

# Kankor Widget ابزار کانکور

جدیدترین تکنالوژی آموزشی در سطح کشور

غنی سازی یورانیم





## فهرست مطالب

- 1..... غنی سازی یورانیم
- 2..... تعامل زنجیری (Chain Reaction)
- 4..... رهایی انرژی به مقیاس زیاد در بعضی از پیامد های آن
- 5..... مسایل
- 7..... مأخذ

## غنی سازی یورانیم

اهدا کننده: ابزار کانکور

منبع: کتابخانه درخت دانش

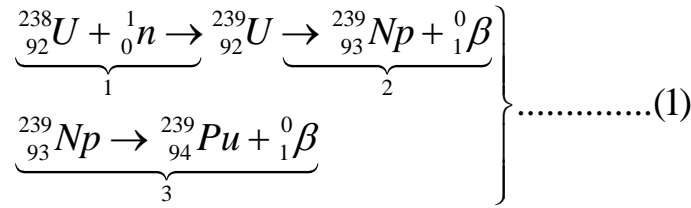
جواز/دارنده حق چاپ: دامنه عمومی / CC.0

## غنی سازی یورانیوم

غنی‌سازی یورانیوم عملی است که به واسطه آن در یک قطعه یورانیوم طبیعی مقدار ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  بیشتر شود و مقدار ایزوتوپ  $^{238}\text{U}$  کمتر گردد. یا هم ایزوتوپ‌های یورانیوم می‌توانند از هم جدا شده، تا مجموعه یک ایزوتوپ را بردیگری افزایش دهند. این عملیه غنی‌سازی نام دارد. یورانیوم به رنگ سفید مایل به نقره‌ای، سنگین، فلزی و رادیواکتیف است و به خلاف تصور اکثریت، مقدار آن در طبیعت حتی از عناصری از قبیل سیماب، طلا و نقره نیز بیشتر است. عنصر یورانیوم در طبیعت دارای ایزوتوپ‌های مختلف از جمله دو ایزوتوپ مهم و پایدار، یکی یورانیوم 235 و دیگری یورانیوم 238 است. یورانیوم طبیعی (که به شکل اکساید یورانیوم است) شامل 99.3% از ایزوتوپ  $^{238}\text{U}$  و 0.7% از  $^{235}\text{U}$  است. ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  یورانیوم قابل متلاشی و مناسب برای بمب‌ها و نیروگاه‌های هسته‌ای است. «یورانیوم با غنای پایین» که مقدار  $^{235}\text{U}$  در آن کمتر از 20%، ولی بیشتر از 0.7% است. سوخت بیشتر نیروگاه‌های هسته‌ای بین 3 تا 5 فیصد  $^{235}\text{U}$  است. «یورانیوم با غنای بالا» که  $^{235}\text{U}$  در آن بیشتر از 20% و حتی در مواردی بیش از 98% است و مناسب برای کاربردهای دارویی و نظامی و ساخت بمب‌های هسته‌ای است. روش‌های مختلفی برای غنی سازی وجود دارد که ذیلاً از بعضی آنها نام اوری می‌کنیم:

- دیفیوژن گازی.
- سانتریفیوژ گازی.
- محصول آبرو دینامیکی.
- جداسازی لیزری.

