در این فصل به این دو موضوع می‌پردازیم :

۱ – با توضیح نظریه نواری تفاوت بین رسانش الکتریکی در اجسام جامد را بررسی می‌کنیم .

۲ – ساختار هسته اتم و برخی از ویژگی‌ها و واکنش های مربوط به آن را بررسی می‌کنیم.

یادآوری مقاومت ویژه الکتریکی از فیزیک ۳ :

۱ – هر ماده مقاومت ویژه الکتریکی مخصوص خود را دارد .

۲ – هر چه مقاومت ویژه الکتریکی یک جسم کمتر باشد ، آن جسم رسانای الکتریکی بهتری است .

رسانا : در فلزات برخی الکترونها براحتی از اتم خود جدا می‌شوند (الکترونهای آزاد) ، که شارش بار الکتریکی به حرکت این الکترونها مربوط می‌شود .

نیمرسانا : دسته ای از مواد مانند ژرمانیم و سیلسیوم هستند که در دمای معمولی (دمای اتاق) ، مقاومت ویژه الکتریکی آنها بین مقاومت ویژه الکتریکی رسانا و نارسانا می‌باشد که به آنها نیمرسانا می‌گویند .

نارسانا : اگر در یک جسم الکترونهای اتم ، طوری به هسته مقید باشند ،که نتوانند از ربایش الکتروستاتیکی آن رها شوند ، آن جسم نارسانا (عایق) نام دارد .

☑ مدلی که با آن تعریف بالا را بیان کردیم ، برای توصیف رسانا و نارسانا کافی است ولی قادر به توجیه رسانش الکتریکی نیمرسانا نیست . بنابر این مدل کامل‌تر ، نظریه نواری جسم جامد را مطرح می‌کنیم .

نظریه نواری : در یک جسم جامد به جای یک اتم مجموعه‌ای از اتمها وجود دارد که بسیار نزدیک به هم هستند ، در نتیجه الکترونها تحت تاثیر نیروهای ربایشی حاصل از تمام هسته ها حرکت می‌کنند .

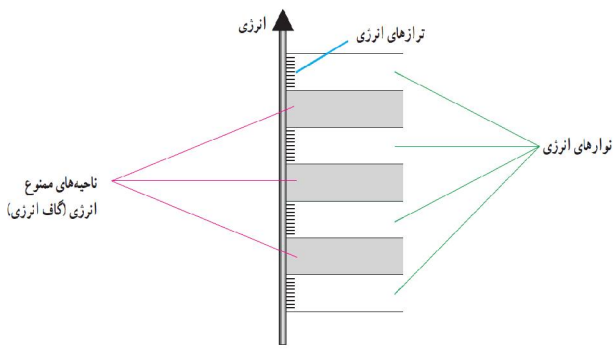
☑ فیزیک حالت جامد مهمترین ویژگیهای نظریه نواری را اینگونه بیان می‌کند :

۱ – ترازهای انرژی الکترونها در جسم جامد ، همانند ترازهای اتمی مقادیر انرژی ویژه خود را دارند .

۲ – ترازهای انرژی الکترونها در جسم جامد ، همانند ترازهای اتمی گسسته (کوانتومی) هستند .

۳ – هر تراز انرژی فقط توسط یک الکترون می‌تواند اشغال شود .

۴ – ترازهای انرژی الکتونها در جسم جامد تشکیل نوارهایی می‌دهند ، که هر نوار از تعداد بسیار زیادی ترازهای گسسته نزدیک به هم تشکیل شده است .



ناحیه ممنوع یا گاف انرژی : بین بالاترین تراز انرژی در یک نوار ، و پایین ترین تراز انرژی در نوار بعدی ، ممکن است اختلاف انرژی زیادی وجود داشته باشد ، که در این فاصله هیچ تراز انرژی وجود نداشته باشد ، این فاصله را ناحیه ممنوع یا گاف انرژی می‌نامند .

الکترونها چگونه بین ترازهای مختلف توزیع می‌شوند ؟

الکترونها پایین‌ترین تراز های انرژی موجود را اشغال می‌کنند و هیچ دو الکترونی نمی‌توانند یک تراز را اشغال کنند . از این رو ترازها به ترتیب از پایین تا بالا پر می‌شوند تا تمام ترازهای نوار اول پر شود ، سپس ترازهای نوار بعدی به همین ترتیب از پایین به بالا پر می‌شود . بنابر این ممکن است نوار آخر کاملاً پر یا بخشی پر باشد (ترازهای اشغال نشده هم داشته باشد) .

☑ فرآیند گذار الکترون از یک تراز به تراز بعدی ، مانند گذار الکترون در اتم است . یعنی با جذب انرژی مناسب می‌تواند به ترازهای بالاتر برود .

☑ گذار درون نواری با انرژی کمتر و درصورتی انجام می‌گیرد که ، در همان نوار تراز انرژی خالی وجود داشته باشد .

☑ برای گذار الکترون از یک نوار به نوار بعدی ، چنان انرژی زیادی لازم است که با ایجاد میدان الکتریکی نیز ، این گذار اتفاق نمی‌افتد .

☑ تنها آن دسته از الکترونها در رسانش الکتریکی نقش دارند که ، در نوارهای بخشی پر هستند .

☑ وقتی می‌گوئیم الکترون از یک تراز به تراز بالاتر جابجا شده است ، یعنی الکترون انرژی خود را افزایش داده است ، نه اینکه ازجایی در جسم جامد به جای دیگر رفته است .

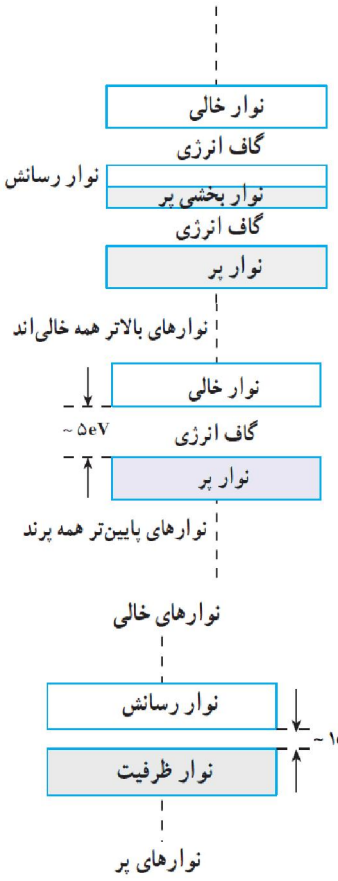
☑ انرژی لازم برای گذارالکترون بین ترازهای مختلف ، از دو منبع می‌تواند تامین شود : ۱ – میدان الکتریکی که جسم درآن قرار می‌گیرد . ۲ – بر انگیختگی گرمایی

رسانش الکتریکی در مدل ساختار نواری

الف) ساختار نواری اجسام رسانا :

در ساختار نواری جسم رسانا ، نواربخشی پر وجود دارد که الکترونها تحت تاثیر میدان الکتریکی تراز خود را عوض می‌کنند و در رسانش شرکت می‌کنند . به این الکترونها ، الکترون رسانش و و نوار بخشی پر را نوار رسانش می‌نامند .

یعنی مشخصه اصلی یک جسم رسانا ، داشتن نوار بخشی پر است .



ب) ساختار نواری اجسام نارسانا :

در ساختار نواری جسم نارسانا نوار بخشی پر وجود ندارد و گاف انرژی بین آخرین نوار پر و اولین نوار خالی بزرگ است . هیچ الکترونی نمی‌تواند چنان بر انگیخته شود و از گاف بین دو نوار عبور کند ، از این رو رسانش الکتریکی صورت نمی‌گیرد .

پ) ساختار نواری اجسام نیمرسانا :

یک جسم نیمرسانا مانند نارسانا نوار بخشی پر ندارد با این تفاوت که گاف انرژی بین آخرین نوار پر و اولین نوار خالی بسار کوچکتر از گاف نارساناست .

در مبحث نیمرساناها بالاترین نوار پررا نوار ظرفیت و پایین ترین نوار خالی را نوار رسانش می‌نامند . کوچک بودن گاف انرژی موجب می‌شود که تعدادی از الکترونهای نوار ظرفیت

در دمای اتاق نیز با برانگیختگی گرمایی انرژی لازم ، برای گذار بین نواری را کسب کنند و به نوار رسانش بروند ، و به همین دلیل افزایش دما موجب گذار تعداد بیشتر از الکترونها می‌شود و رسانایی نیمرسانا افزایش می‌یابد .

