

خوردگی فلزات

(برای دانشجویان رشته شیمی)

تألیف:

دکتر نفیسه نوری

(استادیار شیمی تجزیه دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر)



انتشارات فارون دانش

زمستان ۱۳۹۸

شناسه	:	نوروزی، بنفشه، ۱۳۵۷ -
نوان و نام پدیدآور	:	خوردگی فلزات (برای دانشجویان رشته شیمی)/تالیف بنفشه نوروزی.
مخصات نشر	:	تهران: نارون دانش، ۱۳۹۸.
مخصات ظاهری	:	۱۴۵ ص: مصور (بخشی رنگی)، نمودار.
بک	:	۹۷۸-۶۲۲-۶۹۲۴-۸۳-۲
معیت فهرست نویسی	:	فیپا
داشت	:	کتابنامه: ۱۴۷ ص.
ضوع	:	خوردگی
ضوع	:	Corrosion and anti-corrosion
ضوع	:	خوردگی - کنترل
ضوع	:	Corrosion control industry
ضوع	:	خوردگی - کنترل - آزمون‌ها
ضوع	:	Corrosion control industry -- Applications
ه بندی کنگره	:	TA۴۶۲
ه بندی دیویی	:	۶۲۰/۱۱۲۲۳
ماره کتابشناسی ملی	:	۵۹۴۷۳۸۰

درس:

میدان انقلاب اسلامی، خیابان کارگر شمالی، خ. بن نصرت شرقی، بلاک ۷۲، واحد یک

شماره تماس: ۶۶۹۳۲۲۴۵ - ۰۲ ۰۹۲۲۴۰۱۳۷

آدرس الکترونیکی: narvanpub@mail.com

www.narvanpub.com



عنوان کتاب		خوردگی فلزات
مؤلف		بنفشه نوروزی
صفحه آرا		سینا آزادی
طراح جلد		سینا آزادی
ناشر		نارون دانش
شمارگان		۱۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ		چاپ اول
قیمت		۲۰۰,۰۰۰ ریال

ISBN: 978-622-6924-83-2

پیشگفتار

هل يستوى الذين يعلمون و الذين لا يعلمون
ایا انکم می دانند و آنانکه نمی دانند برابرند؟

سوره زمر- آیه ۹

خداوند بزرگ را سپاس می گویم که به من این توانایی را عطا نمود که علی رغم مشغله های زیاد اقدام به نگارش این کتاب نمایم. کتاب حاضر تحت عنوان خوردگی فلزات در هفده فصل تنظیم شده است. در این کتاب سعی شده تا مطالب اصلی خوردگی مورد بحث قرار گیرد. مطالب این کتاب براساس سرفصل های درس خوردگی فلزات رشته شیمی کاربردی تنظیم شده است. این کتاب می تواند برای دانشجویان دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد شیمی مفید واقع شود. در پایان نیز از تمامی افرادی که ضمن مطالعه این کتاب نظرات و پیشنهادات خود را به اینجانب منعکس کنند صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

فهرست

فصل اول: خوردگی و اهمیت آن

۱-۱- مقدمه	۱۵
۲-۱- اهمیت مطالعه خوردگی	۱۵
۱-۲-۱- امنیت و زندگی بشر	۱۶
۲-۲-۱- هزینه های ناشی از خوردگی	۱۷
۳-۲-۱- صرفه جویی	۱۷
۳-۱- تعریف خوردگی	۱۷
۴-۱- محیط های خوردگی	۱۸
۵-۱- طبقه بندی خوردگی بر اساس نوع عامل خورنده	۱۹
۱-۵-۱- خوردگی به صورت واکنش های شیمیایی	۱۹
۱-۱-۵-۱- خوردگی در محیط اسیدی	۱۹
۲-۱-۵-۱- خوردگی در محیط خنثی وقلیایی	۱۹
۳-۱-۵-۱- خوردگی در محیط های دیگر	۲۰
۲-۵-۱- خوردگی به صورت واکنش الکتروشیمیایی	۲۰
۶-۱- پیل ها	۲۱
۷-۱- انواع پیل های خوردگی	۲۳
۱-۷-۱- پیل های با الکترودهای غیریکسان	۲۳
۲-۷-۱- پیل های غلظتی	۲۳
۱-۲-۷-۱- پیل های غلظتی نمکی	۲۳
۲-۲-۷-۱- پیل های اختلاف دمشی یا هوادهی	۲۴
۳-۷-۱- پیل های با اختلاف درجه حرارت	۲۵

