

KORRÓZIÓSEBESSÉG

Vas korróziósebességének meghatározása (Eredeti cím: CORROSION RATES Measuring the rate of iron corrosion)



Szerző

Vámos István, Petrik SZKI, Budapest, Hungary; vamos@petrik.hu

Nyelv

Angol, magyar

Összefoglalás

Többféle eljárás létezik a korróziósebesség meghatározására, például a korrodálódó fém tömegcsökkenésének mérése vagy az elektrokémiai korrózió mérése.

A legegyszerűbb mód a fém korróziós sebességének mérésére, hogy a vizsgálati mintát belehelyezzük a korrodáló közegbe (pl. tengervíz) és mérjük a tömegcsökkenést az idő függvényében.

Ebben a kísérletben a vas korrózióját vizsgáljuk.

Merítsük a vaslemezt vizes oldatba (korróziós közeg) és mérni fogjuk (a vas tömegvesztése helyett) a Fe^{3+} koncentrációjának növekedését fotometrikus úton. Ez a módszer gyakorlatilag ugyanolyan egyszerű, mint a tömegcsökkenés mérése. A mérések után a diákok kiszámítják a korróziósebességet, megbecsülik a mérés elvégzésnek költségeit.

Feladatcsoport típusa D

Ez a feladatcsoport a következő kompetenciák fejlesztésében segít:

- Természettudományos ismeretek alkalmazása a problémamegoldás során
- Csapatmunkával kombinált problémamegoldás
- Pénzügyi és anyagi erőforrások kezelése

Mérési technika

Spektrofotometria (látható tartomány)

Alkalmazási terület

Környezetvédelem

Idő

Gyakorlati idő:	180 perc
Elméletre szánt idő:	20 perc
Iskolán kívüli idő:	70 perc

StandardBase szabványvizsgálatok

Víz vastartalmának meghatározása spektrofotometriás módszerrel

StandardBase mérési technikák

Ultraviolet and Visible (UV-Vis) Spectrophotometry

Egyéb források

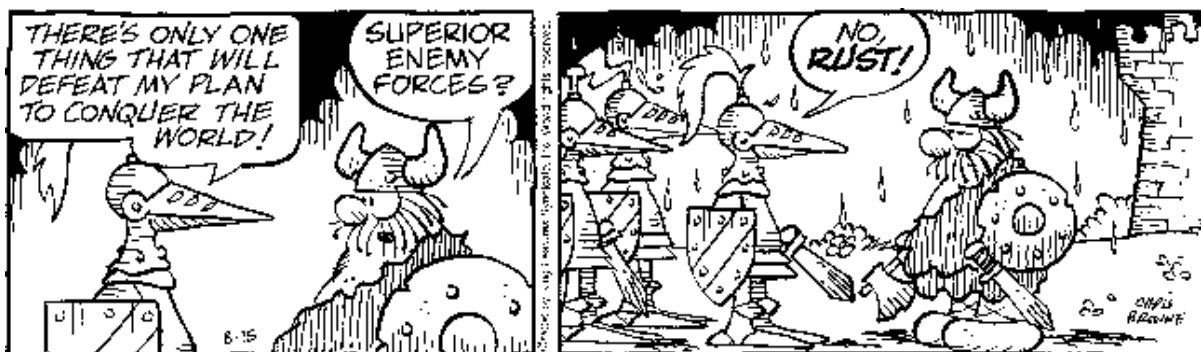
University of Miskolc, Faculty of Materials Science and Engineering (Hungary)

www.mak.uni-miskolc.hu/

<http://www.key-to-steel.com/Articles/Art60.htm>

http://www.gamry.com/App_Notes/DC_Corrosion/GettingStartedWithEchemCorrMeasurements.htm

Diák feladatleírás



1937-ben Brüsszelben egy korróziós kiállításon a következő felirat volt látható:

"Mialatt Ön ezt elolvassa
760 kg vas
elkorrodálódott!"

A fémek korróziója a szerkezeti tulajdonságok romlását eredményezi. Számos korróziós hatás ismeretes. A fémek korróziójának egyik következménye például a fémszerkezet mechanikai szilárdságának gyengülése. Már egészen kismértékű korrózió is súlyos károkat okozhat, ha a fém bizonyos részeire koncentrálódik, pl. bemarkással egy árok képződik, és a nagy igénybevétel hatására törés következik be. Ezért a korróziónak gazdasági, egészségügyi, biztonságtechnikai illetve technológiai következménye is van. Sok országban végeztek felméréseket a korróziós károk megbecsülésére. Az egyik legérdekesebb ezek közül, amit az USA-ban készítettek 1976-ban, mely szerint az éves korróziós kár (fémekre) 70 milliárd dollár, ami a GDP 4,2 %-a.

