

مواد پرانرژی سبز

مترجمان:

دکتر فاطمه ابریشمی، دکتر نرگس زهری

عنوان و نام پدیدآور:	مواد پر انرژی سبز / [ویراستار توره برینک]؛ مترجمان فاطمه ایریشمی، نرگس زهری.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری:	۵۱۲ ص.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۷۳۶-۱۶-۶
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا.
یادداشت:	عنوان اصلی: Green Energetic Materials, 2013
موضوع:	سوخت.
موضوع:	مواد منفجره.
موضوع:	شیمی سبز.
شناسه زوده:	برینک، توره، ویراستار.
شناسه نزوده:	Brinck, Tore
شناسه افزوده:	ایریشمی، فاطمه، ۱۳۴۸ - مترجم
شناسه افزوده:	زهری، نرگس، ۱۳۴۸ - مترجم
شناسه افزوده:	دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
رده‌بندی کنگره:	TP ۳۱۸/۵۸۱۱
رده‌بندی دیویی:	۶۶۱
کتابشناسی ملی:	۱۲۴۱۰



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

مجمع دانشهای علمی و فناوری

عنوان کتاب:	مواد پر انرژی سبز
مترجمان:	فاطمه ایریشمی، نرگس زهری
ناشر:	انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
طرح روی جلد:	فریناز عسگری
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
صفحه‌آرایی رایانه‌ای:	مهدی ملایی
ویراستار ادبی:	زهرا جاویدی
شمارگان:	۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ:	اول، زمستان ۹۴
قیمت:	۱۸۰.۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-7736-16-6

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.

آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز فناوری اطلاعات و مدیریت دانش،

مدیریت انتشارات. تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

۱	پیشگفتار مترجمان
۳	فصل اول: مقدمه‌ای بر مواد پرانرژی
۳	۱-۱- مقدمه
۴	۱-۲- شیمی و مواد پرانرژی سبز
۱۰	۱-۳-۱- پیش‌رانه‌های سبز در سفرهای فضایی غیرنظامی
۱۱	۱-۳-۱-۱- کاربردکننده‌های سبز برای جایگزینی با آمونیوم پرکلرات
۱۵	۱-۳-۱-۲- پیش‌رانه‌های مایع سبز جایگزین هیدرازین
۱۸	۱-۳-۱-۳- پیش‌رانش اکسیژنی
۲۰	۱-۴- نتایج
۲۲	۱-۵- مراجع
۲۷	فصل دوم: طراحی نظری مواد پرانرژی سبز: پیش‌سناری، شناسایی، سنتز و عملکرد
۲۷	۱-۲- مقدمه
۳۱	۱-۲-۲- روش‌های محاسباتی
۳۶	۱-۲-۳-۱- اجزای سازنده‌ی پیش‌رانه‌های سبز
۳۷	۱-۲-۳-۲- تری‌نیترا میدها
۳۹	۱-۲-۳-۳- سنتز و شناسایی
۴۰	۱-۲-۳-۴- خواص و عملکرد
۴۳	۱-۲-۳-۵- آنیون‌های پرانرژی غنی از اکسیژن و نیتروژن
۴۴	۱-۲-۳-۶- آنیون تری‌نیتروژن دی‌اکسید
۴۷	۱-۲-۳-۷- آنیون ۱-نیترو-۲-اکسو-۳-آمینو تری‌آزن
۴۹	۱-۲-۳-۸- آنیون پنتازولات و مشتق‌های اکسی آن
۵۰	۱-۲-۳-۹- پایداری سینتیکی
۵۲	۱-۲-۳-۱۰- تشخیص طیف‌سنجی
۵۳	۱-۲-۳-۱۱- سنتز

