

# A totálreflexiós röntgenfluoreszcens spektrometria alkalmazása nagy szervesanyag-tartalmú minták vizsgálatára

Dr. Varga Imre – Dr. Záray Gyula\*

## Bevezetés

A totálreflexiós röntgenfluoreszcens spektrometria (továbbiakban TXRF) kiváló lehetőséget biztosít, egy mérési eljárásban mintegy húsz, 11-nél nagyobb rendszámú elem szimultán meghatározására. Kis mintaigény (10–50  $\mu\text{l}$ ) mellett  $\text{ng}/\text{cm}^3$  kimutatási határok jellemzik a módszert. A gerjesztő sugár sűrűlő beeséssel, néhány szögperc (2–6') megvilágítási szög alatt érkezik a kvarc hordozó felületére, ahol teljes visszaverődést szenved. A gerjesztő sugár behatolási mélysége a teljes reflexió miatt a mintahordozóra kb. 10 nm, ami a háttérintenzitás jelentős csökkenését eredményezi [1–2]. Folyadékminták TXRF módszerrel végzett közvetlen elemanalitikai vizsgálata szempontjából meghatározó jelentőségű a minták szárazanyag-tartalma. Ugyanis a 10 nm maximális felületi érdességű kvarc hordozó felületén a 10–50  $\mu\text{l}$  térfogatú folyadékminta beszárítását követően kialakuló vékony réteg vastagsága és fiziko-kémiai tulajdonságai befolyásolják a fluoreszcens hozam mértékét és a szóródási folyamatok eredményeképpen a háttérintenzitást. Nagy szervesanyag-tartalmú minták vizsgálatánál előnyösnek találták a minták salétromsavas roncsolásán alapuló hagyományos minta-előkészítést [3]. Költség- és időtényezők miatt azonban kedvező lenne ennek elhagyása és egyszerűbben, hígítással csökkenteni a hordozón kialakuló vékony réteg vastagságát. A lehetséges hígítás mértékét viszont megszabja a meghatározni kívánt elemek koncentrációja és az analitikai rendszerrel elérhető kimutatási határok, mely utóbbiak a rendszámtól függően a  $\text{pg}/\text{ng}$  tartományban helyezkednek el. Cukrok, illetve nagy cukortartalmú anyagok fémszennyezéseinek meghatározására elektro-kémiai [4] és atomspektroszkópiái [5] módszerek állnak rendelkezésre. Nyomanalízis közvetlenül szilárd mintából TXRF módszerrel a réteg vastagsága és a szóródási jelenségek miatt nem kivitelezhető. Oldás után a kívánt, maximum néhány mikrométeres mintaréteg vastagság elérése érdekében a mintát oly mértékben kell hígítani kétszer desztillált vízzel, amely a kimutatási határok elfogadhatatlan emelkedésére vezet, tehát szükséges a minták roncsolása vagy a meghatározandó komponensek dúsítása.

A fenti megfontolások alapján jelen munkánkban célul tűztük ki szilárd szaharóz, glükóz és glükóz-monohidrát nyomanalízisét, valamint a 32,5% (m/v) szaharóz tartalmú folyadék, a K, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Co, V, Mo és Se elemeket tartalmazó HUMET-R gyógyhatású készítmény analitikai kémiai minősítéséhez a minták roncsolásával, illetve különböző mértékű hígításával nyert oldatok összehasonlító TXRF vizsgálatát.

## Készülék

A vizsgálatokat EXTRA IIA (Atomika GmbH, München) típusú totálreflexiós röntgenfluoreszcens spektrométer alkalmazásával végeztük el. A mérési körülményeket az 1. táblázatban tüntettük fel.

\* ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

1. táblázat

Gerjesztés	Be ablakos vonalfókuszú röntgensövek, Mo és W anód (gerj. energia: Mo $K_{\alpha}$ 17,5 keV, W $L_{\alpha}$ 8,4 keV, $W_{\beta}$ 35 keV)
Feszültség	25–50 kV
Anódáram	10–35 mA
Megvilágítás szöge:	6'
Detektálás	Sí(Li) félvezető detektor
	2048 csatornás analizátor
adatgyűjtési idő:	1000 s
felbontás:	0,16 keV

## Mellékalkotók kvantitatív meghatározása

A HUMET-R mintákat a vizsgálatokhoz kétféle módon készítettük elő:

– 1,00 g mintához 6  $\text{cm}^3$  tömény salétromsavat adtunk és főzőlapon melegítve 2 órán keresztül folytattuk a roncsolást, majd belső standardként  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  oldatot adcionáltunk és kétszer desztillált vízzel 10  $\text{cm}^3$ -re töltöttük fel.