☑ در نیمرساناها با افزایش دما مقاومت ویژه الکتریکی کاهش می‌یابد (بر خلاف مقاومت ویژه رساناها).

☑ در دماهای پایین نیمرساناها مانند نارسانا هستند و هدایت الکتریکی ندارند .

پرسش ۱ چرا با افزایش دما مقاومت ویژه رسانای فلزی افزایش و مقاومت ویژه نیمرسانا کاهش می‌یابد ؟

پرسش ۲ **ساختار نواری اجسام نیمرسانا را همراه با رسم شکل توضیح دهید.**

۸۳/۲/۲۷

پرسش ۳ در مبحث نیمرساناها بالاترین نوار پر را نوار ..... و پایین ترین نوار خالی را نوار ..... می نامند .

حفره : هنگامیکه الکترونهای برانگیخته نوار ظرفیت را ترک کرده و به نوار رسانش می‌روند ، جای خالی آنها در نوار ظرفیت را حفره می‌نامند .

☑ وجود حفره در نوار ظرفیت ، یک موقعیت خالی تراز است که ، الکترونهای برانگیخته نوارهای ظرفیت می‌توانند با گذار به ترازهای خالی سهمی در رسانش داشته باشند ویا به عبارت دیگر نوار ظرفیت نیز مانند نوار رسانش ، نقش هدایت الکتریکی خواهد داشت .

☑ گذار الکترونها در نوار ظرفیت به حفره‌ها ، مانند این است که حفره‌ها از تراز خود ، به تراز قبلی الکترونها حرکت کرده‌اند .

بدین ترتیب رسانش مربوط به نوار ظرفیت را میتوان برحسب حفره توضیح داد ، و به جای بررسی گذار تعداد زیاد الکترونها ، گذار تعداد کم حفره ها را بررسی کرد . یعنی حفره ها ذره هایی به جرم الکترون ، ولی با بار الکتریکی مثبت در نظر گرفته می‌شوند .

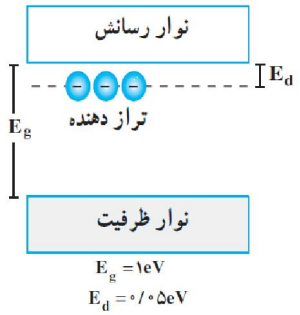
در نتیجه حفره ها برخلاف الکترونها در جهت میدان الکتریکی جابجا می‌شوند .

نیمرسانای ذاتی : نیمرسانایی که ناخالصی نداشته باشد و تعداد الکترونهای موجود در نوارسانش آن ، برابر تعداد حفره های موجود در نوار ظرفیت باشد ، نیمرسانای ذاتی نامیده می‌شود .

آلایش نیمرسانا : به منظور افزایش حاملان بار در نیمرسانا ، کمی ناخالصی که از جنس نیمرسانای ذاتی نباشد ، به آن اضافه می‌کنند که به این عمل آلایش نیمرسانا می‌گویند . افزودن ناخالصی در حدود یک اتم به ازای هر صد میلیون اتم نیمرسانای میزبان است .

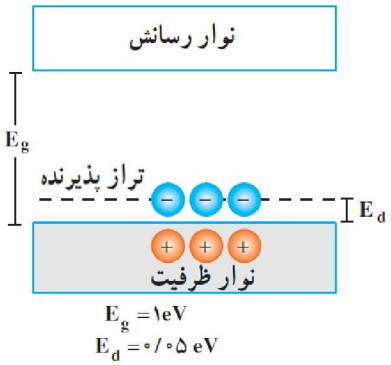
نیمرسانای غیر ذاتی : نیمرسانایی که رسانش آن بیشتر به سبب وجود ناخالصی باشد ، نیمرسانای غیرذاتی نامیده می‌شود .

نیمرسانای نوع n : اگر اتم ناخالصی یک الکترون ظرفیت بیشتر از نیمرسانای ذاتی داشته باشد ، نیمرسانای غیر ذاتی ساخته شده را نیمرسانای نوع n می‌نامند . چون این نوع ناخالصی ها یک الکترون اضافی به نوار رسانش میدهد به آن ناخالص دهنده می‌گویند. نیمرساناهایی که با اتمهای دهنده آلاییده شده باشند ، چون بیشر حاملان بار از نوع منفی(negative) هستند ، نیمرسانای نوع n می‌نامند . مانند اضافه کردن آرسنیک ۵ ظرفیتی به سیلیسیوم ۴ ظرفیتی .



☑ حضور ناخالصی ساختارنواری را تغییر میدهد . الکترون اضافی (الکترون پنجم) بر روی ترازی به نام تراز دهنده قرار می‌گیرد . فاصله تراز دهنده از تراز رسانش بسیار کم است و با انرژی کمی الکترونها به نوار رسانش می‌روند ، یعنی یک الکترون غیر از الکترونهای ذاتی در نوار رسانش ظاهر می‌شود .

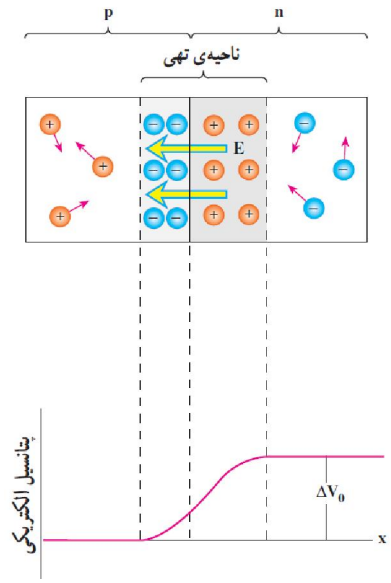
نیمرسانای نوع p : اگر اتم ناخالصی یک الکترون ظرفیت کمتر از نیمرسانای ذاتی داشته باشد ، نیمرسانای غیر ذاتی ساخته شده را نیمرسانای نوع p می‌نامند . الکترونهای موجود در نوار ظرفیت نیمرسانا با جذب مقدار کمی انرژی جای این الکترون را پر می‌کنند ، در نتیجه یک حفره در نوار ظرفیت ایجاد می‌شود . این ناخالصی ها که یک الکترون دریافت کر ده‌اند ، ناخالصی پذیرنده نامیده می‌شوند . نیمرساناهایی را که با اتمهای پذیرنده آلائیده شده باشند ، نیمرسانای نوع p می‌نامند ، زیرا بیشتر حاملان بار در آنها از نوع مثبت (positive) هستند . مانند اضافه کردن اتمهای ناخالصی سه ظرفیتی ایندیوم یا آلومینیوم به سیلیسیوم .



☑ حضور ناخالصی ساختارنواری را تغییر میدهد . تراز پذیرنده در فاصله بسار کمی در بالای نوار ظرفیت قرار دارد . به گونه‌ای که در دمای اتاق ، الکترونهای نوار ظرفیت انرژی کافی برای گذار به تراز پذیرنده را دارند ، که در نتیجه گذار یک حفره اضافی در نوار ظرفیت ایجاد می‌شود .

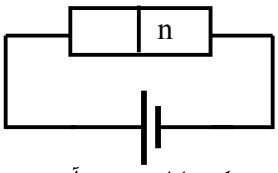
پیوندگاه p-n : اگریک نیمرسانای نوع n را به یک نیمرسانای نوع p متصل کنیم ، قطعه حاصل را یک پیوند p-n و مرز مشترک آن دو را پیوندگاه p-n می‌نامند .

دیود : هرگاه پیوند p-n در مداری قرار گیرد ، جریان الکتریکی تنها از یکسو عبور می‌کند ، و قطعه‌ای که این خاصیت را دارد دیود نامیده می‌شود . به عبارت دیگر دیود قطعه‌ای است که ، مقاومت آن از یک سو بسیار زیاد و از سوی دیگر عملاً ناچیز است و به همین سبب آنرا یکسو کننده نیز می‌گویند .

