به‌خودِ خودت

مقدمهٔ ناشر

یادمه توی چاپ اول این کتاب، مهندس بقایی زنگ زد گفت آقا بده این مقدمهٔ ناشر رو لطفاً! من اومدم باهاش شوخی کنم، دیدم اصلاً راه نداره، خیلی اوضاع بی‌ریخته و واقعاً باید مقدمهٔ ناشر رو بدم!! انگار کتاب واقعاً تو چاپخونه و زیر چاپ بود!!

همین الانم که دارم براساس ویرایش جدید این کتاب، مقدمه رو می‌نویسم اوضاع فرقی نکرده! آقای سمائی می‌گه آقا بجنب کتاب رفته زیر چاپ هنوز مقدمه‌اش نیومده! انگار من درست‌بشو نیستم ولی در عوض، الحق و الانصاف این کتاب نسبت به کتاب قبلی خیلی خوب‌تر و باحال‌تر شده و همهٔ آدمایی که با قلبشون برای این کتاب زحمت کشیدن باعث آن شدن.

با حال و روزی که تست‌های شیمی کنکور دارند این کتاب خیلی می‌تواند کمک‌حال باشد. سعی کنید از همین حالا شروع کنید و در این درس عمیق شوید.

خیلی وقتِ صحبت‌کردن ندارم، الانم یه صداهایی از پشت در داره میاد، فکر کنم دست‌جمعی اومدن مقدمهٔ ناشر رو از زیر دست‌های من دربیارن و ببرن. حالا من یه کم مقاومت می‌کنم ولی بهتره برای این‌که بیشتر از این باعث تأخیر در انتشار یه همچین کتاب توپی نشم، گپ و گفت اصلی‌مون را بذاریم برای بعد.

تا آن موقع! خوب باش؛ کارهای روزانه‌ات رو بنویس؛ حتماً هفته‌ای یک روز ورزش کن (شنا مثلاً)؛ هدف‌هات رو بنویس؛ شب‌ها مسواک بزن؛ هر وقت یه کتاب رو تموم کردی برای خودت جایزه بخر؛ به سایت خیلی‌سبز سر بزن؛ سخت تلاش کن ولی زندگی رو سخت نگیر؛ هر وقت حالت بد شد، آواز بخون؛ هم می‌تونی صبح‌ها دوش بگیری، هم شب‌ها کلاً فرقی نداره، هر جور که حال می‌کنی؛ یه کم دیوونه‌بودن به جایی برنمی‌خوره؛ تنبلی نکن (مثل من توی مقدمه‌نوشتن)؛ آرزوهای بزرگ کن؛ فست‌فود کم‌تر بخور؛ به چیزهای خوبی که داری مثل اعضای خانواده‌ات بیشتر فکر کن؛ روی زمین آشغال نریز؛ با طبیعت مهربون باش؛ تصمیم‌های بزرگ رو با قلبت بگیر؛ هیچ‌وقت سعی نکن مثل کسی باشی و هیچ‌وقت از خارج‌شدن از شیار گرم و نرم زندگیت نترس!

دیگه اومدن توی اتاق!

مقدمهٔ مؤلفان

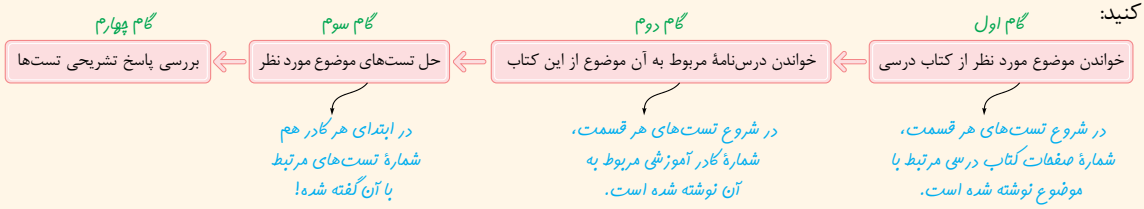
سلام و درود به همه به‌ویژه دهمی‌ها!

ما خیلی خوشحالیم! اون‌قدر که نگو و نپرس! بالاخره پس از یه عالمه تلاش! کتابی براتون نوشتیم در حد استانداردهای شیمی خیلی‌سبز بلکه هم خیلی بیشتر! خیلی حس خوبیه! که کتاب‌های شیمی تست ما، تو گوشه و کنار کشورمون خونده بشه و بچه‌ها چه قبل و چه بعد از رفتن به دانشگاه! دعامون کنن و البته تشویق و انتقاد که کتابامون رو، روزبه‌روز بهتر و بهتر کنیم!

حالا تو سری جدید کتاب‌های تستمون، با توجه به این‌که انتظارها ازمون خیلی بالا بود، کتابی براتون پختیم! جذاب، دیدنی، خواندنی و خوردنی‌تر!

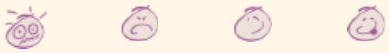
ساختار کتاب ما این‌جوریه که اول تست‌های هر فصل میاد. تست‌ها رو براتون یه‌طوری مرتب کردیم که با خوندن یه مبحث کوچک کتاب درسی، بیای خودت رو محک بزنی و حسابی آبدیده بشی! به کلمه‌کلمهٔ کتاب درسی گیر دادیم! و تا دلتون هم بخواد از سبک‌های جدید سؤال‌های کنکور سراسری براتون تو تست‌های تألیفی‌مون استفاده کردیم تا خیالتون تخت بشه! واسه چیدمان سؤال‌ها! یه کمی به خودمون فشار آوردیم که روند آموزشی کاملاً رعایت بشه و کار شما راحت و یادگیریتون بهتر! در قسمت تست‌ها دوتا آیکون داریم: ۱- : تست‌هایی که خیلی واجبن رو با این علامت مشخص کردیم تا دانش‌آموزانی که خیلی وقت ندارند و نمی‌تونن همهٔ تست‌ها را حل کنند، این تست‌ها رو بزنن و با خیال تخت برن سر جلسهٔ هر آزمون آزمایشی یا غیرآزمایشی! ۲- : تست‌های دشوارتر و چالشی‌تر را با این علامت مشخص کردیم. در حقیقت این تست‌ها برای روز مباداست که اگر کنکور رو باز هم سخت‌تر از اینی که هست! بگیرند، شما طراح محترم را ضربه‌فنی کنید!

بعد از تست‌های هر فصل، می‌رسیم به بخش جذاب درس‌نامه‌ها و پاسخ‌های تشریحی فصل! موضوعات هر فصل در چند کادر اعجاب‌انگیز به شما آموزش داده شده که با خوندن اونا دیگه غمی تو شیمی ندارین! اصلاً شیمی خیلی‌سبز به این کادرهاش خیلی معروفه! آموزش هر آن‌چه که در کتاب درسی و کنکور خواهید یافت! در ضمن در مورد ترتیب خواندن درس‌نامه‌ها و حل‌کردن تست‌ها و بررسی پاسخ‌ها، از معلم یا مشاورتون کمک بگیرید اما اگر به شکل خودآموز از کتاب استفاده می‌کنید، بهتره به ترتیب زیر عمل کنید:



پیشنهاد می‌کنیم که اگر حتی تستی را درست حل کردین، بازم پاسخ تشریحی آن را بخوانید. در قسمت پاسخ‌های تشریحی هم بخش‌های جذابی براتون آوردیم. همهٔ گزینه‌ها را تا اون‌جا که شده، مورد نقد و بررسی قرار دادیم و در حل مسائل، تا اون‌جایی که حجم کتاب اجازه می‌داد، هر دو روش «کسر تبدیل» و «کسر تناسب» را براتون آوردیم که به هیچ‌یک از طرفداران دوآتیشهٔ این دو روش برنخوره! در ضمن، در راستای رفع دغدغهٔ شما در مورد محاسبات شیمی و وقت‌گیربودن برخی از سؤالات، لابه‌لای پاسخ‌ها، چندتا کادر ترفند محاسباتی به نام «چرتکه» و برای بعضی از سؤال‌ها، پاسخ‌هایی به نام «پیشنهاد سرآشپز» براتون آوردیم که متوجه بشین چه‌جوری می‌شه سر جلسهٔ آزمون، یه سؤال رو ضربه‌فنی کرد و در کم‌ترین زمان ممکن به پاسخ رسید!

برای این که حجم درس‌نامه‌های اصلی زیاد نشه، بعضی از نکات رو در کادرهایی به نام «اینم داشته باش» براتون آوردیم که مطمئنیم با خوندن این کادرها، عاشقشون می‌شید! هم‌چنین شکلک‌هایی که ابتدای پاسخ هر سؤال آورده شده، در واقع درجهٔ دشواری سؤال رو نشون می‌ده و هدف اینه که یه دید کلی در مورد اون سؤال به شما بده!



راستی! اگر زبونمون لال! تو کتاب اشتباهی، چیزی دیدین! زود، تند، سریع! از طریق وب‌سایتمون، به واحد ویرایش خیلی‌سبز خبر بدین، تا هم خودتون مطمئن بشین! موردی که پیدا کردین درسته و هم دل یه جماعتی رو شاد کنین که تو چاپ‌های بعدی این‌جور اشتباه‌های لپی و غیرلپی! رو دیگه نبینن. ما هم در عوضش به شما قول می‌دیم که شخصاً! از شما تو ویرایش بعدی کتاب تشکر کنیم. خدا رو چه دیدین شاید یه وقتی هم اومدین تو تیم شیمی خیلی‌سبز!

برای ارتباط بیشتر، در فضای مجازی ما را دنبال کنید، مرسی! **kheilisabz.chem**

در پایان از همهٔ دبیران و همکاران محترم شیمی تقاضا داریم که مثل همیشه! ما را از پیشنهاد و انتقادهای سازنده‌شون محروم نکنن. پیشاپیش ممنون!

سپاس فـــراوان از:

- همراهان همیشگی شیمی‌های خیلی‌سبز، خانم‌ها دکتر هستی روحانی، مریم ستاری و معصومه سعیدی که این کتاب حاصل صبر و پشتیبانی آن‌ها است.
- دوستان خوبمان، دکترها ابوذر و کمیل نصری و مهندس رضا سبزمیدانی که برای نوشته‌شدن این کتاب، هر کاری که از دستشون برمی‌اومد، انجام دادند. دمتون گرم!
- دبیران و همکاران گرامی که با نظرات دقیق و کارشناسی‌شون باعث شدن کتابمون بهتر از قبل بشه: پارسا فراهانی، سید علی ناظمی، محمدعلی توسلی‌فر، امیرحسین مسلمی و حسین نصراللهی! واقعا مرسی.
- خانم معصومه سعیدی که پشتمون بهشون گرم بود و کتاب را از آب و گل در درآورد! اونم چه‌جور!
- آقای خسرو فیض‌آبادی عزیز و خانم دکتر مهرناز رمضان‌زاده که در چاپ اول کتاب از دانش و تجربیاتشون استفاده کردیم.
- آقایان علی حیدری، وحید فارسیان، سروش عبادی، علی طهانی، عرفان علیزاده و سید علی حسین‌زاده حاجی‌آقا و خانم مهسا خاکی که در ویراستاری کتاب بهمون کمک کردند.
- خانم الهه آرانی حصاری که مسئولیت هماهنگی و پیگیری کارها بر دوشش بود. واقعاً مرسی!
- بچه‌های واحد تولید خیلی‌سبز که اگر تلاش اون‌ها نبود، این کتاب حالاحالاها چاپ نمی‌شد.

فهرست

		تست	درس‌نامه + پاسخ
فصل ۱ کیهان، زادگاه عناصر			
۱- عنصرها چگونه پدید آمدند؟		۸	۶۲
۲- عدد اتمی و عدد جرمی		۹	۶۷
۳- ایزوتوپ‌ها و رادیوایزوتوپ‌ها		۱۱	۷۷
۴- مسائل نیم‌عمر		۱۵	۸۹
۵- طبقه‌بندی عنصرها (آشنایی اولیه با جدول دوره‌ای)		۱۶	۹۱
۶- جرم اتمی عنصرها و ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی		۱۷	۹۵
۷- جرم اتمی میانگین		۱۹	۱۰۰
۸- شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها (مول و مسائل آن)		۲۲	۱۰۸
۹- نور، کلید شناخت جهان		۲۷	۱۳۱
۱۰- نشر نور و طیف نشری		۲۸	۱۳۴
۱۱- ساختار اتم (مدل بور و کوانتومی ـ طیف نشری خطی هیدروژن)		۳۰	۱۳۹
۱۲- توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها		۳۴	۱۵۰
۱۳- قاعدهٔ آفبا		۳۴	۱۵۴
۱۴- آرایش الکترونی اتم		۳۷	۱۶۱
۱۵- دسته‌بندی عنصرها، الکترون‌های ظرفیتی و موقعیت عنصرها در جدول دوره‌ای		۴۰	۱۷۳
۱۶- آرایش الکترون ـ نقطه‌ای و رفتار اتم		۴۸	۱۹۴
۱۷- آرایش الکترونی یون‌ها		۵۱	۲۰۲
۱۸- ترکیب‌های یونی دوتایی		۵۳	۲۰۹
۱۹- مسائل ترکیب‌های یونی		۵۷	۲۱۹
۲۰- تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها		۵۸	۲۲۳
پاسخ‌نامهٔ کلیدی		۶۱	
فصل ۲ ردپای گازها در زندگی			
۱- لایه‌های هواکره		۲۳۲	۲۸۰
۲- هوا، معجونی ارزشمند		۲۳۴	۲۸۹
۳- کاربرد برخی از گازهای هواکره		۲۳۶	۲۹۶
۴- اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره		۲۳۸	۲۹۹
۵- ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها (نام‌گذاری ترکیب‌های یونی و مولکولی)		۲۳۹	۳۰۰
۶- ساختار لوویس		۲۴۱	۳۰۷
۷- اکسیدها در فراورده‌های سوختن		۲۴۵	۳۲۶
۸- رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی		۲۴۶	۳۲۸
۹- واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم		۲۴۷	۳۳۱

	تست	درس‌نامه + پاسخ
• ۱۰- موازنه‌کردن معادلهٔ یک واکنش شیمیایی	۲۴۸	۳۳۵
• ۱۱- چه بر سر هواکره می‌آوریم؟	۲۵۲	۳۴۹
• ۱۲- اثر گلخانه‌ای	۲۵۴	۳۵۲
• ۱۳- شیمی سبز و توسعهٔ پایدار	۲۵۵	۳۵۴
• ۱۴- اوزون	۲۵۶	۳۵۷
• ۱۵- رفتار گازها	۲۵۹	۳۶۴
• ۱۶- مسائل قوانین گازها (برای محکم‌کاری!)	۲۶۲	۳۶۹
• ۱۷- قانون آووگادرو و مسائل مربوط به حجم مولی گازها در شرایط STP	۲۶۳	۳۷۲
• ۱۸- استوکیومتری واکنش‌ها (قسمت اول)	۲۶۶	۳۸۳
• ۱۹- استوکیومتری واکنش‌ها (قسمت دوم)	۲۷۳	۴۱۰
• ۲۰- تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت	۲۷۷	۴۲۸
• پاسخ‌نامهٔ کلیدی		۲۷۹

فصل ۳ آب، آهنگ زندگی

• ۱- آب‌کره و منابع آب	۴۳۳	۴۹۵
• ۲- یون‌های چنداتمی و فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی چندتایی	۴۳۴	۴۹۹
• ۳- همراهان ناپیدای آب (شناسایی یون‌ها در محلول‌های آبی)	۴۳۸	۵۱۰
• ۴- محلول و مقدار حل‌شونده‌ها	۴۴۰	۵۱۴
• ۵- ppm و مسائل آن	۴۴۱	۵۱۶
• ۶- درصد جرمی و مسائل آن	۴۴۳	۵۲۸
• ۷- پیوند با صنعت (استخراج سدیم کلرید و منیزیم از آب دریا)	۴۴۶	۵۴۱
• ۸- غلظت مولی (مولار) و مسائل آن	۴۴۷	۵۴۳
• ۹- سؤال‌های ترکیبی غلظت مولی با ppm و درصد جرمی	۴۵۲	۵۵۸
• ۱۰- مسائل ترکیبی استوکیومتری واکنش‌ها با غلظت مولار	۴۵۵	۵۶۹
• ۱۱- مفاهیم انحلال‌پذیری	۴۵۹	۵۸۴
• ۱۲- مسائل انحلال‌پذیری (قسمت اول)	۴۶۳	۵۹۶
• ۱۳- مسائل انحلال‌پذیری (قسمت دوم)	۴۶۸	۶۰۸
• ۱۴- مولکول‌های قطبی و ناقطبی و رفتار آن‌ها در میدان الکتریکی	۴۷۲	۶۲۱
• ۱۵- نیروهای بین مولکولی و مقایسهٔ نقطهٔ جوش مواد مولکولی	۴۷۴	۶۲۷
• ۱۶- ویژگی‌های آب و پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آن	۴۷۹	۶۴۳
• ۱۷- آب و دیگر حلال‌ها	۴۸۰	۶۴۶
• ۱۸- کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟ (+ انحلال مولکولی و یونی)	۴۸۲	۶۴۹
• ۱۹- آیا گازها هم در آب حل می‌شوند؟	۴۸۵	۶۵۶
• ۲۰- پیوند با زندگی (یون پتاسیم)	۴۸۹	۶۷۰
• ۲۱- رد پای آب در زندگی	۴۸۹	۶۷۰
• پاسخ‌نامهٔ کلیدی		۴۹۴

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

(صفحهٔ ۱ تا ۴ کتاب درسی)

کادر آموزشی مرتبط: ۱

۱- کدام مطلب درست است؟

۱) شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده و هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده، به پاسخی جامع دربارهٔ پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» رسیده‌اند.

۲) شواهد به‌دست‌آمده از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها، نشان‌دهندهٔ این است که انسان اولیه با مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

۳) یافتن پاسخ پرسش (جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟) در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

۴) مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲، تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی همهٔ سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی بود.

۲- چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲، درست است؟

- **هر دوی آن‌ها در سال ۱۹۷۷ میلادی برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی به فضا فرستاده شدند.**
- **در آخرین تصویری که وویجر ۱ از کرهٔ زمین گرفت، این فضاپیما در فاصلهٔ تقریبی هفت میلیون کیلومتری از زادگاه خود قرار داشت.**
- **این دو فضاپیما مأموریت داشتند اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده و ترکیب درصد مواد در اتمسفر سیاره‌های اورانوس، زحل، مریخ و نپتون را تهیه کنند.**
- **در حال حاضر، این دو فضاپیما از سامانهٔ خورشیدی خارج شده‌اند.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳- چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ سیارهٔ مشتری، درست است؟

- **یک سیارهٔ گازی بوده و فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ آن، هلیم است.**
- **در بین ۸ عنصر فراوان‌تر آن، هیچ عنصر فلزی وجود ندارد.**
- **جزء سیاره‌هایی بود که فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲، مأموریت تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را داشتند.**
- **بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی و پنجمین سیاره از نظر نزدیکی به خورشید است.**
- **در بین ۸ عنصر اصلی سازندهٔ این سیاره و زمین، دو عنصر اکسیژن و هیدروژن، مشترک هستند.**

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

ممکنه بعضی از عبارت‌های سؤال بعدی براتون سفت باشه اما با توجه به فرم سؤال، می‌تونید با رد گزینه به پاسخ درست برسید!

۴- کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

آ) بین دو سیارهٔ مشتری و زمین، ترکیب درصد مواد سازندهٔ سیارهٔ مشتری، تشابه بیشتری به ترکیب درصد مواد سازندهٔ خورشید دارد.

ب) فاصله از خورشید و چگالی سیارهٔ مشتری و هم‌چنین درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر در مشتری، بیشتر از زمین است.

پ) در میان ۸ عنصر اصلی سازندهٔ مشتری، دو عنصر وجود دارند که در شرایط معمولی زمین، به حالت جامد هستند.

ت) نماد شیمیایی سه عنصر فراوان‌تر سیارهٔ زمین به ترتیب Fe، O و S است.

۱) آ و ب ۲) پ و ت ۳) آ و پ ۴) ب و ت

۵- هر یک از عبارت‌های زیر را به ترتیب به کدام‌یک از سیاره‌های زمین و مشتری، می‌توان نسبت داد؟ *(آزمون آزمایشی خیلی‌سبز)*

- **درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر آن کم‌تر از ۵۰ درصد است.**
- **در میان ۳ عنصر فراوان‌تر آن، نماد شیمیایی دو عنصر، دوحرفی است.**
- **عنصر گوگرد در آن از نظر فراوانی، رتبهٔ ششم را دارد.**
- **احتمال تشکیل ترکیبی با فرمول Al_2O_3 در آن بسیار کم است.**
- **فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ آن، نخستین عنصری است که پس از مهبانگ به وجود آمده است.**

۱) زمین ـ زمین ـ زمین ـ مشتری ـ زمین ۲) زمین ـ زمین ـ مشتری ـ مشتری ـ مشتری

۳) مشتری ـ مشتری ـ زمین ـ مشتری ـ مشتری ۴) زمین ـ مشتری ـ زمین ـ مشتری ـ مشتری

۶- کدام مطلب درست است؟

۱) از نظر برخی دانشمندان سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی زیادی مصرف شده است.