– a mintákat kétszer desztillált vízzel különböző, a kettő hatványainak megfelelő arányban (1:4, 1:8, ... 1:64, 1:128) hígítottuk és a belső standard koncentrációját azonos értéken tartottuk. Az így nyert oldatokból 10  $\mu\text{l}$  térfogatú részleteket pipettáztunk hidrofobizált kvarc mintatartókra, majd lamináris boxban 65 °C-on 1 órán át szárítottuk.

A 2. táblázat néhány kiragadott, jellemző példával szemlélteti a mérési adatok alapján kalkulált koncentráció értékeket, amelyeket mind egyetlen, homogén mintára vonatkozóan nyertünk. A gyártó cég által megadott névleges koncentráció értékeket tájékoztatásul tüntettük fel a táblázatban. Az adatokból megállapítható, hogy négyszeres hígítással valamennyi mért elem számított koncentrációja nő az eredeti állapotú, hígítatlan mintánál mérhetőhöz képest. 32-szeres hígításnál már jól megközelítjük a névleges koncentráció adatokat. A cseppméret és az oldott anyag sűrűsége alapján kalkulált rétegvastagság ez utóbbi hígításnál 4–8  $\mu\text{m}$  a csepp beszáradásától függően. A további hígítás már nem hoz javulást a koncentráció adatok vonatkozásában, ugyanakkor a mérési adatok szórása megnő.

2. táblázat

A hígítás hatása a 20  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$  Sr belső standard alkalmazásával számított koncentrációkra, összehasonlítva a feltárás után nyert oldatokra vonatkozó adatokkal

	K	Fe	Zn	Mn	Cu	V	Se
	(mg/dm <sup>3</sup> )						
Névleges koncentráció	3670	1400	1000	300	200	50	12,5
eredeti, hígítatlan	1010	720	620	190	130	17	8
4-szeres hígítás	1830	1120	840	270	190	37	12
32-szeres hígítás	3630	1380	1010	320	180	47	12
feltárás után	3680	1280	910	310	200	45	12

A kísérletek alapján megállapítható, hogy ismeretlen folyadékminták TXRF elemanalitikai vizsgálatát megelőzően meg kell határozni a szárazanyag-tartalmat, amelynek ismeretében a hordozón kialakuló réteg vastagsága már becsülhető, és hígítással a felső határként elfogadható 10 µm-es határ alá csökkenthető. A feltárás utáni és feltárás nélküli elemzési eredmények összehasonlítása alapján kijelenthető, hogy megfelelő kísérleti feltételek betartása mellett az analízishez nem szükséges a minták feltárása. Az általunk kidolgozott módszer – a minta-előkészítés egyszerűsítésével – jelentősen lerövidítheti az elemzési időt: a szilárd anyagra vonatkoztatva 3–1000 mg/kg koncentráció tartományban lévő elemek meghatározása során. Tapasztalataink más minták esetében is haszonnal alkalmazhatóak.

## Nyomelemek meghatározása cukrokban

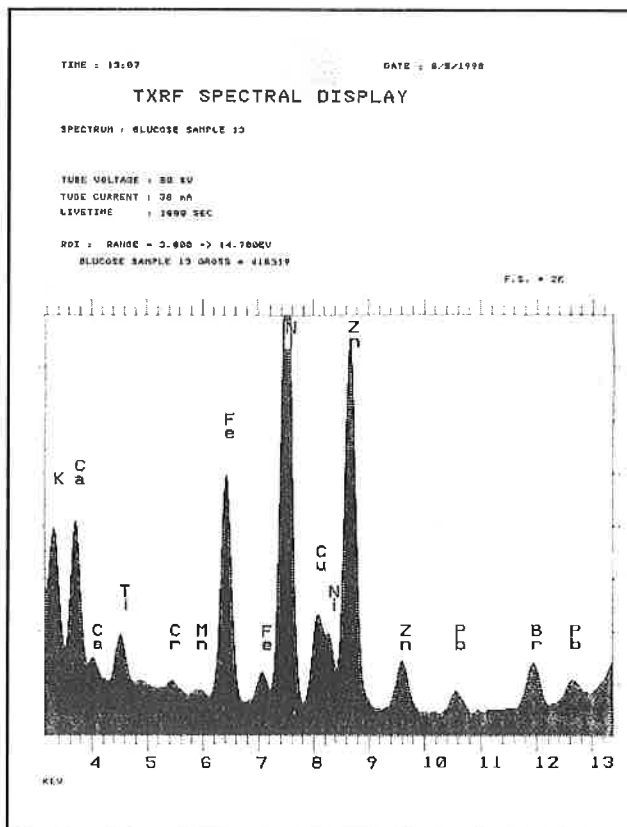
A bevezetésben megállapítottak alapján a szaharóz és glükóz minták előkészítésére mikrohullámú feltáró berendezésben kivitelezett salétromsavas roncsolást, száraz hamvasztást és kelátcserélő mikrooszlopon (IDAEC) történő dúsítást alkalmaztunk. Meghatároztuk az alkalmazott minta-előkészítési eljárások esetében a TXRF módszerrel elérhető kimutató határkoncentrációk értékeit, amelyet néhány vizsgált elem esetén a 3. táblázatban mutatunk be. Az elemzési eredményeket összehasonlítottuk grafitkemencés-atomabszorpciós spektrometria (GF-AAS) és induktív csatolású plazma-atomemissziós spektrometria (ICP-AES) alkalmazásával kapott eredményeinkkel. Az 1. ábrán egy savas roncsolással előkészített glükóz minta spektrumrészletét mutatjuk be.

