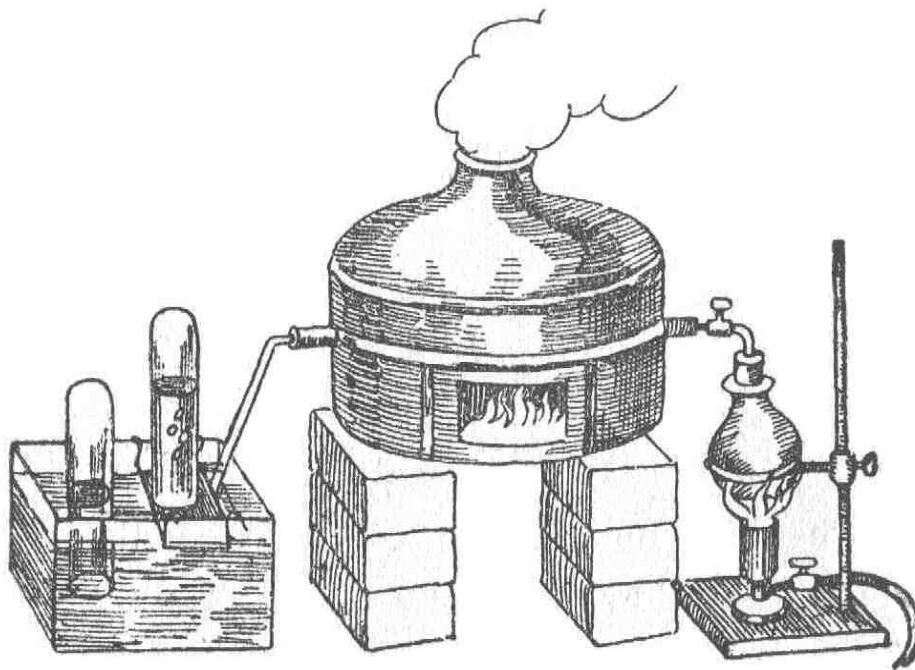
Itt van egy másfajta fém is, a cink, és az elégésénél előálló szilárd anyag megvizsgálása alkalmával megállapíthatjuk, hogy éghető; úgy hiszem, ha a cinkből kis szalagot lehasítok és a gyertyaláng fölé tartom, olyasvalamit figyelhetünk meg, mint ami a kálium elégése és a vasnak a vízre gyakorolt hatása között a középhelyet foglalja el – íme, az elégés egy neme következett be. Elégett és fehér hamu az égési terméke. Ez a fém is bizonyos hatást gyakorol a vízre.

Lassan-lassan megtanultuk e különböző anyagok hatásának az irányítását, és azok kénytelenek arra válaszolni, amit tudni vágyunk. Még valamit a vasról. Közismert dolog, hogy a vegyi folyamatokat a meleg közbejöttével nagyban siettetjük, és ha a testek egymásra való hatását alaposan és gondosan tanulmányozni akarjuk, akkor állandóan a meleg befolyására is tekintettel kell hogy legyünk. Bizonyára még nem feledtétek el, hogy a vasreszelék a levegőn nagyon szépen ég; de még egy másik kísérletet is be akarok nektek mutatni, mellyel könnyebben megértethetem veletek mindazt, amit a vasnak a vízre való hatásáról elmondok. Ha egy lángban üreget formálok (csövet dugok bele) – tudjátok hogy miért; azt akarom, hogy kívülről meg belülről is átjárja a levegő – és vasreszeléket szórok a lángra, az nagyon szépen égni fog. Ezt az elégést természetesen e részecskék meggyulladásának vegyi folyamata idézi elő. Gyerünk tovább és vizsgáljuk meg, mi lesz a vassal, ha vízzel érintkezik. A vas oly szépen, oly fokozatosan és szabályosan meséli majd el a történetét, hogy úgy hiszem, nagyon fog nektek tetszeni az elbeszélése.

Itt van ez az olvasztókemence, melyen vascső, egy puska-cső fut keresztül; e csövet tiszta vasreszelékkel telítöttem és alájagyújtottam, hogy a vasreszelék izzóvá tüzesedjék. A csövön vagy levegőt bocsáthatunk keresztül, hogy a vasreszelékkel érintkezhessék, vagy pedig e kis főzőedényből, mely a cső végével összeköttetésben van, vízgőzt eresztethetünk bele. Ez a csap a gőzt mindaddig elzárja, míg csak nem akarjuk

42

a csőbe bocsátani. (14. ábra.) A baloldali üvegedényekben víz van, kékre festettem, hogy jobban láthassátok, mi megy végbe benne. Azt már tudjátok, hogy a gőz, ha a csőbe és onnan a hideg vízbe vezetem, ismét lecsapódik, hisz láttátok, hogy a vízgőz, ha lehűl, nem maradhat meg légnemű állapotában. Láttátok (az összehorpadt pléhhengerre – 12. ábra – mutat), hogy mily kicsire zsugorodik össze, hogy az edényt a levegő külső nyomása benyomta. Tehát gőzt bocsátok a csövön keresztül és az lecsapódik feltéve, ha a cső hideg marad.



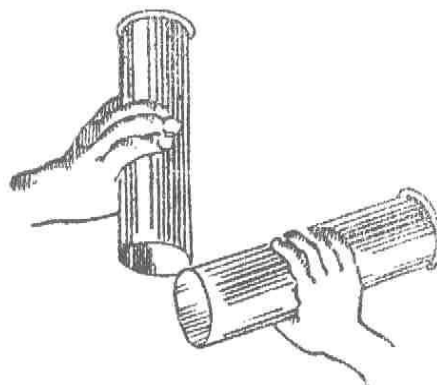
14. ábra.

Azonban éppen annak a kísérletnek a kedvéért, amelyet most bemutatok nektek, a csövet felhevítettem. No, most a gőzt apránként vezetem a csövön keresztül, hadd lássuk, hogy megmarad-e gáznemű mivoltában. A gőz vízzé sűrűsödik; ha hőfokát leszállítják, ismét folyékony vízzé válik; nos, én annak a légnemű anyagnak a hőfokát, melyet ebben az edényben felfogtam, úgy csökkentettem, hogy amikor a puskacsőből kijutott, vízben vezettem keresztül és mégsem akar ismét vízzé válni. Újabb kísérletet próbálok meg. (Az edényt megfordítom, hogy a gáz el ne illanjon.) Ha az edény nyílása mellé gyertyát helyezek, akkor az edény tartalma gyenge sistergéssel égni kezd. Azt mondjátok úgy-e, hogy ez nem vízgőz; a gőz eloltja a gyertyát és nem ég,

43

míg az, ami az edényben van, az ég. Ez a gáz éppúgy nyerhető a gyertyából eredő vízből, mint bármily más vízből. És ha ez a vasreszeléknek a vízgőzre gyakorolt hatása folytán keletkezett, a vas éppoly állapotban marad vissza, mintha a reszeléket elégettem volna. Emellett a vas súlya megnagyobbodott. Mindaddig, amíg a vas a csőben egymagában van és a levegő vagy víz hozzájárulása nélkül átizzik és ismét lehül, súlya változatlan marad, de ha ily gőz áramlik rajta keresztül, nehezebb lesz; ugyanis a gőz bizonyos alkatrészét felveszi, míg a többi alkatrészek tovább áramlanak és mi ezúttal felfogtuk azokat.

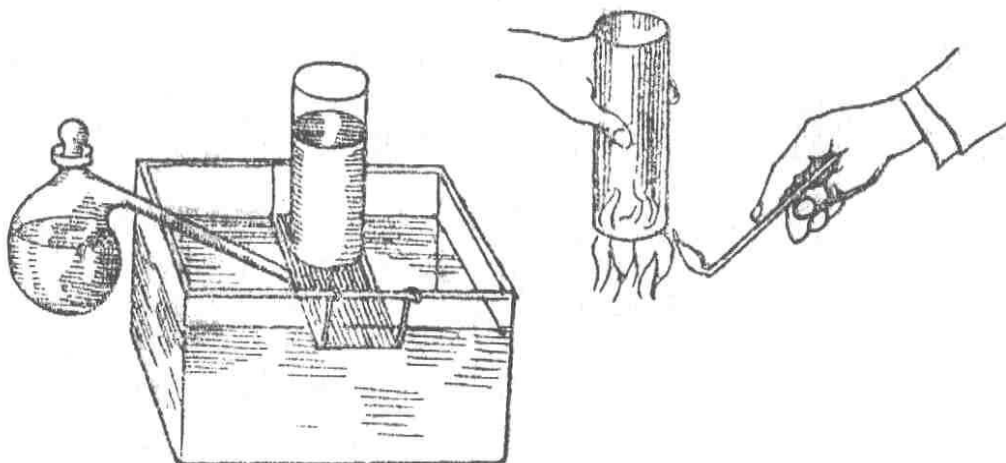
És íme mintán még egy edényünk telve van, nagyon érdekes jelenséget mutatok be nektek velük. Éghető gáz van benne és az edény tartalmát egyszerre meggyújthatnám, hogy azt bizonyítsam, de én még többet akarok nektek mutatni; csak sikerüljön a dolog. Ez is nagyon könnyű anyag. Felszáll a levegőbe és nem lehet úgy összesűríteni, mint a vízgőzt. Másik üvegedényt veszek elő (15. ábra), melyben nincs más, mint pusztán levegő; ha viaszrudat dugok bele, úgy találom, csupán levegő van benne. A gázzal telt üveget úgy kezelem, mintha könnyű anyag lenne. Mindenekelőtt mindkét edényt egymás mellé illesztmem és nyílásukkal lefelé fordítom azokat. Majd a gázzal telt edényt megfordítom és úgy tartom, hogy a nyílása fent legyen és a levegővel telt edény nyílása alá kerüljön. Az az edény, amely előbb gázzal volt teli, mit tartalmaz ezentúl? Nyilván úgy gondoljátok, hogy csak levegőt. Nini! A gáz a másik edényben van, amelyet tehát az egyik edényből a másikba, még pedig fölfelé átöntöttem. Az előbbi tulajdonságai teljesen fennmaradtak, önállóságát nem veszítette el; és a gyertya égési termékeire vonatkozó vizsgálódásainknál fontos szerepe van.



15. ábra.

44

De azt az anyagot, amelyet az imént a vasnak a gőzre vagy a vízre gyakorolt hatása folytán nyertünk, azoknak az anyagoknak a segítségével is előállíthatjuk, melyek, amint láttuk, ugyancsak oly érdekesen hatnak a vízre. Egy darab káliumból megfelelő előkészülettel ugyanolyan gázt nyerek, és ha cinket használok, alapos vizsgálat után úgy találom, hogy a hatása annak is ugyanaz. De a cink a behatásának e közvetlen termékét mint valami köpenyeggel bevonja, úgyhogy a cink többé nem érintkezik közvetlenül a vízzel. Ezért, ha csupán vizet és cinket helyezünk az edénybe, nem várhatunk valami nagy eredményt; és e két anyag valóban kevésbé hat egymásra.



16. ábra.

De ha e réteget eltávolítjuk róla és leoldom a ráakódott anyagot; amit egy kevés savval könnyen elvégezhetek, akkor azonnal azt tapasztalom, hogy a cink úgy hat a vízre, mint a vas, de csak a rendes hőmérsékletnél. A sav ezt lehetővé teszi, amennyiben a képződött cinkoxiddal egyesül. A savat üvegbe öntöm, ez annyi, mintha az üveg tartalmát felhevítettem volna, hogy e látszólagos felforralást végbevigyem. Valami felszáll a cinkből, még pedig igen sűrűn; de ez nem gőz. Az edény tele van vele és meglátjátok, ugyanaz az éghető anyag van benne, – mely akkor is bennmarad az edényben, ha meg is fordítom – mint az, amelyet a puskacsővel való kísérletezés alkalmával nyertem. (16. ábra.) Ez a vízből fejlesztett gáz szintén ugyanaz, mint az, amelyet a gyertya tartalmaz.

45

Kíséreljük meg e két jelenség között levő összefüggés pontos meghatározását. Ez itt hidrogén – oly anyag, melyet a kémia az úgynevezett elemek közé sorol, ez az anyag további különböző anyagokra többé nem osztható. A gyertya az nem elem, ugyanis abból szénét nyerhetünk; sőt belőle, azaz inkább abból a vízből, amely belőle kiválik, hidrogént fejleszthetünk. Hidrogén görög szó, oly elemet jelent, mely más elemmel kapcsolatban vizet terem (ὕδωρ: víz – γέννω: teremtek).

Miután Anderson úr két vagy három edényt gázzal megtöltött, néhány kísérletet bemutatok. Egészen nyugodtan megmutatom nektek, sőt szeretném, ha ti is megpróbálnátok utánam csinálni, **csak azt kívánom, hogy óvatosan, figyelemmel és szülőitek hozzájárulásával tegyétek.** Minél jobban előrehaladunk a vegyészetben, annál gyakrabban kényszerülünk oly anyagokkal kísérletezni, melyeknek **helytelen alkalmazása könnyen bajt csinálhat; a savak és azok a nagyon gyúlékony anyagok, amelyeket felhasználunk, a tűz is, könnyen sebet ejtenek, ha gondatlanul kezeljük azokat.** Ha hidrogént akartok fejleszteni, azt könnyen megtehetitek cinkdarabok, kénsav vagy sósav és víz segítségével.

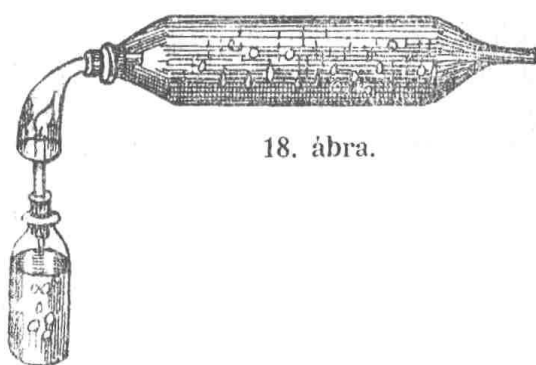


17. ábra.

Itt van az az úgynevezett "filozófuslámpa," a régiek nevezték így. Kicsi palack (17. ábra), szájában dugó, melyen üvegcső vezet keresztül. Néhány kicsi cinkdarabot dobok bele. Ez a kis készülék nagyon alkalmas céljainkra; megmutatom, hogy lehet vele hidrogént fejleszteni és odahaza hogyan kísérletezhetek vele. Megmutatom azt is, hogy a palackot miért töltöttem meg oly gondosan majdnem teli, de mégsem egészen tele. Azért csináltam így, mert **a kitóduló gáz, mint tudjátok, nagyon könnyen meggyullad, robbanhat és bajt okozhat, ha a meggyújtás alkalmával levegővel keveredik össze,** szóval ha a cső nyílását meggyújtánám, mielőtt a víz felett levő területről a levegő egészen ki nem tódult volna. Most kénsavat teszek bele.

46

A cinket, kénsavat és a vizet oly arányban keverem, hogy egyenletes áram keletkezik – sem nagyon gyors, sem nagyon lassú. Ha egy poharat megfordítok és a cső fölé tartom, akkor megtelik hidrogénnel, és miután könnyebb a levegőnél, úgy hiszem, egy ideig benne marad. Most vizsgáljuk meg a pohár tartalmát, hadd lássuk, hogy hidrogént tartalmaz-e – nos, úgy hiszem, elmondhatjuk, hogy sikerült (**meggyújtja**) – no lám, ez az. Most meggyújtom a cső felső végét. Látjátok? A hidrogén ég. Ez a mi filozófusgyertyánk. Hitvány, gyenge lángocska, mondhatnátok; de oly forró, hogy más közönséges láng aligha ad oly meleget. Szabályosan tovább ég és most a lángot egy különös szerkezet alá helyezem, hogy az égési termékeit megvizsgáljuk és a kísérlet eredményeiből valamit tanuljunk.



18. ábra.

Miután a gyertya vizet fejleszt és ez a gáz a vízből jő, hadd lássuk, mit is fejleszt ki magából ugyanannak az égési folyamatnak következtében, mint amelynek a gyertya is alá volt vetve, mikor a szabadlevegőn égett. Ezért a lámpát e készülék alá teszem, hogy lesűrítse mindazt, ami a hidrogén lángjából benne felszáll. (18. ábra.)

Rövid idő elmultával a henger átnedvesedik és víz csurog le az oldalán; és ez a víz, mely a hidrogén lángjából származik, éppúgy hat a kémlelőszerekre, mint ahogy hasonló eljárások alkalmával az előbb már megfigyeltük.

A hidrogén oly könnyű, hogy más anyagot felemel, sokkal könnyebb, mint a levegő, és ezt oly kísérlettel igazolom be nektek, melyet közületek többen megfelelő gondossággal szintén elvégezhetnek. Itt van a mi hidrogénfejlesztőnk és itt egy kevés szappanos víz. A hidrogénfejlesztő készüléket kaucsuktömlővel kötöm össze, és a cső végén cseréppipa van. A pipát a vízbe dughatom és a hid-

47

rogén segítségével szappanbuborékot fujhatok. Nézzétek csak, ha meleg leheletemmel a buborékra ráfúvok, lezuhan; de lássátok a különbséget, ha hidrogénnel fujom fel. (Az előadó néhány hidrogénbuborékot fuj, mely a szoba mennyezetére száll fel.) No lám, mily könnyű lehet ez a gáz, ha nemcsak a szappanbuborékot, hanem még azonfelül a rajta csüngő nagy cseppet is magával bírja ragadni a levegőbe. Könnyűségét még szemléletesebbé teszem; nagyobb buborékokat is fel bír emelni, mint ezek, és azelőtt a léggömböket vele töltötték meg. (*) Anderson úr lesz szíves és ezt a csövet a készülékkel összekapcsolja, hidrogén tódul ki belőle és e kollódiumból készült gömböt megtölti. Nem nagy fáradságomba kerül a levegőt a gömbből kiszorítani, mert a gáznak nagyon nagy az emelőereje. (Két kollódium – lögyapot – gömböt megtölt és elengedi, az egyiket zsinóron tartja.) Itt van egy másik, egy nagyobb gömb, egészen vékony hártából készült, megtöltjük és felbocsátjuk. Látjuk, hogy addig repdes, míg csak a gáz egészen el nem illant belőle.