۲) وجود عنصرهای مشترکی مانند اکسیژن و گوگرد در زمین و مشتری، نشان‌دهندهٔ توزیع همگون عنصرها در جهان است.

۳) پس از مهبانگ، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، به وجود آمدند و سپس به ترتیب عناصر هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند.

۴) گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده پس از مهبانگ، با گذشت زمان و افزایش دما، متراکم شده و توده‌های گازی به نام سحابی را ایجاد کرده‌اند.

۷- چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ «ستاره‌ها» درست است؟

- **درون آن‌ها در فشارها و دماهای بسیار بالا واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد.**
- **می‌توان آن‌ها را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.**
- **درون آن‌ها عنصرهای سبک‌تر، از عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند.**
- **مرگ آن‌ها سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن، در فضا پراکنده شود.**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۸- درستی یا نادرستی کدام گزینه با دیگر گزینه‌ها متفاوت است؟

۱) عنصرها درون ستاره‌ها تشکیل می‌شوند و خود ستاره‌ها از متراکم‌شدن هیدروژن و هلیم در سحابی‌ها ایجاد شده‌اند.

۲) تبدیل عنصرها به یکدیگر از طریق واکنش‌های هسته‌ای امکان‌پذیر است و این واکنش‌ها درون ستاره‌ها در فشارها و دماهای بسیار بالا نیز انجام می‌شوند.

۳) انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای آن‌قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند.

۴) واکنش‌هایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، از نوع شیمیایی بوده و با مبادلهٔ انرژی همراه نیستند.

۹- با توجه به شکل مقابل که روند تشکیل عنصرها را نشان می‌دهد، کدام گزینه نادرست است؟

هیدروژن ← A ← X ← D

۱) عنصر تولیدشده در مرحلهٔ A، دومین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری است.
۲) عنصرهای تولیدشده در مرحلهٔ X، با انجام واکنش‌های هسته‌ای، به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.
۳) پیش از پیدایش عنصر هیدروژن، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون پا به عرصهٔ جهان گذاشته‌اند.
۴) عنصرهای تولیدشده در مرحلهٔ D، عنصرهای سنگینی مانند آهن، لیتیم و کربن هستند.

۱۰- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- انرژی گرمایی و نورانی نزدیک‌ترین ستاره به زمین، به دلیل انجام واکنش هسته‌ای است که سبب تولید هلیم از هیدروژن می‌شود.
- سحابی‌ها مجموعه‌های گازی‌شکل بوده که محل زایش ستاره‌ها هستند.
- با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، عنصرهای سنگین‌تر تجزیه شده و عنصرهای سبک‌تر را پدید می‌آورند.
- طبق نظریهٔ مهبانگ، دو عنصر فراوان‌تر سیارهٔ مشتری، زودتر از دو عنصر فراوان‌تر سیارهٔ زمین، پا به عرصهٔ جهان گذاشته‌اند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

به عنوان حسن ختام این بخش بریم سراغ یه سؤال که دقت زیادی می‌خواد!

۱۱- چند مورد از مطالب زیر، نادرست است؟

- مقایسهٔ درصد فراوانی هلیم، نئون و آرگون در مشتری به صورت $He > Ne > Ar$ است.
- دومین عنصر فراوان زمین، چهارمین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری است.
- دو عنصر اکسیژن و گوگرد، تنها عناصر مشترک سازندهٔ سیاره‌های زمین و مشتری هستند.
- در میان سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی، زمین از نظر نزدیکی به خورشید و از نظر بزرگی قطر، به ترتیب در رتبه‌های سوم و پنجم قرار دارد.
- اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر، در سیارهٔ مشتری نسبت به زمین، بیشتر است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۴

عدد اتمی و عدد جرمی

(صفحهٔ ۵ کتاب درسی)

کادر آموزشی مرتبط ۲

۱۲- چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- عنصر، شکل خالصی از ماده است که تنها از یک اتم تشکیل شده است.
- عنصر آهن از اتم‌های آهن و گاز اکسیژن از مولکول‌های دواتمی اکسیژن تشکیل شده است.
- ترکیب، شکل خالصی از ماده است که از دو یا چند نوع اتم تشکیل شده است.
- آب (H_2O) یک ترکیب سه‌اتمی است، اما کلر (Cl_2) یک عنصر دواتمی است.
- شکل روبه‌رو مخلوط یک ترکیب دواتمی و یک عنصر سه‌اتمی را نشان می‌دهد.

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۱۳- کدام موارد زیر، درست است؟

آ) به شمار پروتون‌های موجود در هستهٔ اتم، عدد اتمی گفته می‌شود که آن را با Z نشان می‌دهند و آن را در پایین و سمت چپ نماد شیمیایی عنصر می‌نویسند.
ب) در هستهٔ اتم افزون بر پروتون، نوترون‌ها هم قرار دارند که شمار آن‌ها همواره برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌های اتم است.
پ) به مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، عدد جرمی (A) گفته می‌شود که آن را در سمت چپ و بالای نماد شیمیایی عنصر می‌نویسند.
ت) برای محاسبهٔ شمار نوترون‌های یک اتم باید عدد جرمی آن را از عدد اتمی، کم کرد.

۱) آ و ب ۲) پ و ت ۳) آ و پ ۴) ب و ت

۱۴- با توجه به نماد همگانی اتم‌ها ($^{A}_{Z}E$)، کمیت‌های $(A-2Z)$ و $(A+Z)$، به ترتیب کدام ویژگی اتم را نشان می‌دهد؟

۱) شمار ذره‌های زیراتمی خنثی، مجموع شمار کل ذرات زیراتمی
۲) تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها، مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها
۳) مجموع شمار ذره‌های زیراتمی درون هسته، شمار ذره‌های زیراتمی باردار
۴) تفاوت شمار ذره‌های زیراتمی درون هسته، مجموع شمار کل ذرات زیراتمی

۱۵- اگر اتم‌های زیر را برحسب تعداد نوترون آن‌ها از مقدار بیشتر به کم‌تر مرتب کنیم، اتم $^{59}_{29}Cu$ در چه رتبه‌ای قرار می‌گیرد؟

(تمرین‌های دوره‌ای صفحهٔ ۴۶ کتاب درسی)

« $^{120}_{50}Sn$, $^{40}_{18}Ar$, $^{59}_{29}Cu$, $^{112}_{48}Cd$, $^{58}_{27}Co$, $^{39}_{19}K$ »

۱) پنجم ۲) چهارم
۳) سوم ۴) دوم

۱۶- ایزودیافر (Isodiapher) به عنصرهایی گفته می‌شود که دارای عدد جرمی و عدد اتمی متفاوت هستند، اما تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در آن‌ها برابر است. در چه تعداد از موارد داده‌شده، عنصرها ایزودیافر یکدیگر هستند؟

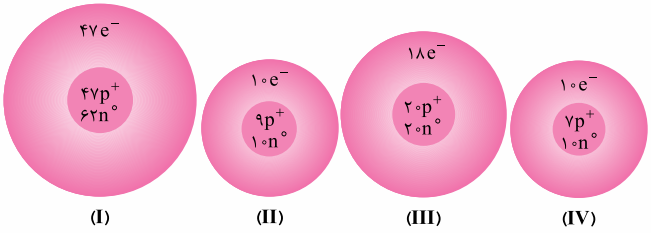
- $^{6}_{3}Li$ و $^{4}_{2}He$
- $^{238}_{92}U$ و $^{234}_{90}Th$
- $^{4}_{2}He$ و $^{3}_{1}H$
- $^{12}_{6}C$ و $^{16}_{8}O$

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۷- اگر یون Sn^{2+} دارای ۶۹ نوترون و ۴۸ الکترون باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۴۶ ـ ۱۱۵ ۲) ۵۰ ـ ۱۱۵ ۳) ۴۶ ـ ۱۱۹ ۴) ۵۰ ـ ۱۱۹

۱۸- اگر در شکل‌های زیر، نمادهای p^+، n° و e^-، به ترتیب نشان‌دهندهٔ پروتون، نوترون و الکترون باشند، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



- نماد گونهٔ (IV) را می‌توان به صورت $^{17}_{9}X^{3-}$ نشان داد.
- عدد جرمی گونهٔ (I)، ۵۰ واحد بیشتر از مجموع عدد جرمی گونه‌های (II) و (III) است.
- گونه‌های (II) و (IV) شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یکسانی دارند و مربوط به اتم‌های یک عنصرند.
- تفاوت عدد اتمی و عدد جرمی گونهٔ (I)، با عدد جرمی گونهٔ (IV) برابر است.
- گونهٔ (III) کاتیونی با بار + ۲ و گونهٔ (I)، یک اتم خنثی است.

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۱۹- در بین گونه‌های زیر، در یک گونه، تعداد نوترون‌ها برابر با مجموع «تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» است. در این گونه، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها کدام است؟ *(تمرین‌های دوره‌ای صفحهٔ ۴۶ کتاب درسی)*

« $^{24}_{12}Mg^{2+}$ ، $^{47}_{24}Cr$ ، $^{60}_{27}Co^{3+}$ ، $^{35}_{17}Cl^-$ ، $^{124}_{50}Sn^{2+}$ ، $^{90}_{38}Sr$ »

۱) ۱ ۲) ۹ ۳) ۱۴ ۴) ۲۶

۲۰- اگر نماد اتم آهن با ۲۶ پروتون و ۳۳ نوترون را به صورت $^{A}_{Z}Fe$ و نماد اتم برم با ۳۵ پروتون و ۴۵ نوترون را به صورت $^{A'}_{Z'}Br$ نشان دهیم، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) مجموع A و A' برابر با ۱۳۹ است.

ب) تفاوت Z و Z' برابر با شمار نوترون‌های یون $^{19}_{9}X^-$ است.

پ) تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{52}_{24}M^{2+}$ برابر با این تفاوت در اتم آهن است.

ت) شمار الکترون‌های یون Br^-، ۱/۵ برابر شمار الکترون‌های یون Fe^{2+} است.

۱) آ و ت ۲) ب و پ ۳) آ و پ ۴) ب و ت

قبل از این‌که بریم سراغ سؤالات جون‌دارتر، با دوتا سؤال از محاسبهٔ شمار ذرات زیراتمی در گونه‌های چنداتمی، در خدمت شما هستیم!

۲۱- شمار الکترون‌های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟ ($_6C$، $_7N$، $_8O$ و $_9F$) *(المپیاد شیمی ۹۰)*

۱) NO_2^+ ۲) CNO^- ۳) OF_2 ۴) CO_2

۲۲- یون CH_3COO^- از اتم‌های $^{2}_{1}H$، $^{12}_{6}C$ و $^{x}_{8}O$ تشکیل شده است. اگر شمار نوترون‌های این یون، ۳ واحد بیشتر از شمار الکترون‌های آن باشد، x کدام است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۶ ۳) ۱۷ ۴) ۱۸

۲۳- کدام مطلب نادرست است؟ ($^{1}_{1}H$، $^{16}_{8}O$)

۱) اگر عدد اتمی عنصری، نصف عدد جرمی آن باشد، شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها در این اتم با یکدیگر برابر است.

۲) اگر یون‌های X^{3+}، D^{2-} و M^-، شمار الکترون‌های یکسانی داشته باشد، مقایسهٔ عدد اتمی عنصرها به صورت $X > M > D$ است.

۳) نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در اتم $^{200}_{80}Hg$، ۱/۸۷۵ برابر نسبت شمار نوترون‌ها به الکترون‌ها در یون H_3O^+ است.

۴) اگر مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در یون $^{208}A^{4+}$ برابر ۲۸۶ باشد، شمار الکترون‌های یون A^{2+} برابر ۷۸ است.

۲۴- اگر در اتم روتنیم (^{100}Ru)، تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها با شمار الکترون‌های اتم $^{24}_{12}Mg$ برابر باشد، مجموع شمار ذرات زیراتمی روتنیم چند برابر این مجموع در اتم منیزیم است؟

۱) ۳/۹ ۲) ۴ ۳) ۴/۱ ۴) ۴/۲

۲۵- با توجه به جدول مقابل، اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در دو اتم $^{A}_{Z}X$ و $^{A'}_{Z'}Y$ با هم برابر باشد، کدام گزینه نادرست است؟

یون	شمار الکترون‌ها	شمار نوترون‌ها
X^{3+}	۳۶	N
Y^{2-}	۴۵	۳۶

۱) $N = 50$ ۲) $N - Z = 11$
۳) $Z - Z' = 5$ ۴) $A = 67$

۲۶- پاسخ درست پرسش‌های (آ) و (ب)، در کدام گزینه آمده است؟

آ) اگر تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم ^{80}X برابر ۱۰ باشد، به تقریب چند درصد شمار ذرات زیراتمی X، خنثی هستند؟

ب) اگر در اتم عنصر M به ازای هر دو ذرهٔ زیراتمی باردار، یک ذرهٔ خنثی وجود داشته باشد، نسبت عدد جرمی به عدد اتمی این عنصر چند است؟

۱) ۴۳/۷۵ ـ ۲ ۲) ۳۹/۱۳ ـ ۲ ۳) ۳۹/۱۳ ـ ۳ ۴) ۴۳/۷۵ ـ ۳

۲۷- اگر در یون $^{79}X^{2-}$، تعداد نوترون‌ها ۲۵ درصد بیشتر از تعداد الکترون‌ها باشد، عدد اتمی عنصر X کدام است؟

۱) ۳۲ ۲) ۳۴ ۳) ۳۶ ۴) ۳۸

۲۸- اگر در یون $^{120}M^{4+}$، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۲۴ باشد، کدام مطلب نادرست است؟ *(آزمون آزمایشی خیلی‌سبز)*

۱) نسبت $\frac{A}{Z}$ در اتم M برابر ۲/۴ است.
۲) یون M^{4+} دارای ۴۸ الکترون است.
۳) مجموع شمار ذرات زیراتمی یون M^{2+} برابر ۱۶۸ است.
۴) اتم M دارای ۱۰۰ ذرهٔ زیراتمی باردار است.

۲۹- اگر در یون‌های X^{3+} و Y^{2-} ، تعداد الکترون‌ها با هم برابر و تعداد نوترون‌های ^{79}X، ۵ واحد بیشتر از ^{75}Y باشد، عدد جرمی X کدام است؟

۱) ۷۸ ۲) ۸۲ ۳) ۸۷ ۴) ۸۹

۳۰- اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{75}X^{3-}$ برابر با ۶ باشد، شمار نوترون‌های این یون، چند برابر شمار الکترون‌های یون NH_4^+ است؟ (عدد اتمی عنصرهای هیدروژن و نیتروژن به ترتیب برابر با ۱ و ۷ است.)

۱) ۲/۷۵ ۲) ۳/۳ ۳) ۳/۵ ۴) ۴/۲

۳۱- عدد اتمی عنصر $^{9b+8}_{6a+2}X$ با عدد جرمی عنصر $^{4b}_{3a+1}Y$ برابر است. اگر عدد جرمی عنصر X، ۵ برابر عدد اتمی عنصر Y باشد، به تقریب چند درصد شمار ذرات زیراتمی یون $^{5b}_{3a+5}Z^{2+}$ را الکترون‌ها تشکیل داده‌اند؟

۱) ۲۴ ۲) ۳۱ ۳) ۴۵ ۴) ۵۲

ایزوتوپ‌ها و رادیوایزوتوپ‌ها

(صفحهٔ ۵ تا ۹ کتاب درسی)

کادر آموزشی مرتبط: ۳

ایزوتوپ و مفاهیم آن

۳۲- کدام مطلب درست است؟ (کمیت N، شمار نوترون‌های اتم را نشان می‌دهد.)

۱) اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی دارند.

۲) برای دو ایزوتوپ یک عنصر، کمیت‌های $A-N$ و $Z+A$ یکسان است.

۳) همهٔ خواص شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان و همهٔ خواص فیزیکی آن‌ها متفاوت است.

۴) مجموع شمار ذرات زیراتمی باردار ایزوتوپ‌های یک عنصر، با هم برابر است.

۳۳- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به شمار پروتون‌ها و خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها به شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها وابسته است.
- اتم‌هایی با شمار نوترون متفاوت، ایزوتوپ یکدیگر به حساب می‌آیند.
- منیزیم دارای ایزوتوپ‌های طبیعی $^{24}_{12}Mg$ ، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ است که در جدول تناوبی، سه موقعیت و خانهٔ متفاوت را اشغال می‌کنند.
- با اضافه‌کردن نوترون به اتم یک عنصر، عدد اتمی ثابت مانده و ایزوتوپی از اتم مورد نظر، حاصل می‌شود.
- در اتم $^{60}_{27}M$ ، تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۶ بوده و اتم $^{60}_{28}A$ ، ایزوتوپی از این اتم است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳۴- با توجه به جدول زیر که شمار ذره‌های زیراتمی در چند گونه را نشان می‌دهد، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

اتم یا یون	شمار پروتون	شمار نوترون	شمار الکترون
A	۱۷	۱۸	۱۷
X	۲۳	۲۸	۲۳
D	۳۴	۴۵	۳۶
E	۸۲	۱۲۲	۷۸

آ) عدد جرمی گونهٔ E، ۴ برابر عدد جرمی گونهٔ X است.

ب) اتم $^{78}_{34}M$ ، خواص شیمیایی یکسانی با گونهٔ D دارد.

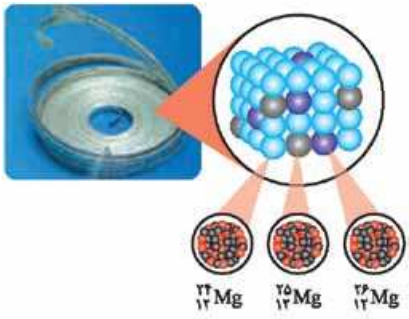
پ) گونه‌های X و E کاتیون هستند و مقدار بار E، دو برابر X است.

ت) اتم $^{37}_{17}M$ ، ایزوتوپ گونهٔ A به حساب می‌آید.

۱) آ، پ و ت ۲) ب و پ

۳) آ، ب و ت ۴) آ و ت

۳۵- با توجه به شکل روبه‌رو که ایزوتوپ‌های منیزیم را در یک نمونهٔ طبیعی نشان می‌دهد، کدام مطلب نادرست است؟



۱) همگی دارای ۱۲ پروتون بوده و شدت واکنش آن‌ها با مقدار معینی آب، یکسان است.

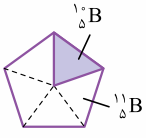
۲) ایزوتوپی که شمار ذرات زیراتمی برابری دارد، درصد فراوانی بیشتری نسبت به دو ایزوتوپ دیگر دارد.

۳) سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم، فراوانی کم‌تری از سایر ایزوتوپ‌ها دارد.

۴) شمار ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم، $\frac{1}{4}$ شمار نوترون‌های پایدارترین ایزوتوپ آن است.

۳۶- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- اگر دو اتم A و B ایزوتوپ یکدیگر باشند و اتم A دارای ۳۶ نوترون و یون B^+ دارای ۲۸ الکترون باشد، نماد شیمیایی A به صورت $^{63}_{29}A$ است.
- با توجه به شکل روبه‌رو، درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر عنصر مورد نظر، ۲۰ درصد است.
- اگر یون X^{2+} دارای n نوترون و $n-2$ الکترون باشد، اتم $^{2n+2}_{n}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های عنصر X باشد.
- عنصر لیتیم دارای دو ایزوتوپ طبیعی است که عدد جرمی ایزوتوپ فراوان‌تر، دو برابر عدد اتمی آن است.



۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱ چگونگی پیدایش عنصرها

شمارهٔ تست‌های مرتبط: ۱ تا ۱۱

سلام! خیلی خوش اومدین!! تو این کادر آموزشی، می‌خوایم ۴ صفحهٔ اول کتاب درسی رو بررسی کنیم. با ما باشید!

پرسش‌های بنیادی

از قدیم‌الایام تا هنوز که هنوزه! سؤال‌هایی در مورد این‌که، جهانی که *توش* زندگی می‌کنیم چه‌طوری به وجود اومده، ذهن انسان‌ها *رو درگیر کرده!* حتی انسان‌های اولیه هم با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستاره‌ها و نقاشی‌کردن اون‌ها روی دیوار غارها، دنبال فهم نظم و قانون حاکم بر آسمان بودند. کتاب درسی در این مورد، سه سؤال مطرح می‌کند و بعد می‌گوید آیا پاسخ این سؤال‌ها در قلمرو علم تجربی قرار می‌گیرد یا نه؟

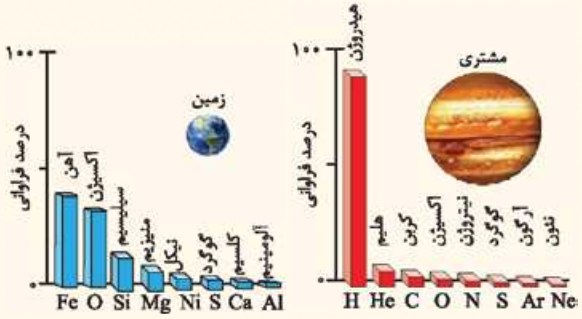
علم تجربی تلاش گسترده‌ای را برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است؛ مثلاً شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده و هم‌چنین این‌که نور و ماده چه اثر و تعاملی (برهم‌کنشی) با هم دارند، در یافتن پاسخ این پرسش‌ها، سهم بسزایی داشته‌اند. نمونه‌ای از تلاش دانشمندان برای شناخت جهان، فرستادن دو فضاپیما به نام **وویجرهای ۱** و **۲** به فضا در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) بود. این دو فضاپیما مأموریت داشتند از کنار ۴ سیارهٔ **مشتری**، **زحل**، **اورانوس** و **نپتون** عبور کنند و شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند. *حالا این شناسنامه‌ها حاوی چه اطلاعاتی بود؟!* این شناسنامه‌ها حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازندهٔ سیاره‌ها، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد بود.