El tudod képzelni, milyen nagy probléma a korrózió a világon?!

Ez a feladat segít

- Természettudományos ismereteid alkalmazásában a problémamegoldás során
- Csapatmunkával kombinált problémamegoldásban
- A spektrofotométer kezelésének elmélyítésében
- A korróziós sebesség fogalmának megismerésében
- A pénzügyi és anyagi erőforrások kezelésében

Rövid összefoglaló

Tegyük fel, hogy egy anyagvizsgáló laboratóriumban dolgozol. Tervezned kell egy egyszerű meghatározási módszert a vas korróziósebességének meghatározására.

Van tesztanyagod (vas vagy acéllemez), és vizsgálnod kell ennek a korrózióját vizes (savas) oldatban. A mérés befejeztével, határozd meg a korróziósebességet, a vasvesztéset és becsüld meg a mérési feladat költségeit!

Elvégzendő vizsgálatok

Szervezzetek minimum két csoportot!

Az "A" csoport a vizsgálati teszt anyagot (vaslemez) csapvízbe (vagy más erősebben korrodáló, savas oldatba, pl. $w = 1\%$ sósavoldatba) fogja belehelyezni és abban vizsgálja a korróziósebességét.

A "B" csoport a vaslemez korrózióját tengervízben (vagy mesterséges tengervízben – NaCl oldatban) vizsgálja.

A mérések elvégzése után mindkét csoport megbecsüli (kiszámítja) a korróziósebességet a saját korróziós közegében majd megbecsüli a mérési feladat költségeit.

A feladatok elvégzéséhez szükséges idő: 2x45 perc (előkészítés, anyaggyűjtés) + 4x45 perc (gyakorlati kivitelezés).

Készítsetek alapos tervet a munka elvégzéshez! Gyűjtsetek információt a szükséges vegyszerekről (oldatok, standard-ek), a mérőkészülékekről, a fémek oldódásáról különböző korróziós közegben, a korróziósebesség fogalmáról (kiszámítási módjáról) stb. A terv elkészítésekor ne feledkezzetek meg az időbeosztás megtervezéséről sem!

A gyakorlati munka elvégzése előtt gondoljátok át és vegyétek figyelembe a mérés elvégzése során felmerülő veszélyforrásokat!

Mérési eredmények

A mérési eljárások leírását a „**Mérési eljárások**” c. tanulói adatlapon találod meg.

A mérések elvégzéséhez javasolt kitöltendő táblázat az **Táblázatok c. tanulói adatlapon** található. Miután ezt kitöltötted számold ki a korróziósebességet a megadott képlet segítségével!

Becsüld meg a mérési feladat költségeit!

Megjegyzések

A mérési feladat költségeinek becsléséhez:

- analitikai laboratórium használata (VIS spektrofotométerrel) kb. 80 EUR/óra
- egy technikusra számolható költségek: 25 EUR/óra
- a vegyszerek költségeinek becsléséhez kérj adatokat tanárodtól (ill. keress ilyeneket az interneten)!

A jegyzőkönyv megírása után 50-100 szóban próbáld összefoglalni a pénzügyi becslések során tanultakat!

Önellenőrző feladat diákoknak

Töltsd ki az alábbi táblázatot! Ha több mint 3 nemleges válaszod lenne, konzultálj tanároddal!

	IGEN	NEM
Eddigi ismereteid alapján		
1. Találtál megfelelő "kulcsszavakat", cikkeket az interneten ehhez a méréshez?		
2. Találtál a megadott cikkeken és internetes honlapokon kívül hasznos információkat?		

3. Össze tudnád foglalni, hogy mi a korrózió? 4. Ismered Lambert-Beer törvényt? 5. Használtál már a gyakorlatban VIS spektrofotométert? 6. Érted, hogy mit jelent a korróziós sebesség? 7. Van elképzelésed, hogy meghatározd a korróziós károkat (költségeket) egy adott vasszerkezet esetén?		
--	--	--

Tanulói adatlap: Mérési eljárások

Látogass el az alábbi honlapra és keresd meg a megadott mérési eljárást!
[www. standardbase.com](http://www.standardbase.com) – „Determination of iron in water using visible spectrophotometry”

A vaslemez (tesztanyag) előkezelése

Merítsd vaslemezt $w = 5\text{-}10\%$ -os HCl-oldatba 2 percig, majd öblítsd le ioncserélt vízzel!

