

# ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

A KOLOZSVÁRI ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT ÉS AZ  
ERDÉLYI MUZEUM-EGYLET TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁ-  
LYÁNAK SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ ELŐADÁS AIRÓL.

## II. TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAK.

III. kötet.

1881.

III. füzet.

### A KOLOZSVÁRI VILÁGÍTÓ GÁZ VEGYI ELEMZÉSE.

*Dr. Fabinyi Rudolf egyet. tanártól.*

Az 1879/80-ik tanévre a vegytanból kitűzött pályakérdés: „a kolozsvári világító gáznak vegyi elemzése és fényerősségének meghatározása.“ Bod Sándor és Köpe Dezső tanárjelöltek által, a vegytani intézet laboratoriumában sikeresen megoldatván, ezen dolgozat eredményeit lesz szerencsém a tisztelt szakülésnek ez alkalommal bemutatni; előbb azonban legyen szabad tájékozásul a légelemzésre és módszereire vonatkozó néhány általános megjegyzést előrebocsátanom.

A légnemű anyagok elemzésére vonatkozó eljárások aránylag sokkal későbbben emeltettek a tökély hasonló fokára, mint a szilárd és csepfolyó testek minőleges és mennyileges összetételének kipuhatólását czélzó módszerek. Ennek oka részint abban rejlik, hogy a légnemű testeknek a más halmazállapotú anyagokhoz képest aránylag csekély száma, a közfigyelmet csak későbbben vonta magára, oly időben, midőn az analitikai módszerek a szilárd és folyó testek meghatározására már fejlődésük bizonyos magaslatán állottak, részint abban, hogy a légnemű anyagok kezelése jóval több nehézséggel jár, nagyobb jártasságot és főleg régebben oly készülékeket és eszközöket igényelt, melyek nehezebben voltak megszerezhetők és nem minden buvárnak állhattak rendelkezésére.

A nagy nevű Bunsen korszakot alkotó dolgozatai után aránylag egyszerű alakot nyertek e módszerek, és oly készülékek jöttek



alkalmazásba, melyek könnyű kezelésük mellett, még a szerényebb körülmények közt levő laboratoriumok által is megszerezhetők. Egy néhány egyik végén beforrasztott, osztályzattal bíró üvegeső (Eudiometer—Absorptiometer) és üvegedény; higanykád és elegendő higany; az osztályzat fokainak leolvasására szolgáló táveső (kathetometer); légsúlymérő és hőmérő; egy kis elektromos telep és inductor; néhány vegyi anyag s kisebb eszköz és kész a berendezés, mely egy éjszának fekvő, tág, világos és gyors hőmérséki ingadozásoktól lehetőleg megóvott helyiséget a legtöbb légelemzési célra alkalmas állapotba helyezheti.

A légnemek elemzésében a minőleges elemzés feladatát igen gyorsan oldja meg, ha oly légnemmel van dolga, mely egynemű és pedig vagy csupán egy egyszerű testből, vagy egy oly vegyületből áll, melynek chemiai sajátosságai lehetővé teszik azt, hogy néhány egyszerű reactioval ismerhessük fel anyagi természetét; ilyen például a hidrogén, az oxigén, a szénsav, a szénoxid, az ammoniák, a kénhidrogén stb.

A gázelegyek összetételének fölismerésére azonban minden esetben rendszeres eljárás alkalmazása szükségeltetik. Ennek kivitele elyben két részre oszlik. Elsőben ismert hatású vegyi anyagokat hagyunk behatni a gázelegyre, melyből egy bizonyos meghatározott térfogatot fogtunk fel osztályozott csőben higany fölött. Ha a kémelő anyag behatása alatt térfogat kisebbedés következik be, ez egyrésztől felvilágosítást nyújt a felől, hogy a gázelegyen csakugyan azon légnem foglaltatik, melyre ismert vegyi tulajdonságainál fogva az illető reagenssel kémlünk, — például kalihidrattal szénsavra, pyrogallussavval oxigénre, — másrésztől a bekövetkezett térfogat változás egyidejűleg mértékül is szolgál, az illető légnem mennyiségének meghatározásában.

Midőn valamely gázelegyen egymásután alkalmazásba hozott reagensek által felismertük s egyidejűleg belőle el is távolítottuk mindazon légnemeket, melyek az adott feltételek mellett, az alkalmazásba hozott vegyi reagensek által eltávolíthatók voltak, a hátramaradó légnemeket — ha gyúlékonyak — oxigénnel keverjük s eldurrantjuk egy oly csőben, mely beforrasztott végén electromos szikrák átütetésére alkalmas platin huzalakkal van ellátva. Az eldurrantás terményei igen sok esetben közvetlenül felvilágosítást

nyújtanak azon elemi alkatrészek felől, melyek a gázelegy egyes vegyületeit vagy egyszerű testeit alkották, s ha egyszersmind az eldurantás terményeit menynyilegesen is meghatározzuk, — így a képződött vízgőz térfogatát  $100^{\circ}$ -nál megmérjük, a keletkezett szén-savat káligolyóval elvonjuk stb. — s figyelmünket kiterjesztjük azon térfogat változásra is, mely az eldurantás által előidézett, ugy a legtöbb esetben azon adatok birtokába eljutottunk, melyeknek alapján a gázelegyben jelen volt légnemek minősége s e mellett az egyes légnemek menynyisége is megállapítható.

Azon esetekben, midőn az eldurantott gázelegyben oly alkatrészek is vannak jelen, melyek nem oxydálhatók a fennforgó kísérleti körülmények között, szükségessé válik, hogy a gázelegyhez az eldurantás ezéljából hozzávezetett oxygen fel nem használt menynyiségét még meghatározzuk, — a mi legezélszerűbben hydrogénnel való eldurantása által érhető el, — hogy ekként izolálhassuk az oxygénnel el nem égethető alkatrészt.