A hidrogén rendkívüli könnyűsége még nyilvánvalóbb lesz előttem, ha a súlyát egy másik ismert anyag súlyával, pl. a vízzel, egybevetjük. 1 liter víz, mint tudjátok, 1 kilogrammot, azaz 1000 grammot nyom. – 1 liter hidrogén – rendes

körülmények között – pedig még 1/10 grammot sem nyom. És míg 1 kilogramm víz térfogata 1 liter, 1 kilogramm hidrogén, ha felfogjuk, több mint 11.000 litert tölt be.

A hidrogén nem termel oly összetett testet, mely az elégés folyamán, vagy később mint égési termék megszilárdulna; ha elég, csupán vizet fejleszt. Ha hideg poharat a lángja fölé tartunk, akkor az elveszíti átlátszóságát és tüstént vizet nyerünk; az elégése alkalmával ugyanúgy víz keletkezik, mint ahogy a gyertya elégésénél víz keletkezett. Fontos annak a megállapítása, hogy a természetben a hidrogén az egyedüli anyag, melynek a víz az egyetlen égési terméke.

(*) A kormányozható léghajókat most is hidrogénnel töltik.

48

Most még szükségünk van arra is, hogy a víz tulajdonságait és összetételét utólag megvizsgáljuk, ezért rövid időre még igénybe kell vennem a türelmeteket, hogy a legközelebbi összejövételünk alkalmával témánkra jobban el legyünk készülve. A cinket, melynek a vízre való hatását savak segítségével kipróbáltuk, úgy működésbe hozhatjuk, hogy minden erejét oda irányítja, ahová akarjuk. Itt van ez a Volta-oszlop. A mai előadás befejezéséül megmutatom néktek annak sajátos erejét. Megfogom a drót végét, mely az oszlop erejét elvezeti és kipróbálom a vízre való hatását.

Arról már előbb meggyőződünk, hogy a kálium mily erősen ég, éppúgy arról is, hogy a cink, meg a vasreszelék miképpen ég; de egyik sem ég akkora erővel, mint ez itt. (Az előadó a vezeték két végét összeteszi, vakító fény keletkezik.) Ezt a fényt 40 cinklemezzel fejlesztettem; oly erő ez, melyet e vezetékeken tetszésem szerint elvezethetek, noha engem, ha testemre hatni engedem, egy pillanat alatt megölne, oly nagy ez az erő, melyet míg ötöt olvastok (*) (a pólusokat érinti és villamos fényt gerjeszt) íme előállítok, hogy a viharral vetekedhetik. Hogy fogalmunk legyen erről az erőről, előveszem a drótok végét, amelyek a villamos elem erejét idevezetik, íme a vasreszeléket el bírom vele égetni! Nos, ennek a hatalmas vegyi erőnek a vízre gyakorolt hatását mutatom be a legközelebbi összejövételünk alkalmával; meglássátok, mi lesz az eredménye.

(*) Míg ötig számoltok. [NF]

NEGYPEDIK FEOLVASÁS.

A villamos áram vegyi hatásai. Hogyan bontja fel a vizet. Vízfejlesztés durranógázzal. Oxigén a víz másik alkotórésze. A víz kvantitatív összetétele. Az oxigén meghatározása és annak tulajdonságai. Szerepe az égési jelenségeknél.

Az égő gyertyáról megállapítottuk, hogy oly vizet fejleszt, mely pontosan ugyanaz, mint amilyen a természetben van; és e víz további megvizsgálása alkalmával azt a különös valamit találtuk benne, – a hidrogént, azt a könnyű anyagot, amelyből

ebben az edényben még maradt a multkorról valamennyi. Láttuk a hidrogén izzását, amellyel ég, és hogy azáltal víz keletkezik. És végül arra a készülékre hívtam fel a figyelmeteket, melyről röviden megjegyeztem, hogy hatalmas kémiai erők összetétele és úgy van berendezve, hogy erejét drótsodronyokon elvezethetjük; azt is mondtam, hogy kipróbálom erejének a vízre való hatását. Most azt meg is akarom csinálni, hogy a vizet az alkatrészeire felbontsam, és hogy lássuk, hogy a hidrogénen kívül mit tartalmaz a víz, mert mikor a vízgőzt az izzó puskacsövön keresztülvezettük, az nem nyerte vissza a víznek azt a súlyát, melyet gőz formában felhasználtunk, noha sok gázt nyertünk. Tehát meg kell vizsgálnunk, mi más anyagot tartalmaz még.

Hogy a Volta-oszlop tulajdonságait megismerhessétek és előnyeit megbecsülhessétek, néhány kísérletet csinálunk. Mindenekelőtt néhány anyagot teszünk ki a hatásának, e hatásokat már előbbi kísérleteinkből ismerjük, most meglátjuk, készülékünk hogyan viselkedik. Itt van egy kevés réz (figyeljétek meg, micsoda változásokon megy keresztül),

50

aztán itt van ez a salétromsav; az utóbbinak nagyon nagy a vegyi hatóereje, jelentékeny hatást gyakorol a rézre, ha azzal érintkezik. Látjátok, milyen szép vörös gőz száll fel; miután e gőzre nincsen szükségünk, és nem is akarjuk belehelni, Anderson úr az edényt a cső alá tartja, hogy a kísérlet szépségeiből és hasznából részünket kivehessük, anélkül hogy annak kellemetlenségeit viselnünk kellene. A palackba tett réz felbomlik és a savat meg a vizet olyan kék folyadékká változtatja, mely rézet és még más anyagokat tartalmaz; most meg akarom nektek mutatni, hogy a Volta-oszlop mit csinál. Közben azonban még egy más kísérletet is végigcsinálunk, hogy az erejét kipróbáljuk.

Itt van ez az anyag: víznek látszik, azaz oly alkatrészeket tartalmaz, melyeket még nem ismerünk, éppúgy, mint a víz alkatrészeit sem ismerjük még. Ezt a sóoldatot papírra helyezzük, szétteregetjük, és a villamos elem erejét rajta kipróbáljuk. Lássuk csak, mi lesz!

Három vagy négy oly fontos dolog történik, melyből hasznat akarunk húzni. E nedves papirost cinklemezre tesszük, ez erre a célra nagyon alkalmas; íme, az oldat egyáltalában nem változott sem a papír által, amelyre ráöntöttem, és a cinklap sem másvalami által, amivel érintkezésbe hoztam; szóval egészen nyugodtan a készülékünk hatása alá bocsáthatjuk. Előbb azonban nézzük meg, hogy az rendben van-e? Itt vannak a drótok. Lássuk csak, hogy olyan állapotban vannak-e még, mint legutóbb? Arról rögtön meggyőződhetünk. Ha a drótok végét most egymáshoz teszem, a villamosság ereje nem jelentkezik, mert a vezeték (elektródnak nevezzük), az elektromosság útja, átjárója, meg van szakítva, de most azt telegrafálja (közben a hirtelen felvillanó fényre mutat), hogy minden készen van. Mielőtt belefogunk a kísérletbe, Anderson úr a villamos elem kapcsolatát ismét szakítsa meg mögöttem, egy platinadrótot feszítsünk a pólusok közé, és ha úgy

találom, hogy e drótot meglehetősen hosszúságban izzóvá tudom tenni, akkor kísérletünk eredményes-

51

sége már biztosítottnak látszik. Rögtön meglátjátok erejének hatását. (A kapcsolatot helyreállítják és a drót pirosan izzik.) A villamos erő pompásan áthalad a dróton; nos, miután jelenlétében bizonyosak lehetünk, most már felhasználhatjuk a víz megvizsgálására.

Két platinalemeszem van, és ha erre a papiroslapra helyezem (a cinklapon levő nedves papirosra), akkor nem láttok semmit; felemelem, úgy-e nem állott be semmiféle változás, minden úgy van még, mint azelőtt. Lássátok csak, mi lesz akkor, ha e két pólust (a villamos elem drótjainak végét) kezembe veszem, és az egyiket vagy másikat külön a platinalemeszre teszem, semmi sem történik – mindkettő hatástalan; de ha ugyanabban a pillanatban egyszerre kapcsolatot teremtek közöttük – látjátok, mi történik? (A villamos elem két pólusa alatt sötét folt jelentkezik.) Nini, a fehér felületről valami sötét vált le. Biztos vagyok benne, ha a cinklemezen levő drótot a papírlap túlsó felére helyezem, éppen olyan szépen hat a papirosra is. Meg is próbálom, hogy nem írhatnék-e rája valamit – talán egy táviratot. (Az előadó a drót végével a papírlapra ráírja: "Ifjak.") Úgy-e, mily csodaszép eredmény?

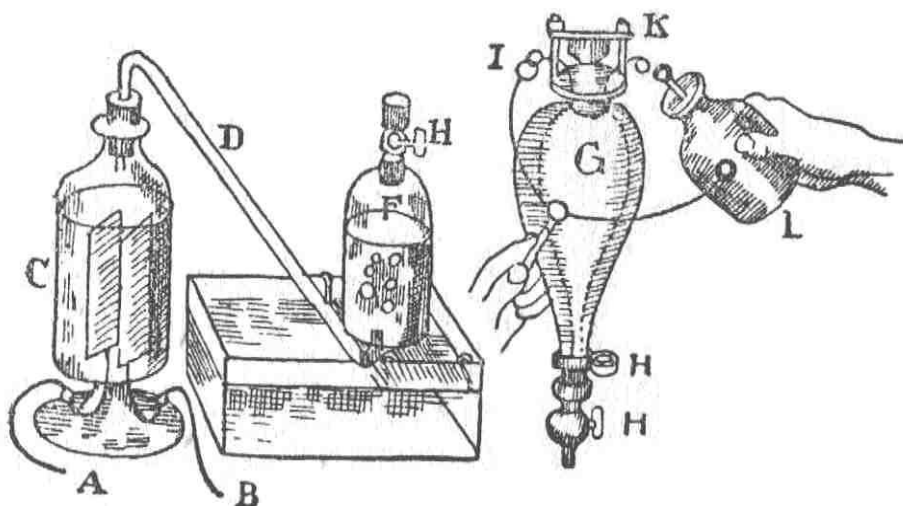
Remélem, tudjátok, hogy ebből az oldatból olyasvalamit vonhatunk ki, amelynek mivoltával előbb nem voltunk tisztában. Most Anderson úr átadja nekünk a kezében levő palackot, és próbáljuk meg, mit tudunk belőle kivonni. Mint tudjátok, olyan folyadékot tartalmaz, melyet rézből és salétromsavból az imént készítettünk; miközben más kísérlettel foglalkoztunk. Noha a kísérletemmel kissé sietnem kell, és bizony néhány kisebb hiba is belecsúszhat, de mégis jobb lesz, ha végignézzitek, hogy mit csinálok, mintha mindent előre elkészítenék.

52

Vigyázzatok csak, mi lesz most! E két platinalemez a készülék két vége (helyesebben rögtön azzá teszem). Ezt most érintkezésbe hozom azzal az oldattal. Éppúgy, mint ahogy a papírlappal tettem. Ne törődjünk vele, hogy az oldat a papirosban vagy üvegben van-e, az a fő, hogy a készülék vele érintkezzék. Ha e két platinalemezt, úgy ahogy van, belémártom, éppoly tisztán kerül ki belőle, mint ahogy belejutott (a folyadékba mártja, anélkül hogy az elemmel egybekapcsolta volna), de ha az elem erejét működésbe hozzuk, és úgy mártjuk bele (a lemezeket összekapcsolja a villamos battériával és belémártja azokat a folyadékba), no lám (az egyik lemezt kiveszi), mintha hirtelen rézzé vált volna; olyan, mint valami kicsi réztányér (kihúzza a másik platinalemezt), ez a lemez ellenben egészen tisztán jött ki belőle. Ha ezt a berezesedett darabot a másik oldalra helyezem, akkor a réz a jobboldaltól a baloldalra vándorol; az előbb rezes felület ezúttal megtisztul és az a lemez, mely az előbb tiszta volt, most rézzel bevonva került ki az oldatból; no már

most azt a rezet, amelyet az oldalban felhasználtunk, a készülékünket ily módon ismét kivonhatjuk a folyadékból.

Hagyjunk fel most már a rézzel és lássuk csak, mily hatást gyakorol e készülék a tiszta vízre. E két kis platinalemezt a villamos elem végére szerelem. (19. ábra.) E kis edény (C) úgy van megszerkesztve, hogy szétszedhetem és a szerkezetét nektek megmutathatom. Ebbe a két csészécskébe higanyt öntök, mely a platinalemezzel összekapcsolt két drót végével (A és B) érintkezik. A C edénybe oly vizet öntök,



19. ábra.

53

mely kevés savat tartalmaz (ezzel megkönnyítem a hatást, de egyébként nem befolyásolom a folyamatot) és az edény nyílását egy lefelé hajló csővel (D) kötöm össze; a cső arra a csőre emlékeztet bennünket, mely a kályhával folytatott kísérletünknel alkalmazott puskacsővel volt összekötve és most az F edény aljába torkol. A készülékünk készen van és most kipróbálhatjuk a vízre gyakorolt hatását.

Az előbb izzó csövön keresztülvezettem a vizet, most ellenben villamosságot vezetek az edény tartalmán keresztül. Talán felforr a víz; és ha felforr, akkor gőz keletkezik, azt már tudjátok, hogy a gőz, ha lehül, lecsapódik, és ebből meglátjátok, hogy vizet forralok-e vagy sem? De meglehet, hogy nem tudom felforralni, hanem más jelenséget idézek elő. Vigyázzatok csak! Az egyik drótot erre az oldalra (A), emezt pedig a másik oldalra (B) helyezem, vajjon beáll-e valami változás?

Mintha forna; de csakugyan forr? Lássuk csak, hogy gőz formájában jelentkezik-e vagy sem. Úgy hiszem, az edény (F) azonnal megtelne gőzzel, ha az, ami a vízből felszáll, gőz lenne. De hát gőz lehet ez? Semmi esetre sem! Hisz látjátok hogy változatlan maradt. A víz felett marad, tehát nyilván permanens (le nem csapódható) gázzal van dolgunk. De hát micsoda? Hidrogén? Vagy valami más? Lássuk csak, micsoda?

Ha hidrogén, akkor égni fog. (Az előadó a felgyülemlett gáz egy részét meggyújtja, és az robbanással elégi.) Nyilván gyúlékony anyag, de nem oly módon gyullad ki, mint a hidrogén, mert a hidrogén nem csapott volna akkora zajt, de az égésnél jelentkező láng színe hasonlít a hidrogén lángjához.

De még valami különös dolgot figyelhetünk meg: még pedig azt, hogy levegő hozzájárulása nélkül égett. Hogy e jelenség különös tulajdonságait nektek megmutathassam, még egy készüléket állítottam fel. Nyílt edény helyébe zárt edényt tettem, és megmutatom, hogy ez a gáz, bármi legyen is az, azzal a képességgel rendelkezik, hogy levegő nélkül is éghet, és e tekintetben különbözik a gyertyától, mely levegő nélkül

54

nem éghet. A következőképpen csinálom ezt. Ez az üvegedény (G) két platinadróttal (K és I) van összekötve; elektromos szikrát pattanthatok át velük; az edényt légszivattyúra helyezhetjük és a levegőt kiszivattyúzzhatjuk. Ha ez megtörtént, akkor az F edényre erősítjük, a H, H, H csapokat kinyitjuk és azt a gázt belébocsáthatjuk, mely a Volta-oszlopnak a vízre gyakorolt hatásából kifolyólag keletkezett, szóval azt a gázt, amelyet a víz elváltozása következtében nyertünk – mert most már ott tartunk, hogy elmondhatom, hogy kísérletünkkel a vizet gázzá változtattuk. Nemcsak a lényegét változtattuk meg, hanem a valóságban teljesen e gáznemű testté formáltam át.

Szóval ha a G edényt az F edény tetejére rácsavarom, amennyiben a csöveket jól összekapcsolom, a csapokat kinyitom, akkor a a víznek az F edénybe való feltódulásán láthatjátok, hogy a gáz felemelkedik. Az edény egészen megtelt vele, a csapot lezárom, az edényt óvatosan leveszem és a Leydeni palackból (L) villamos szikrát pattantok át, miáltal az edény, mely most még egészen tiszta, zavarossá válik. Az edény azért nem pattan széjjel, mert elég erős arra, hogy a robbanást kibírja. (Az előadó szikrát pattant át és ezáltal a robbanásra alkalmas keverék meggyullad.) Nini, hogy ragyog! Ha ezt az edényt ismét az alsó edényre csavarom és a csapot kinyitom, a víz feltódulásából arra következtethettek, hogy a gáz másodszor is felszáll. (Kinyitja a csapokat.) Az a gáz, mely az előbb az edényben felgyülemlett és amelyet a villamos szikra meggyújtott, eltűnt, mint látjátok, a helye kiürült és újabb gáz tódul oda. Víz képződött és ha kísérletünket megismételjük, ismét üres teret nyerünk, amit a víz feltódulása is igazol. A robbanás után mindig kiürül az edény, mert az a gőz vagy gáz, melyé az elektromos elem a vizet elváltoztatta, a szikra átcsapódása következtében felrobban és ismét vízzé válik, és meglátjátok, hogy egyre-egyre néhány vízcsepp csurog le a felső edény oldalán és alul felgyülemlik.

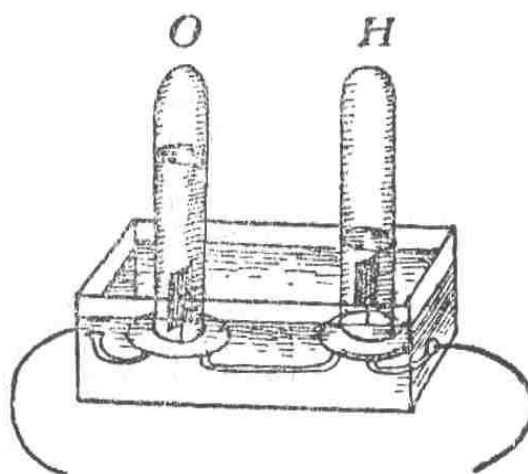
55

Ezúttal a szabadlevegő kizárásával állítottunk elő vizet.

A gyertyából eredő víz a levegő közbenjöttével jött létre; de ezúttal attól függetlenül keletkezett. Eképpen a víznek azt a másik anyagot kell tartalmaznia, melyet a gyertya a levegőből kivon és amelyből a hidrogénnel vegyülve víz keletkezik.

