تست‌های مفهومی و محتوایی؛
ابتکار جدید کتاب‌های میکرو قرن جدید

شاید باورش سخت باشه ولی از چاپ اولین کتابمون، یک قرن گذشت از اولین روزهای تألیف کتاب‌های میکرو دهم تا دوازدهم، وظیفهٔ خودمون می‌دانستیم که باید درسنامه‌های روان و کامل بنویسیم و تست‌هایی طراحی کنیم که یک سر و گردن از تست‌های کنکور (از هر نظر) بالاتر باشند. خداروشکر که هم اساتید بزرگوار و هم دانش‌آموزان عزیز از کتاب‌های میکروشیمی گاج استقبال خوبی کردند و تا به امروز تیراژ کتاب‌های میکرو شیمی به بیش از نیم‌میلیون چاپ رسیده است.

در کتاب‌های میکروقرن جدید، دغدغهٔ اصلی ما، آسان‌تر کردن راه رسیدن به درصدهای خوب و عالی در کنکور پیش‌روست. حتماً خبر دارید که در کنکورهای جدید، سؤالات محتوایی که توجه بیشتری به مفهوم و متن کتاب دارند، قرار است طراحی شوند. در همین راستا، در تألیف مجدد کتاب‌های میکرو موارد زیر را در سرتاسر کتاب در نظر گرفتیم:

- طراحی مجدد درسنامه‌ها با زبانی روان‌تر و کامل‌تر
- بررسی و شبیه‌سازی تست‌های جدید کنکورهای دو سال اخیر
- طراحی تست‌های محتوایی برای پیش‌بینی کنکور در قالب «خودتو بسنج!»
- پاسخ‌های کاملاً تشریحی برای بررسی کامل تست و مرور آموخته‌ها

در کتابی که در دست دارید، تست‌ها به‌صورت کاملاً منطقی و آموزشی چیده شده‌اند. ابتدا با تست‌های واجب (سبز)، تمام مطالب کتاب درسی را برای شما جا می‌اندازیم، سپس با تست‌های تسلط (نارنجی) مطالب را عمق می‌بخشیم و در آخر، با تست‌های IQ (بنفش) شما را به چالش کامل ذهنی دعوت می‌کنیم! تمام این موارد به شما کمک می‌کنند از ساده‌ترین مطالب تا سخت‌ترین نکات را به‌طور کامل یاد بگیرید و یک درصد عالی در کنکور کسب کنید، ان‌شاءالله

مقدمه پویا

درود بر همهٔ دانش‌آموزان پایهٔ دهم

بالاخره انتظارها به پایان رسید و کتاب شیمی میکروطبقه‌بندی دهم با ویرایش کاملاً جدید چاپ شد. کتابی که پیش روی شماست، ثمرهٔ چند ماه تلاش شبانه‌روزی مؤلفان و تیم اجرایی گاج است.

در این کتاب سعی شده است مطالب کتاب درسی جدید شیمی پایه دهم به‌طور کامل آموزش داده شود و در کنار آن تست‌های متنوعی نیز آورده شده که دانش‌آموز را مورد سنجش قرار دهد. این تست‌ها با توجه به تغییر سبک تست‌های کنکور سراسری در دو سال اخیر، طراحی و تألیف شده‌اند تا سنجش شما واقعی و به استاندارد کنکور نزدیک باشد.

وسواس مؤلفان در نگارش درسنامه‌ها و طراحی تست‌ها و چیدمان آن‌ها، مهم‌ترین تفاوت این کتاب با کتاب‌های مشابه در بازار است.

در انتها جا دارد از مدیریت مجموعهٔ بزرگ انتشارات بین‌المللی گاج جناب مهندس جوکار تشکر و قدردانی شود.

پویا الفتی

مقدمه امیرحسین

تقدیم به کسانی که تا هدفهایشان را عملی نکنند، دست از تلاش برنمی‌دارند...

سلام، خوبی؟ ورودت رو به سال دهم تبریک میگم، دست و هورا 🙂 به دلیل اهمیت شیمی سال دهم توی کنکورهای دو سال اخیر، تصمیم گرفتیم که با یک تلاش شبانه‌روزی چند ماهه، نسل جدید کتابمون رو خفن‌تر و دیدنی‌تر از قبل وارد بازار کنیم، چرا؟ چون «هدفمون» موفقیت توئه! حالا که اسم هدف اومد، بیا در موردش بیشتر حرف بزنیم 🙂

«هدف»، باعث میشه بعضی شب‌ها نخوابی، باعث میشه از بعضی لذت‌ها دست بکشی و شاید تا سرحد مرگ تلاش کنی و باز هم کم باشه! وقتی یک هدف تعیین میشه، وجود «تعهد» باعث شروع کردن اون میشه و زمانی که شروع کردی، «ثابت قدم بودن» باعث رسیدن و یا نزدیک شدن به هدفت میشه. توی این راه، شاید کسانی که دوستت دارند، به دلایلی رهات کنند، اما مطمئنم که یک روز و بعد از رسیدن به هدفت، کلاه از سر برمی‌دارند و برات دست می‌زنند، چون تو لیاقتشو داری 🙂

پس رویاهات رو دنبال کن!

★ ★ ★

تشکر می‌کنم از:

- خانواده‌ام
- آقای محمد جوکار
- امین اسماعیل زاده
- ویراستارهای عزیز

فکر می‌کنین تموم شد؟ نه آقا، ما خیلی پیگیرتر از این حرفاییم! اگر تمایل دارین که ویدیوی تحلیلی و آموزشی تست‌های کنکور رو ببینین و از آزمون‌ها و کلاس‌های آنلاین لذت ببرین، به اینستاگرام و سایتمون حتماً سر بزنین که به شدت دلتنگتونیم 🙂

shimiluck

www.shimiluck.ir

امیرحسین کریمی

راهنمای استفاده از کتاب
(حتماً بخون!)

رسیدیم به پیش کتاب و راهنمای استفادهٔ اون 🙂 این کتاب دارای سه بخش اصلی درسنامه، تست و پاسخ‌های تشریحی و چند بخش *نیمچه اصلی!* هستش که در ادامه، کامل باهاشون آشنا میشی، *فقط فیلی با دقت بفون این قسمت‌رو* 🙂.

۱ **درسنامه‌ها:** کتاب درسی شیمی دهم دارای ۳ فصل است. کاری که ما انجام دادیم، ریز کردن این فصل‌ها به «قسمت‌های آموزشی» و *شاید باورت نشه!* ریزتر کردن همین قسمت‌ها به «بسته‌های آموزشی» هستش، پس اولین قراری که با هم می‌ذاریم اینه که عین واحد پول که مثلاً توی ایران، ریال هستش، توی این کتاب هم واحد قراردادی درسنامه‌ها، «بسته»ها هستن.

در هر بسته با توجه به مبحث موردنظر، تمام مطالب به همراه تست آموزش داده شدن و در جاهایی که احساس کردیم سوالی چیزی داری، با آیکون 👆 آقا اجازه! که مربوط به سوال‌های متداول (*و گاهاً غیرمتداول!*) دانش‌آموزان در کلاس هستش، مفاهیم رو قشنگ براتون حلاجی کردیم. هر وقت رسیدی به یه 👆 آقا اجازه! سعی کن خودت رو جای ما بذاری و به اون سوال جواب بدی، بعد از چند دقیقه فکر کردن، پاسخ اون سوال رو خیلی با دقت بخون که هم *ثواب داره!* و هم بهت کمک می‌کنه که مطالب رو راحت‌تر یاد بگیری.

۲ **تست‌ها:** بعد از خواندن هر بستهٔ آموزشی، آماده‌ای تا تست‌های اون بسته رو شروع به حل کنی. حتماً میدونی که در دو سال اخیر کنکور سراسری، انواع تست‌ها از مفهومی تا محاسباتی دو قسمتی مورد پرسش قرار گرفتن. برای همین ما دوباره دست به کار شدیم و دوباره تست‌های کتابمون رو به روز کردیم تا مثل همیشه چند قدم از کنکور جلوتر باشیم.

در نسل جدید کتاب‌های میکرو، تست‌ها رو به سه دستهٔ کلی واجب، تسلط و iQ دسته‌بندی کردیم تا گام‌به‌گام در درس شیمی به درصدهای عالی برسی. *حالا داستان این دسته‌بندی چیه؟*

تست های واجب: حل این تست‌ها برای موفقیت شما در هر آزمونی، لازمه. درواقع بعد از خواندن هر بستهٔ آموزشی، در گام اول باید بیای سراغ این تست‌ها که از ساده شروع میشن و تا سطح مناسبی همراهیت می‌کنن. دقت کن که حتی اگر این تست‌ها رو درست زدی، باید پاسخ تشریحیشو بخونی، چون نکات برات یه بار دیگه مرور میشن 🙂.

تست‌های تسلط: بعد از گذشت یک روز از حل تست‌های واجب، بیا سراغ تست‌های تسلط، این قسمت برای گسترش تسلطت بر روی تست‌زنی آماده شده و با حل اون، به‌راحتی به جنگ تست‌های کنکورهای سخت (مثل دو سال اخیر) میری. سطح تست‌های تسلط، کمی بالاتر از تست‌های واجب بوده و برای حلش حتماً باید روی درسنامه و تست‌های واجب کار کرده باشی.

تست‌های iQ: بعضی از بچه‌ها، سرشون درد میکنه برای حل تست‌هایی که چند گام سخت‌تر از تست‌های معمولن. *فب فوش اومدی!* در تست‌های iQ، سعی کردیم از تست‌های المپیاد ایران و چند کشور دیگه و تست‌های تألیفی خفن استفاده کنیم تا یه‌وقت کم نذاشته باشیم 🙂. حل این تست‌ها برای کسایی که به درصدهای بالای ۹۰ درصد در کنکورهای سخت فکر میکنن، لازمه و کمک میکنه که تست‌های چالشی و ایده‌دار هر آزمونی رو به‌راحتی و مثل آب خوردن حل کنن 🙂.

تبصره: اگر در حالت کمبود وقت و اورژانسی هستی، فقط کافیه تست‌های واجب رو حل کنی که حدوداً نصف کل تست‌ها رو شامل میشه و اینجوری میتونی سریعتر بری میکرو شیمی دهم یا دوازدهم رو بخونی 🙂.

آزمون‌های جامع: توی کنکورهای چند سال اخیر، سوال‌هایی مطرح میشن که تمرکزی روی یک مبحث خاص ندارن، بلکه از *گوشه و کنارای* یک فصل و حتی! ترکیبی بین فصل‌های مختلف کتاب طراحی میشن. *برای خنثی کردن این نقشه‌های شوم!* در انتهای هر فصل قسمتی با نام «**آزمون‌های جامع**» آوردیم.