Analog eljárások alkalmazásával határozhatjuk meg az egyes, önálló, légnemű vegyületek összetételét is, mint azt egy példán szabadjon kifejtennem, mely magának a világító gáznak elemzési menétét könnyebben áttekinthetővé fogja tenni.

### 1.

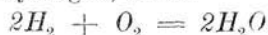
Álljon egy oxygénnel durrléget képező légnemű vegyület szén, oxygen, nitrogén és hydrogénből. Az egyes alkatrészek menynyiségének meghatározására követendő eljárás ekkor a következő leend. Eudiometerünkken a teljesen száraz gázból  $V$  térfogatot fogunk fel; oxygént vezetünk hozzá, melynek menynyiségét az eudiometer osztályzatáról, a kellő számítások eszközlésével meghatározzuk. Most electromos szikrát ütötünk a huzalokon át. Az eldurantás után a gáz térfogata esekélyebb lett s a differentiat az eldurantás előtti és az eldurantás utáni térfogat között, tehát a contractiot, melyet az oxygénnel kevert gáz az eldurantás által szenvedett, feljegyezzük ( $V^c$ ).

Ezután meghatározzuk a keletkezett vízgőz térfogati menynyiségét; e ezélből az eudiometert körülveve egy tágasabb üveg esővel, alkalmas fürdőbe helyezük és vízgőz áramban  $100^{\circ}$  C-ra hevítjük. Az eudiometerben egy kis cseppé sűrődött víz, a  $100^{\circ}$ -u hő-

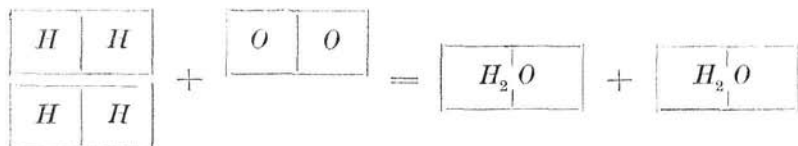
mérséknél (a csőben egy légkörnyomásnál sokkal esékélyebb nyomás alatt lévén) gőzzé alakul át. Újból meghatározva a térfogat változást, kevés számítással megkapjuk a térfogat nagyságot, melyet a keletkezett vízgőz elfoglal ( $V^{H_2O}$ ). Eudiometerünket erre lehűtve, platina huzalra öntött kalihydrat golyót tolunk a gázba föl és azt benne hagyjuk, míg a keletkezett szénsav teljesen felvétellett a golyó által. A most bekövetkező térfogat kisebbedés adja az eldurantásnál nyert szénsav térfogatát ( $V^{CO_2}$ ). A gázban most már nem foglaltatik egyéb, mint az eredetileg jelen volt oxigén és nitrogén és azon oxigén, mely az eldurantás ezeljából bevitt oxigénből, mint fölösleg visszamaradt.

Még egy kísérleti adatot kell tehát nyernünk, hogy a vegyület összetételének kiszámításához szükséges összes adatokat megszerezzük.

És pedig a gázban foglalt nitrogén mennyiségét kell még meghatározunk. E végből tiszta hidrogént vezetünk fölös mennyiségben a gázhoz, meghatározzuk mennyiségét és a gázt újból eldurantjuk. Az eldurantásnál eltűnik a gázban jelen levő összes oxigén és két anynyi hidrogén, mert:



vagy térfogatokban kifejezve:



Az ez esetben észlelt contractio  $\frac{1}{3}$ -a esik tehát az oxigénre, s ezen térfogatnak levonásával az eldurantás és hidrogén hozzáboesáttatása előtti térfogattól, nyerjük a gázban jelenlevő nitrogén térfogatát ( $V^N$ ).

Nevezzük a contractiót ezen esetben  $V_{c_1}$ -nek, a hidrogén bevezetése után az eldurantás előtti gáz térfogatot  $V_e$ -nek, az eldurantás utánit  $V_u$ -nak, akkor áll:

$$V_{c_1} = V_e - V_u$$

s miután a contractio nagyságának  $\frac{1}{3}$ -a az oxigén rovására esik lesz:

$$V^O = \frac{V_{c_1}}{3} = \frac{1}{3} (V_e - V_u).$$

A gáz térfogata a hidrogén bevezetése előtt legyen =  $V_1$ ,

$$V_1 = V^N + V^O$$

ebből:

$$V^N = V_1 - V^O$$

helyettesítve:

$$V^N = V_1 - \frac{1}{3} (V_e - V_u).$$

Ezen kísérleti adatok nyomán a gáznak összetételét a következő számítással puhatolhatjuk ki.

A nyert vízgőznek térfogata adja a gázban foglalt hidrogén térfogati mennyiségét, mert a víz képződésénél két térfogat hidrogén és egy térfogat oxigén ad két térfogat vízgőzt, tehát ugyanannyit, mint a képződéséhez szükséges hidrogén mennyisége volt. Ha a hidrogén mennyiségét  $V^H$ -val jelöljük, akkor áll:

$$V^H = V^{H_2O}.$$

A kaligolyóval elvont szénsav térfogati mennyiségéből nyerhető a szén mennyisége, tudva lévén, hogy:



Az oxigén mennyisége meghatározható a fönnebbi adatokból, az első eldurantásnál észlelt contractio és a második eldurantás által meghatározott nitrogén mennyiségének tekintetbevételével, következő eszmemenet alapján.