3. táblázat

Kimutatósi határértékek cukrok TXRF analízise esetén

	Ag	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Ni	Pb	Zn
	mg/kg								
Savas roncsolás	0,02	0,2	0,2	0,1	0,5	1	0,2	0,05	0,1
Hamvasztás	0,03	0,2	0,5	0,1	0,6	1,5	0,2	–	0,2
Dúsítás	0,01	–	–	0,02	0,04	–	0,05	0,02	0,04

Kijelenthető, hogy a fent említett három minta-előkészítési mód bármelyike megfelelő, előnyeiket, és alkalmazásuk korlátait mérlegelve



1. ábra Glükóz minta TXRF spektrumának részlete

felhasználhatók. Az ICP-AES, GF-AAS és TXRF összehasonlító mérések adatai jó egyezést mutattak.

## Hivatkozások

1. Y. Yoneda, T. Horiuchi: Rev. Sci. Instr. 42, 1069 (1971)
2. Záray Gy.: Anyagvizsgálók Lapja 1993/3. 77
3. R. Klockenkämper, A. von Bohlen: J. Anal. Atom. Spectrom. 7,273 (1992)
4. Li Yingjian et al.: Fresenius' J. Anal. Chem. 351 (7), 678 (1995)
5. N. J. Miller-Ihli: J. Agric. Food Chemistry 43 (4), 923 (1995)

## Elemanalitikai feladatainak gyors, megbízható és gazdaságos megoldásához korszerű, számítógéppel vezérelt, egyszerűen programozható spektrométereket kínál a TESTOR

A mobil ARC-MET 900 S&P és a hordozható ARC-MET 930 S&P optikai emissziós spektrométerekkel egyszerű programváltással a fémötvözetek sokféle fajtáját elemezheti. **Meghatározhatja** az acélok legfontosabb ötvözőjét, **a korbont** és a szennyezői közül **a foszfort és a kenet is**, mégpedig laborpontossággal néhány perc alatt!

**Az ARC-MET spektrométerek előnyösen alkalmazhatók például:**

- karbantartások minőségbiztosítási feladataihoz, megelőzve az esetleges anyagcserélésből adódó károkat, üzembiztonságokat például az erőművi, vegyipari, gyógyszer- és élelmiszeripari technológiai berendezések javításakor;
- acél- és fémöntvényekben a betét összeállításához és az adagvezetéshez; műbizonylatok kiállításához;
- a beérkező szállítmányok gyors ellenőrzéséhez;
- az acél-, a fémötvözet-, illetve a fémhulladék-kereskedelemben azonosításra és az elvesztett vagy hiányos műbizonylatok pótlására.

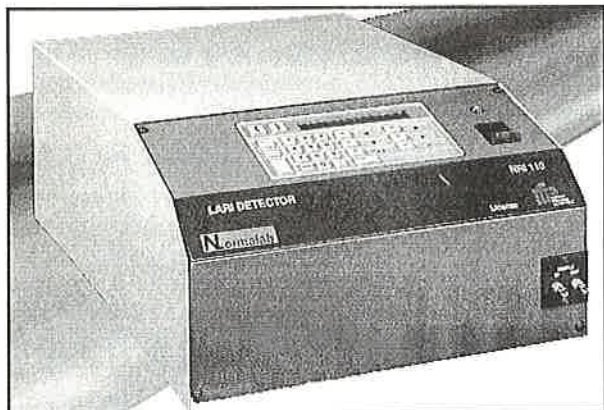
A hordozható X-MET 880 és az X-MET 930, de az asztali X-MET 820 és 920 röntgenfluoreszcens analízátorok sokoldalú használatra alkalmas kivitelűek. **Tömör minták, porok és folyadékok egyaránt elemezhetők** azonos készülékkel, egyszerű programváltással és percek alatt!