در این آزمون‌ها، هم سوال‌هایی از *های های* فصل! و هم سوال‌های ترکیبی فصل موردنظر با دیگر فصل‌ها رو طرح کردیم تا با خیال راحت یه جمع‌بندی خوب هم انجام بدی.

۳ پاسخ‌های تشریحی: برای اولین بار در ایران *(و حتی جهان!)* پاسخ‌هایی که برای هر تست نوشتیم، واقعاً تشریحی هستن و با خوندن هر پاسخ می‌تونی یه بار دیگه درس رو مرور کنی! کادرها و آیکون‌های زیر، توی قسمت پاسخ‌ها استفاده شدن:

کادرهای نیم‌نگاه: در این کادرها یه مطلب مهمی رو دوباره مرور کردیم یا یه مطلب خاص رو برای حل اون تست بهتون یاد دادیم.

ترفند محاسباتی: در یک تقسیم‌بندی کلی میشه سؤال‌های شیمی کنکور رو به دو بخش مفاهیم و مسائل تقسیم کرد. در قسمت مسائل شیمی، شاید باورت نشه ولی بیشترین مشکل بچه‌ها توی محاسبه‌های ریاضی این‌جور سؤال‌ها هست نه معادله‌ها و ... برای همین تصمیم گرفتیم یه روش‌هایی که باعث افزایش سرعت شما توی محاسبات *ریاضی‌وار!* شیمی میشن رو بهتون یاد بدیم که اسمش رو با یه هشتگ مشخص کردیم، # ترفند محاسباتی! برای این‌که این ترفندها برات مرور شه و با جدیداش آشنا بشی یه کادر رنگی توی پاسخ‌های فصل اول و دوم برات کنار گذاشتیم که خیلی خوب و دقیق بخونش و بعد، آماده‌ای که از این ترفندها استفاده کنی .

در ضمن در پاسخ‌ها، با استفاده از سه رنگ زیر، هر تست رو از نظر سطح دشواری درجه‌بندی کردیم:

رنگ سبز: تست‌های آسون یا متوسط رو به آسون.

رنگ نارنجی: تست‌های متوسط و متوسط رو به دشوار.

رنگ قرمز: تست‌های دشوار، فرادشوار! و ...

توجه: **طرح هرگونه پرسش از محتوای «آیا می‌دانید»، «تفکر نقادانه» و «در میان تارنماها» در آزمون‌های هماهنگ کشوری، نهایی و کنکور سراسری، ممنوع است.** این جملاتی که الان خوندین، عیناً از مقدمهٔ کتاب درسی آورده شده و *مولای درزش نمیره!* ما هم برای رعایت حال شما هیچ پرسشی رو از این بخش‌های غیر مهم، طرح نکردیم.

پویا الفتی . امیرحسین کریمی

فهرست

فصل اول: کیهان، زادگاه الفبای هستی

قسمت ۱ ..... ۱۰
قسمت ۲ ..... ۳۲
قسمت ۳ ..... ۴۵
قسمت ۴ ..... ۵۲
قسمت ۵ ..... ۷۰
قسمت ۶ ..... ۸۸
آزمون‌های جامع ۱۰۷
پاسخ های تشریحی ۱۱۳

فصل دوم: رد پای گازها در زندگی

قسمت ۱ ..... ۱۸۴
قسمت ۲ ..... ۲۰۱
قسمت ۳ ..... ۲۲۵
قسمت ۴ ..... ۲۳۸
قسمت ۵ ..... ۲۵۲
قسمت ۶ ..... ۲۶۲
قسمت ۷ ..... ۲۷۲
آزمون‌های جامع ۲۸۴
پاسخ های تشریحی ۲۹۱

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

قسمت ۱ ..... ۳۶۶
قسمت ۲ ..... ۳۷۹
قسمت ۳ ..... ۴۰۲
قسمت ۴ ..... ۴۲۵
قسمت ۵ ..... ۴۴۰
آزمون‌های جامع ۴۶۳
پاسخ های تشریحی ۴۷۱

پایه دهم
فصل اول

کیهان، زادگاه الفبای هستی

خانم‌ها و آقایون (یا به قول خارجیا، لِیدیز اَند جِنتلمن!) خیلی خوش اومدین به فصل اول کتابمون. توی این فصل اولش یه‌کم دربارهٔ تلاش انسان برای پی بردن به پاسخ پرسش‌های بنیادی می‌خونیم که توی کنکور زیاد بهش پرداخته نشده تا حالا ولی خدا رو چه دیدی!

در ادامه یه‌کم تخصصی‌تر به شیمی نگاه می‌کنیم و دربارهٔ چگونگی پدید آمدن عنصرها و ایزوتوپ‌های پایدار و ناپایدار عناصر صحبت می‌کنیم. در این قسمت با عنصرهای ساخت بشر (مثل تکنسیم) آشنا میشیم. از این قسمت یه عبارت یا یه سوال کامل توی کنکور میادش ☺ بعدش، خیلی روزنامه‌وار، دربارهٔ جدول دوره‌ای عناصر و کلیاتش بحث می‌کنیم. در این قسمت با جرم اتمی و و تفاوتش با عدد جرمی حرف می‌زنیم و در ادامه با مول و شمارش ذره‌های یک ماده و صد البته! مسائل مول میحرفیم! این قسمت اولین جایی هستش که به محاسبات شیمی ورود می‌کنیم؛ پس خیلی با دقت و حوصله این بخش رو بخون!

از محاسبات که خارج شدیم، کلاً فاز عوض میشه و میریم یه مقدمهٔ کاملاً مفهومی دربارهٔ کشف ساختار اتم و مدل بور و مدل لایه‌ای می‌خونیم. با خوندن این بخش آماده میشی که دربارهٔ لایه‌ها و زیرلایه‌ها در اتم‌ها اطلاعاتت رو زیاد کنی. حواست جمع باشه که خیلی مهمن این مباحث و خدای نکرده، ازشون آسون نگذری، چون طراح‌های کنکور نشون دادن که چقدر به این قسمت علاقه دارن ☺

در اواخر فصل هم دربارهٔ رفتار اتم‌ها در مقابل هم که منجر به تشکیل پیوند یونی یا پیوند کووالانسی میشه، صحبت می‌کنیم. خب! در یه نگاه کلی میشه گفت این فصل، اوایلش بیشتر حفظی و از اواسط تا آخرش بیشتر مفهومی و محاسباتی هستش.

سهم این فصل در کنکورهای دو سال اخیر، به‌طور میانگین ۴ تست بوده که یکی از آن‌ها، ترکیبی با فصل‌های دیگهٔ شیمی کنکوره.

قسمت ۱

(صفحهٔ ۱ تا ۹ کتاب درسی)

بستهٔ ۱ پیدایش عنصرها

سلاااام و صد سلاااام به گل‌های تو خونه! از امروز تا دم کنکورت قراره با شیمی کلی خاطره‌سازی خوب کنی، چون کتاب مارو انتخاب کردی ☺ *حالا اگه آماده باشی، میریم سراغ یه چند تا مورد حفظی و کم اهمیت تا هم مؤلفای کتاب درسی راضی باشن و هم سریعتر برسیم به خود شیمی! برو که رفتیم* ☺

۱ انسان از قدیم تا به حال، به دنبال کشف رازهای هستی و شناخت بیشتر و بهتر جهان هستی بوده است. برای مثال شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها *(همون سنگ‌نوشته‌ها!)* و نقاشی‌های دیوار غارها به‌دست آمده است، نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است.

۲ انسان همواره با سه پرسش مهم «هستی چگونه پدید آمده است؟»، «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» و «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» روبه‌رو بوده است. در پاسخ به پرسش اول، *هیچ پوره! نمی‌شه* روی علم تجربی حساب باز کرد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی خود و ... می‌تواند به پاسخی جامع دست یابد. *ولی خداروشکر!* علم تجربی در پاسخ دادن به پرسش‌های دوم و سوم تلاش‌های گسترده‌ای انجام داده، که این تلاش‌ها سبب افزایش دانش ما دربارهٔ جهان مادی شده است. *شیمی‌دان‌های بزرگوار!* هم با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده، هم‌چنین برهم کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.

دروغ چرا؟ فیلی‌ها (مثل طراح‌های کنکورهای آزمایشی) عاشق دام‌گذاری و گاهی مین‌گذاری! در های های کتاب درسی هستن، در راستای خنثی کردن این دام‌ها و مین‌ها! جمع‌بندی زیر رو بخونید.

جمع‌بندی **سه پرسش بنیادی**

- «هستی چگونه پدید آمده است؟» ← پاسخ به این پرسش در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.
- «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟»
- «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟»

← پاسخ به این دو پرسش، در قلمرو علم تجربی است.

۳ امروزه ما در مورد کیهان و منشاء آن اطلاعاتی داریم که اجداد ما حتی نمی‌توانستند آن‌ها را تصور کنند، با این‌حال تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان، هم‌چنان ادامه دارد. نمونه‌ای از آن، فرستادن دو فضاپیما به نام **وویجر ۱ و ۲** در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) به فضا برای شناخت بیشتر منظومهٔ شمسی (سامانهٔ خورشیدی) است. در مورد این دو فضاپیما، به دو نکتهٔ زیر توجه کنید:

- این دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های **مشتری، زحل، اورانوس و نپتون**، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و به زمین بفرستند.
- شناسنامه‌های ارسالی می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند **نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد** باشد.

تذکر شکل مقابل، عکس کرهٔ زمین را از فاصلهٔ تقریبی **۷ میلیارد کیلومتری** نمایش می‌دهد. این تصویر، آخرین تصویری است که **وویجر ۱** پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت. *چه غم‌انگیز، لطفاً یه دقیقه سکوت کنین!*

فضاپیمای وویجر ۱

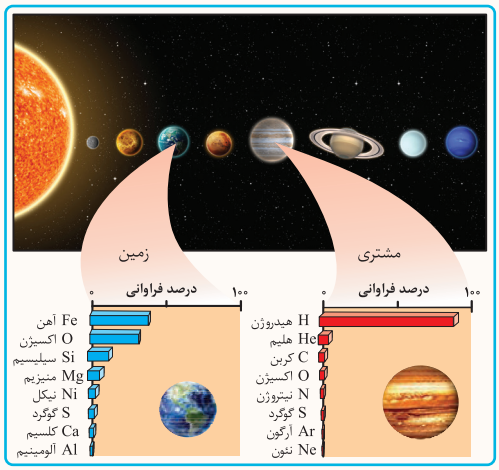
جمع‌بندی **مأموریت وویجر ۱ و ۲**

- گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون
- تهیه و ارسال شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مورد نظر
  - نوع عنصرهای سازندهٔ آن‌ها
  - ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها
  - ترکیب درصد مواد در اتمسفر آن‌ها

gajmarket.com

سیاره‌های مشتری و زمین

شیمی‌دان‌ها *روز و شب در تلاشند!* تا به پرسش «عنصرها چگونه پدید آمدند؟» پاسخ دهند. یکی از روش‌های پاسخ‌گویی به این سؤال، مطالعهٔ کیهان به ویژه **سامانهٔ خورشیدی** است. برای نمونه، با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید، می‌توان به درک بهتری از «چگونگی تشکیل عنصرها» دست یافت.



