

صلح آمیز هسته‌ای کاربردهای انرژی

تألیف: مهندس مهدی تولائی

ویراستار: دکتر سید علی سلیمانی ایوری

تولائی - مهدی - ۱۳۵۲ ..

کاربردهای صلح آمیز انرژی هسته‌ای / مهدی تولائی، ویراستار سیدعلی سلیمانی ایوری.
- قم، گنج عرفان، ۱۳۸۴.

۱۱۹ ص.، مصور، جدول ISBN 964 - 7958 - 48 - X ، ۱۱۵۰۰ ریال

فهرستویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

کتابنامه: ص. ۱۰۵ - ۱۰۶.

۱. رادیو ایزوتوپها - کاربردهای صنعتی. ۲. ایزوتوپها. ۳. انرژی اتمی - کاربردهای
صنعتی. ۴. انرژی اتمی - استفاده بهینه. الف - سلیمانی ایوری، علی، ویراستار ب. عنوان.

۵۳۹/۷۵۲

QC۷۹۵/۷/۹ ت



کاربردهای صلح آمیز انرژی هسته‌ای

مهدی تولائی

چاپ اول، سال ۱۳۸۴

ویراستار: دکتر سیدعلی سلیمانی ایوری • شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

صفحه‌آرایی: اخوان رایانه (گنج مرغان) • لیتوگراف: علیزاده

ناظر فنی: مسعود حبیب الهی • طرح جلد: محمد مهدی توشلی

چاپ: ثامن الحجج علیّه • بها: ۱۰۰۰۰ ریال

همه حقوق برای مؤلف محفوظ است

شابک X-۴۸-۷۹۵۸-۹۶۴ • X-48-7958-964 ISBN

قم، ۴۵ متری عمار یاسر، تلفن و نمابر ۷۷۵۹۲۳۷-۷۷۱۶۲۳۷ (۰۲۵۱)

E-mail: Gangerfan@Yahoo.com

فهرست مطالب

۱	پیشگفتار
۳	مقدمه
۷	بخش اول / آشنایی با هسته اتم
۹	۱-۱ اصطلاحات و تعاریف
۱۰	الف) پروتون (p)
۱۰	ب) نوترون (n)
۱۰	عدد اتمی (z)
۱۰	عدد نوترونی (N)
۱۱	عدد جرمی (A)
۱۱	ایزوتوپ
۱۲	پرتوزایی
۱۲	پرتو آلفا
۱۳	پرتو بتا
۱۳	پرتو گاما

