شیمی هسته ای

- تهیه وتنظیم:
- دکتر محمود دلاور

- درس شیمی هسته ای سه واحدی میباشد.

- هدف از ارائه این درس،بررسی سیستماتیک شیمی هسته ای و رشته های وابسته به آن،در دوره کارشناسی می باشد.

منبع مورد استفاده

- شیمی هسته ای ،تالیف دکتر میرچی
- از سری انتشارات متون درسی دانشگاه پیام نور

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

فصل اول

فصل دوم

فصل سوم

فصل چهارم

فصل پنجم

فصل ششم

فصل هفتم

فصل هشتم

فصل نهم

فصل دهم

فصل یازدهم

فصل اول

رادیو شیمی و علوم وابسته به آن

فهرست اصلی

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

۱–۱–پیدایش رادیوشیمی

۱–۲–دامنه کاربرد و گستره رادیوشیمی

۱–۳–رابطه بین شیمی هسته ای و رادیوشیمی

۱–۴–شیمی تابش

۱–۵–عوامل مشترک بین رادیوشیمی و شیمی تابش

۱–۶–حوزه عمل شیمی هسته ای

۱-۱-پیدایش رادیوشیمی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

برای نخستین بار پیش از جنگ جهانی دوم به واژه رادیوشیمی برمی خوریم . رادیوشیمی بر اثر توسعه علمی که درباره هسته اتم بوده (علم هسته) پدید آمده است .

امروزه رادیوشیمی در مجموع ، به علوم مربوط به پدیده های شیمیایی حاصل از تغییرات هسته ای و واکنش های آنها اطلاق می شود . همچنین واکنشهای شیمیایی حاصل از تغییرات هسته ای و واکنشهای آنها اطلاق می شود. همچنین، واکنشهای شیمیایی که از میانکنش های هسته ای استفاده می کنند .

۱-۲-دامنه کاربرد و گستره رادیوشیمی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

رادیوشیمی یکی از شاخه های رشته شیمی است که پس از کشف رادیواکتیویته پدید آمد و دریافتند که رادیواکتیویته بجز اثرات فیزیکی ، تاثیرات شیمیایی نیز دارد.

در آن زمان نیاز بود تا اطلاعات شیمیایی مربوط به رادیواکتیویته به گونه ای هماهنگ و گردآوری شود.

برای اولین بار واژه رادیوشیمی در سال ۱۹۱۰ برای این رشته علمی به کاررفت.

امروزه واژه رادیوشیمی مجموع مفاهیم و بخشهای زیر را در بر می گیرد.

۱-بررسی خواص شیمیایی و فیزیکی رادیونوکلئیدها ، عناصر و ترکیبات رادیواکتیو

۲-یافتن روش مناسب برای شناسایی ، جداسازی و تغلیظ عناصر

۳-پژوهش در تغییرات هسته ای

۱-۳-رابطه بین شیمی هسته ای و رادیوشیمی

شیمی هسته ای به پدیده های که ویژگی شیمیایی دارند و هسته اتم مستقیما در آنها شرکت می جوید اطلاق می شود . رادیوشیمی مجموعه پدیده ها و واکنشهایی که بر اثر پرتو تابیده از هسته اتم روی می دهد را شامل می شود. در اینجا خود هسته مستقیما نقشی ندارد.

رادیوشیمی بدون بستگی به واکنشهای هسته ای ، غیر قابل تصور است. حال آنکه عکس این حالت غیر ممکن است .

برای مثال می توان از شیمی ایزوتوپهای پایدار نام برد.

شیمی هسته ای در واقع بخشی از شیمی فیزیک است که رادیوشیمی یکی از انشعابات آن است و در قالب مطالعات شیمیایی رادیواکتیویته بیان می شود.

۱-۴-شیمی تابش

تغییرات شیمیایی حاصل از تابش پرتوهای یونساز را بررسی می کند که سبب یون شدن یا خروج مستقیم یا غیر مستقیم اتم می شوند. این دگرگونیها ، واکنشهای رادیوشیمیایی نام دارد که بر اثر تابش پرتوهای آلفا، بتا، گاما ، ایکس ، یونها و نوترونهای سریع و یا هر پرتوی دیگر که انرژی آن بیش از ۲۰ تا ۳۰ الکترون ولت باشد پدید می آیند.

امروزه تاثیرات پرتو در اکثر شعبات علم و صنعت با گستردگی زیاد و در دامنه ای وسیع به کار می رود.

امروزه واکنشهای شیمیایی حاصل از تابش و تکنولوژی مدرن نقش بسیار مهمی را ایفا می کنند.

تابش ، امکان به دست آوردن سریع و آسان محصولاتی را فراهم می آورد که با روشهای دیگر در شرایط بسیار سخت از نظر حرارت، فشار ، کاتالیزور ، صرف وقت و هزینه زیاد به دست می آیند.

۱-۵-عوامل مشترک بین رادیوشیمی و شیمی تابش

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

رادیوشیمی و شیمی تابش رابطه ای نسبتا آزای بین خود دارند . بدین معنی که منبع پرتو در شیمی تابش امروزه رادیونوکلئیدها هستند.

۱-۶-حوزه عمل شیمی هسته ای

رادیوشیمی صنعتی شاخه ای شیمی است که هدف آن تولید مواد اولیه و خالص برای راکتورها، تکنولوژیهای هسته ای و تولید ایزوتوپهای رادیواکتیو برای صنایع دیگر است.

محصولات اصلی رادیوشیمی صنعتی عبارتند از :

۱-سوخت های هسته ای

۲-مواد جانبی تکنولوژی هسته ای

۳-ایزوتوپهای پایدار، ناپایدار و مواد شیمیایی بسیار خالص

فصل دوم

اتم و اجزای تشکیل دهنده آن

فهرست اصلی
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۲–۱–ساختمان اتم

۲–۲–اجزای تشکیل دهنده هسته اتم

۲–۳–فرق بین عنصر و نوکلئید

۲– ۴رابطه بین نوکلئیدها

۲–۴–۱–حالت ایزوباری

۲–۴–۲–حالت ایزوتوپی

۲–۴–۳–حالت ایزوتونی

۲–۴–۴–حالت ایزومری هسته ای (ایزوباری ایزوتوپی)

۲–۴–۵–حالت ایزودیافری

۲–۵–مانع پتانسیلی (دیوار پتانسیل)

۲–۶–پدیده تونل

۲–۷–سطح انرژی هسته

۲–۸– واحد جرم اتمی

۲–۹–واحد الکترون ولت

۲–۱۰–دلیل متلاشی نشدن هسته اتم

۲–۱۱–چرا چند مدل اتم وجود دارد ؟

۲–۱۲–مبنای مدل قطره ای و سطحی هسته اتم

۲–۱۳–پلکان جرمی و انرژی پیوند هسته

۲–۱۴–بستگی انرژی متوسط پیوند با ثابت هسته اتم

۲–۱۵–تابش هسته ای

۲–۱۶–چگونگی کسب انرژی هسته ای

۲–۱۷–تفاوت های انرژی هسته ای و انرژی شیمیایی

۲–۱۸–پدیده ایزوتوپ

۲–۱۹–ایزوتوپ مولکولی

۲–۲۰–کاربرد عملی پدیده ایزوتوپ

۲-۱- ساختمان اتم

تعریف امروزی ساختمان اتم طی زمانی طولانی تکامل یافته است. در آغاز قرن بیستم هنوز اتم به عنوان کوچکترین واحد تشکیل دهنده جرم شناخته می شد.

در ساختمان هسته اتم ذرات زیر اتمی وجود دارند .

این ذرات بر اساس نوع و وزن به چند گروه تقسیم می شوند.

جدول ۱ تفسیم‌بندی ذرات ریز اتم بر حسب نوع و وزن آنها

امواج الکترومغناطیسی	فوتون		
پرتو Corpuscular	ذرات سبک (لپتونها)	نوترین	
		الکترون	نگاترون
			پوزیترون
	ذرات میان وزن (مزونها)		
	ذرات سنگین (باری یونها)	نوکلئون	پروتون
			نوترون
		هی‌پرون	

خواص بعضی از ذرات در جدول زیر آمده است .

جدول ۲ طبقه‌بندی ذرات ریز اتم

گروه	نام	نشانه: ذره	نشانه: آنتی ذره	اسپین	وزن در حال سکون m/m	توضیح
پرتوی الکترومغناطیسی	فتون	f		۱	۰	پایدار
	گاما - فتون	γ				
ذرات سبک (لپتونها)	نوترین	υ		$\frac{۱}{۲}$	۰	پایدار
	الکترون	e^-	e^+	$\frac{۱}{۲}$	۱	
	نگاترون پوزیترون	β^-	β^+			
	میون	μ^-	μ^+		۲۰۷	پایدار
ذرات میان وزن (مزونها)	پیون	π^+	π^-	۰	۲۶۴	
		π°		۰	۲۷۳	
	کاون	k^+	k^-	۰	۹۶۵	
		k°	k°	۰	۹۶۷	
ذرات سنگین (باری یونها)	پروتون	p^+	p^-	$\frac{۱}{۲}$	۱۸۳۶	پایدار
	نوترون	n	n^-	$\frac{۱}{۲}$	۱۸۳۸	$T = ۱۷ \text{ min}$

خواص شیمیایی هر اتم به الکترونهای آخرین لایه (لایه ظرفیت) بستگی دارد. هنگام انجام واکنش شیمیایی تعداد الکترون لایه آخر تغییر می نماید. دسته ای از تغییرات در مواد همچون تغییر در طیف نوری، هدایت الکتریکی، رنگ و غیره مربوط به الکترون های لایه ظرفیت است.

خواص هسته و الکترون های سطوح داخلی بر اثر واکنشهای شیمیایی تغییر نمی کند . ذرات داخل هسته با مکانیسمی کوانتومی یک سیستم تشکیل می دهند. نظریه ای که در حال حاضر ساختمان اتم، واکنشها و پدیده های داخلی آن را شرح می دهد بر اساس مکانیسم کوانتوم استوار است.

تئوری کوانتمی، واکنشهای داخلی اتم را که بیانگر حالت های مختلف حرکت الکترون است بکمک توابع موجی بیان می کند. به این صورت که مکان و مسیر خاصی را برای الکترون در اتم در نظر نمی گیرند بلکه احتمال حضور الکترون را در حجم معینی از فضای اطراف هسته بررسی می نماید.

۲-۲- اجزای تشکیل دهنده هسته اتم

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

خواص هسته اتم را تعداد ، نوع و حالت قرار گرفتن نوکلئونها در کنار یکدیگرتعیین می کند. هسته اتم با عوامل مشخصه آن که پروتونها، نوکلئیدها و نوترونها هستند، به شرح زیر توصیف می شود :

۱–عدد پروتونی (Z)

۲–عدد نوکلئونی (جرمی) (A)

۳–عدد نوترونی (N)

بین اعداد پروتونی و نوکلئونی و نوترونی در هسته رابطه زیر برقرار است.

$$A = Z + N$$

۲-۳- فرق بین عنصر و نوکلئید

امروزه از تعریف های قدیمی برای عنصر نمی توان استفاده نمود مانند :

«عنصر ماده ای است که به روش شیمیایی تجزیه نمی شود».

که تعریفی مردود بوده و فیزیک اتمی بیانی دقیقتر را جایگزین آن نموده است .

نوکلئید ، اتمی است که دارای هسته ای با ترکیب و ساختمان مشخص است.

۲-۴- رابطه بین نوکلئیدها

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

رابطه بین نوکلئیدها از مقایسه بعضی از اعداد مشخصه آنها

(جرم اتمی A ، نوترونی N ، پروتونی Z) بدست می آید.

۲-۴-۱- حالت ایزوباری

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

ایزوباری به حالتی گفته می شود که عدد جرمی نوکلئیدها با هم برابر ولی تعداد پروتونهای آنها نابرابر است و با عدد نوکلئونی شناخته می شوند. (^{3}H , ^{3}He)

۲-۴-۲- حالت ایزوتوپی

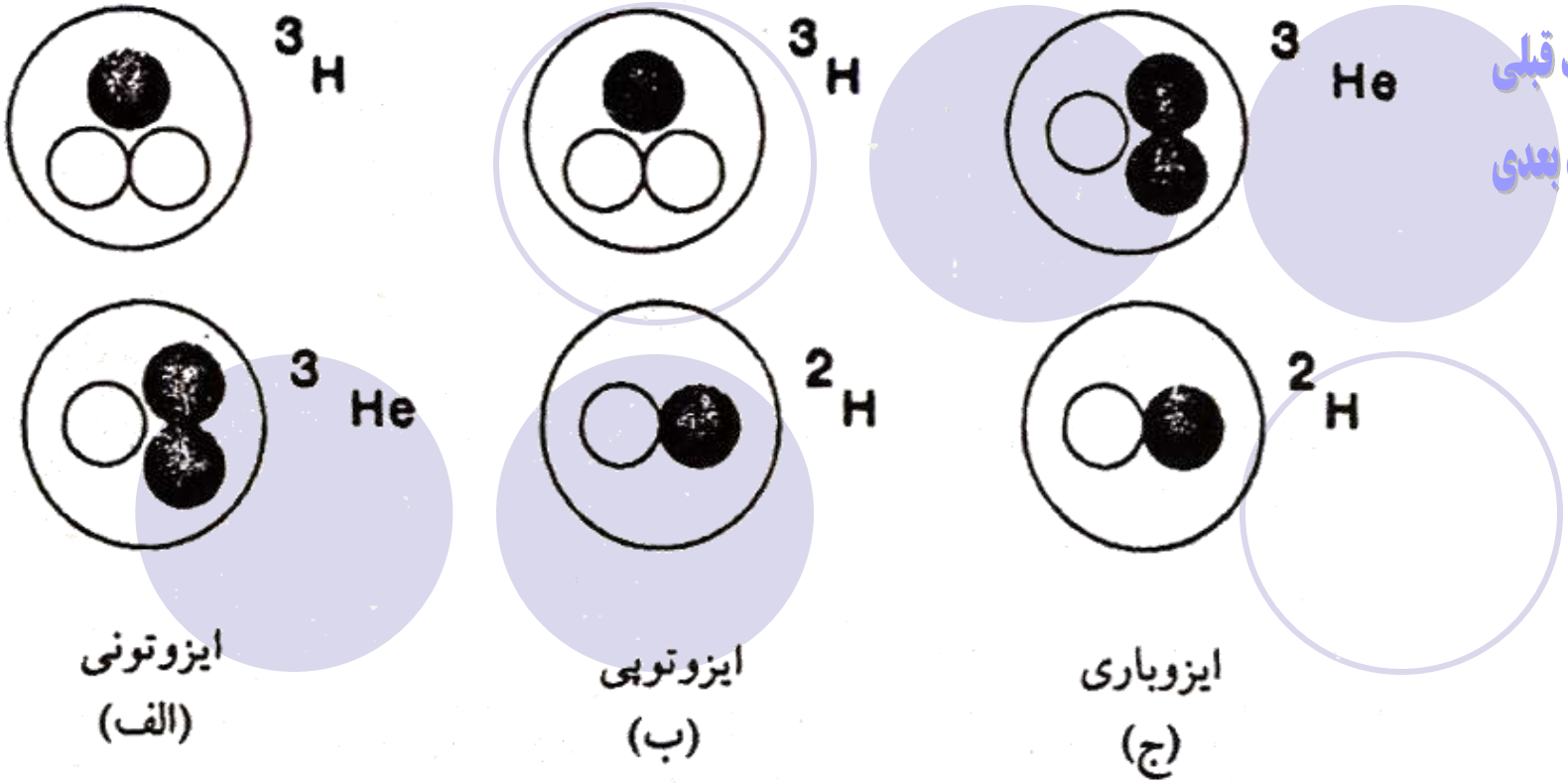
فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

ایزوتوپها، نوکلئیدهای یک عنصر خاص اند که تعداد متفاوتی نوترون دارند . عدد پروتونی ایزوتوپها (Z) برابر و عدد نوکلئونی (A) مختلف است (^{1}H , ^{2}H , ^{3}H)

۲-۴-۳- حالت ایزوتونی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

ایزوتون به نوکلئیدهایی گفته می شود که تعداد یکسان نوترون دارند (^{2}H , ^{3}He)



رابطه‌های ممکن نوکلئیدی، پروتون ●، نوترون ○

۲-۴-۴-حالت ایزومری هسته ای (ایزوباری ایزوتوپی)

به نوکلئیدهای عناصری که دارای تعداد پروتون و نوترون یکسان هستند گفته می شود . بدین معنی که دارای عدد پروتونی و نوترونی مساوی هستند. اینها فقط در میزان انرژی و خواص رادیواکتیویته با هم تفاوت دارند.

ایزوتوپ بزرگتر نوکلئید با انرژی بیشتر نسبت به مقدار انرژی اولیه با طول عمر نیم پایدار، با m، بعد از عدد نوکلئونی علامتگذاری می شود.

$^{60m}_{27}Co$ A = ٦٠ Z = ٢٧ N = ٣٣ نیم عمر ٥/١٠ دقیقه

$^{60}_{27}Co$ A = ٦٠ Z = ٢٧ N = ٣٣ نیم عمر ٢/٥ سال

۲-۴-۵- حالت ایزودیافری

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

به نوکلئیدهایی گفته می شود که تفاضل نوترونهای آنها از پروتونهایشان برابر باشد (تعداد یکسان اضافی نوترونها از پروتونها)

(ثابت = A – ۲ Z = N – Z)

$$^{2}_{1}H - ^{4}_{2}He - ^{6}_{3}Li - ^{10}_{5}B - ^{12}_{6}C$$

۲–۵–مانع پتانسیلی (دیوار پتانسیل)

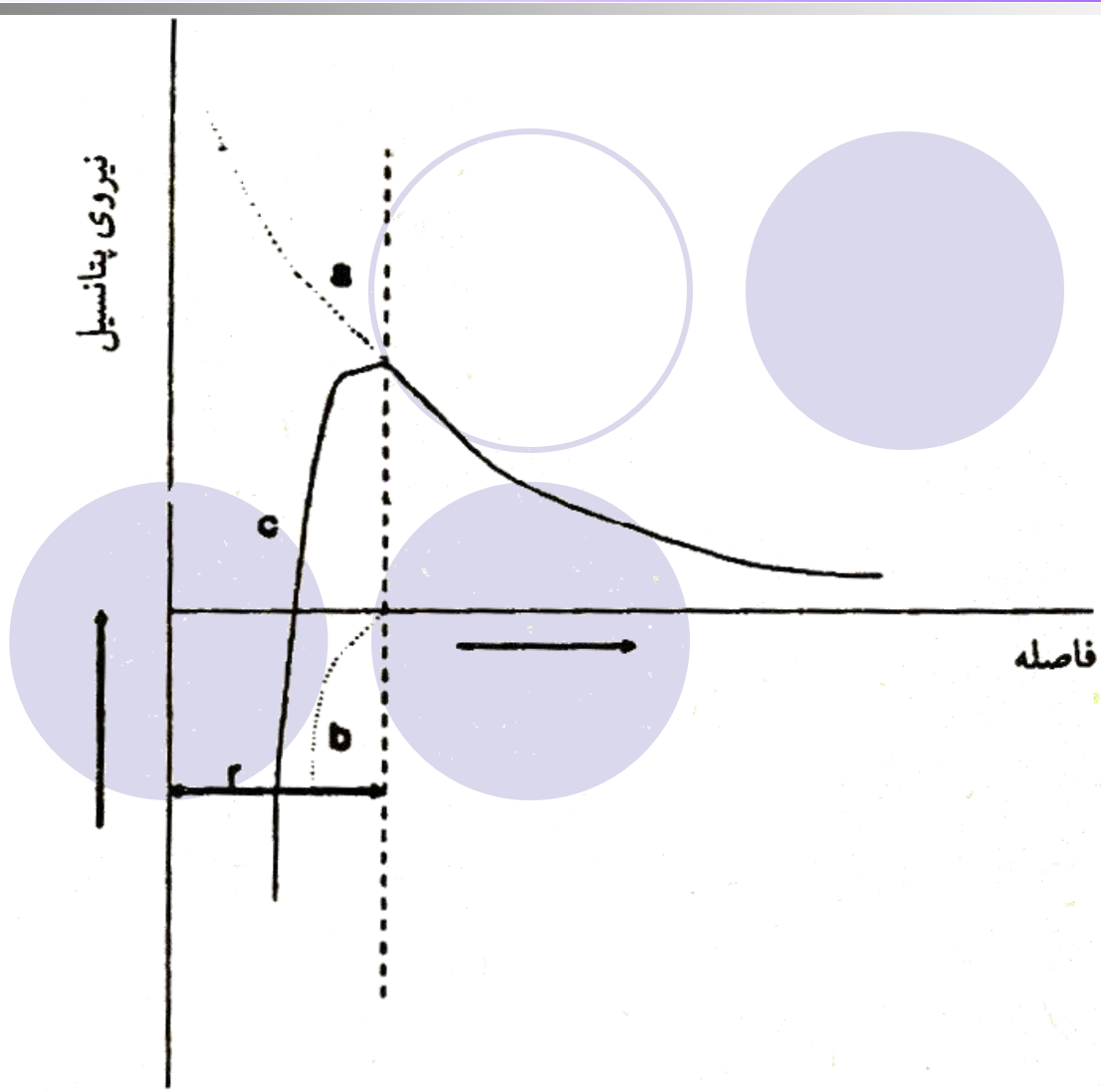
ساده ترین تصور از شکل اتم ، فرض کروی بودن آن است.

نسبت بزرگی نیروهای درون هسته ای در شکل ذیل آمده است.

نیروهای پیرامون هسته به دو گروه تقسیم می شوند:

۱–نیروی دوافعه کولمبی

۲–نیروی جاذبه داخلی هسته

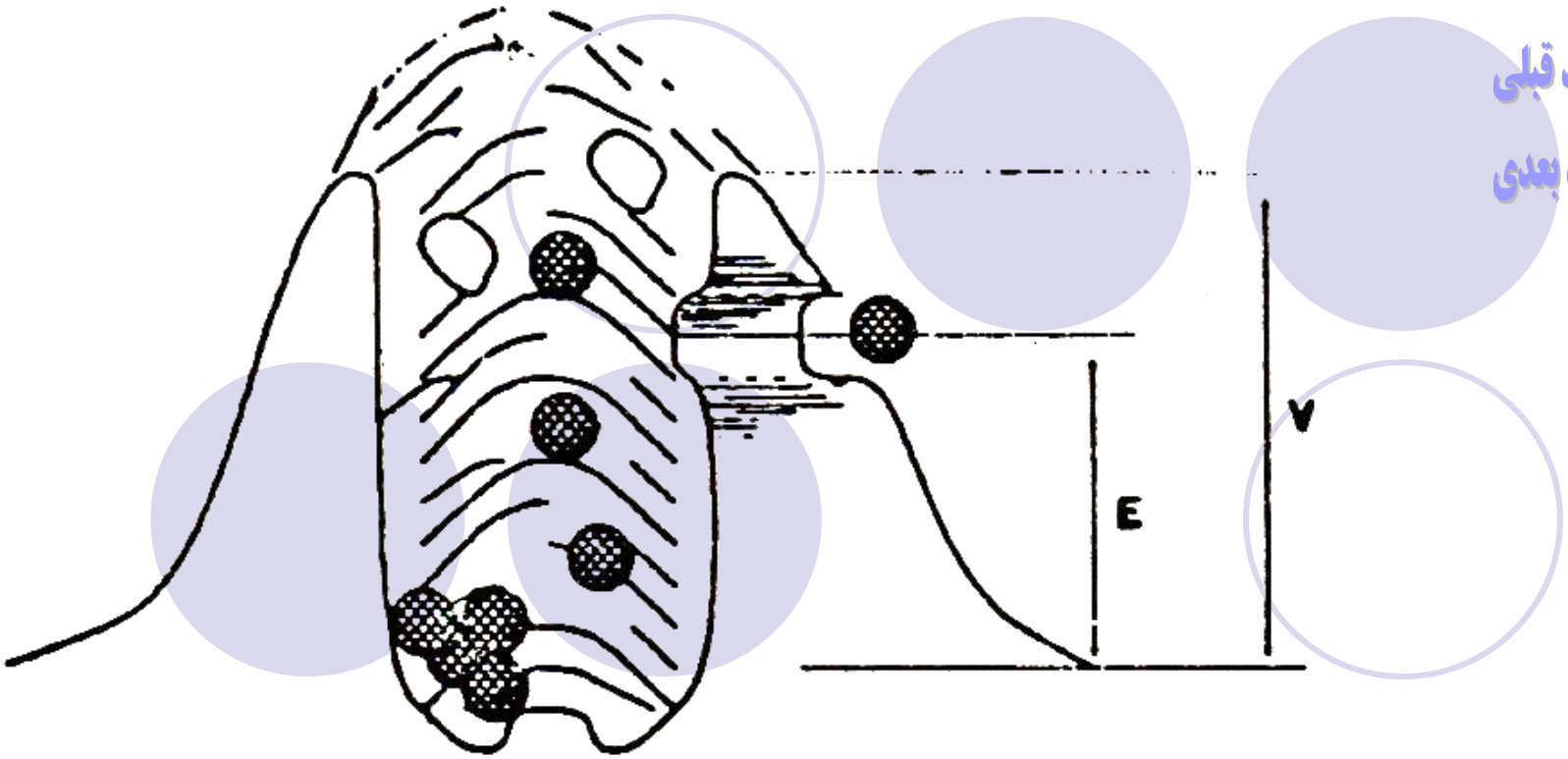


مانع پتانسیلی (دیوار پتانسیل)

تحقیقات نشان داده که بعضی از ذرات با انرژی پایینتری نسبت به ارتفاع دیوار پتانسیل از آن می گذرند . این یعنی آنکه تصور مانع پتانسیلی بر پایه فیزیک کلاسیک برای بیان واقعیات کافی نیست. این پدیده جدید را اثر تونلی نام گذاری کرده اند.

۲-۶-پدیده تونل

گامو به کمک مکانیک کوانتوم تشریح کرد که ذرات بر اثر جنبش مداوم به داخل منفذهایی که به صورت تونل در مانع پتانسیل وجود دارد افتاده و بدون نیاز به انرژی بیشتر از آنها گذشته و به خارج هسته راه می یابند.



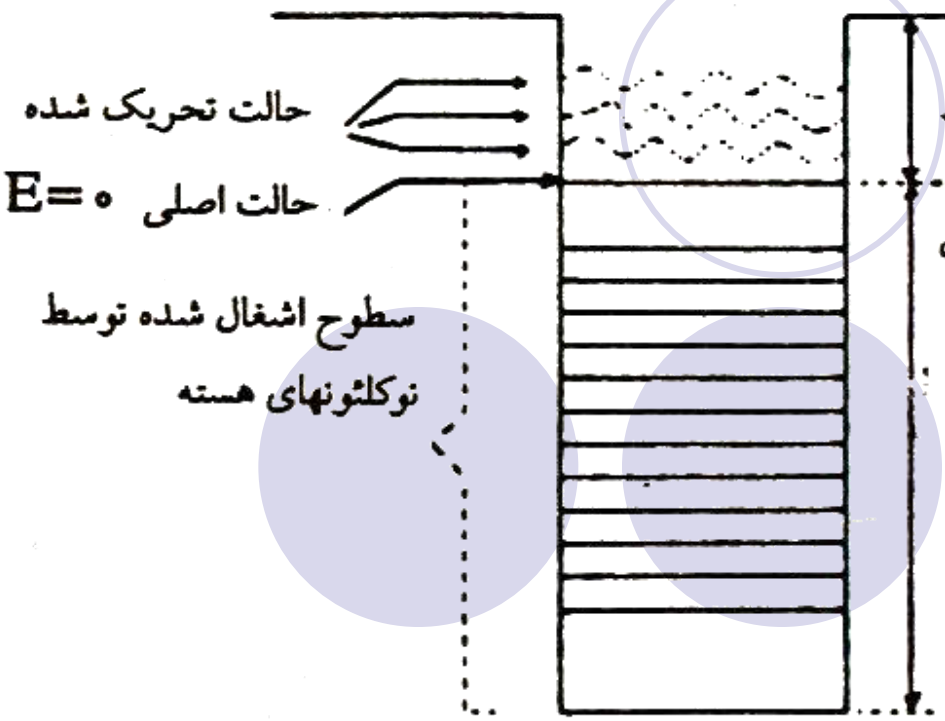
تصویری از پدیده تونل. نوکلئونهایی با انرژی کمتری از انرژی دیوار پتانسیلی به خارج از هسته راه می‌یابند.

۲-۷-سطح انرژی هسته

هنگامی که دو یا چند نوکلئون در داخل هسته به هم متصل می شوند سیستم کوانتومی را به وجود می آورند و انرژی حاصله را سطح انرژی هسته می گویند.

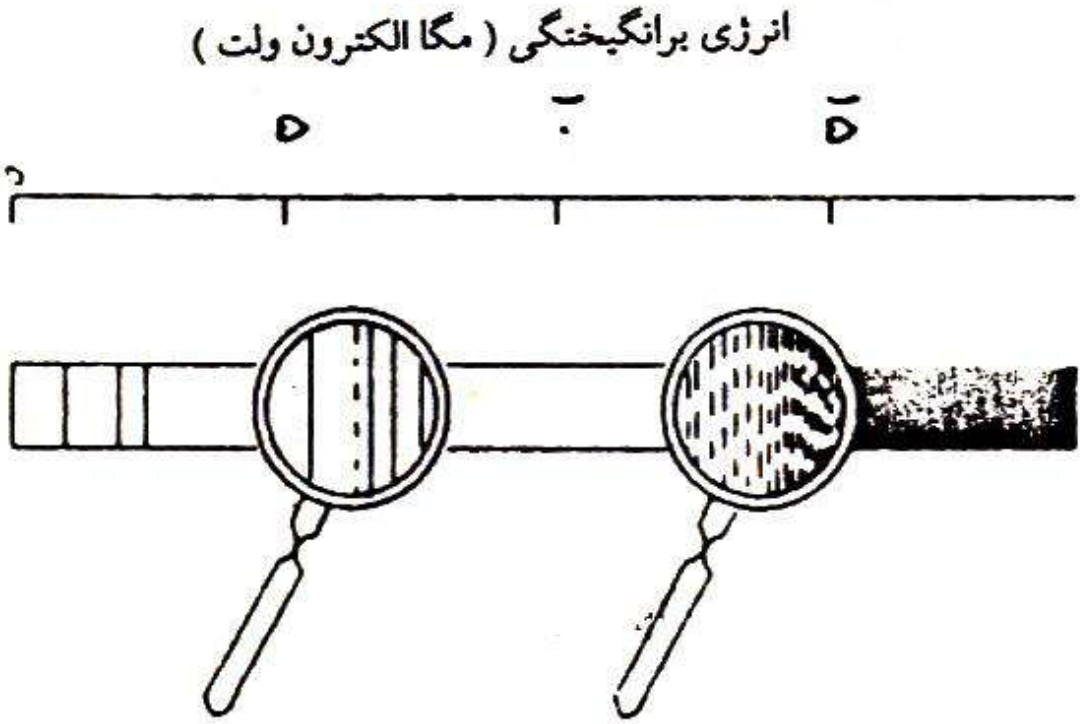
نوکلئونهای پیوند یافته در هسته می توانند انرژی جذب یا دفع کنند که مقدار آن کوانتیده است.

سطوح انرژی هسته اتم به دلیل مقدار کم انرژی آنها فاصله نسبتا زیادی از یکدیگر دارند ، اما با اضافه شدن انرژی داخلی هسته ، این فاصله به سرعت کم شده و سطوح فشرده تر می شوند .



چاه پتانسیلی و سطوح انرژی هسته

در انرژی های بسیار بالا ، بین ۱۵ تا ۲۰ مگاالکترون ولت و بیشتر این سطوح به قدری فشرده هستند که می توان طیف آنها را پیوسته دانست .



مقایسهٔ بین فاصله سطوح انرژی و انرژی برانگیختگی هسته اتم

۲-۸- واحد جرم اتمی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

واحد جرم اتمی، واحد فرعی جرم است و مقدار آن معادل یک دوازدهم نوکلئید کربن ۱۲ در حال سکون است :

$$۱\ m_u = (۱/۶۶۰۴۴ + ۰/۰۰۰۰۰۸) \times ۱۰^{-۲۷}\, kg$$

۲-۹- واحد الکترون ولت

یک الکترون ولت ، کوچکترین واحد انرژی است .

الکترون ولت میزان انرژی سینتیک یک الکترون است که پس از عبور از میدان الکتریکی با اختلاف پتانسیل یک ولت کسب می کند.

۲-۱۰-دلیل متلاشی نشدن هسته اتم

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

علت اصلی آن، نیروی جاذبه خود هسته است (نیروهای هسته).

(منشاء و مبنای نیروهای درون هسته هنوز مکشوف نیست. تنها بعضی از ویژگی های آن تا به حال مشاهده شده است . میدان اثر این نیرو خیلی کمتر از میدان اثر نیروی الکتروستاتیک است.

همچنین نیروی هسته حد اشباع شوندگی دارد، یعنی ذرات دیگر نمی توانند به هسته اشباع شده بپیوندند.

هر چند که عامل به وجود آورنده نیروی هسته تا بحال تعریف نشده است، چنین به نظر می رسد که نقض اصلی در تشکیل پیوند بین نوکلئونها را در هسته تبدیل پی مزون (پیون) بین آنها به عهده دارد.