توجه در حال حاضر، فضاپیماهای وویجر از سامانهٔ خورشیدی *(همون منظومهٔ شمسی!)* خارج شده‌اند. آخرین تصویر ارسالی وویجر ۱ *(نه وویجر ۲!)*، پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی، از کرهٔ زمین و از فاصلهٔ تقریبی ۷ **میلیارد کیلومتری آن** گرفته شده است.

مشتری و زمین

با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید و یا مقایسهٔ عنصرهای سازندهٔ دو سیاره در سامانهٔ خورشیدی، می‌توان به درک بهتری از چگونگی پیدایش عنصرها رسید. در این‌جا می‌خواهیم سیارهٔ *فودمون* یعنی زمین و سیارهٔ مشتری را با هم مقایسه کنیم. اول نگاهی به شکل مقابل و *نکات کلیش بیندازین!*

۱- سؤال اول و دوم با هم فرق دارند. جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؛ یعنی زمین، خورشید و کهکشان‌ها چگونه به وجود آمده‌اند که امروزه ما با نظریهٔ مهبانگ (BigBang) جوابش رو می‌دونیم، اما هستی چگونه پدید آمده است، بیشتر یک سؤال فلسفی است و *می‌گه که چگونه از هیچی، هستی به وجود اومده!* قبل از مهبانگ چی بوده؟ برای ما قبل از مهبانگ قابل تصور نیست، زیرا فضا و زمان وجود نداشته است، به همین دلیله که کتاب درسی می‌گه پاسخ این پرسش، در چارچوب اعتقادی است!



حالا بریم عنصرهای سازندهٔ زمین و مشتری را با هم مقایسه کنیم. *بدانید و آگاه باشید که* مقایسهٔ میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری به صورت روبه‌رو است:

۱ فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ زمین، آهن (Fe) است و درصد فراوانی[1] آن در زمین کم‌تر از ۵۰ درصد (حدود ۴۰ درصد) می‌باشد و فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری، هیدروژن (H) است و درصد فراوانی آن در مشتری حدود ۹۰ درصد می‌باشد.

بچه‌ها مراقب باشین! شکل بالا، فراوانی عنصرها در کل کرهٔ زمین (شامل پوسته، گوشته و هسته) را نشان می‌دهد که در این حالت، آهن، فراوان‌ترین عنصر است؛ اما همان‌طور که در علوم سال نهم خواندید *(و در شیمی دوازدهم باز می‌خوانیم!)*، فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ زمین، اکسیژن می‌باشد.

۲ در بین ۸ عنصر اصلی سازندهٔ سیاره‌های زمین و مشتری، دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) مشترک‌اند.

۳ در سیارهٔ مشتری برخلاف زمین، عنصر فلزی وجود ندارد.

۸ عنصر اصلی سازندهٔ زمین: $\underset{\text{فلز}}{Fe} > \boxed{\underset{\text{نافلز}}{O}} > \underset{\text{شبه‌فلز}^{2}}{Si} > \underset{\text{فلز}}{Mg} > \underset{\text{فلز}}{Ni} > \boxed{\underset{\text{نافلز}}{S}} > \underset{\text{فلز}}{Ca} > \underset{\text{فلز}}{Al}$

۸ عنصر اصلی سازندهٔ مشتری: $\underbrace{H > He > C > \boxed{O} > N > \boxed{S} > Ar > Ne}_{\text{همگی نافلز هستند.}}$

۴ سیارهٔ مشتری از جنس **گاز** است، زیرا عنصرهای اصلی سازندهٔ آن، نافلزهایی هستند که گازند یا به آسانی به گاز تبدیل می‌شوند. برای نمونه کربن و گوگرد می‌توانند به شکل $CO_2(g)$ و $SO_2(g)$ نیز موجود باشند. هم‌چنین با توجه به نوع عنصرهای اصلی سازندهٔ زمین، این سیاره، یک **سیارهٔ سنگی** محسوب می‌شود.

توجه *واضح و مبرهن است* که به‌جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری هم در زمین یافت می‌شوند (در واقع همهٔ عنصرهای طبیعی که ما می‌شناسیم). به عنوان نمونه فلزهای طلا، نقره، مس، پلاتین و یا نافلزهایی مانند کربن، فسفر، ید و ...!

جمع‌بندی

ویژگی / نام سیاره	زمین	مشتری
فراوان‌ترین عنصر و درصد فراوانی آن	آهن (Fe) حدود ۴۰٪	هیدروژن (H) حدود ۹۰٪
نوع سیاره	سنگی	گازی
نزدیکی به خورشید	سومین سیاره	پنجمین سیاره
اندازه (قطر)	پنجمین سیارهٔ بزرگ	بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی
عنصرهای مشترک در بین ۸ عنصر اصلی	اکسیژن (O) و گوگرد (S)	

توجه هرچند عنصرهای مشترکی در دو سیارهٔ زمین و مشتری وجود دارد، اما به طور کلی، نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است. چنین یافته‌هایی نشان می‌دهد که عنصرها به صورت **ناهمگون** (غیریکنواخت) در جهان هستی توزیع شده‌اند.

مهبانگ

مِهبانگ یا *همون* BigBang، در لغت به معنی انفجار بزرگ است. طبق نظریهٔ مهبانگ، چند میلیارد سال پیش، *فیلی یهویی* یک انفجار بسیار بزرگ رخ داده است که در نتیجهٔ آن، انرژی بسیار زیادی آزاد شده و در آن شرایط، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون پدید آمده‌اند و پس از مدتی، عنصرهای هیدروژن و هلیم، *چشم به جهان گشوده‌اند!*

پیدایش عنصر هیدروژن و سپس هلیم ← پیدایش ذره‌های زیراتمی (الکترون، نوترون، پروتون و ...) ← آزادشدن انرژی عظیم ← مهبانگ (انفجار بزرگ)

و اما ادامهٔ ماجرا!

با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم (فشرده) شده و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** را ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها ← فشرده‌شدن ← پیدایش سحابی ← کاهش دما و متراکم‌شدن گازهای هیدروژن و هلیم

۱- درصدهای نشان داده شده در شکل‌ها، در واقع درصد جرمی عنصرها هستند. بهتر بود مؤلفان محترم کتاب درسی از واژهٔ درصد فراوانی استفاده نمی‌کردند. جلوتر در قسمت جرم اتمی میانگین خواهیم دید که درصد فراوانی در واقع درصد شمار اتم‌ها است؛ مثلاً وقتی می‌گیم درصد فراوانی A، ۲۰ درصد است یعنی از کل ۱۰۰تا اتم، ۲۰تاش اتم A است.

۲- با شبه‌فلزها در شیمی یازدهم آشنا خواهیم شد.

توجه سحابی (Nebula) به معنی ابر است؛ در سحابی، گازهای هیدروژن و هلیم مانند یک ابر، پراکنده و *سرگردون!* و شکل معینی ندارند. سحابی‌ها، محل زایش ستاره‌ها هستند. ستاره‌ها به دلیل تراکم زیاد، مرکزی فشرده دارند و درون آن‌ها واکنش‌هایی به نام واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها (در فشارها و دماهای بسیار بالا)، ابتدا عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... به وجود می‌آیند و در مرحلهٔ بعد طی واکنش‌های هسته‌ای دیگر، از این عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... تشکیل می‌شود.

عنصرهای سنگین ← واکنش‌های هسته‌ای ← عنصرهای سبک ← واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها

ستاره‌ها *مثل ما آدما!* متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که باعث می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن، در فضا *پخش و پلا شوند!* به همین دلیل **می‌توان ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.**

جمع‌بندی روند تشکیل عنصرها در جهان را می‌توان *مختصر و مفید!* به صورت زیر نشان داد:

عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... ← عنصرهای سبک مثل لیتیم، کربن و ... ← هلیم ← هیدروژن

توجه خورشید، نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ *خورشید خانم!* به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم (تبدیل عنصر سبک‌تر به عنصر سنگین‌تر!) در واکنش‌های هسته‌ای است.

نکته انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای بسیار زیاد است، *اون قدری که* می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند، در حالی که در واکنش‌های شیمیایی که در *دوروبر خودمون رخ می‌ده!* مقدار انرژی مبادله‌شده بسیار کم‌تر است.[1]

حالا برای جمع‌بندی نکات درس‌نامه، به سؤالات کادر زیر که برای دست‌گرمی‌اند، جواب بده!

اگه گفتی؟

۱- طبق روند تشکیل عنصرها، فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ زمین، زودتر از فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ مشتری، پا به عرصه جهان گذاشته است.

I) 👍 II) 👎

۲- بیش از ۹۰ درصد دو سیارهٔ زمین و مشتری را به ترتیب آهن و هیدروژن تشکیل می‌دهند.

I) 👍 II) 👎

۳- درون ستاره‌ها در فشارها و دماهای بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ داده و عنصرهای سنگین‌تر به عنصرهای سبک‌تر تجزیه می‌شوند.

I) 👍 II) 👎

۴- پس از مهبانگ، کدام شرایط سبب تشکیل سحابی شد؟

I) کاهش دما و متراکم‌شدن گازها
II) افزایش دما و منبسط‌شدن گازها

۵- فراوان‌ترین نافلز سازندهٔ زمین کدام است؟

I) هیدروژن
II) اکسیژن

۶- کدام سیاره، جزء سیاره‌های هدف در مأموریت فضاپیماهای وویجر نبود؟

I) مریخ
II) زحل

۱- در علوم سال‌های پیش *کم و بیش!* با واکنش‌های شیمیایی آشنا شدید. در این واکنش‌ها که الکترون‌های اتم‌ها در آن نقش اساسی دارند، ماهیت اتم‌ها و ساختار هستهٔ آن‌ها (پروتون‌ها و نوترون‌ها) تغییر نمی‌کند. به طور مثال معادلهٔ $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$، واکنش سوختن متان را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینید در این واکنش اتمی از بین نمی‌رود و به وجود هم نمی‌آید، بلکه پس از انجام واکنش، اتم‌ها به شیوه‌های دیگری به هم متصل می‌شوند و مواد جدیدی را به وجود می‌آورند، اما در واکنش‌های هسته‌ای، همان‌طور که از *اسمشون مشخصه*، هستهٔ اتم‌ها دچار تغییر شده و به هستهٔ اتم (های) دیگر تبدیل می‌شود؛ یعنی شمار نوترون‌ها و پروتون‌های هسته، دستخوش تغییر می‌شود. این واکنش‌ها در شرایط خاص و در دماهای بسیار بالا انجام می‌شوند.

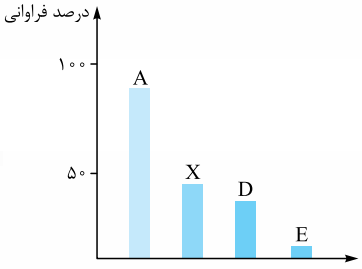
	واکنش‌های شیمیایی	واکنش‌های هسته‌ای	
	فقط الکترون‌ها در آن نقش دارند.		پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها می‌توانند در آن نقش داشته باشند.
	مقدار انرژی مبادله‌شده در آن‌ها (در مقایسه با واکنش‌های هسته‌ای) کم است.		انرژی آزادشده در آن‌ها زیاد است.
	ماهیت اتم‌ها در آن‌ها ثابت است.		اتم‌های یک عنصر اغلب به اتم‌های یک عنصر دیگر تبدیل می‌شوند.
	قانون پایستگی جرم و قانون پایستگی انرژی، هر کدام به تنهایی برقرارند.		قانون پایستگی جرم و قانون پایستگی انرژی به تنهایی برقرار نیستند، بلکه قانون پایستگی جرم و انرژی (مجموع جرم و انرژی) برقرار است.
	در معادلهٔ این واکنش‌ها، نماد شیمیایی عنصرها یا فرمول شیمیایی مواد بدون عدد اتمی و عدد جرمی آن‌ها نشان داده می‌شود: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$		در معادلهٔ این واکنش‌ها، هسته‌ها با نمادهای شیمیایی به همراه عدد اتمی و عدد جرمی نشان داده می‌شوند: $^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

۷- کدام مورد، بخشی از روند تشکیل عنصرها در جهان را، طبق نظریهٔ مهبانگ، به درستی نشان می‌دهد؟

I) ستاره ← سحابی ← کهکشان
II) هلیم ← هیدروژن ← سحابی
III) ذره‌های زیراتمی ← هیدروژن ← هلیم
IV) ستاره ← عنصرهای سنگین ← عنصرهای سبک

۸- کدام عنصر در هر دو سیارهٔ مشتری و زمین از نظر فراوانی رتبهٔ ششم را دارد؟

● با توجه به نمودار روبه‌رو که مربوط به درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر هر یک از سیاره‌های زمین و مشتری است:



۹- کدام عنصر، دومین عنصری است که پس از مهبانگ به وجود آمده است؟

۱۰- کدام عنصر، فلز است؟

پاسخ

۱- II	۲- II	۳- II	۴- I
۵- II	۶- I	۷- III	۸- گوگرد (S)
۹- E (هلیم)	۱۰- X (آهن)		

۱- گزینهٔ ۲ انسان‌های اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستاره‌ها و نقاشی‌کردن آن‌ها روی دیوار غارها، دنبال فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده‌اند.

گزینهٔ (۱): *درسته که* شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده و هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده، تأثیر بسزایی در شناخت جهان امروزی داشته‌اند و دارند، اما *هواستون باشه* که پاسخ پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علوم تجربی مانند شیمی *نمی‌گنجه!*

گزینهٔ (۳): اتفاقاً علم تجربی می‌تواند پاسخ پرسش‌های «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» و «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» *رو بده!*

گزینهٔ (۴): مأموریت فضاپیماهای وویجر، تهیهٔ شناسنامهٔ ۴ سیارهٔ مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بود نه همهٔ سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی!

۲- گزینهٔ ۲ عبارت‌های اول و چهارم درست‌اند. بیایید همهٔ عبارت‌ها را بررسی کنیم.

● هر دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲، در یک سال[1] (۱۹۷۷ میلادی یا ۱۳۵۶ خورشیدی) به فضا فرستاده شدند.

● آخرین تصویر ارسالی از کرهٔ زمین توسط وویجر ۱ از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری بوده و نه هفت میلیون کیلومتری!

● مأموریت این دو فضاپیما، عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بود. *مریخ هزوشون نبود!*

● در صفحهٔ ۲ کتاب درسی می‌خوانیم که آخرین تصویر ارسالی وویجر ۱، پیش (قبل) از خروج از سامانهٔ خورشیدی بوده است و این یعنی، فضاپیماهای وویجر *دیگه* از سامانهٔ خورشیدی خارج شده‌اند.

۳- گزینهٔ ۳ عبارت‌های دوم، سوم و چهارم درست‌اند و درستی آن‌ها را در کادر (۱) پیدا می‌کنید.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: مشتری یک سیارهٔ گازی است، ولی فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ آن، هیدروژن است و نه هلیم!

عبارت پنجم: در بین ۸ عنصر اصلی سازندهٔ زمین و مشتری، عنصرهای اکسیژن (O) و گوگرد (S) مشترک هستند.

۴- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (آ) و (پ) درست‌اند.

آ هم سیارهٔ مشتری و هم خورشید، به طور عمده از هیدروژن و هلیم تشکیل شده‌اند.

پ مشتری یک سیارهٔ گازی و زمین یک سیارهٔ سنگی است؛ پس می‌توان گفت چگالی سیارهٔ مشتری کم‌تر از زمین است.

اینم دانشگه باش ...

چند مقایسه در مورد زمین و مشتری:

۱) درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر: زمین (≃٪۴۰) < مشتری (≃٪۹۰)

۲) فاصله از خورشید: زمین (سومین سیاره) < مشتری (پنجمین سیاره)

۳) دمای سطح سیاره: مشتری < زمین (به خورشید نزدیک‌تر است.)

۴) درصد فراوانی عناصر مشترک: مشتری < زمین (O,S)

۱- بد نیست بدانید که وویجر ۱، ۱۶ روز پس از وویجر ۲ به فضا فرستاده شد.

⑤ چگالی: مشتری < زمین
سیارهٔ گازی — سیارهٔ سنگی

⑥ اندازه (قطر): زمین < مشتری
بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی

⑦ رتبهٔ فراوانی گوگرد: مشتری = زمین
ششم

در بین ۸ عنصر اصلی سازندهٔ سیارهٔ مشتری، دو عنصر کربن (C) و گوگرد (S) در شرایط معمولی زمین «دمای $25\ ^\circ C$ و فشار ۱ اتمسفر»، به حالت جامدند.

۸ عنصر اصلی سازندهٔ زمین: $\underset{\text{جامد}}{Fe}, \underset{\text{گاز}}{O}, \underbrace{Si, Mg, Ni, S, Ca, Al}_{\text{جامد}}$

۸ عنصر اصلی سازندهٔ مشتری: $\underbrace{H, He}_{\text{گاز}}, \underset{\text{جامد}}{C}, \underbrace{O, N}_{\text{گاز}}, \underset{\text{جامد}}{S}, \underbrace{Ar, Ne}_{\text{گاز}}$

سومین عنصر فراوان زمین، سیلیسیم است که نماد شیمیایی آن، Si می‌باشد.

۵- گزینهٔ ۲ بیایید عبارت‌ها را *دونه‌دونه!* بررسی کنیم:

- فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین، آهن است که درصد فراوانی آن حدود ۴۰٪ می‌باشد، در حالی که فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، هیدروژن با درصد فراوانی حدود ۹۰٪ است. ← زمین
- سه عنصر فراوان‌تر زمین، Fe، O و Si و سه عنصر فراوان‌تر مشتری، H، He و C است. ← زمین
- در هر دو سیارهٔ زمین و مشتری، عنصر گوگرد از نظر فراوانی در رتبهٔ ششم قرار دارد. ← زمین و مشتری
- در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری، عنصر فلزی از جمله Al وجود ندارد؛ بنابراین احتمال تشکیل ترکیب‌های فلزی مانند Al_4O_3 در آن بسیار کم است. ← مشتری
- نخستین عنصری که پس از مهبانگ به وجود آمده، هیدروژن است که *از قضا* فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری نیز هست. ← مشتری

۶- گزینهٔ ۳

اینم داشته باش ...

روند تشکیل عنصرها طبق نظریهٔ مهبانگ:

گزینهٔ (۱): طی انفجار مهیب، انرژی زیادی آزاد (و نه مصرف!) شده است.

گزینهٔ (۲): هرچند عنصرهای مشترکی در سیاره‌های زمین و مشتری وجود دارد، اما به طور کلی، نوع و میزان فراوانی عنصرها در این دو سیاره متفاوت است که نشان می‌دهد عنصرها به صورت ناهمگون در جهان توزیع شده‌اند.

گزینهٔ (۴): با **کاهش** دما و **متراکم**شدن گازهای هیدروژن و هلیم، سحابی‌ها ایجاد شده‌اند.

۷- گزینهٔ ۲ عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت نادرست:

عبارت سوم: با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.

واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها: عنصرهای سبک‌تر ← عنصرهای سنگین‌تر

۸- گزینهٔ ۴ گزینهٔ (۴) برخلاف بقیهٔ گزینه‌ها، نادرست است؛ در واکنش‌های شیمیایی نیز انرژی مبادله می‌شود، فقط انرژی مبادله‌شده در آن‌ها بسیار کم‌تر از انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای است.

۹- گزینهٔ ۴ روند تشکیل عنصرها *به صورت مختصر و مفید!* به شکل زیر است:

هیدروژن ← هلیم ← عنصرهای سبک مانند لیتیم و کربن ← عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن و طلا

عنصرهای لیتیم و کربن جزء عنصرهای سبک هستند که در مرحلهٔ X تولید می‌شوند. در مرحلهٔ D، عنصرهای سنگینی مانند آهن و طلا پدید می‌آیند.

در مورد گزینهٔ (۱) دقت کنید که عنصر تولیدشده در مرحلهٔ A همان هلیم است که دومین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری است. *(اولیش هیدروژنه!)*

۱۰- گزینهٔ ۳ عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

- انرژی گرمایی و نورانی نزدیک‌ترین ستاره به زمین؛ یعنی خورشید، به دلیل انجام واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیم است. (تبدیل عنصر سبک‌تر به عنصر سنگین‌تر)!
- سحابی‌ها از متراکم‌شدن گازهای هیدروژن و هلیم به وجود می‌آیند و *بعدش* این سحابی‌ها، سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها می‌شوند.