Midőn a gázhoz először oxigént vezettünk s vele eldurantottuk, eltűnt a kísérlethez vett gáz összes mennyisége ( $V$ ), eltűnt továbbá a hozzávezetett oxigénből anynyi, a mennyi a jelenlevő hidrogénnek vízképzésre szükséges volt (tehát  $\frac{V^{H_2O}}{2}$ ), továbbá a szénsav képzéséhez szükséges oxigén (azaz a fönnebbi egyenlet nyomán  $V^{CO_2}$ , miután az oxigén bizonyos térfogata, a szénsav képzésénél, vele egyenlő térfogatú szénsavat ad), összesen tehát eltűnt:

$$V + \frac{V^{H_2O}}{2} + V^{CO_2}$$

az eldurantás után pedig megjelent a gázból képződött víz ( $V^{H_2O}$ ), továbbá a képződött szénsav ( $V^{CO_2}$ ), végül a gázban jelen volt nitrogén ( $V^N$ ) és a gázban eredetileg benn foglalt oxigén ( $V^O$ ); összesen tehát megjelent:

$$V^{H_2O} + V^{CO_2} + V^N + V^O.$$

Az eltűnt és megjelent gázok térfogatának differentiája adja az eldurantásnál észlelt contractio nagyságát ( $V_c$ ), tehát:

$$V_c = V + \frac{V^{H_2O}}{2} + V^{CO_2} - (V^{H_2O} + V^{CO_2} + V^N + V^O)$$

Miután a contractio észlelése közhőnél történt, a melynél a képződött víz csepfolyó, a fönnnebbi egyenletben a  $V^{H_2O}$  kifejezés törlendő lesz, s így;

$$V_c = V + \frac{V^{H_2O}}{2} + V^{CO_2} - V^{CO_2} - V^N - V^O$$

összszedve:

$$V_c = V + \frac{V^{H_2O}}{2} - V^N - V^O \text{ s innen}$$

$$V^O = V + \frac{V^{H_2O}}{2} - V^N - V_c$$

Helyettesítsük  $V^N$  előbb talált értékét, lesz:

$$V^O = V + \frac{V^{H_2O}}{2} - (V_1 - \frac{1}{3} [V_e - V_u]) - V_c.$$

Ekként tehát a gáz összes alkatrészeinek mennyisége meghatározható.

## II.

A világító gáz kellő tisztítás után, úgy a mint az a fogyasztás helyére ér, meghatározható mennyiségben rendszerint a következő alkatrészeket tartalmazza:  $H - CH_4 - C_2H_4 - C_2H_2 - C_4H_8 - CO - CO_2 - N - O$ .

Ezen légnemek meghatározhatóság szempontjából, támaszkodva vegyi viseletükre, két csoportba oszthatók.

a) absorbctio útján vegyi reagensekkel eltávolíthatók:  $C_2H_4 - CO_2 - O - C_2H_2 - C_4H_8$

b) eldurantással meghatározhatók:  $H - CH_4 - CO - N$  és külön-külön meghatározhatók a  $C_2H_4 - C_2H_2 - C_4H_8$  is.

Az elemzés menete ez által magától adva van:

Meghatározandók lesznek először az absorbctio által eltávolítható elegyrészek, és pedig a

$CO_2$  kaliumhydrat által, az

$O$  égvényes pyrogallussavval, a

nehéz szénhydrogének ( $C_2H_2 - C_2H_4 - C_4H_8$ ) együttesen füstölgő kénsavval.

Ez után a visszamaradt gáz, mely  $H - CH_4 - CO - N$  öszszetételű, még oxgyén hozzábocsátása után eldurantandó s meghatározandó a keletkező szénsav mennyisége s a contractio nagysága. Ezen két észlelés és az eldurantáshoz vett gáz térfogatának ismerete, elegendő lenne a  $H - CH_4 - CO$  meghatározására, ha a gáz nitrogént nem tartalmazna, miután ez azonban benne foglaltatik, szükséges még a nitrogén mennyiségét is meghatározni, azon eljárás alkalmazásával, mely az első példában ismertetetett.

Hogy kipuhathatassuk, mennyi a füstölgő kénsavval együttesen elvont nehéz szénkönegekben, az egyes vegyületek mennyisége, egy új gázrészletből kellend elvonni ismét a szénsavat és élenyt és most a nehéz szénkönegekkel együtt eldurantani a hátralevő gázt, az ez alkalommal nyert szénsav mennyisége, a contractio nagysága s az eredeti térfogat ismerete elegendő lesz — a mint alább kitűnend — az előbb nyert kísérleti adatok egybevetésével a nehéz szénkönegek egyes vegyületei mennyiségének meghatározására is.

A gáz térfogatok mérésének a következőkben közlött adatai mindenütt:

$$V_0 = \frac{V(P-f-m)}{1000(1+at)}$$

képlet szerint  $0^0$  hőmérsékre és 1 méter nyomásra vannak redukálva,

$V$  = az eudiometeren leolvasott és az eudiometer calibrirózási táblájáról köbcéntiméterekben kifejezett térfogat,

$P$  = az uralkodó légnyomás,

$f$  = a vízgöz feszélye  $t^0$ -nál (a gáz az elemzés előtt mindig vízgözszel telítettett).

$m$  = a higanyoszlop magassága az eudiometerben.

#### Kísérleti adatok.

Az absorbtiookhoz szolgáló csőben felfogatott:

101.09 térf. . . . . 1.)