Az imént láttátok, hogy a villamos battéria egyik vége azt a rezet magához vonzotta, melyet az edényben levő kék folyadékból kivont. Ezt ezzel a dróttal vitte végbe; és ha a villamos battéria a fémoldatra oly erőt gyakorol, melyet mi tetszés szerint működésbe hozhatunk vagy megszüntethetünk, nem kézenfekvő-e, ha azt kérdezzük, hogy talán a vizet is alkatrészeire bonthatjuk és azokat felcserélhetjük? Próbáljuk meg!

Itt vannak a pólusok, – a battéria fémből készült végei – nézzük csak, mi történik a vízzel ebben a készülékben, hol a pólusok messzire vannak egymástól. Az egyiket erre az oldalra (A), a másikat a túlsó oldalra (B) teszem, itt van ez az átluggatott kicsi deszka, ezt a pólusokra helyezhetem és úgy rájuk illeszthetem, hogy az, ami a battéria végei mellől kijő, mint felbontott gáz jelentkezik; ugyanis már az előbb láttátok, hogy a víz nem gőzzé, hanem gázzá vált.



20. ábra.

A drótok most a legteljesebb kapcsolatban vannak azzal az edénnyel, amelyben víz van, buborékok szállnak fel; fogjuk fel és vizsgáljuk meg azokat. Ezt az üveghengert (O) megtöltöm vízzel és az A végre helyezem; aztán veszek egy másikat (H) és azt a B végre helyezem. (20. ábra.) Most már kettős készülékünk van; mindkét helyen gáz szabadul fel. Mindkét edény megtelik gázzal. Nini, már el is kezdődött; a jobboldali (H) nagyon gyorsan megtelik, a baloldali (O) már nem oly gyorsan; noha úgy csináltam, hogy néhány buborék

56

elillant, a folyamat mégis meglehetősen szabályossággal megy végbe. És ha az egyik edény nem nagyobb, mint a másik, akkor meglátjátok, hogy az egyikben (H) a térfogatához képest kétszer annyi gyülemlik fel, mint a másikban (O). Mindkét gáz színtelen. A víz fölött maradnak, anélkül hogy lecsapódnának, mintha tökéletesen egyformák lennének – úgy hiszem, legalább látszatra azok. De kitűnő alkalom kínálkozik egyúttal számunkra, hogy ezeket az anyagokat megvizsgáljuk és igazi természetüket meghatározzuk. Elég nagy tömegben állanak rendelkezésünkre,

könnyen kísérletezhetünk velük. Mindenekelőtt ezt az edényt (*H*) veszem elő és felszólítlak benneteket, legyetek készen arra, hogy a hidrogént felismerjétek.

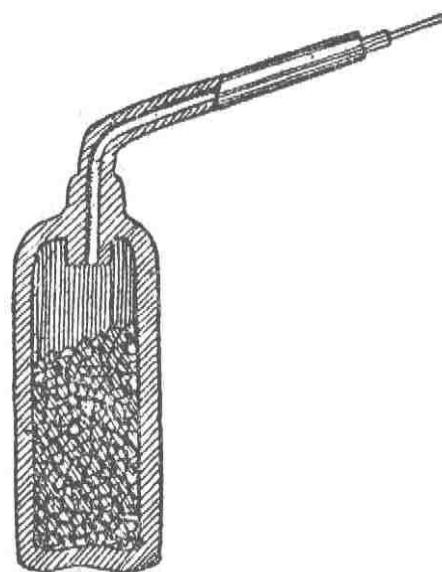
Emlékezzetek valamennyi tulajdonságára – könnyű gőz, mely jól megmarad a felfordított edényben, a palack nyílásán halovány lánggal égett – és most nézzetek ide, vajjon ez a gáz nem felel-e meg mindezeknek a feltételeknek? Ha hidrogén, akkor megmarad, míg az edényt felfordítom. (*Az előadó gyertyát tart oda és a hidrogén meggyullad.*) Hát a másik edényben ugyan mi van? Azt már tudjátok, hogy e két gáz egyesülve, robbanó vegyületet adott. Mi is lehet az, amit a vízben, mint annak másik alkatrészét felleltünk és amelynek ennél fogva annak az anyagnak kell lennie, mely a hidrogént lángra lobbantja? Azt jól tudjuk, hogy az a víz, melyet az edénybe juttattunk, két testből áll. Azt is tudjuk, hogy közülük az egyik hidrogén; mi is lehet a másik, mely a kísérlet előtt még a vízben volt és amelyet íme külön egymagában is felfogtunk? Ezt az égő faforgácsot az üvegbe dugom. Nini, a gáz maga nem ég, azonban a forgács lángját felszítja. Látjátok hogy gyorsítja az égést? A fa sokkal jobban ég, mint a szabad levegőn. Úgy ebből látjátok azt is, hogy a víznek ez a másik alkatrésze; ha a víz a gyertya elégeése alkalmával képződik, a levegőből vonatott ki. Hogy nevezzük el ezt az anyagot: *A*-nak, *B*-nek vagy *C*-nek[?] Nevezzük *O*-nak – oxigénnek. Ez a neve. Szóval ez itt oxigén, amelyet a víz másik alkatrészeképpen vontunk ki.

57

Lassan-lassan mélyebb betekintést nyerünk a témánkba és mihamar megértjük, *miért* ég a gyertya a levegőn. A víz analizálása, azaz alkatrészeire való felbontása alkalmával két térfogat hidrogént és egy térfogat oxigént nyerünk. Ezt az arányt a következő ábra mutatja és egyben mindkét test súlya is fel van sorolva, melyből látjuk, hogy az oxigén mennyivel nehezebb, mint a hidrogén.

1	Oxigén	88,9
Hidrogén	Hidrogén	11,1
8	Víz	100,0
Oxigén		

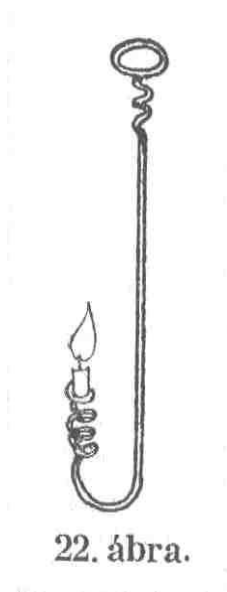
Miután láttuk, hogy vonhatunk ki oxigént a vízből, még azt is megmutatom, mily könnyen állítható elő nagy mennyiségben. Az oxigén, mint ezt magatok is könnyűszerrel elképzelhetitek, a levegőben van, különben hogy fejleszthetne ki magából az égő gyertya vizet, mely oxigént tartalmaz? Hisz teljesen lehetetlen lenne; vizet termelni oxigén nélkül – az kémiai lehetetlenség. A levegőből előállíthatunk oxigént? Nos, több hosszadalmas és nehézkes folyamatot ismerünk, mellyel előállíthatjuk, de jobb módot is tudunk. Itt van a *barnakő*, nem valami tekintélyes, de nagyon hasznos ásvány. Ha a barnakövet izzóvá hevítjük, oxigént ad. Ebben a vaspalackban (21. ábra) barnakő van, nyakába elvezető cső van illesztve. A tűz már ég, Anderson úr lesz szíves a retortát (csővel ellátott zárt edény; a cső az edény tartalmának felhevítése által keletkező gázokat vagy gőzöket elvezeti vagy felfogja) idehozni, a meleget az könnyen kibírja, hisz vasból van. – Itt van ez a



21. ábra.

58

só, klórsavas kálinak hívják, nagyobb mennyiségben használják fel a tűzijáték-készítésnél, azonkívül vegyészeti, gyógyászati és más célokra. Belőle egy keveset barnakővel keverünk (rézoxid vagy vasoxid is megteszi ugyanazt a szolgálatot, mint a barnakő) és ha e keveréket retortába teszem, nem is kell izzó hőfok hozzá, hogy belőle oxigént fejlesszek.



22. ábra.

Nem szándékozom belőle sokat csinálni, csak annyit, amennyi a kísérletünkhöz elégséges; de nagyon kevés keveréket sem tehetek bele, mert az a gáz, mely a retortában legelőbb fejlődik, levegővel van keverve, és azért ezt a részt, a gáz elejét, fel kell áldoznom és ki kell szorítanom. Meglátjátok, hogy a közönséges borszeszláng is elégséges arra, hogy oxigént fejleszthessünk, és pedig kétféle eljárással szoktunk oxigént előállítani. No lám, mily bőségesen ad gázt e kis keverék. Vizsgáljuk csak meg és állapítsuk meg tulajdonságait. Mint látjátok, ilymódon ugyanolyan gázt kaptuük, mint amilyent a villamos elemmel végzett kísérletünk szolgáltatott. Átlátszó, a vízben oldhatatlan, a levegő látható tulajdonságaival megegyezik. (Miután az első edény oly levegőt tartalmaz, mely az első adag oxigénnel együtt illant el, félretesszük és így kísérleteinket teljesen szabályszerű és megbízható módon folytatjuk le.) Annál az oxigénnél, melyet az imént a Volta-féle elemmel, a vízből vontunk ki, feltűnő módon megállapíthattuk, hogy a faforgácsnak, a gyertyának stb. égését kedvezően befolyásolhatja és ugyanezeket a tulajdonságokat itt is feltételezhetjük. Próbáljuk meg! Ide nézzetek: így ég a viaszrúd (22. ábra) a közönséges levegőben, és ha a viaszrudat az edényben tartom, íme, ebben a gázban ég! No lám, mily fényesen, szép tisztán ég! De még mást is láhattok, – azt már tudjátok, hogy nehéz gáz, míg a hidrogén mint valami ballon a levegőbe emelkedik, sőt még gyorsabban, mint a gömb, ha a burkolat súlya nem nehezedik rája. Úgy-e meg-

59

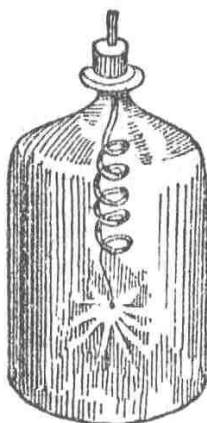
értettétek, hogy ha a vízből a térfogatához képest kétszer annyi hidrogént is nyerhetek mint oxigént, abból még nem következik, hogy az előbbinek a súlya is kétszer annyi; az egyik ugyanis nehéz, a másik pedig nagyon könnyű gáz. Van eszközünk, hogy a lég- vagy gáznemű anyagokat megmérhessük; de nem akarom most azzal az időt tölteni; egyszerűen megmondom, hogy mennyit nyomnak. A különbség közöttük nagyon jelentékeny: 1 köbláb hidrogén 1/12 uncia, 1 köbláb oxigén pedig 1 1/3 uncia. Az oxigén szóval 16-szor oly nehéz, mint ugyanannyi térfogatú hidrogén.

Hogy megmutassam az oxigénnek azt a különös tulajdonságát, mellyel az elégést elősegíti, helyesebben hogy a levegővel összehasonlítsuk, ezt a kis darab gyertyát meggyújtom; ámbár a kísérlet durván fog sikerülni. Nos, a gyertya ég a levegőn; hogy ég majd az oxigénben? Itt van ez az edény, oxigén van benne; a gyertya fölé tartom, hogy a gáz hatását a levegő hatásával összehasonlíthassam. Jól vigyázzatok: olyanforma lesz, mint a villamos elem pólusán levő fény volt az előbb. Mily erős lehetett az oxigén hatása! És e folyamat alatt mégsem keletkezik más, mint ami a gyertya elégeése alatt keletkezett. Ugyanúgy víz keletkezett, – éppen oly módon – bárhol égettük el a gyertyát, a levegőn vagy gázban, mindegy.

Még egynéhány kísérletet mutatok be nektek, melyben az oxigénnek az égést fenntartó igazán csodálatos ereje még világosabban megmutatkozik. Itt van például ez a lámpa; az egyszerűsége mellett mintája sok fajta lámpának, mely különböző célokra készült – mint például a világítótorony lámpájának, mikroszkopikus lámpának stb.; ha csak az a célunk, hogy jó fényesen égjen, könnyen azt kérdezhetitek: ha a gyertya az oxigénben jobban ég, miért nem ég a lámpa is jobban? – Nos, jobban is ég. Anderson úr lesz szíves azt a csövet ideadni, mely az oxigéntartányból [!] való, és e lánghoz illesztem, melyet szándékosan gyengén égetek.

60

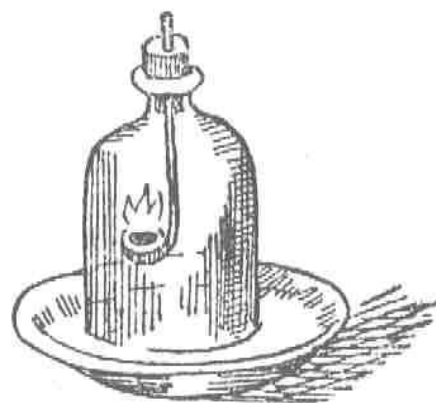
Most oxigént bocsátok bele – hó, mily pompásan hat rá[!] De ha a csapot elzárom, mi lesz a lámpával? (Az oxigén-áram megszakad és a lámpa ismét homályosan ég.) Igazán csodálatos, mennyire meggyorsíthatjuk oxigénnel az égést.



23. ábra.

És nemcsak a hidrogénlágnál, az égő gyertyánál vagy szénnél, hanem minden rendes égésnél így van ez. Azt már láttatok, hogy pl. a vas hogyan ég el az atmoszférikus levegőben; kíséreljük meg azt is, hogyan ég az oxigénben. Itt van ez az oxigénnel teli üveg, aztán itt van ez a vashuzal, – de olyan vastag rúd is lehet, mint az öklöm – éppúgy ég az is. Előbb egy fadarabkát erősítek a drót végére, meggyújtom a fát és a dróttal együtt az edénybe engedem. (23. ábra.) A fa tüzet fog és úgy ég, amint a fa az oxigénben égni szokott, de az égés a vasra is áttérjed. No lám, mily pompásan ég a vas és hosszú ideig égni fog. Ha egyre friss oxigént vezetünk az edénybe, a vas égését fenntarthatjuk, míg csak egészen el nem emészti a tűz.

De most hagyjuk ezt, hadd figyeljük meg más anyagok elégését is; rövid az idő, ne pocsékoljuk. Vegyünk elő egy kis kéndarabot, azt már tudjátok, hogyan ég a kén a levegőn; most tegyük oxigénbe és ismét meggyőződhetek róla, hogy az az anyag, mely a levegőn ég, hasonlíthatatlanul élénkebben ég az oxigénben. És e tapasztalat azt a gondolatot kell hogy ébressze fel bennetek, hogy a levegő csupán e gáznak köszönheti az égést fenntartó tulajdonságát. A kén most egészen nyugodtan ég az oxigénben, de egy pillanatra sem téveszthetitek össze azzal, ahogy a puszta levegőn ég. (24. ábra.)



24. ábra.

61

A foszfor elégését is meg akarom még nektek mutatni és azt itt könnyebben megtehetem, mint ti odahaza. A foszfor tudvalevően nagyon gyúlékony anyag és már a levegőn is könnyen ég, hát még a tiszta oxigénben! De ezt a kísérletet nagyon óvatosan kell végigcsinálnom, mert az egész készülék könnyen felrobbanhat, még így is alig fogjuk tudni ennek az edénynek a szétrepedését megakadályozni. No lám, így ég a foszfor a levegőn. De mily pompás fényt lövel az oxigénben. Nini, hogy pattannak le az egyes darabkák, elsodródnak, mindegyik külön-külön heves lángra lobban és vakító fény keletkezik ezáltal.

Egyelőre ennyit az oxigénnek arról a képességéről, mellyel más testek elégését oly élénké teszi. A legközelebbi feladatunk az, hogy a hidrogénhez való viszonyát közelebbről szemügyre vegyük.

Még emlékeztek rá, hogy a vizet oxigénre és hidrogénre bontottuk, aztán ezek keverékét meggyújtottuk és közben kisebb fajta robbanás keletkezett. Arra is emlékeztek, hogy edényben oxigént és hidrogént együtt elégettünk és akkor gyenge fény, de nagy hő keletkezett. Íme, a két gázt ezúttal oly arányban kevertem, mint ahogy a vízben van és e keveréket meg akarom gyújtani. Ebben az edényben pontosan egy térfogat oxigén és két térfogat hidrogén van; szóval e keverék teljesen azonos annak a gáznak a tartalmával, melyet a villamos áram segítségével a víz szétbontásakor nyertünk. De minthogy nem akarom rögtön az egész mennyiséget meggyújtani, – egyszerre sok lenne – ezért szappanos vizet készítettem, abba vezetem a gázkeveréket, hogy szappanbuborékok keletkezzenek, melyek megtelnek velük; e szappanbuborékokat gyűjtöm meg aztán és ilyformán nagyon egyszerűen megfigyelhetjük az oxigénnek hidrogénnel való elégését. Mindenekelőtt fejlesszünk szappanbuborékokat. A gázkeveréket ezen az agyagpipán keresztül a szappanos vízbe vezetem, nos, gáz megy bele és már itt is van a buborék. Felfogom

a kezemmel. Úgy-e azt hiszitek, hogy ez igazán nagy vigyázatlanság tőlem; de csak azt akarom nektek megmutatni,

62

hogy pusztá lármától, csattogástól még nem kell mindjárt megijedni. (Az előadó égő gyújtószállal megközelíti a buborékot és az felrobban.) De figyelmeztetek benneteket, **nehogy eszetekbe jusson a buborékot közvetlenül a pipa nyílásánál meggyújtani, mert a robbanás a csövön keresztül visszacsap az edénybe és azt darabokra repeszt.** Az oxigén, mint látjátok és durranásról hallottátok, egyesül a hidrogénnel, még pedig a legnagyobb hevésséggel és közben az ereje épp úgy mint a hidrogén ereje teljesen felemésződik. Úgy mondják: hogy az oxigén és a hidrogén tulajdonságai kölcsönösen *neutralizálják*, azaz semlegesítik egymást.

Most már feltételezhetem, hogy a víz, az oxigén és az atmoszférikus levegő vegyi természete között levő, benső kapcsolatot alaposabban ismeritek. Ez a darab kálium, melyet a vízre helyezek, – mint ezt most ismét megteszem – miért bontja meg a vizet? Mert oxigént talál a vízben. És mi szabadul fel közben? A hidrogén szabadul fel, és ez a hidrogén elég, miközben a kálium az oxigénnel egyesül; ez a darab kálium, szóval kivonja azt, miközben a vizet felbontja, – tekintsük víznek azt, ami a gyertya elégeése alkalmával képződik – kivonja, ismétlem, (*) az oxigént a vízből éppúgy, mint ahogy a gyertya kivonja azt a levegőből és ugyanakkor hidrogén szabadul fel. Az oxigénnek és a káliumnak ez az egymáshoz való szép rokonérzése akkor is mutatkozik, ha egy darab káliumot jégre teszek, – abban a pillanatban, mint látjátok, a jég a káliumot lángra lobbantja.