شکل مقابل عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین را با هم مقایسه می‌کند. *تا آخر برنامه! همراهمون باشین تا نکته‌های هپروهپور این شکل رو براتون بگیم! پس* Let's go!

۱ *اولین نکته که خیلی هم تابلوئه! اینه که* سیارهٔ مشتری نسبت به سیارهٔ زمین از خورشید دورتر است.

نکته به‌طور کلی، هر چه سیاره‌ای به خورشید نزدیک‌تر باشد، دمای سطح آن بیشتر خواهد بود. با توجه به فاصلهٔ زمین و مشتری تا خورشید می‌توان گفت که دمای سطح سیارهٔ مشتری نسبت به سیارهٔ زمین، کم‌تر است.

۲ سیارهٔ مشتری، بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است[1] و قاعدتاً حجم بیشتری نسبت به زمین دارد.

حواسا اینجا! با توجه به این‌که مشتری حجم بسیار بیشتری نسبت به زمین دارد، *واضح و مبرهن* است که شعاع یا قطر سیارهٔ مشتری نیز نسبت به زمین بسیار بزرگ‌تر است.

۳ فراوان‌ترین عنصر موجود در زمین، **آهن (Fe)** و فراوان‌ترین عنصر موجود در مشتری، **هیدروژن (H)** است.

آقا اجازه! *بیخشیدا ولی ما یادمونه که علوم نهم، اکسیژن رو فراوان‌ترین عنصر کرهٔ زمین معرفی کرده بود و الانم آهن رو!! قضیه چیه؟*

پاسخ *سؤال خیلی خوبیه، آفرین!* در علوم نهم خواندید که اکسیژن فراوان‌ترین عنصر موجود در **پوستهٔ زمین** است، در حالی‌که شکل بالا، فراوانی عنصرها را در **کل کرهٔ زمین** نشان می‌دهد. در این صورت آهن فراوان‌تر از اکسیژن است.

۴ مقایسهٔ فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری به‌صورت زیر است، *توصیهٔ ما اینه که هر هشتاشو خوب یاد بگیرین؛*

فراوانی عنصرها در زمین: $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

فراوانی عنصرها در مشتری: $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

نکته درصد فراوانی هر کدام از عنصرهای سازندهٔ زمین، کم‌تر از ۵۰٪ است، درحالی که درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ مشتری (یعنی هیدروژن) حدود ۹۰٪ می‌باشد.

۵ در میان هشت عنصر فراوان سازندهٔ سیاره‌های زمین و مشتری، دو عنصر **اکسیژن (O) و گوگرد (S)** جزو عنصرهای مشترک هستند. اکسیژن، دومین عنصر فراوان سیارهٔ زمین و چهارمین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری است. در عوض، گوگرد در هر دو سیاره رتبهٔ ششم *رو از آن خود کرده است!*

نکته درصد فراوانی عناصر مشترک دو سیارهٔ زمین و مشتری، یعنی اکسیژن و گوگرد، در زمین بیشتر است.

۶ زمین بیشتر از جنس سنگ است و جزو سیاره‌های سنگی محسوب می‌شود، در حالی‌که مشتری بیشتر از جنس گاز است و یک سیارهٔ گازی به حساب می‌آید.

نکته چگالی سیارهٔ مشتری از چگالی سیارهٔ زمین **کم‌تر** است، زیرا مشتری بیشتر از جنس گاز ولی زمین بیشتر از جنس سنگ است.

جمع‌بندی زمین و مشتری

- فراوان‌ترین عنصر
  - زمین ← آهن (Fe)
  - مشتری ← هیدروژن (H)
- در میان هشت عنصر فراوان آن‌ها
  - زمین ← شامل عنصرهای فلزی، نافلزی و شبه فلزی
  - مشتری ← تنها شامل عنصرهای نافلزی
  - عنصرهای مشترک ← اکسیژن (O) و گوگرد (S)

چگونگی پیدایش عنصرها

در بحث قبل، با مهم‌ترین عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین آشنا شدید و دریافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در این دو سیاره متفاوت است، در حالی‌که عنصرهای مشترکی در این دو سیاره نیز وجود دارد. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به‌صورت **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده‌اند.

این تصویر مربوط به یکی از سحابی‌هاست.

در ادامه سعی می‌کنیم با چند تیکه کردن ماجرای Big Bang *و پیدایش عنصرها، این مبحث را به‌صورت فول آپشن! بهتون یاد بدیم.*

۱ **برخی از دانشمندان** بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (**مهبانگ**) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. با این انفجار، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون به وجود آمدند.

پدید آمدن ذره‌های زیراتمی (مانند الکترون، نوترون و پروتون) ← آزاد شدن انرژی عظیم ← انفجار مهیب (مهبانگ یا Big Bang)

۲ پس از مدت زمانی کوتاه و با انجام واکنش‌های هسته‌ای میان ذره‌های زیراتمی به وجود آمده، ابتدا عنصر هیدروژن و سپس عنصر هلیم تشکیل شدند.

پیدایش هلیم ← واکنش هسته‌ای[2] ← پیدایش هیدروژن ← انجام واکنش‌های هسته‌ای میان ذره‌های زیراتمی

۱- حجم مشتری در حدود ۱۳۲۰ برابر حجم زمین است.

۲- پیدایش عنصر هلیم از عنصر هیدروژن توسط واکنش‌های هم‌جوشی که نوعی واکنش هسته‌ای به شمار می‌روند، رخ می‌دهد.

۳ با گذشت زمان و **کاهش دما**، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، **متراکم** شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها ← پیدایش سحابی‌ها ← کاهش دما و متراکم شدن گازهای هیدروژن و هلیم

۴ درون ستاره‌ها همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. در این واکنش‌ها، ابتدا عنصرهای سبک مانند لیتیم و کربن پدید آمده و با انجام مجدد واکنش‌های هسته‌ای، از این عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن و طلا به‌وجود می‌آید.

عنصرهای سنگین‌تر (مانند آهن، طلا و ...) ← انجام مجدد واکنش‌های هسته‌ای ← عنصرهای سبک (مانند لیتیم، کربن و ...) ← انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها

نکته ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند *(چه غم‌انگیز!)* مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.

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

۵ خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آن‌ها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای آن‌قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند.

آقا اجازه! *یه سؤال داشتم! بین واکنش‌های شیمیایی که ما می‌شناسیم و واکنش‌های هسته‌ای چه تفاوت‌هایی وجود داره؟*

پاسخ واکنش‌های هسته‌ای و شیمیایی *با این‌که هر دوتاشون اسم واکنش رو یدک می‌کشن!* ولی چند تا تفاوت اساسی با هم دارند که به دو مورد آن اشاره می‌کنیم:

تفاوت اول: طبق قانون پایستگی جرم *(نترسین! توی فصل دوم باهاش آشنا می‌شین)* در واکنش‌های شیمیایی، اتم‌ها نه به‌وجود می‌آیند و نه از بین می‌روند، *ولی خب!* در واکنش‌های هسته‌ای، به دلیل آن‌که در هستهٔ اتم تغییراتی صورت می‌گیرد، به‌طور کلی اتم جدیدی پدید می‌آید.

تفاوت دوم: *باز هم!* مطابق قانون پایستگی جرم، در یک واکنش شیمیایی، مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است. به عبارت دیگر، در یک واکنش شیمیایی، جرمی از بین نمی‌رود، در حالی‌که در واکنش‌های هسته‌ای، مقداری از جرم مواد به انرژی تبدیل می‌شود و هسته‌ها و در نتیجه اتم‌های جدیدی پدید می‌آید.

جمع‌بندی واکنش‌های شیمیایی با تغییرات انرژی کمی همراه هستند و در نتیجه قانون پایستگی جرم در آن‌ها برقرار است. اما در واکنش‌های هسته‌ای، به دلیل آن‌که تغییرات انرژی بسیار زیاد می‌باشد، اصل بقای «**جرم + انرژی**» صادق است. به‌طوری که مجموع جرم مواد در دو طرف یک واکنش هسته‌ای، برابر نیست بلکه مجموع «جرم + انرژی» مواد در دو سمت این نوع واکنش‌ها برابر هستند.

بستهٔ ۲ عدد اتمی و عدد جرمی

۱ منظور از ذره‌های زیراتمی، ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ یک اتم (الکترون، پروتون و نوترون) است. پروتون و نوترون در هستهٔ اتم جای دارند که پروتون دارای بار الکتریکی مثبت (+) و نوترون فاقد بار الکتریکی می‌باشد. الکترون نیز در حال گردش به دور هسته است و بار الکتریکی منفی (−) دارد.

حواسا اینجا! الکترون، پروتون و نوترون را ذره‌های بنیادی نیز می‌نامند. *پس هم بوشون ذره‌های زیراتمی میشه گفت و هم بنیادی* 🙂

عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌های هستهٔ یک اتم را عدد اتمی (Z) آن اتم می‌نامند. *واضح و متی تابلو!* است در یک **اتم خنثی** تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر می‌باشد. از این‌رو، عدد اتمی علاوه بر تعداد پروتون‌ها، تعداد الکترون‌های موجود در اتم خنثی را نیز مشخص می‌کند.

نکته تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ اتم یک عنصر یا عدد اتمی آن، ماهیت عنصر را مشخص می‌کند و به نوعی شمارهٔ شناسنامهٔ آن عنصر به‌شمار می‌رود. **در واقع تعداد پروتون‌های هستهٔ تمام اتم‌های یک عنصر، یکسان است.**[1]

مثال برای نمونه وقتی می‌گوییم عدد اتمی نئون ۱۰ است، به این معناست که هرگونه‌ای *در جهان کاینات!* که ۱۰ پروتون داشته باشد، *بدون شک!* نئون است. اما مثلاً نمی‌توان گفت هرگونه‌ای که ۱۰ الکترون دارد، حتماً نئون است؛ زیرا یون‌هایی وجود دارند که دارای ۱۰ الکترون باشند.

عدد جرمی (A): مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ یک اتم را عدد جرمی (A) آن اتم می‌نامند.

$$\text{عدد جرمی} = \text{تعداد پروتون‌ها} + \text{تعداد نوترون‌ها} \qquad A = Z + N$$

آقا اجازه! *بیفشیدا ولی الکترون مگه چه گناهی کرده که توی رابطهٔ عدد جرمی اسمی ازش نیست؟*

پاسخ *با دوستای ناباب گشته* 🙂 *ولی خارج از شوخی*، جرم الکترون نسبت به پروتون و نوترون بسیار ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ هر کدام از آن‌هاست. از این‌رو، اتمی حتی اگر ۱۰۰ الکترون هم داشته باشد، تأثیر قابل توجهی بر جرم اتم ندارد.