Kaligolyó bevezetése után az észlelt térfogatesökkenés, mely az elnyelt szénsav térfogatának megfelel:

$$101.09 - 98.37 = 2.72$$

százalékra átszámítva:

$$101.9 : 2.72 = 100 : x; x = 2.69 \dots CO_2 - 2.69 \dots 2.)$$

Ezután kalihydrattal égvényesített pyrogallussavval átittatott papirgolyó tolatott a gázba az oxigén elnyelésére. Az oxigén térfogata:

$$98.37 - 97.54 = 0.83$$

vagy százalékban:

$$101.09 : 0.83 = 100 : x; x = 0.82$$

$$O = 0.82\% \dots 3.)$$

Erre a nehéz szénhidrogének —  $C_2H_2$  —  $C_2H_4$  —  $C_4H_8$  — vonattak el coaks golyóval, mely füstölő kénsavba lőn áztatva; ezeknek mennyisége volt:

$$97.54 - 93.32 = 4.22$$

vagy százalékra átszámítva:

$$101.09 : 4.22 = 100 : x; x = 4.17$$

$$\text{Nehéz szénhidrogének} = 4.17\% \dots 4.)$$

A szénsav, oxigén és a nehéz szénhidrogének összes mennyisége: 7.68% s így a gáz többi alkotórészeinek mennyisége:

$$100 - 7.68 = 92.32\%$$

---

A ( $O_2$  —  $O$  és a nehéz szénkönegek elvonása után visszamaradt gázból egy eudiometerben felfogatott:

$$26.03 \text{ térf.} \dots 5.)$$

Élenny hozzávetése után az észlelt térfogat:

$$58.73 \text{ térf.}$$

az élenny mennyisége tehát:

$$58.73 - 26.03 = 32.70 \dots 6.)$$

Hogy az eldurantás az eudiometer veszélyeztetése nélkül eszközölhető legyen, a durrlég levegővel hígítatott; a levegő hozzáboesátása után volt az észlelt térfogat:

$$132.85$$

a levegő mennyisége tehát:

$$132.85 - 58.73 = 74.12 \text{ térf.} \dots 7.)$$

Most az eudiometer a higanykád fenekére erősített kautschuk tömbre leszorítatván, electromos szikrával megindítatott a teljes



oxydatio; a gáz lehülése után a környezet hőmérsékére, az észlelt térfogat volt:

$$91.38$$

tehát a contractio:

$$132.85 - 91.38 = 41.47 \text{ térf.} \quad . . . . . 8.)$$

a szénsav elvonása után a térfogat:

$$80.29$$

tehát a képződött szénsav térfogata:

$$91.38 - 80.29 = 11.09 \quad . . . . . 9.)$$

Most a gázban jelenlevő nitrogén határozott meg. A szénsav elvonása után visszamaradt gázhoz (82.29 térf.) tiszta hidrogén bocsátatott; az észlelt térfogat volt:

$$248.82 \quad . . . . . 10.)$$

Erre újból eldurantatott; az eldurantás után a gáz térfogata:

$$184.62$$

tehát a contractio:

$$248.82 - 184.62 = 64.20 \quad . . . . . 11.)$$

A légeny mennyiségének kiszámítását a következőképen eszközölhetjük:

a gázhoz 6) szerint bevittünk

$$32.70 \text{ térf. } O\text{-t}$$

7.) szerint:

74.12 térf. levegőt; a levegő százalékos összetétele:

$$O - 20.9$$

$$N - 79.1$$

---


$$100.0$$

a bebocsátott levegőben volt tehát oxigén ( $x$ )

$$100 : 20.9 = 74.12 : x; x = 15.49$$

Tehát az oxigén összes mennyisége:

$$32.70 + 15.49 = 48.19 \quad . . . . . 12.)$$

A levegővel bevitt nitrogén ( $y$ ) mennyisége pedig:

$$100 : 79.1 = 74.12 : y; y = 58.63 \quad . . . . . 13.)$$

A hidrogénnel való eldurantásnál létrejött contractio 64.20)

$\frac{1}{3}$ -át az oxigén eszközli s innen az oxigén mennyisége:

$$\frac{64.20}{3} = 21.40 \quad . . . . . 14.)$$

Az eldurantáshoz vett gáz a hydrogén hozzábocsátása előtt (80.29 — 5.) csak oxigénből és a gázhoz vezetett levegőben foglalt nitrogénből ( $N$ ), meg a gázban eredetileg benne foglalt nitrogénből ( $N_1$ ) állt. azaz

$$\begin{aligned} V &= O + N + N_1, \text{ innen} \\ O &= V - N - N_1; \text{ számértékekben} \\ O &= 80.29 - 58.63 - N_1 = 21.66 - N_1 \quad . \quad . \quad 15.) \end{aligned}$$

A hydrogénnel való eldurantásnál észlelt contractióból (64.20 — 11.) az oxigén mennyisége 21.40-nek találtatott (14.). Ezen érték az oxigénre talált 21.66 —  $N_1$  (15.) értékkel egybevetve adja a gázban eredetileg foglalt nitrogén ( $N_1$ ) mennyiségét:

$$\begin{aligned} 21.66 - N_1 &= 21.40 \\ 21.66 &= 21.40 + N_1 \\ N_1 &= 21.66 - 21.40 = 0.26 \quad . \quad . \quad 16.) \end{aligned}$$

A nitrogén mennyiségének ismeretében kiszámíthatjuk a  $H - CH_4$  és  $CO$  mennyiségeit is a következő elmékedés alapján.

$$\begin{aligned} \text{Legyen a } H \text{ mennyisége a gázban} & \quad . \quad . \quad x \\ \text{„ „ } CH_4 & \quad \text{„ „} \quad . \quad . \quad y \\ \text{„ „ } CO & \quad \text{„ „} \quad . \quad . \quad z \end{aligned}$$

