

## ÚJ HIGANYOS VOLTAMÉTER.

*Dr. Pfeiffer Péter tanársegédétől.*

— VII. tábla. —

A voltaméterek legutóbbi szerkezeténél ama körülmény, hogy az áram által fejlesztett durranó gáz térfogata s az azt befolyásoló tényezők, mint a hőmérséklet és nyomás, kellő pontossággal csakis kényelmetlen mellékeszközök alkalmazásával és fáradságos számításokkal határozható meg, azon kísérletek részére, melyeknél az áramerő nagyságának ismerete vegyi mértékben kívántatik: szükségessé tévék a voltamétereknek oly szerkezetet adni, hogy általa a benne fejlődött durranó gáz térfogata a hőmérséklet és nyomás számbavételével kísérleti úton kényelmesen és pontosan meghatározható legyen.

E czélból szerkesztettem a higanyos voltamétert, melyben a fejlődő durranó gáz térfogata a környezőlég nyomására vissza vezetve hőmérsékletével együtt, az általa kiszorított higany mennyiség súlyából határozható meg. A készülék szerkezetét hosszátmetszetben a mellékelt rajzlap (VII. tábla.) tünteti fel. Áll három részből, ugymint *a* gázfejlesztőből, *h* higanytartóból és *f* higanyfelfogóból. A gázfejlesztő egy körülbelül 20 köbcéntiméter térfogatú, alul beforrasztott üveghenger, melynek közepe táján a két platina lemez *electrod* kivezető sodronyainál fogva egymáshoz párhuzamosan körülbelül 5 milliméternyi távolságban van beforrasztva. A platina sodronyok kiálló végei a villamforrással való összekötésre *b* — és a rajzban nem látható hasonfékvésű csavarral van vezetői összeköttetésbe hozva. Az üveghenger felső része egy csakhamar függélyes és vízszintes ágra oszló üvegcsőhöz van forrasztva. A függélyes ág *d* csappal ellátva hordozza az *e* kétszeresen meggörbitett üvegesből álló víz manométert. A vízszintes ág *h* higanytartó nyakába nyílik. A *h* higanytartó

egy körülbelül 150 köbcentiméter térfogatú hengeralakú edény, alul félgömb alakú fenékkal ellátva. E higanytartóban van az *ss* szivornya csőnek egyik ága jól záró kaucsuk dugó segítségével úgy beerősítve, hogy a csőnek ez az alant nyílt ága a dugón áthaladva a higanytartó fenekéig ér. A szivornya felső, vízszintes részébe *g* jól záró üvegesap van folytatólag beforrasztva. A szivornya második ága — kevéssel szűkebb cső — függélyesen lefelé halad s az előbbi ág alsó végének magasságában horog alakban felfelé van görbítve, mely görbület finom csúcsban kihúzva, felső részén kis nyílással bír. E második ág bele nyúlik az *f* higanyfelfogóba, mely egy alant beforrasztott *s* a higanytartó függélyes hosszával egyenlő hosszúságú szűkebb és az ehhez forrasztott tágabb hengerből áll. A higanytartó *t* állványrudon vízszintes irányban álló, fel és alá könnyen tolató két nyeles gyűrűbe *m*, *n* van téve, melyek egymással *o* függélyesen álló mikrométer csavarral vannak úgy összekötve, hogy a csavar forgatásával a két nyeles gyűrű a rúdon egymástól távolítható, vagy egymáshoz közelíthető. Ezen kívül az *n* nyeles gyűrű *v* csavar segítségével *t* rúdhoz rögzíthető. Ez állvány segítségével a higanyfelfogó *v* csavar megnyitásával szabad kézzel fel és alá mozgatható, azonkívül *v* csavar rögzítése után *o* mikrométer csavar forgatásával az *m* nyelesgyűrű *s* vele együtt a higanyfelfogó is finoman fel és alá állítható. A gázfejlesztő, valamint a higanytartó egy tágabb, hengeralakú üveg-pohárba van téve, melynek fafedelén a manométert tartó cső *s* a szivornyának egyik ága áthalad. E fedélre van erősítve a két csavarszorító, *s* a tágabb hengerbe benyúló *z* hőmérő. Végre az egész készülék *MN* lépcsőalakú állványra van helyezve.