**Az X-MET spektrométerek jól beilleszthetők** mind a minőségbiztosítási és folyamat-szabályozási, mind a környezet-ellenőrzési rendszerekbe. **Előnyösen alkalmazhatók például:**

- erőművekben a szén meddőtartalmának és fűtőértékének folyamatos ellenőrzéséhez;
- cementek, ásványok és kőzetek elemzéséhez;
- kőolajfinomítóknál, a folyékony üzemanyagot szállítóknál és forgalmazóknál a dízel- és fűtőolajok, illetve a benzinek szennyező- és adaléktartalmának ellenőrzéséhez;
- nemesfém-, réz-, nikkelötvözetek, hő- és korrózióálló acélok elemzéséhez;
- környezetszennyezések helyszíni gyors felméréséhez.

Kérjen ajánlatot! **TESTOR** – Budapest XII., Meredek u. 45. • Telefon: 319-4728 • Fax: 319-2284

**A NORMANDIE-LABO francia cég bemutatja  
a preparatív kromatográfiához kifejlesztett új, univerzális detektort  
A LARI (Laser Refractive Index) DETEKTOR**



A preparatív kromatográfiában a hagyományos refraktométer univerzális detektor lehet, ha használója nem kényszerül választani az „érzékeny” és a „dinamikus” mérés között, és ha alkalmazható a „gradiens módszer”, amelyet részben a kutatási és fejlesztési feladatok megoldásához használnak (például: a szerves szintézisnél a semipreparatív módszert).

**Az új LARI DETEKTORT** az IFP-vel (a francia ásványolaj intézettel) együttmű-

ködve fejlesztették ki egy teljesen új koncepciót érvényesítve:

- a detektor a teljes mérési tartományában 1%-nál kisebb eltéréssel lineáris;
- a felső mérési tartományban az oszlopról kilépő eluat töménysége nem korlátozott, és mindig a legnagyobb érzékenységet ( $1 \cdot 10^{-7}$  RIU) nyújtja.

Ez a detektor tehát különleges beavatkozás nélkül is „gradiens módon” működik.

**A LARI DETEKTOR fő előnyei:**

- az oldószerre az abszolút kalibráció lehetősége és a törésmutató közvetlen kijelzése;
- a GPC-hez (a gél permeációs kromatográfiához) szükséges  $dn/dc$  törésmutató koncentráció gradiens érték még a viszonylag nagy töménység tartományban is közvetlenül megállapítható;
- ezt a méréstechnikát – más refraktométerektől eltérően – nem befolyásolja a fény intenzitása, és ezért nem szükséges a hagyományos monitorizálást, vagy a szinuszos korrekciót alkalmazni; fluoreszcens oldatok vagy abszorbensek is mérhetők azokban az esetekben, amelyekhez a nagy töménységű HPLC-módszer szerinti preparáció szükséges.

**A cella jellemzői:**

- a cellát 10 bar nyomáson ellenőrzik; ez azt jelenti, hogy a LARI DETEKTOR más HPLC-detektorokkal ellenáramba kapcsolható;
- csak csatlakoztatni kell! – nem szükséges a referencia cellát megtölteni: nincs tisztítás és auto-zéro kalibráció sem.

**„Csatlakoztasd és mérj!” – nincsenek időtrabló műveletek!**

**A LARI DETEKTORról dr. Francois Couillard tart előadást az Anyagvizsgálók Lapja-fórumon 1997. február 18-án délelőtt a Budapest Sportcsarnokban, és ugyanott február 18–21 között bemutatják a Magyar Regula műszerkiállításon a FRANCELAB standján.**

**Jöjjön el és tájékozódjon a részletekről is!**

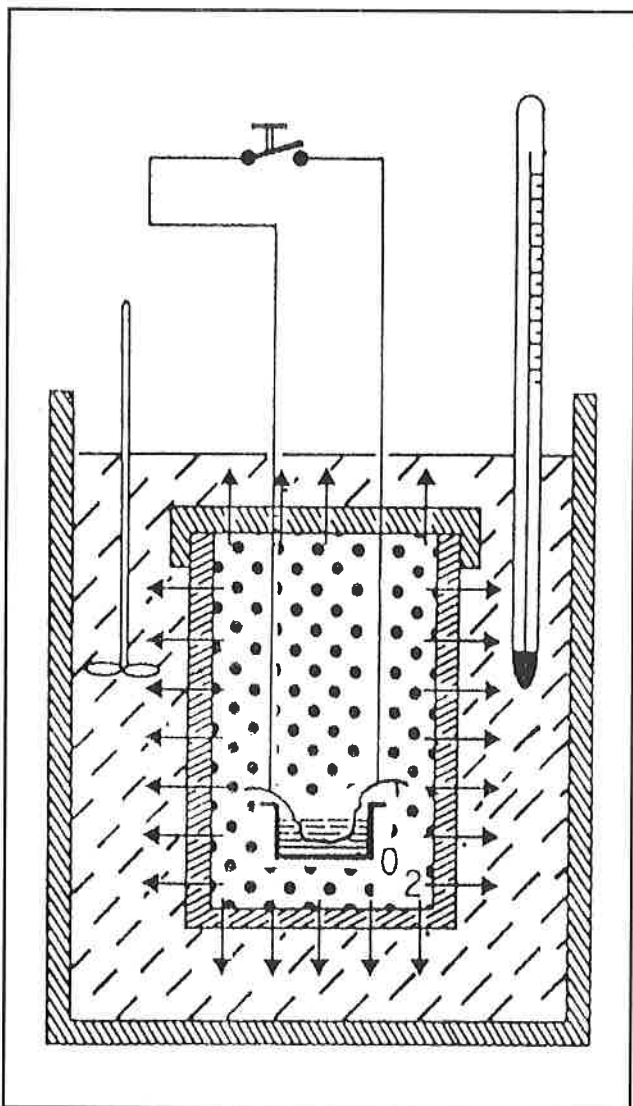
# Az adiabatikus kaloriméter működési elve