Mindezeket még ma meg akartam nektek mutatni, hogy e folyamatokról szerzett ismereteitek kibővíljenek és lássátok, hogy a jelenségek mennyire a körülményektől függnének. A jég a káliummal való érintkezés kapcsán vulkánikus hatást idéz elő.

(*) Az előbeszéd kötetlensége jól felismerhető ezen a szövegrészen, de mégis szerkesztetlenül hagytam. [NF]

63

Miután ez alkalommal ily szokatlan jelenségeket érintettem, a legközelebbi összejeövetelünk alkalmával azt tűzöm ki feladatomból, hogy nektek beigazoljam, hogy nem fenyeget bennünket veszedelem és nem kell félnünk, ha a gyertyának a szobában, vagy a világítógáznak az utcán, a tüzelőanyagnak a konyhában való használata alkalmával mindig figyelembe vesszük azokat a természeti törvényeket, amelyeknek mindezek alá vannak vetve.

ÖTÖDIK FELOLVASÁS.

Az atmoszférikus levegő, az oxigén és nitrogén keveréke. A nitrogén sajátosságai. A levegő kvantitatív összetétele. A gáz megmérése. Légnyomás. A levegő

rugalmassága. Szénsav, mint a gyertya égési terméke. A szénsav felismerése. Előfordulása a természetben. A szénsav előállítása és tulajdonságai.

Láttuk, hogy a gyertya elégetése alkalmával víz keletkezik és e vízből hidrogént és oxigént készíthetünk. A hidrogén, mint tudjuk, a gyertyából keletkezik, az oxigén pedig a levegőből adódik. Joggal kérdezhetitek: – De hát miért nem ég a gyertya a levegőn is éppoly jól, mint az oxigénben? – Jól emlékeztek még rá, hogy amikor egy égő gyertyadarabkát oxigénbe helyeztem, egészen másképp égett, sokkal élénkebben, mint az atmoszférikus, azaz szabadlevegőn. Nos miért? Ez a kérdés nagyon fontos reánk nézve, egészen közvetlenül érinti az atmoszférikus levegő természetének a kérdését, és igyekezni fogok minél kimerítőbben és érthetőbben reá válaszolni.

A tárgyaknak az oxigénben való élénkebb elégetése e gáz felismerésére szolgál. Azt láttátok, hogy ég a gyertya a levegőn és ég az oxigénben; ugyanezt megfigyelhettétek a foszfornál, valamint a vasreszeléknél is. Van még néhány más mód is, és hogy tapasztalataitokat, ismereteiteket gazdagítsam, néhányat még bemutatok. Ez az edény telve van oxigénnel. Hogy csakugyan az van benne, azt természetesen még be kell igazolnom; gyengén pislogó forgácsot teszek belé és az előző alkalommal szerzett tapasztalatok alapján határozottan előre megjósolhatjátok az eredményt – ide

65

nézzetek: az élénk elégetésből az oxigén jelenléte kétségtől kimutatható. Még egy másik és pedig, nagyon különös és hasznos próbája az oxigén jelenlétének. Két edény van nálam, mindkettő gázzal van tele; lemez van közöttük, hogy a gázok ne érintkezessenek egymással. A lemezt elveszem és a gázok valósággal egymásba ömlenek. – Mi történt? – kérdezitek; – hisz most nem ég semmi, mint ahogy a gyertyánál láttuk! – És a két gáz vegyülésénél mégis az oxigén jelenlétére kell következtetnetek. Íme szép, vörösesbarna színű gáz keletkezett!

A kísérletünket ily módon közönséges levegővel is lefolytathatjuk, ha ezzel a kémlőgázzal keverjük. Az edényben csupán levegő van, – ugyanaz a levegő, melyben a gyertya égett – ebben az üvegben pedig kémlőgáz van, víz fölött összebocsátom a két anyagot, most lássuk csak, mi lesz; a kísérleti palack tartalma átömlik abba az edénybe, melyben levegő van; és ugyanaz a folyamat ismétlődik meg, mint az imént az oxigénnél, és ebből ugyancsak arra következtetünk, hogy a levegőben oxigén is van – ugyanaz az oxigén, melyet már a gyertya elégetésénél keletkezett vízből is nyertünk.

De hát miért nem ég a gyertya a levegőn is éppúgy, mint az oxigénben? Nos, rögtön helyben vagyunk. Két üveg van előttem; mindkettő azonos magasságig van megtöltve légnemű anyaggal. E légnemű anyagok külszínre megegyeznek, és valóban e pillanatban nem tudom, hogy a két edény közül melyik tartalmaz oxigént és melyik levegőt; csak azt tudom, hogy mindkét edényt gondosan töltöttük meg. Egyébiránt kéznél van a kémlőgázunk, mindkét edényt kiteszem a hatásának, hadd

lássuk, hogy e gáz megbarnulása a két edényben mily különböző módon megy végbe.

Szóval ezt a gázt az egyik edénybe ömleszttem és lássuk, mi lesz. Nini, rögtön megbarnult – tehát oxigén van benne! Most vegyük elő a másik edényt. Nos, az nem barnul meg oly gyorsan és határozottan, mint az előbbi edény tartalma. De még másvalami különös jelenség is mutatkozik. Ha mindkét gázt vízzel jól kiöblítem, a víz a barna gázt magábaszívja, feloldja és ha újra kémlőgázt bocsátok bele, úgy ismét barna gáz áll elő, majd ismét kiöblítem, újra feloldódik; mindezt addig folytathatom, míg az edényben oxigénnek csak nyoma is van.

66

Ha a kémlőgázt levegőre bocsátom, másmilyen folyamat megy végbe. Itt is barna gáz keletkezik, de ha vizet bocsátok bele, a barna gáz eltűnik és a kémlőgázból addig ereszthetek bele egyre többet, míg az a sajátságos anyag, mely a levegőt és az oxigént barnára festi, nem barnít többé. Hogy lehet ez? Rögtön megtudjátok; mert a levegő az oxigénen felül még oly másvalamit is tartalmaz, mely még utolsónak fennmarad. Egy kevés levegőt az edénybe bocsátok és ha ismét barnulás következik be, abból az következik, hogy a barnító gázból még valami benne volt, ha annak a hiánya e légnemű anyagnak a visszamaradását nem is feltételezte.

Most már könnyebben meg tudjátok érteni, amit mondok. Ha foszfort levegővel telt edényben elégetünk, úgy ha a foszforból és a levegő oxigénjéből keletkező füst leülepszik, a levegőben meglehetősen mennyiségben, változatlanul fennmarad valami éppúgy, mint ahogy e kémlőgáz is változatlanul visszahagyott valamit; és valóban egy és ugyanaz a gáz az, melyen sem foszfor, sem a barnító gáz nem bírt kifogni, és ez a valami nem oxigén, de azért mégis alkatrésze a levegőnek.

Tehát megtaláltuk a módját annak, hogy a levegőt arra a két anyagra felbontsuk, amelyből összetevődik, – oxigén, mely a gyertya, foszfor és más anyag elégését elősegíti, az egyik, és a másik anyag, mely nem hat ki az égésre, a *nitrogén*. Túlnyomó részben ezt a másik alkatrészt tartalmazza a levegő. Ha megvizsgáljuk, igazán különös sajátságokat állapíthatunk meg róla; különös anyag, ámbár talán egyáltalában nem találjátok érdekesnek. Bizonyos tekintetben ez természetes is, például abban, hogy nem idéz elő

67

ragyogó égési folyamatot. Mint a hidrogént és az oxigént, úgy ezt is mindenekelőtt viaszgyertyával vizsgálom meg. Látjátok, nem gyullad meg, mint a hidrogén, és a viaszrudat sem hagyja hogy továbbégjen, mint ahogy az oxigén tette; bármit csinállok vele, sem ezt, sem amazt nem teszi, nem gyullad meg, sőt az égő viaszrudat is eloltja; minden lángot kiolt, bármily anyag ég; *egyetlen* test sincsen, mely rendes körülmények között benne égni tudna. A nitrogénnek nincs sem szaga, sem íze, vízben nem oldódik, tökéletesen közömbös minden érzékünkkel szemben, amennyire közömbös csak lehet. Könnyen meglehet, hogy azt mondjátok: – No

hiszen, ez még arra sem érdemes, hogy figyelmünket; ráirányítsuk, mi keresni valója van a levegőben? – Nono! Vizsgáljuk csak meg közelebbről, vajjon nem sikerül-e róla igazán fontos és szép megfigyeléseket feljegyezni? Képzeljük csak el, hogy a levegő csupa oxigénből áll, ahelyett hogy oxigén és nitrogén keveréke lenne, – mi lenne akkor belőlünk?

Tudjátok, hogy az izzó vasdarab a tiszta oxigénnel teli edényben teljesen elég; nézzétek meg a tűzhely vasrostélyát a tűzön – mi lenne belőle, ha a levegő csupán oxigénből állna! A rostély is majdnem oly gyorsan elégne, mint a szén; mert a rostély vasa is nagy hajlandóságot mutat az elégésre, azaz jelentős rokonérzést mutat az oxigénnel szemben. A lokomotív tüze olyan lenne, mint valami faraktár bensejében égő tűz, ha az atmoszférikus levegő tisztán oxigénből állna. De a nitrogén megfékezi a tüzet, hasznossá teszi számunkra és azonkívül a többi égési terméket elvezeti magával, mint ahogy a gyertyánál láttátok, amint felszáll és szétárasztja a levegőben messzire és oda vezeti, hol az emberiség javára más gyönyörű célt szolgál, a növényvilág fenntartását. Most már tudjátok, hogy a nitrogén, melyet kezdetben nem tartottatok érdekesnek, csodálatos szolgálatot tesz.

68

A nitrogén rendes mivoltában teljesen közömbös elem: még a legerősebb villamos erő is alig, vagy legfeljebb nagyon kis mértékben kényszeríti arra, hogy a levegő másik alkatrészével, az oxigénnel, vagy más valami anyaggal közvetlen kapcsolatba lépjen; teljesen közömbös és ezért biztosítóanyagnak is nevezhetném.

Mielőtt fejtegetésünkbe mélyebben bocsátkoznánk, az atmoszférikus levegőről egyetmást még el kell mondanom. Száz rész levegő összetétele a következő:

	Térfogat	Súlyrész
Oxigén	21	23
Nitrogén	79	77
		
	100	100

Ez az atmoszférikus levegőben levő oxigén és nitrogén pontosan úgy aránylik egymáshoz, mint ahogy ez az analízis mutatja; úgy találjuk, hogy 5 térfogat atmoszférikus levegő körülbelül 4 térfogat nitrogént és 1 térfogat oxigént tartalmaz. Ily hatalmas tömegű nitrogénre van tehát szükség, hogy az oxigén hatása annyira mérsékelve legyen, hogy a gyertya rendesen égjen és a levegő olyan állapotba jusson, hogy tudónk nyugodtan és egészségesen lélegezhessék. Mert úgy a lélegzésünk, mint a gyertya égése vagy a kályha fűtése egyaránt a levegő oxigénjének és nitrogénjének helyes vegyi arányától függ. (*)

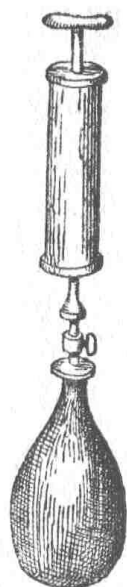
De még e gázok súlyát is ismertetem veletek.

1 köbméter (1000 liter) nitrogén súlya 1252 gramm

"	"	"	oxigén	"	1429	"
"	"	"	atmoszf. levegő	"	1293	"

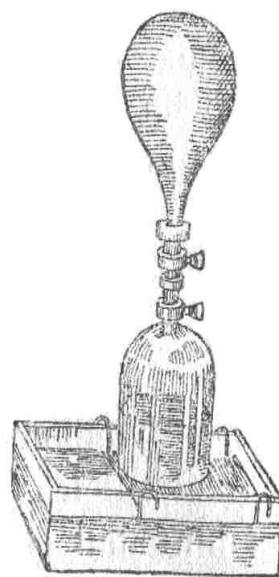
(*) A fenti 79 térfogat szigorúan véve nem tisztán nitrogén, hanem több – bár csekély – nitrogénhez nagyon hasonló, de közömbös gázt tartalmaz még. Ezek közül csupán az *argont* említjük fel, a többit annyira elenyésző mértékben tartalmazza a levegő, hogy nem is kell figyelembe vennünk azokat.

69



25. ábra.

Már több ízben hallottam és mindig örömmel hallottam töletek ezt a kérdést: – Hogyan mérik meg a gázt? – Megmutatom. Nagyon könnyű és egyszerű. Itt van ez a mérleg és itt ez a rézpalack; oly vékony és könnyű, amennyire csak lehet és mégis erős és szilárd, amellet a levegőt nem bocsátja át és a feneke tisztára le van esztergályozva. Csapja is van, mely könnyen nyílik és könnyen zárul; most nyitva van, szóval a levegő szabadon betódulhat. (25. ábra.) Itt van ez a nagyon finom, nagyon érzékeny mérleg; úgy hiszem, a palack a mostani helyzetében éppen oly nehéz, mint a másik csészén levő súly. E szivattyúval levegőt szorítunk a rézpalackba, még pedig bizonyos térfogat levegőt, melyre nézve a szivattyú köpűje szolgál mértékül. No most húsz térfogat levegőt szorítsunk a palackba. –



26. ábra.

Így! – Zárjuk le jól a csapot és tegyük a palackot a mérlegre. Úgy-e, hogy sülyed! Sokkal nehezebb, mint azelőtt. Miért? Mert levegőt szivattyúztunk bele. Nincs benne más, mint levegő, és a levegő nem is foglal el benne több helyet, de *súlyosabb* levegő van e helyen, mert a levegőt összeszorítottuk. Hogy meglássátok, mennyi az összepréselt levegő térfogata, itt van ez a vízzel töltött üveg, nyaka pontosan a rézpalackba illik és ugyancsak csappal van ellátva. (26. ábra.) Gondosan egymásba illeszttem a két palackot és kinyitom a csapot, úgyhogy a húsz szivattyúhúzással összesűrített levegő az üvegpalackba tódul át és akadálytalanul az eredeti terjedelme szerint kitágul. Hogy bizonyosak legyünk benne, hogy munkánkat pontosan végeztük, a rézpalackot ismét mérlegre helyezzük, és ha a másik csészével – mely ugyanúgy maradt, mint az előbb volt – most ismét egyensúlyban van, akkor kísérletünket jól végeztük. Nos, a mérleg egyensúlyban van.

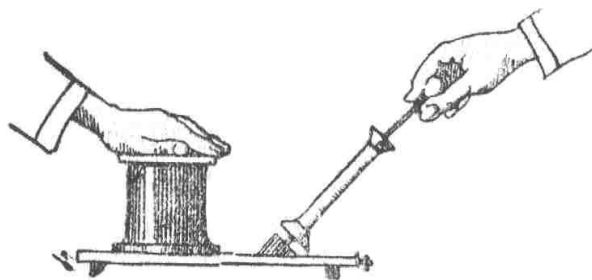
70

Eszerint a szivattyúval bepréselt levegő súlyát kipuhatolhatjuk és 1 köbméter levegő súlyát 1293 grammal állapíthatjuk meg. De az ily kicsinyben végzett

kísérlet e tárgy egész jelentőségét nem tárhatja elétek. Igazán csodálatos, mennyivel nyilvánvalóbb ez, ha a kísérletet nagyobb levegőmennyiséggel végzik. Ez a levegőmennyiség itten – egy liter – nem egészen 1 1/2 grammot nyom. Mennyire becsülitek annak a szekrénynek a tartalmát amottan, amelyet egyenesen e célra csináltattam? A benne levő levegő pontosan egy fontot, egy teljes fontot nyom. E terem levegőjének a súlyát is kiszámítottam; el sem hiszitek, hogy mennyi, de valóban többet nyom, mint egy tonnát (1000 kilogramm).

Lássátok, ily hatalmasan növekednek e számok, és ekkora jelentősége van az atmoszférikus levegő jelenlétének és a benne levő oxigénnek és nitrogénnek, miből viszont annak a haszonnak a nagyságára következtethetünk, amelyet számukra hoz azáltal, hogy ezeket az anyagokat ide-oda, az egyik helyről a másikra helyezi és a káros gőzöket oda viszi, ahol hasznat hoznak, ahelyett, hogy ártanának.

Miután a levegő súlyára nézve e rövid fejtegetésünket befejeztük, egyúttal bizonyos következtetéseket vonjunk le belőle, mert nélkülük nehezen értenétek meg azokat az újabb következtetéseket, amelyeket még szinte le kell hogy vonjunk. Emlékeztek még ily hasonló kísérletre? Nem észleltétek-e még ugyanezt? Hasonló szivattyút veszek elő, mint amilyent az imént használtam, hogy levegőt préseljek a rézpalackba, és oly készüléket kötök vele össze, melynek nyílását kezemmel befödhetem. A kezünket a szabadlevegőn oly könnyen ide-oda mozgathatjuk, hogy alig hisszük, hogy valamit érezünk; és nagyon gyors mozgás kell ahhoz, hogy a levegő

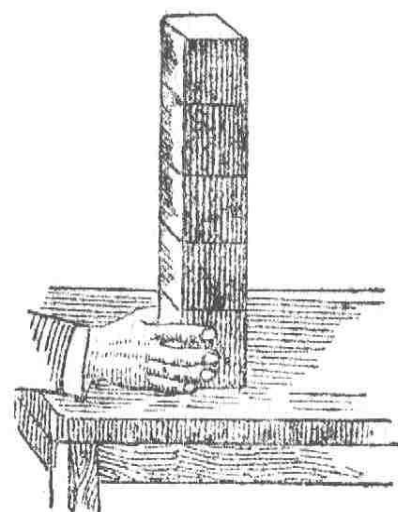


27. ábra.

ellenállását megérezhessük. De ha a kezemet erre a hengerre, a légszivattyú úgynevezett recipiensére teszem, és a levegőt kiszivattyúzom – mi történik akkor? (27. ábra.) Kezem egyszerre csak odaszorul a műszerhez, mintha vasraverték volna, annyira, hogy magával vonszolhatja az egész légszivattyút, anélkül hogy megfogtam volna, vagy pedig tartanám. Nézzétek

csak, nem bírom tőle a kezemet megszabadítani. Mi az oka ennek? Mi szorítja oda a kezem? A súly, a levegő nyomásának a súlya. A fölötte levő levegő súlya nyomja le oly erővel a kezemet az üres térre.