E három gáz által elfoglalt térfogatot jelöljük  $V$ -vel, akkor áll:

$$V = ax + by + cz \quad . \quad . \quad . \quad 17.)$$

Az oxigénnel való eldurantásnál nyert szénsav mennyiségét jelöljük  $V^{CO_2}$ -vel; s  $a_1, b_1, c_1$ -el az egyes gázok elégésénél külön-külön kifejtett szénsav mennyiséget, akkor áll:

$$V^{CO_2} = a_1x + b_1y + c_1z \quad . \quad . \quad . \quad 18.)$$

Az oxigénnel való eldurantásnál bekövetkezett contractiót jelöljük  $V^{contr.}$ -val, melynek előidézésére az  $x, y$  és  $z$  gázok egyenként  $a_2, b_2$  és  $c_2$  értékkel járulnak hozzá, tehát:

$$V^{contr.} = a_2x + b_2y + c_2z \quad . \quad . \quad . \quad 19.)$$

Miután így három ismeretlen  $x, y, z$  mellett három egyenlettel rendelkezünk, melyeknek többi factorai:  $V, V^{CO_2}$  és  $V^{contr.}$ , kísérletileg meglettek határozva, az  $a, a_1, a_2; b, b_1, b_2; c, c_1, c_2$  együtthatók pedig, mint alább ki fog tűnni, szintén ismertek, a három ismeretlen értéke egyenként meghatározható. A három egyenlet megfejtésével az  $x, y$  és  $z$  ismeretlenek értékeinek kifejezésére a következő egyenletekhez jutunk:

$$x = \frac{(b_2 c_1 - b_1 c_2) V + (bc_2 - cb_2) V^{\text{Contr.}} + (b, c - bc_1) V^{\text{CO}_2}}{(a_2 b_1 - a_1 b_2) c + (ab_2 - a_2 b) c_1 + (a_1 b - ab_1) c_2} \quad 20)$$

$$y = \frac{(a, c_1 - c, a_2) V + (a_2 c - c_2 a) V^{\text{Contr.}} + (ac_1 - ca_1) V^{\text{CO}_2}}{(a_2 b_1 - a_1 b_2) c + (ab_2 - a_2 b) c_1 + (a_1 b - ab_1) c_2} \quad 21)$$

$$z = \frac{(a_2 b_1 - a_1 b_2) V + (ab_2 - ba_2) V^{\text{Contr.}} + (a_1 b - b_1 a) V^{\text{CO}_2}}{(a_2 b_1 - a_1 b_2) c + (ab_2 - a_2 b) c_1 + (a_1 b - ab_1) c_2} \quad 22)$$

A 17) szám alatti egyenletben

$$V = a x + b y + c z$$

a gáz térfogatát az  $x$ ,  $y$  és  $z$  gázok térfogatának összege képezvén, az  $a$ ,  $b$  és  $c$  együtthatók értéke egyenként = 1-el.

A másik két egyenletben foglalt  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$  és  $a_2$ ,  $b_2$ ,  $c_2$  együtthatók kifejezik azon viszonyt, mely szerint az  $x$ ,  $y$  és  $z$  légnemek a szénsav képzésben és a kontrakció előidőzésében részt vesznek. Ezen viszony meghatározása és így az együtthatók egyenkénti értéke levezethető, a három  $x$ ,  $y$ ,  $z$  légnem, tehát esetünkben a  $H$ ,  $CH_4$  és  $CO$  térfogati összetételének, az oxydationál nyilvánuló szénsav fejlesztési képességüknek és a kontrakcióra való befolyásuknak ismeretéből. Vegyük e czélból egyenként a kérdéses légnemeket szemlélés alá:

1.) 2 térf.  $H$  áll 2 térf.  $H$  gázból. Miután az oxydationál 2 térf.  $H$  egyesül 1 térf. oxygénnel folyó vízzé, nemesak a  $H$  2 térfogata tűnik el, hanem vele 1 térf. oxigén is, tehát a 2 térf.  $H$  által előidézett kontrakció =  $2 + 1 = 3$

1 térf.  $H$  által előidézett kontrakció ennek fele, azaz  $\frac{3}{2}$  s így az  $a_1$  értéke =  $\frac{3}{2}$ .

A  $H$  élenyülésénél szénsavat nem képezve az  $a_2 = 0$

2.) A  $CH_4$  2 térfogata áll 1 térf.  $C$ -ből és 4 térf.  $H$ -ből, 1 térf.  $C$ , midőn szénsavvá elég, 2 térf. oxygént igényel, a 2 térf.  $CH_4$ -ben foglalt 4  $H$  pedig vízzé elégésénél felemészt szintén 2 térf. oxygént; összesen tehát 2 térf.  $CH_4$  elégésénél eltűnik:

$$2 \text{ térf. } CH_4 + 2 \text{ térf. } O + 2 \text{ térf. } O = 6 \text{ térf.}$$

az elégésnél pedig képződik 2 térf.  $CH_4$ -ből: 2 térf.  $CO_2 + 4$  térf.  $H_2O$ , de miután az utóbbi esepfolyó, gáz alakban csak a 2 térf.  $CO_2$  marad vissza; az eltűnt és képződött légnemek térfogata közötti differentia tehát:

$$6 - 2 = 4$$

azaz 2 térf.  $CH_4$  elégsénél összesen 4 térf. tűnik el, a kontrakció = 4, 1 térf.  $CH_4$ -re vonatkoztatva tehát a kontrakció =  $\frac{4}{2} = 2$ , tehát a  $b_1$  értéke = 2.

A 2 térf.  $CH_4$  elégsénél, mint fennebb kitüntetett 2 térf. szénsav képződik, 1 térf.  $CH_4$  elégsége ennél fogva  $\frac{2}{2} = 1$  térfogat szénsavat ad és így a  $b_1$  értéke = 1.

3.) 2 térf.  $CO$  áll 1 térf.  $C$ -ből és 1 térf.  $O$ -ból.