- با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.
- دو عنصر فراوان‌تر مشتری، هیدروژن و هلیم هستند که قبل از دو عنصر فراوان‌تر زمین؛ یعنی آهن و اکسیژن، پدید آمده‌اند.

۱۱- گزینه ۱ عبارت‌های اول و سوم نادرست‌اند.

- در سیارهٔ مشتری درصد فراوانی آرگون (Ar) از نئون (Ne) بیشتر است. *به بار دیگه*، مقایسهٔ درصد فراوانی ۸ عنصر اصلی زمین و مشتری را ببینید:

درصد فراوانی ۸ عنصر اصلی زمین: $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

درصد فراوانی ۸ عنصر اصلی مشتری: $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

- دومین عنصر فراوان زمین و چهارمین عنصر فراوان مشتری، اکسیژن است.
- در بین ۸ عنصر اصلی زمین و مشتری، فقط دو عنصر اکسیژن و گوگرد مشترک هستند *وگرنه* که همهٔ عنصرهای سازندهٔ سیارهٔ مشتری در زمین نیز یافت می‌شوند؛ فقط جزء ۸ عنصر اصلی سازندهٔ زمین نیستند. مثلاً آرگون (Ar) در بین ۸ عنصر اصلی زمین وجود ندارد، *اما ضب!* بالأخره در زمین وجود دارد و جزء عنصرهای مشترک زمین و مشتری محسوب می‌شود.
- *کاملاً درسته!* جدول روبه‌رو را ببینید:

سیاره	زمین	مشتری
رتبه از نظر نزدیکی به خورشید	سوم	پنجم
رتبه از نظر اندازه و قطر	پنجم	اول

- با توجه به این‌که درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر سیاره‌های مشتری و زمین به ترتیب حدود ۹۰٪ و ۴۰٪ است، *می‌شه* فهمید که اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر سیارهٔ مشتری یعنی عناصر هیدروژن و هلیم، بیشتر از اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر سیارهٔ زمین یعنی آهن و اکسیژن است.

اختلاف درصد فراوانی: (H ↓ حدود ۹۰٪ ، He ↓ حدود ۱۰٪ : دو عنصر فراوان‌تر مشتری) > (Fe ↓ حدود ۴۰٪ ، O ↓ حدود ۳۵٪ : دو عنصر فراوان زمین)

۲ عدد اتمی و عدد جرمی

شمارهٔ تست‌های مرتبط: ۱۲ تا ۳۱

تعریف عنصر

همهٔ موادی که در *دوروبر ما و شما!* وجود دارند، از ذره‌های ریزتری به نام اتم ساخته شده‌اند؛ در واقع اتم‌ها کنار هم قرار می‌گیرند و مواد را می‌سازند.

به طور کلی مواد موجود *در عالم بشریت!* را می‌توان به صورت مقابل طبقه‌بندی کرد:

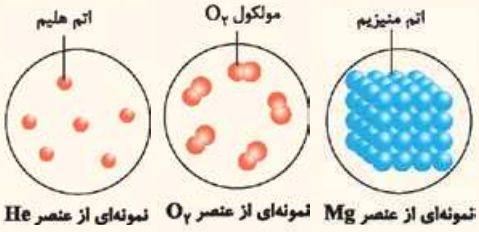
با مواد ناخالص (مخلوط) در فصل ۳ به طور کامل آشنا خواهیم شد. فعلاً *بریم* سراغ مواد خالص! مادهٔ خالص به ماده‌ای گفته می‌شود که ذره‌های سازندهٔ آن (نه الزاماً اتم‌های سازندهٔ آن!) یکسان است. همان‌طور که در نمودار مقابل می‌بینید، مواد خالص به دو دستهٔ عنصر و ترکیب تقسیم می‌شوند.

عنصر: به مادهٔ خالصی گفته می‌شود که ذره‌های سازندهٔ آن **تنها از یک نوع اتم تشکیل شده است**؛ مانند Fe، N_2، O_3 و ... .

ترکیب: به مادهٔ خالصی گفته می‌شود که ذره‌های سازندهٔ آن از **بیش از یک نوع اتم تشکیل شده است**؛ مانند H_2O، $NaCl$، $FeSO_4$ و ... .

چند نکته

۱) عنصرها می‌توانند تک‌اتمی (مانند هلیم He)، دواتمی (مانند گاز اکسیژن O_2)، چنداتمی (مانند فسفر P_4) و یا به صورت اجتماعی از اتم‌های یکسان قرارگرفته کنار هم (مانند فلز منیزیم Mg) باشند.



۲) مولکول‌ها از اتصال اتم‌ها به یکدیگر تشکیل می‌شوند؛ بنابراین مولکول‌ها می‌توانند هم به صورت عنصر (مانند O_2، P_4 و ...) و هم به صورت ترکیب (مانند H_2O، CH_4 و ...) باشند.

۳) به ذره‌هایی که در ساختار یک اتم وجود دارند، ذره‌های زیراتمی گفته می‌شود. الکترون (e)، پروتون (p) و نوترون (n)، معروف‌ترین ذره‌های زیراتمی هستند.[1] پروتون و نوترون در هستهٔ اتم حضور دارند و الکترون‌ها در اطراف هسته! در ضمن همان‌طور که در جدول مقابل می‌بینید، پروتون دارای بار مثبت و الکترون دارای بار منفی است، در حالی که نوترون، ذره‌ای خنثی می‌باشد.

ذرهٔ زیراتمی	پروتون	نوترون	الکترون
در کجا قرار دارد؟	هستهٔ اتم	هستهٔ اتم	اطراف هسته
بار نسبی	+۱	۰	−۱

۱- در ساختار اتم، ذره‌های زیراتمی دیگری (مانند کوارک‌ها، لپتون‌ها و ...) وجود دارد که ما اصلاً کاری باهاشون نداریم!

عدد اتمی و عدد جرمی

عدد اتمی (Z): به تعداد (شمار) پروتون‌های هستهٔ یک اتم، عدد اتمی گفته می‌شود و آن را با حرف Z نشان می‌دهند. عدد اتمی هر عنصر، شناسنامهٔ آن عنصر است؛ به عبارت دیگر به کمک عدد اتمی، می‌توان نوع عنصر را تعیین کرد، به طور مثال، عدد اتمی ۶، *فقط و فقط!* مختص کربن (C) است و *لاغیر!* یعنی، هر اتمی که در جهان دارای ۶ پروتون باشد، همان اتم کربن است.

نکته اتم ذره‌ای خنثی است و مجموع بارهای مثبت و منفی در آن با هم برابر است؛ پس *همگان قبول دارند* که تعداد الکترون‌های یک اتم باید با تعداد پروتون‌های آن برابر باشد؛ در نتیجه عدد اتمی، تعداد الکترون‌های اتم را نیز مشخص می‌کند.

مشخص‌شدن شمار الکترون‌ها ← مشخص‌شدن شمار پروتون‌ها ← عدد اتمی (Z)

عدد جرمی (A): به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، عدد جرمی گفته می‌شود و آن را با نماد A نشان می‌دهند. اگر N نشان‌دهندهٔ تعداد نوترون‌ها باشد، بین عدد اتمی و عدد جرمی رابطهٔ روبه‌رو برقرار است:

$$A = Z + N$$

با توجه به رابطهٔ بالا، برای محاسبهٔ شمار نوترون‌های یک اتم کافی است که عدد اتمی آن را از عدد جرمی‌اش کم کنیم.

عدد اتمی − عدد جرمی = شمار نوترون‌ها

نماد هر اتم را می‌توان با عددهای اتمی و جرمی آن که در سمت چپ نماد شیمیایی عنصر قرار می‌گیرند، نشان داد. عدد اتمی در پایین و عدد جرمی در بالا نوشته می‌شود:

$${}^{A}_{Z}E$$ — A: عدد جرمی، Z: عدد اتمی، E: نماد شیمیایی عنصر

برای مثال فرض کنید می‌خواهیم نماد اتمی از آهن (Fe) که ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون دارد را به فرم بالا نشان دهیم:

عدد اتمی = تعداد پروتون‌ها = ۲۶

عدد جرمی = تعداد پروتون‌ها + تعداد نوترون‌ها = ۲۶ + ۳۰ = ۵۶

$\Longrightarrow {}^{56}_{26}Fe$

حالا برعکس! فرض کنید نماد اتم برم به صورت ${}^{80}_{35}Br$ داده شده و می‌خواهیم شمار ذرات زیراتمی آن را مشخص کنیم.

${}^{80}_{35}Br$ (۸۰ ← عدد جرمی، ۳۵ ← عدد اتمی)

- عدد اتمی = شمار الکترون‌ها = شمار پروتون‌ها = ۳۵
- عدد اتمی − عدد جرمی = شمار نوترون‌ها = ۸۰ − ۳۵ = ۴۵

نکته در برخی واکنش‌های شیمیایی، اتم‌ها با از دست دادن و یا گرفتن الکترون به یون تبدیل می‌شوند، **اما تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن‌ها تغییری نمی‌کند**؛ بنابراین در یون‌ها، برخلاف اتم‌های خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر نیست.

آ) اتم‌ها با از دست دادن الکترون به یون مثبت یا کاتیون تبدیل می‌شوند؛ بنابراین در یون‌های مثبت، تعداد الکترون‌ها به اندازهٔ بار یون از تعداد پروتون‌ها کم‌تر است؛ به عنوان نمونه Al^{3+}، ۳ الکترون کم‌تر از Al دارد. *هواستون باشه* که تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های Al و Al^{3+} هیچ فرقی با هم نمی‌کنه!

ب) اتم‌ها با گرفتن الکترون، به یون منفی یا آنیون تبدیل می‌شوند؛ بنابراین در یون‌های منفی، تعداد الکترون‌ها به اندازهٔ مقدار بار یون، از تعداد پروتون‌ها بیشتر است؛ به عنوان نمونه، S^{2-}، ۲ الکترون بیشتر از S دارد.

جمع‌بندی

- ${}^{A}_{Z}E$: تعداد پروتون‌ها = Z؛ تعداد الکترون‌ها = Z؛ تعداد نوترون‌ها = A − Z
- ${}^{A}_{Z}E^{m+}$: تعداد پروتون‌ها = Z؛ تعداد الکترون‌ها = Z − m؛ تعداد نوترون‌ها = A − Z
- ${}^{A}_{Z}E^{m-}$: تعداد پروتون‌ها = Z؛ تعداد الکترون‌ها = Z + m؛ تعداد نوترون‌ها = A − Z

توجه برای همهٔ یون‌ها، چه مثبت و چه منفی، رابطهٔ تعداد الکترون و پروتون را می‌توان به صورت زیر نوشت:

بار یون (با در نظر گرفتن علامت) − تعداد پروتون = تعداد الکترون

مثال جدول مقابل را کامل کنید.

ردیف	نماد گونه	تعداد پروتون	تعداد نوترون	تعداد الکترون
آ	${}^{200}_{80}Hg$	.....	.....	.....
ب	${}^{.....}_{8}O^{2-}$	.....	۱۰	.....
پ	${}^{70}_{.....}Ga^{3+}$	۳۱	.....	.....
ت	${}^{.....}_{.....}P^{.....}$	۱۵	۱۶	۱۸

پاسخ آ) ${}^{200}_{80}Hg$، دارای ۸۰ پروتون، ۸۰ الکترون و ۱۲۰ = ۸۰ − ۲۰۰ نوترون است.

ب) ${}^{2-}_{8}O$، دارای ۸ پروتون و ۱۰ = ۲ + ۸ الکترون است. با توجه به این‌که یون مورد نظر دارای ۱۰ نوترون است، عدد جرمی آن برابر ۱۸ = ۱۰ + ۸ است.

پ) عدد اتمی Ga^{3+} با تعداد پروتون‌های آن (۳۱)، برابر است. این یون دارای ۲۸ = ۳ − ۳۱ الکترون و ۳۹ = ۳۱ − ۷۰ نوترون است.

ت) تعداد الکترون‌ها، ۳ واحد بیشتر از تعداد پروتون‌ها است؛ بنابراین گونهٔ مورد نظر، یک یون ۳ بار منفی است. *این‌جوری هم می‌شد نوشت:*

$-3 = 15 - 18 =$ بار یون $\Rightarrow$ بار یون − ۱۵ = ۱۸ $\Rightarrow$ بار یون (با علامت) - تعداد پروتون = تعداد الکترون

عدد جرمی نیز از جمع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها به دست می‌آید: ۳۱ = ۱۵ + ۱۶

اینم جدول شیک و کامل‌شدهٔ ما:

ردیف	نماد گونه	تعداد پروتون	تعداد نوترون	تعداد الکترون
آ	$^{200}_{80}Hg$	۸۰	$۲۰۰-۸۰=۱۲۰$	۸۰
ب	$^{18}_{8}O^{2-}$	۸	۱۰	$۸+۲=۱۰$
پ	$^{70}_{31}Ga^{3+}$	۳۱	$۷۰-۳۱=۳۹$	$۳۱-۳=۲۸$
ت	$^{31}_{15}P^{3-}$	۱۵	۱۶	۱۸

رابطهٔ تعداد ذرات زیراتمی در اتم‌ها و یون‌ها

۱) اتم‌ها: قبلاً گفتیم چون اتم‌ها خنثی هستند، تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در آن‌ها با هم برابر است. حالا *بدایند و آگاه باشید!* که در همهٔ اتم‌های معروف[۱] (به‌جز $^{1}_{1}H$ که نوترون ندارد)، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون‌ها است.

اتم‌های خنثی[۲] ⟵ $e=p$ ، $n\geq p$

حالا چرا این نکته رو بهتون گفتیم؟! در بعضی از سؤال‌ها، طراح مثلاً *می‌گه* تفاوت شمار نوترون و پروتون برابر x است و *نمی‌گه کدومشون بیشتره!* با توجه به نکتهٔ بالا، شما باید بنویسین $n-p=x$ و نه $p-n=x$! *با یه تمرین، مطلب دستتون میاد!*

تست **عدد جرمی عنصری ۴۵ و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ آن برابر با ۳ است. شمار الکترون‌های این عنصر کدام است؟**

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

پاسخ **گزینهٔ «۱»** تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر با ۳ است؛ پس با توجه به نکتهٔ قبل، *بدون شک!* شمار نوترون‌ها (n)، ۳ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها می‌باشد:

$$n-p=۳$$

از طرفی با توجه به رابطهٔ عدد جرمی خواهیم داشت:

$$n+p=۴۵$$

حالا با حل یک دو معادله ـ دو مجهول ساده، *به مراد دلمون می‌رسیم!*

$$\begin{cases} n+p=۴۵ \\ n-p=۳ \end{cases} \Longrightarrow ۲n=۴۸ \Longrightarrow n=۲۴ \Longrightarrow p=۲۱$$

پس شمار پروتون‌ها یا عدد اتمی این عنصر برابر با ۲۱ است. شمار الکترون‌ها هم که با شمار پروتون‌ها برابر بوده و *فلاص!*

توجه برای مسائلی به فرم بالا که در آن عدد جرمی (مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها) و **تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها** داده می‌شود، می‌توانیم از فرمول هم استفاده کنیم، اما اول بیایید اثباتش کنیم:

$$\left.\begin{matrix} N+Z=A \\ N-Z=x \end{matrix}\right\} \xrightarrow{N=Z+x} Z+x+Z=A \Longrightarrow ۲Z=A-x \Longrightarrow Z=\frac{A-x}{۲}$$

$$\text{عدد اتمی } (Z)=\frac{\text{عدد جرمی } (A)-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{۲}$$

به طور مثال در تمرین بالا خواهیم داشت:

$$Z=\frac{۴۵-۳}{۲}=\frac{۴۲}{۲}=۲۱$$

۲) یون‌ها

آ) یون‌های مثبت (کاتیون‌ها): در کاتیون‌ها، تعداد پروتون‌ها از الکترون‌ها بیشتر است؛ با توجه به برابر یا بیشتر بودن تعداد نوترون‌ها از پروتون‌ها، می‌توانیم بنویسیم:

در کاتیون‌ها ⟵ $\begin{cases} n\geq p \\ p>e \end{cases} \Longrightarrow n\geq e$

بنابراین در مسائل مربوط به کاتیون‌ها، اگر گفته شود که اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر x است، باید بنویسیم: $n-e=x$!

ب) یون‌های منفی (آنیون‌ها): در آنیون‌ها، تعداد نوترون‌ها می‌تواند بیشتر، کم‌تر و یا برابر با تعداد الکترون‌ها باشد:

در آنیون‌ها ⟵ $\begin{cases} n\geq p \\ p<e \end{cases} \Longrightarrow n \boxed{??} e$

بنابراین در مسائل مربوط به آنیون‌ها، اگر گفته شود که اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر x است، به‌جز یک حالت خاص که در ادامه به آن می‌پردازیم، باید هر دو حالت $n-e=x$ و $e-n=x$ را در نظر بگیریم.

۱- در بین ایزوتوپ‌های طبیعی، در $^{3}_{2}He$ نیز تعداد نوترون‌ها از پروتون‌ها کم‌تر است. هم‌چنین ایزوتوپ‌های ساختگی زیادی داریم که در آن‌ها تعداد نوترون‌ها از پروتون‌ها کم‌تر است؛ مانند $^{8}_{5}B$ ، $^{10}_{7}N$ و ... ! در ضمن در تمرین‌های دوره‌ای صفحهٔ ۴۶ کتاب درسی به ایزوتوپ ساختگی $^{47}_{24}Cr$ اشاره شده است که تعداد نوترون‌هایش کم‌تر از پروتون‌هایش است.

۲- معمولاً برای نمایش پروتون، الکترون و نوترون از نمادهای p، e و n و برای نشان‌دادن تعداد آن‌ها از نمادهای Z و N استفاده می‌کنند. با توجه به این‌که بچه‌ها با نمادهای p، e و n *بیشتر حال می‌کنند*، از این به بعد، ما هم برای نشان‌دادن تعداد ذره‌های زیراتمی از این نمادها استفاده می‌کنیم!

در یک حالت خاص *که ما بیشتر باهاش کار داریم*، اگر اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یک آنیون، بیشتر از مقدار بار یون باشد (مثلاً سؤال *بگه* اختلاف تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در M^{3-} برابر ۹ است)، حتماً تعداد نوترون‌ها بیشتر از تعداد الکترون‌ها است و باید بنویسیم: $n - e = x$!

جمع‌بندی

در همهٔ اتم‌ها و یون‌ها (به‌جز $_1^1H$) ← $n \geq p$

در همهٔ اتم‌های خنثی و کاتیون‌ها (به‌جز $_1^1H$) ← $n \geq e$

رابطهٔ بین n و e در آنیون‌ها: آیا اختلاف n و e بیشتر از قدرمطلق بار است؟ بله ← $n > e$ ؛ خیر ← $n < e$ یا $n > e$

تست **اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{139}M^{3+}$ برابر با ۲۸ باشد، عدد اتمی M کدام است؟**

۱) ۵۴ ۲) ۵۷ ۳) ۷۹ ۴) ۸۲

پاسخ **گزینهٔ «۲»** اول داده‌های سؤال *رو بنویسیم، ببینیم چی داریم*؛

آ) در یون M^{3+} ، شمار الکترون‌ها ۳ واحد کم‌تر از شمار پروتون‌ها است: $e = p - 3$

ب) در کاتیون‌ها، شمار نوترون‌ها از شمار الکترون‌ها بیشتر است؛ پس: $n - e = 28$

پ) با توجه به عدد جرمی، مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۱۳۹ است: $n + p = 139$

خواستهٔ سؤال، عدد اتمی M یعنی شمار پروتون‌های آن است؛ پس باید با سه معادله‌ای که داریم، شمار پروتون‌ها را به دست بیاریم! به جای الکترون در معادلهٔ دوم، $p - 3$ را قرار می‌دهیم و به کمک این معادله و معادلهٔ سوم، یک دستگاه دو معادله ـ دو مجهول تشکیل می‌دهیم. برای حل دستگاه و حذف نوترون‌ها، معادلهٔ سوم را در منفی ضرب می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} n-(p-3)=28 \Longrightarrow n-p=25 \\ -n-p=-139 \end{array}\right\} \Longrightarrow -2p=-114 \Longrightarrow p=57 \Longrightarrow Z=57$$

توجه برای مسائلی به فرم بالا که در آن عدد جرمی و **تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها** داده می‌شود، می‌توانیم برای اتم‌ها و کاتیون‌ها و هم‌چنین برای آنیون‌هایی که در آن‌ها اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها بیشتر از مقدار بار یون است، از فرمول زیر هم استفاده کنیم. *اثباتش با شما!*

$$Z = \frac{\text{A (عدد جرمی)} - \text{(تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها)} + \text{بار یون با علامت}}{2}$$

به طور مثال در تمرین قبل خواهیم داشت: $Z = \frac{139 - 28 + 3}{2} = \frac{114}{2} = 57$

تست **اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{79}Y^{2-}$ برابر با ۹ باشد، شمار نوترون‌های این عنصر کدام است؟**

۱) ۳۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۳ ۴) ۴۵

پاسخ **گزینهٔ «۴»** روش اول مثل سؤال قبلی، اطلاعات داده‌شده را به فرم معادله می‌نویسیم. حتماً حواستون هست که در این‌جا با آنیونی سروکار داریم که تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های آن (۹)، از مقدار بار یون (۲) بیشتر است؛ پس با خیال راحت می‌تونیم بگیم شمار نوترون‌ها از الکترون‌ها بیشتر است و بنویسیم: $n - e = 9$!