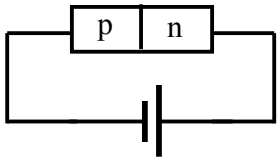


سازوکار یکسوکنندگی پیوند p-n : هنگام اتصال نیمرسانای نوع n با الکترون اضافی و نیمرسانای نوع p با حفره آزاد ، الکترونها به سمت حفره ها می‌روند و حفره به جای می‌گذارند ، و حفره ها به سمت n می‌روند و ناحیه‌ای با بار منفی به جای می‌گذارند .در نتیجه در ناحیه پیوندگاه تعداد حاملهای بار آزاد بسیار کم است ، که به همین دلیل این ناحیه را ناحیه تهی می‌نامند .با جابجایی حاملهای بار در ناحیه تهی ، یک میدان الکتریکی داخلی بوجود می‌آید که از عبور الکترونها و حفره ها جلوگیری می‌کند و مانع افزایش عرض ناحیه تهی می‌شود . میدان الکتریکی موجود در ناحیه تهی باعث اختلاف پتانسیل در آن ناحیه می‌شود . که برای عبور جریان الکتریکی به آن اختلاف پتانسیل باید غلبه کرد .

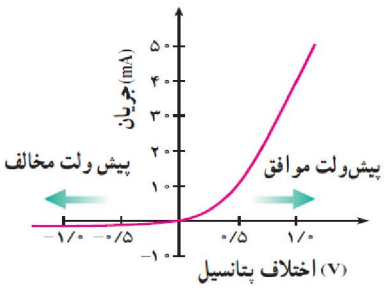
پیش ولت موافق (بایاس مستقیم) : اگر یک ولتاژ خارجی به گونه ای به پیوند گاه اعمال شود که پایانه مثبت آن به p و پایانه منفی آن به n متصل شود اختلاف پتانسیل ناحیه تهی کاهش می‌یابد و جریان الکتریکی از دیود عبور می‌کند . درچنین شرایطی گفته می‌شود که دیود دارای پیش ولت موافق (بایاس مستقیم) است .



پیش ولت مخالف (بایاس معکوس) : در صورتی که ولتاژ خارجی به گونه ای به پیوند گاه اعمال شود که پایانه منفی آن به p و پایانه مثبت آن به n متصل شود اختلاف پتانسیل ناحیه تهی افزایش می‌یابد و جریان الکتریکی بسیار کمی از دیود عبور می‌کند . درچنین شرایطی گفته می‌شود که دیود دارای پیش ولت مخالف (بایاس معکوس) است .



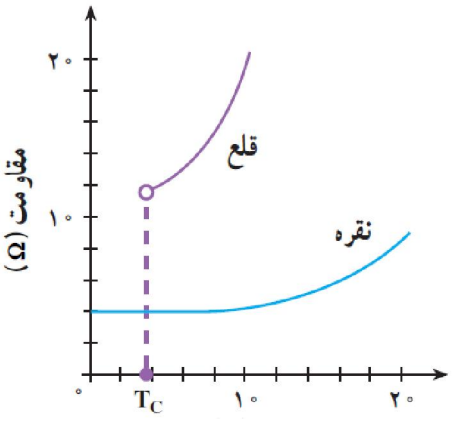
مقاومتهای اهمی و غیر اهمی : مقاومت اهمی به مقاومتی گفته می‌شود که نمودار تغییرات جریان بر حسب اختلاف پتانسیل در آنها بصورت خط راستی است که از مبداء عبور می‌کند و شیب آن با مقاومت الکتریکی نسبت عکس دارد . دیود یک مقاومت غیر اهمی است زیرا نمودار تغییرات جریان بر حسب اختلاف پتانسیل آن خطی نیست و همچنین جریان را از یک سو عبور می‌دهد .



ابَر رسانا ها :

اگرارتعاشات اتمی تنها سازوکار مقاومت الکتریکی باشد انتظار داریم با کاهش دما و رسیدن به صفر مطلق ، مقاومت ویژه رسانا نیز به تدریج به سمت صفر میل کند . ولی آزمایشات دو نوع رفتار متفاوت در مقاومت ویژه جامدات بسیار سرد نشان میدهد : یا مقاومت ویژه الکتریکی در دمایی بالاتر از صفر مطلق ، بطور ناگهانی صفر می‌شود (**ابر رسانایی**) ، ویا اصلاً صفر نمی‌شود .

این مطلب نشان دهنده این است که ساز و کار دیگری نیز در مقاومت الکتریکی جسم جامد وجود دارد ، که با ناچیز کردن اثرات ارتعاشات اتمی قابل تشخیص است . این سازوکار ، ناشی از بی‌نظمی هایی است که در ترتیب قرار گرفتن اتمها ممکن است وجود داشته باشد . این گونه بی‌نظمی ها در ساختار جسم جامد را **ناکاملی** می‌نامند .



مقاومت ویژه باقیمانده : مقدار مقاومت ویژه الکتریکی یک رسانای فلزی ، در صفر مطلق را مقاومت ویژه باقیمانده می‌نامند .

دمای بحرانی (T_C) : دمایی را که در آن افت سریع مقاومت ویژه روی می‌دهد ، دمای بحرانی می‌نامند .

☑ T_C را دمای گذار به حالت ابر رسانایی نیز می‌نامند .

☑ دمای گذار برای رساناهای مختلف متفاوت است .

پرسش ۴

الف) نیمرسانای نوع P را با رسم شکل توضیح دهید.

ب) منحنی تغییرات جریان بر حسب اختلاف پتانسیل دوسر دیود را رسم کنید و پیش ولت مخالف را توضیح دهید.

پ) ایزوتوپ را تعریف کنید و ایزوتوپ های اتم هیدروژن را نام ببرید.

۸۳/٤/۳

پرسش ۵

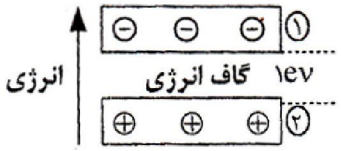
الف) طرح مقابل ، ساختار نواری چه نوع جسمی را مشخص می کند؟

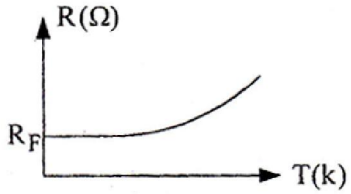
ب) در این طرح ، هر کدام از نوارهای ① و ② چه نام دارند؟

ج) ویژگی جالب پیوند $p-n$ (دردیود) چیست؟

د) نمودار تغییرات مقاومت یک رسانای فلزی، مانند شکل است.

R_F چه **نام** دارد و مربوط به چه **عاملی** است؟



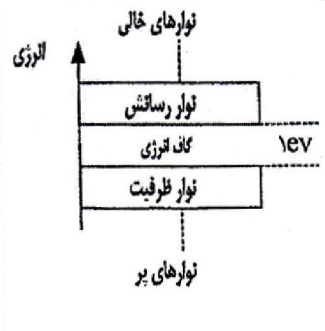


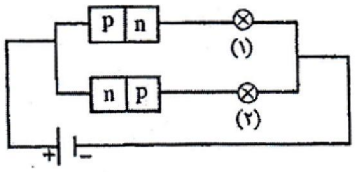
۸۶/۲/۲۷

پرسش ۶

الف) طرح رو به رو ، ساختار نواری **چه جسمی** را مشخص می کند ؟

ب) در مدار زیر ، اختلاف پتانسیل دوسر مدار به صورت مناسبی انتخاب شده است. کدام **لامپ روشن** است؟ **توضیح دهید.**





ج) علاوه بر ارتعاش های اتمی ، ساز و کار دیگری نیز در جسم جامد برای ایجاد مقاومت وجود دارد.