۲-۱۱-چرا چند مدل اتم وجود دارد ؟

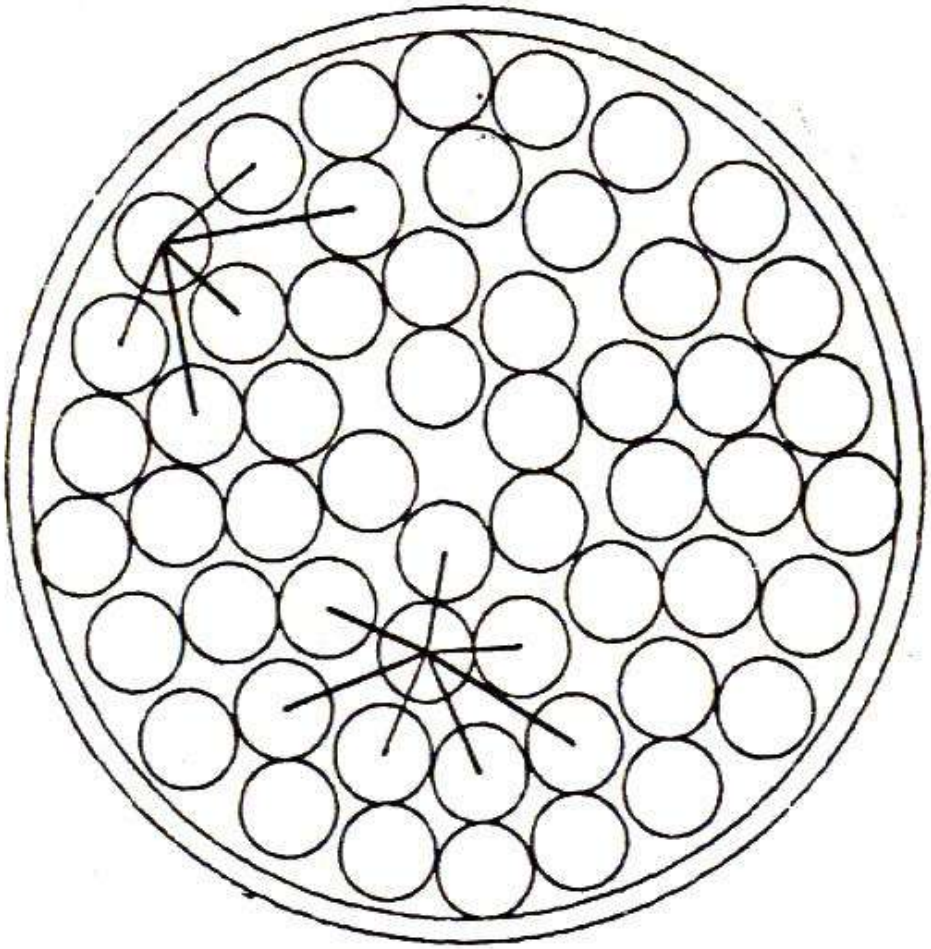
دانش ما در مورد نیروهای هسته به حد کافی نیست . با تمام کوشش هایی که به حال انجام گرفته است هنوز موفقیت چندانی در درک واقعی خواص نیروی هسته حاصل نشده است و توضیح کافی و معقولی برای آن وجود ندارد. به این دلیل فیزیک هسته ای نوین چند مدل هسته را مورد بررسی قرار می دهد .

۲-۱۲-مبنای مدل قطره ای و سطحی هسته اتم

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

بر پایه بین اتم و قطره مایع بنا شده است . نوکلئونها در هسته ، مشابه مولکول در قطره هستند. نوکلئونها فضایی با حجم معین را در هسته اشغال می نمایند و همگی با سهم برابر در نیروی پیوند هسته شرکت دارند.

به این دلیل که نوکلئونهایی که در سطح هستند فقط از یک سو تحت نیروی کشش قرار می گیرند.

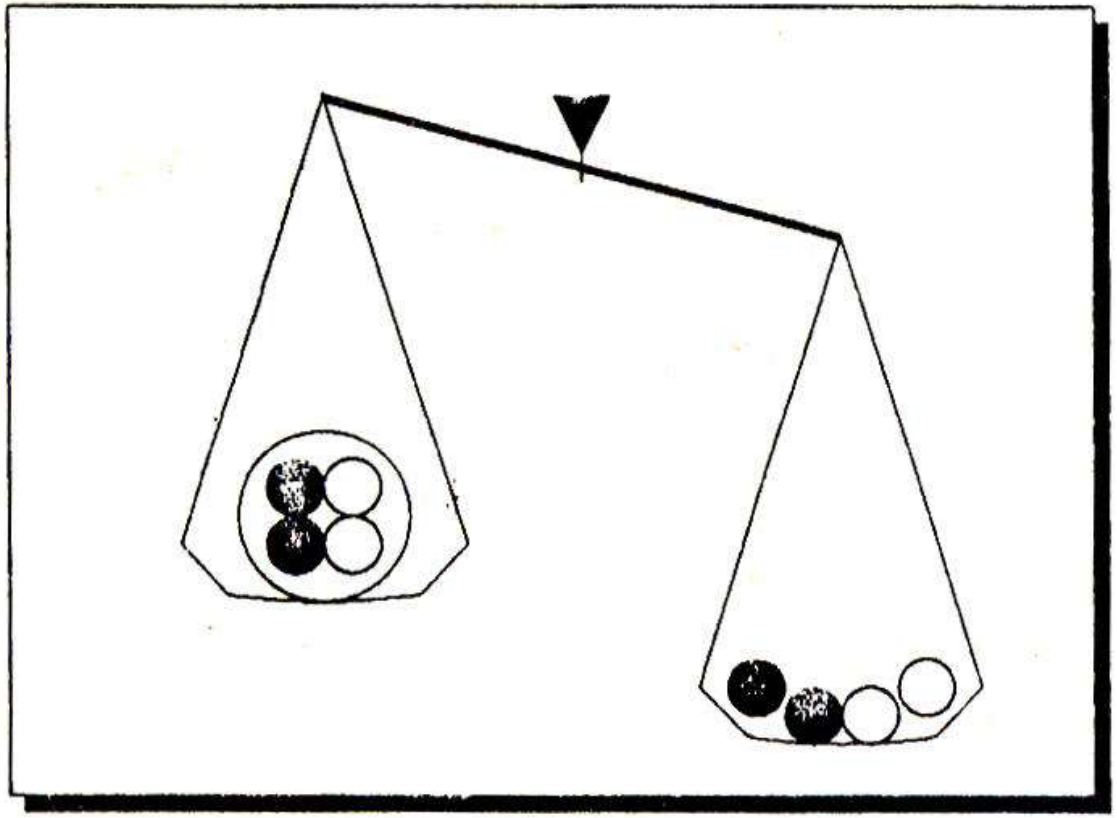


مدل قطره‌ای هسته اتم

۲-۱۳-پلکان جرمی و انرژی پیوند هسته

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

پلکان جرمی و انرژی پیوند هسته را با مثالی از هسته اتم هلیم می توان توضیح دهد. وزن نسبی نوترون هلیم ۰۰۸۶۶۵۴/۱ = M و وزن نسبی پروتون آن ۰۰۷۸۲۵۲/۱ = M است. در مجموع وزن آنها ۰۳۲۹۸۱۲/٤ است.



انرژی پیوند هسته. (هنگام تشکیل هسته اتم هلیم از دو نوترون و دو پروتون مقداری انرژی آزاد می‌شود که برابر با پلکان جرمی آن است).

آزمایشها نشان داده است که وزن نسبی هسته هلیم فقط ۰۰۲۶۰۴/۴ است ، بدین معنی که mu ۰۳۰۳۷۷/۰ کمتراز مجموع وزن نسبی اجزای تشکیل دهنده آن است .

این تفاوت جرم یا پلکان جرمی معادل انرژی لازم برای تشکیل هسته هلیم است که صرف بهم پیوستن ذرات درون هسته هلیم می شود .

رابطه بین پلکان جرمی و انرژی چنین است :

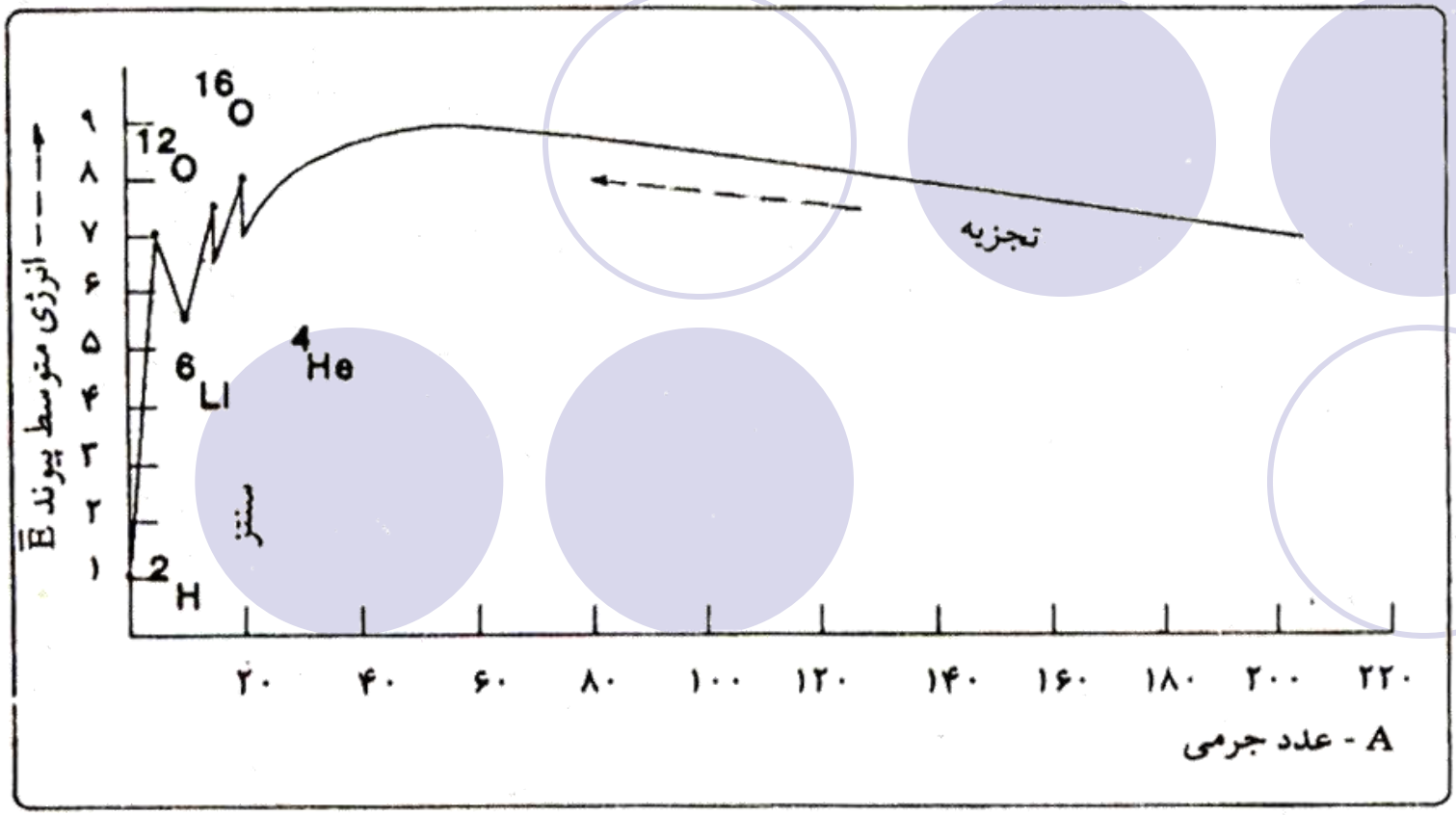
$$E = m \cdot C^2$$

۲-۱۴-بستگی انرژی متوسط پیوند با ثابت هسته اتم

بیشترین انرژی پیوندی تقریبا ۵/۸ مگا الکترون ولت برای هسته های نیمه سنگین است سپس انرژی متوسط پیوند به آرامی کم می شود و برای هسته های خیلی سنگین تا ۵/۷ مگاالکترون ولت است. کم شدن انرژی به علت بالا رفتن تدریجی نیروی دافعه کولمبی بین پروتونها هنگام زیاد شدن بار هسته اتم است .

منحنی انرژی متوسط پیوند به وضوح ثبات نسبی هسته اتم را نشان می دهد. بدین معنی که هر چه هسته پایدارتر باشد، انرژی بیشترین برای شکستن آن لازم است .

این انرژی معادل انرژی پیوند هسته است، به این دلیل هر چه انرژی پیوند هسته بیشتر باشد، هسته پایدارتر است. بیشترین پایداری نسبی هسته را هسته اتم آهن و روی دارند.



بستگی انرژی متوسط پیوند به عدد جرمی (نوکلئونی) نوکلئید.

۲-۱۵-تابش هسته ای :

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

طبقه بندی پرتوهای هسته ای بر اساس خواص :

الف-پرتوهای الکترومغناطیسی

ب-پرتوهای ذره ای

طبقه بندی پرتوهای ذره ای بر اساس :

الف – وزن ذرات تشکیل دهنده آن

۱-الف – سبک : الکترون و پوزیترون

۲-الف – نیمه سنگین : پروتون، نوترون، دئوترون، ذرات آلفا

۳-الف – سنگین : یونهای شتاب یافته

ب– بار ذرات تشکیل دهنده آن

۱–ب– پرتوهای بدون بار : الکترون، پروتون، دئوترون، ذرات آلفا

۲–ب–ذرات خنثی : نوترون ، نوترین

۲-۱۶-چگونگی کسب انرژی هسته ای

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

الف- بر اثر واکنش هسته ای که در آن هسته اتم یک عنصر به هسته اتم پایدارتر (با انرژی پیوند بیشتر) تبدیل می شود

مقدار انرژی آزاد شدن برابر اختلاف انرژی پیوند هسته عنصر جدید با عنصر پایه است. (فروپاشی هسته اتم اورانیم یا پلوتونیم)

ب-بر اساس واکنشهایی که هنگام پیوستن هسته سبک به هسته سنگین صورت می گیرد. (واکنشهای حرارتی هسته ای)

۲-۱۷-تفاوت های انرژی هسته ای و انرژی شیمیایی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

در واکنشهای شیمیایی انرژی آزاد شده را انرژی شیمیایی می گویند. در این واکنشها فقط پوسته خارجی اتم وارد عمل شده و واکنش را پدید می آورد و هسته اتم بدون هیچ گونه دگرگونی باقی می ماند.

واکنش هسته ای به مجموعه عملیاتی گفته می شود که بر اثر آن هسته اتم تغییر یابد (پروتونها و نوترون ها تشکیل هسته پیچیده تر و یا ساده تری بدهند)

۲-۱۸-پدیده ایزوتوپ

ایزوتوپها، اتمهای یک عنصر مشخص با وزن متفاوت هستند . بنابراین ایزوتوپهای یک عنصر خاص مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاص دارند .

۲-۱۹-ایزوتوپ مولکولی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

مولکولهایی که یک یا چند عنصر آن نسبت به هم ایزوتوپ باشند را ایزوتوپ مولکولی می نامند مثلا دو اتم مولکول هیدروژن HD یا ایزوتوپ مولکول آب HDO است.

وجود اتم ایزوتوپ سنگین در مولکول بر خواص فیزیکی و شیمیایی مولکول تاثیر می گذارد.

۲-۲۰-کاربرد عملی پدیده ایزوتوپ

بر اساس این پدیده می توان ترکیبات خالصی را که دارای ایزوتوپهای مشخصی هستند به دست آورد، یا نوکلئیدها و ترکیبات بسیار خالص آنها را تولید کرد . این مواد برای تهیه شناساگرهای ایزوتوپی لازم است و در صنعت انرژی هسته ای مورد استفاده زیاد دارد .

فصل سوم

رادیواکتیویته – تغییرات رادیواکتیو

فهرست اصلی
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۳–۱–کشف رادیواکتیویته
۳–۲– رادیواکتیویته و انواع پرتوهای خارج شده از مواد رادیواکتیو
۳–۳–رابطه پایداری هسته اتم با نسبت تعداد پروتون و نوترون
۳–۴–قوانین فروپاشی مواد رادیواکتیویته، ثابت فروپاشی
۳–۵–نیم زمان فروپاشی T (نیم عمر و میانگین طول عمر)
۳–۶–واحد اکتیویته
۳–۷–قانون جابجایی
۳–۸–طرح واره تغییرات رادیواکتیو
۳–۹–پرتوی آلفا
۳–۱۰–مشخصه فروپاشی بتا رادیواکتیویته

فهرست اصلی

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

۳–۱۱–چرا الکترونها از هسته اتم در حال فروپاشی با سرعت و انرژی متفاوت خارج می شوند ؟

۳–۱۲–شناسایی فروپاشی بتا

۳–۱۳–اصول فروپاشی گاما

۳–۱۴–آیا پرتوی گاما تنها راه خروج انرژی از هسته است ؟

۳–۱۵–بر اثر واکنشهای هسته ای چند نوع پرتوی الکترومغناطیسی بوجود می آید ؟

۳–۱۶–آیا هسته اتم براثر برخورد با ذرات یا پرتوها فروپاشیده می شود ؟

۳–۱۷–شکافت خود بخود اورانیم

۳–۱۸–تغییرات رادیواکتیویته با خروج نوکلئون

۳–۱۹–تعادل رادیواکتیو و ردپای فروپاشی

۳–۲۰–مشخصه های آماری تغییرات رادیواکتیویته

۳-۱-کشف رادیواکتیویته

پرتوی جدیدی که بکرل از اورانیم به دست آورد مانند پرتوی رونتگن که مصنوعی بود اثری مشابه بر فیلم عکاسی داشت .

جدول ۱ تفاوتهای کلی بین پرتوهای رنتگن و بکرل

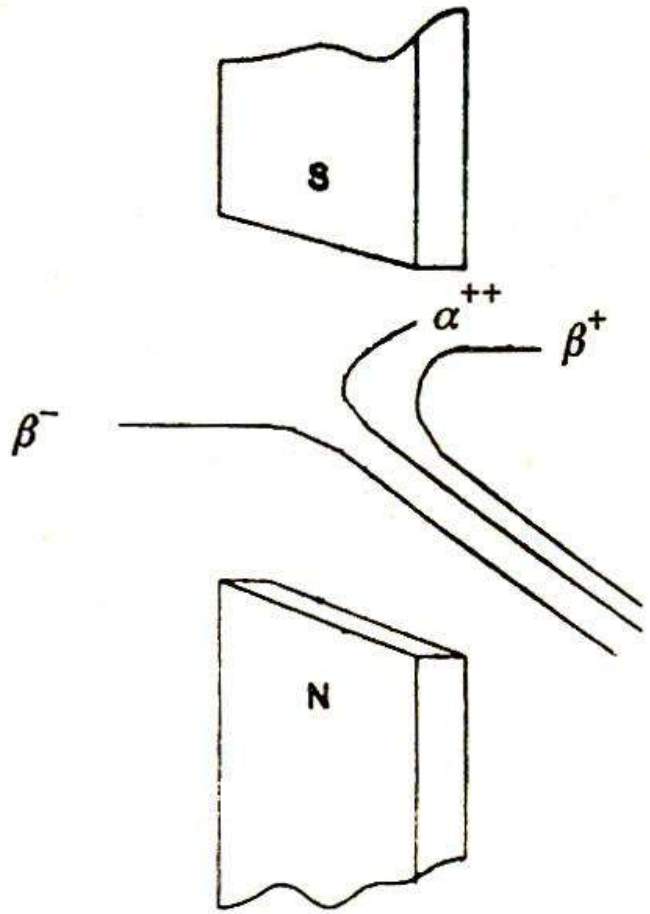
پرتوی بکرل	پرتوی رنتگن
۱- از اوران تابش می‌یابد و در هر شرایطی متصاعد می‌شود	۱- در لوله‌ای به نام رنتگن ایجاد می‌شود.
۲- تابش خودبه خودی دارد.	۲- برای تولید پرتو به جریان قوی الکتریکی نیاز است.
۳- تابش مداوم دارد.	۳- تا هنگامی که در الکترودها جریان قوی وجود دارد تابش می‌کند.
۴- کشف شده است و همیشه وجود داشته است.	۴- مصنوعی است و تولید شده است.

ماری کوری این مواد پرتوزا را رادیواکتیو نام نهاد.

۳-۲- رادیواکتیویته و انواع پرتوهای خارج شده از مواد رادیواکتیو

پرتوی رادیواکتیو در میدان مغناطیسی یا الکتریکی به سه (و در بعضی موارد به چهار) جزء به شرح ذیل تجزیه می شود :

پرتوی آلفا ، پرتوی بتا (نگاترونی و پوزیترونی) و پرتوی گاما .



تغییر مسیر ذرات باردار (پرتوهای آلفا و بتا) در میدان مغناطیسی

۳-۳-رابطه پایداری هسته اتم با نسبت تعداد پروتون و نوترون

پایداری هسته اتم بستگی به تعداد نوترون به پروتون آن دارد . در نوکلئیدهای با عدد پروتونی کوچک، نسبت ۱ : ۱ = N / Z است و افزایش این مقدار تا ۱/۵۶ : ۱ دیده می شود.

در این محدوده دو انحراف ممکن است وجود داشته باشد :

۱-زیادی نوترون

۲-کمبود نوترون

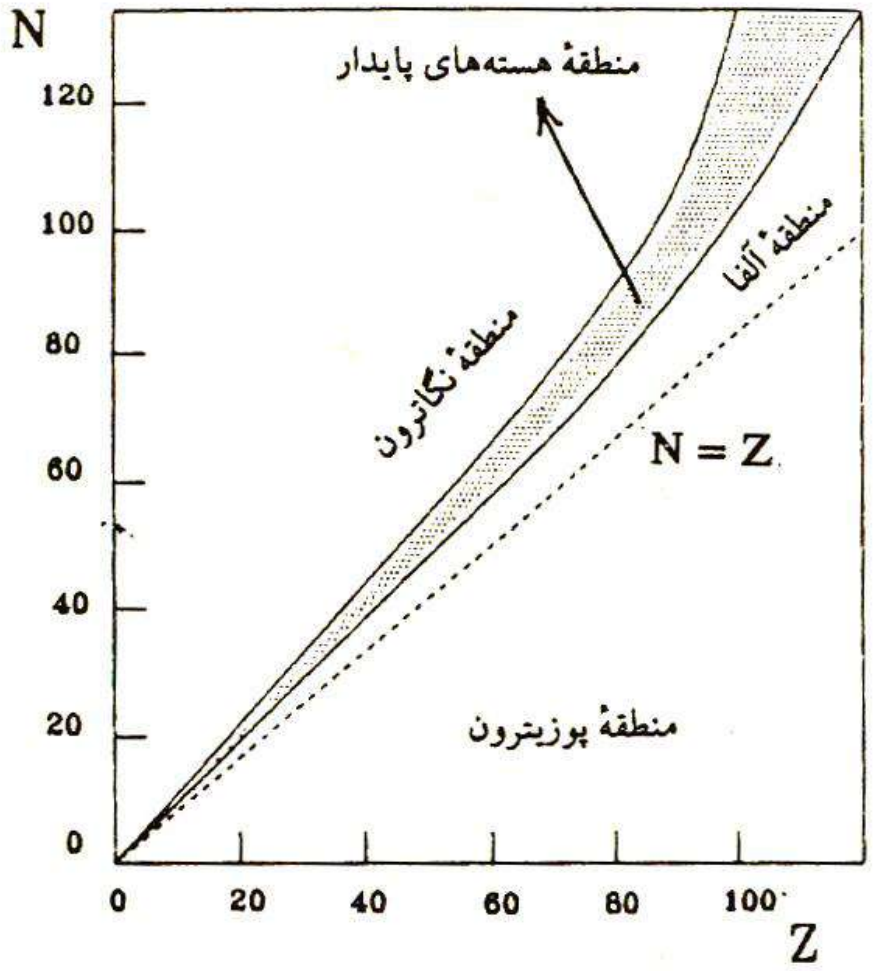
در هر دو مورد هسته نسبت N/Z را به نفع ساختمان پایدارتر تصحیح می کند.

در مورد زیادی نوترون، با دفع نگاترون ، نوترون را به پروتون تبدیل می کند و در مورد کمبود نوترون :

۱–با دفع پوزیترون ، پروتون به نوترون تبدیل می شود

۲–هسته یک الکترون از پوسته گرفته و پروتون را به نوترون تبدیل می کند.

۳–هسته یک ذره آلفا دفع می کند.

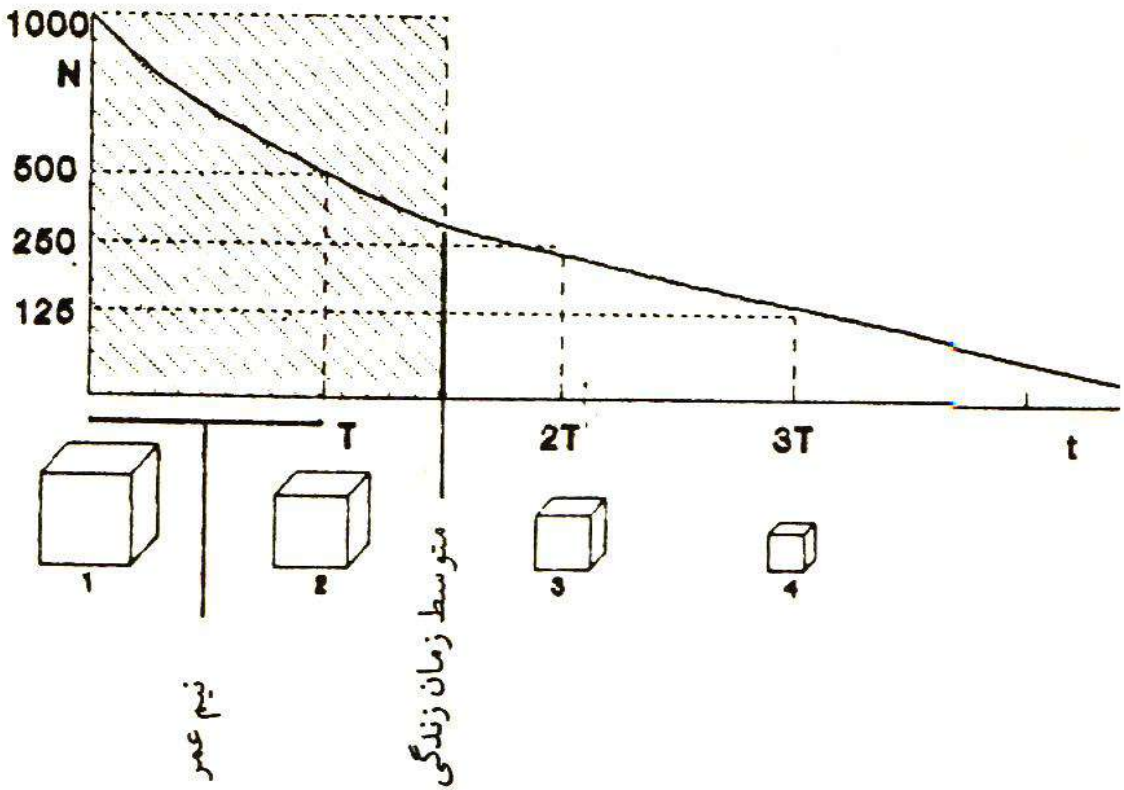


منحنی نگاترون - پروتون هسته‌های پایدار

۳-۴-قوانین فروپاشی مواد رادیواکتیویته، ثابت فروپاشی

فروپاشی سبب کاسته شدن تعداد اتمها در اجسام رادیواکتیو می شود. اگر یک ترکیب دارای ماده رادیواکتیو باتعداد زیاد اتم رادیواکتیو باشد احتمال می رود هر هسته آن در محدوده زمانی معینی فروپاشیده شود. این محدوده زمانی را ثابت فروپاشی (λ) می نامند.

سرعت فروپاشی با همان سرعتی که تعداد اتمهای رادیواکتیو کم می شود کاسته می شود و اکتیویته جسم به نصف می رسد.



۱- ابتدای اندازه‌گیری ۱۰۰۰ نوکلئید زادیواکتیو
۲- بعد از یک نیم عمر ۵۰۰ نوکلئید باقی می‌ماند
۳- بعد از دو نیم عمر ۲۵۰ نوکلئید باقی می‌ماند
۴- بعد از سه نیم عمر ۱۲۵ نوکلئید باقی می‌ماند

نیم عمر فروپاشی و متوسط طول عمر

تعداد اتمی که در هر لحظه فروپاشیده می شود، متناسب است با مجموع اتمهای جسم رادیواکتیو، تغییرات در زمان با معادله زیر داده می شود :

$$dN = -\lambda \times N \times dt$$

معادله دیفرانسیل فوق به صورت نمایی چنین است :

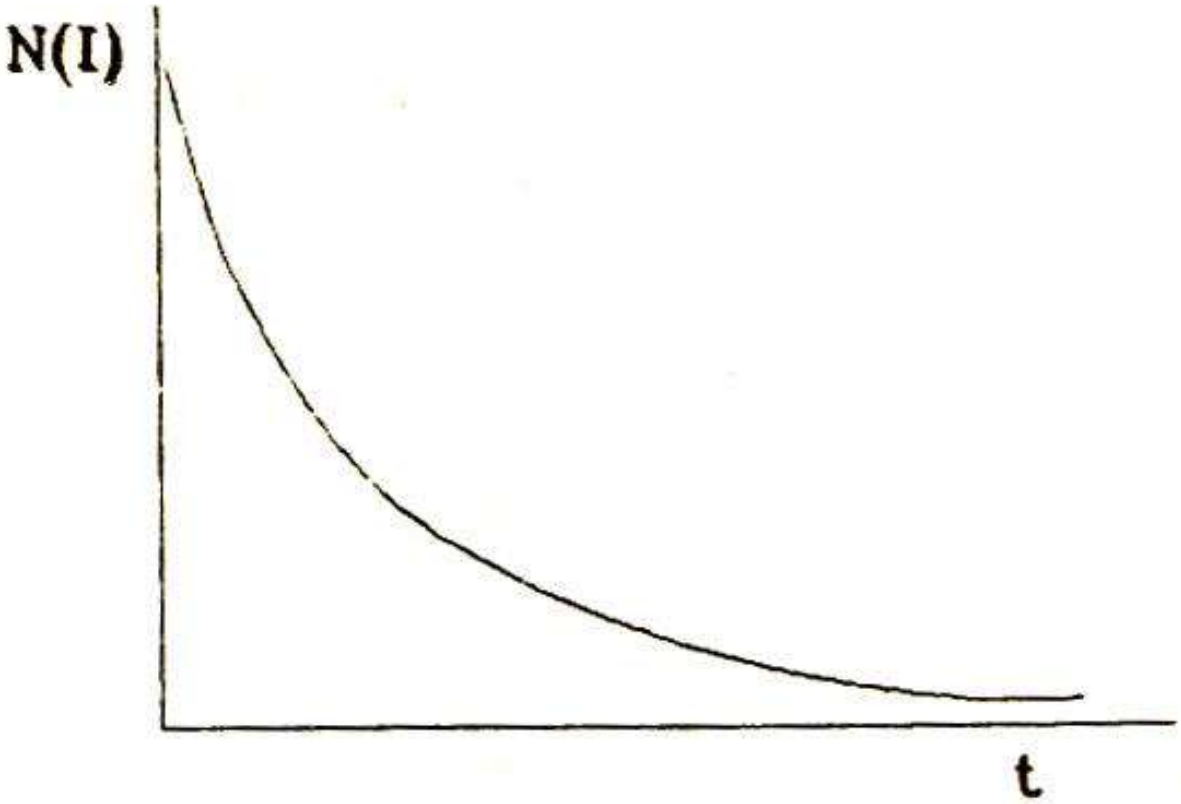
$$N = N_o \times e^{-t}$$

N تعداد اتم رادیواکتیو در زمان t است.

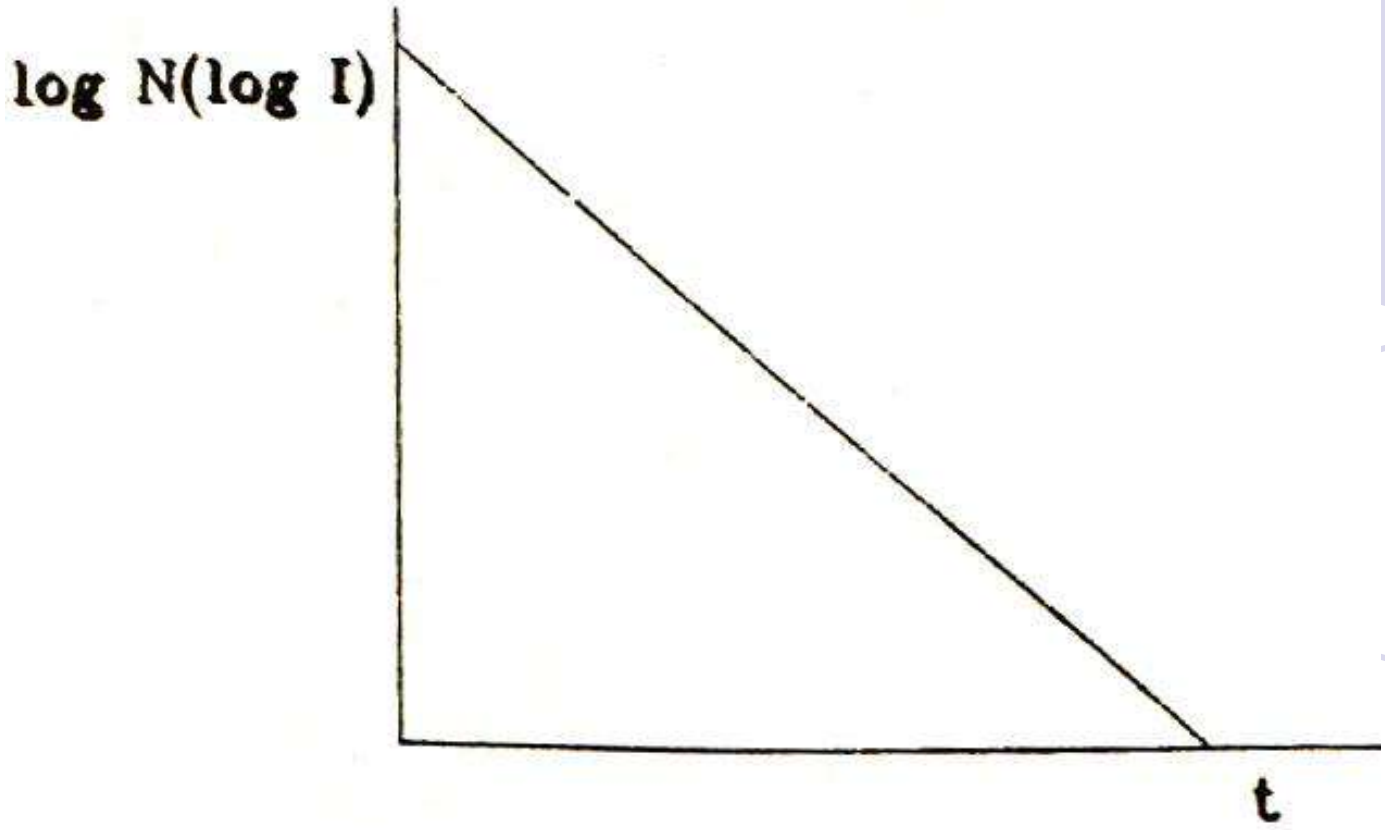
این معادله قانون سینتیک تغییرات رادیواکتیویته نامیده می شود. چون فعالیت مواد رادیواکتیو با تعداد اتم آنها نسبت مستقیم دارد می توان چنین نوشت :

$$I_t = I_o \times e^{-\lambda t}$$

تعداد نوکلئیدهای رادیواکتیو و شدت شدت تابش اجسام با گذشت زمان به صورت نمایی کاهش می یابد.