۲ همواره در هستهٔ یک اتم، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیش از تعداد پروتون‌ها است ($N \geq Z$). تنها استثنای این مورد، اتم هیدروژن $({}_{1}^{1}H)$ است که در هستهٔ خود تنها یک پروتون دارد *و خبری از نوترون نیست!*

۳ برای نمایش هر اتم، از نماد ویژه‌ای استفاده می‌کنند که شامل دو عدد است. عددی که پایین و سمت چپ نماد اتم نوشته می‌شود، عدد اتمی و عددی که بالا و سمت چپ نوشته می‌شود، عدد جرمی است. به‌جز در اتم هیدروژن $({}_{1}^{1}H)$ ، همواره عدد اتمی از عدد جرمی کوچک‌تر است.

عدد جرمی ← A
عدد اتمی ← Z

$${}_{Z}^{A}E \xrightarrow{\text{مثال}} {}_{30}^{65}Zn \begin{cases} Z = 30 \\ e = 30 \\ N = A - Z = 65 - 30 = 35 \end{cases}$$

۱- اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که همهٔ اتم‌های یک عنصر، جرم یکسانی ندارند. *تا همین‌جا کافیه!* با مفهوم ایزوتوپ در بستهٔ بعدی آشنا می‌شوید.

۴ در تمامی یون‌ها (کاتیون و آنیون) رابطهٔ سادهٔ زیر میان تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های آن برقرار است:

بار − تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها

مثال شمار الکترون‌ها در $_{۱۵}P^{۳-}$، برابر $۱۸ = (-۳) - ۱۵$ است.

خب! وقتشه که چندتا تمرین درست و حسابی حل کنین. منتظر چی هستین؟ شروع کنین دیگه!

تمرین ۱ **اتم‌های زیر را برحسب کاهش تعداد نوترون مرتب کنید.** (تمرین‌های دوره‌ای کتاب درسی)

اتم‌ها	$^{۳۹}_{۱۹}K$	$^{۵۸}_{۲۷}Co$	$^{۱۱۲}_{۴۸}Cd$	$^{۵۹}_{۲۹}Cu$	$^{۱۲۲}_{۵۲}Te$	$^{۴۰}_{۱۸}Ar$	$^{۱۲۰}_{۵۰}Sn$

پاسخ در نماد همگانی اتم‌ها یعنی $^{A}_{Z}E$، عدد اتمی پایین سمت چپ و عدد جرمی بالا سمت چپ نوشته می‌شود. دقت کنید که عدد جرمی مجموع عدد اتمی و شمار نوترون‌های آن اتم به شمار می‌رود:

$$A = N + Z \Rightarrow N = A - Z$$

تعداد نوترون‌ها در $^{۵۸}_{۲۷}Co$: $N = ۵۸ - ۲۷ = ۳۱$ ؛ تعداد نوترون‌ها در $^{۳۹}_{۱۹}K$: $N = ۳۹ - ۱۹ = ۲۰$

تعداد نوترون‌ها در $^{۵۹}_{۲۹}Cu$: $N = ۵۹ - ۲۹ = ۳۰$ ؛ تعداد نوترون‌ها در $^{۱۱۲}_{۴۸}Cd$: $N = ۱۱۲ - ۴۸ = ۶۴$

تعداد نوترون‌ها در $^{۴۰}_{۱۸}Ar$: $N = ۴۰ - ۱۸ = ۲۲$ ؛ تعداد نوترون‌ها در $^{۱۲۲}_{۵۲}Te$: $N = ۱۲۲ - ۵۲ = ۷۰$

تعداد نوترون‌ها در $^{۱۲۰}_{۵۰}Sn$: $N = ۱۲۰ - ۵۰ = ۷۰$

بنابراین مقایسهٔ زیر را برحسب تعداد نوترون‌ها می‌توان انجام داد:

شمار نوترون‌ها : $^{۱۲۰}_{۵۰}Sn = {}^{۱۲۲}_{۵۲}Te > {}^{۱۱۲}_{۴۸}Cd > {}^{۵۸}_{۲۷}Co > {}^{۵۹}_{۲۹}Cu > {}^{۴۰}_{۱۸}Ar > {}^{۳۹}_{۱۹}K$

تمرین ۲ **در کدام گونه‌های شیمیایی زیر، تعداد نوترون‌ها برابر با مجموع «تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» است؟**

(تمرین‌های دوره‌ای کتاب درسی)

گونه‌ها	$^{۳۵}_{۱۷}Cl^{-}$	$^{۱۲۴}_{۵۰}Sn^{۲+}$	$^{۶۰}_{۲۷}Co^{۳+}$	$^{۲۴}_{۱۲}Mg^{۲+}$	$^{۹۰}_{۳۸}Sr$	$^{۴۷}_{۲۴}Cr$

پاسخ تنها در $^{۱۲۴}_{۵۰}Sn^{۲+}$، شرط سوال رعایت شده است:

$$^{۱۲۴}_{۵۰}Sn^{۲+} \begin{cases} Z = ۵۰ \\ e = Z - \text{بار} = ۵۰ - ۲ = ۴۸ \\ N = ۱۲۴ - ۵۰ = ۷۴ \end{cases} \xrightarrow[N = Z + \frac{e}{۲}]{\text{شرط}} ۷۴ = ۵۰ + \frac{۴۸}{۲}$$

تمرین ۳ **در اتم ^{۴۵}X تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر با ۳ است. تعداد الکترون‌های یون $X^{۳+}$ کدام است؟**

۱) ۲۱ ۲) ۲۴ ۳) ۱۷ ۴) ۱۸

پاسخ *یادت نرفته که* در تمام اتم‌ها به‌جز ^{۱}H، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون‌ها است $(N \geq Z)$، بنابراین تعداد نوترون‌های ^{۴۵}X، ۳ تا بیشتر از تعداد پروتون‌های آن است:

$$N - Z = ۳$$

عدد جرمی عنصر ^{۴۵}X *به طرز تابلویی!* برابر ۴۵ است:

$$A = N + Z = ۴۵$$

و حالا یک دستگاه دو معادله ـ دو مجهول و پیدا کردن تعداد پروتون‌های عنصر X:

$$\begin{cases} N - Z = ۳ \\ N + Z = ۴۵ \end{cases} \Rightarrow N = ۲۴ \ , \ Z = ۲۱$$

تعداد الکترون‌های یون $X^{۳+}$ از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید: گ‌ف $e = \text{تعداد پروتون‌ها} - \text{بار} = ۲۱ - (+۳) = ۱۸$

تمرین ۴ **در یون فرضی $X^{۴+}$، تفاوت شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها، $\frac{۴}{۵}$ برابر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌هاست. عدد اتمی این عنصر کدام است؟**

۱) ۴۴ ۲) ۴۶ ۳) ۵۰ ۴) ۵۴

پاسخ با توجه به بار الکتریکی یون $X^{۴+}$ می‌توان نوشت:

$$e = Z - \text{بار} = Z - ۴ \quad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

عدد جرمی اتم عنصر E برابر ۱۰۵ است:

$$N + Z = ۱۰۵ \quad \text{(رابطهٔ ۲)}$$

از داده‌های سوال می‌توان نتیجه گرفت که:

$$\frac{Z - e}{N - Z} = \frac{۴}{۵} \quad \text{(رابطهٔ ۳)}$$

توی این مدل سوال‌ها، سعی کن همیشه الکترون رو قربانی کنی! یعنی e را از تموم رابطه‌ها حذف و به Z تبدیل کن 🙂 *حالا چه‌جوری این کار رو بکنیم؟* با استفاده از رابطهٔ (۱) در رابطهٔ (۳):

$$\frac{Z - e}{N - Z} = \frac{۴}{۵} \xrightarrow{e = Z - ۴} \frac{Z - (Z - ۴)}{N - Z} = \frac{۴}{۵} \Rightarrow \frac{۴}{N - Z} = \frac{۴}{۵} \Rightarrow N - Z = ۵$$

gajmarket.com

حالا یک دو معادله دو مجهول تشکیل می‌دهیم و مقدار Z را به‌دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix} N-Z=5 \\ N+Z=105 \end{matrix}\right\} \Rightarrow N=55\ ,\ Z=50 \Rightarrow \text{گ}\ ۳$$

تمرین ۵ **کدام یون، تعداد الکترون‌های متفاوتی نسبت به سایر گزینه‌ها دارد؟**

۱) $_{7}NH_2^-$ ۲) $_{8}OH^-$ ۳) $_{7}NH_4^+$ ۴) $_{6}CH_3^+$

پاسخ در یون‌های چندتاتمی (یونی که بیشتر از یک اتم دارد مانند OH^-) ابتدا مجموع تعداد الکترون‌های اتم‌ها را محاسبه و *با رعایت موارد ایمنی!* از رابطهٔ زیر استفاده کنید:

بار − مجموع تعداد الکترون‌های اتم‌ها = تعداد الکترون‌های یون چندتاتمی

۱) $_{7}NH_2^-$ تعداد الکترون‌های $= [7+2(1)]-(-1)=10e$

تعداد الکترون H — تعداد الکترون N

۲) $_{8}OH^-$ تعداد الکترون‌های $= [8+1]-(-1)=10e$

تعداد الکترون H — تعداد الکترون O

۳) $_{7}NH_4^+$ تعداد الکترون‌های $= [7+4(1)]-(1)=10e$

تعداد الکترون H — تعداد الکترون N

۴) $_{6}CH_3^+$ تعداد الکترون‌های $= [6+3(1)]-(1)=8e$

تعداد الکترون H — تعداد الکترون C

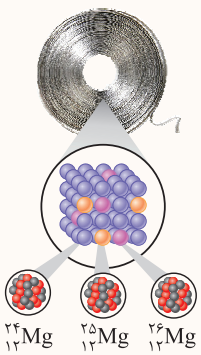
بنابراین گزینهٔ (۴) جواب تست است.

بستهٔ ۳ ایزوتوپ یا هم‌مکان

۱ شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه منیزیم و هلیم عنصر به شمار می‌روند، زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیم حاوی اتم‌های هلیم است.

حواسا اینجا! مواد عنصری می‌توانند یک، دو، سه یا ... اتم در واحد سازندهٔ خود داشته باشند، برای مثال O_2 یک مادهٔ عنصری است که از دو اتم اکسیژن تشکیل شده است.

