برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی دی مقابل در تلگرام پیام بدهید : @ng2015

ردیف — سوالات با پاسخ

۱ موضوع فیزیک هسته ای چیست؟
فیزیک هسته ای، شاخه ای از فیزیک است که در آن با ساختار، برهم کنش ها و واپاشی هسته های اتمی سرو کار داریم.

۲ منظور از نوکلئون چیست؟
نوکلئون (به معنای هستک یا هسته‌ی کوچک) مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته می‌باشد.

۳ عدد اتمی و عدد نوترونی و عدد جرمی را تعریف کنید
عدد اتمی: تعداد پروتون‌های هسته‌ی هر اتم را عدد اتمی آن اتم می‌گویند و با علامت Z نمایش می‌دهیم.
عدد نوترونی: تعداد نوترون‌های هسته هر اتم را عدد نوترونی گویند و با نماد N نمایش می‌دهیم
مجموع تعداد کل پروتونها و نوترونها را عدد جرمی (A) می نامند.
برای یک عنصر با نماد شیمیایی X، نماد هسته به صورت زیر نشان داده می شود

$$\underbrace{A}_{\text{تعداد پروتون ها و نوترون ها (عدد جرمی)}} = \underbrace{Z}_{\text{تعداد پروتون ها (عدد اتمی)}} + \underbrace{N}_{\text{تعداد نوترون ها (عدد نوترونی)}}$$

برای یک عنصر با نماد شیمیایی X، نماد هسته به صورت زیر نشان داده می شود :

$$^{A}_{Z}X_{N}$$

عدد جرمی←A ، نماد عنصر← X ، عدد اتمی←Z ، N← عدد نوترونی

۴ ایزوتوپ چیست؟
ویژگی های هسته را تعداد پروتون ها و نوترون های آن تعیین می کند. خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون های هسته (عدد اتمی) تعیین می کند. به همین سبب هسته هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسانی دارند، در نتیجه این هسته ها در جدول تناوبی عناصر هم مکان هستند و بنابراین ایزوتوپ (هم مکان) نامیده می شوند.

۵۶ نیروی هسته ای را شرح دهید و ویژگی های آن را بنویسید.
با توجه به پایداری بسیاری از هسته هایی که در طبیعت وجود دارند روشن است که نوعی نیروی جاذبه باید اجزای هسته را کنار هم نگه دارد. از طرفی، جاذبه حاصل از نیروی گرانشی بین نوکلئونها، چنان ضعیف است که نمی تواند با نیروی الکتروستاتیکی رانشی مقابله کند. این موضوع وجود نیروی جدیدی بین نوکلئون ها را مطرح کرد که به آن **نیروی هسته ای** گفته می شود.
برخی از ویژگی‌های این نیرو عبارتند از:
۱- نیروی هسته‌ای بین دو پرتون، دو نوترون و یک پروتون و یک نوترون وجود دارد.
۲- گستره‌ی تأثیر این نیرو کم و در حدود ابعاد هسته، حدود 10^{-15}m است و کوتاه بردند.
۳- این نیرو نتیجه برهم کنش جرم‌ها ویا بارها نمی‌باشند بلکه به عنوان یکی از انواع نیروهای اصلی از جهان هسته‌به شمار می‌روند.
۴- وقتی فاصله‌ی بین دو نوکلئون در حدود 2×10^{-15}m باشد این نیرو بسیار قوی است و اگر این فاصله از این بیشتر شود این نیرو از بین می‌رود.
۵- اگر فاصله‌ی بین دو نوکلئون از 10^{-15}m کم‌تر شود این نیرو از نوع رانشی می‌شود.
نیروی هسته ای، کوتاه بُرد است و تنها در فاصله ای کوچک تر از ابعاد هسته اثر می کند (شکل زیر) افزون بر این، نیروی هسته ای مستقل از بار الکتریکی

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی دی مقابل در تلگرام پیام بدهید : @ng2015

است، یعنی نیروی ربایشی هسته ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون، یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. به همین دلیل از منظر نیروی هسته ای، تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و دلیل نام گذاری آنها با نام عام نوکلئون نیز همین است

۷ برای پایداری هسته چه شرایطی لازم است؟
برای پایداری هسته، باید نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون ها با نیروی جاذبه بین نوکلئون ها که ناشی از نیروی هسته ای است، موازنه شده باشد. ولی به دلیل بلند بُرد بودن نیروی الکتروستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون های دیگر درون هسته را دفع می کند، در حالی که یک پروتون با یک نوترون فقط نزدیک ترین نوکلئون های مجاور خود را با نیروی هسته ای جذب می کند. به همین دلیل وقتی تعداد پروتون های درون هسته افزایش یابد، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون های درون هسته نیز افزایش یابد

۸ انرژی بستگی هسته را تعریف کنید و چگونه قابل محاسبه است؟
برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته انرژی لازم است. انرژی لازم برای این منظور، انرژی بستگی هسته ای نامیده می شود.
اندازه گیری های دقیق نشان داده است که جرم هسته از مجموع جرم پروتونها و نوترونهای تشکیل دهنده اش اندکی کمتر است. اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم هسته گفته می شود مطابق رابطه معروف اینشتین ($E=mc^2$) در مربع تندی نور (c^2) ضرب کنیم انرژی بستگی هسته ای به دست می آید.

