

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



انتشارات
۸۲۶

آشنایی با فیزیک رآکتورهای هسته‌ای

دکتر رضا ایزدی نجف‌آبادی
استاد دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه: ایزدی نجف‌آبادی، رضا، ۱۳۲۷ -
 عنوان و نام پدیدآور: آشنایی با فیزیک راکتورهای هسته‌ای/ رضا ایزدی نجف‌آبادی؛ ویراستار ادبی هانیه اسدیپور فعال مشهد.
 مشخصات نشر: مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۱.
 مشخصات ظاهری: ۲۴۰ ص.
 فروست: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۸۲۶.
 شابک: ISBN: 978-964-386-518-4
 وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا.
 یادداشت: کتابنامه.
 موضوع: فیزیک هسته‌ای
 راکتورهای هسته‌ای
 دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.
 شناسه افزوده: QCY۷۶
 رده‌بندی کنگره: ۵۳۹/۷
 رده‌بندی دیویی: ۸۸۱۵۸۲۴
 شماره کتاب‌شناسی ملی: ۸۸۱۵۸۲۴

Nuclear physics
 Nuclear reactors

آشنایی با فیزیک راکتورهای هسته‌ای

پدیدآورنده: دکتر رضا ایزدی نجف‌آبادی
 ویراستار ادبی: هانیه اسدیپور فعال مشهد
 مشخصات: وزیری، ۱۰۰ نسخه، چاپ اول، تابستان ۱۴۰۱
 چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
 بها: ۹۹۰/۰۰۰ ریال
 حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
 تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
 مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن‌بست
 گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
 مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نیش خیابان نظری، شماره ۱۴۲
 تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۵
مقدمه.....	۷
فصل ۱. مروری بر فیزیک هسته‌ای.....	۱۱
۱-۱ مقدمه.....	۱۱
۲-۱ ساختار هسته.....	۱۱
۳-۱ شعاع‌های هسته‌ای.....	۱۳
۴-۱ جرم و انرژی بستگی هسته.....	۱۴
۵-۱ پرتوزایی.....	۲۰
۶-۱ واکنش‌های هسته‌ای.....	۳۲
مسائل.....	۳۴
فصل ۲. مروری بر فیزیک نوترون.....	۳۷
۱-۲ مقدمه.....	۳۷
۲-۲ رده‌بندی نوترون‌ها.....	۳۷
۳-۲ چشمه‌های نوترون.....	۳۹
۴-۲ برهم‌کنش‌های نوترون با ماده.....	۴۵
۵-۲ سطح مقطع نوترون.....	۵۶
۶-۲ تضعیف باریکه نوترون.....	۶۳
۷-۲ آشکارسازی نوترون.....	۶۶
مسائل.....	۶۸
فصل ۳. شکافت هسته‌ای.....	۷۱
۱-۳ مقدمه.....	۷۱
۲-۳ سازوکار شکافت.....	۷۲
۳-۳ فراورده‌های شکافت.....	۷۶
۴-۳ نوترون‌های شکافت.....	۷۹
۵-۳ انرژی شکافت.....	۸۰
۶-۳ آهنگ مصرف سوخت.....	۸۱
مسائل.....	۸۴
فصل ۴. فرایند زنجیره‌ای شکافت و فیزیک ساختار قلب رآکتور.....	۸۷
۱-۴ مقدمه.....	۸۷

۸۷.....	۲-۴ فرایند زنجیره‌ای شکافت
۸۸.....	۳-۴ ضریب تکثیر (k)
۹۴.....	۴-۴ اجزای اصلی رآکتورهای هسته‌ای
۱۰۴.....	۵-۴ تبدیل عناصر بارور به سوخت و زایش
۱۰۸.....	۶-۴ چرخه سوخت
۱۱۱.....	مسائل