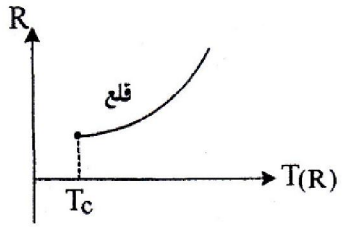
این مقاومت: I) چه نام دارد؟ II) چه موقع قابل تشخیص است؟ III) ناشی از چه عاملی است؟

۸۶/۲/۲۷

پرسش ۷

الف) نمودار $I-V$ را برای یک دیود در**پیش ولت موافق** رسم کنید و توضیح دهید چرا دیود یک مقاومت **غیراهمی** است ؟

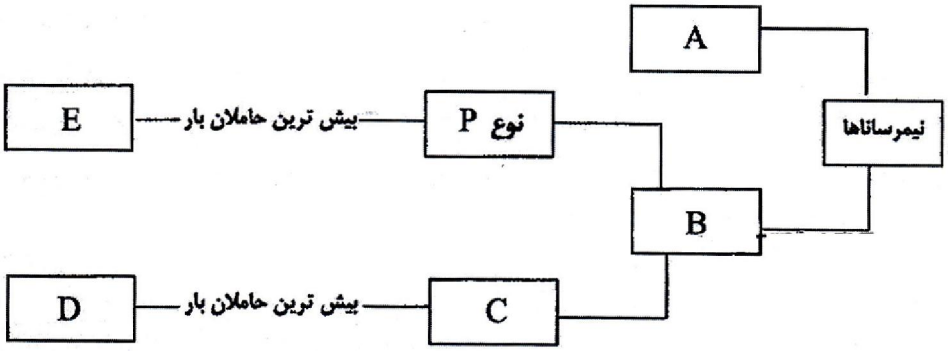
ب) در نمودار روبه رو ، T_c چه **نام** دارد و در این دما چه **اتفاقی** افتاده است ؟



۸۶/۴/۴

پرسش ۸

در نقشه‌ی مفهومی زیر محل‌هایی که با حروف مشخص شده است را به صورت مناسبی پر کنید.



۸۹/۳/۲

پرسش ۹

ساختار نواری یک نیمرسانای نوع P را رسم کنید و قسمت های مختلف آن را نام گذاری کنید. بیش‌ترین حامل های بار در این نوع نیمرسانا حفره ها هستند یا الکترون ها؟

۸۹/۴/۶

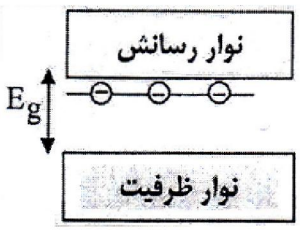
پرسش ۱۰

طرح مقابل بر اساس نظریه‌ی نواری جسم جامد رسم شده است.

الف) نوع جسم (نامگذاری کامل آن) چیست؟

ب) نقش کدام نوار در رسانایی بیشتر است؟

ج) E_g معرف پهنای چه ناحیه‌ای است و مقدار آن تقریباً چند الکترون ولت است؟



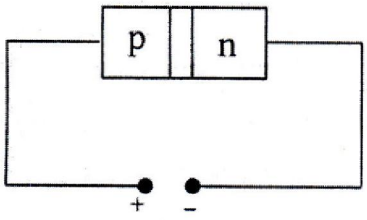
۸۹/۶/۲۵

پرسش ۱۱

در شکل مقابل یک دیود را مشاهده می کنیم که به یک منبع ولتاژ خارجی متصل است:

الف) این دیود دارای پیش ولت موافق است یا مخالف؟ چرا؟

ب) ساز و کار عبور جریان از دیود را در این حالت توضیح دهید.



۸۹/۱۰/۲۲

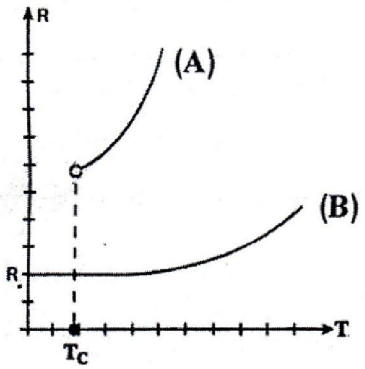
پرسش ۱۲

در شکل مقابل، نمودار مقاومت دو فلز (A) و (B) بر حسب دمای کلوین رسم شده است:

الف) T_c و $R_\circ$ چه نام دارند؟

ب) کدام فلز ابررسانا شده است؟

ج) کدام فلز در دمای معمولی رسانای بهتری است؟



۸۹/۱۰/۲۲

پرسش ۱۳

ساختار نواری یک نیمرسانای ذاتی در دمای پایین را با رسم شکل نشان دهیدو توضیح دهید اگر دما بیش تر شود (مثلا در حد دمای اتاق) چه اتفاقی می افتد؟

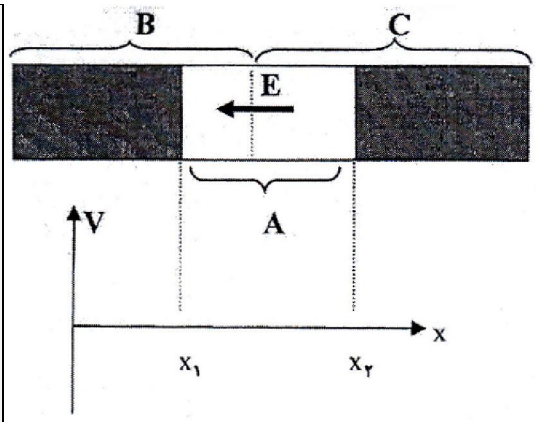
۹۰/۲/۲۶

پرسش ۱۴

طرح مقابل مربوط به یک دیود است . با توجه به جهت میدان الکتریکی (E) :

الف) نام هر کدا م از ناحیه های A و B , C را بنویسید .

ب) نمودار پتانسیل الکتریکی را در فاصله ی x_1 تا x_2 به صورت کیفی رسم کنید.

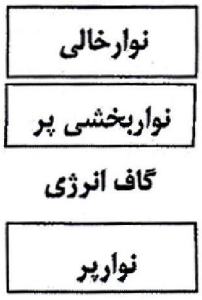


۹۰/۲/۲۶

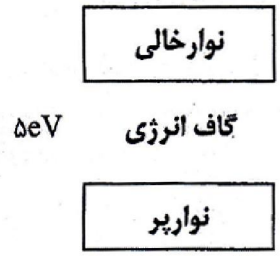
پرسش ۱۵

آ) دو روش برای افزایش تعداد حامل های باردر نیمرساناها را بنویسید .

ب) هریک از شکل های زیر ، ساختارنواری چه جسمی را نشان می دهد ؟



شکل (۱)



شکل (۲)

۹۰/۶/۲۱

پرسش ۱۶

آ) طبق نظریه ی نواری ، دو ویژگی برای ترازهای انرژی الکترون ها در جسم جامد را بنویسید .

ب) انرژی مورد نیاز الکترون برای انجام گذار بین ترازهای مختلف در یک جسم جامد ، از چه منابعی تامین می شود ؟

پ) نمودار ساختار نواری جسم جامد رسانا را رسم کنید .

۹۰/۱۰/۱۷

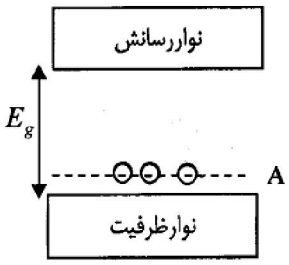
پرسش ۱۷

طرح مقابل براساس نظریه ی نواری جسم جامد رسم شده است :

الف) نام گذاری کامل این جسم چیست ؟

ب) تراز A چه نام دارد ؟

ج) E_g معرف پهنای چه ناحیه ای است و مقدار تقریبی آن چند الکترون ولت است ؟



۹۱/۳/۹

پرسش ۱۸

با توجه به ساختار نواری جسم نیمرسانا ، از داخل پرانتز گزینه ی درست را انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید :
الف) گاف انرژی بین نوار ظرفیت و نوار رسانش در حدود ($۵ev$ ، $۱ev$) است .
ب) با قرارگرفتن نیمرسانا درمیدان الکتریکی حفره های نوارظرفیت در (جهت – خلاف جهت) میدان حرکت می کنند.
ج) با افزایش دما ، مقاومت ویژه ی نیمرسانا (افزایش – کاهش) می یابد .