I) $Y^{2-} \Longrightarrow e = p + 2$

II) $n - e = 9 \Longrightarrow n - (p + 2) = 9 \Longrightarrow n - p = 11$ III) $n + p = 79$

$$\left.\begin{array}{l} n-p=11 \\ n+p=79 \end{array}\right\} \Longrightarrow 2n=90 \Longrightarrow n=45$$

روش دوم با توجه به فرمول، ابتدا عدد اتمی را حساب کرده و سپس به کمک عدد جرمی، شمار نوترون‌ها را به دست می‌آوریم:

$$Z = \frac{\text{A} - \text{(تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها)} + \text{بار یون با علامت}}{2} = \frac{79 - 9 + (-2)}{2} = \frac{68}{2} = 34$$

عدد اتمی - عدد جرمی = تعداد نوترون‌ها $= 79 - 34 = 45$

توجه ما همیشه در سؤالات با تفاوت شمار نوترون و پروتون یا الکترون سروکار نداریم که بتونیم از فرمول استفاده کنیم، در بعضی سؤال‌ها، *فقط و فقط!* باید معادله نوشت و با حل معادله، خواستهٔ سؤال را به دست آورد.

تست **اگر مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در یون X^{2+} برابر ۲۷۸ و نسبت شمار الکترون‌ها به نوترون‌ها در آن برابر ۰/۶۵ باشد، عدد جرمی X چند برابر عدد اتمی آن است؟**

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

۱- در مواردی که تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها کم‌تر از مقدار بار یون است، باید هر دو حالت $n - e = x$ و $e - n = x$ را امتحان کنیم و با اطلاعات دیگه‌ای که خودمون داریم و یا در سؤال داده شده، بفهمیم کدوم حالت درسته!

پاسخ **گزینهٔ «۴»** عدد اتمی X را به ترتیب Z و A در نظر گرفته و اطلاعات داده‌شده را برحسب Z و A می‌نویسیم:

$$\begin{cases} \text{مجموع شمار ذره‌های زیراتمی} = \underbrace{\text{شمار نوترون‌ها} + \text{شمار پروتون‌ها}}_{A} + \underbrace{\text{شمار الکترون‌ها}}_{Z-2} = A + Z - 2 = 278 \Rightarrow A + Z = 280 \\ \frac{\text{شمار الکترون}}{\text{شمار نوترون}} = \frac{Z-2}{A-Z} = 0/65 \Rightarrow 0/65A - 0/65Z = Z - 2 \Rightarrow 1/65Z - 0/65A = 2 \end{cases}$$

حالا با دو معادله ـ دو مجهول، A و Z را حساب می‌کنیم:

$$\times(0/65)\begin{cases} Z + A = 280 \\ 1/65Z - 0/65A = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0/65Z + 0/65A = 182 \\ 1/65Z - 0/65A = 2 \end{cases}$$

$$2/3Z = 184 \Rightarrow Z = 80 \Rightarrow A = 200 \Rightarrow \frac{A}{Z} = \frac{200}{80} = 2/5$$

ذره‌های زیراتمی در گونه‌های چنداتمی

برای به دست آوردن تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در گونه‌های چنداتمی (مانند H_2O، SO_3^{2-} و ...) کافی است تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های اتم‌های سازندهٔ آن‌ها را با هم جمع کنیم. در گونه‌های خنثی و بدون بار، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است، اما در گونه‌های باردار (یون‌ها) *مثه قبل، قضیه فرق داره!* در یون‌های مثبت، تعداد الکترون‌ها به اندازهٔ بار یون از تعداد پروتون‌ها کم‌تر و در یون‌های منفی، تعداد الکترون‌ها به اندازهٔ مقدار بار یون، از تعداد پروتون‌ها بیشتر است.

مثال **با توجه به نماد اتم‌های ^1_1H، $^{16}_8O$، $^{13}_6C$، شمار ذرات زیراتمی در H_2O، CO_3^{2-} و H_3O^+ را به دست آورید.**

پاسخ

$^1_1H \Longrightarrow 1p, 1e, 0n$

$^{16}_8O \Longrightarrow 8p, 8e, 8n$

$^{13}_6C \Longrightarrow 6p, 6e, 7n$

گونه	تعداد پروتون‌ها	تعداد نوترون‌ها	تعداد الکترون‌ها
H_2O	$2(1)+8=10$	$2(0)+8=8$	10
CO_3^{2-}	$6+3(8)=30$	$7+3(8)=31$	$30-(-2)=32$
H_3O^+	$3(1)+8=11$	$3(0)+8=8$	$11-(+1)=10$

۱۲- گزینهٔ ۲ به‌جز عبارت اول، بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

بررسی عبارت‌های اول، دوم و پنجم:

عبارت اول: *باید بگه* یک **نوع** اتم و نه یک اتم! مثلاً O_2 بیش از یک اتم دارد، ولی عنصر است، زیرا فقط از **یک نوع اتم** تشکیل شده است.

عبارت دوم: فرمول گاز اکسیژن، O_2 است؛ یعنی گاز اکسیژن از مولکول‌های دواتمی تشکیل شده است.

عبارت پنجم: مادهٔ که از دو نوع اتم تشکیل شده است، ترکیب و مادهٔ که از یک نوع اتم تشکیل شده است، عنصر می‌باشد.

۱۳- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (آ) و (پ) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب همواره در همهٔ اتم‌ها شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها نیست؛ مثلاً در اتم ^1_1H، شمار نوترون‌ها (صفر)، کم‌تر از شمار پروتون‌ها (۱) است.

ت برای محاسبهٔ شمار نوترون‌ها، باید عدد اتمی را از عدد جرمی کم کنیم و نه برعکس! یعنی کم‌کردن Z از A $\Longrightarrow$ شمار نوترون‌ها $= A - Z \Longrightarrow {}^A_Z E$

۱۴- گزینهٔ ۴ بیایید *یکی‌یکی!* موارد را بررسی کنیم:

$$A - 2Z = \underbrace{(A-Z)}_{\text{شمار نوترون‌ها}} - \underbrace{Z}_{\text{شمار پروتون‌ها}} = \underbrace{\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها}}_{\text{ذرات درون هسته}}$$

$$\text{مجموع شمار کل ذرات زیراتمی} = \underbrace{A}_{\substack{\text{مجموع شمار}\\ \text{پروتون‌ها و}\\ \text{نوترون‌ها}}} + \underbrace{Z}_{\substack{\text{شمار}\\ \text{الکترون‌ها}}}$$

۱۵- گزینهٔ ۲ برای محاسبهٔ تعداد نوترون‌ها، کافی است عدد اتمی را از عدد جرمی کم کنیم:

$^{59}_{29}Cu \longrightarrow n = 59 - 29 = 30$ $\quad$ $^{40}_{18}Ar \longrightarrow n = 40 - 18 = 22$ $\quad$ $^{120}_{50}Sn \longrightarrow n = 120 - 50 = 70$

$^{39}_{19}K \longrightarrow n = 39 - 19 = 20$ $\quad$ $^{58}_{27}Co \longrightarrow n = 58 - 27 = 31$ $\quad$ $^{112}_{48}Cd \longrightarrow n = 112 - 48 = 64$

بنابراین $^{120}_{50}Sn$ با بیشترین تعداد نوترون در رتبهٔ اول و $^{39}_{19}K$ با کم‌ترین تعداد نوترون، در رتبهٔ ششم قرار می‌گیرند؛ به این ترتیب اتم $^{59}_{29}Cu$ در رتبهٔ چهارم قرار دارد.

تعداد نوترون‌ها: $^{120}_{50}Sn > ^{112}_{48}Cd > ^{58}_{27}Co > ^{59}_{29}Cu > ^{40}_{18}Ar > ^{39}_{19}K$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۵) (۶)

۱۶- گزینه ۲ اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها را در جفت اتم‌های داده‌شده محاسبه کنیم، می‌بینیم که در ۳ مورد، تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در جفت گونه‌های داده‌شده با هم برابر است.

اتم	${}^{6}_{3}Li$	${}^{4}_{2}He$	${}^{238}_{92}U$	${}^{234}_{90}Th$	${}^{4}_{2}He$	${}^{3}_{1}H$	${}^{12}_{6}C$	${}^{16}_{8}O$
شمار پروتون‌ها	۳	۲	۹۲	۹۰	۲	۱	۶	۸
شمار نوترون‌ها	$۶-۳=۳$	$۴-۲=۲$	$۲۳۸-۹۲=۱۴۶$	$۲۳۴-۹۰=۱۴۴$	$۴-۲=۲$	$۳-۱=۲$	$۱۲-۶=۶$	$۱۶-۸=۸$
تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها	$۳-۳=۰$	$۲-۲=۰$	$۱۴۶-۹۲=۵۴$	$۱۴۴-۹۰=۵۴$	$۲-۲=۰$	$۲-۱=۱$	$۶-۶=۰$	$۸-۸=۰$

۱۷- گزینه ۴ اتم Sn دو الکترون نسبت به Sn^{2+} بیشتر دارد:

این‌پوری هم می‌شد نوشت:

عدد اتمی Sn = شمار الکترون‌های Sn $= ۴۸+۲=۵۰ \Longrightarrow Z=۵۰$

بار با علامت $e=p-$ $\Longrightarrow ۴۸=p=-(+۲) \Longrightarrow p=Z=۵۰$

عدد جرمی = شمار پروتون‌ها + شمار نوترون‌ها $= ۵۰+۶۹=۱۱۹$

۱۸- گزینه ۳ عبارت‌های اول، دوم و پنجم درست‌اند.

بیایید اول نماد همهٔ گونه‌ها را مشخص کنیم. می‌دانیم که اگر شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر باشد، گونهٔ مورد نظر خنثی است و اگر شمار الکترون‌ها از شمار پروتون‌ها بیشتر باشد، گونهٔ مورد نظر یک آنیون و اگر شمار الکترون‌ها از شمار پروتون‌ها کم‌تر باشد، گونهٔ مورد نظر کاتیون است:

I) ${}^{۴۷+۶۲}_{۴۷}X = {}^{۱۰۹}_{۴۷}X$

II) ${}^{۹+۱۰}_{۹}X^{-} = {}^{۱۹}_{۹}X^{-}$

III) ${}^{۲۰+۲۰}_{۲۰}X^{۲+} = {}^{۴۰}_{۲۰}X^{۲+}$

IV) ${}^{۷+۱۰}_{۷}X^{۳-} = {}^{۱۷}_{۷}X^{۳-}$

بریم سراغ عبارت‌ها:

- دیدیم که در گونهٔ (IV)، شمار الکترون‌ها، ۳ واحد بیشتر از شمار پروتون‌ها است؛ در نتیجه این گونه، یک آنیون سه بار منفی است و نماد آن به فرم ${}^{۱۷}_{۷}X^{۳-}$ می‌باشد.
- عدد جرمی گونهٔ (I)، برابر ۱۰۹ و مجموع عدد جرمی گونه‌های (II) و (III) برابر $۵۹+۴۰+۱۹=۱۰۹$ است. $۱۰۹-۵۹=۵۰$
- هرچند گونه‌های (II) و (IV) هر دو ۱۰ الکترون و ۱۰ نوترون دارند، اما عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) این گونه‌ها با هم برابر نیست؛ بنابراین مربوط به اتم‌های یک عنصر نیستند. شناسنامهٔ هر عنصر، عدد اتمی (تعداد پروتون) آن است *و بس!*
- تفاوت عدد اتمی و عدد جرمی گونهٔ (I)؛ یعنی همان شمار نوترون‌های آن، برابر ۶۲ است، اما عدد جرمی گونهٔ (IV) برابر ۱۷ $(A=n+p=۱۰+۷=۱۷)$ است.
- *اینم که اول گفتیم!*

۱۹- گزینه ۴ با هم ببینیم:

اتم‌های خنثی ⟸ شمار الکترون‌ها با عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) برابر است.

یون‌های مثبت ⟸ شمار الکترون‌ها به تعداد بار مثبت از عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) کم‌تر است.

یون‌های منفی ⟸ شمار الکترون‌ها به تعداد بار منفی از عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) بیشتر است.

گونه	تعداد پروتون‌ها	تعداد الکترون‌ها	$\frac{\text{تعداد الکترون‌ها}}{۲}$ + تعداد پروتون‌ها	تعداد نوترون‌ها
${}^{۲۴}_{۱۲}Mg^{۲+}$	۱۲	$۱۲-۲=۱۰$	$۱۲+\frac{۱۰}{۲}=۱۷$	$۲۴-۱۲=۱۲$
${}^{۴۷}_{۲۴}Cr$	۲۴	۲۴	$۲۴+\frac{۲۴}{۲}=۳۶$	$۴۷-۲۴=۲۳$
${}^{۶۰}_{۲۷}Co^{۳+}$	۲۷	$۲۷-۳=۲۴$	$۲۷+\frac{۲۴}{۲}=۳۹$	$۶۰-۲۷=۳۳$
${}^{۳۵}_{۱۷}Cl^{-}$	۱۷	$۱۷+۱=۱۸$	$۱۷+\frac{۱۸}{۲}=۲۶$	$۳۵-۱۷=۱۸$
${}^{۱۲۴}_{۵۰}Sn^{۲+}$	۵۰	$۵۰-۲=۴۸$	$۵۰+\frac{۴۸}{۲}=۷۴$	$۱۲۴-۵۰=۷۴$
${}^{۹۰}_{۳۸}Sr$	۳۸	۳۸	$۳۸+\frac{۳۸}{۲}=۵۷$	$۹۰-۳۸=۵۲$

در ${}^{۱۲۴}_{۵۰}Sn^{۲+}$، تعداد نوترون‌ها با مجموع «تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» برابر است. در این گونه، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر با $۷۴-۴۸=۲۶$ است.

۲۰- گزینه ۱ عبارت‌های (آ) و (ت) درست‌اند.

آ

عدد جرمی = تعداد پروتون‌ها + تعداد نوترون‌ها $\Longrightarrow$ ${}^{۵۹}_{۲۶}Fe$، ${}^{۸۰}_{۳۵}Br$

$A+A'=۵۹+۸۰=۱۳۹$

ب) تفاوت Z و Z′ برابر ۹ = ۲۶ − ۳۵ است، اما شمار نوترون‌های یون $^{19}_{9}X^{-}$ برابر ۱۰ = ۹ − ۱۹ می‌باشد.

پ)

$$^{52}_{24}M^{2+}\begin{cases}e^{-}=24-2=22\\ n=52-24=28\end{cases}\Longrightarrow 28-22=6$$

$$^{59}_{26}Fe\begin{cases}e^{-}=26\\ n=59-26=33\end{cases}\Longrightarrow 33-26=7$$

ت) یون $^{-}Br_{35}$ دارای ۳۶ = ۱ + ۳۵ الکترون و یون $^{2+}Fe_{26}$ دارای ۲۴ = ۲ − ۲۶ الکترون است:

$$\frac{\text{شمار الکترون‌های } Br^{-}}{\text{شمار الکترون‌های } Fe^{2+}}=\frac{36}{24}=\frac{3}{2}=1/5$$

پیشنهاد سرآشپز:

حتماً در جریانید که یک نوع معروف سؤال شیمی، تست‌هایی به فرم «کدام موارد درست (یا نادرست) است» می‌باشد که گزینه‌هاش به صورت (آ و ب)، (پ و ت) و ... است. خوشبختانه در بیشتر این سؤال‌ها نیازی نیست همهٔ عبارت‌ها بررسی بشن و معمولاً با بررسی دو عبارت، جواب سؤال *لو می‌ره*! بنابراین پیشنهاد می‌کنیم که سر جلسهٔ آزمون[1]، ابتدا ساده‌ترین عبارت *(از نظر خودتون!)* رو بررسی و درجا دو عبارت رو از *گردونهٔ مسابقه حذف کنید!* بعد با نگاه به گزینه‌ها، ببینید باید کدوم عبارت رو بررسی کرد.

مثلاً در این سؤال، مورد (ب) محاسبات ساده‌تری داره! پس اول عبارت (ب) رو بررسی می‌کنیم که نادرسته! پس گزینه‌های (۲) و (۴) که (ب) *دارن* حذف می‌شوند! حالا اگر به گزینه‌های (۱) و (۳) نگاه کنیم، می‌بینیم که در این دو گزینه، عبارت (آ) مشترک است، در نتیجه این عبارت حتماً درست است و نیاز به بررسی ندارد؛ بنابراین کافی است یکی از عبارت‌های (پ) یا (ت) رو بررسی کنیم. عبارت (ت) راحت‌تره!

اگر این عبارت درست بود، جواب *می‌شه* گزینهٔ (۱) و اگر غلط بود *می‌شه* گزینهٔ (۳). (کمی قبل‌تر عبارت (ت) رو بررسی کردیم و دیدیم درسته و جواب گزینهٔ (۱) *می‌شه!*)

۲۱- گزینه ۳ در گونه‌های چندتایی خنثی، شمار الکترون‌ها با مجموع شمار پروتون‌های اتم‌های سازنده برابر است، اما در گونه‌های چندتایی با بار مثبت، شمار الکترون‌ها به اندازهٔ بار یون از مجموع شمار پروتون‌های اتم‌های سازنده، کم‌تر و در گونه‌های چندتایی با بار منفی، شمار الکترون‌ها به اندازهٔ مقدار بار یون، از مجموع شمار پروتون‌های اتم‌های سازنده، بیشتر است.

شمار الکترون‌ها در CNO^{-}: $[6+7+8]+1=22$

شمار الکترون‌ها در NO_2^{+}: $[7+2(8)]-1=22$

شمار الکترون‌ها در CO_2: $6+2(8)=22$

شمار الکترون‌ها در OF_2: $8+2(9)=26$

۲۲- گزینه ۴

$$^{2}_{1}H\longrightarrow 1e^{-},1n \quad ، \quad ^{12}_{6}C\longrightarrow 6e^{-},6n \quad ، \quad ^{x}_{8}O\longrightarrow 8e^{-},(x-8)n$$

$$\text{شمار الکترون‌های } CH_3COO^{-}=[6+\underset{3H}{3}+\overset{C}{\uparrow}6+\overset{C}{\uparrow}2(\underset{O}{8})+\underset{\text{یون}}{\underset{\text{بار}}{1}}]=32$$

$$\text{شمار نوترون‌های } CH_3COO^{-}=6+\underset{3H}{3}+\overset{C}{\uparrow}6+\overset{C}{\uparrow}2(\underset{O}{x-8})=15+2x-16=2x-1$$

$$\text{شمار نوترون‌ها}=\text{شمار الکترون‌ها}+3\Longrightarrow 2x-1=32+3\Longrightarrow 2x=36\Longrightarrow x=18$$

۲۳- گزینه ۴ گزینه‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی می‌کنیم:

گزینهٔ (۱): اگر عدد اتمی عنصر را Z در نظر بگیریم، عدد جرمی آن برابر ۲Z خواهد بود.

$$^{2Z}_{Z}E\longrightarrow\begin{cases}p=Z\\ e=Z\\ n=2Z-Z=Z\end{cases}$$

گزینهٔ (۲): برای راحتی فرض می‌کنیم که هر سه یون X^{2+}، D^{2-} و M^{-}، ۱۰ الکترون داشته باشند:

بار یون (با در نظر گرفتن علامت) + شمار الکترون یون = شمار الکترون اتم $\Longrightarrow$ بار یون (با در نظر گرفتن علامت) − شمار الکترون اتم = شمار الکترون یون

$$\left.\begin{array}{l}\text{عدد اتمی } X=\text{شمار الکترون‌های اتم } X=10+2=12\\ \text{عدد اتمی } D=\text{شمار الکترون‌های اتم } D=10-2=8\\ \text{عدد اتمی } M=\text{شمار الکترون‌های اتم } M=10-1=9\end{array}\right\}\Longrightarrow \text{عدد اتمی}: X>M>D$$

۱- برای بعضی از سؤال‌ها، کادرهایی به نام «پیشنهاد سرآشپز» براتون گذاشتیم که بهتون گوشزد کنیم که سر جلسهٔ آزمون، بعضی از سؤال‌ها رو می‌شه راحت‌تر و با صرف وقت کم‌تر جواب داد. پیشنهاد می‌کنیم حتماً این کادرها رو نگاه کرده و کم‌کم! از این تکنیک‌ها استفاده کنید. اما حواستون باشه این موارد فقط برای سر جلسهٔ آزمونه! یعنی وقتی تو خونه یا مدرسه دارید تست حل می‌کنید، اشکال نداره از این تکنیک‌ها هم استفاده کنید اما بعدش حتماً حتماً، همهٔ عبارت‌های سؤال (و یا قسمت‌های مختلف یک مسئله) را به طور کامل بررسی و تجزیه و تحلیل کنید تا نکته‌ای از چشمتون پنهون نمونه!

بدانید و آگاه باشید! که در بین یون‌های هم‌الکترون، هر چه بار مثبت کاتیون بیشتر باشد، عدد اتمی آن بیشتر و هر چه مقدار بار منفی آنیون بیشتر باشد، عدد اتمی آن کم‌تر است. در ضمن، عدد اتمی عنصر سازندهٔ یک کاتیون، بیشتر از عدد اتمی عنصر سازندهٔ آنیون هم‌الکترون آن است.