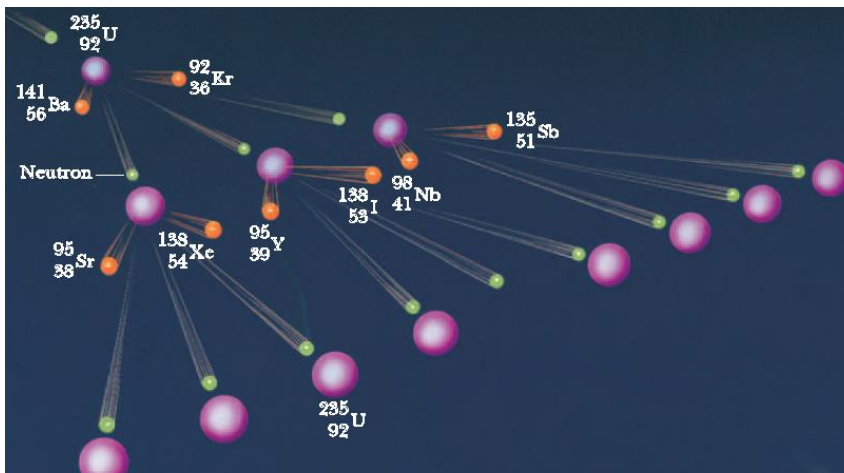
یک ماده دیگر که قابلیت متلاشی شدن را داشته و برای اهداف هسته‌ای مناسب می‌باشد، پلوتونیم  $^{239}_{94}\text{Pu}$  است. این ماده به شکل طبیعی وجود نداشته و به شکل مصنوعی در اثر بمبارد نموده یورانیوم  $^{238}\text{U}$  توسط ذره نیوترون طی سه مرحله به دست می‌آید، اولاً هسته یورانیوم را توسط ذره نیوترون بمبارد می‌کنند و در اثر این بمبارد هسته مذکور یک نیوترون اضافی دریافت نموده و به ایزوتوپ  $^{239}\text{U}$  تبدیل می‌شود. دوم این که این هسته هم ناپایدار بوده و با پخش ذره بی‌تا به نپتونیم  $^{239}_{93}\text{Np}$  متلاشی می‌شود. در مرحله اخیر باز هم هسته نپتونیم  $^{239}_{93}\text{Np}$  یک هسته رادیواکتیف بوده و با پخش اشعه بی‌تا به پلوتونیم  $^{239}_{94}\text{Pu}$  متلاشی می‌شود، پروسه‌های مذکور را روی معادلات می‌توان طور ذیل بیان نمود:



روش های که برای تولید پلوتونیم از یورانیوم مورد استفاده قرار می گیرند، زاینده گی نامیده می شوند، و دستگاه های که عمل زاینده گی در آن صورت می گیرد زاینده نامیده می شوند.

## تعامل زنجیری (Chain Reaction)

تعامل زنجیری عبارت از تعاملی است که در آن هسته ها به شکل مسلسل و پشت سر هم متلاشی می شوند، یعنی تعامل که در آن متلاشی شدن هسته ها به شکل مکرر صورت گیرد، این نوع تعامل را زنجیری یا مسلسل می گویند. در این نوع تعامل اولاً یک هسته با بمبارد نمودن توسط نیوترون متلاشی می شود، و به دو هسته سبکتری تجزیه می گردد، در پهلوی این، هسته ها ذرات نیوترون نیز تولید می شود که این نیوترون ها به هسته های دیگر حمله نموده و باعث متلاشی شدن آن ها می شوند، باز هم این هسته های متلاشی شده به دو هسته دیگر، باعث تشکیل چندین نیوترون می شوند و این بار هم این



تصویر (۱) متلاشی شدن هسته یورانیوم را در جریان تعامل زنجیری نشان می دهد

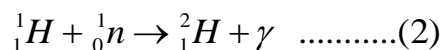
نیوترون ها به هسته های دیگر حمله نموده و باعث متلاشی شدن آن ها می شود، این پروسه به همین شکل ادامه می یابد. یکی از تعاملات زنجیری که با استفاده از آن اولین بمب اتم ساخت شد، متلاشی شدن یورانیوم می باشد که در تصویر (۱) آن را مشاهده می کنید. قسمی که در تصویر دیده می شود، اولاً یک هسته یورانیوم توسط ذره نیوترون بمبارد می شود. این هسته با دریافت نیوترون

سنگین و بی ثبات شده و به دو هسته دیگر متلاشی می شود. در پهلوی دو هسته مذکور سه نیوترون نیز تولید می شود و مطابق به تصویر، این سه نیوترون به سه هسته دیگر یورانیوم حمله نموده و باعث متلاشی شدن آنها می شود، در این بار باز هم هسته های یورانیوم به دو هسته دیگر و سه نیوترون متلاشی می شود، و نیوترون ها هسته های دیگر یورانیوم را متلاشی می کنند و باعث گسترش دامنه تعامل می شود. این تعامل برای اولین بار در ساختار بمب اتم مورد استفاده قرار گرفت، اما فعلاً از این تعامل برای هر دو نوع مقاصد استفاده به عمل می آید؛ هم برای مقاصد خرابکارانه (ساختن بمب اتم) و هم به مقاصد صلح آمیز (تولید انرژی مخصوصاً انرژی برقی).