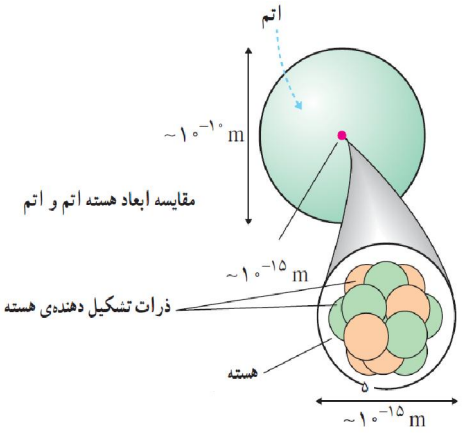
۹۱/۵/۲۵

پرسش ۱۹

علاوه بر ارتعاش‌های اتمی، سازوکار دیگری نیز در جسم جامد برای ایجاد مقاومت وجود دارد. توضیح دهید این سازوکار چه موقعی قابل تشخیص است و ناشی از چه عاملی است؟

۸۹/۳/۲

ساختار هسته اتم



چند سال پس از توجیه پدیده فوتو الکتریک توسط اینشتین ، رادرفورد با تابش ذره های آلفا به ورقه نازک طلا و بررسی انحراف آنها معلوم کرد ، اتم تقریباً از فضای تهی تشکیل شده و بیشتر جرم آن‌در بخش مرکزی به نام هسته بابار مثبت متمرکز شده است .بررسی های رادرفورد نشان داد که ابعاد هسته اتم در حدود $۱۰^{-۱۵}\text{m}$ (۱فمتو متر یا ۱ فرمی) و در حدود صدهزارمرتبه کوچکتر از ابعاد اتم ($۱۰^{-۱۰}\text{m}$) است .

☑ تعداد پروتونهای هسته را با Z نشان می‌هند و آن را عدد اتمی می‌نامند .
☑ تعداد نوترونهای هسته را با N نشان می‌هند و آن را عدد نوترونی می‌نامند .
☑ مجموع عدد اتمی و عدد نوترونی را عدد جرمی می‌نامند و با A نشان می‌دهند . $A=N+Z$

در فیزیک هسته‌ای هر هسته را با نماد شیمیایی مربوط به آن و A و Z به صورت مقابل نمایش می‌دهند : هسته اتم X = ${}^{A}_{Z}X$

☑ اتم های با تعداد پروتونهای معین و تعداد نوترونهای مختلف را ایزوتوپ (هم مکان) می‌نامند .
☑ ایزوتوپها خواص شیمیایی یکسان و خواص هسته‌ای کاملاً متفاوت هستند .

نیروی هسته‌ای: نیروی ربایشی است که ، اجزای هسته را با وجود همنام بودن بار الکتریکی پروتونها ، کنار هم نگه‌میدارد .

پرسش ۲۰

آیا ایزوتوپ ${}^{۵۶}_{۲۶}X$ را می‌توان با روش شیمیایی از ایزوتوپ ${}^{۵۷}_{۲۶}Y$ جدا کرد ؟ چرا ؟

تألیفی

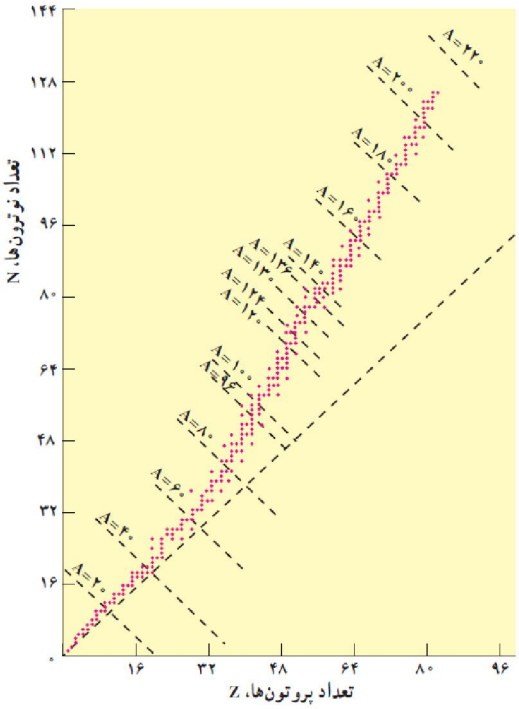
تفاوت نیروی هسته‌ای با نیروهای گرانشی و کولنی :

۱ – بسیار قوی تر از آنهاست و باوجود نیروی رانش شدید بین پروتونها ، آنها را کناریکدیگر نگه‌میدارد .

۲ – بر خلاف آنها کوتاه برد است ، زیرا در ابعاد اتمی اثری از آنها مشاهده نمی‌شود .

☑ از نظر نیروی هسته‌ای پروتون و نوترون تفاوتی ندارند و نام نوکلئون را برای هر دو آنها بکار می‌برند.

☑ هرنوکلئون فقط به نوکلئونهای مجاور خود نیرو وارد می‌کند .



عناصر فرا اورانیمی : عدد اتمی عناصر طبیعی موجود در طبیعت $1 \le Z \le 92$ است . عناصر با $Z > 92$ را بطور مصنوعی درآزمایشگاه تولید می‌کنند که به آنها عناصر فرا اورانیمی می‌گویند .

☑ همانطور که نمودار تغییرات N برحسب Z را در شکل مقابل مشاهده می‌کنید ، خط پایداری ایزوتوپها بر خط $N=Z$ منطبق است ، اما بازیاد شدن Z به تدریج از آن دور می‌شود .چون تعداد پروتونها ثابت است در حالیکه به تعداد نوترونها افزوده شده است .

☑ نوترون به ربایش هسته‌ای اضافه می‌کند بدون اینکه رانش کولنی داشته باشد .

انرژی بستگی هسته : اندازه گیری های دقیق نشان می‌دهد ، جرم هسته از مجموع جرم پروتونها و نوترونهای آن کمتر است . اینشتین نشان داد این اختلاف جرم به انرژی تبدیل می‌شود که به آن انرژی بستگی می‌گویند و با B نشان می‌دهند.

$\Delta M = ZM_P + NM_n - M_x$

Mp = جرم پروتون Mn = جرم نوترون

Mx = جرم هسته x ΔM = اختلاف جرم

$$B = \Delta Mc^2 = (ZM_P + NM_n - M_x)c^2$$

☑ هنگام تشکیل هسته x این انرژی آزاد می‌شود ، وبرای تجزیه هسته به اجزای تشکیل دهنده‌اش باید این انرژی را مصرف کرد.

c = سرعت نور در خلاء $= 3\times10^8\ m/s$

نام ذره	بار(کولن)	جرم (Kg)	شعاع (فمتو)
الکترون	$-1/6\times10^{-19}=-e$	$9/1\times10^{-31}=Me$	غیرقابل اندازه‌گیری با وسایل موجود
پروتون	$1/6\times10^{-19}=+e$	$1/67\times10^{-27}=Mp$	۱/۲
نوترون	صفر	$1/68\times10^{-27}=Mn$	۱/۲

یکای جرم اتمی (u) : چون واحد Kg برای محاسبات فیزیک هسته‌ای واحد بزرگی محسوب می‌شود از یکای جرم اتمی استفاده می‌شود که : «برابر است با $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن ۱۲» . بر حسب این یکا $Mp = 1/007276u$ و $Mn = 1/008665u$ است .

☑ یکای جرم اتمی بر حسب Kg برابر است با : $1\ u = 1/66\times10^{-27}\ Kg$

سوال : آگر $1\,u$ تبدیل به انرژی شود چند eV انرژی تولید می‌کند ؟

$$E = 1u \times c^2$$

$$E = 1/66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 1/5 \times 10^{-10}\,J$$

انرژی معادل $1u$ $\leftarrow$ $E = 931/5\,MeV$ $\Rightarrow$ $1J = 6/25 \times 10^{18}\,eV = 6/25 \times 10^{12}\,MeV$

☑ برای محاسبه انرژی آزاد شده در فرایندهای هسته‌ای کافی است ، اختلاف جرم دو طرف واکنش بر حسب u را ، در ۹۳۱/۵ ضرب کنیم تا انرژی برحسب MeV بدست آید .

☑ در فرایندهای هسته‌ای اصل بقای جرم و انرژی به تنهایی برقرار نیستند ، بلکه مجموع جرم و انرژی در بر هم کنش پایسته می‌ماند .

تراز‌های انرژی هسته : اختلاف ترازهای انرژی د رهسته نیز کوانتومی است .

☑ اختلاف انرژی تراز های الکترون در حدود چند eV است .