شکل ۳-۴ منحنی کاهش رادیواکتیویته



منحنی نیمه لگاریتمی کاهش رادیواکتیویته

۳–۵–نیم زمان فروپاشی T (نیم عمر و میانگین طول عمر)

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

مدت زمانی است که در آن نیمی از هسته های رادیواکتیو به هسته ای پایدار یا رادیواکتیو دیگر تبدیل می شوند.

رابطه بین زمان T و ثابت فروپاشی به سادگی از راه محاسبه بدست می آید :

$$N_t = \frac{N_o}{۲}$$

$$\frac{N_o}{۲} = N_o \times e^{-\lambda t}$$

$$\frac{۱}{۲} = e^{-\lambda t}$$

به صورت لگاریتمی

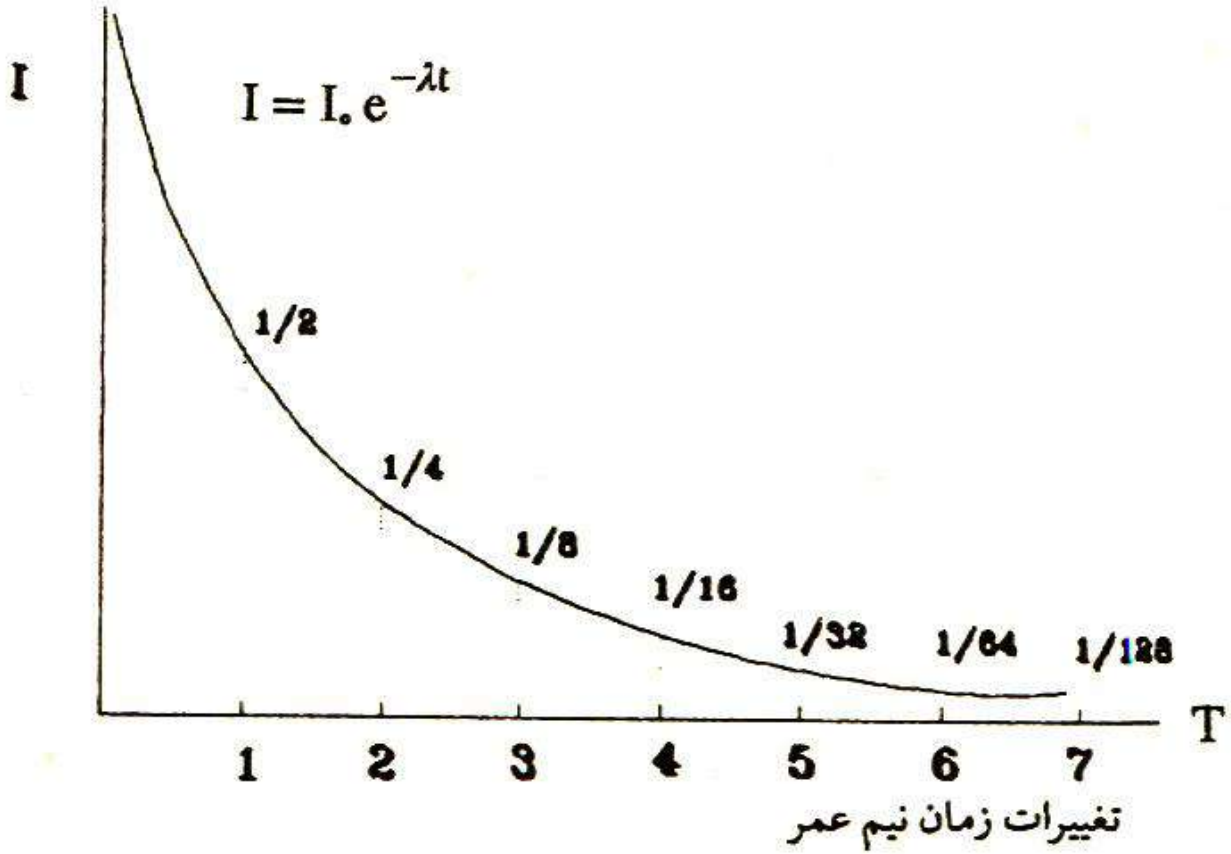
$$Ln۲ = \lambda \times T$$

$$T = \frac{۰/۶۹۳}{\lambda}$$

برای رادیونوکلئیدهای ویژه علاوه بر نیم عمر می توان متوسط طول عمر (t) اتمهایی را نیز تعیین نمود که با معکوس ثابت فروپاشی بیان می شود .

$$t = \frac{1}{\lambda} = 1/4428T$$

تغییر در ماده رادیواکتیو را با زمان می توان به کمک منحنی نشان داد.



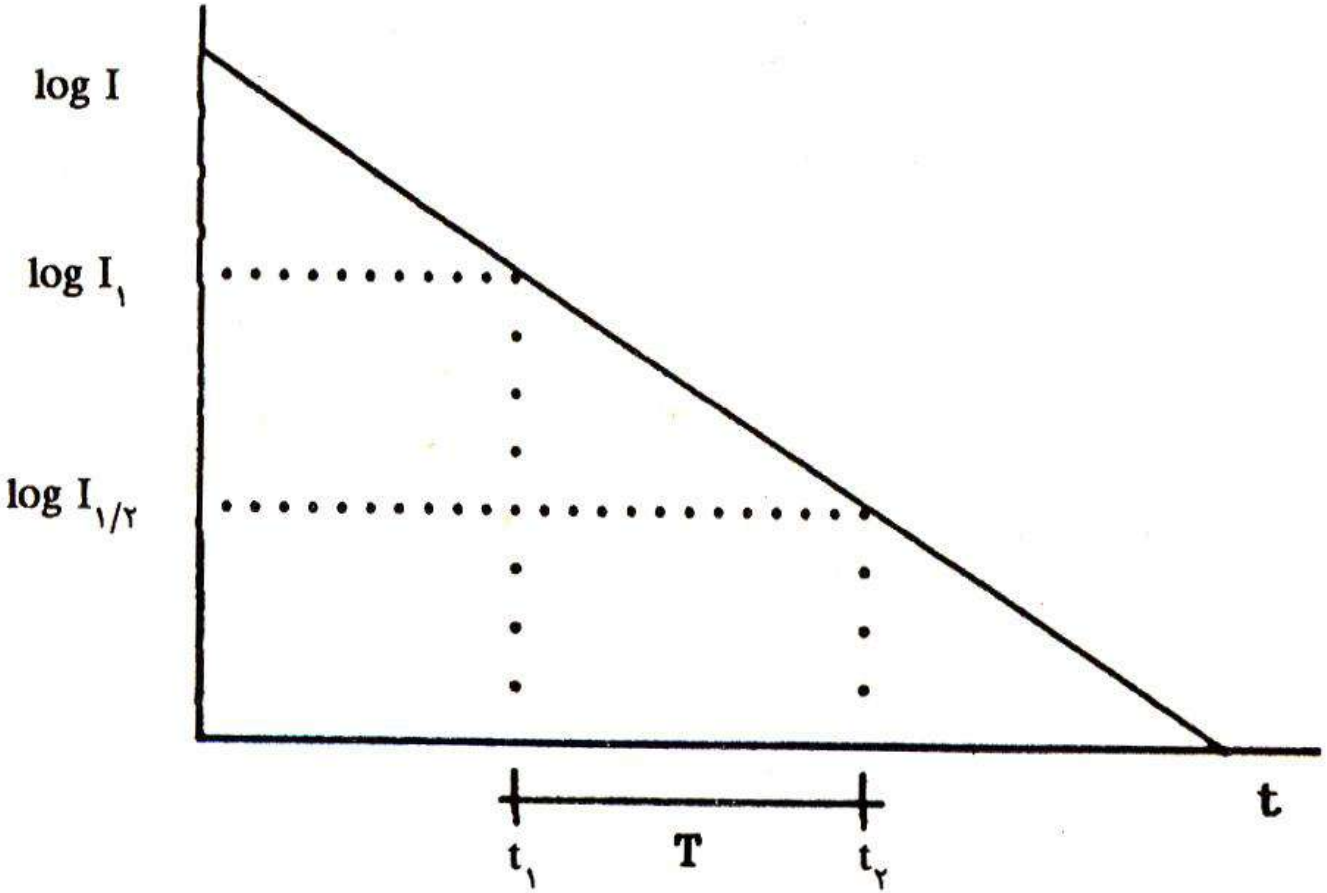
کاهش رادیواکتیویته نیم عمر

تعداد اتمهای رادیواکتیو پس از گذشت زمان معینی به مقدار قابل ملاحظه کاهش می یابد که می توان از مقدار باقی مانده صرف نظر کرد . این زمان با ده برابر نیم عمر آن ماده رادیواکتیو است و رابطه زیر بین این دو زمان برقرار است :

$$I_{۱۰T} = I_o \times ۲^{-۱۰}$$

تعیین نیم عمر بر مبنای منحنی فروپاشی با محور

مختصات نیمه لگاریتمی بسیار ساده است .



منحنی تعیین تغییرات نیم عمر

۳–۶–واحد اکتیویته

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

واحد اکتیویته معکوس ثانیه (S^{-1}) ومعکوس دقیقه (min^{-1}) است . به دلیل سپاس از مقام کاشف رادیواکتیویته این واحد را بکرل (Bq) نام نهاده اند. تا اوایل سال ۱۹۷۵ واحد قدیمی رادیواکتیویته استفاده می شد که به پاس احترام کاشف رادیم، کوری (Ci) نام داشت .

۳-۷-قانون جابجایی

بر اثر خروج پرتو از عنصر رادیواکتیو برخی ویژگی های شیمیایی آن تغییر می کند . با تغییر عدد اتمی جای آن نیز در جدول تناوبی تغییر کرده که با قانون جابجایی می توان این تغییر را دنبال کرد.

با تابش پرتوی آلفا از عنصر دو پروتون و دو نوترون از هسته کم شده دو مکان به سمت چپ می رود :

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + \alpha $$

با تابش بتای منفی عدد پروتونی یک واحد افزایش یافته و عدد نوکلئونی ثابت می ماند. عنصر یک مکان به سمت راست می رود.

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + e^{-} $$

با خروج گاما و تغییرات ایزومری ، عدد پروتونی و نوکلئونی تغییر نکرده و عنصر در جای خود باقی می ماند.

$$ {}^{A_m}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma $$

هنگام تابش بتای مثبت ، عدد پروتونی یک واحد کم شده و عدد نوکلئونی ثابت می ماند و عنصر یک مکان به چپ می رود.

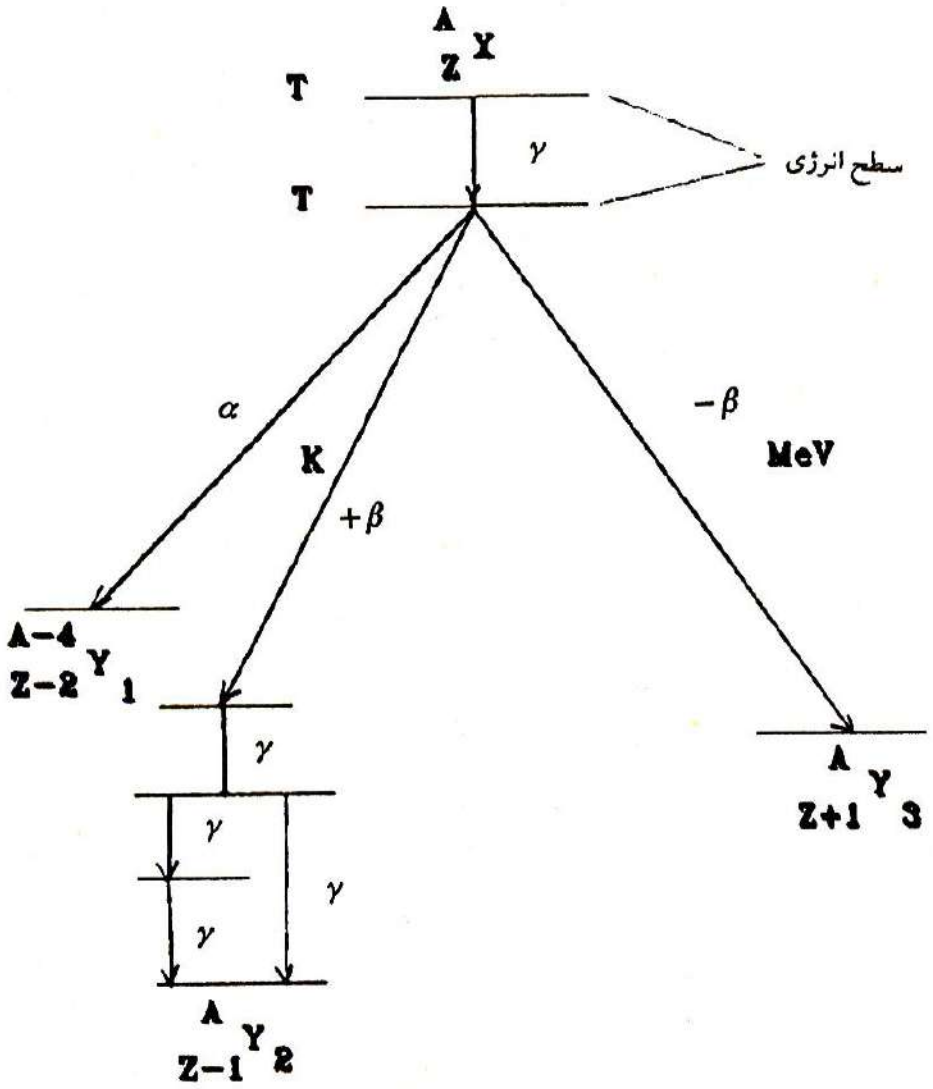
$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + e^{+} $$

۳-۸-طرح واره تغییرات رادیواکتیو

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

تغییرات عناصر رادیواکتیو بصورت طرح واره فروپاشی نشان داده می شود.

اسلاید قبلی
اسلاید بعدی



طرح وارهٔ عمومی تغییرات عناصر رادیواکتیو

- سطوح انرژی هسته اتم اولیه و محصول فروپاشی ، و نیز محصول واسطه با خطوط افقی نشان داده می شود.
- فاصله بین خطوط متناسب با انرژی گسیل شده از هسته و محل قرار گرفتن خطوط متناسب با انرژی هسته است.
- در کنار هر خط مقدار نیم عمر تغییر یافته نوشته می شود.

- فرایند فروپاشی را با پیکان بین خطوط افقی نمایش می دهند.
- نوع تغییرات هسته ای با علامتهای (الکترون جذب شده) K و $\alpha, \beta^+, \beta^-, \gamma$ در مسیر پیکانها نوشته می شود.
- پیکانهای انحرافی فروپاشی هایی را نشان می دهد که عدد پروتونی تغییر نکرده است .

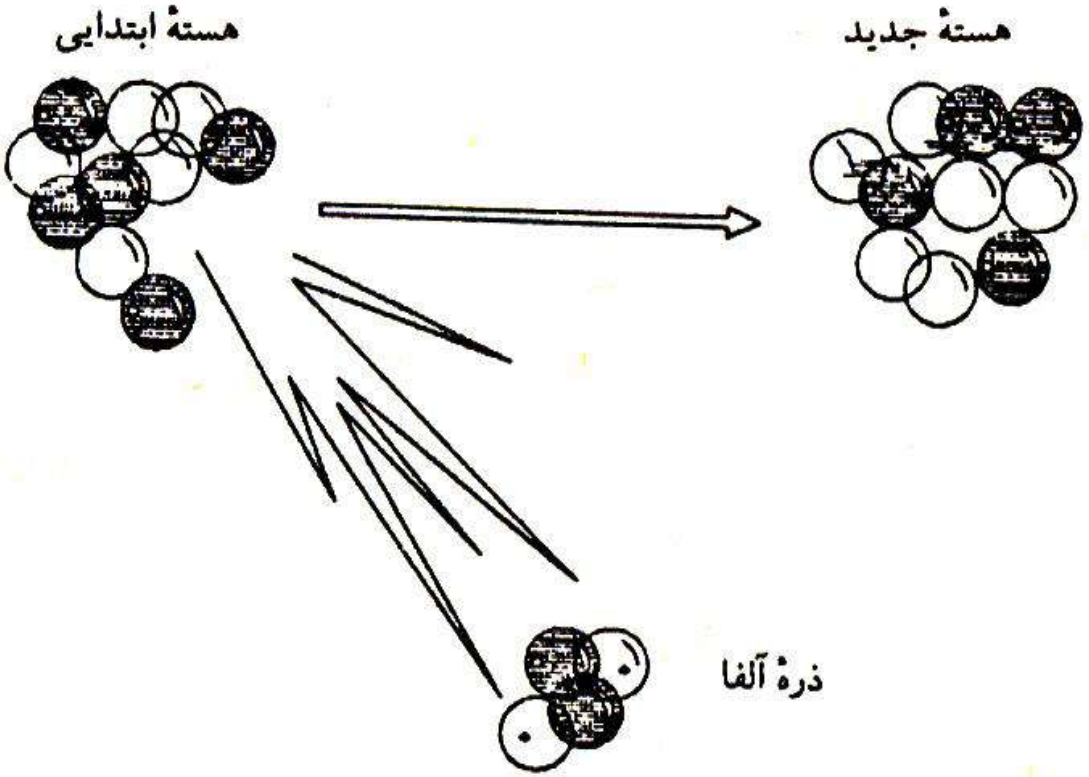
- پیکانهای منحرف شده به چپ نشاندهنده کم شدن عدد پروتونی هسته اتم و پیکانهای منحرف شده به راست نشاندهنده فروپاشی همراه با اضافه شدن بار هستد.
- مقادیری که به درصد نشان داده شده احتمال وقوع فروپاشی است.

۳-۹-پرتوی آلفا

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

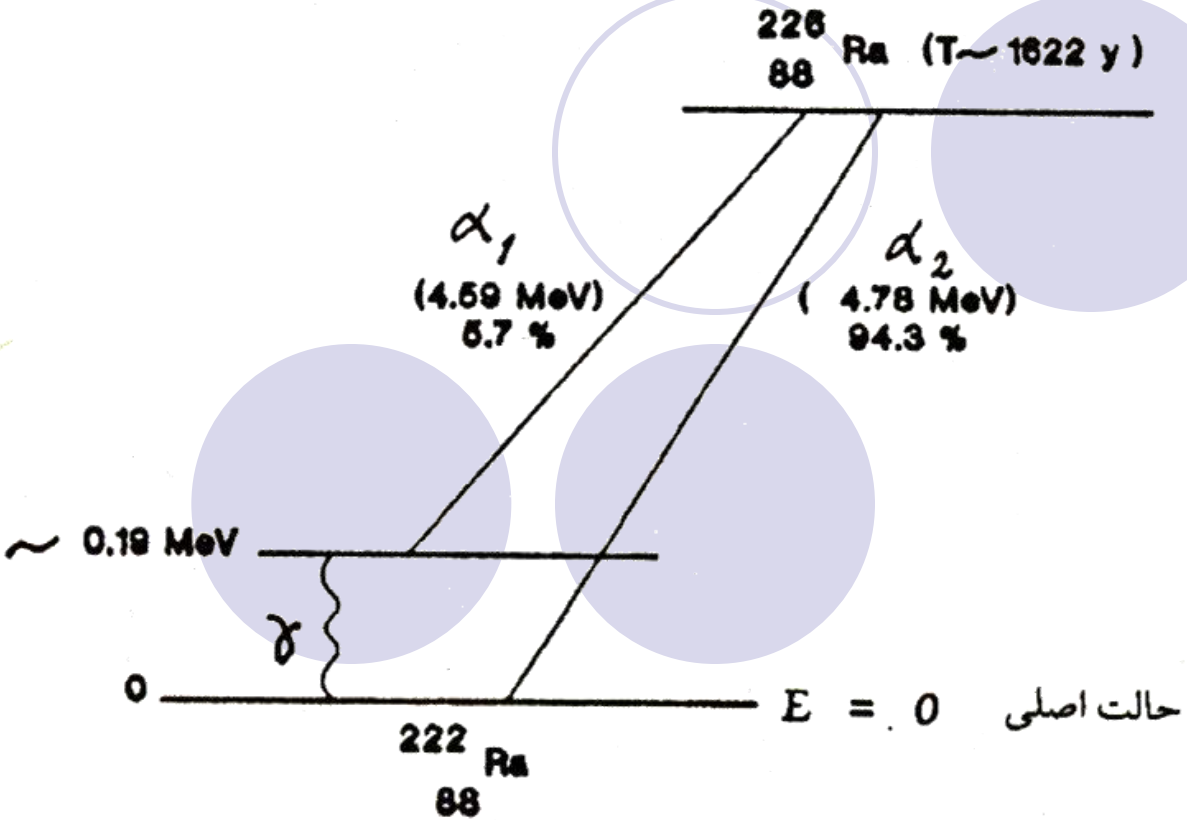
از ذرات سریع هلیم با دوبار مثبت تشکیل می شود و طبق قانونی جابجایی دو خانه به طرف چپ منتقل می شود.

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}He^{۲+} $$



فروپاشی - آلفا، خروج ذرات آلفا

مثال :

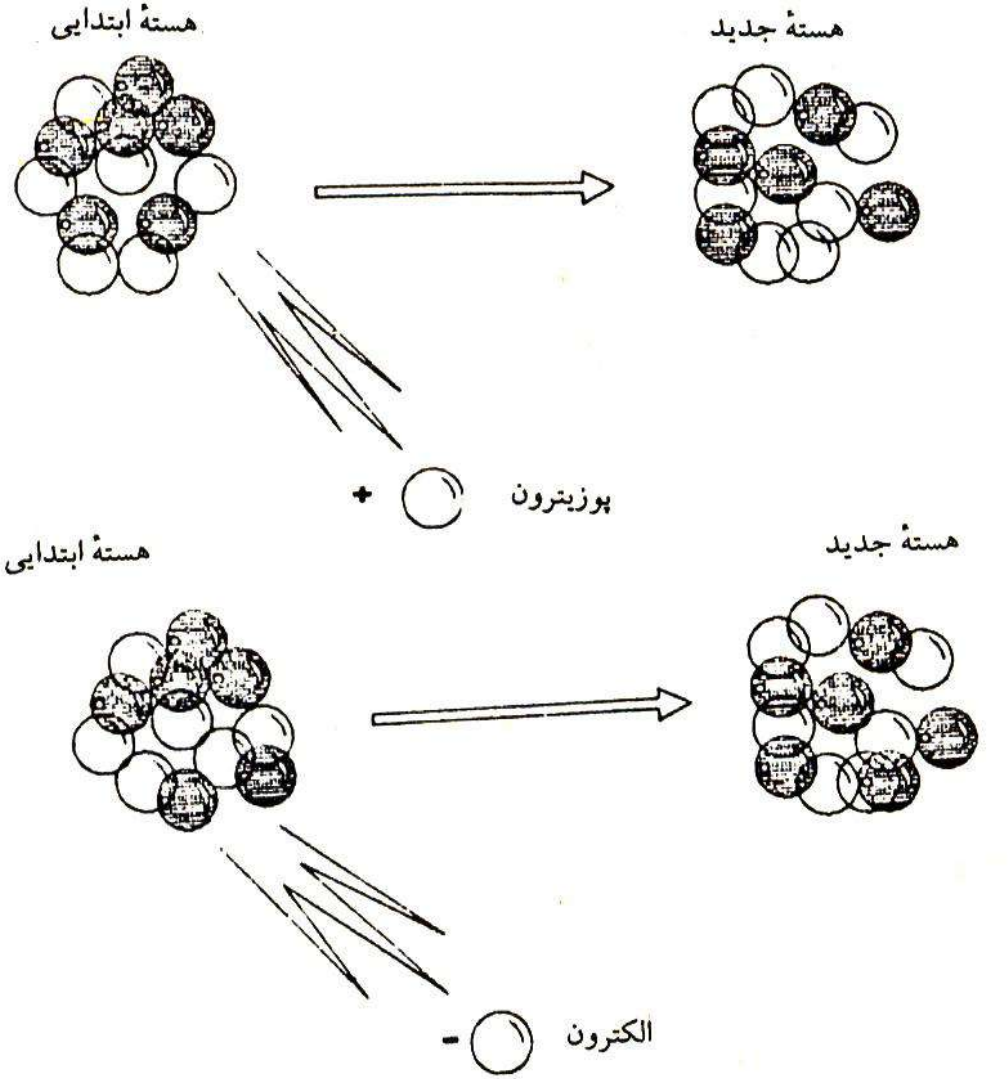


فروپاشی رادیم ^{226}Ra

۳–۱۰–مشخصه فروپاشی بتا رادیواکتیویته

هنگام این فروپاشی از هسته اتم الکترونهای

منفی یا مثبت خارج می شوند.



فروپاشی بتا، خروج پوزیترون یا نگاترون

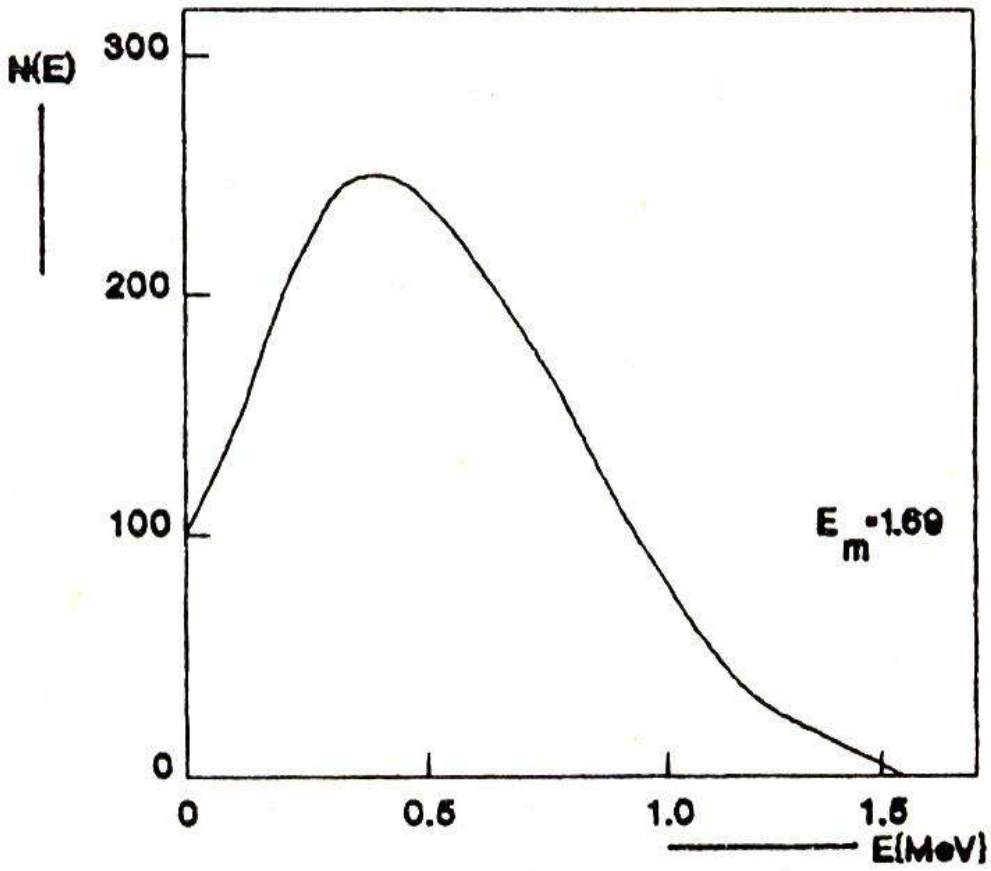
پروتون و نوترون را یک ذره به نام نوکلئون فرض می کنیم . نوکلئون دارای دو حالت پروتونی و نوترونی است . هنگام فروپاشی بتا، پروتون به نوترون یا برعکس نوترون به پروتون تبدیل می شود و همزمان با این تغییرات هسته ذرات مثبت و منفی از خود دفع می کند .

$${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e \qquad {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$$

۳-۱۱-چرا الکترونها از هسته اتم در حال فروپاشی با سرعت و انرژی متفاوت خارج می شوند ؟

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

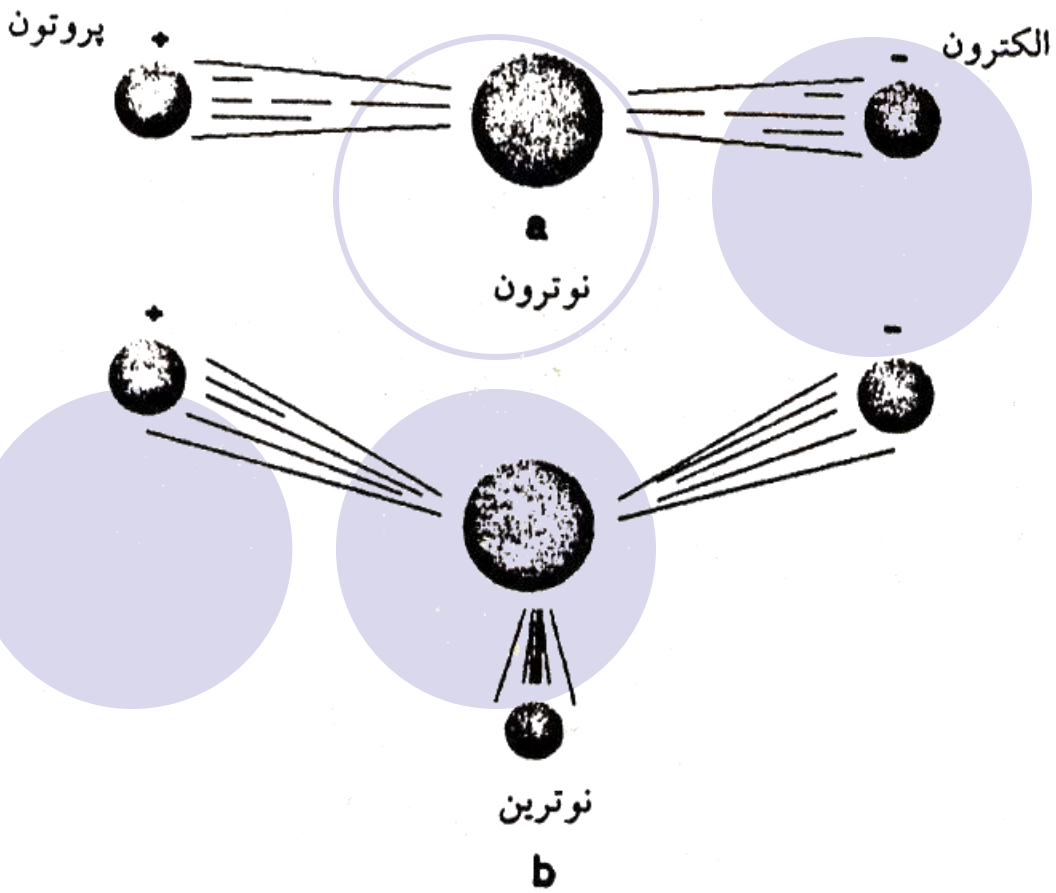
در شکل زیر یک نمونه از طیف با انرژی پوسته پرتوی بتای فسفر ۳۲ نشان داده شده است . برای بیان این حالت چنین پیش بینی می شود که همراه با الکترون ذرات خیلی کوچکتری نیز که تشخیص آنها بسیار مشکل است.



طیف پیوسته انرژی پرتو بتای فسفر ^{32}P

از هسته اتم به نام نوترینوم که معنای نوترون کوچک را می دهد خارج می شود که از طریق انعکاس برگشتی نوترون در حال فروپاشی تشخیص داده می شود.

هنگام این فروپاشی این ذرات طبق قانون عمل و عکس العمل باید در جهت مخالف هم دفع شوند. اما در عمل مسیر حرکت پروتون و الکترون نسبت به هم زاویه دارد که علت وجود یک ذره دیگر است. با وجود نوترین پیوسته بودن طیف پرتوی بتا توضیح داده می شود .