و..... کاربردهای صلاح آمیز انرژی هسته‌ای

نیمه عمر ۱۴

۱-۲ منشأ مواد پرتوزا ۱۴

شکافت هسته‌ای ۱۵

همجوشی هسته‌ای..... ۱۶

۱- ۳- سرانجام مواد پرتوزا ۱۷

بخش دوم/ کاربردهای پژوهشی و تحقیقاتی مواد پرتوزا ۱۹

مقدمه ۲۱

۱-۲ تحقیقات داروسازی ۲۱

۲-۲ تحقیقات صنعتی..... ۲۲

۲-۳ تحقیقات باستان‌شناسی ۲۳

۲-۴ تحقیقات پلیسی ۲۴

بخش سوم/ کاربردهای مواد پرتوزا در صنعت ۲۵

مقدمه ۲۷

۱-۳ صنایع اتومبیل سازی ۲۷

۲-۳ صنایع هواپیما سازی..... ۲۸

۳-۳ شرکت‌های نفت، گاز و مواد معدنی..... ۲۸

۴-۳ شرکت‌های تولید لوله ۲۸

۵-۳ احداث جاده‌ها..... ۲۹

۶-۳ باتری هسته‌ای..... ۲۹

۷-۳ اندازه‌گیری مشخصات فیزیکی ۲۹

فهرست مطالب ز

۳-۸ تجزیه مواد ۳۰

۳-۹ بررسی کارائی ۳۰

۳-۱۰ کنترل سایش ۳۰

۳-۱۱ کنترل استحکام ۳۲

۳-۱۲ تعیین حجم ۳۳

۳-۱۳ حجم سنجی سیال ۳۵

۳-۱۴ حذف بار الکتریکی ساکن ۳۷

۳-۱۵ نشت یابی ۳۸

۳-۱۶ تعیین ضخامت ۳۹

بخش چهارم/ کاربردهای مواد پر توزا در کشاورزی و دامپروری ۴۳

مقدمه ۴۵

۴-۱ رشد گیاهان مقاوم ۴۵

۴-۲ بهبود ارزش غذایی ۴۶

۴-۳ مقاوم کردن حیوانات در برابر بیماری ۴۶

۴-۴ مطالعه کودهای شیمیایی ۴۶

۴-۵ کنترل آفات ۴۷

۴-۶ مطالعات کشاورزی ۴۷

بخش پنجم/ کاربرد مواد پر توزا در خدمات و محصولات مصرفی ۵۱

مقدمه ۵۳

۵-۱ تولید برق ۵۳

ح کاربردهای صلح آمیز انرژی هسته‌ای

- ۵-۲ دیسک کامپیوتر ۵۴
- ۵-۳ ظروف نجسب ۵۴
- ۵-۴ دستگاه فتوکپی ۵۴
- ۵-۵ استریل لوازم آرایشی و بهداشتی ۵۵
- ۵-۶ استریل لوازم پزشکی ۵۵
- ۵-۷ کاربرد در توری چراغ زنبوری ۵۶
- ۵-۸ هشدار دهنده حریق ۵۷

بخش ششم/ کاربرد ایزوتوپ‌های متداول ۶۱

- مقدمه ۶۳
- (۱) آمرسیم ۲۴۱ ۶۳
- (۲) آهن ۵۵ ۶۴
- (۳) استرنسیم ۸۵ ۶۴
- (۴) استرنسیم ۸۲ ۶۴
- (۵) استرنسیم ۹۰ ۶۴
- (۶) اورانیوم ۲۳۸ ۶۵
- (۷) ایتریم ۹۰ ۶۵
- (۸) ایریدیم ۱۹۲ ۶۵
- (۹) برم ۸۲ ۶۵
- (۱۰) پرومتیم ۱۴۷ ۶۶
- (۱۱) پلوتونیم ۲۳۸ ۶۶

۶۶	.....	۲۱۰	پلونیم (۱۲)
۶۶	.....	۲۰۳	تالیم (۱۳)
۶۷	.....	۲۰۴	تالیم (۱۴)
۶۷	.....	۹۹-ام	تکنسیم (۱۵)
۶۷	.....	۱۸۸	تنگستن (۱۶)
۶۸	.....		تنگستن آغشته به توریم (۱۷)
۶۸	.....	۲۲۹	توریم (۱۸)
۶۸	.....	۲۳۰	توریم (۱۹)
۶۸	.....		تریتیم (۲۰)
۶۹	.....	۱۷۰	تولیم (۲۱)
۶۹	.....	۸۷	روبیدیم (۲۲)
۶۹	.....	۶۵	روی (۲۳)
۶۹	.....	۶۸	ژرمانیم (۲۴)
۷۰	.....	۲۴	سدیم (۲۳)
۷۰	.....	۲۲	سدیم (۲۴)
۷۰	.....	۲۱۰	سرب (۲۵)
۷۰	.....	۱۳۷	سزیم (۲۶)
۷۱	.....	۷۵	سلنیم (۲۷)
۷۱	.....	۷۵	سلنیم (۲۸)
۷۱	.....	۳۲	سیلیسیم (۲۹)
۷۱	.....	۱۹۸	طلا (۳۰)

ی..... کاربردهای صلح‌آمیز انرژی هسته‌ای

۷۲	.....	۳۲	(۳۱) فسفر
۷۲	.....	۱۰۹	(۳۲) کادمیم
۷۲	.....	۲۵۲	(۳۳) کالیفرمیم
۷۳	.....	۵۷	(۳۴) کبالت
۷۳	.....	۶۰	(۳۵) کبالت
۷۳	.....	۱۴	(۳۶) کربن
۷۴	.....	۵۱	(۳۷) کروم
۷۴	.....	۸۵	(۳۸) کریپتون
۷۴	.....	۳۶	(۳۹) کلر
۷۵	.....	۴۷	(۴۰) کلسیم
۷۵	.....	۴۲	(۴۱) کلسیم
۷۵	.....	۲۲۴	(۴۲) کوریم
۷۵	.....	۱۳۳	(۴۳) گزنون
۷۶	.....	۳۵	(۴۴) گوگرد
۷۶	.....	۶۷	(۴۵) مس
۷۶	.....	۶۴	(۴۶) مس
۷۶	.....	۵۴	(۴۷) منگنز
۷۷	.....	۶۳	(۴۸) نیکل
۷۷	.....	۵۲	(۴۹) وانادیم
۷۷	.....	۳	(۵۰) هیدروژن
۷۷	.....	۱۳۲	(۵۱) ید