گزینهٔ (۳):

$$\left.\begin{array}{l} {}^{200}_{80}Hg \begin{cases} p = 80 \\ n = 200 - 80 = 120 \end{cases} \Longrightarrow \dfrac{n}{p} = \dfrac{120}{80} = \dfrac{3}{2} \\ H_3O^+ \begin{cases} e = [3(1) + 8] - 1 = 10 \\ n = 3(0) + 8 = 8 \end{cases} \Longrightarrow \dfrac{n}{e} = \dfrac{8}{10} \end{array}\right\} \Longrightarrow \frac{\frac{3}{2}}{\frac{8}{10}} = \frac{15}{8} = \frac{16-1}{8} = \frac{16}{8} - \frac{1}{8} = 2 - 0/125 = 1/875$$

چه‌جوری؟

شما در ادامهٔ راهتون تا کنکور، در حل مسائل به یه سری محاسبات ریز و درشت برمی‌خورید که باید بتونید در کم‌ترین زمان ممکن از پسشون بربیاین و به جواب آفر برسید! به همین دلیل تصمیم گرفتیم در یک سریال چندقسمتی، شما را با بعضی از تکنیک‌ها و ترفندهای محاسباتی کاربردی آشنا کنیم. در این قسمت می‌خواهیم شما را با نحوهٔ ضرب و تقسیم کردن و چند کسر مهم، آشنا کنیم!

۱ در عمل ضرب، به جای این‌که اعداد را زیر هم بنویسیم و ضرب کنیم، می‌توان یکی از اعداد را به بخش‌های کوچک‌تری تبدیل و ضرب را به صورت جزءبه‌جزء انجام داد.

مثال

۱) $8 \times \underbrace{5/5}_{(5+0/5)} = (8 \times 5) + (8 \times 0/5) = 40 + 4 = 44$

۲) $33 \times \underbrace{202}_{200+2} = (33 \times 200) + (33 \times 2) = 6600 + 66 = 6666$

۲ *در بعضی از سؤال‌ها هم به یک کسر برمی‌خوریم که حاصل آن یک عدد صحیح نیست؛ یعنی اعداد صورت و مخرج آن با هم به راحتی ساده نمی‌شوند. در این حالت نیز، صورت را به اعداد بخش‌پذیر بر مخرج تجزیه کرده و تقسیم را به صورت جزء‌به‌جزء انجام می‌دهیم.*

مثال

۱) $\frac{33}{6} = \frac{30+3}{6} = \frac{30}{6} + \frac{3}{6} = 5 + 0/5 = 5/5$

۲) $\frac{250}{3} = \frac{240+10}{3} = \frac{240}{3} + \frac{10}{3} \simeq 80 + 3/33 = 83/33$

۳) $\frac{1612}{8} = \frac{1600+8+4}{8} = \frac{1600}{8} + \frac{8}{8} + \frac{4}{8} = 200 + 1 + 0/5 = 201/5$

این تکنیک برای عددهای بزرگ‌تر و عددهایی که کم‌تر به چشممون خورده، *می‌تونه* خیلی مفید باشه!

توجه تنوع تکنیک‌های محاسباتی زیاده و هر کسی با هر روشی که دوس داره می‌تونه به جواب آخر برسه! مثلاً خیلیا با همان روش‌های سنتی ضرب و تقسیم حال می‌کنن و اصلاً به این ترفندها اعتقادی ندارن! خیلی‌ها هم هستن برای ضرب و تقسیم‌های مختلف، *انواع و اقسام* تکنیک‌ها رو استفاده می‌کنن! مثلاً برای تقسیم بر ۴ می‌گن عدد رو دو بار نصف کن یا برای تقسیم بر ۸، ۳ بار زحمت بکش نصف کن!

$$\frac{x}{8} = x \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \Longrightarrow \frac{1612}{8} \Longrightarrow 1612 \xrightarrow{\div 2} 806 \xrightarrow{\div 2} 403 \xrightarrow{\div 2} 201/5$$

شما با هر روشی که *دوس دارین*، محاسباتتون رو انجام بدین! فقط مهم اینه که در زمان معقول به جواب آخر برسید!

۳ شما باید این چندتا کسر معروف را هم بشناسید.

$$\frac{2}{3} \simeq 0/67 \text{ و } \frac{1}{3} \simeq 0/33 \text{ و } \frac{3}{4} = 0/75 \text{ و } \frac{6/25}{100} = 0/0625 \text{ و } \frac{1}{16} = \frac{12/5}{100} = 0/125 \text{ و } \frac{1}{8} = 0/125 \text{ و } \frac{1}{4} = 0/25 \text{ و } \frac{1}{2} = 0/5$$

حالا اگه گفتین $\frac{3}{8}$ *چند می‌شه؟!*

آفرین! می‌شه این‌جوری نوشت:

$$\frac{3}{8} \begin{cases} 3 \times \frac{1}{8} = 3 \times 0/125 = 0/375 \\ \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = 0/25 + 0/125 = 0/375 \end{cases}$$

بهتر است که $\frac{5}{8}$ و $\frac{9}{4}$ *رو هم حفظ باشین:*

$$\frac{5}{8} = 5 \times \frac{1}{8} = 5 \times 0/125 = 0/625$$

$$\frac{9}{4} = \frac{8}{4} + \frac{1}{4} = 2/25$$

در گزینهٔ سوم این تست به کسر $\frac{15}{8}$ رسیدیم که برای *حساب و کتاب آن* از تکنیک‌های ۲ و ۳ استفاده کردیم:

$$\frac{15}{8} = \frac{16-1}{8} = \frac{16}{8} - \frac{1}{8} = 2 - 0/125 = 1/875$$

بریم سراغ یه مثال دیگه!

مثال

به جای ۰/۰۶۲۵، معادل آن یعنی $\frac{1}{16}$ را قرار می‌دهیم:

$$0/0625 \times 20 = ?$$

$$\frac{1}{16} \times 20 = \frac{5}{4} = \frac{4+1}{4} = 1/25$$

چندتا رابطهٔ معروف هم هستن که سرعت شما را در برخی ضرب‌ها بالا می‌بره! ببینید:

$۵=\frac{۱۰}{۲}$ مثال $\longrightarrow$ $۴۸\times۵=\overset{۲۴}{\cancel{۴۸}}\times\frac{۱۰}{\cancel{۲}_{۱}}=۲۴۰$

$۲۵=\frac{۱۰۰}{۴}$ مثال $\longrightarrow$ $۳۲\times۲۵=\overset{۸}{\cancel{۳۲}}\times\frac{۱۰۰}{\cancel{۴}_{۱}}=۸۰۰$

$۱۲۵=\frac{۱۰۰۰}{۸}$ مثال $\longrightarrow$ $۵۶\times۱۲۵=\overset{۷}{\cancel{۵۶}}\times\frac{۱۰۰۰}{\cancel{۸}_{۱}}=۷۰۰۰$

گزینهٔ (۴): ابتدا باید به کمک مجموع شمار ذره‌های زیراتمی یون $^{۲۰۸}A^{۴+}$، عدد اتمی عنصر A را *به دست بیاریم*:

مجموع شمار ذره‌های زیراتمی = شمارپروتون‌ها + شمارنوترون‌ها (عددجرمی) + شمار الکترون‌ها

$^{۲۰۸}_{Z}A^{۴+} \Longrightarrow ۲۸۶=۲۰۸+(Z-۴) \Longrightarrow Z=۸۲ \Longrightarrow {}_{۸۲}A^{۲+}$ شمار الکترون‌های $=۸۲-۲=۸۰$

۲۴- گزینه ۲ گام ۱ با توجه به تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم ^{۱۰۰}Ru که برابر با شمار الکترون‌های اتم $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ (یعنی برابر با ۱۲) است، عدد اتمی عنصر Ru را به دست می‌آوریم:

روش اول نوشتن رابطه‌های بین شمار ذرات اتمی و حل معادله:

$$\begin{cases} n-p=۱۲ \\ n+p=۱۰۰ \end{cases} \Longrightarrow ۲n=۱۱۲ \Longrightarrow n=۵۶ \Longrightarrow p=۵۶-۱۲=۴۴$$

روش دوم استفاده از فرمول:

$$\text{عدد اتمی}=\frac{\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها}-\text{عدد جرمی}}{۲}=\frac{۱۰۰-۱۲}{۲}=\frac{۸۸}{۲}=۴۴$$

گام ۲ مجموع شمار ذرات زیراتمی در دو اتم $^{۱۰۰}_{۴۴}Ru$ و $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ را حساب کرده و نسبت آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{مجموع شمار ذرات زیراتمی در } {}^{۱۰۰}_{۴۴}Ru}{\text{مجموع شمار ذرات زیراتمی در } {}^{۲۴}_{۱۲}Mg}=\frac{۱۰۰+۴۴}{۲۴+۱۲}=\frac{۱۴۴}{۳۶}=\frac{۷۲}{۱۸}=۴ \Longrightarrow$$

مجموع شمار ذرات زیراتمی در اتم‌ها $=A+Z$ (A: مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها، Z: تعداد الکترون‌ها)

۲۵- گزینه ۴ *اول از همه!* با توجه به این‌که شمار الکترون‌های $X^{۳+}$ و $Y^{۲-}$ را داریم، شمار پروتون‌های (عدد اتمی) دو اتم را به دست می‌آوریم:

$e=p-(\text{بار با علامت})$

$^{A}_{Z}X^{۳+}$: شمار الکترون‌ها = شمار پروتون‌ها (عدد اتمی) $-(+۳) \Longrightarrow ۳۶=Z-۳ \Longrightarrow Z=۳۹$

$^{A}_{Z}Y^{-۲}$: شمار الکترون‌ها = شمار پروتون‌ها (عدد اتمی) $-(-۲) \Longrightarrow ۳۶=Z'+۲ \Longrightarrow Z'=۳۴$

تا این‌جا درستی گزینهٔ (۳) *لو رفت!* $(Z-Z'=۳۹-۳۴=۵)$

با توجه به این‌که تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در دو اتم X و Y با هم برابر است، خواهیم داشت:

$N-Z=۴۵-Z' \xrightarrow[Z=۳۹]{Z'=۳۴} N-۳۹=۴۵-۳۴ \Longrightarrow N-۳۹=۱۱ \Longrightarrow N=۵۰$

$A=N+Z=۵۰+۳۹=۸۹$

خب! درستی گزینه‌های (۱) و (۲) هم لو رفت! چاره‌ای نیست جز این‌که گزینهٔ (۴) غلط باشه!

۲۶- گزینه ۲ آ روش اول نوشتن رابطه‌های بین شمار ذرات زیراتمی و حل معادله، این روش با شما! ما از روش دوم استفاده می‌کنیم.

روش دوم استفاده از فرمول:

$$\text{عدد اتمی}=\frac{\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها}-\text{عدد جرمی}}{۲} \Longrightarrow \text{عدد اتمی } {}^{۸۰}X=\frac{۸۰-۱۰}{۲}=\frac{۷۰}{۲}=۳۵$$

منظور از ذرات خنثی، همان نوترون‌ها هستند. در اتم $^{۸۰}_{۳۵}X$، در مجموع $۱۱۵=۳۵+۸۰$ ذرهٔ زیراتمی وجود دارد که $۴۵=۳۵-۸۰$ تای آن‌ها نوترون‌ها هستند.

اینم داشته باش ...

مفهوم درصد یعنی چند قسمت از صد قسمت! برای محاسبهٔ درصد یک جزء در کل یک نمونه، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$\text{درصد } A=\frac{\text{سهم } A}{\text{کل}}\times۱۰۰$$

درصد می‌تواند برحسب تعداد، جرم و ... بیان شود:

$$\text{درصد جرمی } A=\frac{\text{جرم } A}{\text{جرم کل}}\times۱۰۰ \qquad \text{درصد تعداد } A=\frac{\text{تعداد } A}{\text{تعداد کل}}\times۱۰۰$$

در این‌جا می‌خواهیم درصد تعداد نوترون‌ها را حساب کنیم:

$$\text{درصد تعداد نوترون‌ها}=\frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد کل ذرات زیراتمی}}\times۱۰۰=\frac{\overset{۹}{\cancel{۴۵}}}{\underset{۲۳}{\cancel{۱۱۵}}}\times۱۰۰=\frac{۹۰۰}{۲۳}\simeq ۳۹/۱۳$$

جمع‌بندی نیازی به محاسبهٔ دقیق $\frac{۹۰۰}{۲۳}$ نیست. با توجه به گزینه‌ها، جواب یا ۳۹/۱۳ یا ۴۳/۷۵ است؛ پس کافیه بفهمیم جواب زیر ۴۰ است یا بالای ۴۰!

پس جواب ۳۹/۱۳٪ است. $\frac{۹۰۰}{۲۳} < ۴۰ \Longrightarrow \frac{۹۲۰}{۲۳} = ۴۰ \xrightarrow{۲۳\times۴۰=۹۲۰}$

ب در بین ذرات زیراتمی، الکترون و پروتون دارای بار الکتریکی هستند؛ در حالی که نوترون ذره‌ای خنثی است. از طرفی می‌دانیم که در اتم خنثی، شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است. *ضب!* در اتم M به ازای هر دو ذرهٔ باردار (یعنی به ازای یک پروتون و یک الکترون)، یک ذرهٔ خنثی (یعنی ۱ نوترون) وجود دارد؛ پس در این اتم، شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها با هم برابر است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{عدد جرمی}}{\text{عدد اتمی}} = \frac{Z+N}{Z} = \frac{Z+Z}{Z} = \frac{۲Z}{Z} = ۲$$

۲۷- گزینه ۲ اگر عدد اتمی عنصر X را Z در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$^{۷۹}_{Z}X^{۲-} \begin{cases} \text{شمار الکترون‌ها} = Z-(-۲) = Z+۲ \\ \text{شمار نوترون‌ها} = ۷۹-Z \end{cases}$$

$$n = e + \frac{۲۵}{۱۰۰}e \Rightarrow ۷۹-Z = ۱/۲۵(Z+۲) \Rightarrow ۷۹-Z = ۱/۲۵Z+۲/۵ \Rightarrow ۲/۲۵Z = ۷۶/۵ \xrightarrow{۲/۲۵=\frac{۹}{۴}} Z = \frac{۷۶/۵\times۴}{۹} = \frac{۳۰۶}{۹} = ۳۴$$

۲۸- گزینه ۲ ابتدا باید عدد اتمی عنصر M را حساب کنیم.

روش اول نوشتن رابطه‌های بین شمار ذرات زیراتمی و حل معادله:

$$\text{عدد جرمی} = ۱۲۰ \Longrightarrow n+p = ۱۲۰$$

رابطهٔ الکترون‌ها و پروتون‌ها: $e = p - (\text{بار با علامت}) \xrightarrow{M^{۴+}} e = p-۴$

رابطهٔ نوترون‌ها و الکترون‌ها: $n-e = ۲۴$

توجه در کاتیون‌ها، همواره تعداد نوترون‌ها از تعداد الکترون‌ها بیشتر است، به همین دلیل نوشتیم $n-e=۲۴$ و نه $e-n=۲۴$!

با این سه معادله، باید عدد اتمی یا همان تعداد پروتون‌ها را به دست آوریم. اگر معادله‌های دوم و سوم را با هم جمع کنیم، e از بین می‌رود:

$$\begin{cases} e = p-۴ \\ n-e = ۲۴ \end{cases} \Longrightarrow n = p+۲۰$$

حالا در معادلهٔ اول، به جای n، معادل آن را قرار می‌دهیم:

$$n+p = ۱۲۰ \Longrightarrow p+۲۰+p = ۱۲۰ \Longrightarrow ۲p = ۱۰۰ \Longrightarrow p = ۵۰ \text{ (عدد اتمی M)}$$

روش دوم استفاده از فرمول:

$$Z = \frac{A - (\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها}) + \text{بار یون با علامت}}{۲} = \frac{۱۲۰-۲۴+۴}{۲} = \frac{۱۰۰}{۲} = ۵۰ \text{ (عدد اتمی M)}$$

بررسی گزینه‌ها

گزینهٔ (۱): نماد اتم M به صورت $^{۱۲۰}_{۵۰}M$ است، بنابراین:

$$\frac{A}{Z} = \frac{۱۲۰}{۵۰} = \frac{۱۰+۲}{۵} = \frac{۱۰}{۵} + \frac{۲}{۵} + ۲ + ۰/۴ = ۲/۴$$

گزینهٔ (۲): یون $_{۵۰}M^{۴+}$ دارای ۴۶ = ۴ − ۵۰ الکترون است.

گزینهٔ (۳): یون $^{۱۲۰}_{۵۰}M^{۲+}$، در مجموع دارای ۱۲۰ پروتون و نوترون و ۴۸ = ۲ − ۵۰ الکترون است: مجموع شمار ذرات زیراتمی $= ۱۲۰+۴۸ = ۱۶۸$

گزینهٔ (۴): منظور از ذرات زیراتمی باردار، همان الکترون‌ها و پروتون‌ها هستند. اتم $_{۵۰}M$، دارای ۵۰ الکترون و ۵۰ پروتون و در نتیجه در مجموع دارای ۱۰۰ ذرهٔ زیراتمی باردار است.

۲۹- گزینه ۴ $^{A}_{Z}X^{۳+}$, $^{۷۹}_{Z'}Y^{۲-}$

برابری تعداد الکترون‌ها: $Z-۳ = Z'+۲ \text{ (I)} \xleftarrow{e=p-(\text{بار با علامت})}$

تعداد نوترون‌های Y و $A-Z$ = تعداد نوترون‌های X: $= ۷۹-Z'$

$$(A-Z) = (۷۹-Z')+۵ \Longrightarrow A = ۸۴+(Z-Z') \text{ (II)}$$

برای محاسبهٔ عدد جرمی X باید از رابطهٔ (II) استفاده کنیم، *ولی هیچ کدوم از Z و Z′ رو به تنهایی نداریم، اما هیچ دشواری نداره!* از رابطهٔ (I)، $Z-Z'$ را داریم:

$$\text{(I)} \Longrightarrow Z-Z' = ۵$$

$$\text{(II)} \Longrightarrow A = ۸۴+Z-Z' \xrightarrow{Z-Z'=۵} A = ۸۴+۵ = ۸۹$$

۳۰- گزینه ۴ **روش اول** با توجه به این‌که در آنیون داده‌شده، اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها (۶)، بیشتر از مقدار بار یون (۳) است، قطعاً شمار نوترون‌ها در این یون بیشتر از شمار الکترون‌ها است؛ یعنی باید بنویسیم $n-e=۶$! به این ترتیب به کمک رابطهٔ عدد جرمی و رابطهٔ بار یون با عدد اتمی خواهیم داشت:

$$\begin{cases} n+p = ۷۵ \\ n-e = ۶ \\ e = p+۳ \end{cases}$$

می‌خواهیم از این ۳ معادله، تعداد نوترون‌ها را به دست آوریم. برای از بین بردن الکترون، کافی است معادله‌های دوم و سوم را با هم جمع کنیم:

$$\begin{cases} n-e = ۶ \\ e = p+۳ \end{cases} \Longrightarrow n = p+۹ \Longrightarrow p = n-۹$$

حالا در رابطهٔ اول به جای پروتون، معادل آن را قرار می‌دهیم: $n+p=۷۵ \Longrightarrow n+n-۹=۷۵ \Longrightarrow ۲n=۸۴ \Longrightarrow n=۴۲$

روش دوم به کمک فرمولی هم که در کادر (۲) گفتیم، می‌شد اول عدد اتمی و بعد شمار نوترون‌ها را *حساب*ید:

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها})+\text{بار یون با علامت}}{۲}=\frac{۷۵-۶+(-۳)}{۲}=۳۳$$

عدد اتمی - عدد جرمی = تعداد نوترون‌ها $۷۵-۳۳=۴۲$

حالا ببینیم شمار الکترون‌های یون $NH_۴^+$ چندتاست: $\text{شمار الکترون‌های N}+(\text{شمار الکترون‌های H}\times ۴)-(\text{بار یون})=۷+۴(۱)-۱=۱۰$

$$\frac{\text{شمار نوترون‌های X (یا } X^{۳-})}{\text{شمار الکترون‌های } NH_۴^+}=\frac{۴۲}{۱۰}=۴/۲$$

۳۱- گزینه ۲ **گام ۱** رابطه‌های گفته‌شده را به صورت معادله نوشته و با حل آن‌ها، a و b را حساب می‌کنیم: ${}_{۶a+۲}^{۹b+۸}X$ و ${}_{۳a+۱}^{۴b}Y$

$$\text{عدد جرمی Y}=\text{عدد اتمی X} \Longrightarrow ۶a+۲=۴b \Longrightarrow ۴b-۶a=۲ \xrightarrow{\div ۲} ۲b-۳a=۱$$

$$\text{عدد جرمی X}=۵\times\text{عدد اتمی Y} \Longrightarrow ۹b+۸=۵(۳a+۱) \Longrightarrow ۹b+۸=۱۵a+۵ \Longrightarrow ۱۵a-۹b=۳ \xrightarrow{\div ۳} ۵a-۳b=۱$$

$$\begin{cases}\times ۵ & ۲b-۳a=۱\\ \times ۳ & ۵a-۳b=۱\end{cases} \Longrightarrow \begin{cases}۱۰b-۱۵a=۵\\ -(۱۵a-۹b=۳)\end{cases}$$

$$b=۸ \Longrightarrow ۲(۸)-۳a=۱ \Longrightarrow a=۵$$

گام ۲ درصد شمار الکترون‌ها را در بین شمار ذرات زیراتمی یون ${}_{۳a+۵}^{۵b}Z^{۲+}$، حساب می‌کنیم:

$${}_{۳(۵)+۵}^{۵(۸)}Z^{۲+}={}_{۲۰}^{۴۰}Z^{۲+} \Longrightarrow \text{مجموع شمار ذرات زیراتمی}=\underbrace{۴۰}_{n+p}+\underbrace{(۲۰-۲)}_{e}=۵۸$$

$$\text{درصد شمار الکترون‌ها}=\frac{\text{شمار الکترون‌ها}}{\text{شمار کل ذرات زیراتمی}}\times ۱۰۰=\frac{\cancel{۱۸}^{۹}}{\cancel{۵۸}_{۲۹}}\times ۱۰۰=\frac{۹۰۰}{۲۹}\simeq ٪۳۱$$

هوش و حساب : $\frac{۹۰۰}{۳۰}$ برابر ۳۰ است؛ بنابراین $\frac{۹۰۰}{۲۹}$ کمی بیشتر از ۳۰ خواهد بود، زیرا با یکسان‌بودن صورت چند کسر، هر چه مخرج یک کسر کوچک‌تر باشد، حاصل آن کسر بیشتر خواهد بود.