Sass Attila\* – Aradi Béla\*

A folyékony és szilárd anyagok égéshője vagy fűtőértéke a tökéletes égetéskor felszabaduló hőmennyiségre jellemző érték.

Több mint száz évvel ezelőtt fejlesztették ki az első készüléket, amellyel az anyagok hőenergia-tartalmát meg tudták határozni. A hőenergia-tartalmat ekkor kalóriában adták meg, s innen származik a kaloriméter elnevezés is. Ma már joule-ban adják meg a hőenergia-tartalmat, de a mérőműszer elnevezése megmaradt. A kalorimétereket az energiaipar minden területén használják, az erőművekben, a mész- és cementiparban, ezen kívül az élelmiszeriparban és a hulladékégetőkben. Az évek folyamán a készülékek természetesen jelentősen fejlődtek, de maga a mérési elv a mai napig változatlan.

A továbbiakban bemutatott kaloriméter a DIN 51900 német szabvány alapján készült.



1. ábra Az adiabatikus kaloriméter elvi felépítése

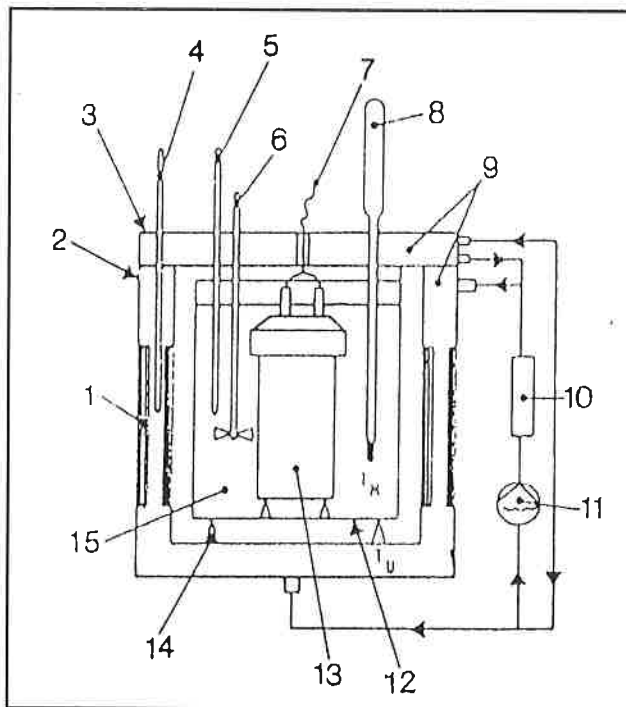
## A mérési elv

Mint ismeretes a hőenergia (hőmennyiség) közvetlen mérése nem lehetséges, viszont mérhetők más fizikai jellemzők, amelyek nagysága arányos az anyagban rejlő hőenergiával. Ezen az elven alapszik minden kaloriméter.

Egy nyomásálló tartályban (ez a kaloriméter-bomba) helyeznek el a vizsgálandó anyagból egy nagyon pontosan meghatározott mennyiséget, az anyag egy gyújtószinórral érintkezik. A gyújtószinórt két elektrodához rögzítik. Mivel az égéshőt akarjuk meghatározni, biztosítani kell, hogy a vizsgálandó anyag tökéletesen elégjen, ezért egy szelepen keresztül kb. 30 bar nyomással oxigént vezetnek a kaloriméter-bomba. Ez az oxigénmennyiség garantálja, hogy nagyobb mennyiségű anyag is tökéletesen elégjen. A feltöltött bombát egy vízzel töltött edénybe helyezik, amely egy hőmérővel van kiegészítve (1. ábra). A bomba begyújtása és az anyag tökéletes elégése után mérik a vízfürdő hőmérséklet-emelkedését, ez a hőmérséklet-különbség jellemző az anyag hőenergia-tartalmára.