فصل دوم: اصول ترمودینامیکی خوردگی

۱-۲- مقدمه	۲۹
------------	----

- ۲-۲- بررسی پارامترهای ترمودینامیکی ۲۹
- ۳-۲- بررسی وابستگی پتانسیل الکترودی به pH (نمودار پوربه) ۳۴
- ۱-۳-۲- نمودار پوربه آب ۳۵
- ۲-۳-۲- نمودار پوربه آلومینیوم ۳۶
- ۳-۳-۲- نمودار پوربه آهن ۳۹
- ۴-۳-۲- مزایای نمودارهای پوربه ۴۱
- ۵-۳-۲- محدوده پت‌های نمودار پوربه ۴۲

فصل سوم: سینتیک خوردگی

- ۱-۳- روش‌های بیان سرعت خوردگی ۴۷
- ۲-۳- عوامل مؤثر بر سرعت خوردگی ۴۸
- ۱-۲-۳- درجه حرارت ۴۸
- ۲-۲-۳- سرعت حرکت محیط ۴۹
- ۳-۲-۳- غلظت محیط خورنده ۵۰
- ۴-۲-۳- اکسیژن و اکسید کننده‌ها ۵۱

فصل چهارم: انواع خوردگی

- ۴- انواع خوردگی ۵۷
- ۱-۴- خوردگی یکنواخت ۵۷
- ۲-۴- خوردگی گالوانیکی یا دو فلزی ۵۷
- ۱-۲-۴- عوامل مؤثر بر خوردگی گالوانیکی ۵۹
- ۱-۱-۲-۴- اثرات محیط ۵۹
- ۲-۱-۲-۴- اثرات فاصله بین دو فلز ۵۹
- ۳-۱-۲-۴- اثرات سطح ۵۹
- ۲-۲-۴- روش‌های کاهش خوردگی گالوانیکی ۶۰
- ۳-۴- خوردگی شیاری یا شکافی ۶۰
- ۴-۴- خوردگی حفره‌ای یا حفره دار شدن ۶۳

- ۶۵..... ۱-۴-۴- مکانیزم خوردگی حفره‌ای
- ۶۵..... ۱-۱-۴-۴- بخش اولیه: پیدایش حفره
- ۶۵..... ۲-۱-۴-۴- بخش دوم: خاصیت خود تکثیر حفره‌ها
- ۶۶..... ۲-۴-۴- روش‌های کاهش خوردگی حفره‌ای
- ۶۶..... ۵-۴- خوردگی بین دانه‌ای
- ۶۸..... ۶-۴- خوردگی انتخابی
- ۶۹..... ۱-۶-۴- رداش روی
- ۶۹..... ۲-۶-۴- ترافیکه شد
- ۷۰..... ۷-۴- خوردگی آبشی
- ۷۲..... ۸-۴- خوردگی تنش
- ۷۳..... ۱-۸-۴- عوامل مؤثر در ترک خوردگی تنش
- ۷۳..... ۱-۱-۸-۴- زمان
- ۷۳..... ۲-۱-۸-۴- دما
- ۷۳..... ۳-۱-۸-۴- عوامل متالورژیکی
- ۷۳..... ۲-۸-۴- مکانیسم ترک خوردگی تنش
- ۷۴..... ۳-۸-۴- راه‌های کاهش ترک خوردگی تنش
- ۷۵..... ۹-۴- خوردگی خستگی
- ۷۶..... ۱۰-۴- صدمات هیدروژنی
- ۷۶..... ۱-۱۰-۴- تاول زدگی هیدروژنی
- ۷۸..... ۲-۱۰-۴- شکنندگی یا تردی هیدروژنی
- ۷۹..... ۳-۱۰-۴- زدایش کربنی
- ۸۰..... ۱۱-۴- خوردگی فیلامنتی
- ۸۱..... ۱۲-۴- خسارت‌های حبابی یا خوردگی محفظه‌ای
- ۸۱..... ۱-۱۲-۴- مکانیسم خسارت حبابی
- ۸۲..... ۲-۱۲-۴- راه‌های کاهش خوردگی حبابی