Minta előkészítés

Mérj ki 200 cm^3 korróziós közeget (tengervizet vagy kb. $w = 3\%$ -os NaCl oldatot) 250 cm^3 -es főzőpohárba. Mérd meg a tesztanyag felületét (javasolt tesztanyag $15\text{-}20\text{ cm}^2$ felületű vaslemez)! Merítsd a vaslemezt a korróziós közegbe és indítsd el a mágneses keverőt!



A mérés menete

Egy lehetséges mérési elrendezést a fenti ábrán láthatsz.

Javasolt korróziós közegek: tengervíz, híg ásványi savas oldatok (pl. $w = 1\%$ sósavoldat), esetleg csapvíz. (Vedd figyelembe, hogy csapvíz esetén nagyon lassú a vaslemez korróziója!). 20-40-60 perc elteltével vizsgáljuk a $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ ionok dúsulását a korróziós közegben. A mérés során rodanid komplexet hozunk létre, ezért oxidálószerrel minden vasiont (+3) oxidációs számúra oxidálunk.

A fent említett időközök (20-40-60 perc) elteltével pipetázzunk ki $10\text{-}10\text{-}10\text{ cm}^3$ -t a korróziós közegből 100 cm^3 -es mérőlombikokba!

Jelreállítás előtt adjunk a lombikokba 2 csepp 5% -os H_2O_2 oldatot, 2 csepp cc. salétromsavat és 1 cm^3 20% KSCN reagenst.

Kalibrációs görbe készítése

Adjunk az előkészített 100 cm^3 mérőlombikokba $0 - 4 - 8 - 12\text{ cm}^3$ standard oldatot majd kb. 50 cm^3 ioncserélt vizet. Jelreállítás előtt adjunk a mérőlombikba 2 csepp 5% H_2O_2 oldatot és 2 csepp cc. salétromsavat, valamint 1 cm^3 20% KSCN oldatot.

Megjegyzés

Tengervíz esetén a Fe^{3+} tartalom $0,4 - 0,8\text{ mg Fe}^{3+}/\text{dm}^3$ körül lesz 60 perc elteltével.

Mérjük az oldatok fényelnyelését spektrofotometriás módszerrel 540 nm hullámhosszon (a reagensek hozzáadását követően 60 percen belül).

Tanulói adatlap: Táblázatok

Kitöltésre javasolt táblázat

$c_{\text{Fe}^{3+}}$ mg/cm ³	$L_{\text{küvetta}}$ cm	λ (nm)	A
0,4	1	540	
0,8	1	540	
1,2	1	540	

Idő (perc)	A	$c_{\text{Fe}^{3+}}$ mg/cm ³	R_{corr} g·m ⁻² ·d ⁻¹
20			
40			
60			

Az alábbi képlet segítségével határozhatjuk meg a korróziósebességet – egyenletes és állandó korróziót feltételezve:

$$R_{\text{corr}} = \Delta m / (S \Delta t) \quad [\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{óra}^{-1}]$$

Ahol az m a vizsgált fém tömege grammokban (az m -t a korróziós közeg Fe^{3+} tartalom növekedéséből határozzuk meg)

S a vizsgált fém felülete m²-ben

t az idő órában

Próbáld kiszámolni a vas korróziós veszteségét 1 évre extrapolálva!

Tanári útmutató

Rövid áttekintés a mérési feladat céljairól

A tanulók ebben a feladatban megismerkednek egy egyszerű korróziós mérési technikával. A vizsgált fémminta (vaslemez) különböző korróziós közegben különböző sebességgel korrodálódik. A korrózió sebességét kell a tanulóknak meghatározni úgy, hogy a vizsgálati fém korróziós közegbe való beoldódását vizsgáljuk. A mérések elvégzése után a diákok kiszámítják a korróziósebességet, megbecsülik a mérési feladat költségeit.

A diákok megtanulják

- Gyakorlati és elméleti tudásukat felhasználni természettudományos probléma megoldására a korrózió és a korróziósebesség területén
- Megfigyelni, megmérni, analizálni és kiértékelni adatokat
- Együttműködni másokkal, információt cserélni csoporttársakkal
- Az anyagi erőforrás-, és pénzügyi tervezés alapjait
- A mérés költségeit megbecsülni

Szervezés

Minimális csoportlétszám: 2

(A)-csoport: korróziósebesség meghatározás vizes (savas) korróziós közegben

(B)-csoport: korróziósebesség meghatározás tengervizes (NaCl-oldat) korróziós közegben