۷۸ ۱۳۱ (۵۲) ید

۷۹ بخش هفتم / کاربرد مواد پرنوزادر تولید برق

۸۱ ۷-۱ اهمیت اقتصادی انرژی هسته‌ای

۸۲ ۷-۲ دلایل افزایش استفاده از انرژی هسته‌ای

۸۲ (۱) حفظ منابع موجود

۸۳ (۲) کاهش وابستگی به نفت خام

۸۳ (۳) ارزانی نسبی

۸۴ ۷-۳ انواع سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای

۸۴ ۷-۴ منابع تهیه اورانیم

۸۵ ۷-۵ تعداد نیروگاه‌های هسته‌ای

۸۵ ۷-۶ تفاوت‌های راکتورهای هسته‌ای

۸۶ (۱) سوخت هسته‌ای مورد استفاده

۸۶ (۲) کند کننده یا مهارگر

۸۶ (۳) ماده خنک کننده

۸۷ (۴) از نظر ساختمان راکتور

۸۷ (۵) ایمنی و شرایط کار

۸۷ ۷-۷ معمول‌ترین نیروگاه‌های هسته‌ای

۸۸ ۷-۸ انواع راکتورهای هسته‌ای براساس سوخت

۸۹ ۷-۹ نیروگاه هسته‌ای چگونه عمل می‌کند

۹۲ ۷-۱۰ شکل فیزیکی و نوع سوخت هسته‌ای

ی ب کاربردهای صلیح آمیز انرژی هسته‌ای

بخش هشتم / کاربرد مواد پرتوزا در پزشکی ۹۵

مقدمه ۹۷

۸-۱ استفاده مواد پرتوزا در پزشکی ۹۷

الف: مواد پرتوزا در تشخیص بیماری ۹۷

ب: مواد پرتوزا در درمان بیماری‌ها ۹۸

۸-۲ ورود ایزوتوپ‌ها به بدن ۹۹

۸-۳ اساس کار ۹۹

۸-۴ تشکیل تصویر ۱۰۰

۸-۵ ویژگی‌های ایزوتوپ‌های پرتوزا ۱۰۱

۸-۶ موارد کاربرد ۱۰۲

۸-۷ ایمنی ایزوتوپ‌های پرتوزا ۱۰۳

فهرست منابع ۱۰۵

پیشگفتار

بیش از یک صد سال از کشف خاصیت پرتوزایی می‌گذرد. پس از این کشف، اهتمام دانشمندان برای تهیه ایزوتوپ‌های پرتوزای مصنوعی آغاز شد. همچنین دانشمندان در شناسایی روش‌های به‌کارگیری این مواد در صنعت، پزشکی، کشاورزی و... تلاش بسیاری نموده و به راهکارهای بسیاری رسیدند. علیرغم استفاده‌های مختلف و روزافزون مواد پرتوزا در عرصه‌های مختلف زندگی بشر، اغلب افراد با شنیدن نام انرژی هسته‌ای و مواد پرتوزا، به خرابی، جنگ و فاجعه انسانی می‌اندیشند و معمولاً استفاده‌های صلح‌آمیز و غیرنظامی آن دور از ذهن می‌ماند. در این کتاب سعی بر این است تا خوانندگان محترم را با استفاده‌های غیرنظامی انرژی هسته‌ای به صورت عمومی و کلی آشنا نماییم.

آنچه در این مجموعه ذکر می‌گردد نگاهی گذرا بر ویژگی‌ها و مصارف متفاوت مواد پرتوزا در صنعت، کشاورزی و دامپروری،

خدمات و محصولات مصرفی، تولید برق، و پزشکی می‌باشد که از دیرباز شروع گردیده و هم اکنون نیز با توجه به نوع کاربرد، و سطح تکنولوژی به طور وسیع و یا محدود مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ادامه پس از مروری بر استفاده‌های مختلف انرژی هسته‌ای، با برخی ایزوتوپ‌های پرتوزای متداول و کاربرد آنها نیز آشنا خواهیم شد.

در قسمت‌های مختلف برای آشنایی خوانندگان از چگونگی عمل مواد پرتوزا در وسایل مختلف و فرایندهای گوناگون، شیوه عمل این مواد به زبان ساده و به صورت مختصر تشریح شده است. بدون شک این کتاب عاری از اشتباه یا کمبود علمی نیست که نخست از وجود آنها پوزش خواسته و در عین حال امیدوارم، با راهنمایی‌های متخصصان ارجمند بتوانم در آینده کارهای بهتری را خدمت خوانندگان ارائه دهم.