☑ اختلاف انرژی تراز های نوکلئون ها درهسته های سبک حدود MeV است .

☑ اختلاف انرژی تراز های نوکلئون ها درهسته های سنگین حدود keV است . (؟)

☑ هسته‌ها نیز می‌توانند با جذب انرژی از حالت پایه به حالت برانگیخته روند .

☑ هسته‌های برآنگیخته نیز می‌توانند با گسیل فوتون به حالت پایه روند .

پرسش ۲۱

اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌ها در هسته‌های سبک حدود ..... الکترون ولت و در هسته‌های سنگین حدود ..... الکترون ولت است .

پرسش ۲۲

هسته‌ی دوتریم از یک پروتون و یک نوترون تشکیل شده است. جرم اتمی دوتریم (^2H) برابر $2/014102\,U$ است: $(m_n = 1/008665\,U$ و $m_p = 1/007276\,U$ و $m_e = 0/000549\,U)$

الف) جرم هسته‌ی دوتریم را بر حسب یکای U به دست آورید.

ب) انرژی بستگی این هسته را بر حسب Mev محاسبه کنید.

۸۹/۴/۶

پرسش ۲۳

انرژی بستگی هسته‌ی $^{56}_{26}Fe$ را بر حسب ژول محاسبه کنید.

$(M_{Fe} = 9/29 \times 10^{-26}\,kg\ ,\ M_p = 1/67 \times 10^{-27}\,Kg\ ,\ M_n = 1/68 \times 10^{-27}\,kg\ ,\ c = 3 \times 10^8\,\frac{m}{s})$

۸۶/۲/۲۷

پرسش ۲۴

هسته‌ی دو تریوم ، یک پروتون و یک نوترون دارد و جرم آن برابر $۳/۳۴\times۱۰^{-۲۷}\ kg$ است. انرژی بستگی این هسته را بر حسب مگا الکترون ولت محاسبه کنید. $M_p = ۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}\ kg$, $M_n = ۱/۶۸\times۱۰^{-۲۷} kg$

$(\frac{۱}{e} = ۶/۲۵\times۱۰^{۱۸}$, $c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s})$

۸۶/۲/۲۷

پرسش ۲۵

انرژی بستگی هسته ی هلیم (${}^{۴}_{۲}He$) را به دست آورید .

$M_{He} = ۶/۶\times۱۰^{-۲۷}\ Kg$ ، $M_n = ۱/۶۸\times۱۰^{-۲۷}\ Kg$ ، $M_P = ۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}\ Kg$ ، $C = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$

۸۸/۶/۱۷

پرتوزایی : هسته‌های ناپایدار با گذشت زمان واپاشیده و به هسته‌های سبک تبدیل می‌شوند . این واپاشی همراه با گسیل پرتواست.این خاصیت هسته‌ها را پرتوزایی ، و هسته‌های ناپایدار و هسته‌های برانگیخته را که توانایی گسیل پرتوها را دارند هسته‌های پرتوزا می‌نامند .

الف) واپاشی آلفا زا : در این نوع واپاشی هسته ذره α یعنی هسته هلیوم را گسیل می‌کند و به هسته جدید تبدیل می‌شود :

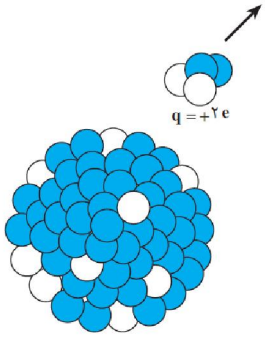
$$\boxed{{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}He}$$

ذره ${}^{۴}_{۲}He = \alpha$　　هسته X = هسته مادر　　هسته Y = هسته دختر

☑ این واپاشی با آزاد شدن انرژی همراه است .

☑ ذره‌های α سنگین و دارای دو بارمثبت هستند .

☑ برد ذره‌های α کوتاه است وبه سرعت جذب محیط می‌شوند .



الف ــ گسیل پرتوی α

ب) واپاشی بتا زا : در این نوع واپاشی هسته ناپایدار با گسیل الکترون یا پوزیترون (ذره‌ای به جرم الکترون و بارمثبت) به هسته جدیدی تبدیل می‌شود .

۱ – در فرایند واپاشی بتازا با گسیل الکترون ، یک نوترون در هسته به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود .

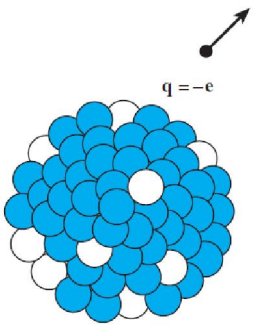
$$\boxed{{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+۱}Y + {}^{۰}_{-۱}e^{-}}$$

☑ عدد اتمی هسته جدید یک واحد بیشتر است .

۲ – در فرایند واپاشی بتازا با گسیل پوزیترون ، یک پروتون در هسته به نوترون و پوزیترون تبدیل می‌شود .

$$\boxed{{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-۱}Y + {}^{۰}_{+۱}e^{+}}$$

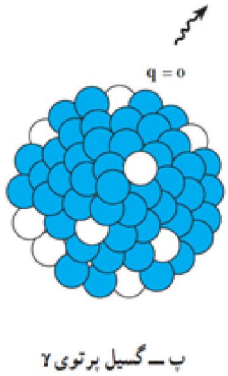
☑ عدد اتمی هسته جدید یک واحد کمتر است .



ب ــ گسیل پرتوی β

پ) واپاشی گاما زا : در این نوع واپاشی هسته ناپایدار با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می‌رسد و هسته جدیدی بوجود نمی‌آید :

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



پ ــ گسیل پرتوی γ

☑ اغلب هسته ها پس از واپاشی آلفا و بتا برانگیخته هستند و با واپاشی گاما به حالت پایه می‌رسند .
☑ پرتو گاما همان ویژگیهای پرتو X را دارد ولی پرانرژی تری دارندو بیشتردر ماده نفوذ می‌کنند .

ثابت واپاشی (λ) : احتمال واپاشی یک هسته پرتوزا در یک ثانیه با ثابت واپاشی (λ) مشخص می‌شود که ، فقط تابع نوع هسته است و عوامل خارجی مانند دما ، فشار ، یا میدان های الکتریکی و مغناطیسی تاثیری برآن ندارند.

پرسش ۲۶ — ۸۳/۲/۲۷

الف) انرژی بستگی هسته را توضیح دهید.

ب) واکنش های زیر را کامل کنید :

$${}^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \longrightarrow \beta + \cdots\cdots$$

$${}^{۲۳۸}_{۹۲}U \longrightarrow \alpha + \cdots\cdots$$

$${}^{۹۹}_{۴۳}T^{*} \longrightarrow \gamma + \cdots\cdots$$

پرسش ۲۷ — ۸۳/٤/۳

الف) پروتاکتنیوم ${}^{۲۳۴}_{۹۱}Pa$ **پرتوی گامای پر انرژی گسیل می کند. رابطه‌ی واکنش آن را بنویسید.**

ب) رابطه‌ی واکنش آلفا زا (گسیل ذره‌ی آلفا) را بنویسید.

پرسش ۲۸ — ۸۶/٤/٤

الف) واکنش هسته ای زیر را کامل کنید.

$${}^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow \cdots\cdots + {}^{۲۳۴}_{۹۰}Th$$

ب) اگر جرم هسته ی ${}^{۲۳۸}_{۹۲}U$ **برابر** $۳/۹۵\times۱۰^{-۲۵}\ Kg$ **باشد ، انرژی بستگی این هسته را بر حسب مگاالکترون ولت محاسبه کنید.** $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}\ ،\ M_n = ۱/۶۸\times۱۰^{-۲۷}\ kg\ ،\ M_p = ۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}\ kg)$

پرسش ۲۹ — ۸۸/۶/۱۷

در واپاشی هسته ی اورانیوم $^{238}_{92}U$ سه ذره ی آلفا گسیل می شود . معادله ی وا پا شی آن را نوشته و تعداد نوکلئون ها ی هسته ی باقیمانده را محا سبه کنید .

پرسش ۳۰ — ۸۹/۳/۲

الف) دو ویژگی مهم نیروهای هسته‌ای را بنویسید.

