



**نگرشی کاربردی بر
روش‌های آنالیز حرارتی**
(توکیبات حالت جامد)

دکتر مژگان زنده دل

دانشیار شیمی معدنی

عضو هیات علمی دانشگاه اراک

۱۳۹۷

تقدیم به همراهان مهربانم
از دیروز تا امروز که حضور یا خاطره شان
دلگرمی ام در راه آموختن علم و دانش بوده است.

سرشناسه	: زنده دل، مژگان
عنوان و نام پدیدآور	: نگرشی کاربردی بر روشهای آنالیز حرارتی (ترکیبات حالت جامد) / تألیف مژگان زنده دل.
مشخصات نشر	: اراک: دانشگاه اراک، ۱۳۹۷
مشخصات ظاهری	: ۲۶۱ص.: مصور، جدل، نمودار؛ ۲۲×۲۹ س م.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۷۳۲۰-۸۶-۳
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: واژه نامه.
موضوع	: آنالیز حرارتی
موضوع	: Thermal analysis
شناسه افزوده	: دانشگاه اراک
رده بندی کنگره	: QD ۱۱۷/۸۲ ۱۳۹۵
رده بندی دیویی	: ۵۴۳/۲۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۵۱۶۸۰۰

نگرشی کاربردی بر روش های آنالیز حرارتی (ترکیبات حالت جامد)

مؤلف	: دکتر مژگان زنده دل
ناشر	: دانشگاه اراک
شمارگان	: ۱۰۰۰
نوبت چاپ	: اول/۱۳۹۷
چاپ	: کوثر
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۷۳۲۰-۸۶-۳
قیمت	: ۳۰۰۰۰۰ ریال

پیشگفتار مولف

خدا را سپاس می گویم که توفیق عنایت فرمود تا کتاب نگرشی کاربردی بر روش های آنالیز حرارتی (ترکیبات حالت جامد) را تالیف و گردآوری نموده و در اختیار علاقمندان قرار دهم.

آنالیز حرارتی عبارتست از اندازه گیری میزان تغییرات به وجود آمده در خواص فیزیکی مواد هنگامی که با برنامه ریزی ویژه ای تحت تاثیر دما در جوی خاص قرار می گیرند. منظور از کمیت های فیزیکی در واقع خواصی مانند وزن، اندازه هندسی، ظرفیت گرمایی و یا تغییرات آنتالپی می باشد.

کتاب حاضر مجموعه ای است که زمینه آشنایی و مطالعه توسط روش های مختلف آنالیز حرارتی (گرما وزن سنجی، آنالیز حرارتی افتراقی و آنالیز گرماسنجی افتراقی) را فراهم می آورد. امروزه با توجه به کمبود منابع و مراجع لازم خصوصا به زبان فارسی در مورد روش های مختلف آنالیز حرارتی و چگونگی استفاده از این تکنیک ها نیاز به چنین کتابی انکار ناپذیر است.

در فصول ابتدایی کتاب سعی بر آن شده است که روش های مختلف آنالیز حرارتی به صورت کامل معرفی و سژس ترموگرام های برخی از مواد در حالت جامد مانند مواد معدنی، مواد پلیمری، مواد دارویی و غیره با بررسی بیش از ۲۰ مقاله علمی به صورت کامل تفسیر و توجیه گردیده است. مطالب و شیوه نگارش کتاب حاضر برای کلیه سطوح دانشگاهی اعم از مقاطع کارشناسی ارشد، دکتری و مراکز تحقیقاتی در مقوله شناسایی مواد توسط آنالیز حرارتی قابل استفاده و لذت بخش است.

با وجود اینکه تلاش شده است که مطالب به صورت روان و سلیس ارائه گردد ولی اطمینان دارم که این کتاب مجموعه ای عالی از نقص نیست. بنابر این انتقادهای سازنده و پیشنهادهای اصلاحی همکاران دانشمند و دانش پژوهان عزیز را با منت فراوان پذیرا هستیم و امیدوارم که خداوند فرصتی دوباره به اینجانب داده تا در صورت توفیق به تجدید چاپ، از این رهنمودها استفاده کنیم.

همچنین از زحمات جناب آقای دکتر محمد مصطفی پور امینی که زحمت ویراستاری علمی کتاب را تقبل نمودند، سرکار خانم هانیه علیخانی که در گردآوری مطالب مرا یاری دادند، سرکار خانم زهره مرتضی ئی که زحمت تایپ کتاب را به عهده داشتند و از آقای رضا مرتضی ئی به عنوان طراح جلد و آقای مهندس محمد مرتضی ئی به عنوان حروفچین کتاب بسیار سپاسگزارم.

در نهایت از سرکار خانم زهرا کلاته و پریسا مالکی که ویراستاری ادبی و غلط گیری کتاب را انجام دادند کمال تشکر را دارم.