۵۸	 عملکرد ۲-۳-۴- عملکرد
۶۰	 N_4 چهار وجهی ۲-۳-۴- N_4 چهار وجهی
۶۱	 سطح انرژی پتانسیل ۲-۳-۴-۱- سطح انرژی پتانسیل
۶۳	 شناسایی طیف‌سنجی ۲-۳-۴-۲- شناسایی طیف‌سنجی
۶۴	 سنتز ۲-۳-۴-۳- سنتز
۶۷	 پایداری سینتیکی و عملکرد ۲-۳-۴-۴- پایداری سینتیکی و عملکرد
۷۰	 نتیجه‌گیری ۲-۳-۴- نتیجه‌گیری
۷۱	 ۲-۵-۵- مراجع
۸۱	 فصل سوم: برخی دیدگاه‌ها در حساسیت به آغازش انفجار
۸۱	 ۳-۱- مواد پر انرژی شیمیایی سبز
۸۲	 ۳-۲- مقدمه‌ای بر حساسیت
۸۵	 ۳-۳- روابط حساسیت
۸۷	 ۳-۴- حساسیت: برخی عوامل رتبه‌بندی آن
۸۷	 ۳-۴-۱- استخلاف‌های آمینو
۸۹	 ۳-۴-۲- شبکه‌ی بلور لایه‌ای (گرافیت مانند)
۹۰	 ۳-۴-۳- فضای آزاد در شبکه بلوری
۹۱	 ۳-۴-۴- پیوندهای ضعیف آغازکننده
۹۳	 ۳-۴-۵- پتانسیل‌های الکترواستاتیک مولکولی
۱۰۱	 ۳-۵- خلاصه
۱۰۲	 ۳-۶- مراجع
۱۱۵	 فصل چهارم: پیشرفت‌هایی در جهت توسعه پیروتکنیک‌های سبز
۱۱۵	 ۴-۱- مقدمه
۱۱۸	 ۴-۲- پایه و اساس پیشرانه‌های «سبز»
۱۲۳	 ۴-۳- توسعه‌ی پیروتکنیک‌های فاقد پرکلرات
۱۲۳	 ۴-۳-۱- پیروتکنیک‌های منور فاقد پرکلرات
۱۳۲	 ۴-۳-۲- شبیه‌سازهای فاقد پرکلرات
۱۳۸	 ۴-۴- حذف فلزات سنگین از فرمول‌بندی‌های پیروتکنیک

۱۳۹	۴-۴-۱- منوره‌های نشر نور سبز فاقد باریم
۱۴۴	۴-۴-۲- ترکیب‌های آتشی‌ای فاقد باریم
۱۴۷	۴-۴-۳- ترکیب درصدهای پیروتکنیک‌های فاقد سرب
۱۵۰	۴-۴-۴- مخلوط‌های پیروتکنیک فاقد کروم
۱۵۳	۴-۵-۵- حذف ترکیب‌های آلی کلردار از فرمول‌بندی‌های پیروتکنیکی
۱۵۳	۴-۵-۱- ترکیب‌های منور فاقد کلر
۱۵۵	۴-۶-۶- ترکیب دود دوستدار محیط‌زیست
۱۵۵	۴-۶-۱- ترکیب‌های دود رنگی دوستدار محیط‌زیست
۱۶۱	۴-۶-۲- ترکیب‌های دود سفید دوستدار محیط‌زیست
۱۷۲	۴-۷- نتیجه‌گیری
۱۷۳	۴-۸- اختصارات
۱۷۸	۴-۹- مراجع
۱۸۷	فصل پنجم: مواد منفجره‌ی نوع اول
۱۸۷	۵-۱- مقدمه
۱۸۸	۵-۱-۱- مواد منفجره‌ی اولیه چیست؟
۱۹۰	۵-۱-۱-۱- دستگاه‌های آغازش متداول: دتوناورها، پاشنه‌ها/کپسول‌های انفجاری
۱۹۴	۵-۱-۲- پوشش برای مواد منفجره‌ی اولیه‌ی سبز
۱۹۷	۵-۱-۳- مواد منفجره‌ی اولیه‌ی قدیمی
۱۹۷	۵-۱-۳-۱- سرب آزید
۲۰۰	۵-۱-۳-۲- سرب استیفات (LS)
۲۰۱	۵-۲- نماینده‌های مواد منفجره‌ی اولیه‌ی سبز
۲۰۳	۵-۲-۱- ترکیب‌های معدنی
۲۰۳	۵-۲-۱-۱- نقره آزید (SA)
۲۰۵	۵-۲-۱-۲- آزیدهای معدنی دیگر
۲۰۶	۵-۲-۱-۳- نیکل هیدرازین نیترات (NHN)
۲۰۷	۵-۲-۱-۴- کامپوزیت‌های بین مولکولی نیمه پایدار (MIC)
۲۱۰	۵-۲-۱-۵- فسفر قرمز
۲۱۱	۵-۲-۲- ترکیب‌هایی بر پایه‌ی آلی