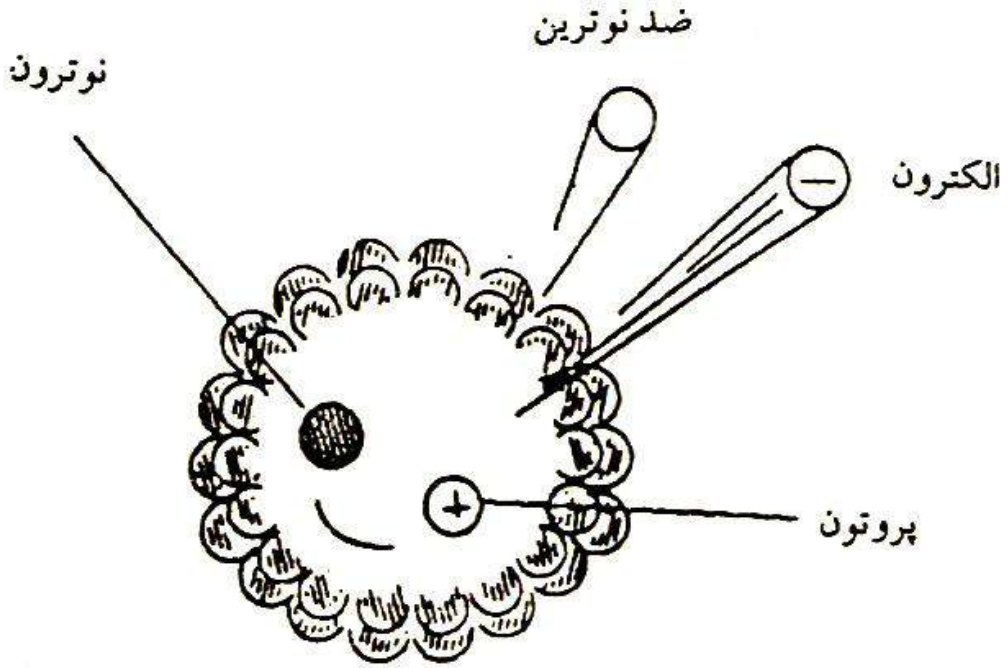
حالتهایی که هنگام فروپاشی نوترون پدید می‌آید.

مجموع انرژی پرتوی بتا و نوترین مقداری ثابت و برابر با بیشترین انرژی طیف بتای پیوسته است:

$$E_{\max} = E_{\beta} + E_{\upsilon}$$

۳-۱۲- شناسایی فروپاشی بتا

مهمترین و بیشترین گونه فروپاشی بتا ، نوع منفی فروپاشی بتا است. نگاترون در لحظه ای به وجود می آید که نسبت تعداد نوترون و پروتون در هسته نوکلئید مشخص و بیشتر از یک مقدار معین شود .



فروپاشی بتای منفی (نگاترون)

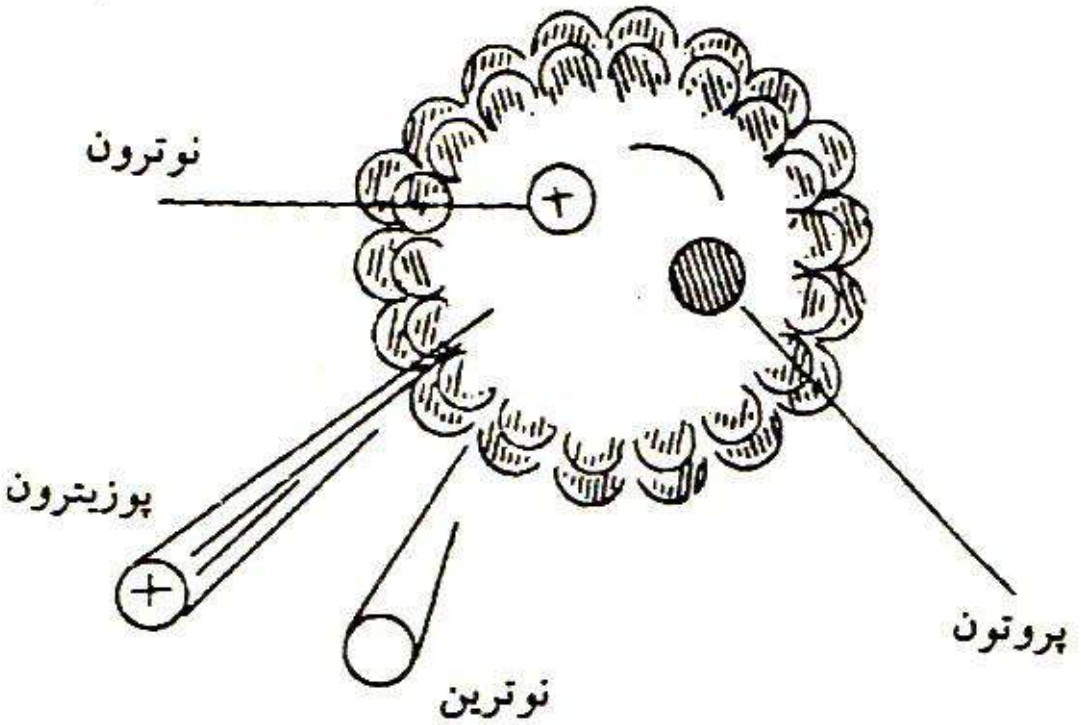
$$ {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon} $$

در جریان این فروپاشی عدد پروتونی یک واحد بزرگ شده و عدد نوکلئونی ثابت می ماند.

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-} + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon} $$

فروپاشی بتای مثبت وابسته به تابش پوزیترون است. این پدیده مشخصه رادیونوکلئیدهای مصنوعی است که تعداد نوترون به پروتون آنها کم می باشد.

$$ {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + {}^{0}_{0}\upsilon $$

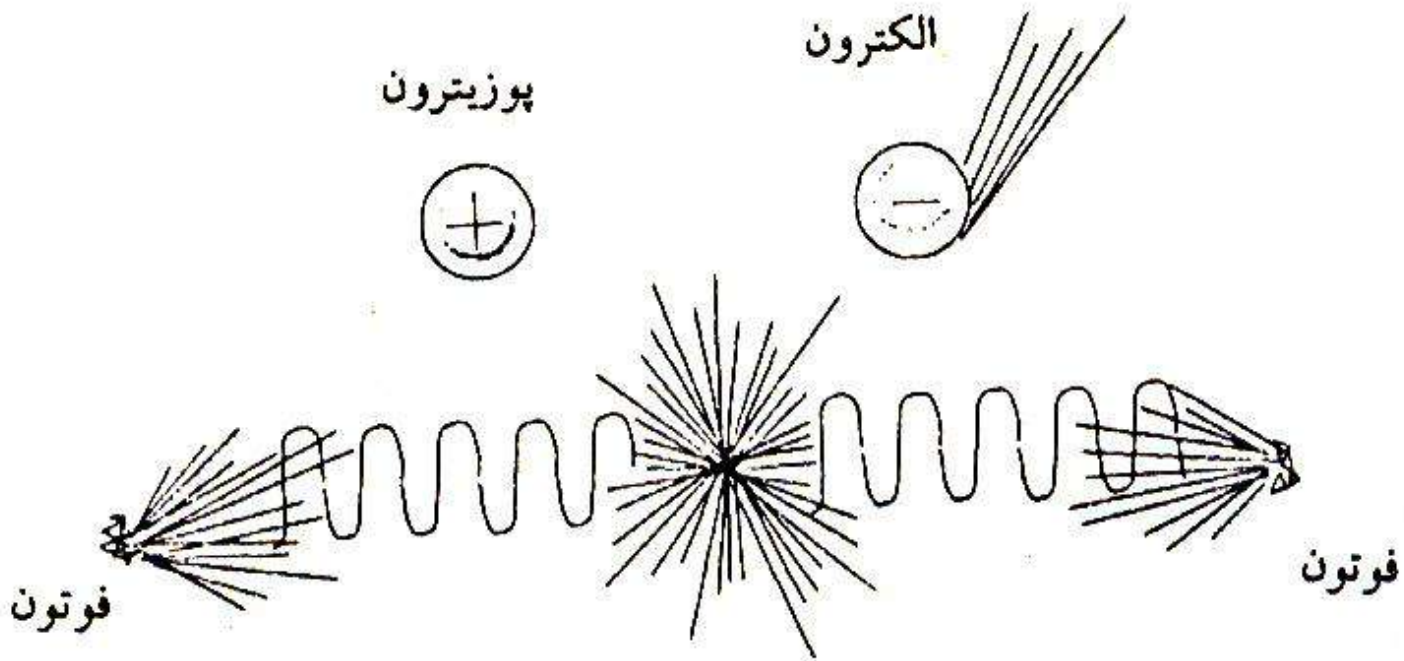


فروپاشی بتای مثبت (پوزیترون)

در این فروپاشی عدد پروتونی یک واحد تغییر کرده و عدد نوکلئونی ثابت می ماند.

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e^{-} + {}^{0}_{0}\upsilon $$

فروپاشی بتای مثبت همیشه همراه با تابش فتون گاما است. پوزیترون کند شده در پایان مسیر خود با نگاترون ترکیب شده و دو فتون گاما تشکیل می دهد .



ایجاد پرتوی محو شونده

این پرتوی گاما را پرتوی از بین رونده یا محو شونده می گویند چون الکترون نمی توان در هسته وجود داشته باشد.

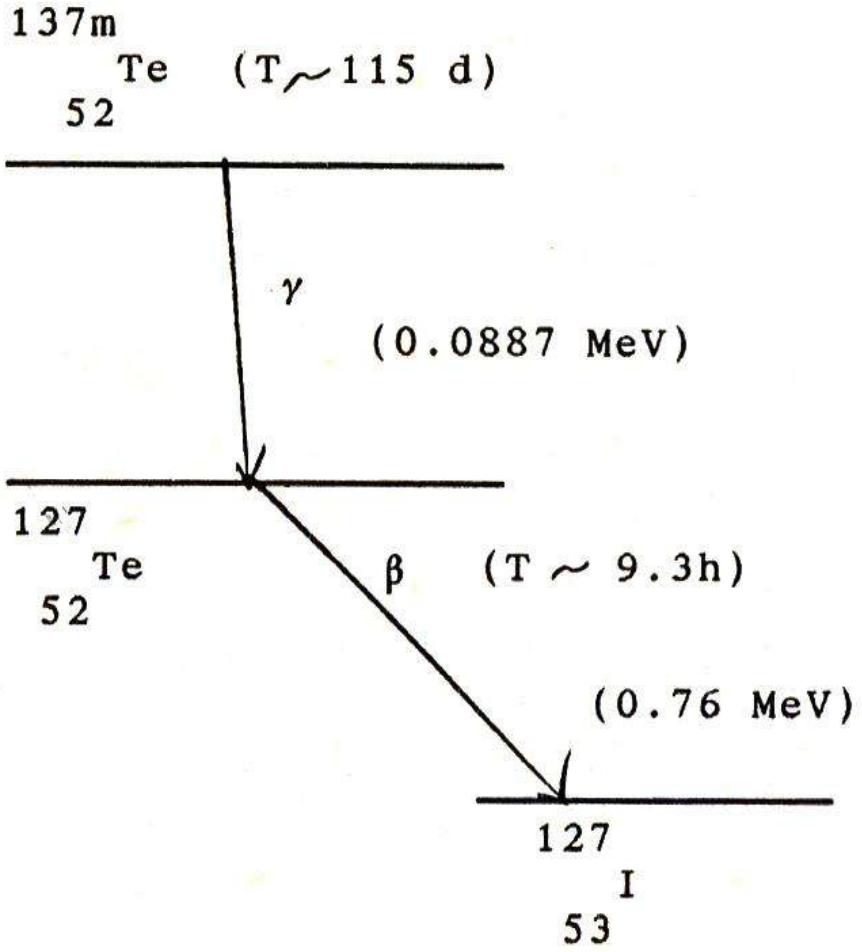
$$ {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon} $$

دراین حالت عدد پروتونی یک واحد کم شده و عدد نوکلئونی ثابت می ماند.

$$ {}^{A}_{Z}X + {}^{o}_{-1}e^{-} \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{o}_{o}\bar{\upsilon} $$

۳-۱۳-اصول فروپاشی گاما

فروپاشی گاما حاصل تغییرات خود بخود اتم است که در آن عدد نوکلئونی و حتی عدد پروتونی تغییری نمی کند. هنگام تابش پرتوی گانا هسته اتم از حالت نیمه پایدار انرژی به حالت ایزومری (هسته هایی با عدد نوکلئونی و پروتونی برابر) می رسد که یا پایدار است یا به تغییرات خود تا رسیدن به پایداری ادامه می دهد.



فروپاشی توریم ^{127m}Te

۳-۱۴-آیا پرتوی گاما تنها راه خروج انرژی از هسته است ؟

خیر. هسته تشدید شده می تواند انرژی محرک را به الکترونهای پوسته انتقال دهد و الکترونها آزاد می شوند که این انتقال انرژی بدون واسطه است. (بدون دفع فتون) این شیوه دگرگونی گاما را تبدیل درونی (تغییر درونی) می گویند.الکترونهای تبدیلی گسیل شده تک انرژی هستند.

پس از انجام تبدیل داخلی ، اتم نهایی به حالت تشدید شده در می آید. بر اثر جهش الکترون از سطح بالایی به محل خالی الکترون، پرتوی دیگری با خواص رونتگن آزاد می شود . تبدیل داخلی مشابه پرتوی بتای منفی (تک انرژی) ظاهر می شود .

۳–۱۵–بر اثر واکنشهای هسته ای چند نوع پرتوی الکترومغناطیسی به وجود می آید ؟

فتونهایی که بر اثر واکنشهای هسته ای بوجود می آیند بیشتر بر حسب روش پدید آمدنشان نامگذاری می شوند.

الف)پرتوی گاما : بر اثر تغییرات هسته اتم بوجود می آید.

ب)پرتوی بازدارنده : هنگام عبور ذرات باردار از فضای مادی توسط خرده ذرات الکترواستاتیکی هسته اتم از حرکت بازداشته می شوند.

ج)پرتوی ایکس : این پرتو هنگام جای گرفتن الکترون در حفره خالی درونی پوسته اتم تشدید شده حاصل می شود.

د) پرتوی حذفی : هنگام حذف به وجود می آید یعنی نگاترون و پوزیترون که با هم برخورد کرده و از بین می شوند ، انرژی معادل آنها به صورت پرتوی الکترومغناطیسی آزاد می شود.

۳-۱۶-آیا هسته اتم براثر برخورد با ذرات یا پرتوها فروپاشیده می شود ؟

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

فروپاشی هسته هم بر اثر برخورد و هم بطور آزاد انجام می شود که نوع پیوسته آن نوع ویژه ای از تغییرات رادیواکتیو است که در آن هسته سنگین به دو هسته تقریبا هم اندازه تقسیم می شود.

۳-۱۷-شکافت خود بخود اورانیم

علت شکافت خودبخود تابش الکترواستاتیکی نوترون می باشد. البته دیوار پتانسیل مانع شکافت می شود. اما طبق مطالب قبل دیوار پتانسیل قابل نفوذ است. شکاف خود بخود ازراه اثر تونلی در دیوار پتانسیل انجام می شود.

۳-۱۸-تغییرات رادیواکتیویته با خروج نوکلئون

هنگام واکنشهای هسته ای اگر هسته ای با تعداد بیشتر نوترونهای باردار ایجاد شود، این بار اضافی با فروپاشی تدریجی از بین می رود. البته در مواردی انرژی هسته بوجود آمده بقدری زیاد است که می تواند مستقیما نوترون دفع کند. این نوترونها ، نوترون تاخیری نام دارند.

۳-۱۹-تعادل رادیواکتیو و ردپای فروپاشی

بیشتر رادیونوکلئیدهای مصنوعی تا رسیدن به نوکلئید پایدار یک مرحله تغییر دارند.

اغلب با فروپاشی رادیونوکلئیدهای سنگین طبیعی(نوکلئید مادر) دوباره هسته رادیواکتیو جدید(نوکلئید دختر) بوجود می آید.

تغییرات این تبدیل نسبت به زمان توسط معادله زیر بیان می شود

$$\frac{dN_2}{dt} = \lambda_1 N_1 - \lambda_2 N_2$$

نوکلئید دختر تا زمانی به وجود می آید که $\lambda_1 N_1 > \lambda_2 N_2$

و این تا زمانی است که $\frac{dN_2}{dt} = o$

در این لحظه شرایط تعادل فراهم می شود .

پدیده فروپاشی رادیونوکلئید مادر به دختر تا زمانی تکرار می شود که محصول فروپاشی ناپایدار باشد. تمام نوکلئیدهای یک فروپاشی اعضای یک ردپای فروپاشی رادیواکتیو هستند.

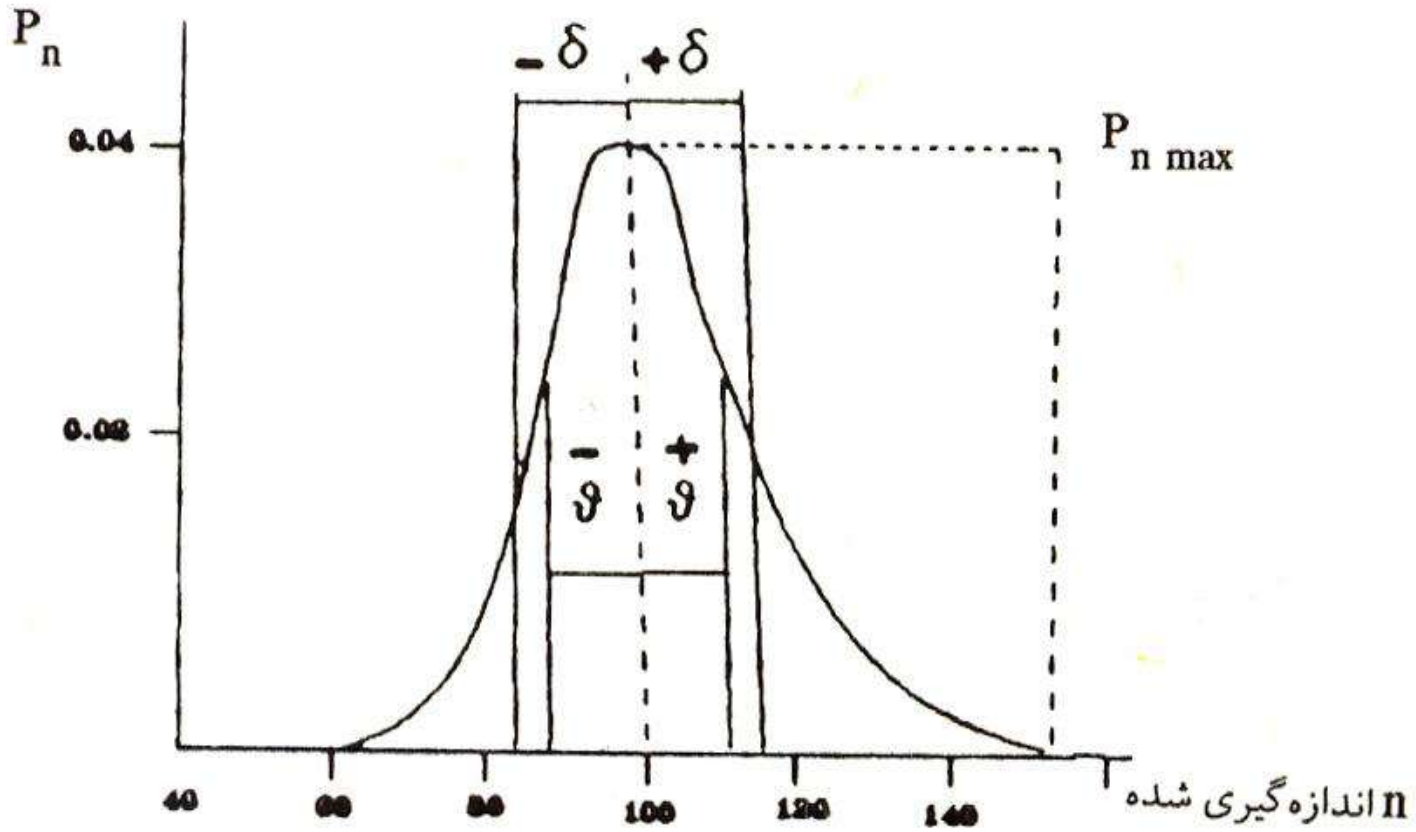
۳-۲۰-مشخصه های آماری تغییرات رادیواکتیویته

اندازه گیری مستقیم اکتیویته با مشکلات تکنیکی همراه است . سرعت تغییرات رادیواکتیو را می توان با تعداد ذرات تابش شده اندازه گرفت .

مهمترین دلیل تفاوت اعداد اندازه گیری شده ، دستگاههای اندازه گیری هستند. علت کم و زیاد شدن مقدار اندازه گیری شده می تواند تغییر در فروپاشی باشد.

در هر آزمایش تعداد ضربه ها چندین بار پیاپی (Z) اندازه گیری شده و میانگین گیری می نمایند.

معمولا از قانون محاسبه خطای گوسی استفاده شده و یک نمونه منحنی گوسی که برای n = ۱۰۰ بیان شده در ذیل دیده می شود.


P_n
$-\delta$
$+\delta$
$P_{n\ max}$
0.04
0.02
$-\vartheta$
$+\vartheta$
40
80
100
120
140
n اندازه گیری شده

منحنی گوس

فصل چهارم

منابع تابش پرانرژی پرتو شیمی

فهرست اصلی
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۴–۱–رادیونوکلئیدهایی که بعنوان منبع پرتو در شیمی بکار می روند

۴–۲–ردپاهای فروپاشی، ردپاهای فروپاشی طبیعی

۴–۳–چرا ردپای نپتونیم در طبیعت وجود ندارد ؟

۴–۴–استفاده از رادیواکتیویته برای تولید انرژی الکتریکی

۴–۵–ساختمان سیستم های تابش دهنده رادیونوکلئیدی

۴–۶–راکتور شیمی هسته ای

۴–۷–منابع صنعتی پرتو در شیمی

۴–۸–جلوگیری از فعال شدن سیستم هنگام تابش در راکتورهای هسته ای

۴–۹–واحد تابش

۴–۱۰–واحد دوز

۴-۱-رادیونوکلئیدهایی که بعنوان منبع پرتو در شیمی بکار می روند

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

در گذشته از رادیونوکلئیدهای رادیم و پولونیم استفاده می شده ولی امروزه از هسته های پایدار فعال شده توسط نوترون مانند کبالت ۶۰ استفاده می کنند.

منبع دیگر رادیونوکلئیدهای مصنوعی در باتری های سوخت اتمی هستند که پس از سوختن باقی می مانند.

۴-۲-ردپاهای فروپاشی، ردپاهای فروپاشی طبیعی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

در عناصر طبیعی با عدد پروتونی بالاتر از ۸٤ شکافت خودبخود همراه با تابش پرتو وجود دارد. رادیونوکلئیدهایی که به یک زنجیر مربوط می شود رده قانون تغییر رادیواکتیو را تشکیل می دهند. دررده اورانیم – اکتینیم فقط سه رادیوازوتوپ اورانیم و توریم نیم عمر به حد کافی طولانی دارند تا بتوانند در یک دوره ژئولوژیکی کامل به سر برند.

ویژگی های اصلی رده های فروپاشی آنها در جدول زیر دیده می شود.

جدول ۱ ویژگیهای اصلی رده‌های فروپاشی

نام ردهٔ فروپاشی	نوکلئید مادر	نیم عمر فروپاشی سال	نوع فروپاشی	محصول پایدار ردهٔ فروپاشی
اورانیم	$^{238}_{92}U$	$4{,}51\times10^{9}$	۱۴ (۸ α ، ۶ β)	$^{206}_{82}Pb$, $^{4}_{2}He$
توریم	$^{232}_{90}Th$	$1{,}39\times10^{10}$	۱۰(۶ α ، ۴ β)	$^{208}_{82}Pb$, $^{4}_{2}He$
اکتینیم - اورانیم	$^{235}_{92}U$	$7{,}13\times10^{8}$	۱۱(۷ α ، ۴ β)	$^{207}_{82}Pb$, $^{4}_{2}He$

۴-۳-چرا ردپای نپتونیم در طبیعت وجود ندارد ؟

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

ردپای فروپاشی نپتونیم با عدد نوکلئونی $A = ٤ n + ١$

بعلت اینکه نیم عمری طولانی تر از عمر زمین ندارند در طبیعت یافت نمی شوند .

۴-۴-استفاده از رادیواکتیویته برای تولید انرژی الکتریکی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

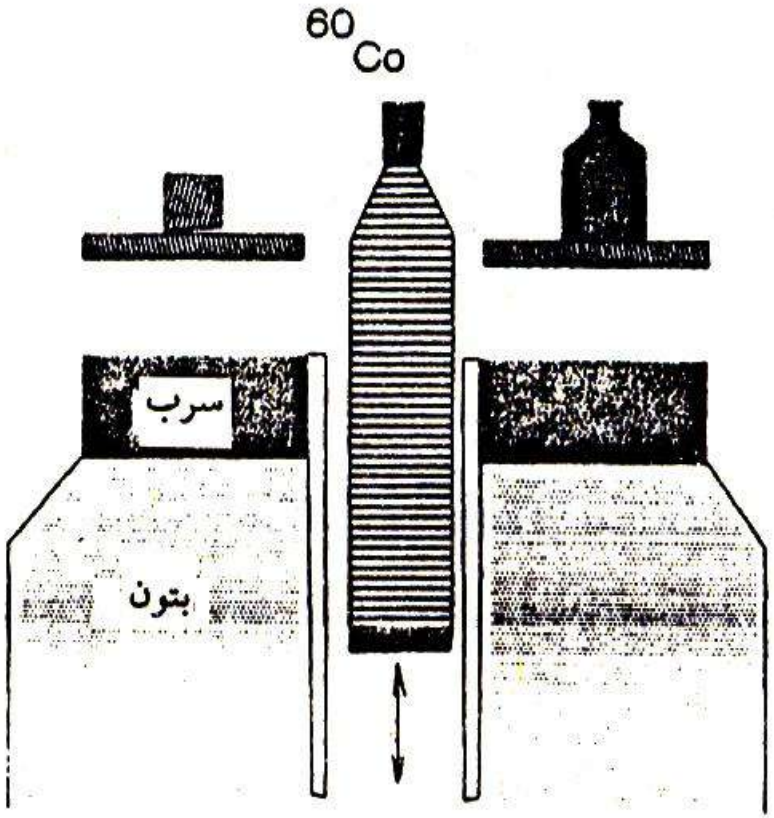
تبدیل مستقیم رادیواکتیو به انرژی الکتریکی : رادیواکتیو در جسم مناسب جذب و سبب گرم شدن آن شده سپس این گرما به کمک باتری های گرمایی به الکتریسیته تبدیل می شوند.

۴-۵- ساختمان سیستم های تابش دهنده رادیونوکلئیدی

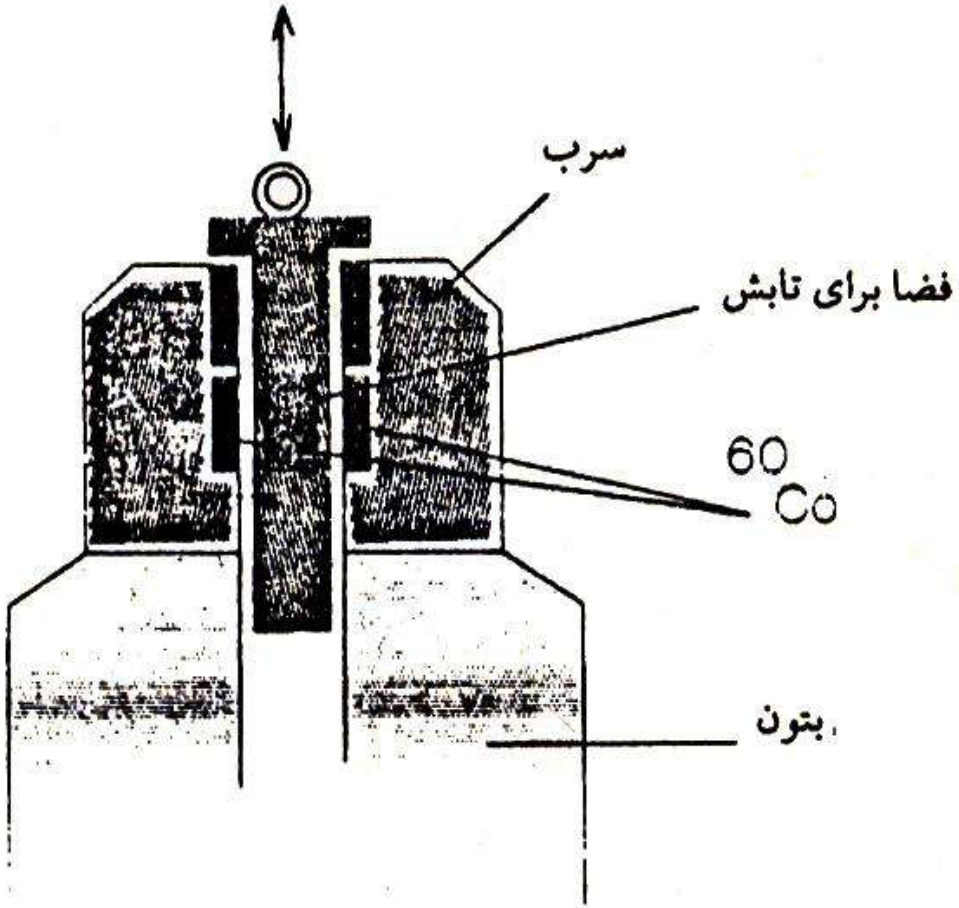
فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

ساده ترین آنها سیستم حرفه ای است که منبع تابش در انتهای حفره ای پر از آب قرار دارد.

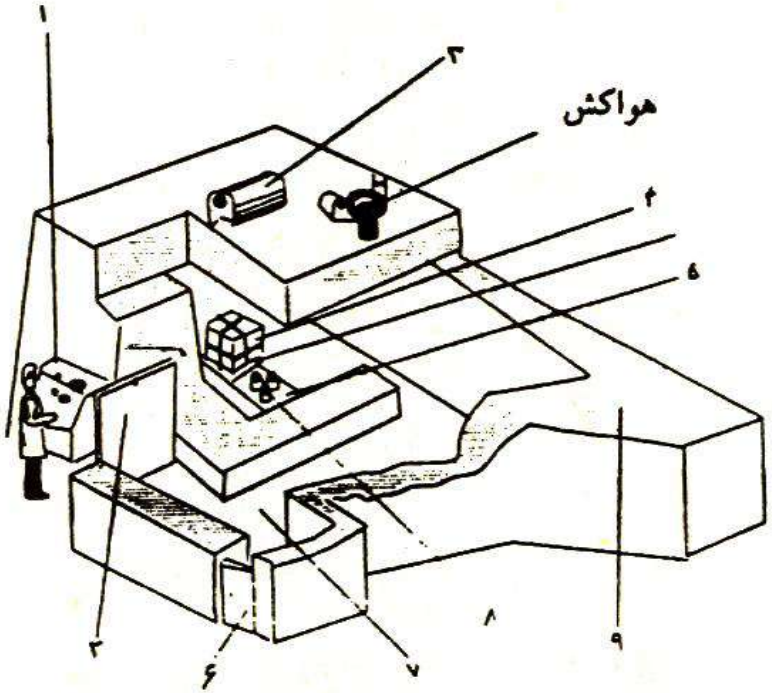
در دستگاه تابش افقی کل سیستم ثابت است و فقط منبع تابشی و دو بخش اصلی (دیواره و قسمت تابش) حرکت می کند.



دستگاه برای تابش دادن با زاویه باز



دستگاه تابش محفظه‌ای



۱) واحد کنترل ۲) در ورودی ۳) وسیله جابه‌جایی جسم مورد تابش ۴) جسم مورد تابش ۵) حفره‌های ورود عناصر رادیواکتیو ۶) در ورودی ۷) راهرو ۸) استخر آب برای محافظت ۹) محافظ بیولوژیکی

شکل : ایستگاه تابش با رادیونوکلئید در مقیاس صنعتی

۴-۶-راکتور شیمی هسته ای

نوع مخصوصی از راکتورهاست که در شیمی تابش استفاده می شود و با کاربرد بهینه سوخت بعلاوه پرتوی گاما و نوترونها از انرژی سینتیک آنها نیز استفاده می کند.