در جریان تعامل زنجیری ما نیاز به تولید نیوترون نداریم، زیرا زمانی که هسته را با نیوترون اولی مورد حمله قرار می‌دهیم، بعد از متلاشی شدن هسته بر علاوه از هسته‌های جدید، ذرات نیوترون نیز تولید می‌شوند که این نیوترون‌های تولید شده حتی بیشتر از نیوترون‌های مورد نیاز می‌باشد. به حد اقل مقدار یورانیوم که برای آغاز پروسه متلاشی شدن نیاز است کتله بحرانی می‌گویند که با یکجا شدن چندین کتله بحرانی یک ابر کتله بحرانی حاصل می‌شود.

برای اینکه تعامل زنجیره‌یی ادامه پیدا کند، به مقدار کتله بحرانی یورانیوم نیاز است، در صورتی که مقدار یورانیوم کمتر از کتله بحرانی باشد، بیشتری از نیوترون‌های تولیدی فرار خواهند کرد که در نتیجه باعث توقف تعامل می‌شود. از طرف دیگر اگر مقدار یورانیوم فوق‌العاده زیادت از مقدار کتله بحرانی باشد، مثلاً به اندازه یک ابر کتله بحرانی، تمام نیوترون‌های تولیدی در تعامل‌های بعدی شرکت نموده و انرژی آزاد شده در یک فاصله بسیار کوتاه زمانی به اندازه زیاد خواهد بود که نتیجه جز انفجار نخواهد داشت. در صورتی که مقدار و اندازه یورانیوم را به اندازه کتله بحرانی در نظر بگیریم، در این صورت تنها یک نیوترون در تعامل بعدی سهم می‌گیرد که در این صورت تعامل به شکل یک نواخت ادامه می‌یابد. برای اینکه تعامل زنجیری به شکل یک نواخت ادامه داشته باشد باید توازن مناسبی بین نیوترون‌های تولیدی، جذب نیوترون توسط هسته یورانیوم، جذب نیوترون توسط مواد جذب کنند در ریکتور و تعداد نیوترون‌هایی که فرار می‌کنند، وجود داشته باشد. طوریکه اگر مقدار زیادی از نیوترون فرار کند و توسط دستگاه جذب شود نیوترون کافی برای تعامل زنجیری باقی نخواهد ماند و در صورت زیاد شدن نیوترون‌ها تعامل بسیار سرعت گرفته در مدت زمانی کوتاهی باعث انفجار خواهد شد. هسته از لحاظ حجم یک حصه کوچکی از اتم را تشکیل می‌دهد در این صورت احتمال برخورد نیوترون با هسته بسیار کم است، تعداد نیوترون‌هایی که در جریان تعامل تولید می‌شوند، مسقیماً متناسب به حجم می‌باشد، اما نیوترون‌های جذب شده متناسب به مساحت سطح ریکتور می‌باشند، زیرا این ذرات توسط سطح ریکتور جذب می‌شوند. در این صورت می‌توان نتیجه گرفت که در صورت بزرگ شدن ریکتور میزان تولید نیوترون بیشتر است نسبت به میزان فرار آن.