۲۱۱	۵-۲-۲-۱- تترازول ها
۲۱۳	۵-۲-۲-۲- سدیم ۵- نیترو تترازولات (NaNT)
۲۱۵	۵-۲-۲-۳- ترکیب های کوئوردینه شده ی مس ۵ (II)-نیترو تترازولات
۲۱۶	۵-۲-۲-۴- مس ۵ (I)- نیترو تترازولات (DBX-1)
۲۱۹	۵-۲-۲-۵- بیس (۵- نیترو تترازولات) تترامین کبالت (III) پرکلرات (BNCP)
۲۱۹	۵-۲-۲-۶- سایر تترازول ها
۲۲۰	۵-۲-۲-۷- دی آزو-۴، ۶- دی نیترو فیل (DDNP)
۲۲۲	۵-۲-۲-۸- پتاسیم ۴، ۶- دی نیترو بنزوفوراکسان (KDNBF)
۲۲۳	۵-۲-۲-۹- پتاسیم ۴، ۶- دی نیترو-۷- هیدروکسی- بنزوفوراکسان (KDNP)
۲۲۴	۵-۲-۲-۱۰- دیانوریک اسید تری آزید (CTA)، آکاتری آزین تری آزید (TTA)
۲۲۵	۵-۲-۲-۱۱- پراکسیدهای انفجاری: تری استون تری پراکسید (TATP) و
۲۲۷	۵-۳- نتایج
۲۲۸	۵-۴- مراجع
۲۳۹	فصل ششم: تترازول -N- اکسیدهای برانده
۲۳۹	۶-۱- مقدمه
۲۳۹	۶-۲- توضیحی برای بررسی تترازول -N- اکسیدها
۲۴۴	۶-۳- راه کارهای سنتزی برای تشکیل تترازول -N- اکسیدها
۲۴۴	۶-۳-۱- HOF, CH ₃ CN
۲۴۶	۶-۳-۲- اکسون ®
۲۴۷	۶-۳-۳- CF ₃ COOH/H ₂ O ₂
۲۴۸	۶-۳-۴- حلقوی شدن آزیدو - اکسیم ها
۲۴۹	۶-۴- مثال های جدید از تترازول -N- اکسیدهای پیرانرژی
۲۵۰	۶-۴-۱- تترازول -N- اکسیدها
۲۶۸	۶-۴-۲- بیس (تترازول -N- اکسیدها)
۲۸۷	۶-۴-۳- ۵، ۵' - آروکسی تترازول
۲۹۷	۶-۴-۴- بیس (تترازول) دی هیدرو تترازین و بیس (تترازول) -N- اکسیدها
۳۰۱	۶-۵- نتیجه گیری
۳۰۲	۶-۶- مراجع