Az *a* gázfejlesztő a henger felső szűkületéig kénsavval savanyított vízzel (1 rész kénsav, 15 rész víz) töltetik meg, oly formán, hogy a *d* csap kivétetik *s* a folyadék keverék a csap alsó függélyes nyílásán át egy alkalmasan hajlított finom üvegcsővel ellátott töleséren öntetik be. A higanytartó, valamint a szivornya egész hosszában higanyval lesz megtöltve, még pedig úgy, hogy az *f* felfogó edényt a legmagasabb állásra feltolva, megtöltjük higanyval, ekkor úgy a *g*, mint a *d* csapot nyitva, a készülékben a levegőt a manométer szabad végén át addig ritkitjük, míg a higany a szivornyán át a tartóba ér. A mint ez megtörtént, a felfogóból a higany ezután szivattyúzás nélkül is átömlik mindaddig, míg a felszín a tartóban és

felfogóban egyenlő magasságot el nem ér. Ily módon a felfogóba mindaddig öntünk higanyt, míg a tartó megtelik. Ezek után a manométerbe öntünk — ezélszerűbben carminnal festett vizet. Az  $rr$  edényt is megtöltjük vízzel; pontosabb s egyúttal hosszabb ideig tartó mérésekhez ezélszerű az  $rr$  edényt olvadozó jég és vízzel megtölteni, mely így a higanyt, valamint a fejlődött gázt, állandóan 0 fokon tartja.

Ezzel a készülék mérésre elő van készítve, mely következőkép történik: A  $g$  csapot elzárva a felfogót, leeresztvén, kivesszük s csak annyi higanyt töltünk belé, hogy az a szűkebb alsó részt töltsse meg. Ezután a higanyt edényestől egy érzékeny mérleggen megmérjük s visszahelyezzük az állványba, melylyel a legmagasabb pontra állítjuk. Ezután a  $d$  csapot kihuzzuk s a manométerben lévő folyadékot szívás által mozgásba hozzuk, hogy a megszáradt üvegfalak tapadása a folyadék állását ne zavarja. Visszahelyezvén a csapot, nyitva hagyjuk s a villamáram zárásával megindítjuk a gázfejlődést, egyúttal a zárás pillanatában megfigyelve az időt egy pontosan járó órán. A fejlődő gáz keveredve a higanytartóban a higany fölött, — az összekötő csőben, — valamint a manométert tartó csőben lévő levegővel, ennek nyomását növeli, mely nyomásnövekedés miatt a festett víz a manométer nyílt szájában emelkedni kezd. Ekkor megnyitjuk a  $g$  csapot, most a szerint, hogy a felfogóban levő higany felszine eredetileg magasabban, vagy mélyebben állott a higanytartóban levő higany felszínénél — a manométerben a festett víz magasabbra emelkedik, vagy az utóbbi esetnek megfelelően — mélyebbre fog szállni. E változás a manométerben addig tart, míg a már fejlődött gáz által a tartóban előidézett nyomásnövekedés a tartóban és felfogóban levő higany felszínkülömbőségével egymást egyensúlyozzák. Ez rövid idő alatt történik, rohamosan pedig abban az esetben, ha a szivornya külső végén a horog nyílása nem elég szűk. E kiegyenlítés után a manométer a felvett új egyensúlyi állást a gázfejlődés további folyamában elhagyva — mindinkább emelkedik. Ha már nagyra nőtt a manométerben a két folyadékoszlop magasság differentiája, a felfogót  $v$  csavar megnyitásával sülyesztetni kell, mi alatt a manométerben a differentia mindinkább fogy s a felfogó edénybe több- és több higany gyűl. A felfogónak sülyesztése lépést tartva a manométerben mutatkozó felszín különbséggel mindaddig

26.

folytatandó, míg a mérés idejének vége közeledik. Ekkor a felfogót rögzítjük  $s$  a villamáramot a bekövetkezett pillanatban nyitjuk, észlélvén a nyitás idejét. Ezután a manométeren mutatkozó nyomás differentiát egyenlítjük ki a felfogó edény további súlyesztése által, mely kezdetben a  $v$  csavar megnyitásával szabadkézzel történik addig, míg a differentia igen kicsiny lesz, ekkor rögzítetik a  $v$  csavar  $s$   $o$  mikrométer csavarral a súlyesztés addig folytattatik, míg a manométerben a két folyadékoszlop teljesen egyenlő magasságban áll. Ha ez bekövetkezett, bizonyosak lehetünk a felől, hogy a levegő és durranó gázkeverék nyomása a készülékben épen akkora, mint a környező küllég nyomása, mert a két higanyörmög a tartóban és felfogóban — szivornya által lévén összekötve — ugyanazon felszín magassággal bir  $s$  így a higany részéről a gázkeverékre semminemű nyomás nem gyakoroltatik.

Ily módon a beállítás után a fejlődő gáz nyomását a küllég nyomásában a barométeren leolvashatjuk.