Midőn 2 térf.  $CO$  elég, eltűnik a  $CO$  2 térfogata, eltűnik továbbá az 1 térf.  $C$  oxidatiojára szénsavvá megkívánt egy térf.  $O$ , összesen tehát eltűnik:

$$2 \text{ térf. } CO + 1 \text{ térf. } O = 3 \text{ térf.}$$

Képződik pedig 2 térf.  $CO$  elégsénél 2 térf.  $CO_2$ ; az eltűnt és képződött gáztérfogatok közötti differentia

$$3 - 2 = 1$$

adja a 2 térf.  $CO$  elégsénél bekövetkezett kontrakciót; 1 térf.  $CO$  tehát  $\frac{1}{2}$  kontrakciót idéz elő és így a  $c_1$  értéke =  $\frac{1}{2}$ .

2 térf.  $CO$  elégsénél képződik 2 térfogat szénsav, 1 térf.  $CO$  tehát 1 térf. szénsavat ad, s innen a  $c_2$  értéke = 1.

Az együtthatók értékét ekként megállapítva, behelyeztetjük őket a 18 és 19-ik szám alatt foglalt egyenletekbe, egyszersmind a  $V$ ,  $V^{\text{contr.}}$  és  $V^{\text{CO}_2}$  helyébe is az analysisnál használt illetőleg talált térfogatok értékeit, tehát:

$$V = 26.03 \quad . \quad . \quad . \quad (5.)$$

$$V^{\text{contr.}} = 41.47 \quad . \quad . \quad . \quad (8.)$$

$$V^{\text{CO}_2} = 11.09 \quad . \quad . \quad . \quad (9.) \text{ helyettesítve}$$

$$26.03 = x + y + z + 0.26$$

a 0.26 itt a 25.03 térfogatban (lásd 16) talált nitrogén ( $N_1$ ) térfogati értéke, tehát a 26.03 térfogatból levonandó, hogy a hidrogén, metan és szénoxid által elfoglalt valódi térfogatot nyerjük, a három egyenlet  $c$  szerint:

$$V \quad 25.77 = x + y + z \quad . \quad . \quad . \quad I.$$

$$V^{\text{contr.}} \quad 41.47 = \frac{3x}{2} + 2y + \frac{z}{2} \quad . \quad . \quad II.$$

$$V^{\text{CO}_2} \quad 11.09 = y + z \quad . \quad . \quad . \quad III.$$

Megoldva ezen egyenleteket az  $x - y - z$ -re vonatkozólag a következő értékeket nyerjük :

$$x = 14.68$$

$$y = 9.27$$

$$z = 1.82$$

Ugyanezen értékekhez jutunk el természetesen, ha a 20. 21 és 22-ik pont alatt adott egyenletekből határozzuk meg az illető helyettesítésekkel, az  $x$ ,  $y$  és  $z$ -nek értékét. Így leend :

$$x = \frac{-\frac{3}{2} \times 25.77 + \frac{3}{2} \times 11.09}{-\frac{3}{2}} = \frac{77.31 - 33.27}{3} = \frac{44.04}{3} = 14.68$$

$$y = \frac{\frac{3}{2} \times 25.77 - 41.47 - 11.09}{-\frac{3}{2}} = \frac{77.31 - 105.12}{-3} = \frac{27.81}{3} = 9.27$$

$$z = \frac{-\frac{3}{2} \times 25.77 + 41.47 - \frac{1}{2} \times 11.09}{-\frac{3}{2}} = \frac{77.31 - 82.94 + 11.09}{3} = \frac{5.46}{3} = 1.82$$

Az eldurantott 26.03 térfogatu gázban van tehát:

Hydrogén	14.68	térfogat
Moecárlég	9.27	"
Szénoxyd	1.82	"
Nitrogén	0.26	"

Összesen 26.03 térfogat.

Megkeresendők ezen négy alkatrész mennyiségét az elemzés alá vett világító gáz 100 részében, tekintetbe kell vennünk azt, hogy a világító gázból, mielőtt a fennebbi négy alkatrész meghatározására a 26.03 térfogatot elkülönítettük, már az összesen 7.68 % térfogatot (2, 3, 4, szerint) tevő szénsavat, oxygént és nehéz szénkönegeket eltávolítottuk volt s így a százalékos mennyiségeket nem 100, hanem  $100 - 7.68 = 92.32$ -re kell vonatkoztatnunk.

$$26.03 : 14.68 = 92.32 : x; x = 52.06 \text{ Hydrogén}$$

$$26.03 : 9.27 = 92.32 : y; y = 32.88 \text{ Moecárlég}$$

$$26.03 : 1.82 = 92.32 : z; z = 6.46 \text{ Szénoxyd}$$

$$26.03 : 0.26 = 92.32 : v; v = 0.92 \text{ Nitrogén}$$

Az eddigi eredmények szerint tehát a világító gáz 100 térfogat részben tartalmaz:

52.06	térfogat	Hydrogént	}	. . . 23)
32.88	"	Mocsárléget		
6.46	"	Szénoxydot		
4.17	"	Nehéz szénkönegeket		
2.69	"	Szénsavat		
0.92	"	Nitrogént		
0.82	"	Oxygént		
Összesen 100.00 térfogat				