۱۱۳.....	فصل ۵. مبانی فیزیکی رآکتورهای هسته‌ای
۱۱۳.....	۱-۵ مقدمه
۱۱۳.....	۲-۵ پخش نوترون‌ها
۱۲۰.....	۳-۵ بقای نوترون و معادله ترابرد
۱۲۶.....	۴-۵ قانون فیک
۱۳۲.....	۵-۵ معادله پخش نوترون
۱۳۷.....	۶-۵ حل معادله پخش
۱۴۷.....	۷-۵ مفهوم فیزیکی طول پخش
۱۵۰.....	۸-۵ روش اندازه‌گیری مستقیم طول پخش L
۱۵۷.....	۹-۵ رآکتور همگن با چشمه‌های توزیع‌شده
۱۵۷.....	۱۰-۵ معادله پخش و رآکتور یک‌گروهی
۱۶۷.....	۱۱-۵ شرط بحرانی یک‌گروهی
۱۶۸.....	۱۲-۵ احتمال عدم نشت یک‌گروهی
۱۷۱.....	۱۳-۵ رآکتورهای بازتابنده
۱۷۵.....	مسائل

۱۸۱.....	فصل ۶. کند شدن نوترون و چند مبحث دیگر
۱۸۱.....	۱-۶ مقدمه
۱۸۲.....	۲-۶ کند شدن نوترون
۱۹۵.....	۳-۶ رآکتور دو گروهی
۲۰۰.....	۴-۶ نوترون‌های تأخیری
۲۰۴.....	۵-۶ سموم رآکتور
۲۱۴.....	مسائل

۲۱۵.....	پیوست «ا»: تابع احتمال پراکندگی نوترون
۲۱۹.....	پیوست «ب»: سطح مقطع انتقال نوترون
۲۲۳.....	پیوست «ج»: برخی داده‌های هسته‌ای
۲۲۷.....	پیوست «د»: برخی توابع و روابط خاص ریاضی

۲۳۶.....	مراجع
۲۳۷.....	نمایه

پیشگفتار

کتاب حاضر که بخش‌های زیادی از مطالب آن حاصل جمع‌آوری و تنظیم دست‌نوشته‌ها و یادداشت‌های چندین سال تدریس این جانب در دروس فیزیک رآکتور در دانشگاه فردوسی مشهد است، با مراجعه به کتاب‌ها و پایگاه‌های مختلف هسته‌ای روزآمد شده است و اکنون در اختیار شما قرار دارد. سعی شده است مجموعه مطالب به گونه‌ای باشد که تاحد امکان سرفصل‌های درس رآکتور ۱ در مقطع کارشناسی فیزیک را پوشش دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، مباحث جمع‌آوری شده شامل یک مقدمه و شش فصل به همراه چند پیوست مرتبط است.

در مقدمه توضیح کوتاهی از منابع گوناگون انرژی و مزایا و معایب آن‌ها آمده است. فصل ۱ مروری است بر نکاتی از فیزیک هسته‌ای که در موضوع رآکتور اهمیت دارد، مانند ساختار هسته، جرم و انرژی بستگی هسته، پرتوزایی و واکنش‌های هسته‌ای. در فصل ۲ مباحث مهمی از فیزیک نوترون از جمله چشمه‌های نوترون، برهم‌کنش‌های نوترون با ماده، سطح مقطع نوترون، تضعیف باریکه نوترون و آشکارسازی نوترون تشریح شده است. موضوعاتی مانند شکافت هسته‌ای و سازوکار آن، فراورده‌ها و نوترون‌های شکافت، انرژی شکافت، آهنگ مصرف سوخت، فرایند زنجیره‌ای شکافت، فیزیک ساختار قلب رآکتور و اجزای اصلی آن و... در فصل‌های ۳ و ۴ به بحث گذاشته شده است. فصل ۵ که اصلی‌ترین موضوع این کتاب است و بیشترین حجم آن را تشکیل می‌دهد، به مبانی فیزیکی رآکتورهای هسته‌ای می‌پردازد. از آنجا که اساس فیزیکی فرایندهای حاکم بر رفتار یک رآکتور به پخش نوترون‌ها در آن و بر مبنای معادله ترابرد توصیف و تحلیل می‌شود، پرداختن به آن اهمیت ویژه‌ای دارد که با فرمول‌بندی ریاضی و برای حالت‌ها و شکل‌های هندسی مختلف قلب رآکتور در این فصل دنبال شده است. در فصل ۶ موضوع گند شدن نوترون و چند مبحث دیگر که برای آشنایی دانشجویان با مباحث بنیادی فیزیک رآکتور ضروری است، بررسی و تشریح شده است. علاوه بر این، چند پیوست مفید و مرتبط با موضوعات مورد بحث که گنجاندن آن‌ها در متن کتاب مناسب به نظر نمی‌رسید، به انتهای کتاب اضافه شده است. بدون تردید در این اثر نارسایی‌ها و ایرادهایی وجود دارد که نقد و نظر استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان را می‌طلبد که درخواست دارد با منت گذاشتن بر مؤلف، کاستی‌های آن را یادآور شوند.