۲ به اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی (Z) یکسان، ولی عدد جرمی (A) متفاوت دارند، ایزوتوپ یا هم‌مکان گفته می‌شود. برای مثال، بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که جرم همهٔ اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه منیزیم دارای سه ایزوتوپ یا هم‌مکان است. جدول زیر تعداد ذره‌های زیراتمی هر یک از ایزوتوپ‌های منیزیم را نشان می‌دهد.



ویژگی / نماد ایزوتوپ	تعداد پروتون‌ها	تعداد الکترون‌ها	تعداد نوترون‌ها
$^{24}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۲
$^{25}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۳
$^{26}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۴

۳ با توجه به ایزوتوپ‌های منیزیم، *معلوم* که تفاوت ایزوتوپ‌ها در **تعداد نوترون‌ها** است. از آن‌جا که خواص شیمیایی اتم‌های یک عنصر به‌وسیلهٔ تعداد پروتون‌های موجود در آن مشخص می‌شود، در نتیجه ایزوتوپ‌های یک عنصر، خواص شیمیایی یکسانی دارند و تفاوت آن‌ها در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی و دمای ذوب و جوش است. *مواست جمع باشه‌ها!* این تفاوت در ترکیب‌های شیمیایی آن‌ها نیز مشاهده می‌شود.

۴ مفهوم هم‌مکانی به این معناست که تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر به دلیل داشتن تعداد پروتون‌های برابر، خواص شیمیایی یکسانی دارند و در نتیجه در یک مکان یا یک خانه از جدول دوره‌ای عنصرها قرار می‌گیرند.

جمع‌بندی ایزوتوپ‌ها

- شباهت‌ها
  - شمار پروتون‌ها (عدد اتمی) و شمار الکترون‌ها
  - خواص شیمیایی (مانند واکنش‌پذیری)
  - موقعیت در جدول دوره‌ای
- تفاوت‌ها
  - شمار نوترون‌ها (عدد جرمی)
  - خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی و نقطهٔ ذوب و جوش
  - پایداری و فراوانی در طبیعت

۵ اندازه‌گیری نشان می‌دهد که فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست. برخی فراوان‌تر و برخی کمیاب‌ترند. برای مثال، از هر ۱۰۰ اتم لیتیم در یک نمونهٔ طبیعی، ۹۴ اتم از نوع $^{7}_{3}Li$ و تنها ۶ اتم از نوع $^{6}_{3}Li$ است. به عبارت دیگر، حدود ۹۴٪ از اتم‌های لیتیم را $^{7}_{3}Li$ و حدود ۶٪ را اتم $^{6}_{3}Li$ تشکیل می‌دهد.

۶ از میان ایزوتوپ‌های یک عنصر، ایزوتوپی که درصد فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است.

gajmarket.com

نکته فراوانی و پایداری ایزوتوپ‌های منیزیم و لیتیم به‌صورت زیر است:

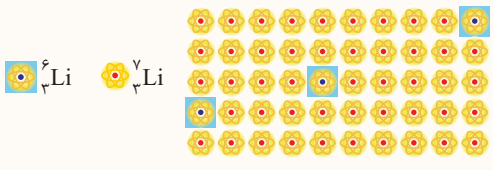
فراوانی: $^{6}_{3}Li > {}^{7}_{3}Li$ | **فراوانی:** $^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$

پایداری: $^{6}_{3}Li > {}^{7}_{3}Li$ | **پایداری:** $^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$

۷ درصد فراوانی ایزوتوپ فرضی A در یک نمونه از عنصر آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

مثال در یک نمونهٔ ۵۰ تایی از اتم لیتیم، ۳ اتم $^{6}_{3}Li$ و ۴۷ اتم $^{7}_{3}Li$ وجود دارد. در نتیجه درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:



$$\text{درصد فراوانی } {}^{6}_{3}Li = \frac{\text{تعداد اتم‌های } {}^{6}_{3}Li}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۶$$

$$\text{درصد فراوانی } {}^{7}_{3}Li = \frac{\text{تعداد اتم‌های } {}^{7}_{3}Li}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۴$$

نکته مجموع درصد فراوانی‌های تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر ۱۰۰ است.

بستهٔ ۴ رادیوایزوتوپ‌ها

۱ برخی از ایزوتوپ‌های یک عنصر پایدار نیستند. *اساساً* پایداری یک ایزوتوپ به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هستهٔ آن بستگی دارد. بر طبق یک قاعدهٔ *فیلی کلی!* **اغلب** هسته‌هایی که نسبت شمار **نوترون‌ها به پروتون‌های** آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد $\left(\frac{N}{Z} \geq ۱/۵\right)$، ناپایدارند.

آقا اجازه! *ما یه نتیجه‌گیری فیلی شیک و مجلسی! از جملهٔ بالا کردیم! قبول دارین اگر نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌های یک ایزوتوپ کم‌تر از ۱/۵ شد، اون ایزوتوپ حتماً پایداره؟*

پاسخ *آقاااا! داری اشتباه می‌کنی! بذارین براتون یه مثال بزنم.* کمی جلوتر می‌خوانیم که تکنسیم $(^{99}_{43}Tc)$ دارای خاصیت پرتوزایی است، یعنی هستهٔ آن ناپایدار است. *با یه سری محاسبات ریز!* متوجه می‌شوید که نسبت تعداد نوترون به پروتون هستهٔ اتم تکنسیم تقریباً برابر ۱/۳ و کوچک‌تر از ۱/۵ است، یعنی ممکنه در هستهٔ اتمی $\frac{N}{Z} < ۱/۵$ بوده ولی آن هسته ناپایدار باشد. *قانع شدی؟*

جمع‌بندی *یه بار دیگه قاعدهٔ کلی که در مورد (!) گفتیم رو بخون:* «اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن برابر یا بیش از ۱/۵ باشد $\left(\frac{N}{Z} \geq ۱/۵\right)$، ناپایدارند.» *خب! حالا در یه حرکت دانش‌آموزپسند!* دو جملهٔ *دام‌فیز!* این قاعده را برایتان می‌آوریم:

- ممکن است در هستهٔ اتمی $\frac{N}{Z} \geq ۱/۵$ بوده ولی آن هسته پایدار باشد.

مثال هستهٔ پایدارترین شکل عنصر اورانیم $(^{238}_{92}U)$ تا ۴/۵ میلیارد سال پایدار است، اما نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در هستهٔ آن برابر $\frac{N}{Z} = ۱/۵۸$ که بزرگ‌تر از ۱/۵ است.

- ممکن است در هستهٔ اتمی $\frac{N}{Z} < ۱/۵$ بوده ولی آن هسته ناپایدار است.

مثال هستهٔ ایزوتوپ تکنسیم ـ ۹۹ $(^{99}_{43}Tc)$ ناپایدار بوده و پرتوزاست، اما نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در هستهٔ آن برابر $\frac{N}{Z} \simeq ۱/۳$ که کوچک‌تر از ۱/۵ است.

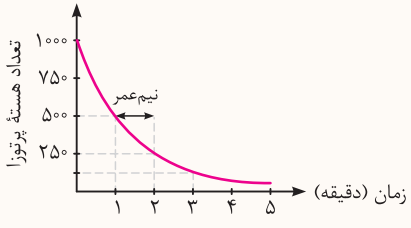
۲ هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی، افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.

۳ به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزای یک عنصر، **رادیوایزوتوپ** می‌گویند.

۴ هستهٔ رادیوایزوتوپ‌ها همواره در حال پرتوزایی هستند. *خب که چی؟* با انجام فرایند پرتوزایی، هسته‌های ناپایدار به مرور زمان به هسته‌های پایدارتر تبدیل می‌شوند. به مدت زمان لازم برای متلاشی شدن **نیمی از** هسته‌های پرتوزای یک مادهٔ پرتوزا، نیم‌عمر گفته می‌شود. به عبارت دیگر، به مدت زمانی که طول می‌کشد تا نیمی از هسته‌های ناپایدار پرتوزایی کرده و به هسته‌های پایدارتر تبدیل شوند، نیم‌عمر می‌گویند.

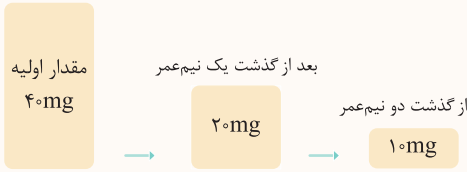
حواسا اینجا! بعد از گذشت مقدار زمانی معادل یک نیم‌عمر، تنها نیمی از هسته‌های رادیوایزوتوپ اولیه توانایی پرتوزایی دارند و نیمی دیگر بر اثر واپاشی به هسته‌های پایدارتر تبدیل شده‌اند *نه این‌که نیست و نابود شده باشن!*

مثال فرض کنید نیم‌عمر یک مادهٔ پرتوزا یک دقیقه است. اگر هسته‌های اولیهٔ این مادهٔ پرتوزا برابر ۱۰۰۰ تا باشد، بعد از گذشت یک دقیقه (نیم‌عمر) ۵۰۰ تا از هسته‌های آن ماده متلاشی شده و به هسته‌های پایدارتر تبدیل شده‌اند و تنها ۵۰۰ هستهٔ دیگر قادر به پرتوزایی بوده و هم‌چنان ناپایدارند. بعد از گذشت یک دقیقهٔ دیگر، نصف ۵۰۰ تا (یعنی ۲۵۰ هسته) متلاشی شده و ۲۵۰ هستهٔ پرتوزا باقی می‌ماند. بنابراین بعد از گذشت دو دقیقه، ۷۵۰ هسته متلاشی شده‌اند و ۲۵۰ هستهٔ پرتوزا باقی مانده‌اند. نمودار مقابل، تعداد هسته‌هایی از مادهٔ پرتوزا که بعد از گذشت نیم‌عمرهای متوالی متلاشی نشده و هنوز خاصیت پرتوزایی دارند را نشان می‌دهد.



gajmarket.com

نکته یکی از راه‌های تخمین زدن میزان پایداری یک ایزوتوپ، بررسی نیم‌عمر آن ایزوتوپ است. به‌طوری که هرچه نیم‌عمر آن ایزوتوپ **کوتاه‌تر** باشد، زمان ماندگاری آن کم‌تر بوده و در نتیجه **ناپایدارتر** است.



جمع‌بندی تمام ایزوتوپ‌های طبیعی عنصرهای اشاره شده در کتاب درسی *رو یکجا ضمنتون آوردیم. بفونید و لذت ببرید ولی اسراف نکنید!*

عنصر	ایزوتوپ‌های طبیعی	پایدارترین ایزوتوپ
هیدروژن ($_{1}H$)	^{1}H، ^{2}H و ^{3}H	^{1}H (ایزوتوپ سبک‌تر)
لیتیم ($_{3}Li$)	^{6}Li و ^{7}Li	^{7}Li (ایزوتوپ سنگین‌تر)
منیزیم ($_{12}Mg$)	^{24}Mg، ^{25}Mg و ^{26}Mg	^{24}Mg (ایزوتوپ سبک‌تر)
کلر ($_{17}Cl$)	^{35}Cl و ^{37}Cl	^{35}Cl (ایزوتوپ سبک‌تر)
پتاسیم ($_{19}K$)	^{39}K، ^{40}K و ^{41}K	^{39}K (ایزوتوپ سبک‌تر)
برم ($_{35}Br$)	^{79}Br و ^{81}Br	درصد فراوانی هر دو تقریباً ٪۵۰ است.