۹ دو نکته در مورد انرژی نوکلئون های وابسته به هسته بنویسید.
۱- انرژی نوکلئون های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون های وابسته به اتم، کوانتیده اند و نوکلئون های درون هسته نمی توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند. همچنین، همان طور که الکترونهای اتم می توانند با جذب انرژی از تراز پایه به تراز برانگیخته بروند. ۲- نو کلئون ها نیز می توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه هسته برانگیخته شود.

۱۰ پرتوزایی طبیعی را تعریف کنید
وقتی یک هسته ناپایدار یا پرتوزا به طور طبیعی (یا اصطلاحا خود به خود) واپاشی می کند، نوع معینی از ذرات یا فوتونهای پر انرژی آزاد می شوند. این فرایند واپاشی، **پرتوزایی طبیعی** نامیده می شود.

۱۱ پرتو زایی طبیعی چند نوعند و ویژگی هر یک را بنویسید
در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می شود : پرتوهای آلفا (α). پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ). پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز ($\approx 0/01mm$) متوقف می شوند، در حالی که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را ($\approx 0/1mm$) در سرب نفوذ می کنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می توانند از ورقه ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه ای ($\approx 100mm$) بگذرند. در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون ها در طی فرایند واپاشی هسته ای پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون ها پیش از فرایند با تعداد نوکلئون ها پس از فرایند مساوی است.

۱۲ در فرآیند های واپاشی پرتورا چه قاعده‌ای وجود دارد؟
در تمام واپاشی‌های زیر دو قاعده‌اساسی حاکم بر آن‌ها می‌باشد که عبارتند از:
۱- قانون پایستگی بار الکتریکی:مجموع عدد اتمی دو طرف واکنش هسته‌ای باید برابر باشد(یا بار الکتریکی پایسته است).
۲- قانون پایستگی عدد جرمی دو طرف واکنش هسته‌ای برابرند(یا عدد جرمی A پایسته است).

۱۳ واپاشی α را توضیح دهید و رابطهٔ آن را بنویسید

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی دی مقابل در تلگرام پیام بدهید : @ng2015

واپاشی α : در این نوع واپاشی که در هسته های سنگین صورت می گیرد. هسته $^{A}_{Z}X$ با گسیل ذره آلفا وا می پاشد. شواهد تجربی نشان می دهند که پرتوهای ، ذرات باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیم ($^{4}_{2}He$) هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده اند. وا پاشی α با رابطه زیر بیان می

(واپاشی α) $$^{A}_{Z}X \to ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$$

در این رابطه X هستهٔ مادر و Y هستهٔ دختر نامیده می شود،

۱۴ کاربرد واپاشی آلفا در آشکارسازهای دود را بنویسید.
یکی از کاربردهای گستردهٔ واپاشی α در آشکارسازهای دود است (شکل الف). شکل ب مدار و بخش اصلی یک آشکارساز دود را نشان می دهد. دو صفحه کوچک و موازی فلزی به فاصله حدود یک سانتی متر از یکدیگر قرار داده می شوند. مقدار اندکی مادهٔ پرتوزا را که ذرات α گسیل می کند در وسط یکی از صفحه ها می گذارند. ذرات α با مولکول های هوای بین دو صفحه برخورد می کنند، مولکول های هوا یونیده می شوند و یون های مثبت و منفی به وجود می آیند. ولتاز باتری باعث می شود یک صفحه مثبت و صفحه دیگر منفی باشد، به طوری که هر صفحه یون های با بار مخالف را جذب می کند. در نتیجه در مدار متصل به صفحه ها جریانی به وجود می آید. وجود ذرات دود میان صفحه ها جریان را کاهش می دهد زیرا یون هایی که به ذرات دود برخورد می کنند معمولا ختنی می شوند. افت جریان که ذرات دود باعث آن می شود هشدار دهنده ای را به کار می اندازد .