در اینجا بر خود لازم می‌دانم از استاد بزرگوارم، مرحوم دکتر رحیم کوهی، پایه‌گذار دروس فیزیک رآکتور در دانشگاه فردوسی مشهد، یاد کنم. خداوند این استاد فاضل و فرهیخته را که به حق، سهم بزرگی در گسترش دانش هسته‌ای کشور داشته است، مشمول رحمت بی‌انتهای خود که آن را بر خود واجب

فرموده است، قرار دهد. همچنین از آقای دکتر محمد‌هادی هادی‌زاده، دیگر استاد گرامی‌ام که نکات علمی فراوانی از ایشان آموخته‌ام، صمیمانه سپاسگزارم و همواره قدردان محبت‌هایشان خواهم بود. از دوست و همکار عزیزم، آقای کتر نیما قلعه، به‌خاطر پیشنهادهای سودمندی که در تدوین کتاب داشته‌اند، به‌ویژه پیشنهاد اضافه کردن مسائل محاسباتی در پایان هر فصل و زحمتی که خودشان در طراحی یا انتخاب این مسائل کشیده‌اند، صمیمانه سپاسگزارم.

در دوره‌های مختلف تدریس دانشجویان عزیزی بودند که به نکاتی زیبا و یا اشکالات نوشتاری در جزوه‌های اولیه و پیش‌نویس این کتاب که نشان از دقت و تیزبینی آن‌ها می‌داد، به‌درستی اشاره می‌کردند. همین‌جا لازم می‌دانم از این عزیزان، از جمله آقای محمد الهی، تشکر ویژه نمایم. از خانم فهیمه کاملان، دانشجوی دکترای هسته‌ای که در سامان‌دهی و تنظیم بخش‌های عمده‌ای از تایپ اولیه کتاب همکاری داشته‌اند، کمال تشکر را دارم.

در پایان از مدیریت محترم مرکز نشر آثار علمی دانشگاه فردوسی مشهد و همکاران گرامی ایشان، به‌ویژه خانم هانیه اسدپور فعال مشهد به‌خاطر ویرایش ادبی و آقای حمید نخعی، ناظر چاپ مرکز نشر آثار، به‌خاطر آماده‌سازی نسخه نهایی کتاب، صمیمانه سپاسگزارم و قدردان زحمات آنان خواهم بود.

رضا ایزدی نجف‌آبادی

زمستان ۱۴۰۰

مقدمه

پیشرفت روزافزون علمی و صنعتی کشورها، افزایش تصاعدی جمعیت جهان، بالا رفتن سطح زندگی، رفاه طلبی و ترویج مصرف گرایی و گسترش شهرها و شهرنشینی از مجموعه عواملی است که نیاز بشر به انرژی را اجتناب ناپذیر می کند. اگرچه در حال حاضر تأمین این نیاز از منابعی مثل نفت و گاز صورت می گیرد و ظاهراً مشکل مهمی هم مشاهده نمی شود، اما واقعیت این است که از این دو منبع باارزش، عمر چندانی باقی نمانده و باید چاره‌ای اندیشید و به دنبال راهکارها و منابع دیگری بود. بدون شک یکی از این منابع که می تواند مورد توجه قرار گیرد، انرژی هسته‌ای است. این منبع که مولود آن رآکتورهای هسته‌ای، و به صورت کاربردی تر نیروگاه‌های هسته‌ای می باشند، هم اکنون بخشی از نیازهای انرژی را تأمین می کند. البته منابع دیگری هم وجود دارند که لازم است در جای خود به بررسی مفصل آن پرداخت. مطالعه و تحقیق در زمینه تمام منابع انرژی شناخته شده، سال‌هاست که در دستور کار پژوهشگران قرار گرفته و نتایج خوبی هم از آن‌ها انتشار یافته است. در این مقدمه اشاره بسیار کوتاهی به این منابع خواهیم داشت. علاقه‌مندان می توانند برای کسب آگاهی‌های بیشتر به مراجع مختلف در زمینه انرژی مراجعه کنند.