ایزوتوپ‌های هیدروژن

جدول زیر، نیم‌عمر و درصد فراوانی ایزوتوپ‌های هیدروژن را نشان می‌دهد. تمام نکته‌های *ریز و درشت*! این جدول با توجه به ۷ ایزوتوپ هیدروژن، در ادامه آورده شده است.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	^{1}H	^{2}H	^{3}H	^{4}H	^{5}H	^{6}H	^{7}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)

۱ در این جدول، به هفت ایزوتوپ هیدروژن اشاره شده است که ۳ ایزوتوپ ^{1}H، ^{2}H و ^{3}H در طبیعت یافت می‌شوند، ولی ۴تای دیگر؛ یعنی ^{4}H، ^{5}H، ^{6}H و ^{7}H ساختگی هستند.

۲ یک نمونهٔ **طبیعی** از هیدروژن، شامل سه ایزوتوپ (^{1}H، ^{2}H و ^{3}H) است. به این سه ایزوتوپ، ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن می‌گویند. در بین ایزوتوپ‌های طبیعی، دو ایزوتوپ ^{1}H و ^{2}H پایدار، اما ایزوتوپ ^{3}H به دلیل داشتن $\frac{N}{Z}\geq ۱/۵$ ناپایدار و پرتوزا است.

۳ *یادتونه می‌گفتیم* از میان ایزوتوپ‌های یک عنصر، ایزوتوپی که درصد فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است. حالا با توجه به درصد فراوانی ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن که در جدول بالا داده شده است، می‌توانیم مقایسه‌های زیر را انجام دهیم:

پایداری ایزوتوپ‌های طبیعی: $^{1}H>^{2}H>^{3}H$ **درصد فراوانی ایزوتوپ‌های طبیعی**: $^{1}H>^{2}H>^{3}H$

۴ به چهار ایزوتوپ ^{4}H، ^{5}H، ^{6}H و ^{7}H ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن گفته می‌شود، زیرا همان‌طور که در جدول مشاهده می‌کنید، درصد فراوانی این ایزوتوپ‌ها در طبیعت برابر صفر است و باید در آزمایشگاه ساخته شوند.

۵ *یادتونه فوندیم* که هر چه نیم‌عمر ایزوتوپی کوتاه‌تر باشد، زمان ماندگاری کم‌تری دارد و در نتیجه ناپایدارتر است. حالا با توجه به نیم‌عمر ایزوتوپ‌های هیدروژن می‌توان گفت که ^{5}H پایدارترین و ^{7}H ناپایدارترین ایزوتوپ‌های ساختگی آن هستند. مقایسهٔ کامل پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به‌صورت زیر است:

پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی: $^{5}H>^{6}H>^{4}H>^{7}H$ **نیم‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی**: $^{5}H>^{6}H>^{4}H>^{7}H$

۶ در بین ایزوتوپ‌های هیدروژن، ایزوتوپ‌های ^{1}H و ^{2}H پایدارند و خاصیت پرتوزایی ندارند، اما ۵ ایزوتوپ ^{3}H، ^{4}H، ^{5}H، ^{6}H و ^{7}H به دلیل داشتن $\frac{N}{Z}\geq ۱/۵$، پرتوزا بوده و رادیوایزوتوپ به‌شمار می‌روند. بنابراین هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است.

۷ با توجه به نیم‌عمرهای رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن، ^{3}H پایدارترین و ^{7}H ناپایدارترین رادیوایزوتوپ به‌شمار می‌روند. مقایسهٔ کامل پایداری رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به‌صورت زیر است:

پایداری رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن: $^{3}H>^{5}H>^{6}H>^{4}H>^{7}H$ **نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن**: $^{3}H>^{5}H>^{6}H>^{4}H>^{7}H$

جمع‌بندی **با توجه به ۷ ایزوتوپ هیدروژن می‌توان گفت، این عنصر**
- ۳ ایزوتوپ طبیعی دارد که یکی از آن‌ها (^{3}H) پرتوزا است.
- ۴ ایزوتوپ ساختگی دارد (^{4}H، ^{5}H، ^{6}H و ^{7}H).
- ۵ رادیوایزوتوپ دارد (^{3}H، ^{4}H، ^{5}H، ^{6}H و ^{7}H).

gajmarket.com

بستهٔ ۵ خارج از گود!

شفاف‌سازی مطالب این بسته به‌طور مستقیم در کتاب درسی مطرح نشده است، *بنابراین سبک‌وسنگین کن ببین می‌فوای بفونی یا نه! البته نظر ما اینه که متماً بفونی پون لفظشون! تو کتاب اومده و همین دست فیلی از طراح‌ها رو باز می‌ذاره! دیگه فود دانی*

۱ با توجه به این‌که یک اتم، ممکن است ایزوتوپ‌های مختلفی داشته باشد، برای یک مولکول معین نیز جرم‌های متفاوتی امکان‌پذیر است. *این قسمت رو با یه تمرین فیلی فوب می‌بریم جلو!*

تمرین ۱ **اکسیژن دارای سه ایزوتوپ طبیعی ^{16}O، ^{17}O و ^{18}O است. اگر آن‌ها را به‌ترتیب با نمادهای O، O′ و O″ نمایش دهیم، جرم مولکولی ترکیب‌های زیر را به‌دست آورید.**

$^{1}H_2O - {}^{2}H_2O' - {}^{1}H_2O'' - {}^{3}H_2O'$

پاسخ جرم مولکولی یک مولکول با مجموع عدد جرمی اتم‌های سازندهٔ آن برابر است:

$^{2}H_2O'$ جرم مولکولی $= 2(2) + 17 = 21$

$^{1}H_2O$ جرم مولکولی $= 2(1) + 16 = 18$

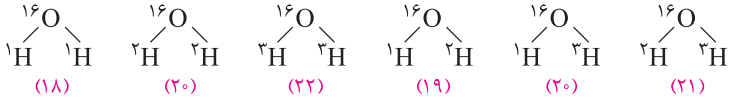
$^{3}H_2O'$ جرم مولکولی $= 2(3) + 17 = 23$

$^{1}H_2O''$ جرم مولکولی $= 2(1) + 18 = 20$

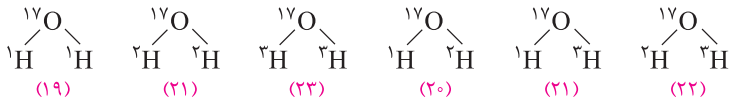
در تمرین بعدی، انواع مولکول‌های آب را بررسی می‌کنیم. *هم‌چنان پرانرژی ادامه بده!*

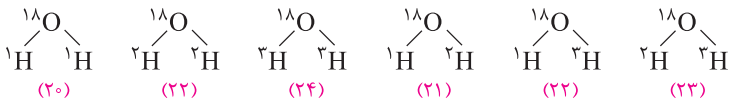
تمرین ۲ **اکسیژن سه ایزوتوپ ($^{16}_{8}O$، $^{17}_{8}O$، $^{18}_{8}O$) و هیدروژن نیز سه ایزوتوپ طبیعی ($^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$، $^{3}_{1}H$) دارد. در یک نمونهٔ آب، چند نوع مولکول وجود دارد؟**

پاسخ ابتدا بدون درنظر گرفتن ایزوتوپ‌های اتم مرکزی (اکسیژن)، تعداد مولکول‌های مختلف آب را مشخص می‌کنیم و با توجه به عدد جرمی ایزوتوپ‌ها جرم هر مولکول را نیز می‌نویسیم:



با توجه به این‌که اتم مرکزی (اکسیژن) نیز سه ایزوتوپ دارد، در هر کدام از مولکول‌های فوق، می‌توان دو نوع اکسیژن دیگر نیز جایگزین کرد:





بنابراین در یک نمونهٔ آب، با احتساب همهٔ ایزوتوپ‌ها **۱۸ نوع مولکول مختلف** وجود دارد که در میان آن‌ها فقط **۷ جرم مختلف** (جرم‌های ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴) یا به بیان دیگر ۷ نوع مولکول با جرم‌های متفاوت وجود دارد.

نکته در مولکول‌هایی که عدد جرمی ایزوتوپ‌های متوالی هر عنصر *فقط‌وفقط* ۱ واحد اختلاف داشته باشند، می‌توانیم تعداد مولکول‌ها با جرم مولکولی متفاوت را از رابطهٔ زیر محاسبه کنیم:

۱+ (سبک‌ترین جرم مولکولی) − (سنگین‌ترین جرم مولکولی) = تعداد مولکول‌ها با جرم متفاوت

با استفاده از نکتهٔ بالا، ابتدا جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول آب را محاسبه می‌کنیم:

$(^{1}H_2{}^{16}O)$ جرم مولکولی سبک‌ترین مولکول آب $= 2(1) + 16 = 18$

$(^{3}H_2{}^{18}O)$ جرم مولکولی سنگین‌ترین مولکول آب $= 2(3) + 18 = 24$

از آن‌جاکه عدد جرمی ایزوتوپ‌های متوالی هیدروژن (^{1}H، ^{2}H و ^{3}H) و عدد جرمی ایزوتوپ‌های متوالی اکسیژن (^{16}O، ^{17}O و ^{18}O) نیز ۱ واحد اختلاف دارند، می‌توان نوشت:

تعداد مولکول‌های آب با جرم متفاوت = (سنگین‌ترین جرم مولکولی آب) − (سبک‌ترین جرم مولکولی آب) +۱ $= 24 - 18 + 1 = 7$

پس بدون هیچ چشم‌بندی! دیدین فرمول گفته‌شده عین بنز داره کار می‌کنه

۲ همان‌طور که خواندید به مدت زمان لازم برای متلاشی شدن نیمی از هسته‌های پرتوزای یک مادهٔ پرتوزا، نیم‌عمر گفته می‌شود. حالا برخی از معلم‌های عزیز و طراح‌های گرامی، سؤال‌هایی در ارتباط با محاسبهٔ نیم‌عمر یک رادیوایزوتوپ مطرح می‌کنند که می‌توانید از دو رابطهٔ زیر استفاده کنید:

$2^{n} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}}$

n : تعداد دفعاتی که مقدار رادیوایزوتوپ نصف می‌شود.