Bizonyosak lehetünk továbbá a felől, hogy a fejlődött durranó gáz a környező víz hőmérsékletét vevén fel, e hőmérsékletnek megfelelő térfogatával azonos térfogatú higany mennyiséget szorított át a felfogó edénybe, mert a gázfejlődés előtt a küllég nyomásával azonos nyomású levegő volt elzárva a készülékben, ehhez jött a fejlődött gáz, mely térfogatának a bezárt levegő térfogatáhozi viszonyában növelte volna a belső nyomást, de a belső nyomás a gázfejlődés előtti nyomásra vitetett vissza, mi csak úgy vált lehetségessé, ha a belső térfogat higanykivétele által épen annyival növeltetett, mint a mennyi gáz fejlődött. A tartóból eltávolított higany a felfogóba került, így a felfogó edényben a higanyzaporulat térfogata adja meg a fejlődött gáz térfogatát. A felfogóbani higanyzaporulat könnyen meghatározható. E czélból zárjuk a  $g$  csapot, a tartót leeresztvén, pontosan megmérlegeljük. Ismeretes lévén a kezdetben benntoglalt higany súlya, a két mérési adat különbsége fogja a higanyzaporulat súlyát megadni. E higanyzaporulatot további mérés eszközölhetése végett igen könnyű újból a tartóba vissza vinni. E végre csak a tartót az állványnyal a legmagasabb állásra kell helyezni; a  $g$  csap megnyitásával az összes higanyzaporulat magától vissza megy a tartóba. A higanyzaporulat súlyából könnyen meghatározható a hi-

gany térfogata. Tekintetbe véve, hogy a higany térfogata igen is függ a hőmérséklettől, e körülményt itt soha sem szabad figyelmen kívül hagyni. A higany sulyára vonatkoztatott térfogata a hőmérséklet szerint pontosan meg van határozva és táblázatokban öszszeállítva. Egy ilyen táblázatot további utánjárás kikerülése czéljából az alábbiakban közlök. Ezt Landolt és Börnstein „Physikalisch-Chemische Tabellen“ czimű könyvéből vettem. Feltünteteti egy gramm higany térfogatának változását köbcentiméterekben 0 és 30 fok hőmérséklet között:

Hő- mérsék	Térfogat	Hő- mérsék	Térfogat	Hő- mérsék	Térfogat
0 C <sup>o</sup>	0·073 5548	11 C <sup>o</sup> .	0·073 7017	21 C <sup>o</sup>	0·073 8352
1	0·073 5682	12	0·073 7150	22	0·073 8485
2	0·073 5815	13	0·073 7284	23	0·073 8619
3	0·073 5949	14	0·073 7417	24	0·073 8752
4	0·073 6082	15	0·073 7551	25	0·073 8886
5	0·073 6216	16	0·073 7684	26	0·073 9019
6	0·073 6349	17	0·073 7818	27	0·073 9153
7	0·073 6483	18	0·073 7951	28	0·073 9286
8	0·073 6616	19	0·073 8085	29	0·073 9420
9	0·073 6750	20	0·073 8219	30	0·073 9553
10	0·073 6883				

E táblázatból a higanytartó mellett felállított hőmérő adatának megfelelő higanytérfogatát kikeresve, e számmal sorozzuk a higanyszaporulat sulyát, megtaláljuk a higany helyét elfoglalt durranó gáz térfogatát.

Látható ebből, hogy ha a beállítás a manométerrel kellő pontossággal megtörtént és a higanyszaporulat sulya meghatározott, ha e grammokban kifejezett sulynál csak a tized grammokat jelentő szám teljes pontosságát fogadjuk is el, miután a térfogat kiszámításánál e számot még 0·073 . . számmal kell szorozni: a gáz térfogatát kifejező számban a harmadik tizedes hely pontosságához sem férhet semmi kétség. Azonban azokon a helyeken, hol ily meghatározások történhetnek, rendelkezésre áll egyuttal oly mérleg is, melyen súlymérés a grammnak század, sőt ezred részeire is biztosan végezhető. Ez esetben e higanyos voltaméterrel a benne fejlődött

gáz térfogatát a köbcentiméter tizezred részére biztosan lehet mérni. Tekintve, hogy a voltaméterek eddigi szerkezeténél a fejlődött gáz térfogatának a köbcentiméter tized részére való megítélhetése is bizonytalan volt: e mérő eszközzel e téren haladást mutathatok fel.