منابع مختلف انرژی، مزایا و معایب آن‌ها

۱- چوب

یکی از اولین منابع انرژی مورد استفاده بشر که تا چندین سال پیش متداول بوده، چوب و هیزم است. هنوز هم در برخی نقاط دورافتاده و روستایی جهان از سوزاندن شاخه‌های درختان برای تأمین بخشی از انرژی مورد نیاز خود بهره می گیرند. ارزش انرژی‌دهی چوب در حدود 10000 kJ/kg است که در مقایسه با سایر منابع مثل گاز طبیعی که انرژی‌دهی آن حدود 36000 kJ/kg است، نسبتاً پایین است. علاوه بر این، کاملاً روشن است که در یک مقیاس بزرگ نمی توان به این منبع انرژی دل بست. اگرچه استفاده از آن در جای خود تا حدودی ساده و راحت است، اما پایین بودن ارزش انرژی‌دهی آن از یک سو و تخریب شدید محیط زیست و نابودی درختان و جنگل‌ها از سوی دیگر، عواملی است که برنامه‌ریزی برای استفاده از آن را کاملاً منتفی کرده است. علاوه بر این، باید گفت چوب مصارف صنعتی ارزشمندی دارد و بدترین استفاده از آن سوزاندن می باشد.

۲- سوخت‌های فسیلی

سوخت‌های فسیلی بقایای گیاهان و جانورانی است که در گذشته در زمین مدفون شده‌اند. این بقایای

پوسیده امروزه به صورت نفت، گاز و زغال سنگ مهم ترین و پرمصرف ترین منبع انرژی را تشکیل می دهند. در این بین، زغال سنگ به دلیل تولید حجم بالای گازهای آلاینده، مشکلات استخراج و حمل و نقل، جایگاه خود را در عرصه صنعت تاحدود زیادی از دست داده است. اما نفت و گاز به دلیل ارزانی نسبی قیمت و حمل و نقل کم هزینه، همچنان یکه تاز میدان صنعت اند. اگرچه این دو منبع هم به سهم خود نقشی اساسی در تخریب ساختار طبیعی محیط زیست داشته اند، اما همان طور که می بینیم، به خوبی توانسته اند قطار صنعت را به پیش ببرند. نگرانی عمده در این زمینه، به خصوص در سال های اخیر که احتیاج به انرژی رشد فزاینده ای پیدا کرده، شمارش معکوس برای رسیدن به نقطه پایان منابع نفت و گاز است.

۳- انرژی خورشیدی

یکی از منابع بیکران انرژی که از دیرباز سخاوتمندانه به بشر نور و گرما می دهد و در سال های اخیر نیز مورد توجه قرار گرفته خورشید است. خورشید در حقیقت یک رآکتور هم جوشی هسته ای طبیعی و بسیار عظیم است که در هر شبانه روز حدود ۳۵۰ میلیارد تن از جرم خود را به انرژی تبدیل می کند. بخش ناچیزی از این انرژی به صورت تابش های الکترومغناطیس (عمدتاً نور مرئی، مادون قرمز و فرابنفش) به زمین می رسد. اگرچه استعداد انرژی خورشیدی ظاهراً در گرم کردن است، ولی خوشبختانه به کمک فناوری های جدید امکانات دیگری در بهره برداری از آن به وجود آمده است. به طور کلی انرژی خورشیدی را می توان به روش هایی نظیر گرم کردن مستقیم هوا، گرم کردن آب و یا سیالات واسطه دیگر، ذخیره و استفاده کرد. تبدیل مستقیم به الکتریسته توسط باتری های خورشیدی و آزادسازی هیدروژن از یک محیط آب دار، طی واکنش های فتوشیمیایی، روش های دیگر بهره برداری از این منبع انرژی است. اگرچه به طور نظری آهنگ انرژی خورشیدی رسیده به زمین (1.8×10^{14} kW) بسیار زیادتر از کل انرژی مصرفی در زمین در حال حاضر (1×10^{10} kW) است، اما جذب اجتناب ناپذیر بخشی از این انرژی در جو زمین، بازتاب قسمت قابل توجهی از آن از سطح زمین و مسائل فنی مربوط به مهار این انرژی، از جمله مواردی است که نمی تواند جواب گوی نیازهای فزاینده بشر به انرژی باشد. محدودیت دیگر در استفاده از این انرژی پاک و تمیز که هیچ گونه آلاینده گی و تخریب محیط زیست را به همراه ندارد، شرایط اقلیمی و جغرافیایی مناطق مختلف کره زمین در دریافت آن است.