۱۵ واپاشی β^- را توضیح دهید و رابطهٔ آن را بنویسید
واپاشی بتا، نخستین مورد پرتوزایی بود که در سال های پایانی سدهٔ نوزدهم، توسط هانری بکرل مشاهده شد. این واپاشی، متداول ترین نوع واپاشی در هسته هاست و ذرات گسیل شده در این واپاشی را ذرات بتا می نامند. بررسی های بعدی نشان داد که این ذرات الکترون‌اند و به همین دلیل، این واپاشی را واپاشی β^- نامیدند. الکترون گسیل شده در این واپاشی، در هستهٔ مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به وجود می آید که نوترونی درون هسته، به پروتون و الکترون تبدیل شود. فرایند واپاشی β^- را با رابطه زیر بیان می کنند:

(واپاشی β^-) $$^{A}_{Z}X \to ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e^-$$

۱۶ واپاشی β^+ را توضیح دهید و رابطهٔ آن را بنویسید
در نوعی دیگر از فرایند واپاشی بتا، ذرهٔ گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد ولی به جای بار به e- حامل بار e+ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می گویند و با β^+ یا e^+ نمایش داده می شود. در واقع آنچه در این واپاشی رخ می دهد این است که یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می شود و سپس این پوزیترون از هسته گسیل می شود. فرایند واپاشی β^+ با رابطه زیر بیان می شود.

(واپاشی β^+) $$^{A}_{Z}X \to ^{A}_{Z-1}Y + ^{0}_{1}e^+$$

۱۷ واپاشی γ را توضیح دهید و رابطهٔ آن را بنویسید
اغلب هسته ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می گیرند و با گسیل فوتونهای پر انرژی (پرتو گاما) به حالت پایه می رسند. در این فرایند، A و Z تغییر نمی کنند؛ بلکه هسته برانگیخته که با علامت * مشخص شده است، با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می رسد، وا پاشی با رابطه زیر بیان می شود.

(واپاشی γ) $$^{A}_{Z}X^* \to ^{A}_{Z}Y + \gamma$$

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی دی مقابل در تلگرام پیام بدهید : @ng2015

۱۸ نیمه عمر را تعریف کنید
نیمه عمر، مدت زمانی است که طول می کشد تا تعداد هسته های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند

-۱۹ رابطه تعداد هسته های پرتوزای باقی مانده را بنویسید
اگر تعداد هسته های مادر اولیه در یک نمونهٔ پرتوزا N_o باشد، پس از گذشت زمان t ، تعداد هسته های پرتوزای باقی مانده از رابطه زیر به دست می آید :

(تعداد هسته‌های پرتوزای باقی مانده) $$N = N_o(\frac{1}{2})^n$$

که در آن n از رابطه $n=\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ بدست می‌آید.

۲۰ شکافت هسته ای را تعریف کنید
فرایند تقسیم شدن یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر، شکافت هسته ای نامیده شود

۲۱ یک واکنش هسته ای برای اورانیم را بنویسید.
یکی از این واکنش های ممکن شکافت را نشان می دهد که در آن هستهٔ اورانیم $^{235}_{92}U$ پس از جذب نوترون و تبدیل به ایزوتوپ ناپایدار $^{236}_{92}U^*$ ، به هسته های باریم $^{141}_{56}Ba$ و کریپتون $^{92}_{36}Kr$ تقسیم شده است. واکنش وقتی شروع می شود که تو رونی کُند (با انرژی جنبشی در حدود 0/04 eV) توسط هسته $^{235}_{92}U$ جذب و هسته مرکب $^{236}_{92}U^*$ ایجاد شود. این هسته مرکب در کمتر از $10^{-12}s$ و مطابق واکنش زیر وا پاشیده می شود:

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \to \underbrace{^{236}_{92}U^*}_{\text{هستهٔ مرکّب (ناپایدار)}} \to \underbrace{^{141}_{56}Ba}_{\text{باریم}} + \underbrace{^{92}_{36}Kr}_{\text{کریپتون}} + \underbrace{3\,^{1}_{0}n}_{\text{سه نوترون}}$$

۲۲ شکافت هسته‌ای اورانیم را شرح دهید
وقتی نوترونی با هسته اورانیم ۲۳۵ برخورد کند و جذب شود، هستهٔ اورانیم شروع به ارتعاش می کند و تغییر شکل می دهد. ارتعاش تا وقتی ادامه می یابد که تغییر شکل چنان جدی شود که نیروی جاذبه هسته ای دیگر نتواند با نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون های هسته متوازن شود. در این هنگام، هسته به پاره‌هایی وامی پاشد که حامل انرژی (به طور عمده انرژی جنبنی) هستند

۲۳ چرا در واکنش شکافت هسته ای انرژی گرمایی ایجاد می شود؟
در واکنش های شکافت هسته ای، جرم محصولات شکافت، کمتر از جرم هسته مرکب است. این اختلاف جرم بنا به رابطهٔ $E=mc^2$ ، سبب آزاد شدن انرژی گرمایی زیادی می شود

۲۴ غنی سازی را تعریف کنید.
به فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوب ۲۳۵ در یک نمونه، غنی سازی گفته می شود.