۳۰۹	فصل هفتم: پیشراندهای سبز بر پایه نمک‌های دی‌نیتراמיד
۳۰۹	۷-۱- نویدها و مشکلات نمک‌های دی‌نیتراמיד
۳۱۳	۷-۲- توضیح تجزیه‌ی دی‌نیتراמידها
۳۱۶	۷-۲-۱- آنیون دی‌نیتراמיד
۳۱۷	۷-۲-۲- دی‌نیترامینیک اسید
۳۱۹	۷-۲-۳- نمک‌های دی‌نیتراמיד
۳۲۱	۷-۲-۳-۱- پتاسیم دی‌نیتراמיד (KDN)
۳۲۳	۷-۲-۳-۲- آمونیوم دی‌نیتراמיד (ADN)
۳۲۵	۷-۳- طیف‌های ارتعاشی مجموع فرکانس ADN و KDN
۳۳۰	۷-۴- تجزیه‌ی غیرعادی "ت-ت" حامد
۳۳۴	۷-۵- شیمی دی‌نیترا مید
۳۳۴	۷-۵-۱- سازگاری و واکنش پذیری ADN
۳۳۶	۷-۵-۲- دی‌نیترا میدها در
۳۴۰	۷-۶- پایدارکنندگی دی‌نیترا مید
۳۴۴	۷-۷- نتایج
۳۴۴	۷-۸- مراجع
۳۵۳	فصل هشتم: مواد نگهدارنده برای پیشراندهای سبز
۳۵۹	۸-۱- خواص نگهدارنده
۳۶۳	۸-۲- پلیمرهای بی‌اثر (خنثی) به‌عنوان نگهدارنده
۳۶۳	۸-۲-۱- پلی بوتادی‌ان
۳۶۶	۸-۲-۲- پلی‌اترها
۳۶۸	۸-۲-۳- پلی‌استرها و پلی‌کربنات‌ها
۳۷۱	۸-۳- پلیمرهای پرانرژی
۳۷۱	۸-۳-۱- نیتروسلولز
۳۷۴	۸-۳-۲- پلی(گلیسیدیل آزید)
۳۸۲	۸-۳-۳- پلی(۳- نیترانومتیل - ۳- متیل اکستان)
۳۸۳	۸-۳-۴- پلی(گلیسیدیل نترات)
۳۸۵	۸-۳-۵- پلی[۳، ۳- بیس (آزیدومتیل) اکستان]

- ۳۸۷..... ۸-۴- نرم‌کننده‌های پرانرژی
- ۳۸۸..... ۸-۵- چشم‌اندازی به طراحی سامانه‌های نگهدارنده‌ی سبز جدید
- ۳۸۹..... ۸-۵-۱- معماری پلیمر نگهدارنده
- ۳۹۰..... ۸-۵-۲- ترکیب شیمیایی و شیمی اتصال عرضی
- ۳۹۳..... ۸-۶- مراجع
- ۴۰۷..... فصل نهم: توسعه فناوری‌های تولید پایدار زیست‌محیطی برای مواد پرانرژی
- ۴۰۷..... ۹-۱- مقدمه
- ۴۰۹..... ۹-۲- مواد منفجره
- ۴۰۹..... ۹-۲-۱- توالی مراده نجره‌ی سازگار
- ۴۱۶..... ۹-۲-۲- مواد دست‌انداز محیط‌زیست برای آغازش
- ۴۲۲..... ۹-۲-۳- سنتز پلی‌ماده‌های انفجاری
- ۴۲۳..... ۹-۲-۳-۱- استفاده از اکسید
- ۴۲۶..... ۹-۳- پیروتکنیک‌ها
- ۴۲۶..... ۹-۳-۱- ساخت پیروتکنیک‌های تجاری
- ۴۳۱..... ۹-۳-۲- پیروتکنیک‌های نظامی
- ۴۳۱..... ۹-۴- پیش‌رانه
- ۴۳۱..... ۹-۴-۱- برنامه «موشک سبز»
- ۴۳۴..... ۹-۴-۲- سایر تلاش‌های پیش‌رانه‌های راکت
- ۴۳۶..... ۹-۴-۳- پیش‌رانه‌های تفنگی
- ۴۴۰..... ۹-۵- فرمول‌بندی
- ۴۴۱..... ۹-۶- نتایج
- ۴۴۲..... ۹-۷- اختصارات
- ۴۴۵..... ۹-۸- مراجع
- ۴۵۱..... فصل دهم: روش‌های الکتروشیمیایی برای سنتز مواد پرانرژی و تصفیه‌ی پساب
- ۴۵۱..... ۱۰-۱- مقدمه
- ۴۵۲..... ۱۰-۲- جنبه‌های عملی
- ۴۵۵..... ۱۰-۳- الکتروسینتز