۴- انرژی باد

انرژی حاصل از باد مدت های طولانی در تجهیزاتی نظیر کشتی ها و یا آسیاب های بادی مورد استفاده قرار می گرفت. اما آسانی مصرف سوخت های فسیلی و گسترده گی کاربرد آن ها همراه با ظهور ماشین های جدید، به تدریج استفاده صنعتی و تجاری از این وسایل بادی را به دست فراموشی سپرد. با این حال، در سال های اخیر بهره گیری از انرژی باد دوباره مورد توجه قرار گرفته و ساخت نیروگاه ها و ماشین های بادی در ابعاد بزرگ، با به کارگیری فناوری های پیشرفته، خودنمایی کرده است. مشکل اساسی این منبع انرژی

محدودیت‌های زمانی و مکانی آن است. بدیهی است که انرژی باد برخلاف انرژی حاصل از مواد نفتی هیچ نوع آلودگی برجای نمی‌گذارد و به‌جز سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه‌چندانی در طول مصرف دربر نخواهد داشت. از نظر بهره‌وری، کار یک توربین بادی یک مگاواتی، به‌میزان ۴۰۰۰ ساعت کار در طول سال، معادل صرفه‌جویی سالانه حدود ۱۰۰۰ تن نفت خام خواهد بود.

۵- انرژی آب

آب هم مانند باد و خورشید از منابع طبیعی انرژی است که بدون صرف هزینه مصرف، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. انرژی‌دهی آب به‌علت حرکت و سرعت آن و در نتیجه انرژی جنبشی توده آب و نیز امکان تبدیل به انرژی پتانسیل می‌باشد. با بستن سد در مقابل آب رودخانه‌ها می‌توان انرژی پتانسیل عظیمی را ذخیره کرد و سپس با برنامه‌ریزی کنترل‌شده‌ای به مصارف مختلف رساند. آبشارها هم به‌علت ارتفاع از سطح زمین و هم به‌دلیل سرعت زیاد جریان آب، منبع مناسبی از انرژی محسوب می‌شوند. استفاده از پدیده جزرومد دریاها که هم‌اکنون در بعضی از کشورها کاربردی شده است، نمونه دیگری از بهره‌مندی از انرژی آب است. چگونگی استفاده در روش اخیر به‌این‌صورت است که حوضچه‌هایی در مناطق ساحلی دریا ایجاد می‌کنند که با بالا آمدن سطح آب دریا به‌هنگام مد، از طریق کانال‌های ارتباطی پر می‌شوند و با پایین رفتن آن خالی می‌گردند. در مسیر این رفت و برگشت آب، توربینی قرار دارد که انرژی جنبشی آن را به الکتریسته تبدیل می‌کند. امواج اقیانوس‌ها نیز مورد دیگری از آب پرانرژی است که بهره‌مندی از آن‌ها در طرح‌های مربوط پیش‌بینی شده است.

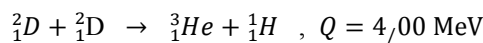
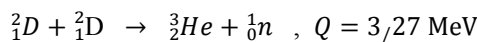
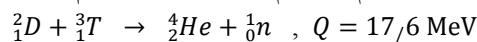
۶- انرژی زمین‌گرمایی

منبع انرژی دیگری که مورد توجه پژوهشگران انرژی قرار گرفته، گرمای نهفته و قابل استفاده در پوسته زمین است. نمود روشن این انرژی، چشمه‌های آب گرم و یا فوق‌العاده گرمی است که در گوشه و کنار کره زمین ظهور پیدا می‌کنند. اگرچه این منابع به‌صورت حوضچه‌های گرمایی در نقاط و محدوده‌های خاصی از پوسته زمین واقع هستند، اما مطالعات گسترده‌ای که در این زمینه صورت گرفته است، نتایج امیدوارکننده و ثمربخشی را نوید می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که تبدیل این انرژی ذخیره‌شده به انرژی الکتریکی و تأمین بخشی کوچک از نیاز بشر به انرژی، دور از انتظار نیست.