A nehéz szénkönegek közül a világító gázban megmérhető mennyiségben az Aethylén, Butylén és az Acetylén fordul elő. Esetünkben ezeknek összes mennyisége 4.17% (lásd 4)). Meghatározható, hogy ezen 4.17%-ban mennyi az egyes szénkönegek mennyisége. Mindenikök gyúlékony s oxygénnel eldurantva szénsavvá és vízzé ég el. Ha e szénkönegek el lennének választhatók a gáz többi gyúlékony alkatrészeitől, akkor az eldurantáshoz vett térfogat, a képződött szénsav és a contractio ismeretében, az előbbi esethez ( $H. CH_4, CO.$ ) analog eljárással kiszámíthatnók egyenként mennyiségöket; miután azonban gázalakban való elkülönítésük a gáz többi gyúlékony alkatrészeitől ki nem vihető, más részről azonban a gáz többi gyúlékony alkatrészeinek egyenkénti mennyiségét, az eldurantásuknál beálló contractio nagyságát és a képződő szénsav mennyiségét már ismerjük, lehetséges lesz a számításban szükséges adatok birtokába akként eljutnunk, hogy a világító gáz nehéz szénhydrogéneit a többi gyúlékony alkatrészekkel együtt elégetjük, s az ezen eldurantásnál nyert értékekből levonásba hozzuk: a világító gáz már előbb meghatározott gyúlékony alkatrészeinek, — tehát a hydrogén, methan és szénoxyd - elégésével összefüggő értékeket, a különbség adván meg így a nehéz szénhydrogének rovasára eső eldurantási értékeket, tehát a képződött szénsav térfogatát s a contractio nagyságát; a harmadik szükséges érték, a nehéz szénhydrogének térfogata ismert, a mennyiben százalékos mennyiségük 4) szerint 4.17.

A nehéz szénhydrogének meghatározásánál a következő adatok lettek nyerve.

A világitó gáznak egy részletéből a szénsav és oxigén elvonatván, a szénsav és oxigénment gázból az eldurantásra szolgáló eudiometerben 17.45 térfogat lett fel fogva (24). Oxigén hozzávezetése után a térfogat volt 37.22, tehát a bevezetett oxigén mennyisége:

$$27.22 - 17.45 = 9.77 \text{ térfogat. . . . . 25)}$$

Most tiszta levegő becsátott föl, a térfogat 160.87-re emelkedett, tehát a becsátott levegő mennyisége:

$$160.87 - 37.22 = 123.65 \text{ térfogat. . . . . 26)}$$

Az eldurantás megtörténtével az észlelt térfogat 96.64, tehát a kontrakció:

$$160.87 - 96.64 = 64.23 \text{ térfogat. . . . . 27)}$$

Az eldurantásnál képződött szénsav elvonásával az észlelt térfogat volt 87.58, tehát a képződött szénsav mennyisége:

$$96.64 - 87.58 = 9.06 \text{ térfogat . . . . . 28).}$$

A számítások eszközölhetése szempontjából reducálnunk kell az eldurantásnál nyert értékeket, valamint a hydrogén, methán és szénoxyd meghatározása alkalmával nyert megfelelő értékeket a térfogat egységre; ezen reductiót a következő arányok segítségével hajtjuk végre:

$$\text{A } H - CH_4 - CO\text{-ra vonatkozólag (4)}$$

$$132.85 (V) : 41.47 (V^{Contr.}) = 1(V) : x(V^{Contr.}). \text{ lásd 8).}$$

$$26.03 (V) : 11.09 (V^{CO_2}) = 1(V) : y(V^{CO_2}) \text{ lásd 5) és 9).}$$

A nehéz szénhydrogénekre és a  $H - CH_4 - CO$ -re együttesen (B)

$$160.87 (V) : 64.23 (V^{Contr.}) = 1(V) : x_1(V^{Contr.}) \text{ lásd 27).}$$

$$17.45 (V) : 9.06 (V^{CO_2}) = 1(V) : y_1(V^{CO_2}) \text{ lásd 24) és 28)}$$

Az arányok megoldásával nyerjük:

A-ban B-ben

- |   |        |        |
|---|--------|--------|
| 1. a térfogat egységre vonatkoztatott kontrakciót | 0.3122 | 0.3993 |
| 2. " " " " szénsav mennyiségét                    | 0.4260 | 0.5192 |

A nehéz szénhydrogének által előidézett  $s$  a térfogat egységre reducált kontrakció e szerint:

$$B_1 - A_1 = 0.3993 - 0.3122 = 0.0871, \quad . . \quad 29)$$

$s$  a képződött szénsav mennyisége:

$$B_2 - A_2 = 0.5192 - 0.4260 = 0.0932 \quad . . \quad 30).$$

Szükséges még a harmadik érték, a nehéz szénhydrogének mennyiségének ismerete, az elemzéshez vett — tehát szénsav és oxigénmentes, —  $s$  a térfogat egységre reducált gázban. 4) szerint a nehéz szénhydrogének százalékos mennyisége 4.17; a szénsav és oxigén százalékos mennyiségének összege pedig 2) és 3) szerint

$$2.69 + 0.82 = 3.51$$

a szénsav és oxigén mentes gáz mennyisége tehát 100 részben

$$100 - 3.51 = 96.49 \quad . . . . \quad 31).$$

A nehéz szénhydrogének mennyisége, 96.49 szénsav és oxigénmentes gázban 4.17 lévén, ezen gáznak 100 részében 4.32,

$$96.49 : 4.17 = 100 : x; \quad x = 4.32$$

a térfogat egységben tehát 0.0432 . . . . . 32).

Ekként a harmadik értéknek is —  $V = 0.0432$  — birtokában, kiszámítható a nehéz szénhydrogének egyes componenseinek, azaz az aethylen, butylen és az acetylen mennyisége, a 17) 18) és 19) vagy 20) 21) és 22) alatt tárgyalt egyenletek alapján, mihe.lyest az  $a-b-c$ ,  $a_1-b_1-c_1$  és  $a_2-b_2-c_2$  együtthatók értékeit megállapítottuk. Az  $a-b-c$  együtthatók értéke egyenlő egyenként az egységgel; a kontrakcióra vonatkozó  $a_1-b_1-c_1$  és a szénsavra vonatkozó  $a_2-b_2-c_2$  együtthatók értéke a következő táblázatban van összeállítva. Ezen értékek az aethylen, butylen és acetylen egy-egy térfogatára lettek kiszámítva, az illető légnemek térfogatszerinti összetételének  $s$  az elégésüknél bekövetkező kontrakció és a képződő szénsav térfogati mennyiségének levezetésével, mint az a fönnebb kifejtett analog esetben, a  $H-CH_4-CO$  megfelelő együtt-hatóinak megállapításánál történt.