۳ ایزوتوپ‌ها و رادیوایزوتوپ‌ها

شمارهٔ تست‌های مرتبط: ۳۲ تا ۶۴

ایزوتوپ‌ها

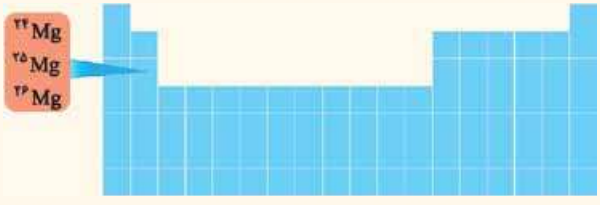
به اتم‌هایی که تعداد پروتون‌های آن‌ها با هم برابر و تعداد نوترون‌هایشان متفاوت است، **ایزوتوپ** می‌گویند؛ به عبارت دیگر ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصرند (یعنی Z یکسان دارند) که در تعداد نوترون‌ها و در نتیجه در عدد جرمی (A) با یکدیگر متفاوت‌اند؛ پس اتم‌هایی با نمادهای کلی ${}_Z^AE$ و ${}_Z^{A'}E$، ایزوتوپ یکدیگرند.

به عنوان نمونه، منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی است که آن‌ها را با نمادهای ${}_{۱۲}^{۲۴}Mg$ (یا منیزیم ـ ۲۴)، ${}_{۱۲}^{۲۵}Mg$ (یا منیزیم ـ ۲۵) و ${}_{۱۲}^{۲۶}Mg$ (یا منیزیم ـ ۲۶) نشان می‌دهند:

ویژگی / نماد ایزوتوپ	عدد اتمی (Z)	عدد جرمی (A)	شمار پروتون	شمار الکترون	شمار نوترون
${}_{۱۲}^{۲۴}Mg$	۱۲	۲۴	۱۲	۱۲	۱۲
${}_{۱۲}^{۲۵}Mg$	۱۲	۲۵	۱۲	۱۲	۱۳
${}_{۱۲}^{۲۶}Mg$	۱۲	۲۶	۱۲	۱۲	۱۴

چند نکته

ایزوتوپ یعنی «**هم‌مکان**[۱]»؛ به این معنی که ایزوتوپ‌های یک عنصر، همگی در یک خانه از جدول تناوبی قرار می‌گیرند. به عنوان نمونه، هر ۳ ایزوتوپ طبیعی منیزیم، در خانهٔ شمارهٔ ۱۲ جدول تناوبی *جا خوش کرده‌اند!*



۱- واژهٔ ایزوتوپ از دو بخش «Iso» که هم‌معنی پیشوند فارسی «هم» و واژهٔ «tope» به معنی جایگاه تشکیل شده است؛ پس ایزوتوپ یعنی «هم‌جایگاه» یا «هم‌خانه» یا به قول کتاب درسی، «هم‌مکان»!

۲ خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر (مانند واکنش‌پذیری، تمایل به از دست دادن یا گرفتن الکترون و ...) به شمار الکترون‌های آن وابسته است و از آن‌جا که در اتم‌ها، شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است، می‌توان گفت خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به شمار الکترون‌ها یا پروتون‌ها و در نتیجه به عدد اتمی (Z) آن وابسته است. بنابراین **همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر، دارای خواص شیمیایی یکسانی هستند**. مثلاً اگر ^{24}Mg با آب واکنش دهد، ^{25}Mg و ^{26}Mg نیز با همان شدت، با آب واکنش خواهند داد.

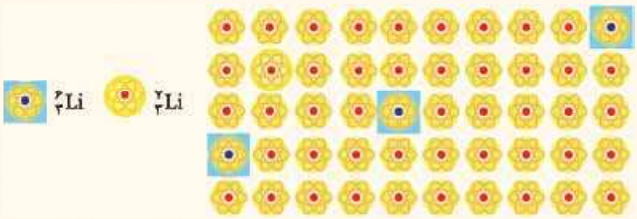
۳ در کادرهای بعدی می‌خوانیم که برای اتم‌ها کمیتی به نام جرم اتمی تعریف می‌شود که به طور عمده به شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها بستگی دارد؛ بنابراین ایزوتوپ‌های یک عنصر به دلیل تفاوت در شمار نوترون‌ها، جرم اتمی، متفاوتی دارند؛ به همین دلیله که کتاب درسی در صفحهٔ ۵ گفته که «**اغلب** در یک نمونهٔ طبیعی از عنصرهای معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند.» *بالا پرا اغلب؟؟* چون اغلب عنصرها دارای چند ایزوتوپ هستند ولی ممکنه عنصری ایزوتوپ نداشته باشد. *قب!* به دلیل تفاوت در جرم اتمی، ایزوتوپ در خواص فیزیکی وابسته به جرم (اتمی) مانند چگالی و نقطهٔ ذوب و جوش با هم تفاوت دارند. این تفاوت در ترکیب‌های شیمیایی دارای این ایزوتوپ‌ها نیز مشاهده می‌شود، مثلاً چگالی $^{24}MgCl_2$ با چگالی $^{25}MgCl_2$ متفاوت است.

بالا یه سؤال!

به نظر شما! برای جداسازی ایزوتوپ‌ها از یکدیگر باید از روش‌های شیمیایی استفاده کرد یا فیزیکی؟

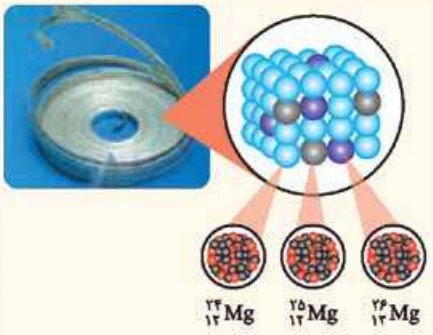
قب معلومه! وقتی خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها یکسان است، پس باید *دور روش‌های شیمیایی جداسازی رو خط کشید!* و با استفاده از روش‌های فیزیکی وابسته به جرم، ایزوتوپ‌ها را از هم شناسایی و جدا کرد.

۴ به طور معمول، فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر در طبیعت یکسان نیست؛ مثلاً لیتیم در طبیعت دارای دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ است و داده‌ها نشان می‌دهد که از هر ۵۰ اتم لیتیم، ۳ اتم، $^{6}_{3}Li$ و ۴۷ اتم، $^{7}_{3}Li$ است؛ یعنی فراوانی ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ بیشتر است.



مقایسهٔ فراوانی: $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

با توجه به شکل صفحهٔ ۵ کتاب درسی و تمرین‌های دوره‌ای صفحهٔ ۴۲، شما باید مقایسهٔ فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم رو هم بلد باشین:



$\Longrightarrow$ فراوانی: $^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$

شما در حد *کنکور، بدانید و آگاه باشید!* که ایزوتوپی که فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است.

فراوانی: $^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg \Longrightarrow$ پایداری: $^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$

فراوانی: $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li \Longrightarrow$ پایداری: $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

در صفحه‌های ۶ و ۱۵ کتاب درسی به ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن و کلر هم اشاره شده است:

فراوانی: $^{1}_{1}H > {}^{2}_{1}H > {}^{3}_{1}H \Longrightarrow$ پایداری: $^{1}_{1}H > {}^{2}_{1}H > {}^{3}_{1}H$

فراوانی: $^{35}_{17}Cl > {}^{37}_{17}Cl \Longrightarrow$ پایداری: $^{35}_{17}Cl > {}^{37}_{17}Cl$

بچه‌ها مراقب باشین! لزوماً هر ایزوتوپی که تعداد نوترون یا عدد جرمی کم‌تری داشته باشد، فراوانی بیشتری ندارد؛ به عنوان نمونه دیدید که فراوانی $^{6}_{3}Li$ از $^{7}_{3}Li$ کم‌تر است.

توجه درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌ها در یک نمونه را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ X} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ X}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰$$

به طور مثال، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم به صورت زیر است:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{7}_{3}Li = \frac{\text{تعداد اتم } {}^{7}_{3}Li}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۴ \quad \text{درصد فراوانی } {}^{6}_{3}Li = \frac{\text{تعداد اتم } {}^{6}_{3}Li}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۶$$

تابلوئه که مجموع درصد فراوانی همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر، برابر ۱۰۰ است.

جمع‌بندی

شباهت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر	تفاوت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر
● عدد اتمی ● شمار پروتون‌ها ● شمار الکترون‌ها[1] ● مکان (موقعیت)، در جدول تناوبی ● خواص شیمیایی (مانند واکنش‌پذیری، تمایل به از دست دادن یا گرفتن الکترون)	● شمار نوترون‌ها ● عدد جرمی ● فراوانی در طبیعت ● پایداری ● خواص فیزیکی وابسته به جرم (مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و جوش)

رادیوایزوتوپ‌ها

هستهٔ برخی ایزوتوپ‌ها، ناپایدار است؛ یعنی این هسته‌ها ماندگار نیستند و به طور خودبه‌خودی متلاشی می‌شوند. *فیزیکدان‌ها می‌گویند* این ایزوتوپ‌ها پرتوزا بوده و در اثر متلاشی‌شدن، ذره‌های پرانرژی و مقدار زیادی انرژی[2] آزاد می‌کنند و به وضعیت پایدارتری می‌رسند. به این ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، **رادیوایزوتوپ** گفته می‌شود.

هسته‌های پرتوزا و ناپایدار (رادیوایزوتوپ) ← تلاشی هسته‌ای به طور خودبه‌خودی ← آزادشدن ذره‌های پرانرژی، آزادشدن مقدار زیادی انرژی، تشکیل هستهٔ پایدارتر

چندنکته برای این‌که بفهمیم یک ایزوتوپ ناپایدار است یا نه، می‌توانیم از یک قاعدهٔ کلی یا به اصطلاح *قاعدهٔ سرانگشتی* استفاده کنیم. طبق این قاعده، **اغلب** هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها $\left(\frac{N}{Z}\right)$، برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند.

مثال $_{1}^{3}H$ دارای ۱ پروتون و $3-1=2$ نوترون است، یعنی نسبت شمار نوترون به پروتون در هستهٔ این اتم برابر ۲؛ یعنی بزرگ‌تر از ۱/۵ است؛ از این‌رو اتم $_{1}^{3}H$ ناپایدار و پرتوزا محسوب می‌شود.

بچه‌ها مراقب باشین! جملهٔ بالا به این معنا نیست که همهٔ هسته‌هایی که $\frac{N}{Z}$ کم‌تر از ۱/۵ دارند، قطعاً پایدارند. *نه از این فیزیا نیست!* به طور مثال ایزوتوپی از تکنسیم $(_{43}^{99}Tc)$ که در تصویربرداری پزشکی به کار می‌رود، با این‌که $\frac{N}{Z}$ کم‌تر از ۱/۵ دارد، ناپایدار و پرتوزا می‌باشد.

$$\frac{N}{Z}=\frac{99-43}{43}=\frac{56}{43}\simeq 1/3$$

از طرفی از اون‌جا که در قاعدهٔ گفته‌شده از واژهٔ «اغلب» استفاده شده، می‌توان نتیجه گرفت هسته‌هایی با $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر یا مساوی ۱/۵ هم وجود دارند که پرتوزا نیستند و پایدارند که *ما کاری باهاشون نداریم!*[3]

توجه از اون‌جایی که طراحان محترم! علاوه بر نسبت $\frac{N}{Z}\geq 1/5$، *ممکنه* با نسبت‌های دیگه‌ای شما رو گیر بندازن، *بیایید کمی با این نسبت بازی کنیم و نسبت‌های جدیدی به دست بیاریم!*

$$\frac{N}{Z}\geq 1/5 \xrightarrow{\text{معکوس‌کردن دو طرف}} \frac{Z}{N}\leq \frac{1}{1/5} \Longrightarrow \frac{Z}{N}\leq \frac{2}{3} \Longrightarrow \frac{Z}{N}\leq 0/66$$

بنابراین می‌توان گفت اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار پروتون‌ها به نوترون‌ها در آن‌ها برابر یا کوچک‌تر از $\frac{2}{3}$ یا ۰/۶۶ باشد، ناپایدارند.

$$\frac{N}{Z}\geq 1/5 \xrightarrow{\text{به دو طرف ۱ واحد اضافه می‌کنیم}} \frac{N}{Z}+1\geq 1/5+1 \Longrightarrow \frac{N+Z}{Z}\geq 2/5 \Longrightarrow \frac{A}{Z}\geq 2/5 \Longrightarrow \frac{Z}{A}\leq \frac{1}{2/5} \Longrightarrow \frac{Z}{A}\leq 0/4$$

پس اغلب هسته‌هایی که نسبت عدد جرمی به عدد اتمی آن‌ها، برابر یا بیشتر از ۲/۵ است (نسبت عدد اتمی به عدد جرمی آن‌ها برابر یا کوچک‌تر از ۰/۴ است)، ناپایدارند.

جمع‌بندی

قاعدهٔ کلی برای تشخیص یک رادیوایزوتوپ:
- $\frac{N}{Z}\geq 1/5$
- $\frac{A}{Z}\geq 2/5$
- $\frac{Z}{N}\leq \frac{2}{3}$ یا $\frac{Z}{N}\leq 0/66$
- $\frac{Z}{A}\leq \frac{1}{2/5}$ یا $\frac{Z}{A}\leq 0/4$

۱- با خواندن ادامهٔ این فصل متوجه خواهید شد که با توجه به برابربودن شمار الکترون‌ها در ایزوتوپ‌های یک عنصر، آرایش الکترونی و شمار الکترون‌های ظرفیت ایزوتوپ‌های یک عنصر نیز با هم یکسان خواهد بود.

۲- در فصل آخر فیزیک دوازدهم خواهید خواند که منظور از ذره‌های پرانرژی، ذره‌های آلفا (α یا $_{2}^{4}He^{2+}$) و بتا (β^- یا $_{-1}^{0}e$ و β^+ یا $_{+1}^{0}e$) و منظور از مقدار زیادی انرژی، پرتوهای گاما (γ) است.

۳- مثلاً در اتم $_{78}^{195}Pt$، نسبت $\frac{N}{Z}$ برابر $\frac{117}{78}=1/5$ است، اما این اتم پرتوزا نیست.

۲ نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. *حالا این نیم‌عمر یعنی چه؟!* **نیم‌عمر**، مدت‌زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌ها یا جرم اولیهٔ یک مادهٔ پرتوزا، نصف شود. *واضح و مبرهن است* که هر چه نیم‌عمر یک مادهٔ پرتوزا، کم‌تر باشد، آن ماده زودتر متلاشی می‌شود و ناپایدارتر است.

مثال

پایداری: $^{131}_{53}I < {}^{3}_{1}H \Longrightarrow$ نیم‌عمر: $^{131}_{53}I$ (۸ روز) $<$ ${}^{3}_{1}H$ (۱۲/۳۲ سال)

ایزوتوپ‌های هیدروژن

مؤلفین محترم کتاب درسی در «با هم بیندیشیم» صفحهٔ ۶ شما را با *انواع و اقسام!* ایزوتوپ‌های هیدروژن آشنا کرده‌اند؛ به همین خاطر می‌خواهیم این جدول را *مورد نقد و بررسی بیشتری قرار دهیم!*

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}^{1}_{1}H$	${}^{2}_{1}H$	${}^{3}_{1}H$	${}^{4}_{1}H$	${}^{5}_{1}H$	${}^{6}_{1}H$	${}^{7}_{1}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

طبیعی

۱ هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ است که از بین آن‌ها، ۳ ایزوتوپ، طبیعی و ۴ ایزوتوپ، ساختگی هستند.

ایزوتوپ‌های طبیعی: ${}^{1}_{1}H$ و ${}^{2}_{1}H$ پایدار؛ ${}^{3}_{1}H$ ← ناپایدار

ایزوتوپ‌های ساختگی: ${}^{4}_{1}H$، ${}^{5}_{1}H$ ← بیشترین نیم‌عمر، ${}^{6}_{1}H$، ${}^{7}_{1}H$ ← کم‌ترین نیم‌عمر

خلاصه، هواستون باشه! **یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن**، مخلوطی از **سه ایزوتوپ** است.

یادآوری ایزوتوپ‌های هیدروژن (و به طور کلی ایزوتوپ‌های یک عنصر) در عدد اتمی، شمار پروتون، شمار الکترون، خواص شیمیایی و موقعیت در جدول دوره‌ای مشابه‌اند و در شمار نوترون، عدد جرمی، درصد فراوانی، نیم‌عمر، خواص فیزیکی وابسته به جرم و پایداری با هم تفاوت دارند.

۲ در بین ایزوتوپ‌های طبیعی، ایزوتوپ‌های ${}^{1}_{1}H$ و ${}^{2}_{1}H$ پایدار هستند، اما ایزوتوپ ${}^{3}_{1}H$ ناپایدار است.

قب! می‌دانیم که هر چه پایداری یک ایزوتوپ بیشتر باشد، فراوانی آن در طبیعت بیشتر است: ${}^{3}_{1}H < {}^{2}_{1}H < {}^{1}_{1}H$:درصد فراوانی در طبیعت

۳ نیم‌عمر ایزوتوپ ساختگی ${}^{7}_{1}H$ از بقیهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی و طبیعی کم‌تر است؛ پس از همه ناپایدارتر می‌باشد.

۴ در بین ایزوتوپ‌های ساختگی، ${}^{5}_{1}H$ از همه پایدارتر است، چون زمان نیم‌عمر آن از همه بیشتر است.

همان‌طور که دیدید با افزایش تعداد نوترون و سنگین‌ترشدن ایزوتوپ‌های هیدروژن، نیم‌عمر و پایداری آن‌ها به صورت منظم تغییر نمی‌کند. ${}^{5}_{1}H$ هم از ایزوتوپ سبک‌تر (${}^{4}_{1}H$) و هم از ایزوتوپ سنگین‌تر خود (${}^{6}_{1}H$)، نیم‌عمر بیشتری دارد.

مقایسهٔ پایداری: ${}^{1}_{1}H > {}^{2}_{1}H > {}^{3}_{1}H > {}^{5}_{1}H > {}^{6}_{1}H > {}^{4}_{1}H > {}^{7}_{1}H$

${}^{1}_{1}H$: پایدارترین ایزوتوپ؛ ${}^{2}_{1}H$: پایدارترین رادیوایزوتوپ؛ ${}^{3}_{1}H$: پایدارترین ساختگی؛ ${}^{7}_{1}H$: ناپایدارترین

بچه‌ها مراقب باشین! اگر کسی از شما پرسید درصد فراوانی این ایزوتوپ‌ها در طبیعت به چه صورت است؟ *به وقت خدای نکرده! سر کار نرید! کاملاً تابلوئه* که فراوانی طبیعی برای ایزوتوپ‌های ساختگی *اصلاً معنی نداره!*

۵ *با هم دیدیم!* که ایزوتوپ‌های ${}^{1}_{1}H$ و ${}^{2}_{1}H$ پایدارند؛ بنابراین خاصیت پرتوزایی ندارند (نسبت نوترون به پروتون آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ نیست)، اما ۵ ایزوتوپ دیگر پرتوزا هستند و رادیوایزوتوپ به شمار می‌روند. *هواستون باشه که* در بین ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن *فقط و فقط* ${}^{3}_{1}H$ خاصیت پرتوزایی دارد *و بس!*

۶ با توجه به زمان نیم‌عمر ایزوتوپ‌های پرتوزای هیدروژن، ${}^{3}_{1}H$ از همه پایدارتر (با بیشترین زمان نیم‌عمر) و ${}^{7}_{1}H$ از همه ناپایدارتر (با کم‌ترین زمان نیم‌عمر) است.