## Az adiabatikus mérés

Az égéshő tökéletes meghatározásához, valamint a környezet mérésre való befolyásának kizárásához a vízzel töltött edényt jól szigetelő anyag veszi körül. Azonban a legjobb szigetelés esetén is hővesztés lép fel a vízzel töltött edény és a szigetelés között. Ezen hibaforrás kiküszöbölésére fejlesztették ki az adiabatikus kalorimétert (2. ábra). Ebben a szigetelőköpeny helyett egy olyan külső köpenyt alkal-



2. ábra Az adiabatikus kaloriméter részei:

1 fűtés, 2 külső edény, 3 tető, 4 hőmérséklet-érzékelő az adiabatikus köpenyben, 5 kaloriméter vízfürdőjének hőmérsékleti érzékelője, 6 keverőlapát, 7 gyújtás, 8 elektromos hőmérsékletmérő, 9 adiabatikus köpeny, 10 hűtő, 11 keringető szivattyú, 12 belső edény, 13 égetőcella (kaloriméter-bomba), 14 szigetelőanyag

\* Senselektro Kft.

maznak, amelyben egy integrált fűtés illetve hűtés van. A külső köpenyben és a vízfürdőben is van egy-egy hőmérsékletérzékelő.

Az adiabatikus kaloriméter előnye a régebbi ún. izoterm kaloriméterekkel szemben az, hogy az igen érzékeny vezérlésű integrált fűtés illetve hűtés a vízfürdő és a külső köpeny közötti legkisebb hőmérséklet-különbségeket is kiegyenlíti. Ha emelkedik a vízfürdő hőmérséklete, a fűtés a külső köpenyt pontosan erre a hőmérsékletre fűti. Ha nincs hőmérséklet-különbség a vízfürdő és a külső köpeny között, a rendszer adiabatikus (vagyis hővesztésmentes), így a mérés szempontjából a szigetelés tökéletes.

### Mérés az adiabatikus kaloriméterrel

Az előzőekben leírt adiabatikus mérési elv miatt a hőmérséklet a bomba begyújtása előtt és a mérés után is állandó (3. ábra). Így csak a gyújtási- és a véghőmérsékletet kell leolvasni, hogy az égéshőt kiszámíthassuk.

Amennyiben a mérés megkezdése után 3 min alatt a hőmérséklet nem változik ( $T_1$  hőmérséklet), a kaloriméter a bombát automatikusan begyújtja. A felszabaduló égéshő miatt a vízfürdőben a hőmérséklet hirtelen megemelkedik (II. szakasz).

A hőmérséklet 8–11 min alatt egyenlítődik ki (III. szakasz).

Ebből a két hőmérsékletből adódik az égéshő:

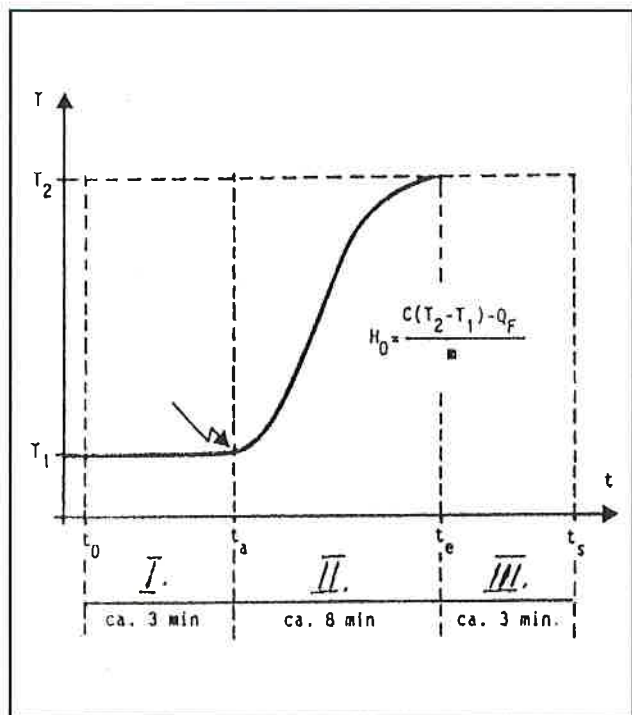
$$H_o = \frac{C(T_2 - T_1) - Q_F}{m}$$

ahol

$C$  a mindenkoros kaloriméter hőkapacitása.

$Q_F$  a idegen hőmennyiségek összege, amelyek nem a vizsgált anyagtól származnak (gyújtódrót, kémiai reakciók stb.)