۴-۷-منابع صنعتی پرتو در شیمی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

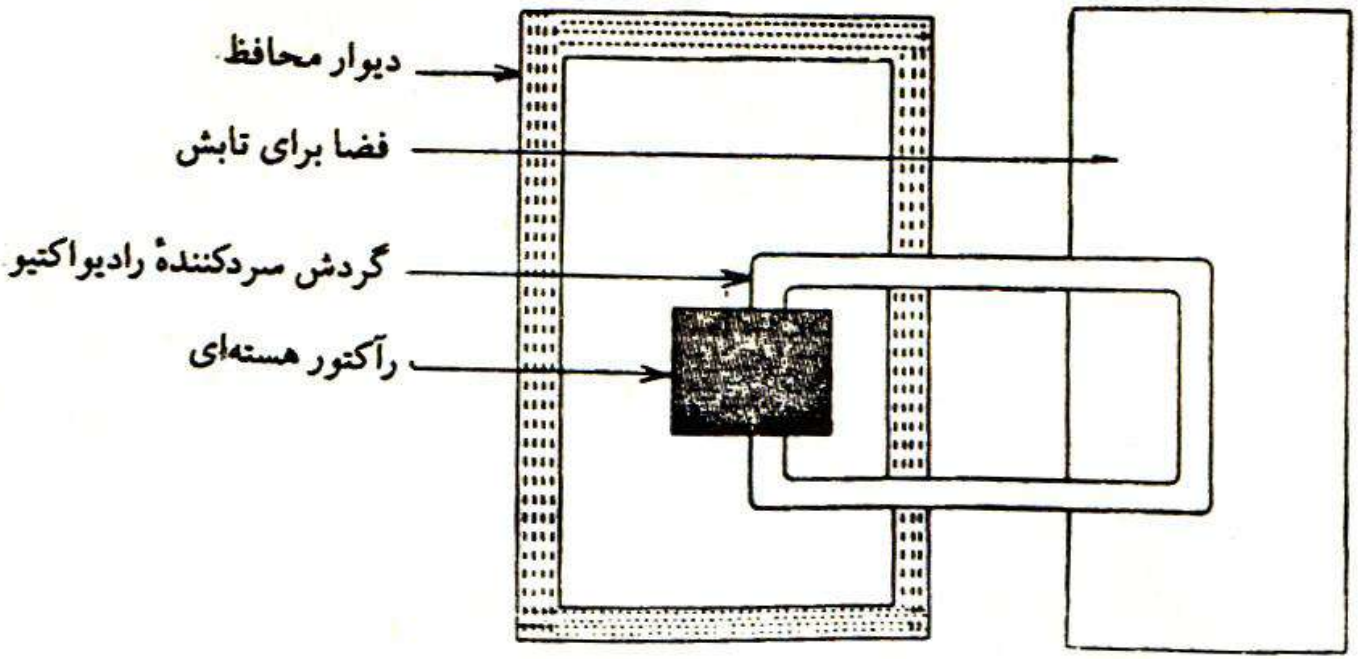
این منابع عبارتند از : تسریع کننده های الکترونی و دستگاه رنتگن

۴-۸-جلوگیری از فعال شدن سیستم هنگام تابش در راکتورهای هسته ای

نوترونهای فعال کننده که منبع تابش هستند را می توان از راه های زیر خنثی نمود :

۱-معمولا عمل تابش در کانالهایی ویژه انجام می شوند. نوترونهای سریع در کانالهایی با پوشش مدراتور (کند کننده ، آب، پارافین و غیره) و نوترونهای حرارتی با جذب کننده های لیتیم و بور وکادمیم جذب می شوند.

۲) از به گردش درآوردن رادیونوکلئید در یک مدار بسته استفاده می شود.



رآکتور برای تابش دادن مواد

۴-۹-واحد تابش

کولمب بر کیلوگرم است و عبارت است از مقدار تابشی که با میانگین بار یونهای هم علامت برابر بوده و توسط فتونها در شرایط معین آزاد می شود.

۴-۱۰-واحد دوز

ژول بر کیلوگرم است و آن مقدار انرژی است که توسط جسمی به وزن یک کیلوگرم جذب می شود که معادل انرژی جذب شده پرتوی یونیزه کننده است و مقدار آن یک ژول است .

این واحد گری (Gray) نام دارد و تا سال ۱۹۷۵ واحد راد (Rad) استفاده می شد.

1 Gy =100 Rad

فصل پنجم

مکانیسم عبور پرتوهای پرانرژی از ماده

فهرست اصلی

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

۵–۱–تغییرات به وجود آمده بر اثر عبور پرتو هسته ای از اجسام

۵–۲–یونیزه شدن بر اثر تابش

۵–۳–تشدید اجسام بر اثر تابش

۵–۴–چرا تابش هسته ای را پرتو یونیزه کننده می گویند ؟

۵–۵–واکنش بین ذرات سنگین باردار و اجسام

۵–۶–واکنش بین پرتوی بتا و اجسام

۵–۷–چگونگی عمل پرتوی گاما هنگام عبور از اجسام

۵–۸–قواعد جذب پرتوی بتا و پرتوی گاما

۵–۹–واکنش متقابل نوترونهای سریع و اجسام

۵–۱۰–تفاوت های بین شیمی تابش و فتوشیمی

۵–۱–تغییرات به وجود آمده بر اثر عبور پرتو هسته ای از اجسام

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

با عبور پرتو از اجسام واکنشهای متقابلی بین جسم و پرتو رخ می دهد . این واکنشها ویژگیهای مختلفی دارند که به بار و وزن پرتوهای تابیده شده مربوط است . همچنین در برخورد دو ذره با هم قانون بقای انرژی آنها صادق است.

برخوردهای انعطافی و غیر انعطافی می تواند بر اثر برخورد هسته اتم ، الکترونهای آزاد و غیره صورت گیرد. برخوردها می تواند به صورتهای مختلف انجام شود و تا لحظه ای که ذرات از حرکت بایستند برخوردهای زیادی انجام می دهند. واکنشهای متقابل در پایان ، مسیر پرتو را تغییر داده یا سبب تغییر نوع پرتوی تابش می شوند .

۵-۲-یونیزه شدن بر اثر تابش

یونیزه شدن اغلب بر اثر برخورد تابش غیر انعطافی با الکترون پوسته اتم صورت می گیرد.

انرژی که به این ترتیب به الکترونها منتقل می شود می تواند آنقدر زیاد باشد که آنها را از اتم جدا سازد .

تعداد جفت یونهای ایجاد شده در واحد طول مسیر ذرات یونیزه کننده یا پرتوی گاما واحد مستقیم ینویزه شوندگی نامیده می شود . در بعضی موارد انرژی داده شده به الکترون چنان بزرگ است که الکترون جدا شده به تنهایی قادر به یونیزه کردن است (یونیزه شوندگی ثانوی)

۵–۳–تشدید اجسام بر اثر تابش

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

براثر برخورد پرتو با جسم، الکترونها از سطح کوانتیده پایین به سطح کوانتیده بالاتر منتقل شده و تشدید حاصل می شود. انرژی مورد نیاز این عمل را انرژی تحریک کننده می نامند. جسم تشدید شده بصورت زیر نشان داده می شود

$$A \rightarrow A^{*}$$

۵-۴-چرا تابش هسته ای را پرتو یونیزه کننده می گویند ؟

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

پرتوهای هسته ای انرژی کافی برای یونیزه کردن تعداد دلخواه مولکول دارند به این دلیل به آنها پرتوهای یونیزه کننده نیز گفته می شود .

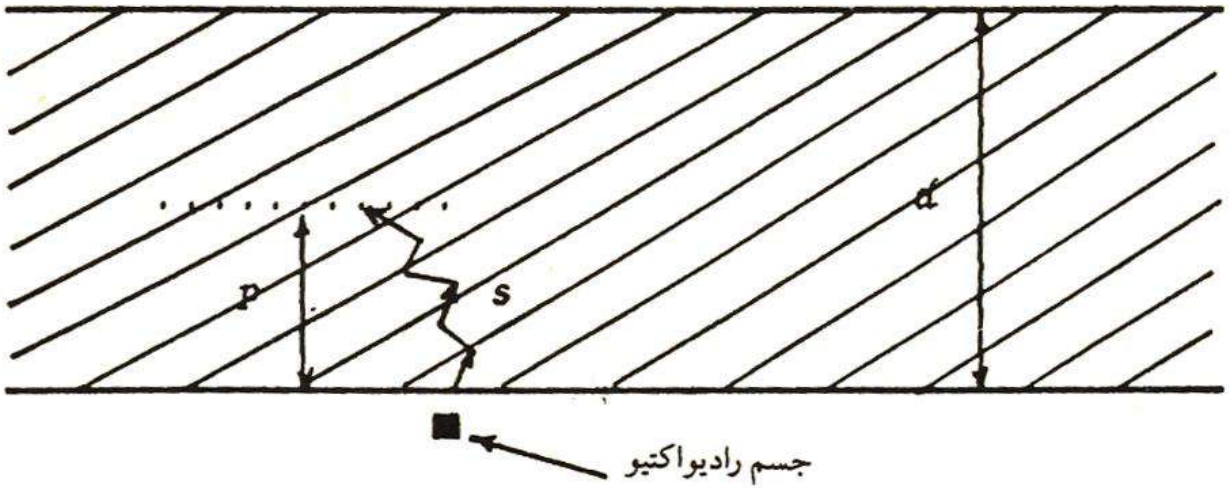
۵-۵-واکنش بین ذرات سنگین باردار و اجسام

ذرات سنگین باردار دربرخورد با اجسام به آسانی انرژی خود را از دست می دهند. واکنش بین ذرات سنگین باردار و محیط اطراف به صورت برخوردهای غیر انعطافی با الکترونهای پوسته اتم انجام می شود . یونیزه شوندگی خطی حاصل از پرتو یکی از رایج ترین انواع عملکردهای تابش است.

۵-۶-واکنش بین پرتوی بتا و اجسام

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

پرتوی بتا که ایجاد الکترون منفی و مثبت می کند ، انرژی خود را در برخوردهای غیر انعطافی با الکترونهای پوسته اتم و برخوردهای انعطاف پذیربا هسته ، از دست می دهد که به صورت یونیزه شدن اتم و تحریک الکترونها بروز می کند .



d ، قطر جسم جذب کننده s ، مسیر واقعی الکترون p ، بُرد الکترون در جسم

شکل : مسیر پرتوی بتا در حالتی مستقیم است که الکترونها انرژی بالایی داشته باشند. پرتوی بتا با انرژی متوسط یا کم، مسیری غیر مستقیم دارد.

۵-۷-چگونگی عمل پرتوی گاما هنگام عبور از اجسام

واکنشهایی که بر اثر از بین رفتن انرژی پرتوی گاما هنگام عبور از اجسام به وجود می آید با واکنشهای حاصل از پرتوهای دیگر متفاوت است . دررابطه با انرژی فوتونهای پرتوی گاما و پروتون جسم جذب کننده ، سه دسته از اهمیت زیادی برخوردارند :

فهرست

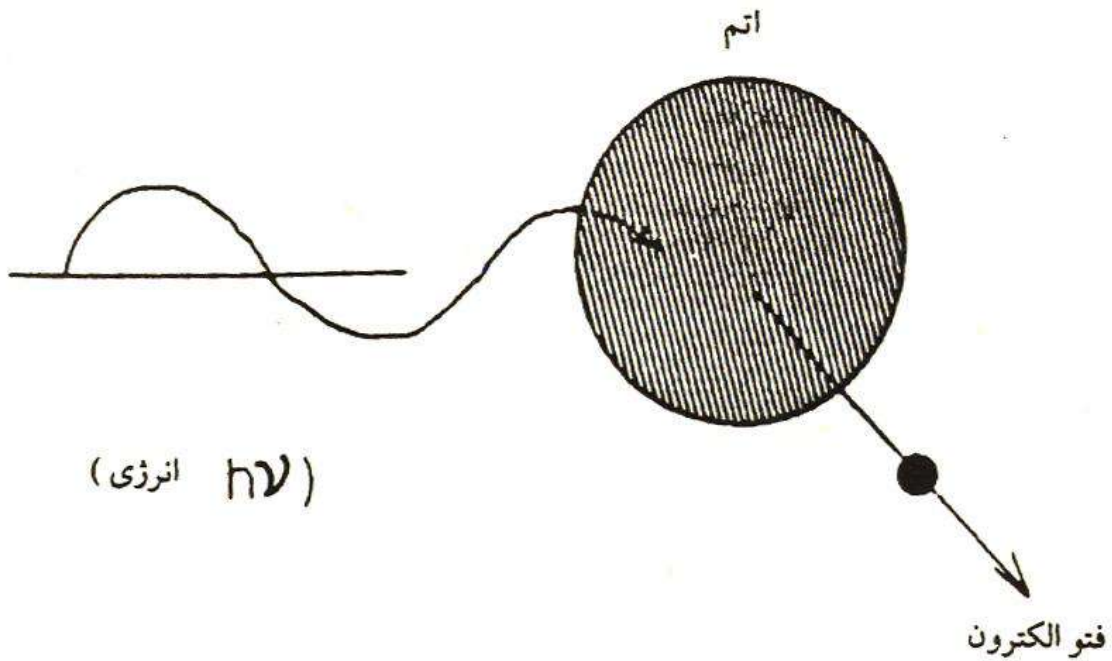
اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

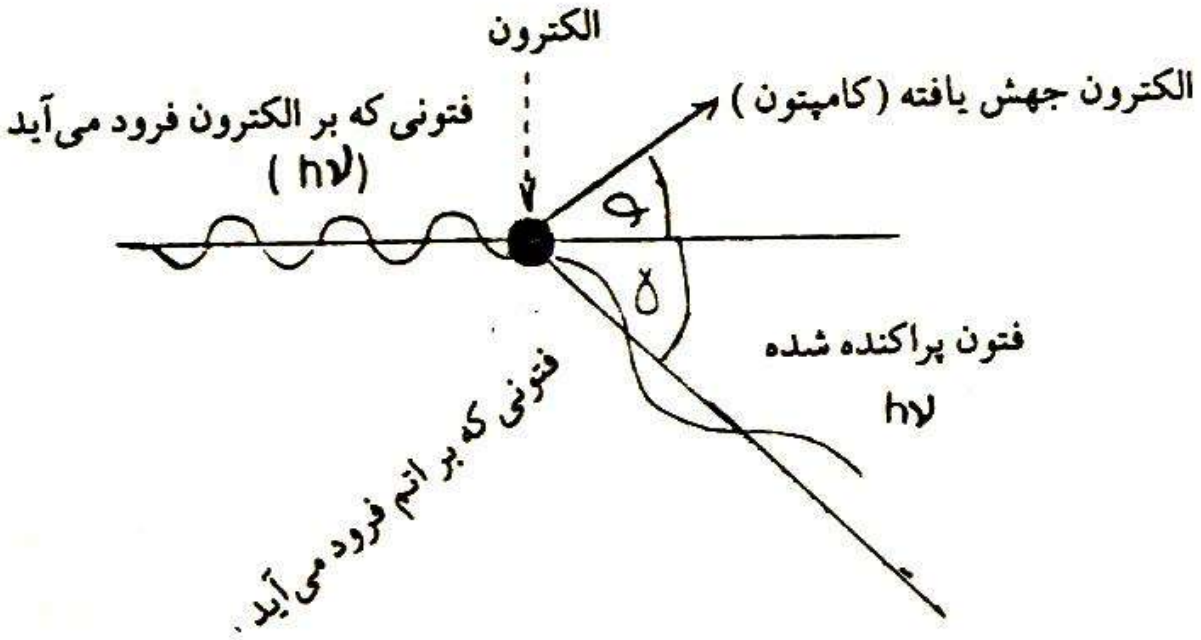
۱)پدیده فتوالکتریکی

۲)انحراف کامپتون (پاشیدگی کامپتون)

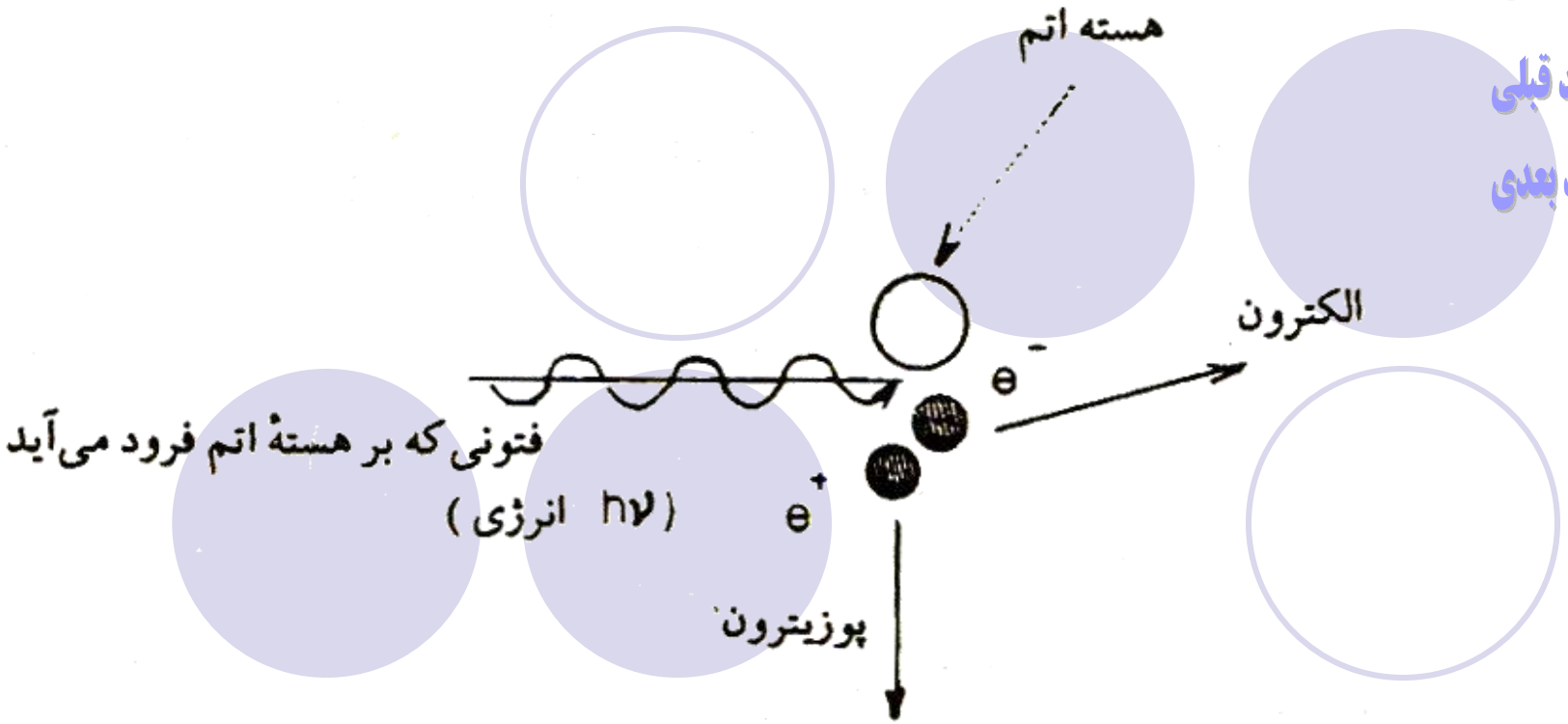
۳)ایجاد جفت الکترونها



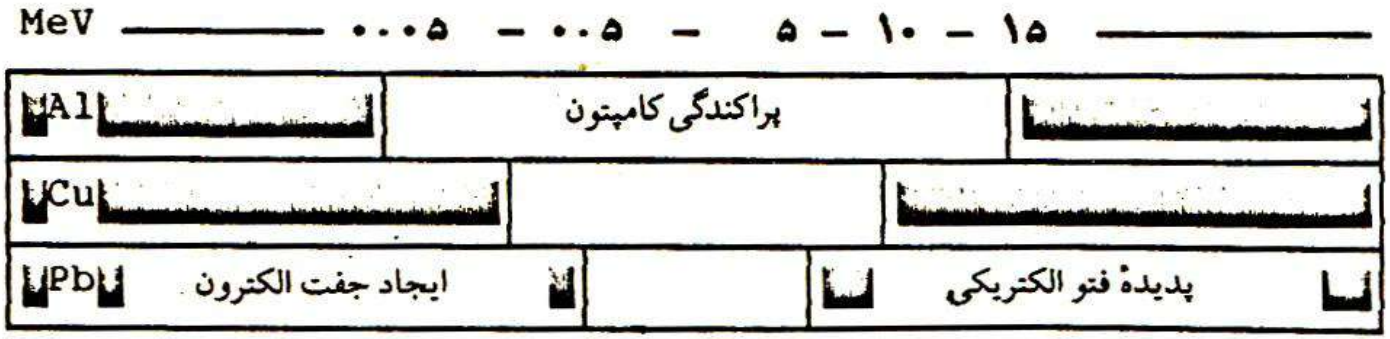
پدیده فتوالکتریک



پراکندگی کامپتون



ایجاد جفت الکترون



شکل : محدودههایی که در آنها پدیده فتوالکتریکی، پراکندگی کامپتون، و ایجاد جفت الکترون برای عدد پروتونی عناصر آلومینیوم، مس، و سرب ایجاد می‌شود.

۵–۸–قواعد جذب پرتوی بتا و پرتوی گاما

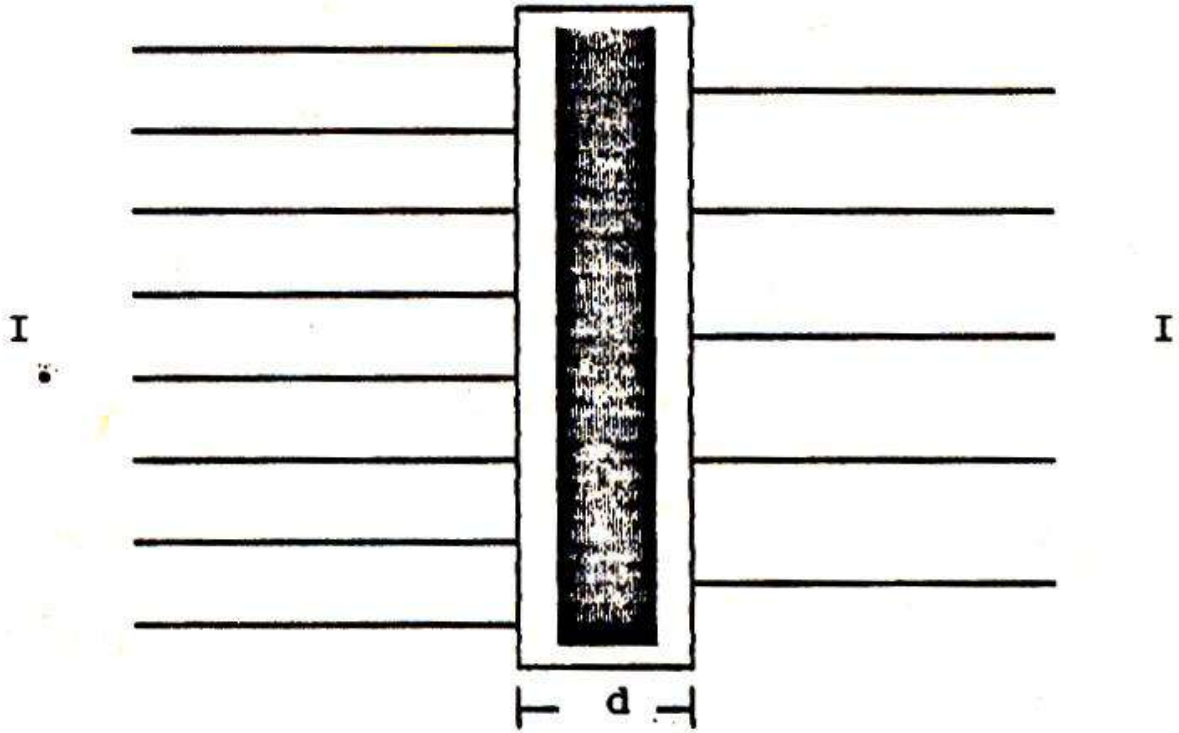
فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

ذرات بتا هنگام عبور از اجسام غلیظ طبق رابطه زیر کاهش می یابد :

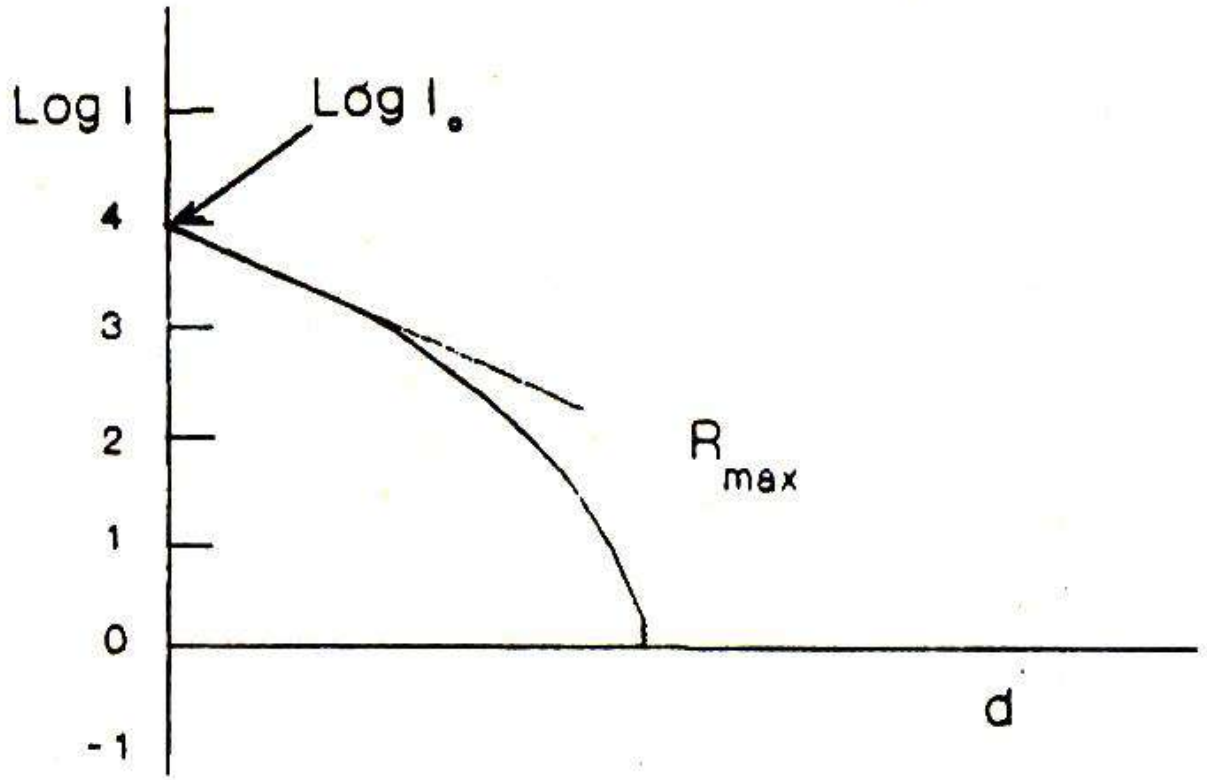
$$I = I_o e^{-\mu_1 d}$$

ضریب کاهش وزن آن

$$\mu_m = \frac{\mu_1}{l}$$



جذب پرتوی بتا



منحنی جذب پرتوی بتا

برد پرتوی بتا را با R_{max} نشان می دهند. برد ذرات بتا در هوا چند متر و در فازهای فشرده حداکثر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر است . جذب گاما فتون نیز به صورت معادله نمایی نوشته می شود .

۵–۹–واکنش متقابل نوترونهای سریع و اجسام

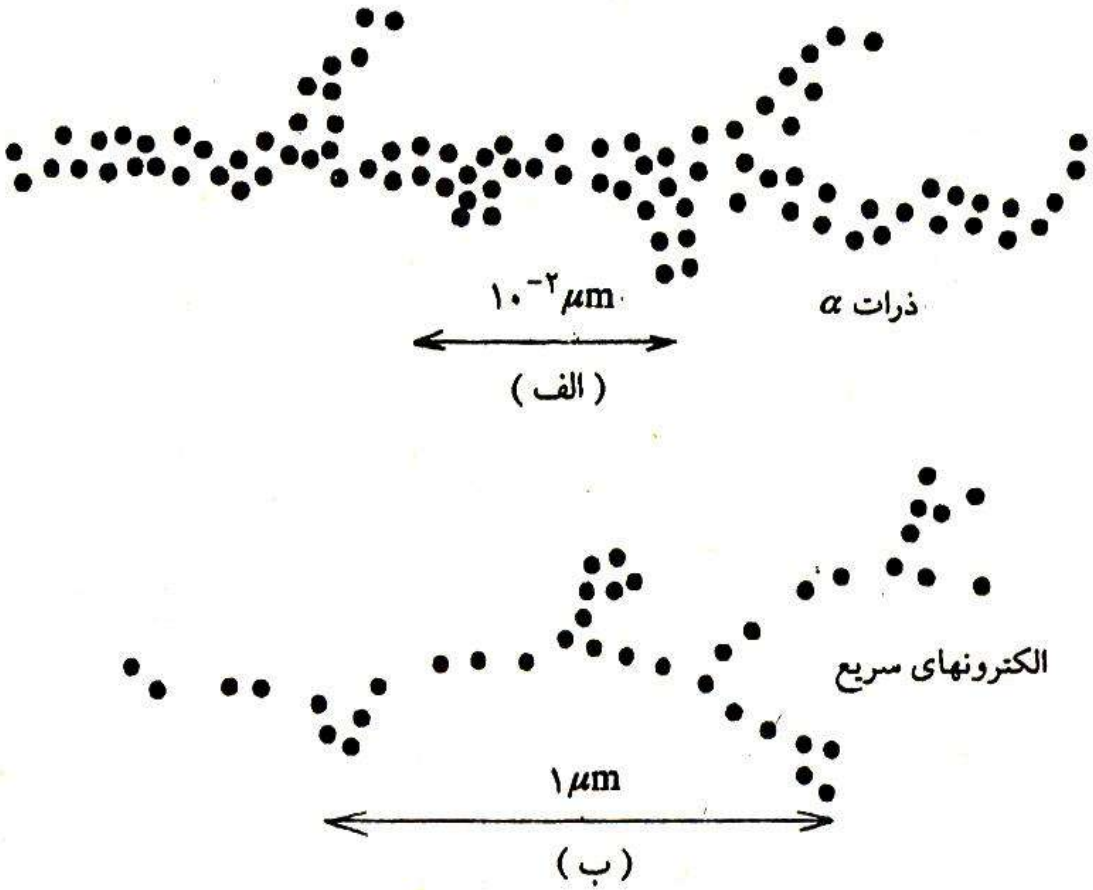
عبور نوترون از جسم معمولا همراه با واکنش متقابل با هسته اتم است، که نتیجه آن پراکندگی ارتجاعی و غیر ارتجاعی انعطاف پذیر است.

هناگ پراکندگی ارتجاعی انعطاف پذیر، نوترون مقداری از انرژی سینتیک خود را به هسته اتم جسم جذب کننده می دهد، ولی نوع انرژی تغییر نمی کندو مجموع انرژی سینتیک نوترون و هسته اتم قبل و بعد از برخورد ثابت می ماند.

۵–۱۰–تفاوت های بین شیمی تابش و فتوشیمی

شیمی تابش درباره آن دسته از واکنشهای شیمیایی بحث می کند که بر اثر پرتوهای پر انرژی صورت می پذیرد. فتوشیمی ، تغییرات شیمیایی حاصل از تاثیر پرتوهای کم انرژی تر را بررسی می کند.

در فتوشیمی معمولا از حلال هایی که تابش بر آنها بی اثر است، استفاده می شود. در شیمی تابش جذب پرتو، غیر انتخابی است. بر اثر جذب پرتوی پر انرژی بین ترکیبات ، واکنشهای مختلفی پدید می آید که در ردپای ذرات قرار می گیرند.



شکل (الف) ردپای ذرات آلفا، (ب) الکترونهای سریع

فصل ششم

دوزسنـــجی

۶-۱- دوزسنجهای مورد استفاده برای دوزسنجی شخصی

۶-۲-واکنشهای مورد استفاده در دوزسنجی شخصی

۶-۳-دوزیمتری فریک

دوزسنجی اندازه گیری میزان دوز پرتوی یونیزه کنند، مواد رادیواکتیو ، تعیین رابطه بین اکتیویته نمونه و دوز خارج شده از آن، یافتن روشهای جدید دوزسنجی دستگاه های مورد نیاز و تعیین استاندارد است.

دوزسنجی شیمیایی اغلب بر پایه تغییرات شیمیایی مواد محلول در آب انجام می گیرد.

۶-۱- دوزسنجهای مورد استفاده برای دوزسنجی شخصی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

برای دوزسنجی بیشتر از اتاقک های یونیزه شونده کوچک که به شکل خودنویس هستند و نیز از فتودوزیمترها که از تاثیر پرتوی یونیزه کننده بر فیلم عکاسی بهره می گیرند، استفاده می شود.

۶-۲-واکنشهای مورد استفاده در دوزسنجی شخصی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

برای اهداف دوزسنجی آن دسته از واکنشهای شیمیایی تابشی مناسب اند که با هر دوزی از تابش، مقدار معین محصول تولید نمایند. عملیات شیمیایی تابش بستگی به ماده اولیه ، محصول ، توان دوز، نوع پرتو، تغییرات pH ، گرما و غیره ندارد .

۶-۳-دوزیمتری فریک

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

در دوزسنج فرو – فریک از محلول ۰۰۱/۰ نرمال آهن (II) سولفات در اسید سولفوریک ۸/۰ نرمال اشباع شده با هوا استفاده می شود.

پس از پرتو دیدن یونهای آهن (II) توسط فرآورده های حاصل از رادیولیز آب به آهن (III) اکسید شده و غلظت این یونها پس از پرتو دیدن بسیار رقیق اندازه گیری می شود. (مثلا با یکی از روشهای اسپکترومتری).

فصل هفتم

واکنشهای هسته ای و راکتورهای هسته ای

۷–۱–واکنش هسته ای

۷–۲–انرژی مفید واکنش هسته ای

۷–۳–قوانین واکنشهای هسته ای

۷–۴–مدلهایی که از آنها برای بیان واکنش هسته ای استفاده می شود.