مژگان زنده دل

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه‌ای بر روش‌های حرارتی

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- گسترش تاریخی ۲
- ۳-۱- تعریف و دسته‌بندی
- ۱-۳-۱- آنالیز حرارتی (TA) ۳
- ۲-۳-۱- آنالیز وزن سنجی حرارتی (DTG) ۴
- ۳-۳-۱- روش دیلاتومتری ۵
- ۴-۳-۱- تعادل ۷
- ۵-۳-۱- دستگاه‌های متداول ۹
- ۴-۱- کامپیوترها و روش‌های حرارتی ۱۱
- ۵-۱- فاکتورهای موثر در نتایج آنالیز حرارتی ۱۲
- ۱-۵-۱- نمونه ۱۲
- ۲-۵-۱- ظرف نمونه ۱۳
- ۳-۵-۱- سرعت گرما دادن ۱۳
- ۴-۵-۱- اتمسفر ۱۴
- ۵-۵-۱- جرم نمونه ۱۶
- ۶-۱- تکنیک‌های مکمل و مشابه ۱۶
- مراجع ۱۸

فصل دوم: وزن سنجی حرارتی

- ۱-۲- معرفی ۱۹
- ۲-۲- تاریخچه ۲۰
- ۳-۲- وزن سنجی حرارتی ۲۰

۲۱	..... ۲-۴-دستگاه‌ها
۲۲	..... ۲-۴-۱-ترازو
۲۵	..... ۲-۴-۲-کوره
۲۶	..... ۲-۴-۳-برنامه ریز
۲۷	..... ۲-۴-۴-نمونه‌ها
۲۷	..... ۲-۴-۵-کالیبراسیون دما
۲۹	..... ۲-۴-۶-اتم‌سفر
۳۱	..... ۲-۵-سیتتیک واکنش‌ها
۳۴	..... ۲-۵-۱-اندازه‌گیری α و da/dt
۴۳	..... ۲-۶-کاربردهای گرم‌ماوزن سنجی
۴۳	..... ۲-۶-۱-منحنی‌های گرم‌ماوزن سنجی
۵۱	..... ۲-۶-۲-آنالیز مخلوط‌ها
۵۷	..... ۲-۶-۳-مطالعات اکسایش
۵۸	..... ۲-۶-۴-مطالعات کاهش
۵۹	..... ۲-۷-سرعت کنترل شده گرم‌ماوزن سنجی و TGA با کارایی بالا
۶۰	..... ۲-۷-۱-مخلوط پلیمرها
۶۱	..... ۲-۷-۲-افزودنی‌های سوخت
۶۲	..... ۲-۷-۳-داروها
۶۳	..... مراجع

فصل سوم: آنالیز حرارتی افتراقی و آنالیز گرم‌ماسنجی افتراقی

۶۶	..... ۳-۱-معرفی
۶۶	..... ۳-۲-تاریخچه
	..... ۳-۳-تعاریف
۶۸	..... ۳-۳-۱-آنالیز حرارتی افتراقی

۶۹	..... ۲-۳-۳- آنالیز گرماسنجی افتراقی
۷۰	..... ۴-۳-۳- دستگاه
۷۰	..... ۱-۴-۳- حسگرها
۷۳	..... ۲-۴-۳- کوره و کنترل کننده
۷۴	..... ۳-۴-۳- کامپیوتر و نشانگر
۷۴	..... ۴-۴-۳- ماده مرجع
۷۴	..... ۵-۳- تئوری DSC و DTA
۷۹	..... ۶-۳- فلاسک حرارتی DSC
۸۱	..... ۷-۳- DSC جبران نیرو
۸۲	..... ۱-۷-۳- تاثیر دماهای بالاتر
۸۲	..... ۲-۷-۳- اندازه نمونه
۸۲	..... ۸-۳- کالیبراسیون
۸۴	..... ۹-۳- کاربردها
۸۴	..... ۱-۹-۳- تغییرات فیزیکی و اندازه گیری دمای آنها
۱۰۵	..... ۲-۹-۳- واکنش های شیمیایی
۱۰۷	..... ۳-۹-۳- ترکیبات معدنی و کمپلکس ها
۱۱۸	..... ۴-۹-۳- سنتز ترکیبات در دماهای بالا
۱۱۸	..... ۵-۹-۳- واکنش های تولید جرقه و آتش
۱۱۹	..... ۶-۹-۳- فوق هادی ها (ابررساناها)
۱۲۱	..... ۷-۹-۳- ترکیبات آلی
۱۲۵	..... ۱۰-۳- سیستم های DSC ویژه
۱۲۵	..... ۱-۱۰-۳- آنالیز حرارت دهی تحت فشار (PDSC)
۱۲۶	..... ۲-۱۰-۳- DSC گرماسنجی نوری
۱۲۷	..... ۳-۱۰-۳- DSC مدوله شده (MDSC TM)
۱۳۰	..... مراجع