$m$  a vizsgált anyag tömege.



3. ábra A kaloriméter égetőcellájának hőmérséklet-változása az idő függvényében

### A fűtőérték meghatározása

Ha az égéshőből levonjuk az égés alatt képződő víz kondenz-energiáját, megkapjuk a fűtőértéket.

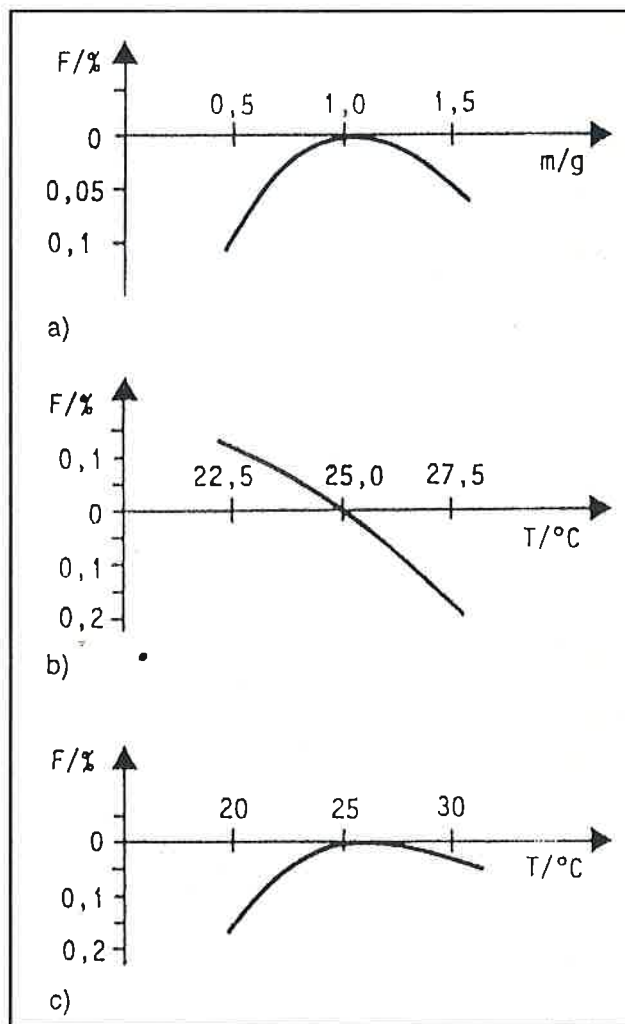
A fűtőérték az anyagok fontos jellemzője, mivel a keletkező energia szempontjából csak ez hasznosítható.

$$H_u = H_o - 24,41 \cdot F \text{ J/g},$$

ahol  $F$  a víztartalom

**Savkorrekció.** Sok anyag tartalmaz ként és oxigént. A bombában lévő nyomás és hőmérséklet hatására a kénből és oxigénből  $SO_2$ ,  $SO_3$  és  $NO_x$  keletkezik. Ha égéskor víz is keletkezik, ezekből az anyagokból kén- és salétromsav jön létre. Az ezzel összefüggő hő keletkezését a DIN 51900 szabvány szerint veszik figyelembe a számításnál. A keletkező sav mennyiségi meghatározásához a vizsgálat előtt 5–10 ml vizet lehet bemérni. (A készülék kalibrálását hasonló körülmények között kell elvégezni.) Az elégetés után ezt a vizet fel kell fogni és a bombát desztillált vízzel átöblíteni. A keletkezett vizesanyagú mintán a DIN 51900 alapján savtartalmának meghatározására titrálni kell. Amennyiben a savkorrekció nem szükséges, ajánlatos ezen eljárás mellőzése.

Halogéntartalmú minták esetén a korrózió minimális, ha mérés előtt  $Na_2CO_3$  oldatot adagolunk a mintához.



4. ábra A mérési hiba, a tömegmérési pontosság, a vízfürdő hőmérséklet és a környezeti hőmérséklet grafikus összefüggése

**A mérés pontossága.** A kaloriméter méréshibája kevesebb mint 0,1%. A 4. ábra mutatja, hogy a tömegmérés pontossága, a vízfürdő hőmérséklete és a környezeti hőmérséklet a mérési eredmény hibáját milyen mértékben változtatja. A kiértékelés a DIN 51900 által előírt standard meghatározására vonatkozik. Anyag 1 g benzooesav, a vízfürdő hőmérséklete 25°C, a környezeti hőmérséklet 26°C. A kaloriméter előnye, hogy a hiba a kalibrálás körülményeinek nagyarányú változása esetén is 0,2% alatt marad.