۷–۵–مدل هسته ترکیبی

۷–۶–تفاوت بین مدل واکنش مستقیم و مدل هسته ترکیبی

۷–۷–واکنشهای متقابل

۷–۸–احتمال نفوذ ذره پرتاب شده به هسته اتم و تغییرات بوجود آمده

۷–۹–راندمان واکنش هسته ای

۷–۱۰–سطح مفید واکنشهای هسته ای مختلف و عوامل موثر بر آن

۷–۱۱–واحد سطح مفید :

۷–۱۲–واکنش رزونانسی هسته ای

۷–۱۳–طبقه بندی واکنشهای هسته ای

۷–۱۴–بررسی واکنشهای هسته ای از دیدگاه شیمیایی ونوع محصول واکنش

فهرست اصلی
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۷–۱۵–تغییر عدد پروتونی، نوکلئونی و نوترونی نوکلئیدهای جسم هدف در اثر واکنش هسته ای با نوترونها

۷–۱۶–واکنش هسته ای تعویضی

۷–۱۷–جذب رایوشیمیایی

۷–۱۸–واکنش شکافت هسته

۷–۱۹–خواص واکنش های هسته ای و استفاده از آنها

۷–۲۰–باپرتاب نوترون به چه نوع عناصری می توان واکنش شکافتی انجام داد ؟

۷–۲۱–چه نوع نوکلئیدی را محصول شکافت می نامیم ؟

۷–۲۲–واکنش هسته ای خردشدنی

۷–۲۳–واکنش زنجیره ای

۷–۲۴–مشخصه واکنش هسته ای:

۷–۲۵–ایجاد واکنش هسته ای در اورانیم طبیعی

۷–۲۶–تغییرات بوجود آمده دراورانیم طبیعی در اثر برخورد با نوترونها

۷–۲۷–به چه علت کره زمین منفجر نمی شود ولی بمب اتمی منفجر می شود وزن حد (کافی) مواد قابل شکافت کدام است ؟

۷–۲۸–پایه بمب اتمی

۷-۱-واکنش هسته ای

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

$$X + a \rightarrow Y + b$$

هسته اتم هدف = X

ذرت پرتاب شده = a

هسته اتم ایجاد شده = Y

گاما فتون = b

۷–۲–انرژی مفید واکنش هسته ای

واکنش هسته ای نیز مانند هر پدیده فیزیکی یا شیمیایی با تغییر انرژی همراه است.

$$M_X + M_a = M_Y + M_b + Q$$

Q انرژی موثر واکنش هسته ای است . چنانچه از معادله بالا مقدار Q منفی به دست آید گرماگیر و اگر Q مثبت باشد گرمازاست.

۷–۳–قوانین واکنشهای هسته ای

واکنشهای هسته ای بر اساس اصل بقاء صورت می گیرد. یعنی بسیاری از کمیتهای فیزیکی در واکنشگرها و فراورده ها بدون تغییر باقی می ماند که بیش از همه قانون بقای الکتریکی قابل قبول است.

قانون های دیگری که در کل قابل قبول است :

الف) اصل ثابت بودن نوکلئون

ب) اصل بقای انرژی (جرم) و حرکت

۷-۴-مدلهایی که از آنها برای بیان واکنش هسته ای استفاده می شود.

مناسبترین مدلها، آنهایی هستند که بر اساس

هسته ترکیبی و مدل واکنش مستقیم باشد.

۷-۵-مدل هسته ترکیبی

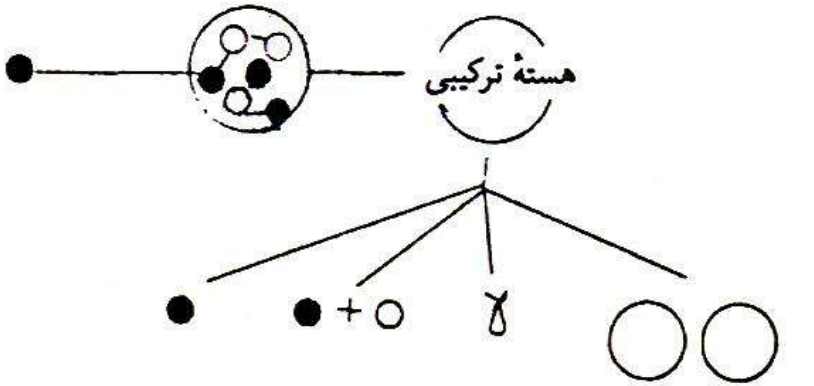
بر اساس مدل ترکیبی این احتمال وجود دارد که واکنش هسته ای در دو مرحله کاملا جداگانه صورت گیرد :

۱)هسته اتم ترکیب = ذره پرتاب شده + هسته اتم هدف

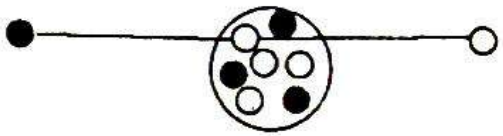
۲) (فتون) ذره خارج شده+ هسته اتم جدید= هسته ترکیبی

۷-۶-تفاوت بین مدل واکنش مستقیم و مدل هسته ترکیبی

در واکنش مستقیم انرژی ذرات پرتاب شده بین تمام نوکلئونها پخش نمی شود بلکه انرژی خود را به یک یا تعداد کمی نوکلئون می دهد و این خود سبب می شود تا بعضی ذرات فورا از محیط هسته اتم خارج شوند.



الف) مدل هستهٔ ترکیبی



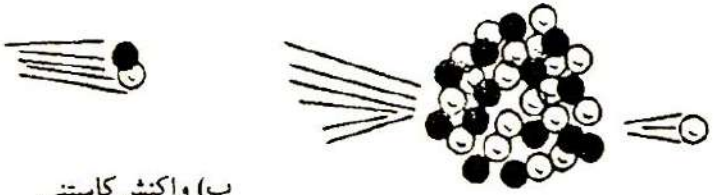
ب) مدل واکنش مستقیم

مدل هسته ترکیبی و واکنش مستقیم

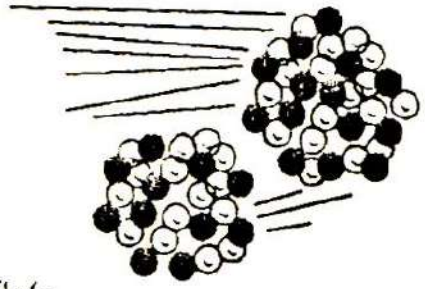
۷-۷-واکنشهای متقابل

واکنشهای مستقیم اغلب با ذراتی انجام می شوند که انرژی پیوندی ضعیفی داشته باشند، به طور مثال با دوترونها یا نوکلئیدهای سبک که انرژی زیادی دارند.

الف) واکنش اوپنهایمر- فیلیپس



ب) واکنش کاستنی



ج) واکنش گسیخته

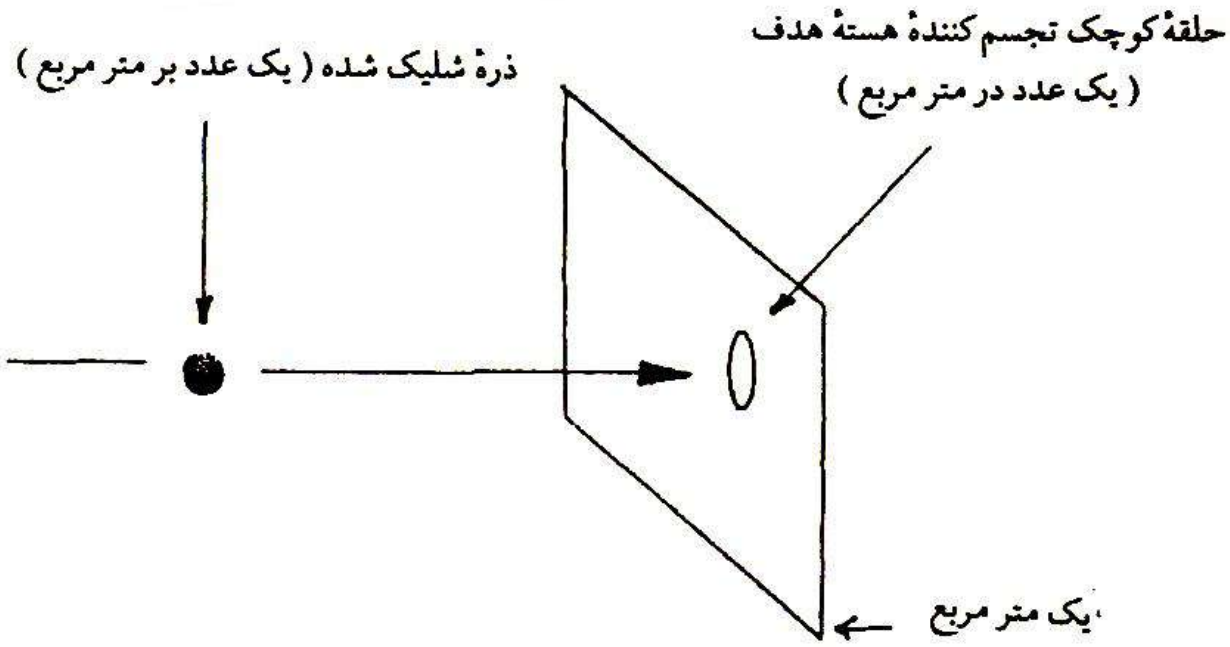
واکنش مستقیم

۷–۸–احتمال نفوذ ذره پرتاب شده به هسته اتم و تغییرات بوجود آمده

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

هسته اتم قطری معادل 10^{-15} تا 10^{-14} متر است بنابراین احتمال این که ذره پرتاب شده به درون هسته نفوذ کند و در آن دگرگونی های لازم را به وجود آورد، بسیار کم است . پس برای نفوذ به هسته اتم همیشه مقدار بیشتری ذره که مجموعه ای کوچک را تشکیل می دهند به کار می رود

این احتمال که ذره پرتاب شده به هدف کوچک برخورد نماید و واکنش هسته ای رخ دهد وجود دارد . البته احتمال اینکه ذره پرتاب شده از کنار آن عبور کند نیز هست. سطح کوچک حلقه «سطح مفید واکنش» نامیده می شود . اندازه سطح حلقه میزان احتمال واکنش را نشان می دهد و واحد آن متر مربع است.



بیان سطح مفید

۷-۹-راندمان واکنش هسته ای

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

شلیک به هسته اتم از ذرات مختلفی استفاده می شود :

ذرات باردار و ذرات خنثی .

هسته اتم نیز انواع مختلف دارد . بعضی دارای تعداد برابر

پروتون ونوترون هستند که پایدار هستند و در گروه دیگر

کمبود یا مازاد پروتون مشاهده می شود.

درصورتی که این اختلاف نسبتا کوچک باشد ، هسته اتم فعال نیست ولی پایداری کمتری دارد، به همین علت ذره پرتاب شده آسانتر بر آنها تاثیر می گذارد.

هسته اتم چنان عمل می کند که سطح مفید آن برای هسته های مختلف مقداری ثابت است . به همین دلیل ملاکی برای انجام واکنش هسته ای است که بسیار مناسب است .

۷–۱۰–سطح مفید واکنشهای هسته ای مختلف و عوامل موثر بر آن

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

در مجموع می توان گفت میزان سطح مفید با مقدار واقعی سطح هسته اتم برابری می کند. این سطوح مقداری معادل $۱۰^{-۳۰}$ تا $۱۰^{-۲۸}$ متر مربع دارند.

۷-۱۱-واحد سطح مفید :

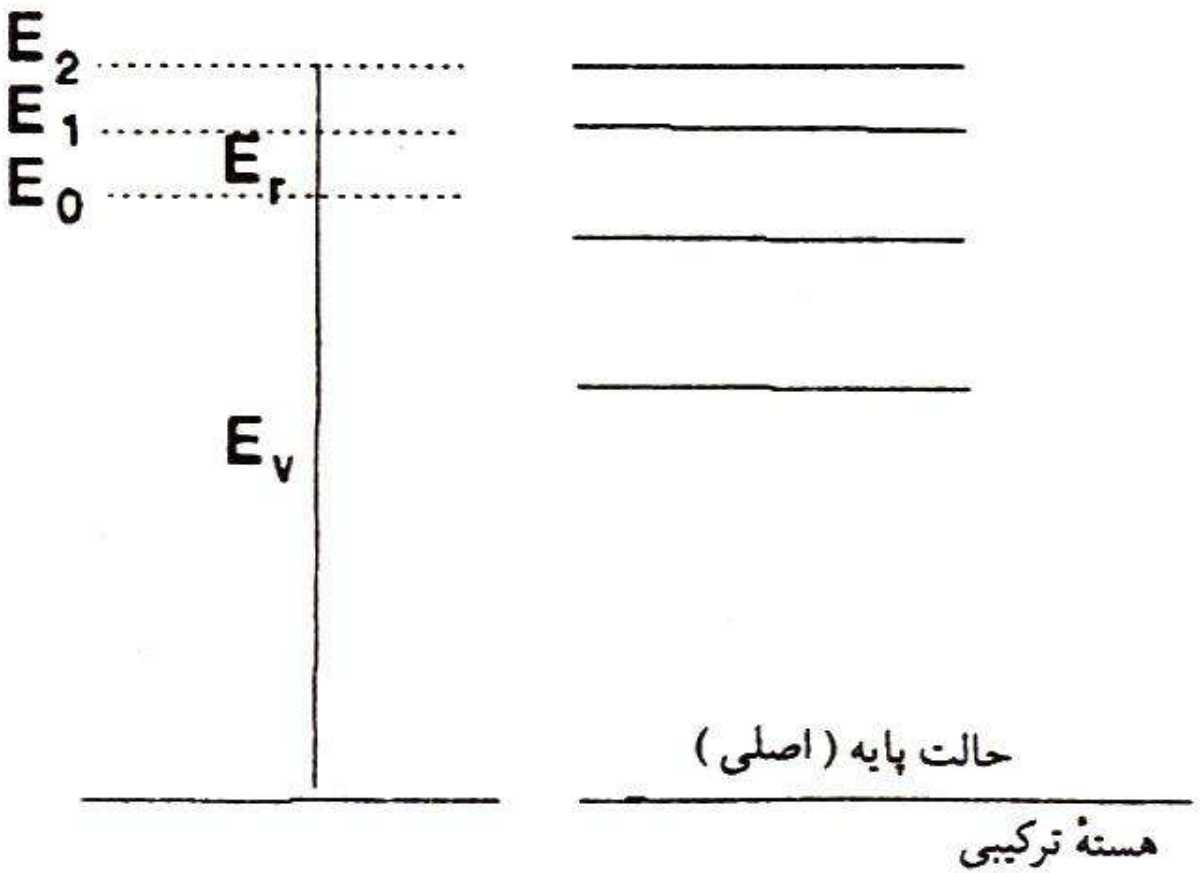
میانگین مقداری که تقریبا معادل حجم سطحی هسته میانگین هسته سنگین باشد واحد سطح مفید است :

$$۱\ barn = ۱۰^{-۲۸}\ \text{متر مربع}$$

۷-۱۲-واکنش رزونانسی هسته ای

در انرژی های معین سطح مفید ذره پرتاب شده (پروتون، نوترون و دوترون) آشکارا بالا می رود . یعنی در انرژیهای معین احتمال برخورد آنها با هسته اتم بالا می رود (تولید هسته مرکب) این حالت را واکنش هسته ای رزونانسی می نامند.

از دیدگاه تئوری پدیده رزونانسی هنگامی رخ می دهد که انرژی ذره پرتاب شده معادل انرژی نزدیک به انرژی بعضی از سطوح کوانتمی هسته است .



پدیدهٔ رزونانس

۷-۱۳-طبقه بندی واکنشهای هسته ای

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۱)بر اساس مقدار انرژی واکنش هسته ای :

الف) واکنش های هسته ای با انرژی کم، حدود ۱ مگاالکترون ولت

ب) واکنش های هسته ای با انرژی متوسط حدود۱۰۰ مگاالکترون ولت

ج) واکنش های هسته ای با انرژی بیش از ۱ گیگاالکترون ولت

با بالا رفتن میزان انرژی ذرات پرتاب شده تغییرات هسته ای پیچیده تری رخ می دهد.

انواع مختلف واکنش هسته ای پیچیده شناخته شده است:

الف)واکنش خرد شوندگی

ب)واکنش شکافتی

۲) بر اساس نوع ذراتی که واکنش را بوجود می آورند :

- الف)ذرات باردار
- ب)گامافتونها
- ج)نوترونها

جدول ۱ انواع واکنشهای هسته‌ای بر حسب نوع ذرهٔ شلیک شده

ذرهٔ شلیک شده	محصول و نوع واکنش					
	α	p	n	۲n		فروپاشی f
n	(n,α)	(n,p)	-	(n,۲n)	(n,γ)	(n,f)
p	(p,α)	-	(p,n)	-	(p,γ)	-
d	(d,α)	(d,p)	(d,n)	-	-	(d,f)
α	-	(α,p)	(α,n)	(α,۲n)	-	(α,f)
γ	(,α)	(γ,p)	(γ,n)	(γ,۲n)	-	-

۳)بر پایه نوع هسته اتم که واکنش روی آن انجام می شود :

الف)واکنش روی هسته های سبک ۲۵ > A

ب) واکنش روی هسته های نیمه سنگین ۸۰ A > > ۲۵

ج) واکنش روی هسته های سنگین ۸۰ < A

٤) بر اساس بازدهی انرژی

الف)واکنش گرماگیر

ب)واکنش گرمازا

۷-۱۴-بررسی واکنشهای هسته ای از دیدگاه شیمیایی و نوع محصول واکنش

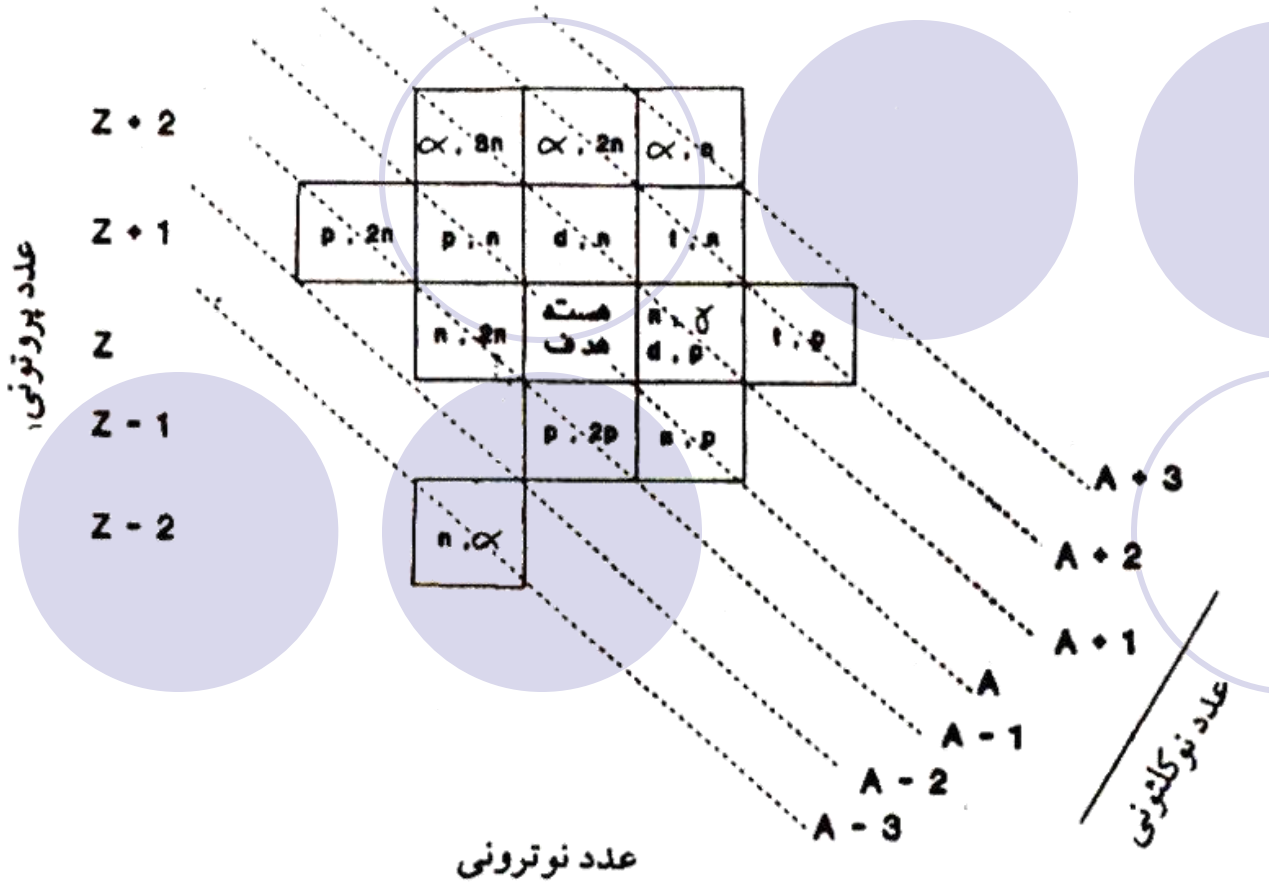
فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

جدول ۲ انواع واکنشهای هسته‌ای و محصولات آنها

نوع واکنش		فرمول خلاصه	قسمت پایانی واکنش	قسمت ابتدایی واکنش
رزونانس انعطاف‌پذیر		$X(a,a)X^{*}$	$X+a$	$X+a$
رزونانس غیرانعطافی		$X(a,a)X^{*}$	$X^{*}+a$	
جذب رادیوشیمیایی	تغییرات هسته‌ای	$X(a,)Y$	$X+Y$	
ذره	تغییرات هسته‌ای			
واکنش تعویضی	تغییرات هسته‌ای	$X(a,b)Y$	$Y+b$	
واکنش خردشدنی	تغییرات هسته‌ای	$X(a,xb,yc)Y$	$Y+xb+yc$	
واکنش شکافتی	تغییرات هسته‌ای	$X(a,xa)Y_1,Y_2$	Y_1+Y_2+xa	

۷–۱۵–تغییر عدد پروتونی، نوکلئونی و نوترونی نوکلئیدهای جسم هدف در اثر واکنش هسته ای با نوترونها

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی



بعضی از واکنشهای هسته‌ای مهم که در اثر واکنش نوترونها و ذرات باردار با جسم هدف رخ می‌دهد

۷-۱۶-واکنش هسته ای تعویضی

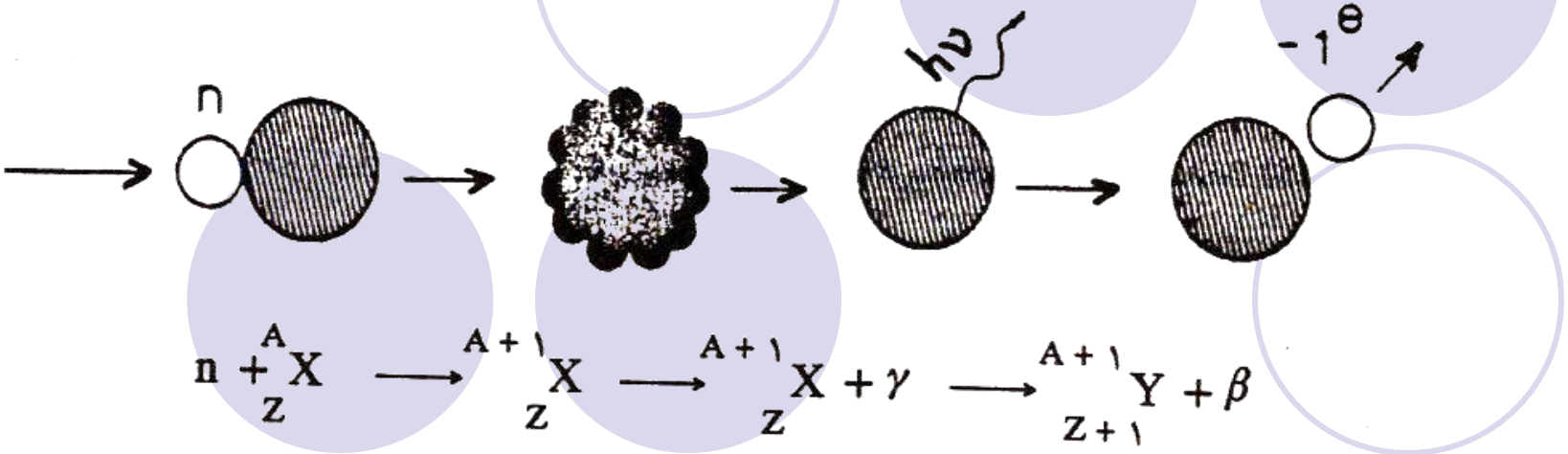
فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

در واکنش هسته ای تعویضی ، ذره پرتاب شده (a) و ذره خارج شده (b) از نظر تعداد و مشخصه با هم تفاوت دارند.

۷-۱۷-جذب رادیوشیمیایی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

اکثر واکنشهای شیمیایی که به وسیله نوترونهای حرارتی رخ می دهند از نوع (n,γ) است و جذب رادیوشیمیایی نامیده می شوند .



جذب رادیوشیمیایی

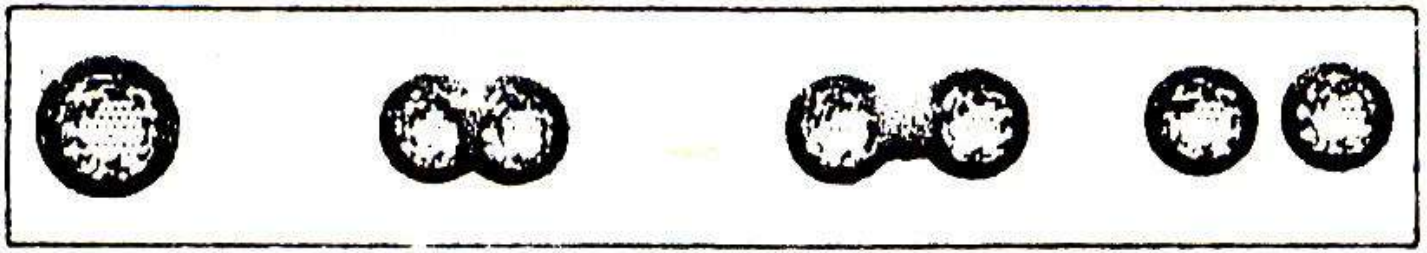
$$^{A}X(n,\gamma)^{A+1}X_{o}$$

هنگام شلیک پروتون به عناصر سبک نیز پدیده جذب رادیوشیمیایی برمی خوریم .

۷-۱۸-واکنش شکافت هسته

نوترونها و ذرات دیگر سبب واکنش شکافت هسته ای می شوند. مدل قطره ای هسته اتم اجازه می دهد تا چنین تصور نمایم که هسته اتم هدف پس از جذب ذره پرتاب شده به حالت ارتعاش در می آید.

هسته اتم تقریبا کروی شکل بوده و پس از ارتعاش به صورت دو کره متصل به هم در می آید تالحظه ای که شکاف برداشته و به صورت دو کره مجزا و مستقل در آید.



حالتهای گوناگون هسته اتم در مراحل مختلف فروپاشی

۷-۱۹-خواص واکنش های هسته ای و استفاده از آنها

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۱-واکنش شکافت همیشه با آزاد شدن مقدار زیادی انرژی است .

۲-در این نوع واکنشها در شرایط خاصی واکنش را می توان چنان تنظیم نمود تا انرژی آن بطور مداوم و یکنواخت آزاد شود.

این دو خاصیت شکافت هسته ای ارزش بالایی برای کار راکتورهای هسته ای دارند.

۷–۲۰–با پرتاب نوترون به چه نوع عناصری می توان واکنش شکافتی انجام داد ؟

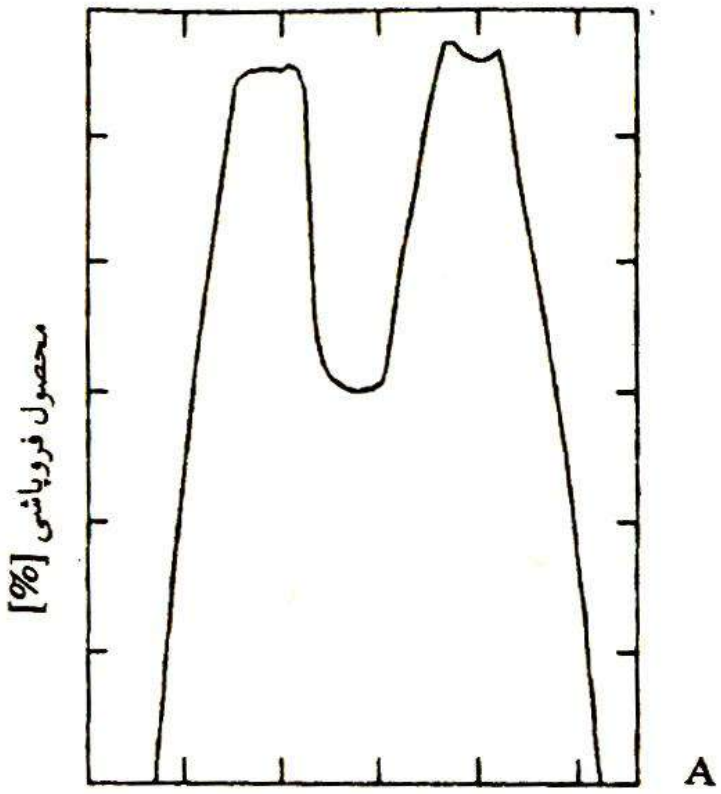
فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

واکنش شکافتی فقط در نتیجه جذب نوترونهای حرارتی و نیز نوترونهای سریع توسط عناصر بسیار سنیگن از قبیل توریم ، اورانیم و پلوتونیم است.

۷-۲۱-چه نوع نوکلئیدی را محصول شکافت می نامیم ؟

محصول شکافت به نوکلئیدهایی گفته می شود که در اثر واکنش اولیه یا بعدی شکافت اورانیم بدست می آیند. در واکنش اولیه تقریبا ۶۰ نوع رادیونوکلئید مختلف ایجاد می شود.

پس از گذشت مدت زمان کوتاه تقریبا این تعداد به ۱۸۰ رادیونوکلئید می رسد. عدد پروتونی این نوکلئیدها بین ۳۰ تا ۶۰ می باشد. احتمال به وجود آوردن نوکلئید با عدد بازدهی شکافت بیان می شود .



فروپاشی U^{235} با نوترونهای حرارتی. وابستگی محصول فروپاشی به عدد نوکلئونی

۷-۲۲-واکنش هسته ای خردشدنی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

این واکنش زمانی صورت می پذیرد که به هسته اتم هدف، ذراتی که انرژی بالایی دارند (۱۰۰ < مگاالکترون ولت) شلیک شود .

نوکلئید بدست آمده پروتون مازاد دارد و در اثرفروپاشی از خود پرتوی پوزیترونی تابش می کند.

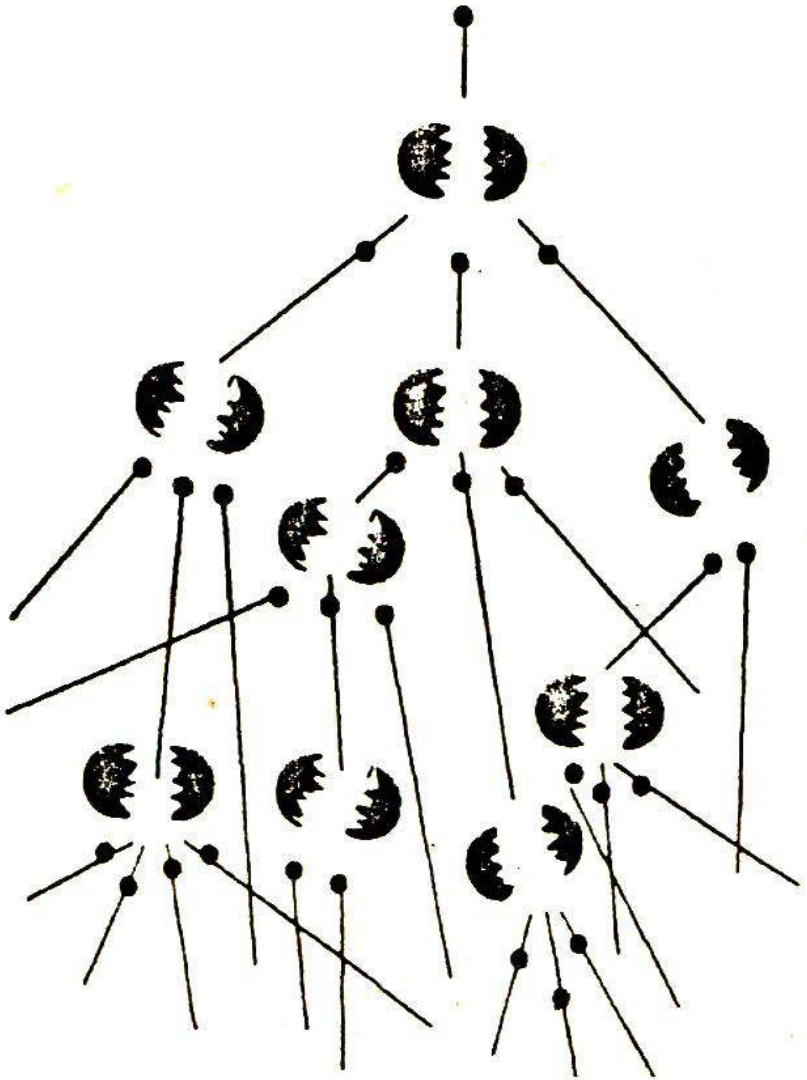
۷-۲۳-واکنش زنجیره ای

در اثر شکافت هسته اتم واکنش زنجیره ای صورت می گیرد. جریان نوترون در سیستم ثابت بوده و یا با گذشت زمان بر آن افزوده می شود که آنها سبب شکافت های بعدی می شوند.

فهرست

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی



واکنش فروپاشی زنجیره‌ای

۷-۲۴-مشخصه واکنش هسته ای:

برای شناخت سرعت واکنش زنجیره ای در مواد در حال شکافت، از فاکتور k که ضریب تکثیر نامیده می شود استفاده می شود. این ضریب بیانگر نسبت تعداد نوترونهای تولید شده در اثر شکافت به مجموع نوترونهای جذب شده توسط هسته اتم موجود در سیستم در مدت زمان معین است .

اگر $K > ۱$ تعداد نوترون در سیستم زیاد می شود .