Óraterv a tanároknak

- Tanári bevezető (20 perc)
 - A szükséges eszközök és vegyszerek számbavétele
 - A feladattal kapcsolatos elvárások pontos megfogalmazása (tartalmi és formai követelmények)
- Információgyűjtés és a témához tartozó teszt kitöltetése, megbeszélése (25 perc)
- A csapatmunka megszervezése (45 perc)
 - A szükséges eszközök áttekintése
- Minta előkészítése, a vas-ion tartalom növekedésének mérése a korróziós közegben (135 perc)
- Jegyzőkönyv készítése, eredmények kiértékelése (45 perc)

Lehet, hogy diákoknak szükségük lesz segítségre a csapatmunka során. A tanulók a teszt mintájukat különböző korróziós közegekbe merítik, és mágneses keverővel folyamatosan kevertetik az oldatot. Minden 20. percben (a kezdést követően 20-40-60 percenként) pipettával 10 cm^3 kivesznek a korróziós közegből és különböző reagenseket (lásd később) hozzáadva megméri a kapott oldat fényelnyelését 540 nm-en.

Gyakorlati tanácsok

A feladat elvégzéséhez "átlagos" felszereltségű analitikai laboratórium szükséges 1-2 UV-VIS spektrofotométerrel.

Felszerelés és vegyszerek

A méréshez használt vegyszerek és CAS számaik

Név	CAS szám
Vas-ammónium(II) szulfát hexahidrát, $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	7783-85-9
Hidrogén peroxid, H_2O_2	8007-30-5
Salétromsav, HNO_3	78989-43-2
Sósav, HCl	7647-01-0
Kálium-rodanid, KSCN	333-20-0

Készülékek

- VIS spektrofotométer
- Kalibrált analitikai mérleg
- Mágneses keverők

Üvegeszközök

- 1000 cm³ mérőlombikok ('A'-jelű, kalibrált)
- 250 cm³ mérőlombikok ('A'-jelű, kalibrált)
- 100 cm³ mérőlombikok ('A'-jelű, kalibrált)
- 250 cm³ főzőpoharak
- Tölcsérek
- 25 cm³ buretta
- 20 cm³ pipetta ('A'-jelű, kalibrált)

Oldatok

Standard vas(II)-oldat

Pontosan mérjük be 0,7020g vas-ammónium-szulfátot (Mohr-só) és oldjuk föl 250 cm³ 1 mol/dm³-es sósav oldatban. Egészítsük ki az oldatot 1 dm³-re. 1,00 cm³ standard oldat 0,1 mg vas(II)-t mér. A munkaoldat ezen oldat tízszeres hígításával készül (1 cm³ standard munkaoldat 10 µg Fe³⁺ iont tartalmaz).

Reagens oldatok

- $w = 20\%$ KSCN reagens
- $w = 5\%$ H_2O_2 oxidáló reagens
- cc. HNO_3 oxidáló reagens

TESZTFELADATOK

Válaszd ki a helyes választ!

1. Feloldunk 1,404 g $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 1000 cm^3 -es mérőlombikban.
Mennyi Fe^{3+} -t tartalmaz 1 cm^3 oldat?
a) 1,8 mg
b) 0,2 mg
c) 0,1 g
d) 0,5 mg
2. Ha az oldat transzmittanciája $T=50\%$, mennyi az abszorbancia?
a) 1,500
b) 0,500
c) 5,72
d) 0,301
3. A vas korróziójához szükség van
a) H_2O
b) O_2
c) mindkettőre
d) levegőre
4. Mekkora a vastartalma 0,5267 g vas-ammónium-szulfátnak (6 kristályvíz)?
a) 10 mg
b) 75 mg
c) 100 mg
d) 750 mg

Megjegyzés: A helyes válaszokat pirossal jelöltük.

TESZTFELADATOK

Válaszd ki a helyes választ!

1. Feloldunk 1,404 g $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 1000 cm^3 -es mérőlombikban.
Mennyi Fe^{3+} -t tartalmaz 1 cm^3 oldat?
 - a. 1,8 mg
 - b. 0,2 mg
 - c. 0,1 g
 - d. 0,5 mg
2. Ha az oldat transzmittanciája $T=50\%$, mennyi az abszorbancia?
 - a. 1,500
 - b. 0,500
 - c. 5,72
 - d. 0,301
3. A vas korróziójához szükség van
 - a. H_2O
 - b. O_2
 - c. mindkettőre
 - d. levegőre
4. Mekkora a vastartalma 0,5267 g vas-ammónium-szulfátnak (6 kristályvíz)?
 - a. 10 mg
 - b. 75 mg
 - c. 100 mg
 - d. 750 mg