بچه‌ها مراقب باشین! بعضی‌ها فکر می‌کنند نیم‌عمر فقط ویژهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی است. *نه اصلاً این‌طور نیست!* همان‌طور که در جدول می‌بینید، ${}^{3}_{1}H$ با این‌که یک ایزوتوپ طبیعی است، پرتوزا بوده *و نیم‌عمر داره!* در ضمن نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌ها همیشه مقدار کمی در حد ثانیه و روز نیست! نیم‌عمر همین *بناب* ${}^{3}_{1}H$، حدود ۱۲ سال است. *تازه!* رادیوایزوتوپ‌هایی با نیم‌عمر چند میلیارد سال هم داریم!

۷ در بین همهٔ اتم‌های جدول دوره‌ای، ${}^{1}_{1}H$ تنها اتمی است که نوترون ندارد و عدد اتمی آن با عدد جرمی‌اش برابر است ($A = Z$).

اگه گفتی؟

۱- خواص شیمیایی اتم هر عنصر به عدد جرمی (A) آن وابسته است. I) II)

۲- سبک‌ترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن، دارای ۴ نوترون است. I) II)

۳- در بین ایزوتوپ‌های طبیعی یک عنصر، ایزوتوپ پرتوزا وجود ندارد. I) II)

۴- ایزوتوپ ${}_{1}^{5}H$ نسبت به ایزوتوپ‌های ${}_{1}^{4}H$ و ${}_{1}^{6}H$، نیم‌عمر بیشتری دارد. I) II)

۵- فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، دارای ۳ ایزوتوپ پایدار است. I) II)

۶- شمار نوترون‌های ${}_{12}^{24}Mg$، چند برابر مجموع شمار ذرات زیراتمی در پایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن است؟ I) ۳ II) ۴

۷- ایزوتوپ‌های منیزیم در کدام مورد با هم تفاوت دارند؟

I) شدت واکنش با گاز کلر II) مجموع شمار ذرات زیراتمی

۸- در بین عنصرهای (H ، Li ، Mg و Cl) در نمونهٔ طبیعی کدام عنصر(ها)، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر نسبت به دیگر ایزوتوپ (های) آن عنصر، بیشتر است؟

۹- تفاوت شمار رادیوایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن و شمار ایزوتوپ‌های پایدار هیدروژن، چند است؟

۱۰- رادیوایزوتوپی از هیدروژن که سومین جایگاه را از نظر بیشترین مقدار نیم‌عمر داراست، در هستهٔ خود چند نوترون دارد؟

پاسخ

۱- II ۲- I ۳- I ۴- II

۵- I ۶- I ۷- II ۸- Li (لیتیم)

۹- ۲ (۲ = ۲ − ۴) ۱۰- ۵ (${}_{1}^{6}H$)

تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

تاکنون در جهان ۱۱۸ عنصر شناخته شده که از بین آن‌ها، ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند. همان‌طور که پیش از این خواندیم، عنصرهای موجود در طبیعت از طریق واکنش‌های هسته‌ای در ستارگان ایجاد شده‌اند و حالا ما در کرهٔ زمین *در همه‌شون هستیم! قلب با این تفاسیر!* ۲۶ عنصر دیگر که در طبیعت وجود ندارند را ما انسان‌ها با کمک واکنش‌های هسته‌ای به طور مصنوعی، ساخته‌ایم.

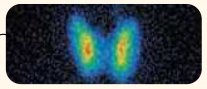
تکنسیم[1]، نخستین عنصری بود که به طور مصنوعی در واکنشگاه (یا همان راکتور[2]) هسته‌ای ساخته شد. دانستن نکات زیر در مورد تکنسیم *بر شما واجب است*:

۱ نماد شیمیایی این عنصر به صورت ${}_{43}^{99}Tc$ است؛ پس از آشنایی بیشتر با جدول دوره‌ای! کشف خواهید کرد که این عنصر در دورهٔ پنجم و گروه هفتم جدول دوره‌ای قرار دارد.

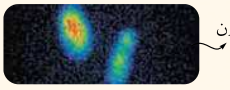
۲ این عنصر در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد. از تکنسیم برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.

همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، غدهٔ تیروئید، یک غدهٔ پروانه‌ای‌شکل است که جلوی گردن قرار دارد. این غده، مصرف‌کنندهٔ اصلی یون یدید (I^-) در بدن است و *کار اصلیش اینه* که سوخت و ساز بدن را تنظیم می‌کند. حالا اگر غدهٔ تیروئید، *دچار مشکل بشه، باید بریم ازش عکس بگیریم*. در عکس‌برداری، به بیمار دارویی تزریق می‌کنند که حاوی یون تکنسیم (نه خود یون تکنسیم)[3] است. *حالا چرا؟* چون اندازهٔ این یون، تقریباً اندازهٔ یون یدید است و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را هم جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود. به عبارت دیگر، از *اون‌جایی* که عنصر تکنسیم پرتوزا *تشریف داره*، پرتوهای حاصل از آن توسط دستگاه‌های خاصی قابل تشخیص است و این موضوع امکان تصویربرداری را فراهم می‌کند.

آ) غدهٔ پروانه‌ای‌شکل تیروئید در بدن انسان



ب) تصویر غدهٔ تیروئید سالم



پ) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

توجه غدهٔ تیروئید جزء اندام‌های حساس و آسیب‌پذیر بدن است و قرارگیری زیاد آن در برابر پرتوها، خطر احتمال ابتلا به سرطان را افزایش می‌دهد. به همین منظور در مراکز تصویربرداری پزشکی از جمله رادیولوژی و دندان‌پزشکی، با استفاده از پوشش‌هایی مانند شکل روبه‌رو که از جنس فلز سرب ($_{82}Pb$) هستند، از غدهٔ تیروئید محافظت می‌کنند. بد نیست بدانید که در تصویربرداری اغلب از پرتو ایکس که پرتویی پرانرژی و خطرناک است، استفاده می‌شود و فلز سرب به دلیل عدد اتمی و چگالی بالا، جاذب خوبی برای این پرتوها به حساب می‌آید.

۱- تکنسیم از واژهٔ یونانی Technetos به معنای مصنوعی گرفته شده است.

۲- منظور از راکتور هسته‌ای، جایی است که در آن یک واکنش هسته‌ای به صورت کنترل‌شده و ایمن انجام می‌شود.

۳- منظور این است که از یونی که در ساختار آن تکنسیم وجود دارد (مانند TcO_4^-) استفاده می‌شود و نه خود یون تکنسیم (Tc^{n+})!

۳ همهٔ تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای (نه شیمیایی!) ساخته شود. با توجه به این‌که نیم‌عمر (زمان ماندگاری) این عنصر ساختگی کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد؛ به همین دلیل بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای[1] تولید و سپس مصرف می‌کنند.

یادآوری تکنسیم از جمله اتم‌هایی است که نسبت شمار نوترون به پروتون آن کم‌تر از ۱/۵ است و با این حال ناپایدار و پرتوزا *تشریف داشته* و رادیوایزوتوپ محسوب می‌شود.

$$^{99}_{43}Tc: A = Z + N \Longrightarrow 99 = 43 + N \Longrightarrow N = 56 \Longrightarrow \frac{N}{Z} \simeq 1/3$$

کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها

رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه *فیلی فطرین!* ولی پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است؛ به طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

با کاربرد تکنسیم در پزشکی آشنا شدید و *حالا می‌خوایم* با کاربردهای دو رادیوایزوتوپ دیگر، آشنا شویم.

اورانیم:

۱ اورانیم ($_{92}U$) شناخته‌شده‌ترین فلز و در واقع عنصر پرتوزا است که به طور طبیعی یافت می‌شود.

۲ یک نمونهٔ طبیعی اورانیم به طور عمده شامل دو ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ و $^{238}_{92}U$ است[2] که تنها یکی از آن‌ها یعنی ^{235}U، اغلب[3] به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

۳ در مخلوط طبیعی ایزوتوپ‌های اورانیم، تنها کم‌تر از ۷/۰[4] درصد (نه ۷ درصد!) ایزوتوپ‌ها را، ^{235}U تشکیل می‌دهد. برای این‌که از این ایزوتوپ بتوان به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده کرد، باید درصد آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم افزایش داد. به این کار، غنی‌سازی اورانیم و یا به عبارت دیگر، «**غنی‌سازی ایزوتوپی**» می‌گویند. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است.

غنی‌سازی ایزوتوپی ⟵ افزایش مقدار (درصد) ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ در مخلوط ایزوتوپ‌های عنصر اورانیم

توجه با توجه به این‌که ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسانی دارند، ^{235}U و ^{238}U را نمی‌توان به روش‌های شیمیایی از هم جدا کرد؛ بنابراین برای غنی‌سازی باید *دست به دامن* روش‌های فیزیکی (مثل استفاده از سانتریفیوژها بر مبنای تفاوت چگالی دو ایزوتوپ) شویم.

۴ پس از انجام غنی‌سازی ایزوتوپی، نام ایران در فهرست ده‌گانهٔ کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شده است و با گسترش این صنعت، می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین کرد.

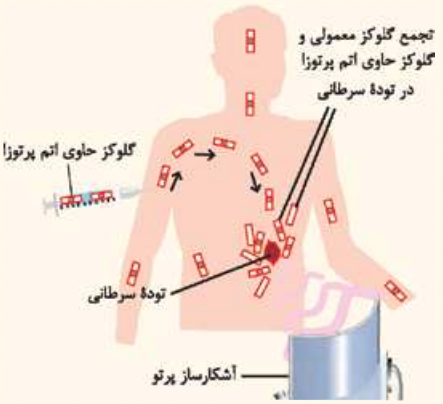
۵ دفع پسماند راکتورهای اتمی از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای است، زیرا این پسماندها هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک هستند.

۶ طبق شکل ۶ صفحهٔ ۸ کتاب درسی، رادیوایزوتوپ‌های تکنسیم و فسفر، از جمله رادیوایزوتوپ‌هایی هستند که در ایران تولید می‌شوند.

گلوکز نشان‌دار:

از گلوکز حاوی اتم پرتوزا که به آن **گلوکز نشان‌دار**[6] می‌گویند، برای تشخیص توده‌های سرطانی استفاده می‌شود.

توده‌های سرطانی، سلول (یاخته)هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند؛ در نتیجه این سلول‌ها نسبت به سلول‌های سالم، نیاز به گلوکز بیشتری داشته و مقدار بیشتری را جذب می‌کنند. با تزریق گلوکز نشان‌دار به بیمار، در توده سرطانی علاوه بر گلوکز معمولی، گلوکز حاوی اتم پرتوزا هم، تجمع می‌کند؛ بنابراین آشکارساز (detector) می‌تواند پرتوهای آزادشدهٔ حاصل از اتم پرتوزای تجمع‌یافته در توده را مشخص کرده و محل توده سرطانی در بدن *عیان شود*!



۱- امروزه با استفاده از راکتورها و شتاب‌دهنده‌ها می‌توان رادیوایزوتوپ‌های زیادی را به طور مصنوعی تولید کرد. تولید رادیوایزوتوپ‌های مصنوعی جهت مصارف پزشکی برحسب نیم‌عمر می‌تواند به روش صنعتی و یا آزمایشگاهی انجام شود. رادیوایزوتوپ‌ها با نیم‌عمر طولانی، اغلب در مراکز صنعتی و به صورت متمرکز تولید شده و بین مراکز درمانی توزیع می‌گردد. تولید رادیوایزوتوپ‌ها با نیم‌عمر کوتاه، صرفاً در آزمایشگاه‌های موجود در مراکز درمانی و یا تشخیصی امکان‌پذیر است. در بیمارستان‌ها برای استفاده از رادیوداروها با نیم‌عمر کوتاه، اغلب از مولدهای مختلف استفاده می‌شود. در مولد تولید تکنسیم، ایزوتوپ مولیبدن ـ ۹۹ (^{99}Mo) به ^{99}Tc تبدیل می‌شود.

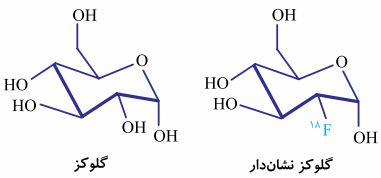
۲- $^{234}_{92}U$ یکی دیگر از ایزوتوپ‌های طبیعی اورانیم است که فراوانی آن بسیار ناچیز است.

۳- ایزوتوپ‌های دیگری از جمله پلوتونیم ($_{94}Pu$) نیز به عنوان سوخت راکتورهای اتمی به کار می‌روند.

۴- در اغلب منابع، درصد اورانیم ـ ۲۳۵ را بیشتر از ۰/۷ درصد گزارش می‌کنند. در کتاب درسی فیزیک دوازدهم رشتهٔ ریاضی نیز گفته شده که «فراوانی ایزوتوپ ۲۳۵ حدود ۰/۷۲ درصد است.»

۵- برای نیروگاه‌های شکافت هسته‌ای ^{235}U با درصد حدود ۳ درصد کافی است. برای راکتورهای پژوهشی، معمولاً از ^{235}U تا ۲۰ درصد غنی‌شده، استفاده می‌شود.

۶- فرمول مولکولی گلوکز، $C_6H_{12}O_6$ است. برای نشان‌دارکردن گلوکز، به جای یکی از گروه‌های OH موجود در ساختار آن، از اتم پرتوزای $^{18}_{9}F$ استفاده می‌شود.



بچه‌ها مراقب باشین! همان‌طور که گفتیم و در شکل هم می‌بینید، برای تودهٔ سرطانی، نوع گلوکز مهم نیست و هر نوع گلوکزی را مصرف می‌کند؛ به عبارت دیگر، هم گلوکز معمولی و هم گلوکز نشان‌دار در محل توده، جمع می‌شود، ولی این گلوکز نشان‌دار است که به دلیل پرتوزابودن، محل تودهٔ سرطانی *رو لو می‌ده!*

۳۲- گزینهٔ ۴ ایزوتوپ‌های یک عنصر، در عدد اتمی یکسان هستند؛ بنابراین شمار الکترون‌ها و پروتون‌های یکسان و در نتیجه شمار ذرات زیراتمی باردار یکسانی دارند.

گزینهٔ (۱): اتفاقاً اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، به دلیل وجود ایزوتوپ‌ها، اتم‌های سازنده جرم یکسانی **ندارند**.

گزینهٔ (۲): $A-N$ (تفاوت عدد جرمی و شمار نوترون‌ها)، همان عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) است که برای ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان است، اما $Z+A$، مجموع شمار کل ذرات زیراتمی را نشان می‌دهد که به دلیل تفاوت در شمار نوترون‌ها، برای ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان نیست.

گزینهٔ (۳): تنها خواص فیزیکی وابسته به جرم ایزوتوپ‌ها مانند چگالی و نقطهٔ ذوب و جوش آن‌ها با هم متفاوت است و نه همهٔ خواص *فیزیکیشون!* مثلاً رنگ و بو جزء خواص فیزیکی غیروابسته به جرم هستند که برای ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان است.

۳۳- گزینهٔ ۳ عبارت‌های اول و چهارم درست‌اند.

- خواص شیمیایی یک عنصر به عدد اتمی و در نتیجه شمار پروتون‌ها و الکترون‌های آن بستگی دارد و خواص فیزیکی وابسته به جرم، به عدد جرمی و در نتیجه شمار نوترون‌ها و پروتون‌های اتم عنصر وابسته است.
- هر دو اتمی با شمار نوترون متفاوت که ایزوتوپ هم به حساب نمی‌آیند! ایزوتوپ‌ها باید اتم‌های یک عنصر باشند؛ یعنی حتماً باید عدد اتمی یکسان داشته باشند؛ مثلاً دو اتم ${}_{2}^{4}He$ و ${}_{1}^{1}H$، شمار نوترون متفاوتی دارند، ولی *هَپ!* دو عنصر متفاوت‌اند و ایزوتوپ یکدیگر نیستند.
- ایزوتوپ‌های یک عنصر، در یک خانهٔ جدول تناوبی قرار می‌گیرند؛ *به همین دلیله* که به ایزوتوپ‌ها، هم‌مکان نیز گفته می‌شود.
- با اضافه‌کردن نوترون، شمار پروتون‌ها و عدد اتمی تغییری نمی‌کند، اما عدد جرمی تغییر کرده و ایزوتوپی از اتم اولیه حاصل می‌شود. ${}_{Z}^{A}E \xrightarrow{+1n} {}_{Z}^{A+1}E$
- تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در ${}_{27}^{60}M$ برابر $60-27-27=6$ است، اما دو اتم ${}_{27}^{60}M$ و ${}_{28}^{60}A$ ایزوتوپ یکدیگر نیستند، زیرا عددهای اتمی متفاوتی دارند.

۳۴- گزینهٔ ۴ عبارت‌های (آ) و (ت) درست‌اند.

آ) شمار نوترون‌ها + شمار پروتون‌ها = عدد جرمی
- E: عدد جرمی $= 82+122=204$
- X: عدد جرمی $= 23+28=51$

$\Rightarrow \frac{204}{51}=4$

ب) در گونهٔ D، شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر نیست و این گونه یک یون $({}_{34}^{79}D^{2-})$ است. هرچند گونه‌های ${}_{34}^{78}M$ و ${}_{34}^{79}D^{2-}$، عدد اتمی و شمار پروتون‌های یکسانی دارند، اما به دلیل **تفاوت شمار الکترون‌ها**، خواص شیمیایی یکسانی **ندارند**. *اون* نکته‌ای که گفتیم، خواص شیمیایی به عدد اتمی وابسته است، مربوط به اتم‌های خنثی است که در *اون‌ها* شمار الکترون‌ها با پروتون‌ها برابر می‌باشد.

پ) گونهٔ E کاتیون است، زیرا شمار الکترون‌های آن کم‌تر از شمار پروتون‌هایش است، اما گونهٔ X، یک اتم خنثی است، زیرا شمار الکترون‌ها و پروتون‌های آن با هم برابر است.

ت) گونهٔ A یک اتم خنثی با نماد ${}_{17}^{35}A$ است؛ بنابراین اتم ${}_{17}^{37}M$ که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوتی با آن دارد، ایزوتوپ آن محسوب می‌شود.

۳۵- گزینهٔ ۳ در بین ایزوتوپ‌های منیزیم (${}_{12}^{24}Mg$، ${}_{12}^{25}Mg$ و ${}_{12}^{26}Mg$)، ایزوتوپ سبک‌تر، بیشترین فراوانی و ایزوتوپ وسطی، کم‌ترین فراوانی را دارد:

درصد فراوانی: ${}_{12}^{24}Mg > {}_{12}^{26}Mg > {}_{12}^{25}Mg$

گزینهٔ (۱): همهٔ اتم‌های منیزیم، دارای ۱۲ پروتون هستند. با توجه به این‌که ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند، همهٔ ایزوتوپ‌های منیزیم با شدت یکسانی با آب واکنش می‌دهند.

گزینهٔ (۲): در ایزوتوپ ${}_{12}^{24}Mg$، شمار ذرات زیراتمی برابر است $(12p, 12e, 12n)$. این ایزوتوپ، بیشترین درصد فراوانی را در بین ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم دارد.

گزینهٔ (۴): منیزیم ۳ ایزوتوپ طبیعی دارد. در بین این ۳ ایزوتوپ، ایزوتوپ ${}_{12}^{24}Mg$ که درصد فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است. این ایزوتوپ دارای ۱۲ نوترون است.

$\frac{3}{12}=\frac{1}{4}$

۳۶- گزینهٔ ۳ عبارت‌های دوم و سوم درست‌اند.

- اتم B، یک الکترون بیشتر از B^{+} دارد؛ بنابراین تعداد الکترون‌های B و در نتیجه عدد اتمی B، $28+1=29$ است. با توجه به این‌که دو اتم A و B ایزوتوپ یکدیگر هستند، عدد اتمی A نیز ۲۹ است. ${}_{29}^{65}A \Rightarrow$ تعداد نوترون‌ها + تعداد پروتون‌ها = عدد جرمی A $= 29+36=65$
- با توجه به این‌که پنج‌ضلعی داده‌شده به ۵ قسمت مساوی تقسیم شده است و ۱ قسمت آن متعلق به ایزوتوپ سبک‌تر؛ یعنی ${}_{5}^{10}B$ است، خواهیم داشت:

درصد فراوانی ${}_{5}^{10}B = \frac{1}{5}\times 100 = \%20$

- اتم X دو الکترون بیشتر از یون X^{2+} دارد؛ بنابراین تعداد الکترون‌های این اتم برابر با $(n-2+2=n)$ n است. در اتم خنثی X، شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است؛ بنابراین عدد اتمی X برابر n و عدد جرمی آن برابر با مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها یعنی $(A=n+n=2n)$ 2n می‌باشد $({}_{n}^{2n}X)$.

با توجه به این‌که ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند، اتم ${}_{n}^{2n+2}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های عنصر X باشد.

- عنصر لیتیم دارای دو ایزوتوپ طبیعی ${}_{3}^{6}Li$ و ${}_{3}^{7}Li$ است که فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر؛ یعنی ${}_{3}^{7}Li$ در طبیعت بیشتر است. عدد جرمی این ایزوتوپ (۷) از دو برابر عدد اتمی آن $(2\times 3=6)$ بیشتر است.