A légnem neve	Aethylen	Butylen	Acetylen
Összetétele	1 térfogatban van 1 térf. C + 2 térf. H	1 térfogatban van 2 térf. C + 4 térf. H	1 térfogatban van 1 térf. C + 1 térf. H
Contraktio	$2 = a_1$	$3 = b_1$	$\frac{3}{2} = c_2$
Szénsav	$2 = a_2$	$4 = b_2$	$2 = c_2$

Az illető számértékeknek beigtatásával felállíthatók tehát a következő egyenletek:

$$0.0432 = x + y + z$$

$$0.0871 = 2x + 3y + \frac{3}{2}z$$

$$0.0932 = 2x + 4y + 2z$$

Vagy pedig helyettesítve az  $x - y - z$ -nek a 20) 21) és 22)-ik szám alatt adott kifejezéseiben, a megfelelő együtthatók számértékeit, leend

$$x = \frac{-2 \times 0.0871 + \frac{3}{2} \times 0.0932}{-1} = \frac{0.3484 - 0.2796}{2} = \frac{0.0688}{2} = 0.0344$$

$$y = \frac{0.0432 - \frac{1}{2} \times 0.0932}{-1} = \frac{0.0932 - 0.0864}{2} = \frac{0.0068}{2} = 0.0034$$

$$z = \frac{-2 \times 0.0432 + 2 \times 0.0871 - 0.0932}{-1} = \frac{-0.1796 + 0.1742}{-1} = 0.1796 - 0.1742 = 0.0054.$$

Az  $x$ ,  $y$  és  $z$  értékeinek 100-zal való szorozásával nyerjük az aethylen, butylen és acetylen százalékait az oxygen és szénsavmentes gázban.

$$x_1 = 3.44$$

$$y_1 = 0.34$$

$$z_1 = 0.54$$

$$\text{Összesen} = 4.32$$

Szükséges még ezen értékeknek átszámítása az eredeti — tehát szénsav és oxygén tartalmú — világító gázra.

$$\left. \begin{array}{l} 100 : 3.44 = 96.49 : x_2; x_2 = 3.32 \\ 100 : 0.34 = 96.49 : y_2; y_2 = 0.33 \\ 100 : 0.54 = 96.49 : z_2; z_2 = 0.52 \end{array} \right\} \text{ . . . lásd 31).}$$

E szerint az eredeti világító gáz 100 térfogatrészben tartalmaz:

3.32	térfogat	aethylent
0.33	"	butylen
0.52	"	acetylen

összesen 4.17 térfogat nehéz szénhydrogén.

Az 1879/80-ik év telén tehát a kolozsvári világító gáz következő százalékos összetétellel bírt;

Hydrogén . . . . .	52.06	%
Mocsárlég . . . . .	32.88	"
Szénoxyd . . . . .	6.46	"
Aethylen . . . . .	3.32	"
Butylen . . . . .	0.33	"
Acetylen . . . . .	0.52	"
Szénsav . . . . .	2.69	"
Nitrogén . . . . .	0.92	"
Oxygen . . . . .	0.82	"
Összesen . . . . .	100.00	%

A kolozsvári világító gáz összetétele igen közel megegyező a budapesti gáz összetételével, a mint az az alább álló összehasonlításból kitűnik.

Alkatrészek	Budapesti gáz 1876-ban*)	Kolozsvári gáz 1879/80 telén
Hydrogen	51.32	52.06
Mocsárlég	34.68	32.88
Szénoxyd	5.88	6.46
Nehéz'szénhydrogének	4.87	4.17
Szénsav	2.34	2.69
Nitrogén	0.71	0.92
Oxygén	0.20	0.82
	100.00	100.00

E feltűnő hasonlóság következtében kérdést intéztem a helybeli gázársulat igazgatójához a szén minősége felől, mely a világító gáz előállítására használtatik s azon választ nyertem, hogy Kolozsvárt is ugyanazon szén szolgál a világító gáz előállítására, mint Budapesten, a mivel a nagy fokú hasonlóság a két gáz összetételében természetes magyarázatát találta.

Meghatározottatott Bod S. és Köpe D. által a kolozsvári világító gáz fényereje is. A fényerő meghatározása az ismert Bunsen-féle photométerrel eszközöltetett; fényforrásul az összehasonlításnál úgynevezett hatos viasz-gyertya szolgált. Az összehasonlítás különböző időben, összesen tizszer történt s eredményei a következő táblázatban vannak föltüntetve:

\*) Közlemények a m. kir. egyetem vegytani intézetéből. A budapesti világító gáz vegyelmezése 1876-ban Dr. Illovay Lajos tanársegédétől. Előadta Than Károly. Budapest, 1880. Magy. tud. akadémia kiadványa.

A kísérlet száma	Fényerő	A kísérlet száma	Fényerő
1	11.4	6	12.1
2	11.8	7	11.5
3	12.2	8	11.6
4	11.5	9	12.1
5	10.8	10	10.9

Középértékben tehát a kolozsvári világító gáz fényereje a hatos viasz-gyertya fényét 11.59-szer múlja felül. Ilyen nagyságú fényerő kifejtése mellett a gázóra segélyével megmért gázfogyasztás óránként 193.5 liter. A kolozsvári világító gáz köbméterének ára 21 kr. lévén, egy közönséges gázégő óránként tehát  $4\frac{1}{10}$  kr. árú gázt fogyaszt.