مهدی تولائی

مقدمه

رویارویی مادام کوری و همسرش با پدیده عجیب و ناشناخته‌ای در سال ۱۸۹۶ موجب کشف مواد رادیواکتیو طبیعی گردید. کشف بزرگ آنها و شناسائی برخی از استفاده‌های شگفت‌انگیز آن، توجه اکثر دانشمندان و محققان را به خود جلب کرد. به طوری که بعد از درگذشت مادام کوری، دانشمندان به تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه دست زدند و علاوه بر شناسایی برخی دیگر از کاربردهای مهم مواد پرتوزا، دریافتند که پرتوژی را می‌توان در برخی مواد به صورت مصنوعی نیز ایجاد کرد.

مواد پرتوزای مصنوعی از پسمان‌های حاصل از سوخت راکتورهای اتمی، بمباران مواد در راکتورهای اتمی و یا با استفاده از ذرات شتابدار حاصل از جریان الکتریسته، در سیکلوترون‌ها به وجود می‌آیند. به همین دلیل آنها را محصولات جانبی انرژی اتمی می‌نامند.

علی‌رغم استفاده‌های مختلف و روزافزون مواد پرتوزا در عرصه‌های مختلف زندگی بشر، اغلب افراد با شنیدن نام انرژی هسته‌ای و مواد پرتوزا، به خرابی، جنگ، کشتار و فاجعه انسانی می‌اندیشند. در صورتی که آنچه تا کنون از این مواد در عرصه‌های متفاوت زندگی به دست آمده است سهم قابل توجهی در پیشبرد اهداف بشری داشته است. به عبارت دیگر گستره بهره‌وری این عناصر در قسمت‌های مختلف زندگی به حدی است که استفاده‌های نظامی این مواد تنها درصد کمی از آن را به خود اختصاص داده است. از آنجایی که دنیای امروز به موازات پیشرفت‌های گسترده در عرصه‌های مختلف صنعتی و علمی، در عرصه اخلاقی و فرهنگی رشد نکرده است و نقش ارزش‌های انسانی و بشری در زندگی انسان‌ها کم رنگ‌تر شده است همواره این نگرانی وجود دارد که بعضی کشورها، در صدد استفاده‌های غیرانسانی از مواد پرتوزا برآیند. امید است که با حاکمیت ارزشهای فرهنگی و اخلاقی در جوامع بشری این نگرانی در آینده برطرف شود.

مواد پرتوزا به طور گسترده‌ای در صنعت، پزشکی، درمان بیماری، محصولات مصرفی^(۱)، گسترش داروهای جدید، کشاورزی، و سرانجام تأمین انرژی کشورهای پیشرفته کاربرد داشته و نقش مهمی

در ارتقاء سطح دانش و رفاه انسان‌ها دارد. با توجه به تنوع کاربرد این مواد، کمتر صنعتی است که از خواص اعجاب‌انگیز مواد پرتوزا برای حل مشکلات خود استفاده نکرده باشد.

همچنین مواد پرتوزا اقتصاد پرسود و مزایای کاری فراوانی با خود به ارمغان آورده‌اند. مثلاً در آمریکا، مواد پرتوزا سالانه علاوه بر تأمین قسمتی از برق مصرفی، درآمدی بالغ بر ۷/۳۳۰ بیلیون دلار فروش حاصل از خدمات صنعتی، ایجاد ۴ میلیون شغل و ۶۰ بیلیون دلار درآمد مالیاتی محلی، ایالتی و دولت فدرال را در برداشته است. درآمد اقتصادی مستقیم و غیر مستقیم انرژی هسته‌ای در تولید برق آمریکا مجموعاً ۹۰ بیلیون دلار شامل فروش کالا و خدمات، ایجاد ۴۴۲۰۰۰ موقعیت شغلی و ۸/۱۷ بیلیون دلار درآمد مالیاتی محلی، ایالتی، و دولت فدرال می‌باشد. در مجموع، مواد پرتوزا باعث شده‌اند تا بسیاری از کارها راحت‌تر، سریع‌تر، ارزان‌تر و ساده‌تر انجام گردد. در برخی موارد نیز هیچ جایگزینی برای مواد پرتوزا وجود ندارد.