Még egy másik kísérletet is csinállok, az még jobban megvilágítja előttetek ezt a kérdést. E henger fölött disznóhólyag van kifeszítve és rákötve; a hengert összekapcsolom a légszivattyúval és kiszivattyúzom belőle a levegőt – rögtön meglátjátok, mi lesz? Most a hólyag laposan feszül, a szivattyút kissé működésbe hozom – nini, hogy süllyed a hólyag, hogy nyomul befelé, egyre mélyebbre és még mélyebbre benyomódik, míg végül, nyilván a ránehezedő levegő ereje következtében, szétpattan. (A hólyag hangos csattanással pattan szét.) Ezt tisztán és kizárólag a fölötte levő levegő ránehezedő terhe okozta és e folyamat nagyon könnyen érthető. A levegő rétegeit úgy is elképzelhetjük, hogy azok, egymás fölé vannak halmozva, mint ahogy ez az öt kocka egymás tetejére van rakva. (28. ábra.)



28. ábra.

Világos, hogy a négy felső kockát az ötödik alsó kocka tartja. és ha ezt elhúzó, akkor a felső kockáknak le kell süllyedniök. Épp így van ez az atmoszférikus levegővel is. A felső levegőrétegeket az alsók tartják, azokon nyugsznak; és ha ezeket az alsó levegőrétegeket kiszivattyúzom, ugyanaz a hatás észlelhető, mint amit a recipiensre helyezett kezemmel vagy a szétpattant

72

hólyagnál észlelhettetek és amit most még jobban megfigyelhettek. Erre az edényre vékony gummilapot feszítettem és most ki fogom szivattyúzni a levegőt belőle. E gummilapon, mely az alsó és a felső levegőrétegek között válaszfalul szolgál, nagyon jól megfigyelhetitek a levegő nyomását. Most már az egész kezem belefér az edénybe, annyira behorpadt a gummilap. Mindez kizárólag a felső levegőrétegek hatalmas nyomása folytán következett be. Mily szépen mutatkoznak e csodálatos körülmények!

Itt van ez a kis műszer, melyen előadásom befejezése után kipróbálhatjátok erőtiöket, hogy széjjel tudjátok-e húzni? Két üres sárgaréz félgömbből áll, a falak pontosan összeillenek, az egyik csővel van ellátva, amelyen csap van, úgy hogy a levegőt ki lehet szivattyúzni belőle és aztán lezárható. Nini, a két félgömb, most hogy levegő van bennük, egészen könnyen szétválasztható; de ha a levegőt kiszivattyúzzuk, meglássátok, hogy közületek ketten, bárhogy erőlködtek, nem tudjátok széjjelhúzni. A zárt és kiszivattyúzott gömb felületének minden négyzetcentiméterére körülbelül egy kilogramm súlynyomás nehezedik, ugyancsak összeszedhetitek minden erőtiöket, ha megkísérletek, hogy ezt a légnyomást le tudjátok-e gyűrni.

Itt van még ez az apró jószág is, gyerekek szopják, szóval cucli, persze a tudomány számára kissé tökéletesbítve. Oly fiatalemberek, mint mi, joggal nyúlunk néha

játékszer után is, hogy kutatásaink eszközévé tegyük; mint ahogy olykor-olykor a tudományból is játékot csinálnak. Szóval itt van ez a cucli, – gummiból készült. Ha az asztalra csapom, íme, szilárdan megáll rajta. Miért? Végigcsuszathatom az asztalon, de ha fel akarom emelni, mintha magával akarná vonszolni az asztalt, könnyűszerrel jobbra-balra tolhatom, de csak ha az asztal szélére, a deszka élére juttatom, csak akkor lehet onnan eltávolítani. E szopókát is a levegő nyomása tartja oly szilárdan. Van itt több is; vegyetek el

73

kettőt és nyomjátok egymásnak! No lám, mily erősen egybetapadnak. Egészen jól fel lehet használni arra a célra, amelyre készültek, ugyanis hogy az ablakra, sima falakra erősítsék és mindenféle apróságot aggassanak rájuk; egész napon át fennmaradnak. Tudom, hogy a gyerekek szívesen fogadják az olyan kísérleteket, amelyeket odahaza könnyen utánozhatnak, ezért még egy kedves dolgot mutatok meg nektek, hogy a légnyomást szemléltessem. Ez a pohár tele van vízzel, és ha azt kérdezem tőletek, vajjon ezt a poharat meg tudjátok-e fordítani, anélkül hogy a víz kiömlene belőle és a kezetekkel sem tartjátok be a pohár száját, – és csupán a légnyomás tartja a vizet – meg tudnátok-e ezt csinálni? Vegyetek elő egy borospoharat egészen vagy félig telve vízzel, tegyetek rá egy papírlapot és forgassátok meg óvatosan úgy, ahogy én csinálom, és nézzétek, mi lesz a vízzel és mi a papirossal? A levegő nem tud benyomulni, mert a víz, a hajcsövesség, azaz a kapilláris vonzóereje folytán a papirost és a pohár peremét köröskörül szorosan összetartja. És a víz nem folyik ki, mert a külső légnyomás nem engedi kifolyni.

Remélem, hogy ezek után a levegő súlyáról és anyagáról most már helyes fogalmat nyertetek és ha azt mondom nektek, hogy az a szekrény amott egy font levegőt tartalmaz és e szoba levegőjének a súlya több mint egy tonna, akkor megértitek, hogy a levegő súlyos anyag. Még egy másik kísérlettel is bemutatom a levegő ellenállóképességét. A bodzapuskát mindenki ismeri, amelyet a bodzabél kitolása után a belül üres ágból csinálunk, vagy a tollpuskát. A krumpli vagy alma korongjából lúdtollal dugaszt vájunk ki és azt a toll végére tolom: így ni, és ezzel a toll vége szorosan el van zárva; majd egy másik dugaszt vájok ki és betolom a toll belsejébe. Ezzel a tollba szorult levegő teljesen el van dugaszolva, ahogy a célunknak meg is felel. És íme, kiderül, hogy a második dugaszt semmiféle erővel nem lehet az

74

elsőhöz odatolni: ez tiszta lehetetlenség. Bizonyos fokig a levegőt össze lehet ugyan préselni, de még jóval előbb, mielőtt a két dugasz érintkeznék egymással, a tollba szorult levegő az elülső dugaszt nagy durranással kilöki. Ugyanaz a hatás ismétlődik meg itt is, mint a puskapornál, melynek ereje részben ugyanazoktól a körülményektől függ, mint amelyek itt előttünk megnyilatkoztak.

Egy kísérletet néztem nemrég végig; nekem nagyon tetszett és céljainkra rögtön felhasználhatjuk. Hogy az eredményben biztos lehessek, néhány percre el kellett

volna hallgatnom, mielőtt a kivitelhez hozzáfogtam volna, mert e kísérletnél nagyon sok függ a tüdőtől. Arról van szó ugyanis, hogy ezt a tojást lélegzetemmel az egyik tojástartóból a másikba fujjam; nem vagyok egészen bizonyos benne, hogy kísérletem eredményes lesz-e; mert túlságosan sokat beszéltem, és ha próbálkozásom nem sikerül, az ok nyilvánvaló.

(Az előadó végigcsinálja a kísérletet és sikerül neki a tojást az egyik pohárból a másikba fujni.)

Látjátok, a levegő a tojás és a pohár fala között lefelé nyomul és a tojásra alulról oly nyomást gyakorol, hogy azt fel bírja emelni, holott a tojás a levegőhöz viszonyítva nagyon nehéz. Ha ti is meg akarjátok csinálni ezt a kísérletet, jó lesz, ha a tojást keményre főzitek és akkor aztán nyugodtan megkísérelhetitek az egyik pohárból a másikba fujni és kellő óvatossággal sikerülni is fog a dolog.

De egyelőre elég ennyit a levegő nyomásáról és súlyáról; még más fontos tulajdonságát is meg kell hogy ismerjük. Az előbb láttátok, hogy a tollpuskával a második dugaszt $1/2$ - $3/4$ hüvelyknyire be tudtam szorítani, mielőtt a külső dugasz kiröpült volna, szóval a beszorult levegő bizonyos fokig engedett a nyomásnak; azt is láttátok, hogy a levegőt szivattyúval mennyire össze lehet szorítani a rézpalackban. Ez a levegő egyik csodálatos tulajdonságával függ össze: az elaszticitással vagy *rugalmassággal*. A levegő e tulajdon-

75

ságát lehetőleg jól szemléletessé teszem előttetek. Ez a gummi hólyag kiválóan alkalmas erre. Áthatolhatatlan, a levegőt nem engedi sem ki-, sem benyomulni, azonban ki bír tágulni és ismét össze tud húzódni, úgy hogy a beléje szorult levegőnek minden tekintetben engedelmeskedik és ennél fogva a levegő rugalmasságának fokmérője lehet. Azt látjátok, hogy a petyhüdt hólyag kevés levegőt tartalmaz. Jól bekötöm, a légszivattyú búrája alá helyezem és a búrából kiszivattyúzom a levegőt, szóval a búrában levő levegőnek a hólyagban levő levegőre gyakorolt nyomását megszüntetem. Lám, hogy tágul a hólyag, egyre jobban és jobban tágul, míg végül is a búra bensejét egészen betölti.

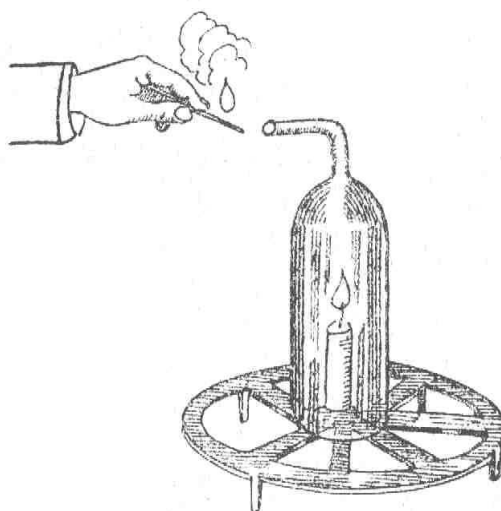
És ha az üvegbúrába a levegőt ismét bebocsátom, íme a hólyagban levő levegő ismét visszanyeri előbbi terjedelmét. Ez világosan megmutatja nekünk a levegőnek azt a csodálatos tulajdonságát, amelyet rugalmasságnak nevezünk. E tulajdonságánál fogva tud oly nagymértékben összehúzódni és kitágulni; és ez teszi alkalmassá arra a fontos szerepre, amelyet a természet háztartásában betölt.

Ezúttal a tárgy körünk másik és pedig nagyon fontos részéhez értünk. Emlékezzünk csak vissza arra, mit tapasztaltunk az égő gyertyánál? Láttuk, hogy az égésnél különböző anyagok keletkeztek, korom alakjában (*) szénét nyertünk, azonkívül vizet és még valamit, amit még nem vizsgáltunk meg. A vizet felfogtuk, de a többi égési termék akadálytalanul a levegőbe szállt. Ezeket is meg kell most már vizsgálnunk.

(*) Tökéletlen elégésnél.

76

Ez a szerkezet (29. ábra) e kísérletünknel jó szolgálatot tesz. A gyertyát ennek a kerek vasállványnak a közepére tesszük, és föléje helyezzük ezt az üvegből készült kéményt – így ni! A gyertya szépen továbbég, hisz a levegő alulról is, meg felülről is szabadon átjárja. Ismét lejátszódik előttem az a már ismert jelenség, hogy az üveg fala átnedvesedik – ez az a víz, mely a gyertyalángból kifejlődött hidrogén és a levegő oxigénjének egyesüléséből származott; de odafent még valami más is kiáramlik: ez nem nedvesség, nem is víz, le nem csapolható és azonkívül is sok más különös tulajdonsága van. Az üvegkémény nyílása elé lángot tartok és íme a kiáramló



29. ábra.

levegő majdnem eloltja; és ha teljesen kiteszem az áramlás hatásának, lám, egészen kialszik. Erre azt mondjátok: ennek így kell lenni, mert az elégést elősegítő levegőből csupán a nitrogén maradt fenn, a nitrogén pedig az égést nem tartja fenn, tehát az égő forgácsnak el kell aludnia. Helyes; de hát a nitrogénen kívül nem jelentkezik még más is? Egy kissé elébe kell vágnom a mondanivalómnak, azaz a tudásom távolabbi területére kell elkalandoznunk, hogy e feladatot megoldhassuk és az ilyen gázt, mint ez, megvizsgálhassuk. Tehát egy üres palackot fordítva e kémény fölé tartok; a gyertya égési termékeit felfogom; és azonnal meggyőződhetünk róla, hogy a felfogott légnemű anyagnak nem az az egyedüli sajátsága, hogy az égésre nagyon kedvezőtlenül hat, – lám, a viaszrudam azonnal elalszik benne – hanem még más tulajdonságokkal is rendelkezik.

Egy kevés oltatlan mészre közönséges vizet öntök, néhányszor felrázom, a keveréket e tölcsérben levő szűrőpapírra helyezem és néhány pillanat alatt, mint látjátok, az alatta levő palackba tiszta víz csurog. Amott egy egész üvegre való van e vízből, – meszes vízből – amit éppen oly jól használhatnék, de hisz tudjátok, kísérleteimet nagy előszeretettel oly dolgokon próbálom ki, amelyek a szemeitek láttára jöttek létre. E szép tiszta meszes vízből egy keveset beléöntök ebbe az üvegbe, melybe a gyertya levegőjét fel-

77

fogtam, és most lássuk csak, micsoda változás következik be! Íme a meszes víz egészen tejszerű folyadékká vált. Vigyázzatok csak, megmutatom azt is, hogy a puszta levegővel ilyesmi nem esik meg. Itt van ez az üveg, mint látjátok, nincs benne egyéb, mint levegő; kevés meszes vizet öntök bele és jól felrázom, egészen

tiszta marad: sem a levegő oxigénje, sem a nitrogénje, sem más, ami a levegőben lehet, nem hoz létre ily változást a meszes vízben. Ugyanezt az üveget ugyanezzel a meszes vízzel úgy az üvegekémény felé tartom, hogy a gyertya égési gázai belétóduljanak és a meszes vízzel érintkezésbe jöhessenek, – nos, egykettőre tejszerű folyadékká vált.

E fehér anyag nem képződhetett egyébből, mint a meszes vízben felhasznált mészből és abból a másvalamiből, ami a gyertyából származott – abból a másik égési termékből, melynek mivoltát épp most akarjuk kifürkészni és amiről ma beszélni akarok veletek. Eddig csupán a meszes vízre gyakorolt hatásából következtetünk a jelenlétére, mely egészen új előttünk és amelyet, mint láttuk, sem az oxigén, sem a nitrogén, a víz sem idézhetett szerintünk elő. E fehér por, mely a meszes vízből és a gyertya égésénél keletkező gázokból állt elő látszólag, teljesen a *kréta* tulajdonságaival rendelkezik és ha közelebbről megvizsgáljuk, úgy találjuk, hogy csakugyan pontosan az az anyag, mint a kréta.

És így, miközben egy oly mindennapos folyamatot, mint a gyertya égése, igyekeztünk megismerni, egészen váratlanul tanui lettünk annak, hogy miképpen keletkezik a kréta és kísérletünknel észlelhető körülmények gondos megfigyelésével a keletkezésének feltételeit is megismertük. Ha a krétát (legjobb, ha kissé nedves) erősen felhevítjük, égetett mész válik belőle; tehát annak a másik alkotórésznek, melyet a mészen kívül tartalmaz, el kellett közben illannia; és valóban így is van. A kréta vagy a mész elégése alkalmával ugyanaz a gáz illan el, amely a gyertya égésénél keletkezik, és a mésszel való egyesülése alkalmával ismét csak krétát ad.

78

Hogy ezt a gázt, melyet *szénsavnak* nevezünk, nagyobb mennyiségben előállíthassuk, és tulajdonságait közelebbről megismerjük, kényelmesebb eljáráshoz kell folyamodnunk. A szénsav nagy mennyiségben fordul elő a természetben és sok esetben ott, hol a legkevésbé keresnők. Minden mészkő nagyrészen abból a gázból áll, mely itt a gyertyából kifejlődött; valamennyi mész- és krétahegy, kagylóhéj, korall stb. nagy mennyiségben szénsavat tartalmaz. E különös légnemű anyagot oly szilárd közetben, mint a márványban vagy a mészben megszilárdulva találjuk, légnemű mivoltát megváltoztatva teljesen a szilárd testek sajátságait vette fel – ezért *Black* el is nevezte fix levegőnek, azaz szilárd levegőnek.

A márványból könnyűszerrel fejleszthetünk szénsavat. Ebben az edényben kevés sósav van és felette, mint a viaszgyertya is igazolja, nincs más, csak szabad levegő; íme, a gyertyával egészen a fenekére megyek, – az edényben a sósavon kívül nincs más, csak levegő. E márványból, mely a legszebb, legfinomabb fajtából való, néhány darabkát az edénybe dobok – azonnal látható módon erősen forni kezd. De nem vízgőz száll fel, hanem gáz, mely az odahelyezett viaszgyertyára, mint látjátok, teljesen ugyanazt a hatást gyakorolja, mint az előbb az üvegekéményből

kiáramló levegő gyakorolt a gyertyára – a lángot eloltja, és itt is pontosan ugyanaz a jelenség játszódott le, ugyanannak a gáznak, a szénsavnak hatása következtében. Ilymódon nagy mennyiségben állíthatunk elő szénsavat; íme, az edény egészen színültig megtelt vele. (Ezt úgy igazolja be, hogy az égő forgács elalszik, mielőtt ez edénybe mártják.)