۷- انرژی هسته‌ای

در فصل ۱ خواهیم دید که از انرژی هسته‌ای به دو صورت می‌توان استفاده کرد: شکافت هسته‌ای و هم‌جوشی هسته‌ای. شکافت که موضوع اصلی این درس است، به فصل‌های ۳ و ۴ واگذار می‌کنیم و در اینجا فقط به شاخه دیگر، یعنی هم‌جوشی، اشاره خواهیم کرد. در فرایند هم‌جوشی یا گداخت هسته‌ای، از پیوند دو هسته سبک، یک هسته سنگین‌تر به‌وجود می‌آید.

انرژی آزادشده در این فرایند برابر است با اختلاف انرژی بستگی هسته سنگین و هسته‌های سبک اولیه. نمونه بارز هم‌جوشی پدیده‌ای است که داخل خورشید و سایر ستارگان رخ می‌دهد و درحقیقت منشأ انرژی عظیم آن‌هاست. برخی از برهم‌کنش‌های مطرح در این زمینه که امکان انجام آن‌ها وجود دارد، پیوند دوایزوتوپ سنگین هیدروژن، یعنی دوتریوم و تریتیوم است که براساس برهم‌کنش‌های زیر رخ می‌دهد.



می‌بینیم که انرژی حاصل از هریک از این برهم‌کنش‌ها میلیون‌ها برابر انرژی به‌دست آمده از یک واکنش شیمیایی متناظر، یعنی ترکیب کربن و اکسیژن در سوخت فسیلی ($\approx 5 \text{ eV}$) است. این موضوع به‌لحاظ منبع تأمین انرژی، آینده امیدوارکننده و درخشانی را نوید می‌دهد.

برای انجام این واکنش‌ها باید هدفی از تریتیوم و یا دوتریوم را تحت بمباران دوترون پراثری قرار داد. انرژی دوترون باید درحدی باشد که بتواند با غلبه بر دافعه کولنی، به هسته هدف نزدیک شود و ازطریق نیروی هسته‌ای باعث واکنش گردد. اما مشکل اساسی این است که درحال حاضر (تاآنجا که اطلاعات منتشرشده نشان می‌دهد)، چگونگی کنترل این واکنش‌ها در مقیاس بزرگ و در یک محیط بسته که دمای چند هزار درجه سانتی‌گراد را می‌طلبد، شناخته‌شده نیست. هرچند طرح‌هایی مانند محصور کردن در میدان مغناطیسی، موفقیت‌هایی را نوید می‌دهد. بااین حال، بسیاری از دانشمندان و پژوهشگران فناوری هسته‌ای، درصدد چیره شدن بر مشکلات و عملی کردن فرایند هم‌جوشی در مقیاس وسیع برای تولید انرژی الکتریکی هستند. دستیابی به فرایند هم‌جوشی کنترل‌شده در تولید انرژی بسیار زیاد نسبت به انرژی شکافت، برتری‌های ارزشمندی دارد که ازجمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- عدم تولید آلاینده‌های مخرب محیط‌زیست درحد غیرقابل کنترل
- ۲- وجود منابع سرشار هیدروژنی در سطح کره زمین (دوتریوم مخصوصاً به‌عنوان سوخت هم‌جوشی هسته‌ای موردتوجه است؛ زیرا به‌میزان زیادی در طبیعت یافت می‌شود. برای مثال، در آب دریا به‌ازای هر ۶۰۰۰ مولکول H_2O ، یک مولکول D_2O وجود دارد که می‌توان از دوتریوم آن بهره گرفت).
- ۳- امکان تولید مستقیم‌تر انرژی الکتریکی بیشتر از این انرژی، به‌کمک مبدل‌های حرارتی معمولی و توربین‌ها
- ۴- تولید انرژی بیشتر به‌ازای مصرف جرم یکسان سوخت: یک محاسبه ساده و صرفاً نظری نشان می‌دهد که انرژی تولیدشده از مصرف کامل یک گرم تریتم خالص، به‌عنوان سوخت هم‌جوشی هسته‌ای در واکنش ${}^3_1H(d,n){}^4_2He$ ، حدوداً هفت برابر انرژی حاصل از مصرف کامل یک گرم ${}^{235}_{92}U$ خالص به‌عنوان سوخت راکتور شکافت است.