۲۵ کُند سازها در راکتور چه موادی هستند و چه کاربردی دارند؟
اگر بتوان توترون‌های تُند را به نحوی کُند ساخت که انرژی جنبشی آنها به حدود 0/04 eV یا کمتر از آن برسد، احتمال جذب آنها توسط ایزوتوپ های $^{235}_{92}U$ افزایش می یابد. این افزایش احتمال می تواند برای ایجاد واکنش زنجیری شکافت، کافی باشد، آب معمولی (H_2O) آب سنگین (D_2O)

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی دی مقابل در تلگرام پیام بدهید : @ng2015

)و گرافیت (اتم های کربن) از جمله موادی هستند که به عنوان کُندساز توترون ها در واکنش های شکافت هسته ای استفاده می شوند

۲۶ راکتور هسته‌ای را تعریف کنید
راکتور هسته‌ای، جابی است که در آن واکنش زنجیری شکافت به شکل کنترل شده رخ می دهد.

۲۷ اجزای راکتور را بنویسید
راکتور های هسته ای افزون بر سوخت هسته ای و ماده کُندساز (که پیش از این شرح داده شد) دارای، میله های کنترل و شاره ای (معمولا آب) هستند که گرما را به خارج راکتور انتقال می دهد

۲۸ وظیفه میله های کنترل را شرح دهید
با وارد کردن میله های کنترل به داخل راکتور، آهنگ واکنش شکافت، یعنی تعداد نوترون های موجود برای به وجود آوردن شکافت، تنظیم می شود. میله های کنترل معمولا از مواد جذب کننده نوترون، مانند کادمیم یا بور، ساخته می شوند .

۲۹ وظیفه شاره در راکتور را شرح دهید
در نوعی از راکتورها، که به راکتورهای آب تحت فشار (PWR) معروف اند آبی که سوخت هسته ای را احاطه کرده است، تحت فشار زیاد (حدود ۱۵۰ اتمسفر) قرار دارد تا بدون آنکه بجوشد به دماهای بالا برسد. این آب داغ به سامانه بستهٔ دیگری که محتوی آب با فشار کمتر است، پمپ می شود تا این آب را گرم کند. گرمای انتقال یافته به سامانه دوم ، سبب تولید بخار می شود که توربین و مولد الکتریسیته را به کار می اندازد.

۳۰ گداخت (همجوشی) هسته‌ای را توضیح داده و یک واکنش نمونه را بنویسید
یک نوع دیگر واکنش هسته ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است. گداخت یا همجوشی هسته‌ای نام دارد. در فرایند گداخت هسته ای، دو هسته سبک با یکدیگر ترکیب می شوند و هسته سنگین تری به وجود می آورد. برای مثال، واکنش گداخت زیر را در نظر بگیرید :

$$D + T \to ^{4}He + ^{1}n$$

در این واکنش با همجوشی هسته های دو ایزوتوپ هیدروژن یعنی دوتریم و تریتیم هستهٔ هلیم و یک نوترون پرانرژی تولید می شود (شکل زیر). در واکنش گداخت مجموع جرم محصولات فرایند، کمتر از مجموع جرم هسته های اولیه است. در اینجا نیز این اختلاف جرم با توجه به رابطهٔ $E=mc^2$ ، سبب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می شود.

۳۱ مشکلات ساخت راکتور گداخت را بنویسید
مشکلات در ساخت راکتور گداخت به این علت پیش می آید که دو هسته کم جرم باید به قدر کافی به هم نزدیک شوند تا نیروی کوتاه بُرد هسته ای بتواند آنها را کنار هم نگه دارد و واکنش گداخت انجام شود. ولی، هر هسته، بار مثبت دارد و هستهٔ دیگر را دفع می کنند، برای آنکه هسته ها با وجود این نیروی رانشی بسیار قوی، بتوانند به هم گداخته شوند، باید دما بسیار بالا باشد تا هسته ها با انرژی جنبشی زیادی به یکدیگر برخورد کنند. به همین دلیل، برای انجام این واکنش باید مقدار زیادی انرژی صرف کرد.

برای خرید و دریافت جزوه کامل ورد به آی دی مقابل در تلگرام پیام بدهید : @ng2015

مهندس سعید نمازی @physics_school