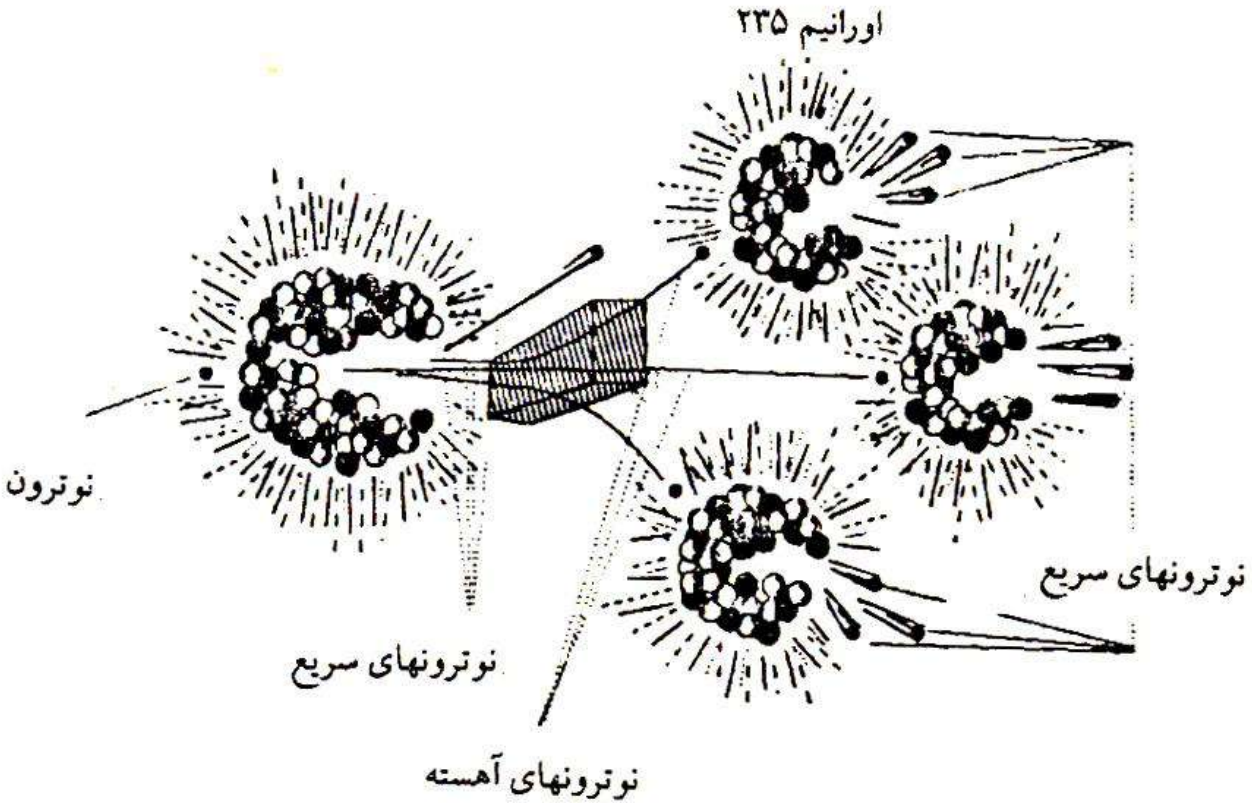
اگر $K < ۱$ تعداد نوترون در سیستم کم می شود .

اگر $K = ۱$ واکنش زنجیره ای بطور یکنواخت انجام می شود.

۷-۲۵-ایجاد واکنش هسته ای در اورانیم طبیعی

اورانیم طبیعی مخلوطی از ایزوتوپهای ۲۳٤ و ۲۳۵ و ۲۳۸ است. برای ایجاد واکنش هسته ای پس از هر شکافت هسته اتم اورانیم ۲۳۵ باید سرعت نوترونها به حدی کم شود که توسط اورانیم ۲۳۸ جذب نشوند.

سپس این نوترونها هسته اتم اورانیم ۲۳۵ را شکافته و اگر اورانیم به مقدار کافی در محیط عمل وجود داشته باشد واکنش جدید دیگری درداخل آن صورت می گیرد.



واکنش فروپاشی کنترل شده که در رآکتور هسته‌ای انجام می‌گیرد.

۷-۲۶-تغییرات به وجود آمده در اورانیم طبیعی در اثر برخورد با نوترونها

تغییرات به وجود آمده توسط نوترونها در اورانیم طبیعی بستگی به میزان انرژی نوترونها دارد.

جدول ۳ اثرات اصلی نوترونها بر اورانیم طبیعی.

نوترونهای سریع (تقریباً ۲ مگاالکترون ولت)	نوترونهای آهسته
تقریباً ۲۰۰ مرتبه کمتر از نوترونهای حرارتی شکافت ایجاد می‌کنند، در مقایسه با اورانیم ۲۳۸، چهار مرتبه بیشتر	اورانیم ۲۳۵ شکافت بسیار پر انرژی دارد $\sigma = ۵۵۰\times۱۰^{-۲۸}\ m^{۲}$
با انرژی برابر نوترونها، شکافتها از اثر کمتری برخوردار هستند (در مقایسه با اورانیم ۲۳۵)، شکافت اورانیم ۲۳۸ فقط در انرژی بالاتر از انرژی پایه (ابتدا ۶ر۰ مگاالکترون ولت) پایه (ابتدا ۶ر۰ مگاالکترون ولت) انجام می‌گیرد.	اورانیم ۲۳۷ جذب رزونانسی نوترون در ۷ الکترون ولت، واکنش $^{۲۳۸}U\ (n,\gamma)\ ^{۲۳۹}U\ \ ^{۲۳۹}Np\ \ ^{۲۳۹}Pu$

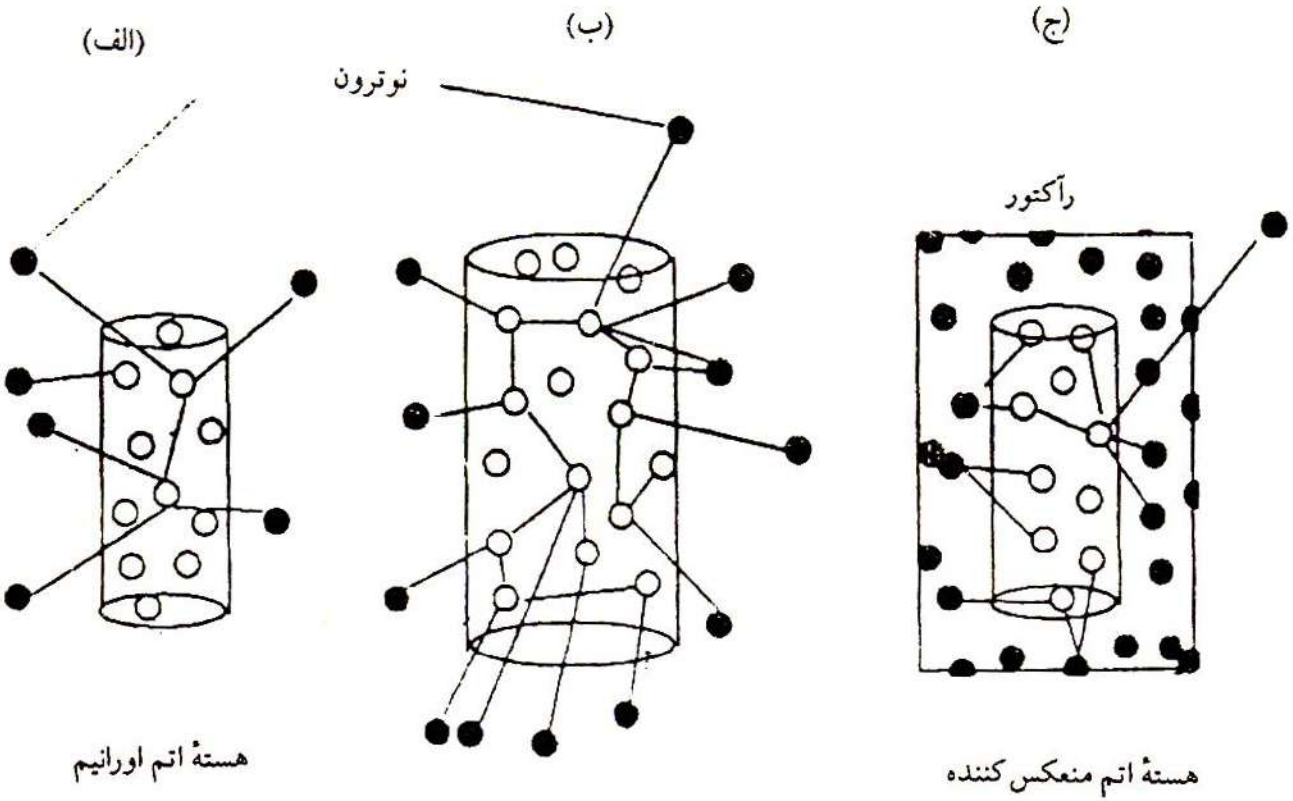
۷-۲۷-به چه علت کره زمین منفجر نمی شود ولی بمب اتمی منفجر می شود وزن حد (کافی) مواد قابل شکافت کدام است ؟

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

اورانیم ماده کمیابی نیست. در بعضی مواقع در انواع خاصی از هسته های اتم واکنش شکافتی خود به خود صورت می گیرد پس چرا این نوترونها ایجاد واکنش زنجیره ای نمی کنند؟ دلیل این امر آن است که نوترونها توسط هسته اتم های اجسام ناخالص موجود در محیط جذب می شوند.

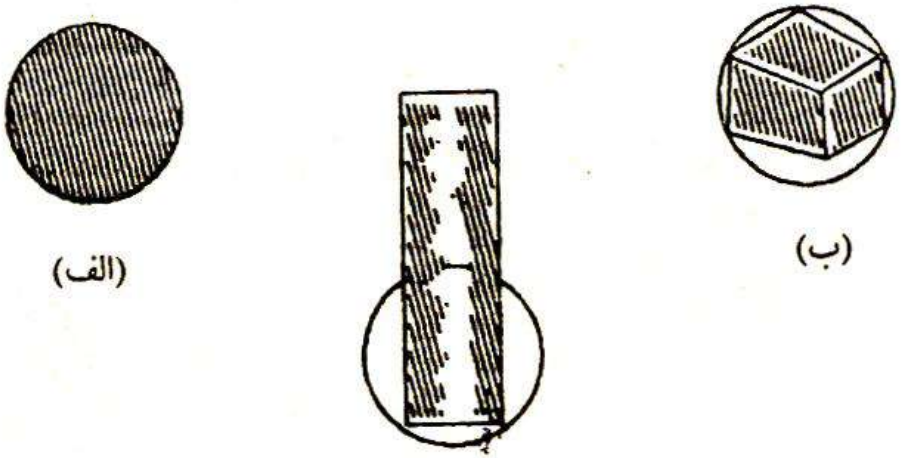
هنگام واکنش شکافت هسته ای نوترونها مسیری به طول تقریبی ۵ تا ۷ سانتیمتر را می پیمایند تا به هسته اتم برخورد نمایند.

چنانچه ماده قابل شکافت کروی شکل و از جنس اورانیم ۲۳۵ بدون منعکس کننده باشد مقدار وزن حد آن حدود ۵۰ کیلوگرم خواهد بود و اگر دارای منعکس کننده باشد وزن حد به نصف کاهش پیدا می کند.



(الف) در صورت کوچک بودن نوترونها به خارج پرتاب می‌شود؛ (ب) در صورت بزرگ بودن نوترونها قادر به فروپاشی هسته اورانیم خواهند بود؛ (ج) هنگام استفاده از منعکس کننده‌های نوترون، در ابتدای کار حجم اورانیم مورد استفاده می‌تواند بسیار کوچک باشد.

واکنش زنجیره‌ای اورانیم فقط در حجم معینی از آن انجام می‌گیرد.

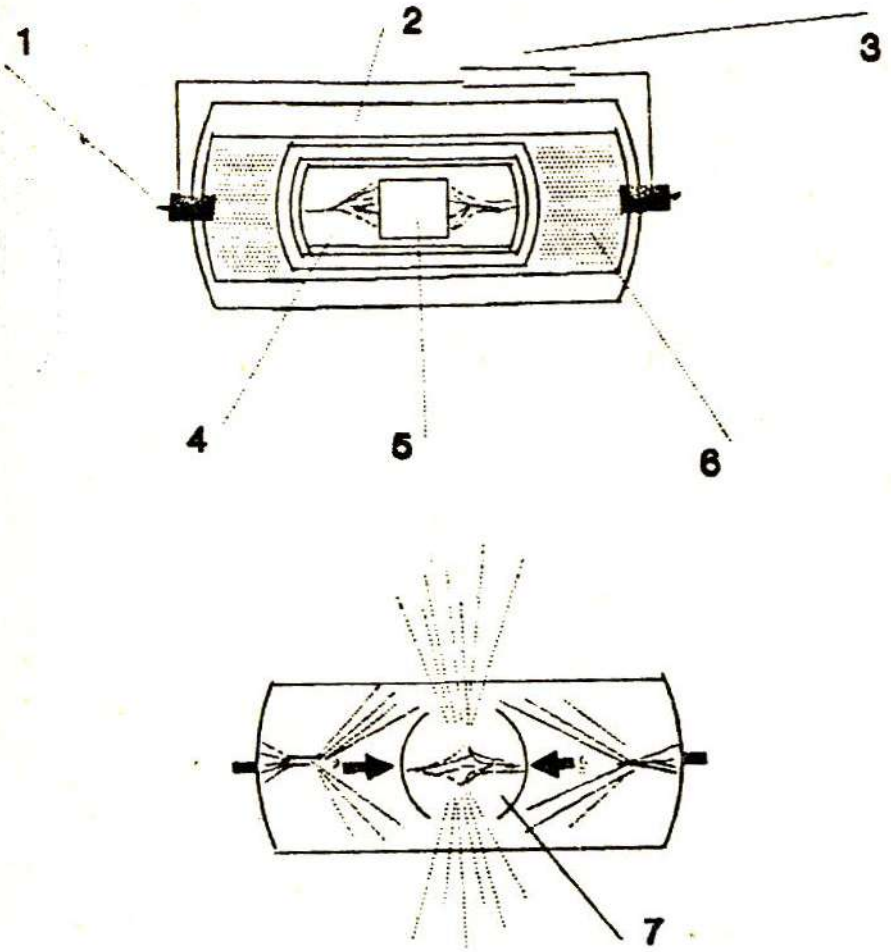


(الف) کاملترین فرم اورانیم؛ (ب) هنوز فرم خطرناک دارد؛ (ج) کم خطرترین فرم

برای شروع واکنش زنجیره‌ای نه تنها اورانیم باید از وزن کافی برخوردار باشد، بلکه باید فرم خاصی داشته باشد (حداکثر حجم با حداقل وزن)

۷-۲۸-پایه بمب اتمی

مکانیسم بمب اتمی بر نزدیکی زیاد قطعات زیر وزن حد به مواد شکافت پذیر است. برای این منظور باید انفجار اولیه به کمک مواد منفجره معمولی صورت گیرد. انفجار اتمی که در این لحظه صورت می گیرد بر پایه بهمن نوترونهای سریع هسته اتم را شکافته و نوترونهای بعدی را می فرستند.



۱- چاشنی ۲- منعکس کننده نوترون ۳- دستگاه استارت ۴- اورانیم زیر وزن حد
۵- اورانیم ۶- مواد منفجره ۷- وزن حد اورانیم

طرح ساختمان بمب اتمی

فصل هشتم

شیمـــی پرتـــو

فهرست اصلی
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۸–۱–واکنشهای اولیه ساده

۸–۱–۱–واکنشهای مولکول تشدید شده

۸–۱–۲–واکنش رادیکالی آزاد

۸–۱–۳–واکنش یونهای مثبت

۸–۱–۴–واکنش الکترونی

۸–۱–۵–سرعت واکنش اولیه

۸–۲–بهره عمل واکنشهای شیمی تابشی

۸-۳-روشهای شیمی تابشی

۸-۳-۱-روش گیرنده ها

۸-۳-۲-رادیولیز ضربه ای

۸-۳-۳-روشهای حرارتی پایین

۸-۳-۴-روش الکترونی پارامغناطیسی (اسپین) رزونانسی

۸-۳-۵-اندازه گیر لومینسانس

۸-۴-شیمی تابش گازها

فهرست اصلی
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۸-۵-شیمی تابشی آب و محلول های آبی
۸-۶-شیمی تابش ترکیبات آلی
۸-۷-شیمی تابشی پلیمر

۸–۱–واکنشهای اولیه ساده

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

عملیات اولیه

$$M \rightarrow M^{+} + e^{-}$$

$$M \rightarrow M^{*}$$

$$M^{*} \rightarrow R'^{o} + R^{o}{}_{۲}$$

$$M^{+} + e^{-} \rightarrow M^{*}$$

$$M^{+} \rightarrow R'^{o} + R^{o}{}_{۲}$$

۸-۱-۱-واکنشهای مولکول تشدید شده

مولکول تشدید شده به وجود آمده بر اثر انتقال مستقیم انرژی از ذره یونیزه کننده به مولکول یا براثر برخورد خنثی کردن یون، می تواند اکتیویته خود را با پرتودهی یا بر اثر برخورد با مولکولهای دیگر دیواره ظرف از دست بدهد یا اینکه در حالت تشدید شده واکنشهای ویژه ای انجام دهد مانند :

انتقال هیدروژن

ایزومراسیون

دیسویسه شدن به رادیکال یا اتم

انتقال انرژی به مولکول دیگر

۸-۱-۲-واکنش رادیکال آزاد

رادیکال آزاد اغلب می تواند بر اثر تفکیک مولکول تحریک شده هنگام ارتعاش بالاتر یا انتقال الکترونی و یا انتقال بار به وجود آید .

انواع مختلف واکنشهای رادیکال آزاد عبارتند از :

الف)ترکیب دو رادیکال

$$C_2H_5^{\circ} + C_2H_5^{\circ} = C_4H_{10}$$

ب)تجزیه خود بخودی (ناهمگن)

$$C_2H_5^{\circ} + C_2H_5^{\circ} = C_2H_6 + C_2H_4$$

ج)تجزیه جدا شدنی (واکنش انتقالی ، واکنش متاتتیکی)

$$H^{o} + C_{۳}H_{۸} \rightarrow H_{۲} + C^{o}{}_{۳}H_{۷}$$

د)واکنش افزایشی (اتصال رادیکال به پیوند اضافی)

$$H^{o} + C_{۲}H_{۴} \rightarrow C^{o}{}_{۲}H_{۵}$$

هـ) انتقال بار

$$O^{\circ}H + Fe^{2+} \rightarrow OH^{-} + Fe^{3+}$$

۸-۱-۳-واکنش یونهای مثبت

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

الف)بار

$$Ar^{+} + CH_{۴} \rightarrow Ar + CH_{۴}^{+*}$$

ب)انتقال پروتون

$$H_{۲}O^{+} + e^{-} \rightarrow [H_{۲}O...H] \rightarrow H_{۲}O + H^{o}$$

۸-۱-۴-واکنش الکترونی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

الف)جذب ساده برای ایجاد یون منفی

$$e_S^- + C_{۱۰}H_۸ \rightarrow (C_{۱۰}H_۸)^-$$

ب)دیسوسیه کردن بخش قابل تفکیک مولکول یا یون

$$e_S^- + C_۲H_۵CH_۲Cl \rightarrow C_۲H_۵C^oH_۲ + Cl^-$$

ج)ترکیب شدن با رادیکال ها

$$e_S^- + O^oH \rightarrow OH^-$$

۸-۱-۵-سرعت واکنش اولیه

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

ثابت سرعت واکنش دو مولکولی (دو ذره کروی کوچک که حداقل یکی از آنها از نظر الکتریکی خنثی باشد) ازرابطه زیر محاسبه می شود :

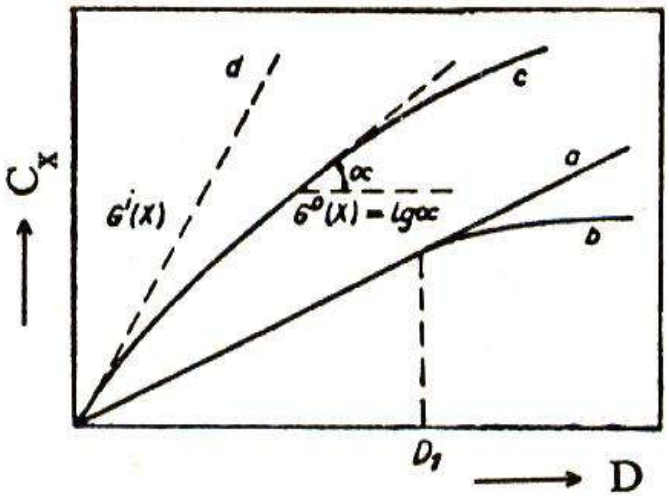
$$K_d = \frac{۴RT}{۳۰۰۰\eta}$$

η ضریب ویسکوزیته　　R ثابت گازها　　T دمای مطلق

۸-۲-بهره عمل واکنشهای شیمی تابشی

بهره عمل بیانگر سرعت واکنش در شیمی تابشی است، که با زمان بررسی نمی شود بلکه با دوز جذب شده سنجش می شود .

چنانچه بخواهیم بهره مشخصه سرعت تغییرات تابشی در مراحل اولیه (سیستمی که هنوز تابش آن را تغییر نداده) را بدست آوریم باید آن را مانند خطی مماس بر منحنی اندازه گیری شده در ابتدای عمل محاسبه نماییم که به آن بهره ابتدایی G^i گویند (منحنی d)



نمایش وابستگی غلظت (C_X) محصول رادیولیز جسم X به دوز جذب شده تابش D و بهره‌های مختلف شیمی تابش [G(X)].

۸-۳-روشهای شیمی تابشی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

در تحقیقات شیمی تابش در یک سیستم مشخص ، شناخت محصول رادیولیز پایانی و مقدار بهره عمل آن مورد نیاز است. مرحله بعدی تحقیق درباره مکانیسم واکنش سیستم است.

همراه با آن باید محصول اولیه رادیولیز که در ابتدای مرحله شیمیایی به وجود آمده، بهره دهی آن واکنش شیمیایی بعدی، محصولات بین واکنشی و سینتیک تمام واکنشها مشخص شود .

۸-۳-۱-روش گیرنده ها

گیرنده ها ترکیبات خاصی هستند که به گونه ای خاص با محصول اولیه تابش واکنش می کنند، مخصوصا در بیشتر موارد با رادیکالها یا الکترونها محصولات ویژه ای تولید می کنند.

۸-۳-۲-رادیولیز ضربه ای

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

رادیولیز ضربه ای ، یکی از پرقدرت ترین روشهای شیمی تابشی است که از دهه ٦٠ میلادی وارد شیمی تابشی شد.

۸-۳-۳-روشهای حرارتی پایین

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

هنگام سرد شدن سیستم مایعات به روش درجه حرارتهای پایین (نقطه جوش ازت مایع) جسم جامد با مشخصه خاصی به وجود می آید و بنابراین به سرعت سرد شده ، کریستالی یا شیشه ای می شوند.

۸-۳-۴-روش الکترونی پارامغناطیسی (اسپین) رزونانسی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

هر ذره باردار یا خنثی با ظرفیت آزاد پارامغناطیس است. اسپین الکترون غیر واقعی با گشتاور مغناطیسی هسته اتم هیدروژن یا هسته های دیگر با گشتاور مغناطیسی صفر درذره مورد نظر وارد واکنش می شود.

بدین گونه تعدادی حالت کوانتمی در ذره پدید می آید که در میدان مغناطیسی به صورت سطوحی مختلف بروز می کند که می تواند (پدیده زیمان) بین آنها عمل جابجایی صورت گیرد.

۸-۳-۵-اندازه گیر لومینسانس

با استفاده از آن می توان درباره نمونه های جامد در درجه حرارت پایین و در نمونه های مایع در درجه حرارت بالا، اطلاعات کاملی نسبت به خواص مولکول برانگیخته شده و در بعضی موارد دیگر ذرات بدست آورد.

۸-۴-شیمی تابش گازها

فاز گازی در مقایس با مایعات تعداد بسیار کمتری واکنش انجام می دهند و هر چه گاز رقیق تر باشد این حالت شدیدتر است. زمان برخورد بین مولکول ها طولانی تر است و بدین واسطه مطالعات شیمی فیزیکی رادیولیز به زمان بیشتری نیاز دارد .

۸-۵-شیمی تابشی آب و محلول های آبی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۸-۵-۱-رادیولیز آب خالص

برای ساده تر شدن واکنشهایی را که در آب صورت می گیرد با علامت های ساده مولکول و ذره می نویسند. هر چند که در واقع در نتیجه دیسوسیه شدن آنها تعداد زیادی، مولکول را پیوند یافته با پلهای هیدروژنی و یونهای هیدراته در واکنشها شرکت می کنند.

۸-۵-۲-رادیولیز محلولهای آبی ترکیبات معدنی

اکسیژن ترکیبی است که اغلب در آب به صورت محلول حضور دارد. غلظتی که معادل محلول اشباع با فشار جزئی اکسیژن در هوا باشد کاملا مکانیسم رادیولیز را تغییر می دهد. ذرات احیا کننده ورادیکالها واکنش اکسیدکنندگی اکسیژن را سبب می شوند.

۸-۵-۳-رادیولیز محلولهای آبی ترکیبات آلی

در محلوهای رقیق آبی ترکیبات آلی ، محصولات بین واکنشی رادیولیز آب در واکنشها شرکت می کند. در درجه اول e_{aq}^{-} , H^{o} , OH^{o} با ترکیبات موجود در محیط به گونه های مختلف ترکیب می شوند .

در حضور اکسیژن واکنش معمولی ، ایجاد رادیکال پراکسید است، که از آن به تدریج انواع ترکیبات آلی اکسیژن دار تولید می شود .

۸-۵-۴-رادیولیز محلول آبی ترکیبات مهم بیولوژیکی

بسیاری از مواد آلی دارای نقش مهمی در ارگانیسم موجود زنده هستند و رادیولیز محلول آبی آنها در مجموع تغییر کلی در ارگانیسمی که پرتو بر آن تابیده شده است ، به وجود می آورد.

تاثیرات تابش از اولین واکنشهای حاصل از جذب تابش و تولید رادیکال شروع شده و با تغییرات میکروسکوپی داخلی سلول، خرابی آشکار سلول ، مرگ یک به یک سلولها ، خراب شدن ارگانهای قابل رویت و بالاخره با مرگ تمام ارگانیسم پایان می یابد.

۸-۶-شیمی تابش ترکیبات آلی

واکنشهای اولیه رادیولیز ترکیبات آلی مشابه واکنشهای رادیولیز آب هستند. در اینجا نیز یون ، الکترون، مولکولهای تشدید شده و رادیکالهای دیسوسیه شد آنها ایجاد می شوند. اکثر مواد آلی دارای میل ترکیبی بیشتر به سرعت تبدیل به رادیکالهای دیگری می شوند.

مخصوصا جدا شدن هیدروژن از فضای مولکول بسیار محتمل است. بسیاری از واکنشهای رادیکالهای آزاد آلی در محیط آلی مشابه واکنشهای آنها در محللو آبی است.

۸-۷-شیمی تابشی پلیمر

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۸-۷-۱-تولید پلیمر با تابش

پلیمر نمودن با تابش می تواند در هر حالت بطور شیمیایی در ترکیب خالص یا محلول انجام گیرد. عامل اصلی آغاز واکنش رادیکالها و یونها هستند . واکنشهای پلمیر شدن می تواند مکانیسم های رادیکالی ، یونی یا حتی هر دوی آنها را داشته باشد .

۸-۷-۲-تاثیر پرتو بر پلیمرها

ترکیبات پلیمری ساخته شده ، در تابشهای مجدد دچار دگرگونی هایی می شوند ، که در بعضی موارد ناخوشایند و در بعضی حاللت ها مطلوب هستند . مهمترین اثر تابش بر پلیمرها شبکه شدن آنهاست . در این حالت اتصال زنجیرهای پلیمری از پهلو به کمک پیوندهای شیمیایی پدید می آید .

فصل نهم

کاربرد پرتـــو ها

۹–۱–زمان سنجی با استفاده از پدیده رادیواکتیویته

۹–۲–اساس کار ساعت رادیوکربنی

۹–۳–دگرگونی های رادیواکتیو که برای تعیین طول عمر مواد ژئولوژیکی بیش از ۶۰۰۰۰ سال بکار می رود .

۹–۴–حفظ آثار باستانی با پلیمریزاسیون تابشی

۹–۵–استفاده از تابش با انرژی بالا برای سنتز مواد شیمیایی در سطح صنعتی

۹–۱–زمان سنجی با استفاده از پدیده رادیواکتیویته

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

به کمک زمان سنج رادیواکتیو طول عمر مطلق کانیها، پدیده های ژئولوژیکی ، سنگ های آسمانی و کشفیات باستان شناسی را تعیین می نمایند.

یکی از مهمترین رادیونوکلئیدها برای زمان سنجی کربن ۱٤ است .

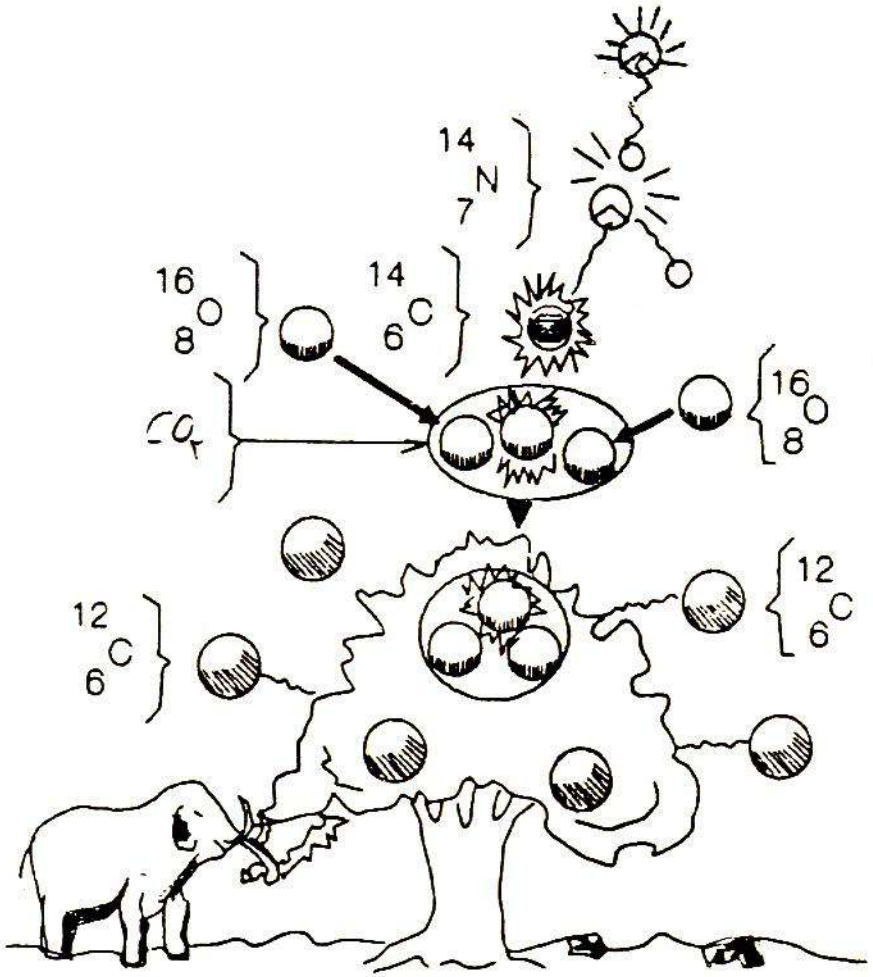
۹-۲-اساس کار ساعت رادیوکربنی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

کربن رادیواکتیو ۱٤ دائما در فضا از تاثیر نوترون و پروتونهای کیهانی بر ازت موجود در اتمسفر به وجود می آید. با فرض اینکه شدت تابش پرتوهای کیهانی در آخرین دوره ژئولوژیکی ثابت باشد، میزان آن با هزاران سال پیش برابر است .

فروپاشی رادیوکربن در ارگانیسم مرده مانند اجسام فسیلی ادامه پیدا می کند اما منبع آن احیا نمی شود . به این دلیل اجسام فسیل شده قدیمی نسبت به ارگانیسمهای زنده مقدار بسیار کمتری کربن رادیواکتیو دارند.

با تعیین اختلاف مقدار کربن رادیواکتیو این اجسام می توان عمر اجسام را تا حدود ۱۰۰۰۰ سال تعیین نمود.



تولید ^{14}C و $^{14}CO_2$ و مسیر آن به داخل اندام زنده

۹-۳-دگرگونی های رادیواکتیو که برای تعیین طول عمر مواد ژئولوژیکی بیش از ۶۰۰۰۰ سال بکار می رود .

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

اورانیم ^{۲۳۸}U	⟶	سرب ^{۲۰۶}Pb	$+ ۸\,He$
اورانیم ^{۲۳۵}U	⟶	سرب ^{۲۰۷}Pb	$+ ۷\,He$
توریم ^{۲۳۲}Th	⟶	سرب ^{۲۰۸}Pb	$+ ۶\,He$
رادیوپتاسیم ^{۴۰}K	⟶	آرگون ^{۴۰}Ar	
رادیوروبیدیم ^{۸۷}Rb	⟶	استرانسیم ^{۸۷}Br	

۹-۴-حفظ آثار باستانی با پلیمریزاسیون تابشی

تمام حشرات از بین برنده چوب را می توان با پرتو دادن شیء مورد نظر با پرتوی گامای حاصل از منبع کبالت ۶۰ از بین برد.