De nemcsak a márvány tartalmaz ily gázt. Ebbe az edénybe egy kevés iszapolt krétát is tettem – olyan krétát, melyet vízzel való mosás folytán a durva részekről már megszabadítottak, miáltal mennyezetmunkákra és hasonlókra alkalmasabbá tették. A nagyobbik edényben iszapolt kréta meg víz van, ebben pedig tömény kénsav, mely jelen kísér-

79

letünk véghezvitelére nagyon alkalmas; ugyanis csupán a kénsavval alkot a mész a szénsav felszabadulásakor ismét oldhatatlan testet, míg a sósav, mint az előbb történt, oldható anyagot ad, mely a vizet egyáltalában nem teszi zavarossá. Mindjárt meglátjátok, hogy miért készítem elő ilymódon a kísérleteimet – azért, hogy kicsiben ti is megcsinálhassátok ugyanazt, amit én nagy arányban mutatok be nektek. Ugyanaz a folyamat játszódik le most is előttünk, mint amelyet a sósavnak a márványra gyakorolt hatásánál megfigyelhettünk; e nagy edényben szénsavat fejlesztek, és az minden kémlőszerezrel szemben teljesen ugyanannak a gáznak mutatkozik, mint amelyet a gyertyának a szabad levegőn való elégésénél nyertünk. Bármennyire különbözőknek látszanak az előállítás módszerei – az eredmény tökéletesen ugyanaz, mindkét alkalommal ugyanazt a szénsavat kaptuk.

Közben térjünk át e gázzal való további kísérletünkre, hogy természetét közelebbről megismerjük. (Egyes hengereket, melyekben víz is volt, közben megtöltöttek ilyen gázzal.) Ez az edény telve van szénsavval és mint az előbb megvizsgált gáznemű anyagokkal megtettük, mindenekelőtt megpróbáljuk, hogyan viselkedik az égéssel szemben. Azt máris látjátok, hogy nem gyúlékony és az égést sem táplálja. (A gázba dugott égő viaszrúd kialszik és a gáz sem gyullad meg.) A víz sem nagyon oldhatja, mert a víz felett egészen könnyen felfoghattuk. Azt már korábban láttuk, hogyan hat a meszes vízre, hogyan alkot krétát azzal együtt; és e kréta egyik alkatrészévé válik, melyet éppen a szénsavból és mészből való összetételénél fogva – éppúgy mint a márványt, mészkövet, korallt stb. – szénsavas mésznek is neveznek.

Mindenekelőtt azonban meg akarom mutatni nektek, hogy kis mértékben mégis oldódik a vízben, és e tekintetben tehát az oxigéntől és hidrogéntől különbözik. E készülék segítségével meg lehet csinálni az oldási műveletet. A készülék alján márvány meg sav van, felső részén hideg víz, és

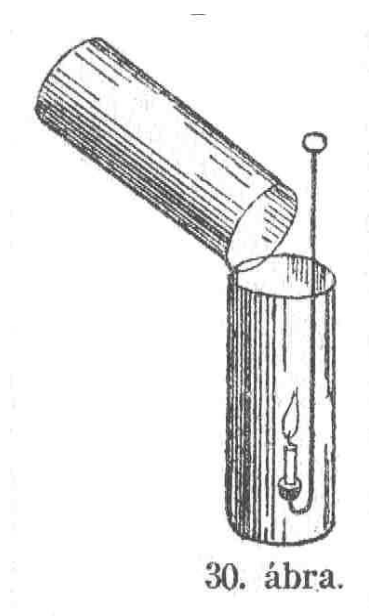
80

mint látjátok, úgy vannak összekötve, hogy a kifejlődött gáz az egyikből a másikba szállhat; működésbe hozom e készüléket és a gáz bugyborékolva azonnal átszáll a

vízen, és ez így megy egy darabig; nézzük csak, hogy a víz feloldott-e belőle valamit. Egy kevés vizet kimeríték belőle és megízlelem – savanykás íze van, szénsavval van telítve; de ti tudjátok, hogy kell a szénsav jelenlétét vegyszeti módszerrel megállapítani, tudjátok, hogy a meszes vízzel biztosan fel lehet ismerni a szénsavat – valamit hozzáteszek, és íme azonnal zavaros és fehér lesz.

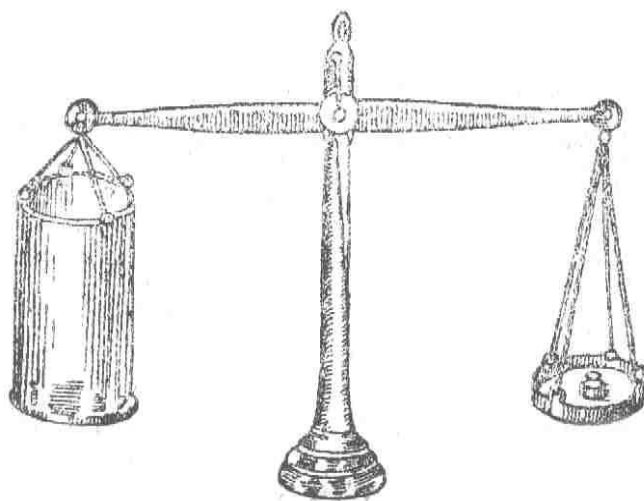
Még azt is megjegyzem a szénsavról, hogy nehéz gáz, nehezebb, mint az atmoszférikus levegő. Összehasonlítás végett felírom ide mindazoknak a gázoknak a súlyát, amelyeket eddig megvizsgáltunk:

Egy köbméter	hidrogén	súlya	90	gramm
" "	oxigén	"	1429	"
" "	nitrogén	"	1252	"
" "	atmoszférikus levegő	"	1293	"
" "	szénsav	"	1977	"



Szóval egy köbméter szénsav súlya majdnem két kilogramm. A gáz e súlyos voltát számos kísérlettel lehet szemléletessé tenni. Ezt az üveget előveszem, (30. ábra) nincs benne más, mint levegő és megkísérlem a másik üvegből, melyben szénsav van, egy keveset átönteni; kíváncsi vagyok, vajon átömlött-e valami vagy sem. Pusztán látásra ezt nem lehet észrevenni, de a viaszrúd égésével igen. No tessék, a láng kialudt, mihelyt a gázt az alacsonyabb edénybe átöntöttem. Még világosabban kimutathatom ismét a szénsav jelenlétét a meszes vízre gyakorolt hatásával, mint ezt már többször végignéztétek. No most ezt a kis vedret belémerítem a mi szénsav-kútunkba – sajnos, csakugyan nagyon sok valóságos szénsavas kútunk van – és ha szénsav van benne, akkor éppúgy meg kell hogy teljék a vödrünk, mintha vízbe merítettem volna; felhúzzuk, viaszrúddal megvizsgáljuk

a tartalmát, és íme – teli van szénsavval. Még feltűnőbben mutatja a szénsav súlyát a mérlegen végzett kísérletünk (31. ábra.) A mérleg egyik csészéjére üvegedényt helyeztem, a másik csészére az egyensúlyozás végett súlyt raktam. E szénsavval teli üveg tartalmát átöntöm a mérlegen levő edénybe, melyben eddig csupán szabadlevegő volt és íme, a mérleg azonnal megbillen és az a fele, melyen az edény van, süllyedni kezd. Nem mulasztom el most sem az égő viaszrúddal való vizsgálatot, – íme, látjátok, a mérlegen levő edényben nem ég tovább, tehát tudjuk, hogy csakugyan szénsav van benne.



31. ábra.

Ha szappanbuborékot fujok, természetesen közönséges levegővel, és aztán a szénsavval teli edénybe lebocsátom, akkor az úszni fog. De előbb ezt a levegővel töltött kicsi gömböcskét veszem elő. Beléhelyezem e részben szénsavval teli edénybe. Ott úszik a szénsav tetején és ebből megismerhetjük azt a magasságot, ameddig az edény szénsavval töltve van. Ha még több szénsavat töltök bele, a gömb emelkedni fog. Most már majdnem teli van az edény; lássuk csak, ha szappanbuborékot fuvok reá, csakugyan úgy úszik-e az is a felszínén. (Az előadó szappanbuborékot fuj, a szénsavval telt edénybe bocsátja és az csakugyan a felszínen úszik.) Éppúgy mint az imént a gömb, ez is a felszínen úszik, mert a szénsav nehezebb, mint a levegő.

Íme, megismerkedtünk a szénsavval; a gyertyából vagy márványból való képződése tekintetében éppúgy, mint a legfontosabb fizikai tulajdonságai tekintetében, különösen ami a súlyát illeti; a legközelebbi összejövetelünk alkalmával meg akarom nektek mutatni az összetételét, azaz hogy milyen elemekből tevődik össze.

HATODIK FELOLVASÁS.

A szénsav vegyi összetétele. Képződése szén elégeése következtében. Az alkatrészek aránya. A szénsav felbontása elemeire. Szénsav képződése fa vagy világítógáz elégeése folytán. A testek szilárd és légnemű égési termékei. Légzési folyamat. Az

élelmiszerek szénttartatma. A test melege. Az állat- és a növényvilág kölcsönös egymásra hatása. A hő hatása a vegyi folyamat megindulására.

Egy hölgy, ki előadásaimat jelenlétével megtisztelte, e két gyertya adományozásával további hálára kötelezett. Japánból valók e gyertyák és valószínűleg abból az anyagból készültek, melyet már az első előadásom alkalmával bemutattem nektek; az úgynevezett japán viaszból. Íme, még díszesebben vannak alkotva, ki vannak cifrázva, mint azok a francia gyertyák, amelyeket ugyanakkor szintén bemutattem és amelyeket külsejük szerint igazi luxusgyertyáknak nevezhetünk. De ezenfelül még valami különös sajátságuk van, ugyanis a kanócuk belül üres, szóval oly kiváló módon vannak tökéletesítve, mint ahogy Argand a lámpánál is megcsinálta és amellyel annak értékét oly jelentékeny mértékben emelte.

Aki távol keletről már többször kapott ily küldeményt, megfigyelhette, hogy e tárgyak fénye a hosszú szállítás folyamán eltompul; azonban nagyon könnyű dolog az eredeti szépségüket és üdeségüket visszaadni; elég, ha tiszta selyemkendővel jól ledörzsöljük, szóval ha a felszínük egyenetlenségét és nyersességét [!] egyben lesimítjuk. Az egyik gyertyával meg is tettem ezt és nagyon könnyen felismeritek, hogy mennyiben különbözik a másiktól, melyet nem simítottam le, de amelyet természetesen éppúgy felfrissíthetek. E japán gyertyáknál azonkívül kiemelendő az a sajátságuk is, hogy sokkal inkább kúpalakban vannak öntve, mint a mi gyertyáink.

83

Előző előadásomban már sokat beszéltem a szénsavról. A meszes vízre gyakorolt hatását különösen kiemeltem, az elkészítését bemutattem, úgy hogy magatok is megcsinálhatjátok; emlékeztek arra is, hogy a gyertyából kiáramló és palackban felfogott levegő a meszes vízben fehéren leülepedik és az üledék ugyanabból a mészből áll, mint amely a kágylóokban, korallokban, sok kőzetben és ásványban található. A voltaképpeni vegyi természetükről még nem beszéltem eléggé kimerítő és beható módon, ezért ismét vissza kell ma térnem e tárgyra.

Éppúgy mint ahogy a gyertya égési termékeinek megvizsgálása alkalmával a képződött vizet elemeire bontottuk, ugyanúgy a gyertyából kifejlődött szénsavat is elemeire bontva meg kell vizsgálnunk és bizonyos kísérletek itt is célhoz vezetnek bennünket.

Emlékeztek még arra, hogy a rosszul égő gyertya kormot idéz elő, míg a jól égő gyertyánál korom nem látható, de azt is tudjátok, hogy a gyertyaláng fénye épp e koromnak köszönheti létét, e korom mindenekelőtt izzásba jön és végül elég. Oly kísérletet készítettem elő, mely világosan megmutatja nektek, mily fényesen világít a láng, ha minden szénrészecske a bensejében izzásba jó és elég, úgy hogy egyáltalában nem látható a fekete pelyhecskékből semmi sem.

Rendkívül élénken égő anyagot gyújtok meg mostan: terpentinolajat, mellyel e szivacs telítve van. Látjátok, a felszálló korom mily nagy tömegben röpdös a levegőben. És most jusson eszetekbe, mit mondtam: ilyen koromból, ily szénből keletkezik az a szénsav, melyet a gyertyából nyertünk. Ezt akarom most bebizonyítani. E szivacsot az égő terpentinolajjal oxigénnel telt üvegbe helyezem és íme, mily pompásan ragyog a lángja és a korom teljesen felemésződik. De ez csak első fele a kísérletünknek. Mi következik?

84

Az a szén, melyet az imént a terpentin lángjából a levegőbe röpdülni láttatok, tehát teljesen elégett az oxigénben, és meglátjuk azt is, hogy e gyors, heves folyamatnál teljesen ugyanaz az eredmény következett be, mint a gyertya nyugodt elégésénél. (Abba az üvegbe, amelyben a terpentinolaj az oxigénnel elégett, meszes vizet öntenek, mely a felrázásra erősen zavarossá válik.) Azért mutattam be e kísérletet, noha előre láttam a kimenetelét, hogy kísérleteink menete lépcsőről-lépésre világossá válják előttetek és egy pillanatra se veszítsétek el a fonalát, ha igazán ügyeltek rá.

Minden szén, mely a levegőben vagy tiszta oxigénben elég, mint szénsav illan ki a lángból; azokban a részecskében azonban, melyek nem így égnek el, a szénsav második része képződik, még pedig szén, az az anyag, mely a lángot oly fényessé tette, mikor elegendő oxigént kapott az elégéshez, mely azonban apránként kivált, amikor nem jutott elegendő oxigénhez, hogy eléghessen.

Hogy a szénnek és oxigénnek szénsavvá való egyesülését még inkább megérttessem veletek, amire most már sokkal fogékonyabbak is vagytok, mint annakelőtte, néhány kísérletet mutatok be nektek. Ez az edény oxigénnel van megtöltve, és itt van egy kevés szén is, melyet ebben az olvasztótégelyben előbb pirosva hevítetek. Előre megjegyzem azonban, hogy ezúttal tökéletlen eredményre lehet csupán kilátásunk; de azért csináljuk meg, hogy a kísérletet világosabbá tegyük.

Az oxigént és a szenet most egybeöntöm. Hogy ez a szén közösleges porrá tört faszén, azt észrevehetitek abból is, ahogy a levegőn ég. (Egy keveset kihullajt a tégelyben levő vörösen izzó faszénből.) No most az oxigénben égetem el, figyeljete csak a különbségre! Messziről nyilván úgy látjátok, mintha lánggal égne, pedig nem ég lánggal. Minden egyes széndarabka szikra formájában ég el és miközben így ég, szénsav képződik. E néhány kísérletet különösen azért mutatom be, hogy világosan lássátok, amire később behatóbb módon visszatérek, hogy a szén ugyanis *ilymódon* ég, nem pedig lánggal.

85

De a sok szénpor elégetése helyett inkább egy nagyobb széndarabot használok fel e célra, melynek alakját és terjedelmét az égés közben tisztán kivehetitek. Ebben az edényben oxigén van, ebben pedig egy széndarab, melyre faforgácsot erősítettem,

ezt meggyújthatom és az égés folyamatát megindíthatom, ami máskülönben nagyon nehezen menne. No lám, a szén még ég, de nem lánggal. De ha egy-egy lángocskát észre is vesztek, az mindenesetre nagyon kicsi lesz, és onnan származik, hogy az égésnél átmenetileg egy sajátságos anyag, az úgynevezett *szénoxid* képződik a szén felületén. Az elégés folyamata, mint látjátok, ezúttal lassan megy végbe, és lassanként szénsav fejlődik a szénnek az oxigénnel való egyesülése következtében. Itt van ez a másik darab szén, még pedig réteges szén, melynek az a tulajdonsága, hogy az égésnél darabokra reped, robban. A meleg következtében a széntuskó kisebb darabokra pattan, azok a levegőben röpködnek; közben mindegyik darabka éppúgy mint az egész széntömeg, ily sajátságos módon ég; úgy ég, mint ahogy a szén ég, láng nélkül. Azt észreveszitek, hogy egész tömeg kisebb égés megy végbe előttetek, de lángot nem láttok. Nem ismerek szebb kísérletet, mint ezt, hogy megmutassam, hogy a szén csak parázslík, úgy ég.

Íme, a szénsavnak az elemeiből való keletkezését néztük végig itten. Ha meszes vízzel megvizsgálom, meglássátok, tökéletesen ugyanazt az anyagot kapjuk, mint amelyet már korábban megismertettem veletek. Ha 6 súlyrész szenet (a gyertya lángjából vagy pedig porrá tört faszénből is eredhet; mindegy) és 16 súlyrész oxigént vegyíték, 22 súlyrész szénsavat nyerek; és 22 súlyrész szénsav 28 súlyrész mésszel 50 súlyrész szénsavas meszet ad. Ha az osztriga héját vizsgáljuk meg és lemérjük az alkatrészeit, úgy találjuk, hogy belőle minden 50 részre 6 rész szén és 16 rész oxigén 28 rész mésszel

86

vegyülve esik. De nem akarlak benneteket ily részletkérdésekkel megterhelni, jobb lesz, ha inkább a tárgyunknál maradunk és annak természetét általánosságban ismertetem. Látjátok, hogy a szén egyre fogy! (*Az előadó a széndarabra mutat, mely az oxigénnel telt edényben nyugodtan ég.*) Mondhatnám, hogy ez a szén a körülötte levő levegőben szinte feloldódik; és ha ez tiszta szén lenne (egyébiránt könnyen előállíthatunk ilyent) akkor semmi sem maradna fenn utána; a tökéletesen elégett szén után nem marad fenn hamu.

A szén szilárd anyag; szilárdságát a meleg önmagában még nem bírja megszüntetni; de az égésnél gázzá válik, mely rendes körülmények között nem sűrűsödhetik szilárd vagy cseppfolyós anyaggá. Még csodálatosabbnak tetszhetik hogy az oxigén a szénnek ily befogadása következtében egyáltalában nem változtatja meg a térfogatát; szénsavvá változik, és ez pontosan ugyanazt a teret foglalja el, mint az oxigén, mely a képződéséhez szükséges volt.