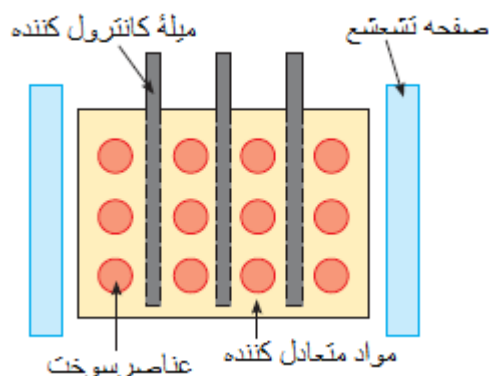
برای کم کردن سرعت نیوترون‌ها در تعاملات هسته‌یی از موادی با کتله اتمی کمتری که نیوترون با برخورد به آن مقداری از انرژی خود را از دست بدهد استفاده می‌کنند، اکثراً کاربن خالص به شکل گرافیت، آب و بریلیوم برای مقصد کُند ساختن سرعت نیوترون مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد را تعدیل کننده یا کُند کننده یاد می‌کنند. اتم هایدروجنی که در ترکیب آب وجود دارد، یک تعدیل کننده خوبی برای سرعت نیوترون می‌باشد و نیوترون در برخورد با هایدروجن مذکور بخش بزرگی از انرژی خود را از دست می‌دهد. برای اینکه انرژی نیوترون به اندازه متوسط (1eV) برسد، حدود 20 برخورد لازم است. در اثر این برخوردها هسته هایدروجن، نیوترون مذکور را جذب نموده و به هسته دیوتریوم تبدیل می‌شود که در این جریان یک مقدار انرژی را در شکل اشعه گاما پخش می‌کند، که این تعامل را در معادله ذیل مشاهده می‌نمایید:



تعامل زنجیری یورانیوم با اب معمولی ناممکن است، اما تعامل زنجیری یورانیوم طبیعی و اب سنگین امکان پذیر است، اب سنگین عبارت از اب است که در آن به عوض هایدروجن سبک ( $^1_1H$ ) هایدروجن سنگین ( $^2_1H$ ) وجود دارد. اب طبیعی را در صورتی می‌توان به حیث متعادل کننده مورد استفاده قرار داد که به عوض یورانیوم طبیعی از یورانیوم غنی شده استفاده نماییم، در ایالات متحده امریکا ریکتورهای زیادی وجود دارد که در آن‌ها ماده سوخت یورانیوم و متعادل کننده اب طبیعی می‌باشد. کاربن به شکل گرافیت نیز به حیث متعادل کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد اما به اندازه اب متعادل کننده خوب نیست، زیرا برای اینکه نیوترون انرژی خود را از دست بدهد و به حالت مطلوب بیاید، باید با اتم‌های کاربن در حدود 120 برخورد را داشته باشد، اما در صورتی که اب سنگین به حیث متعادل کننده مورد استفاده قرار گرفته باشد تنها به حدود 25 برخورد نیوترون را به انرژی مطلوب می‌رساند. برای اینکه اشنایی بیشتری با اجزایی داخلی یک ریکتور دریافت نمایم تصویر (۲) را در نظر می‌گیریم در این تصویر اجزای داخلی ریکتور که شامل مواد سوخت، مواد متعادل کننده و میله‌های کانترول کننده می‌باشد نشان داده شده است. نخستین تعامل زنجیری در سال 1942 میلادی به وسیله گروهی به رهبری فرمی در دانشگاه شیکاگو امریکا صورت گرفت، که در آن کاربن به حیث متعادل کننده مورد استفاده قرار گرفته بود.

### رهایی انرژی به مقیاس زیاد در بعضی از پیامد های آن

برای ساخت بمب‌های اتمی از دو عنصر یورانیوم  $^{235}U$  و پلوتونیم  $^{239}Pu$  استفاده صورت می‌گیرد. اولین بمب اتم از یورانیوم  $^{235}U$  ساخته شده بود که در سال 1945 میلادی بالای شهر هیروشیما پرتاب شد و سه روز بعد بمب اتمی که از  $^{239}Pu$  ساخته شده بود، بالای شهر دیگر چاپان (ناگاساکی) مورد استفاده قرار گرفت. بر علاوه امریکا کشورهای دیگر جهان از جمله روسیه، بریتانیا، فرانسه، هند و چین سلاح‌های هسته‌یی ساخته اند. قسمی که در بخش‌های مختلفی از فزیک هسته و اتم از ضررهای عناصر رادیواکتیف یاد اور شدیم، بمب‌های اتمی نیز نه تنها به نسل فعلی، بلکه به اثر تولید