۴۵۶	۱-۳-۱۰ الکتروسنتر مواد پرانرژی (EM) و بیش ماده‌های مواد پرانرژی
۴۶۱	۱-۳-۲ الکتروسنتر واکنشگرهای مفید
۴۶۳	۱-۴-۱ تصفیه الکتروشیمیایی
۴۶۵	۱-۴-۱ الکترولیز مستقیم
۴۶۵	۱-۴-۱-۱ کاهش کاندی
۴۶۷	۱-۴-۲-۱ کاهش و اکسایش ترکیبی
۴۶۸	۱-۴-۳-۱ اکسایش آندی
۴۶۹	۱-۴-۲-۲ روش های الکترولیتی غیرمستقیم
۴۷۳	۱-۴-۳ تصفیه الکتروسینتیک خاک ها
۴۷۶	۱-۴-۴ الکترو دیالیز
۴۷۶	۱-۵-۱ پیشرفت های جی و بهت گیری آینده
۴۷۹	۱-۶-۱ مراجع
۴۸۹	واژه نامه

پیشگفتار مترجمان

شکر و سپاس از اوان خدای بی‌همتایی را که توفیق عنایت فرمود تا ترجمه کتاب «مواد پرنرژی سبز» را در اختیار استادان، دانشجویان و سایر علاقه‌مندان این دانش قرار دهیم. امروزه به واسطه‌ی تهدیدهای فراوانی که از سوی مواد و فرایندهای شیمیایی متوجه انسان و محیط‌زیست است، شیمی سبز به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه محققان و دانشمندان قرار گرفته است. سنتز، تولید و بهینه‌سازی مواد پرنرژی بر اساس اصول شیمی سبز از اهمیت ویژه‌ای در بحث ایمنی و محیط‌زیست برخوردار است. بر این اساس، علم مواد پرنرژی به دنبال طراحی و تولید مواد پرنرژی است که ضمن داشتن مشخصات عملکردی مطلوب، دارای متغیرهای ایمنی مناسب و در عین حال جدید سازگاری با محیط‌زیست باشند. مواد اولیه مورد استفاده، به‌خصوص حلال‌ها و روش‌های تولید باید ضمن ایمن بودن، با محیط‌زیست سازگار باشند. محصول‌های حاصل از انفجار یا احتراق مواد پرنرژی یا پساب‌های کارخانجات تولیدی این مواد باید دارای کمترین آلودگی‌های زیست‌محیطی باشند.

در این کتاب به دسته‌های مختلف مواد پرنرژی از جمله مواد منفجره، دشرابه‌ها و ترکیب‌های پروتکنیک با توجه به اصول دوازده‌گانه‌ی شیمی سبز پرداخته شده است. همچنین موادی که به‌نوعی با سنتز یا تهیه‌ی فرمول‌بندی مواد پرنرژی سر و کار دارند، مانند: اکسیدکننده‌ها، نگهدارنده‌ها، پلیمرهای پرنرژی و پیش‌ماده‌های سنتزی از دیدگاه شیمی سبز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در ترجمه این کتاب سعی بر آن بوده تا نوشته‌ها و نظریات مؤلف به‌طور دقیق به

فارسی برگردانده شود. بدیهی است که ترجمه این کتاب خالی از اشکال نمی‌باشد
بنابراین ارائه نظرات و پیشنهادهای خوانندگان محترم و نکته‌سنج برای رفع نقایص و
اشکال‌های احتمالی موجب تشکر و امتنان خواهد بود.

مترجمان

زمستان ۱۳۹۳

www.ketab.ir