Közben még egy másik kísérletet is be kell hogy mutassak nektek, hogy a szénsav természetét alaposan megismertessem veletek. Mintán összetett test, amennyiben szénből és oxigénből áll, nyilván fel is kell hogy bonthassuk alkatrészeire; és ezt meg is tehetjük éppoly jól, mint ahogy a víznél megtehettük. A legegyszerűbb és legrövidebb út az, ha a szénsavat oly anyag hatásának tesszük ki, mely az oxigént kivonja belőle és a szenet hátrahagyja. Emlékezhettek még rá, hogy vízre vagy

jégre káliumot tettem és ahogy láttátok, az az oxigént a hidrogéntől el tudta választani. Nos, próbáljuk meg ugyanezt a szénsavnál. A szénsav tudvalevően nehéz gáz, nem akarom meszes vízzel megvizsgálni, mert az a kísérletünket károsan befolyásolná és úgy hiszem, a gáz súlya és a lángot eloltó tulajdonsága eléggé igazolják a jelenlétét. Lángot juttatok bele – és íme elalszik. Talán még a foszfort is eloltja, pedig az, jól tudjátok, nagyon hevesen ég. Itt van ez a kis foszfordarabka;

87

hevítéssel meggyújtom. A gázba teszem és íme elalszik; de a levegőn ismét lángra lobban és újból égni kezd. A kálium már a rendes hőmérsékletnél hatni tud a szénsavra, természetesen nem oly erősen, mint ahogy a mi pillanatnyi célunknak megfelelne, mert burok képződik felette és az a további folyamatot megnehezíti. De ha annyira felhevítjük, hogy a levegőn ég, és amit nagyon helyesen meg is tehetünk, mint ahogy a foszforral is megtettük, meglássátok, még a szénsavban is égni tud, és ha ég, akkor éppen azért ég, mert a szénsav oxigénjével egyesült; no, nemsokára meglássátok [!], mi marad fenn utána.

Tehát ezt a felhevített káliumot a szénsavban elégetem, hogy az oxigénnek a szénsavban való jelenlétét beigazoljam. (A felhevítésnél nagyot robban a kálium.) Gyakran megtörténik, hogy egy-egy rossz darabka kálium az égésnél robban vagy más módon alkalmatlannak mutatkozik a kísérletezésre. Másik darabot veszek elő és miután átmelegedett, az edénybe helyezem, no lám, ez már ég a szénsavban – nem oly jól, mint a levegőn, mert a szénsav meglehetősen szilárdan tartja az oxigént; de azért mégis tovább ég és kivonja az oxigént. Ha ezt a darab káliumot vízbe teszem, akkor úgy találom hogy (a hamuzsíron kívül, mely azonban most nem tartozik reánk) egy kevés szén képződött.

E kísérletet csak felületesen hajtottam végre, de biztosítlak titeket, ha gondosabban csinálom és öt perc helyett egész napot fordítok rája, a kanálban vagy azon a helyen, ahol a káliumot elégettem, meglehetősen mennyiségben nyerek szén és kísérletünk eredményességében nem kételkedhetnétek. Szóval itt láthatjátok a szén rendes fekete mivoltában a szénsavból kivonva, mint beszédes bizonyosságát annak, hogy a szénsav szénből és oxigénből áll. Ezek után mondanom sem kell, ha a szén bárhol, bármily körülmények között, azaz megfelelő levegő hozzájárulással elég, mindig szénsav keletkezik.

88

Ebben az üvegben meszes víz van és levegő; faforgácsot teszek bele és a három anyagot rázhatom, ahogy akarom, a víz éppen olyan tiszta marad, mint volt. De ha a faforgácsot elégetem a palackban, – mint ahogy most meg is teszem – szóval a meszes víz felett levő levegőben – mint tudjátok, víz képződik ez alkalommal – talán megint szénsav keletkezik? Nos, amint látjátok, szénsavas mész ülepedik le, mely csupán szénsavból képződhetik, a szénsav pedig csak szénből keletkezhetett, mely a fából származott, mint ahogy más esetekben gyertyából, vagy egyéb

égőanyagból származott. Hisz magatok is számtalanszor megcsináltátok már azt a nagyon egyszerű kísérletet, melynél a fában jelentkező szenet megfigyelhettétek, ha egy fadarabkát meggyújtok és apránként égetitek el és aztán a tüzet eloltjátok, ami visszamarad, az szén.

Nem minden széntartalmú anyagnál mutatkozik a szén ily könnyen; például a gyertyánál sem, pedig az, jól tudjátok, szenet tartalmaz. A világítógáz pedig az elégésénél sok szénsavat fejleszt, ugyancsak mit sem láttok a szénből; azonban könnyen láthatóvá bírom tenni. Ez az üveg telve van világítógázzal, meggyújtom és az égés addig tart, míg csak gáz van az üvegben. A szenet természetesen nem láthatjátok, hanem csupán a lángot; de a láng fényes mivoltából, a korábbi tapasztalataitokból arra következtethettek, hogy szénrészecskék izzanak és égnek el benne. Egyébként egy másik folyamat segítségével a szenet láthatóvá teszem.

Ebben a másik üvegben ugyanolyan világítógáz van oly anyaggal keverve, mely csupán a gáz hidrogénjét égeti el, de a szenet nem. (*) E keveréket viaszgyertyával meggyújtom és tessék, a hidrogén elég, de a szén sűrű fekete füst alakjában fennmarad. Úgy hiszem, a szénnek a lángban való jelenlétét e kísérletből megállapíthatjátok, és egyben megérthetitek azt is, hogy mily égési termékkel van dolgunk, ha a világítógáz vagy más széntartalmú anyag a szabad levegőn teljesen elég.

(*) A klór ez az anyag – oly elem, mely nagy hajlandóságot mutat a hidrogénnel való vegyülésre.

89

Mielőtt más tárgyra térnénk át, még néhány kísérletbe bocsátkozunk, melyekkel még további betekintést nyerhetünk a közönséges elégési folyamat csodálatos körülményeibe. Megmutattam, hogy a szén az égésnél csupán elhamvad, mint ahogy a szilárd anyagok mindig így égnek; de megjegyzendő, hogy az égés után nem mint szilárd anyag marad fenn. Csak nagyon kevés tüzelőanyag viselkedik ugyanúgy. Tulajdonképpen csak a rendes tüzelőanyagok csoportja viselkedik így: a kőszén, a faszén és a fa. A szénen kívül nem is ismerek anyagot, melynek égése ugyanily tünetek között menne végbe; és ha nem így lenne, mi történne velünk? Ha a tüzelőanyagok úgy viselkednének, mint a vas, mely az égésnél szilárd anyagot ad, – a kályhánkban hogy bírnánk oly égési folyamatot véghezvinni, mint ahogy szoktuk?

Ebben az üvegcsőben nagyon gyúlékony anyag van, oly könnyen meggyullad, hogy a levegőn, mint látjátok ([széttöri a csövet](#)), önmagától tüzet fog. Ez fekete *ólompyrophor*, no lám, mily szépen ég. (*) Poralakú; a levegő, mint a kályhában a rakás szénél, mindenfelől hozzáférkezhet és úgy ég. De mért nem ég ez az anyag éppúgy tovább, ha egy tömegbe van felhalmozva? ([A cső megmaradt tartalmát vaslemezre önti a többi mellé.](#)) Egyszerűen azért, mert nem éri levegő mindenfelől. Nagy meleget fejleszt, oly nagyot, mint amilyent a kályháinkban és az üstök alatt használunk; de az égésnél képződött anyag nem illan el, nem szállhat el a levegőbe,

hanem beburkolja az anyag többi részét, úgy hogy az nem érintkezhetik újabb levegővel és elégetlenül a burok alatt

(*) Az ily pyrophor többféle módon előállítható: pl. ha citromsavas ólmot zárt edényben hevítünk. Az ólom nagyon finoman széteszlott állapotban marad ekkor vissza, szénnel keverve, mely citromsavból származik. Mihelyt a levegővel érintkezik, e likacsos anyag meggyullad, miközben a szén szénsavvá, az ólom ólomoxiddá ég el.

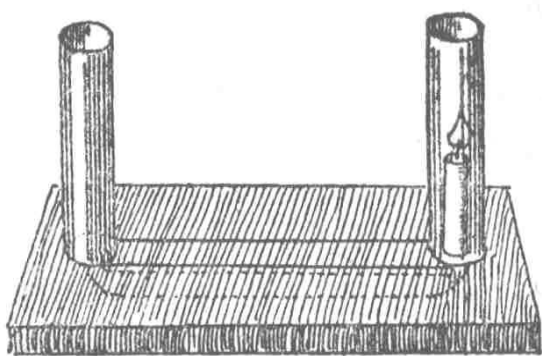
90

marad. Miben különbözik ez az égés a szén elégésétől? A szén eleinte ugyanúgy ég, mint ez az anyag; de azért ég oly erővel a kályhában, vagy másutt, ahol meggyújtják, mert a szénsav, mely az égés folytán keletkezik, gáz formájában a levegőbe illan, úgy hogy folyton friss levegő éri szabadon a tiszta szenet. Meg is mutattam nektek, hogy az oxigénben elégett szén után nem marad hamu; de ebben az ólompyrophor-halomban ezúttal több a hamu, mint a gyúlékony anyag; ugyanis a vele egyesült oxigén növelte a súlyát. Most már tudjátok, hogy a szén meg az ólom és a vas égése miben különbözik egymástól, és hogy a vasnak a fűtésre, világításra szolgáló különböző eszközök között mért nem vesszük annyira hasznát. A vasat mihamar az égési termékének vékony kérge vonja be, mely a levegő érintésétől megvédi és lehetővé teszi, hogy az égés csak lassan haladhat előre.

Ha a szén az égésnél előbb elgőzölögne és aztán égési terméknek szilárd anyagot formálna, a szobánk csakhamar áthatolhatatlan tömeggel telne meg: körülbelül úgy, mint ahogy a foszfor égésénél láttuk; helyett azonban minden a levegőbe illan. A meggyújtás előtt szilárd, változatlan az anyag; az égésnél gőzzé válik a szén, mely nehezen vezethető vissza ismét a szilárd vagy cseppfolyós halmazállapotba.

Most témánknak nagyon érdekes részére térek át: a gyertya égésének és a testünkben végbemenő szerves égésnek kapcsolatára. Igen, mindnyájunkban eleven égési folyamat megy végbe; nagyon hasonlít a gyertya égéséhez; megkísérlem, hogy megmagyarázzam nektek. Az emberi életnek a gyertyával való hasonlata nemcsak költői értelemben igaz; ha idefigyeltek, világossá teszem előttetek, hogy természettudományilag is igazolva van.

91



32. ábra.

Egy kis készüléket találtam ki (32. ábra), rögtön össze is állítom. Ebbe a deszkába vályút vágtam és a vályút felülről valamivel rövidebb lemezzel befödhetem, úgyhogy mindkét oldalon szabadbn marad a nyílása; és az így formálódott csatornának mindkét nyílása fölé egy-egy üvegcsövet helyeztem, melyekbe a levegőnek szabad átjárása van és vezetékszerű jelleget kap. Ha viaszrudat vagy gyertyát (most már nyugodtan használhatjuk e szót, hogy "gyertya,"

miután teljesen tisztában vagyunk a jelentőségével) az egyik csőbe beleállítok, az égés folyamata nagyon jól megy végbe. Íme, a lángot fenntartó levegő az üres csőben alányomul és a vízszintes csatornán keresztül a másik csőben, amelyben a gyertya ég, felemelkedik. Ha annak a csőnek a nyílását, amelyen keresztül a levegő benyomul, bedugaszolom, az égést azonnal meggátolom. Elvágtam a levegő útját és a gyertya elalszik.

De mit tudunk még ezenkívül ebből kiokoskodni? Egyik korábbi kísérletünkkel (*) megmutattam, mi történik akkor, ha a levegő az egyik lángtól a másikig jut. Ha egy erre alkalmas szerkezettel azt a levegőt, mely egy másik gyertyából jó, ebbe a csőbe vezetem, jól tudjátok, hogy a gyertya lángja akkor elalszik. De mit szólnátok ahhoz, ha azt állítanám, hogy a leheletem is eloltja a gyertyát? Nem úgy gondolom, hogy elfuvom, hanem egyszerűen azt: leheletem olyan természetű, hogy a gyertya égését megakadályozza. Most szájamat a nyílás fölé tartom, és anélkül hogy a lángra csak legkevésbé is ráfujnék, nem engedek be más levegőt, mint azt, amelyet kilehelek a csatorna nyílásába, és a másik oldalon a gyertya elalszik, még pedig egyszerűen az oxigén hiánya miatt. Valami más – a tudóm – az oxigént kivonta a levegőből és így nem volt, ami a gyertya égését fenntartotta volna. Nagyon érdekesnek találom azt megfigyelni, hogy e rossz levegőnek, melyet a csatorna eme végén belehelek, mennyi időre van szüksége, míg a túlsó oldalon a gyertyához ér; eleinte egészen nyugodtan tovább ég, de mihelyt a kilehelt levegő odajut, elalszik.

(*) L. [29. ábra](#) 75. oldal.

Még egy másik kísérletet is bemutatok, hogy vizsgálódásunk e fontos részével minél teljesebben tisztában legyünk. Ebben az üvegbúrában nincs más, csak puszta levegő, amit abból is láthatok, hogy a gyertyám vagy a gázláng egyenletesen tovább ég benne. Az üvegbúra tetején levő nyílást dugóval elzárom és a parafába üvegcsövet dugok, a szájamat ráhelyezem, úgy hogy az üvegbúrában levő levegőt be tudom lehelni. Ha a búrát vízre helyezem (33. ábra), akkor a levegőt, mint látjátok, ki bírom szívni (a dugónak természetesen légmentesen kell zárni), és a tüdőmbe juttatom, majd ismét visszalehelem az edénybe. No most vizsgáljuk meg és nézzük az eredményt. Hogy a levegőt előbb kiszívtam, majd visszaleheltem, az a víz felemelkedésén és süllyedésén meglátszott.



33. ábra.

Égő viaszrudat helyezek a kilehelt levegőbe és a láng elalvásából megismerhetitek a mibenlétét. Egyetlen lélegzés, amint látjátok, teljesen megrontotta a levegőt, úgy hogy semmi célja sem lenne azt ismét belehelni. Most látjátok az okát, miért oly ártalmas a szegényebb nép lakásában a levegő fölfrissítésére szolgáló szellőztetőberendezések hiánya; emiatt ugyanazt a levegőt lehelik be újra meg újra szakadatlanul. Képzelterhetitek hát, ha egyetlen lélegzésvétel ennyire elrontja a levegőt, mennyire fontos az egészségünkre nézve a friss levegő!

93

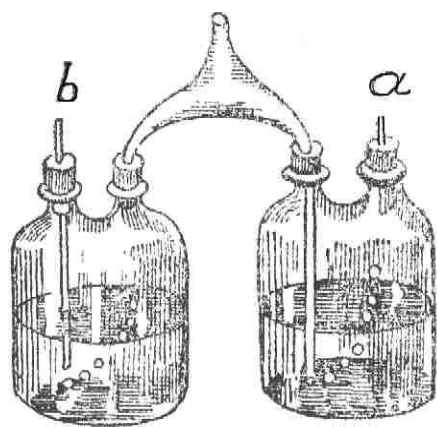


34. ábra.

Hogy e fontos tárggyal még inkább tisztában lehessünk, lássuk már végül, mi lesz a meszes vízzel, ha a kilehelt levegővel érintkezik. Ebben a lombikban egy kevés meszes víz van, a dugóba helyezett üvegcsövön keresztül a levegő be- és kitódulhat, és úgy a kilehelt, mint a friss levegő hatását könnyen megfigyelhetem. Vagy az A csövön keresztül a levegőt beszívhatom és a tüdőmbe juttathatom, miután a meszes vízen keresztül áramlott; vagy pedig a tüdőmből kijövő levegőt a lombik fenekéig érő B csövön át befújhatom és úgy figyelem meg a meszes vízre gyakorolt hatását. (34. ábra.) Vigyázzatok, – az A csővel kezdem – most hosszabb időn át a kívülről jövő levegőt a meszes vízbe szívtam és azon keresztül a tüdőmbe bocsátottam; és íme, a legcsekélyebb változás sem észlelhető, a meszes víz egyáltalában nem zavarodott meg. No most fordítva

csinálok; szóval a tüdőmből jövő levegőt a meszes vízen keresztülhajszolom (beléfúj a B csőbe); lám, a hatása azonnal mutatkozik, a meszes víz a kilehelt

levegő következtében azonnal fehér és tejszerű lesz. "De hisz ezt a lecsapódást a meszes vízben már régebből jól ismerjük," – mondjátok – "ez szén-savas mész, mely a meszes víznek a *szén-sav*val való érintkezése által keletkezik." Helyes; ez szén-sav, mely a lélegzés folytán használhatatlanná vált levegőt elrontja; a meszes vízre gyakorolt hatása semmi kétséget sem hagy fenn erre nézve.



35. ábra.

Itt van két üveg. (35. ábra.) Mindkettőben meszes víz van, az üvegek, mint látjátok, csövekkel össze vannak kötve. E készülék kezdetleges ugyan, de célunknak megfelel. Ha az *a* palacknál belehelem, a *b* palacknál pedig kilehelem a levegőt, akkor a cső berendezésénél fogva a levegő mindkét esetben átfut a meszes vízben. Mihamar kiderül, hogy a belehelés alkalmával a jó levegő nem idézett elő semmiféle változást a meszes vízben, de eztán láthatjátok a kilehelés hatását; a meszes víz megzavarodik; pedig nem történt egyéb, csak az, hogy leheletemmel érintkezésbe jutott. Igazán feltűnően nagy különbség!

94

Gyerünk csak tovább! Micsoda jelentősége van e bennünk végbemenő folyamatnak, mely nélkül sem éjjel, sem nappal nem lehetünk el és amelyet a Teremtő úgy rendezett be, hogy úgy ébren, mint alvás közben tőlünk teljesen függetlenül játszódik le? Ha tartósan visszatartanók a lélegzetünket, – de ezt tudvalevően csak nagyon kis ideig bírjuk ki – akkor magunkat tennők tönkre. A légzőszerveink és a vele kapcsolatos szervek alvás közben is állandó működésben vannak, annyira szükséges számunkra a légzési folyamat, oly nélkülözhetetlen a levegő állandó érintkezése a tüdőnkkel.

E folyamatot lehetőleg röviden megmagyarázom. nektek. Mi táplálkozunk, a táplálék a nyelőcsőveken keresztül előbb a gyomorba, majd a táplálócsatorna többi részébe kerül, hol a szervezetre nézve használható anyagok feloldódnak és az erre célra berendezett tartályok felszívják azokat.