Δt : زمان کل فرایند

$T = \frac{\Delta t}{n}$

T : نیم‌عمر رادیوایزوتوپ

با چن تا تمرین درست و حسابی از فجالتتون در می‌آییم!

gajmarket.com

تمرین ۱ **نیم‌عمر یک مادهٔ پرتوزا برابر ۲ ساعت است. اگر جرم اولیهٔ این ماده برابر ۳۲ گرم باشد، پس از گذشت ۱۰ ساعت، چه مقدار از این ماده هنوز خاصیت پرتوزایی دارد؟**

پاسخ با توجه به داده‌های سؤال می‌توان گفت که پس از گذشت هر دو ساعت، جرم رادیوایزوتوپ موردنظر نصف می‌شود. ابتدا با استفاده از رابطهٔ زیر، تعداد دفعاتی را که مقدار رادیوایزوتوپ نصف می‌شود (n) را به‌دست می‌آوریم:

$$n = \frac{\Delta t\,(\text{زمان کل فرایند})}{T\,(\text{زمان نیم‌عمر})} = \frac{۱۰\,h}{۲h} = ۵$$

مثل آب خوردن! با استفاده از رابطهٔ زیر مقدار باقی‌ماندهٔ این رادیوایزوتوپ را محاسبه می‌کنیم:

$$۲^{n} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow \text{مقدار باقی‌مانده} = \frac{۳۲}{۲^{۵}} = ۱\,g$$

یه روش دیگه! *اگه با فرمول رابطهٔ فوبی نداری! این روش برای تو ساخته شده* 🙂 نیم‌عمر این ماده برابر ۲ ساعت است. بعد از گذشت ۱۰ ساعت، تعداد $\frac{۱۰}{۲} = ۵$ نیم‌عمر طی شده است *(عین مقدار n روش قبل به‌دست می‌آد!)*، پس می‌توان نوشت:

$$۳۲g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} ۱۶g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} ۸g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} ۴g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} ۲g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} ۱g$$

همان‌طور که می‌بینید پس از گذشت $۵T$ (پنج نیم‌عمر) مقدار اولیهٔ ماده $\frac{۱}{۳۲}$ برابر شده و به یک گرم کاهش یافته است.

تمرین ۲ **مقدار اولیهٔ یک مادهٔ پرتوزا پس از گذشت ۱۲۰ دقیقه، متلاشی‌نشده باقی می‌ماند. نیم‌عمر آن چند دقیقه است؟** $\frac{۱}{۶۴}$

پاسخ در این سؤال، روند برعکس تمرین قبل را طی می‌کنیم. مقدار اولیهٔ مادهٔ پرتوزا را $m_{۰}$ فرض می‌کنیم، در نتیجه مقدار باقی‌مانده برابر $\frac{m_{۰}}{۶۴}$ می‌شود. ابتدا با استفاده از رابطهٔ زیر، n را به‌دست می‌آوریم:

$$۲^{n} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow \text{مقدار باقی‌مانده} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{۲^{n}} \Rightarrow \frac{m_{۰}}{۶۴} = \frac{m_{۰}}{۲^{n}} \Rightarrow ۲^{n} = ۶۴ \Rightarrow n = ۶$$

زمان کل فرایند برابر ۱۲۰ دقیقه است. بنابراین $\Delta t = ۱۲۰\,min$ می‌باشد و با استفاده از رابطهٔ زیر، زمان نیم‌عمر این ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$T = \frac{\Delta t\,(\text{زمان کل فرایند})}{n} \Rightarrow T = \frac{۱۲۰\,min}{۶} = ۲۰\,min$$

یه روش دیگه! جرم اولیهٔ مادهٔ پرتوزا را برابر $m_{۰}$ درنظر می‌گیریم، بنابراین می‌توان نوشت:

$$m_{۰} \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} \frac{m_{۰}}{۲} \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} \frac{m_{۰}}{۴} \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} \frac{m_{۰}}{۸} \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} \frac{m_{۰}}{۱۶} \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} \frac{m_{۰}}{۳۲} \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{T} \frac{m_{۰}}{۶۴}$$

حالا کافیه تعداد فلش‌ها رو بشماری، ضرب چن تا شد؟ ... ۶ تا. پس می‌توان گفت بعد از گذشت $۶T$ که برابر ۱۲۰ دقیقه است، $\frac{۱}{۶۴}$ از مقدار اولیهٔ ماده باقی‌مانده است. پس زمان نیم‌عمر به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$۶T = ۱۲۰\,min \Rightarrow T = \frac{۱۲۰}{۶} = ۲۰\,min$$

تمرین ۳ **بعد از گذشت زمانی معادل چهار برابر نیم‌عمر یک مادهٔ پرتوزا، چند درصد جرم اولیه، هم‌چنان پرتوزا باقی‌مانده‌اند؟**

پاسخ در این سؤال زمان کل فرایند برابر $۴T$ است $(\Delta t = ۴T)$:

$$n = \frac{\Delta t\,(\text{زمان کل فرایند})}{T\,(\text{زمان نیم‌عمر})} \Rightarrow n = \frac{۴T}{T} = ۴$$

$$۲^{n} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow \text{مقدار باقی‌مانده} = \frac{m_{۰}}{۲^{۴}} = \frac{m_{۰}}{۱۶}$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{درصد جرم مادهٔ باقی‌مانده} = \frac{\text{جرم باقی‌مانده}}{\text{جرم اولیه}} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{m_{۰}}{۱۶}}{m_{۰}} \times ۱۰۰ = \frac{۱}{۱۶} \times ۱۰۰ = ٪۶/۲۵$$

بستهٔ ۶ کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها

از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود، یعنی $۱۱۸ - ۹۲ = ۲۶$ عنصر دیگر ساختگی هستند. منظور از عنصرهای ساختگی این است که این عنصرها در طبیعت یافت نمی‌شوند اما بشر *(من و تو!)* با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای، به‌طور مصنوعی این عنصرها را تولید کرده است.

نکته *با یه ضرب و تقسیم ساده!* درمی‌یابید که حدود ٪۷۸ عنصرها در طبیعت یافت می‌شوند و *ضرب تابلوئه* که حدود ٪۲۲ عنصرها نیز ساختگی هستند.

$$\text{درصد عنصرهای ساختگی} = \frac{۲۶}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ٪۲۲$$

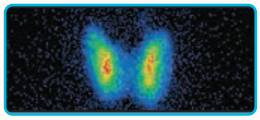
$$\text{درصد عنصرهای طبیعی} = \frac{۹۲}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ٪۷۸$$

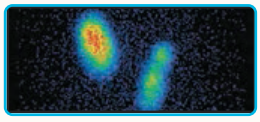
جمع‌بندی **۱۱۸ عنصر شناخته‌شده**
- ۹۲ عنصر طبیعی (حدود ٪۷۸)
- ۲۶ عنصر ساختگی (حدود ٪۲۲)

gajmarket.com

تذکر رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است، به‌طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. در ادامه با کاربردهای سه رادیوایزوتوپ آشنا می‌شوید.

آ) غدهٔ پروانه‌ای‌شکل تیروئید در بدن انسان


ب) تصویر غدهٔ تیروئید سالم


پ) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

✦ **تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$):** در ارتباط با تکنسیم نکات زیر را به‌خاطر بسپارید:

۱ شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزهٔ کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. تکنسیم (^{99}Tc) نخستین عنصری بود که در واکنش‌گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد.

۲ تکنسیم در **تصویربرداری پزشکی** کاربرد ویژه‌ای دارد، برای مثال از تکنسیم برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی تکنسیم است[1]، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ پروانه‌ای شکل تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

حواسا اینجا! هنگام عکس‌برداری از دندان‌ها در رادیولوژی باید با استفاده از پوشش‌های سربی از غدهٔ تیروئید در برابر پرتوهای پرانرژی و خطرناک محافظت کرد. به‌طور کلی سرب ($_{82}Pb$) رایج‌ترین ماده برای تضعیف پرتوهای X و گاما به شمار می‌رود.

۳ عدد اتمی تکنسیم برابر ۴۳ است و این عنصر در دورهٔ پنجم و گروه هفتم جدول دوره‌ای قرار دارد.

۴ **همهٔ** تکنسیم موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که **نیم‌عمر** یا زمان ماندگاری این عنصر **کم** است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد. پس در بیمارستان‌ها یا مراکز درمانی یا *هرجای دیگه!* آن را با یک مولد هسته‌ای به مقدار لازم تولید و سپس مصرف می‌کنند.

حواسا اینجا! در تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نسبت تعداد نوترون‌ها (۵۶تا) به تعداد پروتون‌ها (۴۳تا) تقریباً ۱/۳ و کوچک‌تر از ۱/۵ است، یعنی ممکن است در هسته‌ای $\frac{N}{Z} < 1/5$ باشد، ولی آن هسته خاصیت پرتوزایی داشته و ناپایدار باشد.

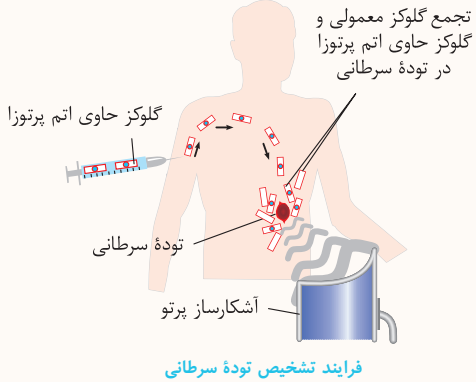
✦ **اورانیم ($_{92}U$):** در مورد اورانیم نکات زیر *فیلی هالبن! پس یادشون بگیر.*

۱ **اورانیم** شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا می‌باشد که دارای دو ایزوتوپ طبیعی $^{235}_{92}U$ و $^{238}_{92}U$ است. از **اورانیم ـ ۲۳۵** (^{235}U) اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود اما یکی از *مشکلات مغز و بدبدن!* این است که فراوانی اورانیم ـ ۲۳۵ در مخلوط طبیعی عنصر اورانیم **کم‌تر از ۰/۷ درصد** است.

غنی‌سازی ایزوتوپی: به فرایندی که در آن، مقدار یا فراوانی یک ایزوتوپ خاص را در مخلوطی از ایزوتوپ‌های یک عنصر افزایش می‌دهند، غنی‌سازی ایزوتوپی می‌گویند. *البته بگیما این واژه اغلب برای اورانیم به‌کار برده می‌شه*، بدین معنی که به فرایندی که در آن، مقدار ایزوتوپ ^{235}U را در مخلوطی از ایزوتوپ‌های اورانیم (که شامل ^{235}U و ^{238}U است) افزایش می‌دهند، غنی‌سازی ایزوتوپی می‌گویند. این فرایند یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است.