برتری این روش نسبت به روشهای دیگر :

۱)مرمت شیء مورد نظر می تواند در درجه حرارت محیط با منومر رقیق مناسب، صورت گیرد.

۲)پلیمریزاسیون با تابش سبب بالا رفتن دما نمی شود.

۹–۵–استفاده از تابش با انرژی بالا برای سنتز مواد شیمیایی در سطح صنعتی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

در شیمی معدنی و در صنعت واکنشهای کمی وجود دارند که پرتو با انرژی بالا بر آنها اثر کند.

در حال حاضر با این روش تولید اسید نیتریک ، سنتز مستقیم آمونیاک، هیدرازین و اکسیداسیون سولفور دی اکسید انجام می شود .

فصل دهم

حفاظت در برابر رادیواکتیویته

فهرست اصلی

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

۱۰–۱حفاظت هنگام کار با مواد رادیواکتیویته

۱۰–۲–خطراتی که هنگام کار با مواد رادیواکتیو پیش می آید .

۱۰–۳–حفاظت در مقابل پرتو دیدن از خارج

۱۰–۴–حفاظت در مقابل پرتو دیدن از داخل

۱۰–۵–دستگاه های محافظ برای کار با مواد رادیواکتیو

۱۰–۶–تقسیمات رادیوشیمی از نظرامکان کار مستقیم با مواد رادیواکتیو

۱۰-۱حفاظت هنگام کار با مواد رادیواکتیویته

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

هنگام کار محافظت از سلامت افراد در اولویت قرار دارد. با رعایت قوانین ایمنی، مراقبت کامل از دستگاه ها و وسایلی که برای این منظور به کار می رود ، می توان خطرات ناشی از آن را تا حد زیادی کاهش داد .

۱۰-۲-خطراتی که هنگام کار با مواد رادیواکتیو پیش می آید .

تابش دیدن اندام با رادیونوکلئید به عنوان منبع تابش باز در تماس مستقیم باشد امکان تابش دید از داخل بیشتر است. مواد رادیواکتیو می توانند از راه دستگاه تنفس، پوست، زخمهای باز و غیره وارد بدن شوند .

۱۰-۳-حفاظت در مقابل پرتو دیدن از خارج

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۱-کوتاه نمودن زمان تابش

۲-فاصله گرفتن شخص از منبع پرتو

۳-قراردادن مواد جذب کننده بین شخص و منبع تابش

۱۰-۴-حفاظت در مقابل پرتو دیدن از داخل

به این منظور سعی شده تا با استفاده از وسایل حفاظتی مانند ماسک، هود و جعبه های کاملا بدون نفوذ و غیره، از نفوذ مواد رادیواکتیو به داخل اندامها جلوگیری به عمل آورند .

۱۰-۵-دستگاه های محافظ برای کار با مواد رادیواکتیو

دستگاهی که بطور اتوماتیک شدت پرتو را اندازه گیری می کنند. دوزسنج هایی که افراد به همراه دارند و آشکارسازهای حساس و آشکارسازهای رادیواکتیویته تعبیه شده بر روی درب ورودی.

۱۰–۶–تقسیمات رادیوشیمی از نظر امکان کار مستقیم با مواد رادیواکتیو

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

۱–رادیواکتیویته بیش از ۱۰ TBq ، فوق بالا. ورود به محل در هیچ شرایطی امکان پذیر نیست.

۲–گاماکتیویته بین ۱۰ – ۱ TBq خیلی بالا. بعد از پاک کردن محیط با وسایلی که قادر به پاک کردن رادیواکتیو هستند برای حداکثر ۳۰ دقیقه می توان به محیط وارد شد.

۳- گاماکتیویته بالا GBq ۱۰ – ۱TBq ورود به محل با پاک کردن محیط یا دیوارکشی امکان پذیر است.

٤- گاماکتیویته پایین ، کمتر از GBq ۱۰ . ورود در زمان عملیات با استفاده از دیوارکشی موضعی امکان پذیر است.

٥-آلفا اکتیویته ، با استفاده از لباس بسته ممکن می باشد.

فصل یازدهم

سوالها

فهرست اصلی

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

۱۱–۱–مراحل مختلف کار در شیمی تابش

۱۱–۲–مکانیسم تغییرات در شیمی تابش

۱۱–۳–چگونگی بیان واکنشها در شیمی تابش

۱۱–۴–رادیولیز

۱۱–۵–اثر پرتوهایی با انرژی بالا بر آب

۱۱–۶–اثر پرتوهایی با انرژی بالا بر اجسام حل شده در آب

۱۱–۷–واکنشهای شیمیایی به وجود آمده بر اثر تابش بر مواد آلی

فهرست اصلی

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

۱۱–۸–مکانیسم پلیمریزاسیون و کوپلیمریزاسیون بر اثر تابش

۱۱–۹–برتری پلیمریزاسیون با تابش

۱۱–۱۰–اثر پرتوهایی با انرژی بالا بر ماکرومولکولها

۱۱–۱۱–تغییر خواص مواد پلاستیکی با پرتو

۱۱–۱۲–اثر پرتو بر مواد جامد معدنی

۱۱–۱۳–اثر پرتو بر موادی که از آنها راکتورهای هسته ای ساخته شده اند

۱۱-۱-مراحل مختلف کار در شیمی تابش

به سه قسمت تقسیم می شود :

۱-آماده سازی نمونه

۲-تابش دادن

۳-تجزیه و تحلیل مواد به وجود آمده بر اثر واکنشهای شیمی تابش

۱۱-۲-مکانیسم تغییرات در شیمی تابش

بر اثر تابش پرتو با انرژی بالا، ابتدا در فضای تابش چند واکنش ساده مانند به وجود آمدن یونهای مثبت و منفی یونیزه شده ، انتقال انواع بارها و ایجاد رادیکالها دیده می شود .

واکنشها و تغییراتی که بر اثر تابش بر روی ماده اولیه انجام می شود بسیار پیچیده است و اجسام به وجود آمده از تعداد متعددی ترکیبات و رادیکالهای مختلف تشکیل می شوند .

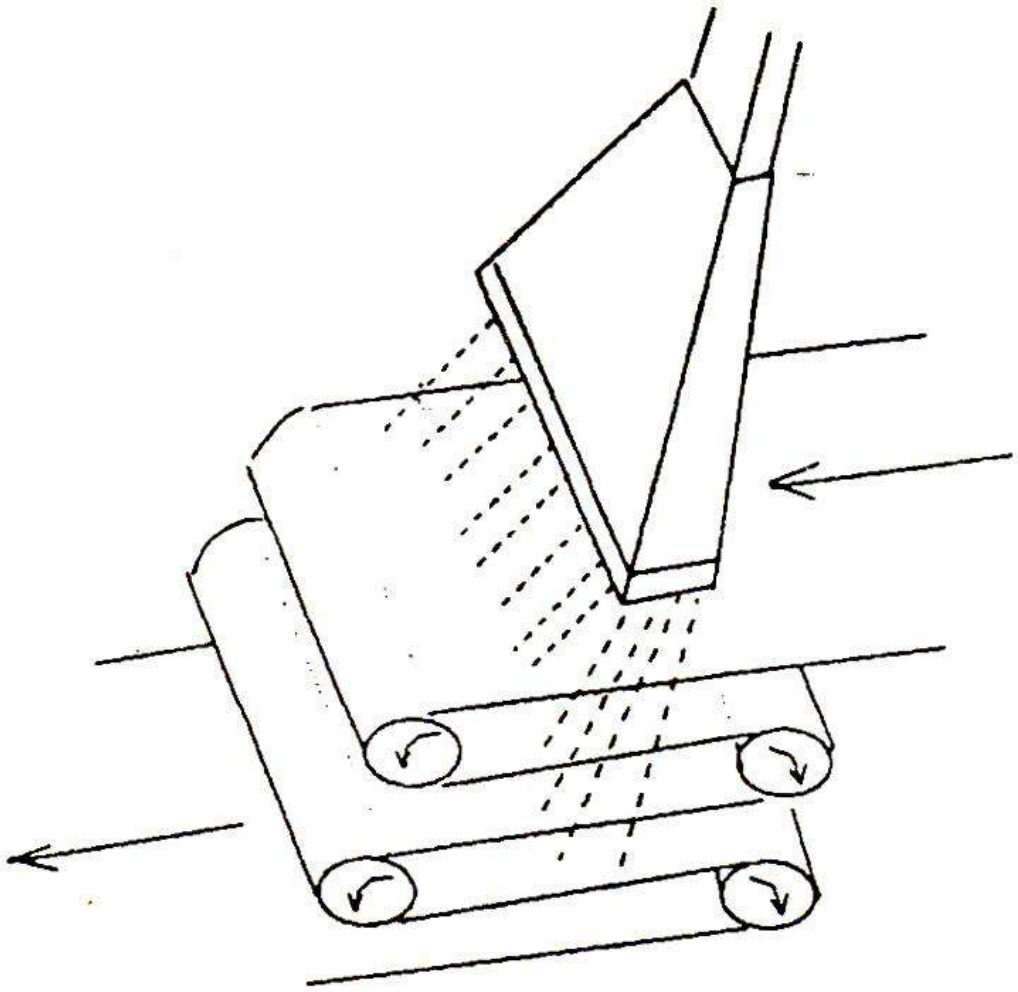
پدیده های رایوشیمیایی مجموعه ای از تاثیرات کوچک هستند ، که با سرعت ها و پایداریهای متفاوتی به وجود می آیند، آنها را می توان به چهار گروه تقسیم نمود :

۱-فیزیکی

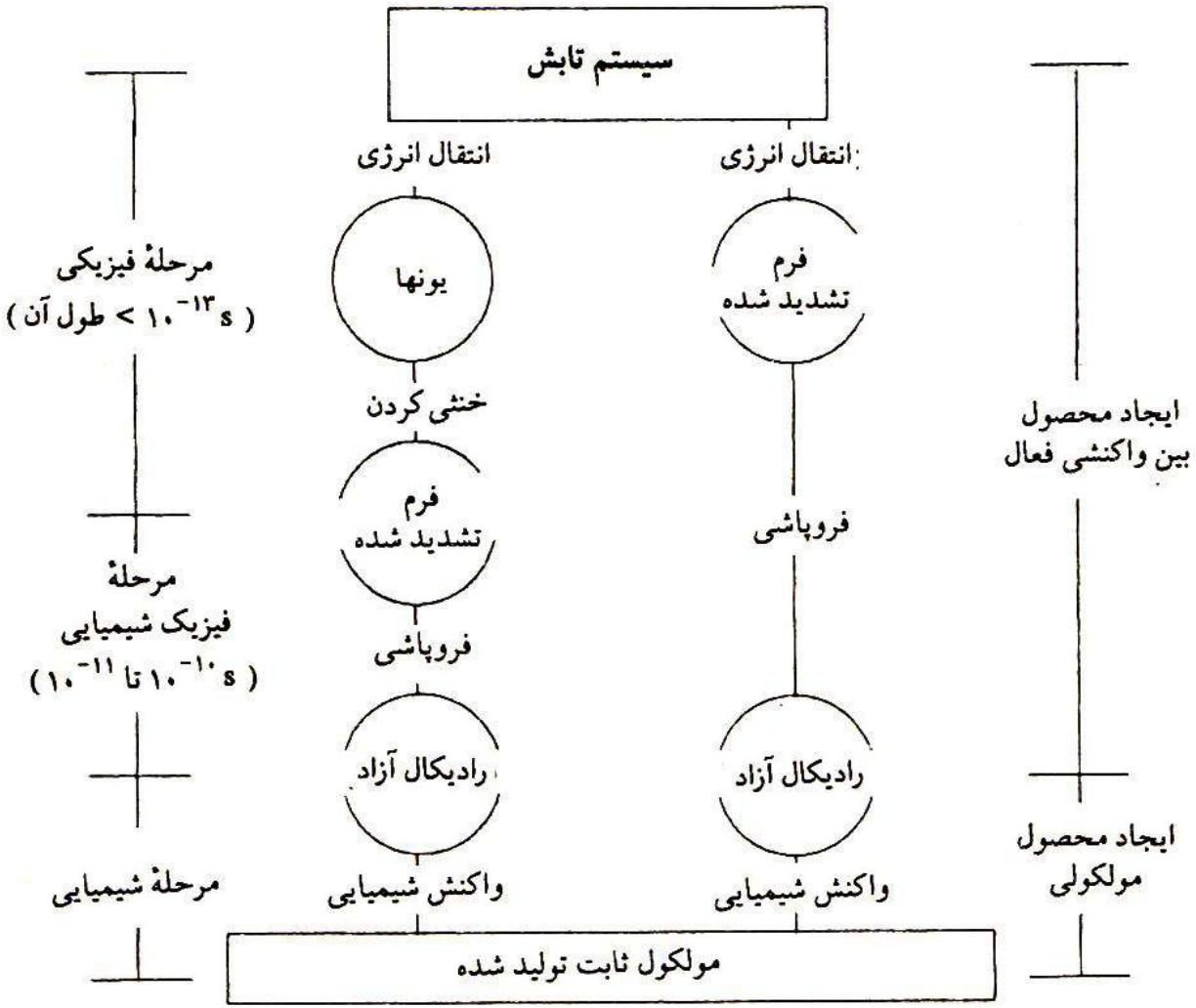
۲-شیمی فیزیکی

۳-شیمیایی

٤-بیولوژیکی



شمایی از تابش دادن ورقه‌های پلیمر با پرتوی به دست آمده از الکترونهای تسریع شده



پدیده‌های واکنش تابشی

۱۱-۳-چگونگی بیان واکنشها در شیمی تابش

اثرات شیمیایی پرتوهایی با انرژی بالا، متناسب با میزان تابشی است که در طول پرتودهی سیستم در جسم جذب می شود . مهمترین مشخصه کمی واکنشهای شیمی تابشی بازدهی آن است که با G(X) نمایش داده می شود . این واحد میانگین تعداد ذرات (X) بوجود آمده پس از جذب ۱۰۰ الکترون ولت انرژی تابشی است .

۱۱-۴-رادیولیز

تحت عنوان رادیولیز می توان مجموعه ای از تغییرات شیمیایی را که در جسم بر اثر جذب پرتوهایی با انرژی بالا به وجود می آید تصور نمود.

۱۱–۵–اثر پرتوهایی با انرژی بالا بر آب

اثر پرتو با انرژی بالا بر آب از اهمیت خاصی برخوردار است . چون آب یکی از پرمصرف ترین حلالهاست و قسمتی از سیستم بیولوژیکی را تشکیل می دهد.

مکانیسم رادیولیز آب :

$$H_2O \rightarrow H_2O^+ + e^-$$

$$H_2O \rightarrow H_2O^*$$

$$H_2O^+ + e^- \rightarrow H_2O^*$$

$$(H_2O) + e^- \rightarrow e^-_{aq}$$

$$H_2O^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+ + \overset{o}{O}H$$

$$H_2O^* \rightarrow H^o + HO^o$$

$$e^-_{aq} + H_2O \rightarrow \overset{o}{H} + OH^-$$

$$\overset{o}{H} + \overset{o}{H} \rightarrow H_2$$

$$\overset{o}{O}H + \overset{o}{O}H \rightarrow H_2O_2$$

$$\overset{o}{O}H + \overset{o}{H} \rightarrow H_2O$$

۱۱-۶-اثر پرتوهایی با انرژی بالا بر اجسام حل شده در آب

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

این اثر، مستقیم نیست . بیشتر مواد حل شده در آب اکسید یا احیا می شوند و سپس بر اثر تابش به رادیکال یا مولکول تجزیه می شوند، پس از این مرحله است که این مولکولها و رادیکالها با OH موجود در محیط عمل اکسیداسیون انجام می دهند .

$$M^{n+} + \overset{o}{O}H \rightarrow M^{(n+1)} + OH^{-}$$

و رادیکال H خاصیت احیاکنندگی دارد

$$M^{n+1} + \overset{o}{H} \rightarrow M^{(n-1)+} + H^{+}$$

۱۱-۷-واکنشهای شیمیایی به وجود آمده بر اثر تابش بر مواد آلی

فهرست
اسلاید قبلی
اسلاید بعدی

بر اثر تابش مواد آلی، گازها، دیمرها، ترکیبات چند مولکولی، و ترکیبات آلی با بندهای اشباع نشده ایجاد می شود .

عامل تعیین کننده در این پدیده واکنش ترکیبات بین ترکیبی به وجود آمده بر اثر ابش با یکدیگر است، که عبارت اند از یونها، مولکولهای تشدید شده و رادیکالهای آزاد .

از نقطه نظر عملی ، عملیات تابش شیمیایی با مکانیسم زنجیره ای (پلیمریزاسیون تابشی، اکسیداسیون تابشی، هالوژناسیون تابشی و ...) کاربرد بیشتری دارد. در این عملیات تابش سبب تغییر یک مولکول نمی شود بلکه مولکوهای زیادی را دگرگون می کند.

۱۱-۸-مکانیسم پلیمریزاسیون و کوپلیمریزاسیون بر اثر تابش

پرتوهای با انرژی بالا قادرند در سیستم های دارای مواد آلی ، ترکیبات موجود را پلیمریزه نمایند و تشکیل مولکولهای بزرگتر را بدهند . پلیمریزاسیون بر اثر تابش بیشتر، مکانیسم رادیکالی – زنجیره ای دارد .

واکنشهای اولیه معمولا با رادیکالهای آزاد که نتیجه واکنش تابشی یون به وجود آمده با مولکول تشدید شده هستند شروع می شود .

$$M \rightarrow R^{o}$$

$$R^{o} + M \rightarrow R^{o}M$$

سپس زنجیر پلیمری رشد می کند

$$R\overset{o}{M}_n + M \rightarrow R\overset{o}{M}_{n+1}$$

خاتمه عمل به سه صورت است :

الف)واکنش بین دو ماکرومولکول

$$\overset{o}{RM}_n + \overset{o}{RM}_n \rightarrow P_{n+m}$$

ب)تقسیم ماکرومولکول

$$R\overset{o}{M}_n + R\overset{o}{M}_n \rightarrow P_n + P_m$$

ج)واکنش ماکرومولکولها با رادیکالهای اولیه

$$R\overset{o}{M}_n + \overset{o}{R} \rightarrow P_n$$

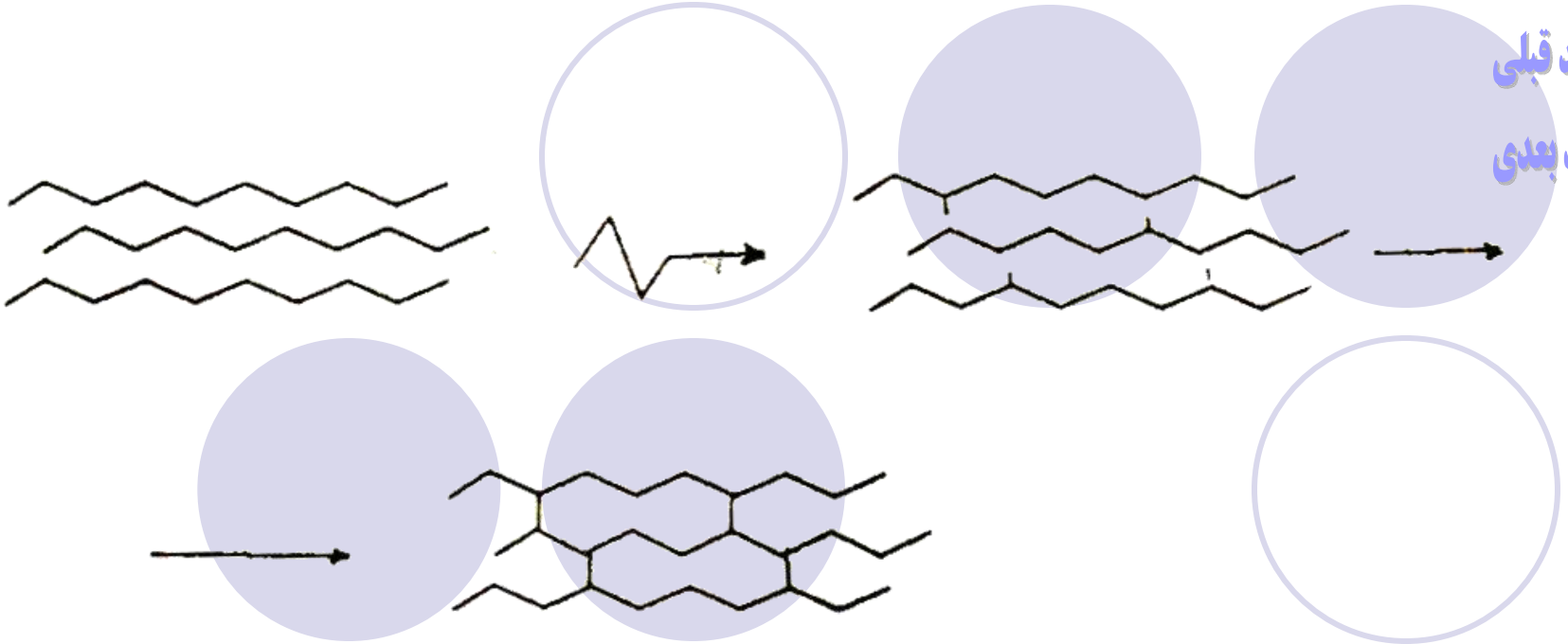
۱۱-۹-برتری پلیمریزاسیون با تابش

پلیمریزه شدن بر اثر تابش با مقدار کم انرژی ، شروع و با حجم زیادی از جسم تغییر می کند. این واکنش در شرایط ایده آل انجام می گیرد.

از مهمترین برتری های آن این است که باقیمانده کاتالیزور در آن وجود ندارد.

۱۱–۱۰–اثر پرتوهایی با انرژی بالا بر ماکرومولکولها

بر اثر پرتودهی ماکرومولکولها با پرتوهای دارای انرژی بالا، تغییراتی در ساختمان و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی آنها به وجود می آید به این دلیل که در آنها شاخه های جانبی شبکه ای به وجود می آید یا اینکه سبب فروپاشی زنجیر اصلی می شود و در بعضی موارد زنجیر جانبی نیز فرو می ریزد .



پدیدهٔ توری شدن به وسیله تابش

هنگام تشکیل شبکه بوسیله شاخه های جانبی بین ماکرومولکولهای همسایه اتصال برقرار می شود . بر اثر پرتو پیوندهای C – H از هم جدا شده و تولید هیدروژن و ماکروراديکال می نمایند که آنها بین خود واکنش می دهند.

با توری شدن خاصیت انعطاف پذیری ، مقاومت در برابر مواد شیمیایی بالا می رود و حلالیت پلیمر پایین می آید .

فهرست

اسلاید قبلی

اسلاید بعدی

پدیدهٔ تخریب تابشی

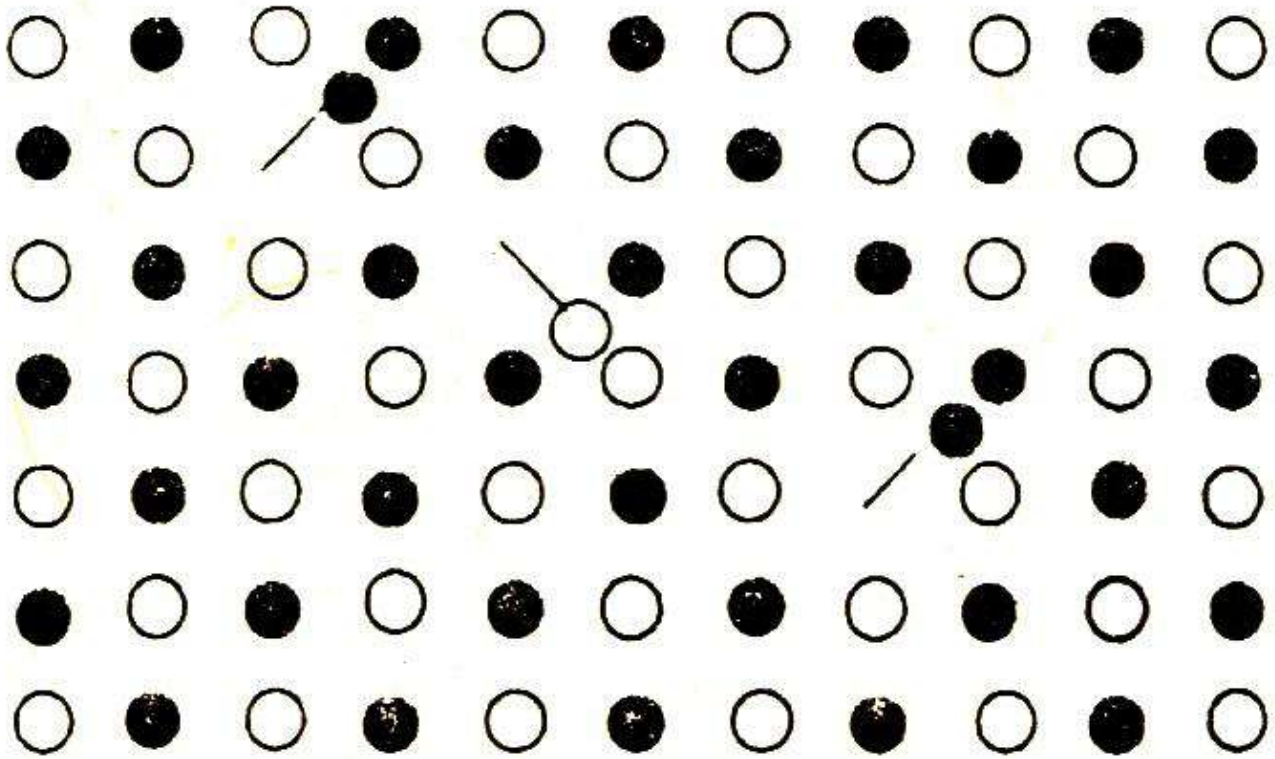
۱۱-۱۱-تغییر خواص مواد پلاستیکی با پرتو

پرتو می تواند با شبکه ای کردن ، ترموپلاستها را به اجسام غیر قابل ذوب تبدیل نماید و درجه حلالیت آنها را پیاین آورد و شکل ظاهری ، خواص مکانیکی و میزان هدایت الکتریکی را تغییر دهد .

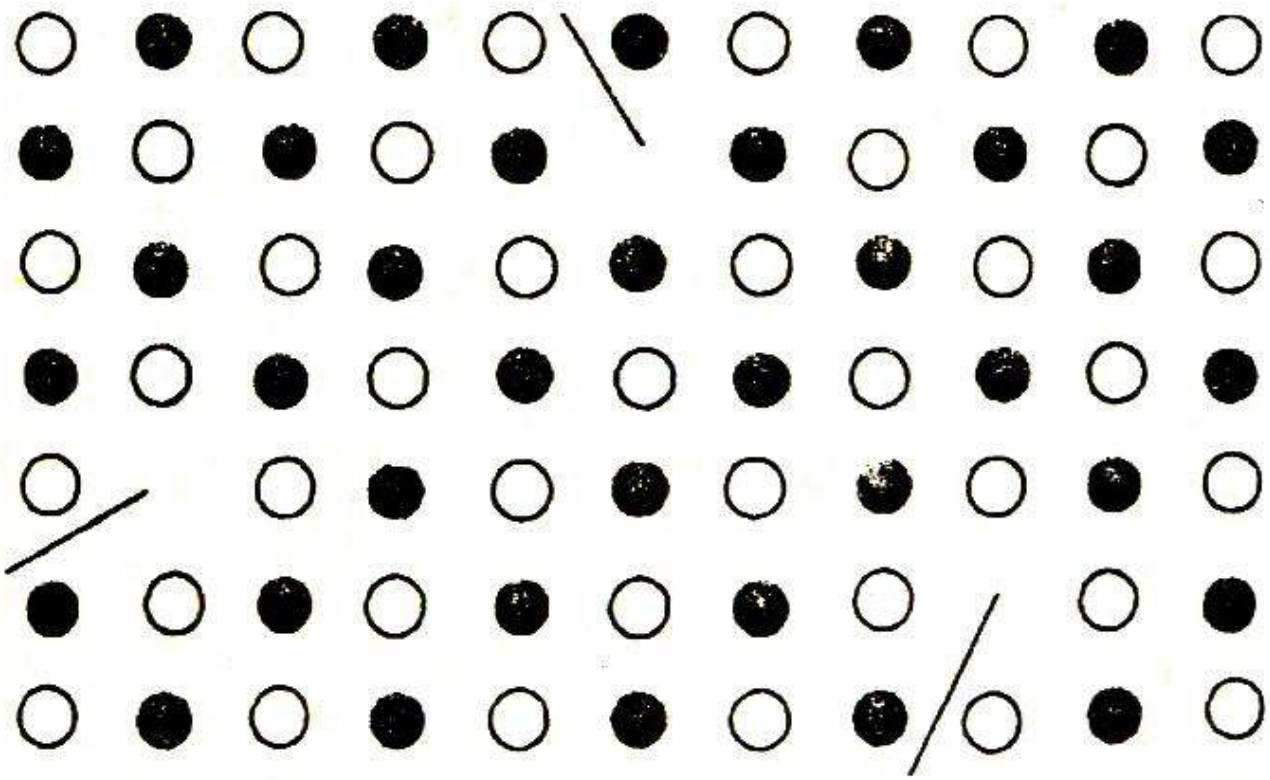
۱۱-۱۲-اثر پرتو بر مواد جامد معدنی

اثر پرتوهایی با انرژی بالا بر مواد جامد معدنی می تواند دگرگونی هایی را در خواص فیزیکی آنها به وجود آورد . این تغییرات در نتیجه بهم ریختگی ساختمان کریستالی آنهاست . واکنشهای بین پرتو و اتم (یا یون) سبب تغییر مکان اتم یا یون (نارسائی فرانک لو) در شبکه می شود .

در حالت نارسایی اسکات اتم خارج شده در شبکه کریستالی خود باقی نمی ماند بنابراین در شبکه اولیه حفره ایجاد می شود .



دگرگونی فرانک لو



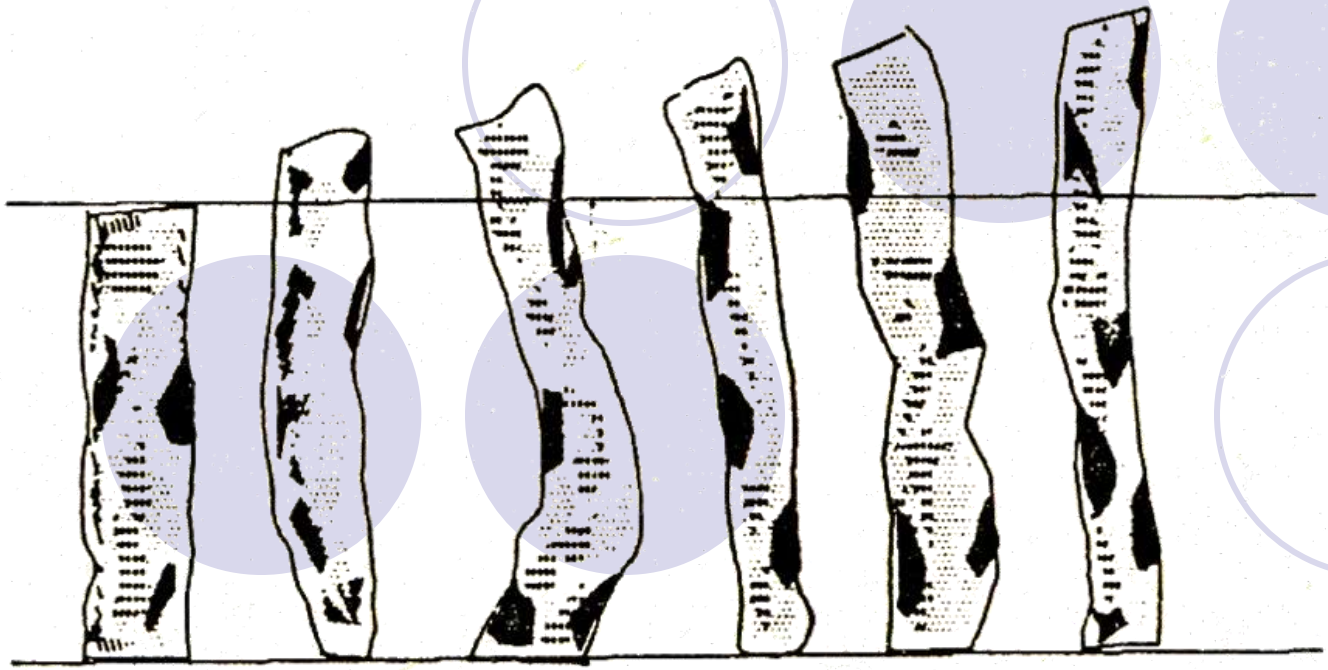
دگرگونی اسکات

۱۱–۱۳–اثر پرتو بر موادی که از آنها راکتورهای هسته ای ساخته شده اند .

پرتوها از یک طرف ایجاد فضای خالی و از طرف دیگر تولید اتمهای اضافی بین شبکه ای می نمایند و به این صورت خواص موادی را که از آن راکتور ساخته شده است نامرغوب می شود .

بر اثر تابش سختی و شکنندگی اورانیم افزایش می یابد و هدایت الکتریکی آن بسیار پایین می آید . تابش مداوم بر باطری سوختی تاثیر گذاشته و جلد محافظ آلومینیمی و منگنز را از بین می برد و مواد دیگر دیگر راکتور نیز مورد تابش قرار گرفته و فاسد می شوند .

بیشترین خرابی را مدراتورها که از بریلیم و گرافیت و آب سنگین هستند متحمل می شوند . بر اثر تابش، گرافیت تغییر شکل می دهد و قدرت انتقال حرارت آن کاسته می شود و به این صورت نتیجه بسیار بدی در کار راکتور به وجود می آید .



ستونهای اورانیم پس از تابش دیدن در رآکتور