Az így elváltozott táplálóanyagokat, miután a vér alkotórészévé váltak, a tartályok külön sora a tüdőbe vezet és onnan ismét kiűzi; ugyanakkor a tartályok másik sorozata levegőt szorít a tüdőbe és onnan kiszivattyúzza. A levegő és a táplálóanyag ily módon nagyon közeli érintkezésbe jutnak egymással; csupán nagyon vékony hártyszerű válaszfalacska választja el azokat egymástól, amikor is a levegő a vérre ugyanúgy hat, mint a gyertyára. A levegő oxigénje a gyertya szénével szén-savvá egyesül és ugyanekkor hő fejlődik; ugyanez a sajátságos átfarmálódás megy végbe a tüdőnél is.

A belehelt levegő oxigénje szénnel egyesül (nem szabad állapotban levő szénről van szó, hanem a felhasználódás pillanatában felszabaduló szénről) és vele szénsavat képez, melyet aztán a szabadlevegőre kilehelünk. Így arra a különös következtetésre jutunk, hogy a táplálóanyagot fűtőanyagnak tekintsük. Ezzel a darab cukorral még világosabbá teszem azt, amit mondtam. A cukor szénből, hidrogénből és oxigénből áll, szóval ugyanazokból az elemekből, mint tudomásunk szerint a gyertya, csupán a súlyviszonyok mások.

95

A cukor:

		72 rész szenet
99	{	77 " hidrogént
		88 " oxigént

tartalmaz

Különös – és jó lesz, ha megjegyzitek: hogy a hidrogén és az oxigén aránya itt ugyanaz, mint ahogy a víznél van, ezért azt is mondhatjuk, hogy a cukor 99 rész vízből és 72 rész szénből áll. Éppen ez a cukorban levő szén az, amely a belehelt levegő oxigénjével a tüdőben egyesül, szóval a gyertyához hasonlóvá tesz bennünket és e szép, egyszerű folyamattal a test részére nélkülözhetetlen meleget egynémely más szükséges hatás kíséretében előteremti. Hogy mindezt még jobban megvilágítsam, előveszek egy kevés cukrot, vagy időmegtakarítás céljából egy kevés szirupot, mely körülbelül 3/4 rész cukorból és 1/4 rész vízből áll, és kénsavat öntök rá; keveset, nem sokat. A kénsav elvonja a cukorból a vizet, vele hevesen egyesül, és mint látjátok, szénfekete anyag – valóságos szén marad vissza; nézzétek, hogy válik ki a szén és rövidesen egyetlen szilárd széntuskó marad az edényben, mely a cukorból származott. A cukor, jól tudjuk, táplálószer – és aligha hittétek volna, hogy a szén képződése ily módon is végbemehet. Mindezt még jobban bebizonyíthatom, ha e cukorból származó szenet elégetem, azaz vegytanilag kifejezve oxigénnel egyesítem, ha *oxidálok*. Ez az anyag még erősebben oxidál, mint a szabadlevegő, és noha a szén oxidációja a látszat szerint másképpen megy

(*) A közönséges salétrom felhasználható e célra. Klórsavas kálium is alkalmas erre. Sok oxigént tartalmaz és az, mint a [29. oldalon](#) mondottakból következik, a hevítésnél könnyen felszabadul belőle.

96

végbe benne, mint a légzésnél, lényegileg azonban a folyamat ugyanaz; itt éppúgy, mint amott a szén az oxigénnel egyesülve elég. Most ez anyag hatása alá bocsátom; és íme az elégés rögtön bekövetkezik. Ismétlem: ugyanaz történik, mint a tüdőben a levegő oxigénje által, de a folyamat gyorsabb. (*)

Csodálkozni fogtok, ha elmondom, hogy e különös elváltozásnál mily nagy súlymennyiségben használódik fel a szén a tüdőben. Ha csak tekintetbe veszitek,

hogy egy ily kicsi gyertya négy, esetleg hét órán át ég és ugyanaddig folyton szénsavat fejleszt, akkor fogalmat alkothattok magatoknak afelől, hogy az a szénmennyiség, mely napról-napra szénsav formájában a levegőbe száll, mily jelentékeny lehet. Mennyi szénsavat lehelhetünk ki mi is! A tüzelőanyagoknak mily hatalmas felváltódása megy végbe a természetben, az égésnél, az oxidációnál, a lélegzésnél! Egy felnőtt ember 24 óra alatt 240 gramm szenet változtat át szénsavvá; egy

(*) Egyes élelmiszerek az összetételük tekintetében a cukorhoz hasonlítanak, mely a hidrogént és oxigént oly arányban tartalmazza, mint a víz. Például a keményítőnél is ugyanez az eset áll fenn, mely minden lisztnemű anyag főalkatrésze és ennél fogva a legfontosabb tápszerek egyike. A zsiradékoknál, valamint a hús főalkatrészeinél ellenben másképp áll a dolog; ugyanis sokkal kevesebb oxigént tartalmaznak, mint a cukor vagy a keményítő. Hogy az emberi vagy állati testben eléghessenek, sokkal több oxigénnek kell kívülről betódulni, mert nemcsak a szénnek kell szénsavvá, hanem a hidrogén nagy részének vízzé kell ezenfelül oxidálódnia. Mint a gyertyánál, éppúgy a testünkben is szénsav és víz az égési termékek. A kilehelt levegő az előbbi gáz, az utóbbit gőz formájában tartalmazza. A szénsavnak a kilehelt levegőben való jelenléte már az előbbi kísérleteknél eléggé kitűnt, a vízgőz jelenléte könnyen kimutatható; ha hideg, tiszta tárgyra rálehelünk, az a finom apró vízcseppek lerakódása következtében csakhamar elhomályosodik. – A hálósoba ablakának elhomályosulása, mely különösen téli reggeleken figyelhető meg, a tüdőből (és bőrből) kiáramló vízgőztől származik; az utóbbi, legalább részben a tápszerek oxidációja folytán előálló hidrogénből képződik.

97

tehén naponta mintegy 2 kilogramm szenet használ fel a lélegzésnél, a ló 2 1/4 kilogrammot; tehát a ló 24 óra alatt 2 1/4 kilogramm szenet éget el a testében, hogy ez idő alatt a természetes meleget fenntarthassa. A melegvérű állatok egyedül és kizárólag a tápszerekkel felvett szén elégetésével fejlesztik a vérük melegét. (*) És micsoda káprázatos folyamat megy végbe a szabadlevegőben. Londonban egymagában mintegy 5 millió kilogramm szénsav fejlődik ki 24 óra alatt csupán a lélegzés következtében. És mi lesz e rengeteg

(*) A test melegének fejlesztése nem az egyedüli következménye a testben végbemenő oxidációs folyamatnak. Az állatnak (és az embernek) egyik sajátja a mozgás. Az állat mozgatni tudja a testét és azonkívül más tárgyat is mozgásba hozhat: szóval *dolgozik*. Tudjuk, hogy minden munka bizonyos erő felhasználását feltételezi, mely erő nem keletkezhetik a semmiből. Ha a gőzgépnek dolgozni kell, akkor a kazánjában tüzelőanyagot – fát, szenet stb. – kell elégetni és a munkateljesítmény egyenes arányban áll a felhasznált tüzelőanyaggal. Az ember és az állat testének éppúgy szüksége van tüzelőanyagra a reábízott munka elvégzésénél. Ez a tüzelőanyag a felvett táplálék, amelyről kitűnt, hogy összetételében a közönséges fűtőanyaghoz hasonlít. Az égés termékei is mindkét esetben azonosak: szénsav és vízgőz, melyet a tüdőnkől kilehelünk, a gőzgép kéményéből is ugyanaz száll ki. – A megevett tápszerek, melyeket a belehelt oxigén eléget, azok a források, melyelyből a test melege és egyúttal a munkaképessége folytonfolyvást kiáramlik. E tápszereket a növények szolgáltatják, ezek azzal a csodálatos képességgel rendelkeznek, hogy a szénsavból és vízből oly anyagot tudnak formálni, mely a maguk testének felépítéséhez szükséges és egyúttal állatok táplálékául is szolgál, és így a legcsodálatosabb és egyben szükséges kölcsönhatások egész sorát mutatják. – De a növényeknek az életfunkciójuk gyakorlásánál hatalmas erőre van

szükségük, és ez nem más, mint a nap fénye. Az a növény, mely elől elvonják a napsugarakat, elcsenevészedik és végül tönkremegy. A napfény tehát a földön lejátszódó minden élet tulajdonképpeni forrása. Véghezviszi azt a nagy körforgást, mely a szénsavat és hidrogént – és még más anyagokat is – előbb a növények alkatrészévé, majd az állati test részeivé teszi, hogy aztán az állati testből kiszabadulva ismét növényi alkatrészé válják és a körforgás így újból megkezdődjék.

98

szénsavval? Levegőbe száll. Ha a szén is úgy viselkedne. égés közben, mint az ólom vagy a vas, – láttátok, hogy mindkét anyag szilárd égési terméket szolgáltatott – mi lenne akkor! A közönséges levegőben sohse éghetne el valami élénken, de a szén az oxidáció következtében gázzá változik, mely a szabad levegőbe fel bír szállni és vele el bír vegyülni és ez a hatalmas hajtóerő eltakarítja az útból.

De mi lesz a szénsavval? Igazán csodálatos, hogy a légzés e terméke, mely számunkra oly hátrányosnak tetszett, amidőn a további légzésre való alkalmatlanságát felismertük – hogy ugyanez az anyag viszont a teremtés egy másik csoportjának életforrásává válik; *a földkerekség növényvilága a szénsavat mint tápszert leheli be*. De a föld felszíne alatt is, a tengerek, tavak nagy víztömegében ugyanez a folyamat megy végbe; a halak és más tengeri állatok ugyanígy lélegzenek a vízben, ha nem is érintkeznek közvetlenül a szabad levegővel.

Nézzétek csak ezeket az aranyhalakat a medencében. A vizet a kopoltyújokkal egyre magukba szívják és kibocsátják, közben oxigént lehelnek be, melyet a víz a levegőből vont el, és szénsavat lehelnek ki.

Es így mozog, működik minden a nagy mű szolgálatában, mely a teremtés mindkét élő birodalmát egymásnak hasznossá teszi. A földkerekség minden fája, bokra, növénye szén lehel be, még pedig a leveleivel vonja ki a levegőből, melybe mi és minden állat szénsav alakjában juttatjuk azt el, és a növények nőnek és virulnak tőle. Ha egészen tiszta levegőt juttatnánk azoknak, – számunkra az a legalkalmasabb, – elhervadnának és kihalnának; de ha szénsavat kapnak, nőnek és fejlődnek. E darab fa szene, mint általában minden növény szene, a szabadlevegőből származik, mely a szénsavat magába szívja, mely nekünk káros, de azoknak hasznos – ami az egyiknek halált hoz, a másiknak életet ad. És így mi, emberek, nemcsak az embertársainktól függünk, hanem minden teremtet dologtól, és önmagunkat a teremtés egészével nagy egységbe kapcsolva láthatjuk azoknak a törvényeknek hatalma folytán, melyek szerint a teremtés minden egyes tagja, minden része a másikért él, dolgozik, teremt.

99

Mielőtt előadásomat befejezném, figyelmeteket még egy oly körülményre hívom fel, mely mindegyik vegyészeti munkálatunknál fontos szerepet játszott. Az imént ólompyrophort mutattam be nektek, mely meggyulladt; mint láttátok, rögtön az üvegcső eltörése alkalmával, még mielőtt a csőből kiömlött volna, tüzet fogott. Ez a

vegyi rokonság következtében történt így, az elemek egymáshoz való vonzalmának tudható be bármelyik kémiai folyamat, mely előttünk lejátszódott. A lélegzésnél a tüdőkben működik közre, a gyertya elégésénél a lángban; és itt az ólom és a levegő oxigénje között; ha az ólom égési terméke is a levegőbe szállna az ólom felületéről, akkor minden egyes új réteg lángra lobbanna és az ólom teljesen végigégne. Mennyire másképp történik ez a szénnél! Míg amott a levegő első érintésére azonnal tüzet állapíthatunk meg, a szén napokig, évekig, évszázadokig változatlanul a levegőn heverhet. Az elborított Herkulánumban felfedezett írások szenet tartalmazó tintával voltak írva és több mint 1800 esztendőn át változatlanul fennmaradtak, a levegő behatása alatt egyáltalában nem szenvedtek, noha többszörösen érintkeztek vele.

Nos, miben különbözik a szén minden más anyagtól? Igazán csodálatos tünemény, hogy éppen az az anyag, mely természeténél fogva igazi tüzelőszer, *megvárja*, míg meggyújtják! Nem különös, nem igazán csodálatos tulajdonság ez a várakozás? A gyertya nem lobban önmagától lángra a levegőn, nem gyullad meg egyszerre, mint az az ólompreparátum; elvár évekig, elvár egész korokat, anélkül hogy megváltoznék, míg csak üzembe nem helyezzük. Ha e gázlámpa csapját kinyitom, a gáz erőteljesen kiömlik az égőből; de nem fog tüzet a levegőn – kijut a levegőre, de megvárja, míg meggyújtom; és ha a lángot elfuvom, a gáz

100

anélkül hogy égne, újra kiáramlik és ismét várja, hogy a viaszrudat odatartsam. A gyertyát vagy a gázt előbb fel kell *melegítenem*, hogy meggyulladjon. És különös, hogy a különböző gyúlékony anyagoknak különböző hőfokra van szükségük, hogy meggyulladjanak, egyeseknek kevés hevítés kell, egyesek pedig erősebb hevítést igényelnek. Itt van például két robbanó, tehát nagyon hevesen fellobbanó anyag: a lőpor és lögyapot; sőt ezek is különböző hőfok mellett gyulladnak meg. A lőpor szénből és még néhány más anyagból áll, melyek nagyon könnyen gyúlékonnyá teszik; a gyapot pedig sajátságos eljárással a közönséges gyapotból készül; szóval az is sok szenet tartalmaz, hisz a gyapot a növényvilágból származik. Egyikük sem gyullad meg önmagától; különböző hőfok mellett, vagy egyébként különböző körülmények között hozzák azokat működésbe. Ha e két anyagot tüzes dróttal megérintem, meglássátok, melyik gyullad meg előbb. Íme – a lögyapot robban, míg a vasdrót legforróbb része a lőport nem tudja meggyújtani. Az egyik anyag nyugodtan bevárja, míg a megfelelő hőfok tevékenységét felébreszti; a másik pedig egyáltalában nem vár – a légzési folyamatnál is ez az eset áll fenn. A levegőnek a tüdőbe való beáramlása után az oxigén azonnal szénnel egyesül; még a legkisebb hőfoknál is, melyet a test csak elbír, még ha a fagyáshoz közel is van, a légzés hatása minden további nélkül bekövetkezik; szénsav fejlődik és minden megy a maga útján. Most már tudjátok, hogy a légzés és az égés mennyiben egyeznek egymással.

A felolvasásaim befejezéséül még csak azt kívánom nektek, hogy míg csak éltek, a gyertyával való hasonlatosságot minden vonatkozásban megértsétek, hogy ti is

fényt áraszthatok a környezetetekre, minden tetteitekben a gyertyaláng szépsége tükröződjék, és kötelességeitek hű teljesítésében szépet, jót, nemeset cselekedjétek az emberiségért.

"A gyertya természetrajza"



Ezt a könyvet írta:

FARADAY MIHÁLY. 1791 szeptember 21-én született Newington faluban London mellett. Atyja kovácsmester volt, aki azt szeretne volna, ha a fiából is az lesz. Ámde a gyermek gyenge volt és inkább a könyveket bujta, meg a szabad természetet kedvelte. Kilencéves korában könyvkötőinas lett. Ezt a mesterséget szerette, de nemcsak a könyvek kötése, hanem a tartalma is rendkívül érdekelte. Huszonegyéves korában magakötötte könyveket vitt haza egy tudós megrendelőjükhöz, aki beszédbe elegyedett az ifjúval és feltűnt neki a természettudományok iránt való óriási érdeklődése. A könyvkötősegéd így ismerkedett meg a világ legnagyobb természettudósával, *Sir Humphry Davy*-vel, aki maga mellé vette, segítette, oktatta, úgy hogy az egykori könyvkötősegédből tehetsége révén segédtanár, majd tanár és végül Davy helyén a londoni királyi intézet igazgatója lett. Davy és Faraday között benső barátság fejlődött és Faraday tudományos kutatásai – amelyek java része ebben a könyvében saját előadásában fölkelhetők – világhíresek lettek. 1867 augusztus 25-én halt meg 75 éves korában Hampden-Courtban, Richmond mellett, a tudományos világ nagy veszteségére.



A mű fordítója:

BÁLINT ALADÁR. Született 1881 december 2-án Nagy-Peszeken. Huszonhárom éves korában jelenik meg az első novellája, melyet a novellák hosszú sora követ. A Nyugat folyóiratnak megindulása óta munkatársa. Tömérdek novella, képzőművészeti, zeneirodalmi cikk, kisebb-nagyobb tanulmány jelent meg tőle különféle lapban és folyóiratban. Első fordítása Conrad Fiedler: Hans von Marées című képzőművészeti tanulmánya. Ezt követte Heinrich Mann: Die kleine Stadt című regénye. Lefordította magyarra Ewald novellás gyűjteményét is és jelenleg Goethét fordítja.



Az ábrákat rajzolta:

MÜHLBECK KÁROLY. Született 1869-ben Nagy-Surányban. Elemi iskoláit Pozsonyban, középiskoláit Selmeczbányán végezte. Egy évet a budai tanítóképzőben töltött, onnan átlépett az Orsz. mintarajziskola és rajztanárképzőbe, ahol ötévi látogatás után oklevelet nyert. Első rajza 1894-ben egy élclapban jelent meg és azóta – közel harminc esztendő alatt – a képek és rajzok ezrei jelentek meg a legszorgalmasabb rajzolóművész tollából. Az Én Újságomnak és az Új Időknek alapításuk óta rendes rajzó munkatársa, aki rengeteg ifjúsági könyvet illusztrált és tömérdek rajza, ábrája jelent meg tankönyvekben is. Sokat rajzolt élclapokba, főképpen a Borsszem Jankóba. Többször részt vett a Műcsarnok kiállításain.

(Szerzőjogilag védve 754/1920. sz. a.)