فصل پنجم: خوردگی در محیط‌های مختلف

- ۵- خوردگی در محیط‌های مختلف ۸۷
- ۵-۱- خوردگی اتمسفری ۸۷
- ۵-۲- خوردگی فلزات در خاک ۸۸
- ۵-۳- خوردگی فلزات در آب ۹۰
- ۵-۳-۱- درجه حرارت ۹۱
- ۵-۳-۲- نمک‌های حل شده ۹۱
- ۵-۳-۳- اثر pH آب ۹۴
- ۵-۳-۴- سرعت آب ۹۵
- ۵-۳-۵- عمق آب ۹۵
- ۵-۴- خوردگی بیولوژیکی ۹۵
- ۵-۵- خوردگی در بدن ۹۸

فصل ششم: راه‌های کاهش خوردگی

- ۶- روش‌های کاهش میزان خوردگی ۱۰۳
- ۶-۱- انتخاب مواد ۱۰۳
- ۶-۲- خالص کردن فلز ۱۰۳
- ۶-۳- تغییر محیط خورنده ۱۰۴
- ۶-۳-۱- کاهش درجه حرارت ۱۰۴
- ۶-۳-۲- کاهش سرعت ۱۰۴
- ۶-۳-۳- خارج ساختن اکسیژن و یا اکسید کننده‌ها ۱۰۴
- ۶-۳-۴- تغییر غلظت عامل خورنده ۱۰۵
- ۶-۴- استفاده از بازدارنده‌ها ۱۰۵
- ۶-۴-۱- انواع بازدارنده‌ها بر حسب مکانیسم عمل ۱۰۵
- ۶-۴-۱-۱- بازدارنده‌های جذبی ۱۰۵
- ۶-۴-۱-۲- سموم تصعید هیدروژن ۱۰۶

۱۰۶	۳-۱-۴-۶- مواد حذف کننده عوامل مضر
۱۰۶	۴-۱-۴-۶- مواد اکسیدکننده
۱۰۶	۵-۱-۴-۶- بازدارنده های فاز بخار
۱۰۷	۲-۴-۶- اثر غلظت بازدارنده ها
۱۰۷	۳-۴-۶- اختلاط بازدارنده ها
۱۰۸	۴-۴-۶- تکنیک های برای آنالیز بازدارنده ها
۱۰۸	۵-۴-۶- باران بازدارنده
۱۰۹	۶-۴-۶- نکات، دریا، بازدارنده ها
۱۰۹	۵-۶- حفاظت کاتدی
۱۱۰	۱-۵-۶- اعمال یک جزایر خارجی یکسویه
۱۱۱	۲-۵-۶- اعمال یک زوج گالوانیک
۱۱۳	۶-۶- حفاظت آندی
۱۱۴	۱-۶-۶- برخی از نکات در مورد حفاظت آندی
۱۱۵	۲-۶-۶- مقایسه حفاظت آندی و کاتدی
۱۱۵	۷-۶- پوشش ها
۱۱۶	۱-۷-۶- آماده سازی سطح برای انجام پوشش
۱۱۶	۱-۱-۷-۶- تمیزکاری سطح از گریس، روغن، چربی ها و آلودگی ها
۱۱۶	۲-۱-۷-۶- رسوب زدایی کامل قطعات و دستگاه ها
۱۱۸	۲-۷-۶- انواع پوشش های محافظ
۱۱۸	۱-۲-۷-۶- پوشش های فلزی و انواع آن
۱۲۷	۲-۲-۷-۶- پوشش های معدنی
۱۲۹	۳-۲-۷-۶- پوشش های آلی

فصل هفتم: آزمون های خوردگی

۱۳۵	۷- مقدمه
۱۳۵	۱-۷- روش های وزن سنجی

- ۲-۷- روش‌های الکتروشیمیایی آزمون خوردگی..... ۱۳۵
- ۲-۷-۱- روش برون یابی تافل..... ۱۳۶
- ۲-۷-۲- روش پلاریزاسیون خطی..... ۱۳۸
- ۲-۷-۳- امیدانسی الکتروشیمیایی..... ۱۳۹