ب) در واپاشی آلفازا هسته‌ی اتم چه تغییری می کند؟

پرسش ۳۱ — ۸۹/۶/۲۵

جاهای خالی را در واکنش‌های هسته‌ای زیر، پر کنید:

الف) $^{231}_{91}\mathrm{Pa} \rightarrow \cdots + {}^{227}_{89}\mathrm{Ac}$

ب) $^{240}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{\cdots}_{93}\mathrm{Np}$

ج) $^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{\cdots}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{91}_{\cdots}\mathrm{Kr} + 3({}^{1}_{0}\mathrm{n})$

پرسش ۳۲ — ۸۹/۱۰/۲۲

الف) هنگامی که از ایزوتوپی پرتو γ (گاما) گسیل می شود. چه تغییری در هسته‌ی اتم رخ می دهد؟ رابطه‌ی مربوط را بنویسید.

ب) دو مزیت استفاده از انرژی هسته ای را بنویسید.

پرسش ۳۳ — ۹۰/۶/۲۱

آ) ترازهای انرژی نوکلئون های هسته چه شباهت و چه تفاوتی با ترازهای انرژی الکترون ها دراتم دارند ؟

ب) واکنش های هسته ای زیر را کامل کنید . (درصورت ندانستن نام هسته از نماد $^{A}_{Z}\mathrm{X}$ استفاده کنید .)

۱) $^{74}_{33}\mathrm{As} \rightarrow {}^{74}_{34}\mathrm{Se} + \ldots\ldots$

۲) $^{210}_{84}\mathrm{Po}^{*} \rightarrow \ldots\ldots + \gamma$

۳) $^{131}_{91}\mathrm{Pa} \rightarrow \ldots\ldots + \alpha$

پرسش ۳۴

آ) دو ویژگی نیروی هسته ای رابنویسید .

ب) هنگامی که ازایزوتوپی پرتوی γ (گاما) گسیل می شود، چه تغییری درهسته رخ می دهد ؟ رابطه ی این فرآیند را بنویسید .

۹۰/۱۰/۱۷

پرسش ۳۵

در هر یک از واکنش های هسته ای زیر ، جاهای خالی را کامل کنید : (هسته ی نامشخص را با x نشان دهید .)

الف) $^{231}_{91}pa \rightarrow .....+^{4}_{2}\alpha$

ب) $^{27}_{13}Al \rightarrow {}^{27}_{14}si + ...$

ج) $^{238}_{92}U^{*} \rightarrow {}^{238}_{92}U + ...$

۹۱/۳/۹

پرسش ۳۶

هنگامی که از ایزوتوپی یک ذره ی α گسیل می شود ، چه تغییری در هسته رخ می دهد ؟ رابطه ی مربوط به این گسیل را بنویسید .

۹۱/۵/۲۵

پرسش ۳۷

واکنش های زیر را تکمیل کنید :

الف) $^{۲۳۸}_{۹۲}\mathrm{U} \rightarrow {}^{۲۳٤}_{۹۰}\mathrm{Th} +$

ب) $^{۳۲}_{۱۵}\mathrm{P} \rightarrow {}^{۳۲}_{۱۶}\mathrm{S} +$

ج) $^{۳۱}_{۱٤}\mathrm{Si} \rightarrow {}^{۳۱}_{۱۵}\mathrm{P} +$

د) $^{۲٤}_{۱۱}\mathrm{X} \rightarrow \beta^{-} +$

ه) $^{۶}_{۳}\mathrm{Li} + ... \rightarrow {}^{۳}_{۱}\mathrm{H} + {}^{٤}_{۲}\mathrm{He}$

و) $^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A-۱۲}_{Z} +$

پرسش ۳۸

عنصر رادیو اکتیو $^{۲۲۶}_{۸۸}\mathrm{Ra}$ ضمن تابش ذرت آلفا و بتا به عنصرپایدار $^{۲۰۶}_{۸۲}\mathrm{Pb}$ تبدیل می‌شود در این تبدیل چند ذره آلفا و چند ذره بتا تشکیل می‌شود؟

پرسش ۳۹

عنصر رادیو اکتیو $^{۲۳۷}_{۹۳}\mathrm{Np}$ ضمن تابش ذرت آلفا و بتا به عنصرپایدار $^{۲۰۹}_{۸۳}\mathrm{Bi}$ تبدیل می‌شود در این تبدیل چند ذره آلفا و چند ذره بتا تشکیل می‌شود؟

پرسش ۴۰

عنصر رادیو اکتیو U^{238}_{92} با تابش‌های متوالی ۸ ذره آلفا و ۶ ذره بتا به سرب (pb^{A}_{Z}) تبدیل می‌شود A و Z را مشخص کنید .

نیمه عمر($T_{\frac{1}{2}}$): مدت زمانی است که طول می‌کشد تا ، تعداد هسته‌های پرتو زا موجود در یک نمونه به نصف برسد . سرعت واپاشی یک ایزوتوپ را با نیمه عمر مشخص می‌کنند .

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \qquad m = \frac{m_o}{2^n}$$

m_o = جرم ماده اولیه m = جرم ماده باقی مانده t = مدت زمان سپری شده n =تعداد نیمه عمرها

پرسش ۴۱

در مدت زمان ۱۱۲ روز ، $\frac{15}{16}$ اتم های فعال موجود در یک ماده‌ی رادیواکتیو متلاشی شده و به عنصر دیگری تبدیل شده اند، نیمه عمر این ماده‌ی رادیواکتیو چند روز است ؟

۸۳/۲/۲۷

پرسش ۴۲

نیمه عمریک ماده‌ی رادیو اکتیو ۱۰ ساعت است، پس از ۳۰ ساعت چه کسری از هسته های فعال آن ، فعال باقی خواهد ماند؟

۸۳/۴/۳

پرسش ۴۳

الف) دو ویژگی مهم نیروی هسته ای را نام ببرید.

ب) کبالت ۶۰ ، **دارای نیم عمر** ۵/۲۵ سال است. پس از چند سال $\frac{127}{128}$ هسته های کبالت اولیه واپاشیده شده است ؟

۸۶/۲/۲۷

پرسش ۴۴

الف) در واپاشی همراه با گسیل **ذره‌ی آلفا** هسته‌ی اتم چه تغییری می کند؟

ب) نیم عمر یک ماده‌ی پرتوزا (رادیو اکتیو) ۶۰ دقیقه است . پس از گذشت چهار ساعت، چه کسری از هسته های آن در نمونه‌ی **اولیه فعال** باقی می ماند؟

۸۶/۲/۲۷

پرسش ۴۵

الف) هسته ی یک اتم ، **چگونه** برانگیخته می شود و **چگونه** به حالت پایه باز می گردد ؟

ب) اگر در یک ماده ی پرتوزا (رادیواکتیو) بعد از گذشت ۱۲/۵ ساعت ، $\frac{۱}{۳۲}$ هسته ها در نمونه ی اولیه باقی بمانند ، **نیم عمر** این ماده چند دقیقه است ؟

۸۶/۴/۴

پرسش ۴۶

نیم عمر یک ماده ی رادیو اکتیو ۲۰ ساعت است . پس از گذشت ۶۰ ساعت چه کسری بر حسب جرم اوّلیه از هسته های فعال آن فعال باقی می ماند .

۸۸/۶/۱۷

پرسش ۴۷

نیم عمر یک ماده رادیواکتیو ۸ روز است پس از چه مدت ۱۲/۵ درصد هسته‌ها دست نخورده باقی می‌مانند؟

۸۹/۳/۲

پرسش ۴۸

الف) معمولاً هر چه هسته‌ها سنگین‌تر باشند،پایداری آن‌ها کم‌تر است. علت را بنویسید.