فصل چهارم: روش‌های همزمان در آنالیز محصول

۱۳۴	..... ۱-۴ معرفی
۱۳۵	..... ۲-۴ آنالیز حرارتی همزمان
۱۳۵	..... ۱-۲-۴ همزمانی TG-DTA و TG-DSC
۱۳۶	..... ۲-۲-۴ کاربردها
۱۴۱	..... ۳-۴ آنالیز گاز آزاد شده
۱۴۲	..... ۱-۳-۴ ابزارها
۱۴۳	..... ۲-۳-۴ دستگاه‌ها
۱۴۳	..... ۴-۴ ارزیابی و شناسایی گازهای آزاد شده
۱۴۴	..... ۱-۴-۴ روش‌های فیزیکی
۱۴۵	..... ۲-۴-۴ روش‌های شیمیایی
۱۴۶	..... ۳-۴-۴ روش‌های طیف سنجی
۱۵۰	..... ۴-۴-۴ همزمانی آنالیز حرارتی-کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی
۱۵۱	..... ۵-۴ همزمانی مادون قرمز و آنالیز حرارتی
۱۵۲	..... ۱-۵-۴ دستگاه
۱۵۳	..... ۲-۵-۴ کاربردها
۱۵۸	..... ۳-۵-۴ کروماتوگرافی گازی و پیرولیز C-FTIR
۱۵۹	..... ۶-۴ آنالیز محصولات مادون قرمز
۱۶۰	..... ۱-۶-۴ کاربرد در نمونه‌های پلیمری
۱۶۱	..... ۲-۶-۴ پلی مورفسم (چند شکلی)
۱۶۱	..... ۳-۶-۴ کمپلکس‌های فلزی
۱۶۲	..... ۷-۴ ترمومیکروسکوپی

۱۶۴	..... کاربرد ها ۱-۷-۴
۱۶۴	..... تعادل فازی ۲-۷-۴
۱۶۷	..... واکنش های شیمیایی ۳-۷-۴
۱۶۷	..... نمک های آبدار (هیدراته) ۴-۷-۴
۱۶۸	..... روش های پراش اشعه ایکس (XRD) ۸-۴
۱۷۰	..... کاربرد ها ۱-۸-۴
۱۷۶	..... میکروسکوپ الکترونی و روش های وابسته ۹-۴
۱۷۷	..... نتیجه ۱۰-۴
۱۷۷	..... روش های آنالیز حرارتی کمتر معمول ۱۱-۴
۱۷۸	..... مسائل ۱۲-۴
۱۷۹	..... مراجع

فصل پنجم: حل مسائل و کاربرد روش های حرارتی

۱-۵- مواد معدنی

۱۸۳	..... فرمات (II) ۱-۱-۵
۱۸۶	..... مخلوط کربنات ها ۲-۱-۵
۱۸۸	..... تخریب استرانسیم نیترات ۳-۱-۵
۱۹۰	..... گرماسنجی و انتقالات فاز پتاسیم نیترات ۴-۱-۵
۱۹۵	..... تخریب باریم پرکلرات ۵-۱-۵
۱۹۷	..... واکنش های حالت جامد ۶-۱-۵

۲-۵- مواد پلیمری

۲۰۰	..... شناسایی پلیمرها ۱-۲-۵
۲۰۳	..... آنالیز مخلوط پلیمرها ۲-۲-۵

- ۲۰۶ ۳-۲-۵ مطالعات سینتیکی چقرمگی پلیمر
- ۲۱۰ ۴-۲-۵ مطالعات تخریب پلیمرها
- ۲۱۳ ۵-۲-۵ پایداری اکسایشی پلیمرها
- ۲۱۶ ۶-۲-۵ مطالعات کامپوزیت اپوکسی - شیشه
- ۲۱۷ ۷-۲-۵ شناسایی فیلم نازک چسبنده

۳-۵- مواد دارویی و شیمیایی ریز

- ۲۱۸ ۱-۳-۵ تعیین خلوص
- ۲۲۴ ۲-۳-۵ دیاگرام‌های فاز مواد شیمیایی آلی
- ۲۲۶ ۳-۳-۵ مطالعات بلور مایع
- ۲۲۸ ۴-۳-۵ پایداری و چند شکلی مواد دارویی
- ۲۳۲ ۵-۳-۵ آنالیز مکانیکی دینامیک محصولات غذایی

۴-۵- مواد دیگر

- ۲۳۴ ۱-۴-۵ اکسایش کربن
- ۲۳۹ ۲-۴-۵ آنالیز تقریبی زغال سنگ
- ۲۴۲ ۳-۴-۵ آزمایش‌های روغن
- ۲۴۴ ۴-۴-۵ آنالیز خاک
- ۲۴۶ ۵-۴-۵ مطالعات کاتالیستی
- ۲۴۸ ۵-۵ بررسی‌های نوین
- ۲۶۴ مراجع
- ۲۶۸ واژه نامه