تصویر (۲) اجزایی داخلی یک ریکتور را نشان می‌دهد

عناصر رادیواکتیف به نسل‌های بعدی نیز زیان‌بار اند، زیرا اکثریت عناصری که در جریان تعاملات و متلاشی شدن عناصر رادیواکتیف تولید می‌شوند، طول عمر زیادی دارند، به گونه مثل ایزوتوپ استرانسیم  $^{90}_{38}Sr$  را که در اثر متلاشی شدن  $^{235}U$  و  $^{239}U$  تولید می‌شود، یاد اور شد. این ایزوتوپ از لحاظ خواص کیمیایی مشابه به کلسیم  $^{40}_{20}Ca$  است، زمانی که از تشعشعات رادیواکتیف وارد بدن شده و به استخوان‌ها راه می‌یابد، باعث مشکلات صحتی می‌گردد. چون این عنصر رادیواکتیف

است، بناً برای این که پایدار شود از خود اشعه بی‌تا را پخش می‌کند. نیم عمر این عنصر در حدود (28) سال است که در این مدت می‌تواند به سلول‌ها آسیب برساند و موجب امراض مختلفی مانند تومورهای استخوانی شود، در کودکان در حال



رشد اشکالی دیگری از مشکلات را به بار می‌آورد. برای این منظور کشورهای دارنده بمب‌های هسته‌یی در سال 1970 میلادی موفق به محدود ساختن فعالیت‌های هسته‌یی و عدم انتشار این سلاح در بین کشورهای دیگر نمودند.

## مسائل

۱) عمل غنی سازی یورانیوم، کدام ایزوتوپ را در ترکیب یک قطعه یورانیوم زیاد می‌سازد؟

- (1)  $^{235}\text{U}$  (2)  $^{239}\text{U}$  (3)  $^{236}\text{U}$  (4) هر سه درست است

۲) بیشترین مقدار یورانیوم طبیعی را کدام ایزوتوپ تشکیل می‌دهد؟

- (1)  $^{235}\text{U}$  (2)  $^{238}\text{U}$  (3)  $^{236}\text{U}$  (4)  $^{239}\text{U}$

۳) یورانیوم با غنی بالای حد اقل چند فیصد از ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  در ترکیب خود شامل است؟

- (1) 10% (2) 45% (3) 20% (4) 98%

۴) تعامل که در آن ذرات نیوترون به شکل مسلسل به هسته‌های یورانیوم حمله نموده و باعث متلاشی شدن آن می‌شود عبارت است از:

- (1) تعامل زنجیری (2) گداز هسته‌یی (3) همجوشی (4) هر سه درست است

۵) کتله که برای اجرا تعامل زنجیری نیاز است عبارت است از:

- (1) کتله متلاشی کننده (2) کتله عمل کننده (3) کتله تعامل کننده (4) کتله بحرانی

۶) برای کند ساختن سرعت نیوترون و کم نمودن انرژی آن در تعاملات هسته‌یی از موادی با کتله بی اتومی..... استفاده می‌شود.

(1) بیشتر (2) کمتر (3) مساوی به یورانیم (4) سنگین تر از یورانیم

۷) در صورتیکه کارین به حیث متعادل کننده در تعاملات هسته‌یی استفاده شده باشد چند برخورد نیاز است تا نیوترون به انرژی مطلوب برسد؟

(1) 10 برخورد (2) 50 برخورد (3) 120 برخورد (4) 200 برخورد

## منابع

(۱) فصل ششم، بخش های (9 - 6) و (10 - 6)، فزیک صنف دوازدهم.

(۲) Fundamental of Physic, 8<sup>th</sup> edition, Halliday, David, 2008

(۳) [www.cp7e.com](http://www.cp7e.com)

(۴) [www.nuclear/reactions.com](http://www.nuclear/reactions.com)

## مأخذ:

این ممد درسی با همکاری کتابخانه درخت دانش به شما اهداء گردیده است.

[www.ddl.af](http://www.ddl.af)



Darakht-e Danesh Information



@AfghanOERs