E higanyos voltaméter érzékenységét kísérleti úton is igyekeztem megmutatni. Ahoz, hogy e készülék érzékenysége direkt kísérlet által demonstrálható legyen, szükséges volna oly villamforrással rendelkezni, melyről előre kimondhatnók, hogy minden időben változatlanul ugyanazon áramot szolgáltatja. Azonban ilyen villamforrás, mely ezen felül még vizet bontani is képes legyen — nem létezik. Ily körülmények között meg kell elégednem azzal, hogy ugyanazon villamáramra vonatkozólag voltaméterem adatait egy gálvánométer adataival hasonlítom össze. Erre nézve a kísérletet következőkép rendeztem be: Három ujonnan összeállított Dániell elem áramába befogtam a higanyos voltamétert és egy Siemens-féle tangens buszszolát, melynél a multiplikator tekercs ellenállása 0.1 Siemensegység volt. Az áramot öt perczig vezettem mindig keresztül s mértem a gázfejlődést a voltaméterben. Az időt egy pontosan járó, állítható másodpercz órán észleltem. Minden zárásnál leolvastam a buszszola kitérését abban a pillanatban, mikor a tű az első kilengések után nyugalomba jött, ezt feljegyeztem; valamint feljegyeztem valamivel az öt percz vége előtt a polarisatio előidézte visszaesését is a tűnek. Miután e visszaesések nagyságai egymástól alig különböztek, miből a polarisatiónak állandóságát vettem fel — ezt figyelmen kívül hagytam s a villamáram erejét egyenesen a kezdetleges kitérésű szög tangensével vettem arányosnak. A méréseket kétszer szakítottam meg hosszabb időre, úgymint délután 1 óraker a 4-ik mérés után és este 7 óraker a 14-ik mérés után, mely utóbbira a következő mérést más nap 10 óraker végeztem a nélkül, hogy az elemek az egész idő alatt csak érintettek volna is. Innen magyarázható e két helyen az áramerő nagy változása. A higanyos voltaméter, valamint a gálvánométer adatai a következő táblázatban foglalhatók, hol a két utolsó rovat a kétféle adatnál az egymásután következő számok differenciáját mutatja.

Sorszám	A voltaméternél		A galvánométernél		A gázterfogatok közötti különbség	Az áramerők közötti különbség
	kiszorított higany sulya	a gáz térfogata	kitérés $\alpha$	tg. $\alpha$		
1	143·768 gr.	10·4950 cc.	48·0 °	1·1106		
2	146·872 „	10·7216 „	48·2 °	1·1184	0·2260	0·0078
3	150·715 „	11·0021 „	48·5 °	1·1302	0·2805	0·0118
4	155·907 „	11·3812 „	49·0 °	1·1503	0·3810	0·0201
5	164·878 „	12·0360 „	50·0 °	1·1929	0·6548	0·0424
6	168·645 „	12·3110 „	50·3 °	1·2045	0·2750	0·0118
7	170·615 „	12·4548 „	50·5 °	1·2103	0·1438	0·0068
8	174·115 „	12·7103 „	50·8 °	1·2261	0·2555	0·0158
9	178·140 „	13·0042 „	51·2 °	1·2437	0·2939	0·0276
10	182·100 „	13·2933 „	51·6 °	1·2617	0·2891	0·0180
11	185·210 „	13·5203 „	52·0 °	1·2809	0·2270	0·0192
12	187·283 „	13·6716 „	52·2 °	1·2891	0·1513	0·0082
13	188·460 „	13·7575 „	52·2 °	1·2891	0·0859	0·0000
14	189·652 „	13·8445 „	52·2 °	1·2891	0·0870	0·0000
15	178·693 „	13·0445 „	51·2 °	1·2437	—0·8000	—0·0373
16	182·960 „	13·3562 „	51·6 °	1·2617	0·2117	0·0180
17	183·697 „	13·4098 „	51·6 °	1·2617	0·0536	0·0000
18	191·189 „	13·9579 „	52·5 °	1·3042	0·5481	0·0425

Az utolsó két rovatban lévő differentiákat összehasonlítva egymással, azonnal szembe tűnik azoknak parallel változása, vagyis a midőn emelkedik az egyik, neki megfelelően emelkedik a másik is, sőt mikor ellenkező jegyűre változott az egyik (14 és 15 között),

ellenkezőre változott a másik is. E parallel változából az következik, hogy az áramerő változása épen úgy megítélhető e voltaméterrel, mint a tangens buszszolával. Azonban a differentiák paralellismusa nem teljes. A létező eltérések tekintve, hogy az általam használt gálvánométeren a kitérések a szögfok tized részeiben csak becslésnek vehetők, tisztán csak a gálvánométer adatainak róható fel, annyival is inkább, mivel a kiszorított higanymennyiségek sulyadatai s az ezeknek megfelelő térfogat-adatok változásukban még ott is határozott irányt követnek, hol a gálvánométer adatai e tekintetben bizonytalanok. Ez látszik a 12, 13, 14, 16 és 17-ik mérésből. E táblázatból kitűnik tehát, hogy érzékenység és megbízhatóság tekintetében e higanyos voltaméter jóval túlszárnyalja az általam használt Siemens-féle tangens buszszolát.

---

# Higanyos-voltameter

$\frac{1}{3}$ -ad term. nagyságban.