ب) نیمه عمر یک ایزوتوپ پرتوزا، ۳۰ دقیقه است. پس از یک ساعت چند درصد از هسته‌های یک نمونه‌ی موجود، دچار تلاشی می‌شوند؟

۸۹/۶/۲۵

پرسش ۴۹ — **نیمه عمر یک ماده‌ی پرتوزا ۱۰ روز است. پس از چه مدت $\frac{۱}{۳۲}$ هسته های این ماده به صورت فعال باقی می مانند؟** — ۸۹/۱۰/۲۲

پرسش ۵۰ — **نیمه عمر عنصر تالیوم که درعکسبرداری از قلب به کار می رود ، ۸ ساعت است . پس از گذشت چند ساعت $\frac{۱}{۱۶}$ هسته های پرتوزا ، هم چنان فعال باقی می مانند؟** — ۹۰/۲/۲۶

پرسش ۵۱ — **نیمه عمریک عنصررادیواکتیو ۸ شبانه روز است . پس ازگذشت چند شبانه روز $\frac{۱۵}{۱۶}$ آن تجزیه خواهد شد ؟** — ۹۰/۶/۲۱

پرسش ۵۲ — **تعداد هسته های فعال اولیه ی یک عنصر پرتوزا ۱۲۸×۱۰^{۸} و نیمه عمرآن ۵ روز است . پس ازچند روز تعداد ۱۲۶×۱۰^{۸} از هسته ی این ماده واپاشیده می شود ؟** — ۹۰/۱۰/۱۷

پرسش ۵۳ — **نیمه عمر یک عنصر رادیو اکتیو ۵ روز است . اگردر مدت ۲۰ روز ، ۶ گرم از ماده ی اولیه باقی بماند ، جرم اولیه ی این عنصر چندگرم است ؟** — ۹۱/۳/۹

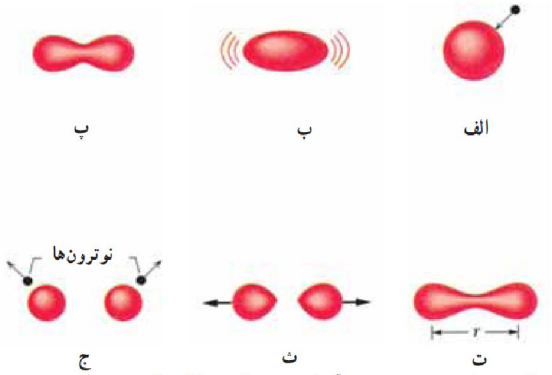
پرسش ۵۴ — **کبالت دارای نیمه عمر ۵/۲۵ سال است . پس از ۲۱ سال چه کسری از هسته های آن دست نخورده باقی می ماند؟** — ۹۱/۵/۲۵

شکافت هسته‌ای : یک واکنش هسته‌ای است که طی آن یک هسته سنگین به هسته‌های کوچکتر شکسته می‌شود .

شکافت هسته‌ای اورانیم : در هسته اورانیم با اندک اختلالی ، غلبه نیروی هسته‌ای بر نیروی کولنی از بین می‌رود یعنی با جذب یک نوترون نیروهای کولنی باعث تغییر شکل هسته اورانیم می‌شوند و آنرا به دو بخش تقسیم می‌کنند .

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{91}_{36}Kr + ^{142}_{56}Ba + 3(^{1}_{0}n)$$

توجه کنید یک نوترون ، سه نوترون دیگر آزاد می‌کند و چون بارالکتریکی ندارند بدون رانش هسته جذب آن می‌شوند و باعث شکافت سه هسته دیگر می‌شوندو ... این واکنش را **واکنش زنجیره‌ای** می‌نامند .



تغییر شکل هسته‌ای وقتی به وجود می‌آید که نیروی دافعه‌ی الکتریکی بر نیروی جاذبه‌ی هسته‌ای غلبه کند(شکل ت)، که در این صورت شکافت صورت می‌گیرد.

پرسش ۵۵

چرا واکنش زنجیره‌ای به طور طبیعی در معدن رخ نمی‌دهد ؟

جواب: چون فقط ۰/۷۲ درصد اورانیم طبیعی را اورانیم ۲۳۵ تشکیل میدهد . بقیه آن اورانیم ۲۳۸ است که با جذب نوترون شکافته نمی‌شود تا واکنش زنجیره‌ای رخ دهد .

پرسش ۵۶

علت ناپایداری پاره‌های شکافت چیست ؟

جواب: چون آنها برای پایداری نیاز به کاهش نسبت نوترونها به پروتونها دارند ، که با واپاشی های پرتو زا این کار را انجام می‌دهند و نیمه عمر کمی دارند .

جرم بحرانی : جرمی است که برای آن هرشکافت به طور میانگین شکافت دیگری را بوجود می‌آورد .

جرم زیربحرانی : جرمی است که در آن واکنش زنجیره‌ای ادامه نمی‌یابد .

جرم فوق بحرانی : جرمی است که آن واکنش زنجیره‌ای به صورت انفجاری رشد می‌کند .

پرسش ۵۷

الف) جرم بحرانی (در شکافت هسته) را تعریف کنید.

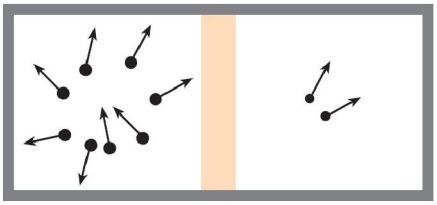
ب) در کدام واپاشی ، نوع هسته تغییر نمی کند ؟ معادله ی این واپاشی را بنویسید .

۹۰/۲/۲۶

غنی سازی اورانیم : بالا بردن مصنوعی فراوانی اورانیم ۲۳۵ را غنی سازی اورانیم می‌نامند . این جداسازی براساس تفاوت جرم دو ایزوتوپ انجام می‌گیرد .

پرسش ۵۸ در غنی سازی اورانیم جدا سازی ایزوتوپ‌ها بر اساس اختلاف ..... آنها صورت می‌گیرد .

استفاده از فرآیند پخش در غنی سازی اورانیم : اورانیم در ترکیب با فلوئور به صورت گاز هگزا فلورید اورانیم (UF_6)در می‌آید . و در دمای مساوی ایزوتوپ ۲۳۵ ، سرعت بیشتر از ایزوتوپ ۲۳۸ دارد و با آهنگ بیشتری از غشایی نازک عبور می‌کند . با تکرار زیاد مرحله به مرحله این روش غنای آورانیم ۲۳۵ را بالا می‌برند .



استفاده از روش سانتریفوژی در غنی سازی اورانیم : گاز هگزا فلورید اورانیم (UF_6)را در یک استوانه با سرعت بسیار زیاد ، ۱۵۰۰ کیلومتر در ثانیه (تقریباً ۶۰۰۰۰دور در دقیقه) می‌چرخانند و ایزوتوپ سبک ۲۳۵ را ، مانند شیر در جداکننده های لبنیات ، از مرکز استخراج می‌کنند .

راکتور شکافت هسته‌ای : اگر بتوانیم نوترونهای آزاد شده در شکافت هسته‌ای را ، با قرار دادن یک لایه بین قطعات اورانیم ، کندکنیم ، احتمال جذب نوترونهای حاصل و واکنش زنجیره ای را را بالا برده ایم . که برای اینکار ، از گرافیت نیز به عنوان کند کننده نوترون استفاده می‌کنند . کل این دستگاه را راکتور می‌نامند . از اجزا اصلی راکتور میتوان از کند کننده و میله های کنترل و شاره‌ای که برای خروج گرما استفاده می‌شود نام برد . میله های کنترل که معمولاً از کادمیم یا بور ساخته می‌شود که مواد جذب کننده نوترون می‌باشند .

انرژی هسته‌ای : : یعنی استفاده از انرژی حاصل از شکافت هسته‌ای در راکتورها برای بجوش آوردن آب ، و تبدیل آن به انرژی الکتریکی . یک کیلو اورانیم در راکتور ، برابر ۳۰ کامین ذغال سنگ انرژی تولید می‌کند .

مزیت‌های استفاده از انرژی هسته‌ای :

۱ – توانایی تولید الکتریسیته فراوان با مقدار کمی اورانیم

۲ – حفظ میلیاردها تن زغال سنگ و نفت و گاز طبیعی ، که عملاً تبدیل به دود و گرما می‌شوند.

۳ – جلوگیری از تولید میلیون ها تن گاز سمی و دی اکسید کربن ، که وارد جو زمین می‌شوند و باعث گرم شدن زمین می‌شوند .

پرسش ۵۹ **الف) غنی سازی اورانیوم با روش سانتریفوژ گازی را توضیح دهید.**

ب) یک مورد مزیت و یک مورد ضعف برای انرژی ناشی از شکافت هسته ای را بنویسید.

۸۹/٤/٦

هاشمی