## Felhasználási példák

**Minőségellenőrzés a szénfeldolgozóiparban.** A szállítónak (szénbánya) és a felhasználónak egyaránt érdeke a szén fűtőértékének meghatározása, annak ismerete. Minden mintát legalább kétszer kell megmérni. A két mérés középértékét akkor fogadják el, ha a két mérés eredménye közötti eltérés kisebb mint 120 J/g. Mind a szállító, mind a felhasználó meghatározza a fűtőértéket, és ez szolgál az elszámolás alapjául, ha a szállító és a felhasználó eredménye közti különbség kisebb mint 300 J/g.

Ha a különbség ennél nagyobb, a mérést egy független laboratóriumban kell ellenőrizni, az elszámolás alapjául azután ez a mérési eredmény szolgál.

**Kemence hőmérsékletének vezérlése.** Sok szénfelhasználónak a szén fűtőértékének ismerete nem az elszámolás szempontjából a legfontosabb, hanem a kemence hőmérsékletének szabályozása miatt. A vas- cement-, mész- és gipsziparban vigyázni kell arra, hogy kemence hőmérséklete csak bizonyos tartományban lehet. Az égéshőt pontosan ismerni kell, mert ez alapján a megfelelő szabályozás megtörténhet.

**Hőszolgáltatás.** A hőszolgáltatás területén különböző termikus folyamatokat használnak fel. Problematikus lehet a klórozott szén-

hidrogének elégetése, mert bizonyos feltételek esetén szén-dioxid keletkezhet.

Ennek az anyagnak a keletkezése és elégetése, (ha nem képződik „hibát” jelent) csak egy meghatározott hőmérséklet felett tökéletes. Ezért fontos a fűtőérték ismerete, amely alapján a segítőlángot vagy a levegőadagolást lehet úgy beállítani, hogy a hőmérséklet biztosan a szükséges érték felett legyen.

**Minőségellenőrzés az élelmiszeriparban (mezőgazdaságban), fiziológiai és fűtőérték.** Az élelmiszerek kalóriájának ismeretéhez elengedhetetlen a fehérjék, szénhidrátok és zsírok megfelelő analízise. Az összetevőkből adódik a fiziológiai kalória.

**Állattenyésztés.** A kaloriméterrel az állatok energiaháztartását is lehet vizsgálni. A mérésekkel egyidejűleg az állatok súlynövekedését is mérik. Ezen értékek alapján lehet optimalizálni a takarmányozást.

**A kaloriméter-rendszer.** A korszerű kaloriméterek modulokból állnak, így a felhasználó kívánságának megfelelő műszer-konfiguráció állítható össze, amely speciális mérési feladatok megoldására alkalmas. A teljesen kiépített rendszer általában automatikusan működik. A rendszer legfontosabb része természetesen a mérőcella, az adiabátikus elven működő kaloriméter-bomba, mely a DIN 51900, az ASTM, valamint az ISO szabványainak felel meg. Digitális hőmérséklet-kijelzés és a BCD, valamint V 24-RS232 kimenet teszi lehetővé, hogy a kaloriméter-rendszert számítógéphez csatlakoztassuk.

## Irodalom

[1] GIT laboratórium szaklap. 1/1989.

[2] Szilárd és folyékony tüzelőanyagok égéshőjének és fűtőértékének meghatározása és kiszámítása bomba kaloriméterrel. DIN 51900 I. II. III. (1989. évi német szabvány).

# Sheen



## Sópermet- és nedveskőd-kamrák automatizált korróziós vizsgálatokhoz

az ASTM, BS, ISO, IEC, DIN, VG, JIS, MIL és DEF szabványok előírásai szerint

**A 100 és 250 literes asztali, és a 450 és 1000 literes álló kivitelű kamrák teljes választékát kínálja a magyarországi forgalmazó:**

# TESTOR

ANYAGVIZSGÁLAT – MÉRÉSTECHNIKA

1538 Budapest XII., Meredek u. 45. Pf. 528  
Telefon: 319-4728 • Fax: 319-2284

# FELHÍVÁS

## I. és II. fokozatú metallográfiai képzést indítunk

**A képzés az Országos Képesítési Jegyzékben szerepel, így szakképesítést nyújt.**

Tematikája a szakminisztérium által elfogadott.

A tanfolyam oktatói hazai és külföldi szakemberek, a felszerelést és az előkészítő anyagokat a legkorszerűbb termékekből állítottuk össze!

**A képzés időpontja 1997 áprilisában.**

**Érdeklődése esetén kérje részletes tájékoztatót.**

**Jelentkezési határidő: 1997. január 31.**

# GRIMAS

Ipari Kereskedelem

Levélcíme: 1214 Budapest, Erdősor u. 167.  
Telephely: 1214 Budapest, II. Rákóczi F. u. 189.  
Telefon: 277-4470  
Fax: 276-0557