۲ دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار و با استفاده از روش غنی‌سازی ایزوتوپی، موفق شدند مقدار اورانیم-۲۳۵ را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم افزایش دهند (*هیغ و دست و هورا* 🙂) با این کامیابی ستودنی *رفتیم جزو ده‌تای برتر!* با گسترش این صنعت می‌توان **بخشی از** انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین کرد.

تذکر پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این‌رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به‌شمار می‌آید.



فرایند تشخیص تودهٔ سرطانی

✦ **گلوکز نشان‌دار:** گلوکز یا قند خون، منبع اصلی تأمین انرژی مورد نیاز سلول‌ها (یاخته‌ها) است. چگونگی مصرف گلوکز در بدن دربردارندهٔ اطلاعات زیادی دربارهٔ سوخت‌وساز سلول‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر، هرگونه اختلالی در فرایند سوخت‌وساز سلول‌ها می‌تواند نشان‌دهندهٔ ابتلا به بیماری‌های خطرناکی همچون سرطان باشد. فرض کنید مانند شکل روبه‌رو بخواهیم محل توده‌های سرطانی را شناسایی کنیم. ابتدا *بدانید و آگاه باشید!* توده‌های سرطانی، سلول‌هایی هستند که رشد **غیرعادی و سریع‌تری** دارند.

برای تشخیص محل تودهٔ سرطانی، ابتدا مولکول‌های گلوکز را با استفاده از اتم پرتوزا نشان‌دار می‌کنند که به **گلوکز نشان‌دار** *معروف و مشهور* است، سپس آن را به بدن تزریق می‌کنند (*شکل‌رو داشته باش!*). گلوکز نشان‌دار مانند گلوکز معمولی در اطراف سلول تجمع می‌کند. از آن‌جا که سلول‌های سرطانی رشد سریع‌تری نسبت به سلول‌های عادی دارند، پس به مقدار گلوکز بیشتری نیاز دارند. از این‌رو مقدار گلوکز بیشتری در اطراف این سلول‌ها جمع می‌شود. با افزایش مقدار گلوکز نشان‌دار و *به تبع آن!* افزایش تعداد اتم‌های پرتوزا، تعداد پرتوهای ساطع‌شده از این اتم‌ها بیشتر شده و در نتیجه توسط دستگاه آشکارساز رؤیت می‌شوند. با ردیابی این دستگاه، محل تودهٔ سرطانی مشخص می‌شود.

۱- معمولاً برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید از ترکیب سدیم پرتکنتات ($NaTcO_4$) استفاده می‌شود.

gajmarket.com

چند نکتهٔ حاشیه‌ای کتاب درسی!

۱ کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینهٔ بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند، اما هزینهٔ تولید آن به‌اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.

۲ دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این‌رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

۳ با توجه به متن کتاب درسی، رادیوایزوتوپ تکنسیم و رادیوایزوتوپی از فسفر در ایران ساخته شده است.

برخی رادیوایزوتوپ‌های تولیدشده در ایران

تست‌های بستهٔ ۱ (صفحهٔ ۱ تا ۴ کتاب درسی)

سلام به همهٔ محصل‌های نمونه! حال و احوالتون خوبه؟ اگه اولین بسته رو با قدرت خوندی سریع شروع کن که کلی تست خفن و دام‌دار برات تدارک دیدیم

۱ کدام عبارت زیر، درست است؟

۱) فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ برای شناخت فضای تاریک و ناشناختهٔ بین ستاره‌ای سفر خود را آغاز نموده‌اند.

۲) پاسخ به پرسش «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» برخلاف پاسخ پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» در قلمرو علم تجربی می‌گنجد.

۳) انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است.

۴) تلاش علم تجربی برای یافتن پاسخ قانع‌کننده برای پرسش‌هایی مانند «هستی چگونه پدید آمده است؟» باعث شده تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد.

۲ کدام مطالب زیر، نادرست‌اند؟

آ) فضاپیماهای وویجر در حال دور شدن از زمین و نزدیک شدن به خورشید هستند.

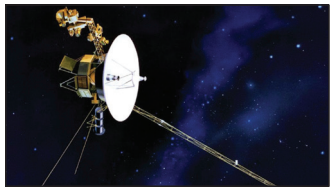
ب) مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ (مهبانگ) همراه است که طی آن، نخست، ذره‌های زیراتمی پدید می‌آیند.

پ) از اطلاعات ارسالی وویجرها می‌توان برای مقایسهٔ ترکیب درصد و نوع عنصرهای سازندهٔ زمین با برخی سیاره‌ها استفاده کرد.

ت) مأموریت وویجرها، اسکان در چهار سیارهٔ معین سامانهٔ خورشیدی و تهیه و ارسال شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی از آن‌ها به زمین بود.

۱) آ و ب ۲) ب و پ ۳) آ، ب و ت ۴) آ، ب و پ

۳ شکل مقابل، عکس کرهٔ زمین را از فاصلهٔ تقریبی ۷ ..... کیلومتری نشان می‌دهد و آخرین تصویری است که وویجر ..... ، ..... از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت. (شکل کتاب درسی)



۱) میلیون، ۱ ، پس ۲) میلیارد، ۱، پیش

۳) میلیون، ۲، پیش ۴) میلیارد، ۲، پس

۴ کدام مطالب زیر درست‌اند؟

آ) درصد فراوانی هیدروژن در سیارهٔ مشتری، بیشتر از مجموع درصد فراوانی سایر عنصرهای سازندهٔ این سیاره است.

ب) درصد فراوانی اکسیژن در سیارهٔ زمین بیشتر از درصد فراوانی هلیم در سیارهٔ مشتری است.

پ) درصد فراوانی گوگرد در سیارهٔ مشتری، بیشتر از درصد فراوانی این عنصر در سیارهٔ زمین است.

ت) درصد فراوانی نئون در سیارهٔ مشتری بیشتر از درصد فراوانی آرگون در این سیاره است.

۱) آ، ب ۲) آ، پ ۳) پ، ت ۴) ب، ت

۵ شکل زیر روند تشکیل عنصرها را نشان می‌دهد. به جای A ، X ، D و E به ترتیب از راست به چپ، کدام عنصرها را می‌توان قرار داد؟

۱) Fe ، Li ، He ، H

۲) Li ، Fe ، He ، H

۳) Fe ، Li ، H ، He

۴) Li ، Fe ، H ، He

۶ چه تعداد از عبارت‌های زیر، نادرست است؟

آ) با بررسی نور تابیده‌شده از ستارگان پر فروغ می‌توان به پاسخ پرسش «جهان کنونی چگونه پدید آمده است؟» پی برد.

ب) زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاهی بسیار کوچک برای دانشمندان است.

پ) سفر طولانی و تاریخی فضاپیمای وویجر ۲، چند سال بعد از آغاز سفر وویجر ۱ شروع شد.

ت) مطالعهٔ کیهان، به ویژه سامانهٔ خورشیدی، برای پاسخ به پرسش «عنصرها چگونه پدید آمدند؟» کمک شایانی می‌کند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

gajmarket.com

۷ چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست است؟

آ) انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های شیمیایی است.

ب) اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر سازندهٔ مشتری، بیشتر از دو عنصر فراوان‌تر زمین است.

پ) در سر آغاز کیهان، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده با گذشت زمان و سرد شدن، متراکم شده و مهبانگ را به‌وجود آوردند.

ت) یافته‌هایی مانند نوع و میزان فراوانی عنصرها در سیاره‌ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۸ کدام مطالب زیر در مورد مهبانگ درست است؟

آ) تمامی دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده است.

ب) دانشمندان با استفاده از نظریهٔ مهبانگ، می‌توانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند.

پ) طی مهبانگ که یک انفجار مهیب بوده است، انرژی عظیمی از جهان جذب شده است

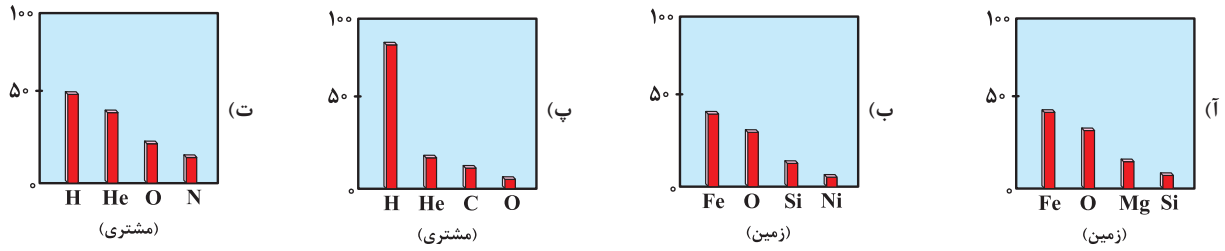
ت) مطابق نظریهٔ مهبانگ، پس از آن انفجار مهیب، ابتدا ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون پدید آمدند.

۱) «آ» و «ب» ۲) «آ» و «پ» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

۹ دلیل انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید در کدام گزینه آمده است؟

۱) تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای
۲) تبدیل هیدروژن معمولی به هیدروژن پرتوزا
۳) سوختن مقادیر زیادی هیدروژن در اکسیژن خالص
۴) تبدیل هلیم به هیدروژن در واکنش‌های هسته‌ای

۱۰ هر کدام از شکل‌های زیر درصد فراوانی چهار عنصر اول سازندهٔ یکی از دو سیارهٔ زمین و مشتری را نشان می‌دهد. کدام شکل(ها) درست است؟



۱) «آ» و «پ» ۲) فقط «ب» ۳) فقط «پ» ۴) «ب» و «ت»

۱۱ مجموعهٔ گازی سحابی که از ..... ایجاد شده، منشأ پیدایش ..... محسوب می‌شود.

۱) تراکم گازهایی چون هیدروژن و هلیم ـ ستاره‌ها و کهکشان‌ها
۲) انفجار مهیب ـ عنصرهای سنگین
۳) تراکم عنصرهای سنگین ـ عنصرهای سبک‌تر
۴) واکنش‌های هسته‌ای فضای بین ستاره‌ای ـ ذره‌های زیراتمی

راستش مدل سؤال بعدی تا حالا توی کنکور سراسری نیومده ولی تا دلت بخواد ازش توی کنکورهای آزمایشی جورواجور تست طرح شده. خدارو چه دیدی؟! شاید کنکور سراسری هم تسلیم شد و از این مدل سؤال‌ها داد. فقط یه چیزی، مهم‌ترین نکته در حل این تست‌ها، حفظ تمرکزه! یعنی یه دفعه پاسخ درست و نادرست رو اشتباه نکنی که بهترین کار اینه که ابتدا بدون توجه به صورت سؤال، جواب درست هر مورد رو به‌دست بیاری و بعد، مطابق صورت تست، رد گزینه کنی، موفق باشی!

۱۲ پاسخ نادرست موارد (آ) و (پ) و پاسخ درست مورد (ب) در کدام گزینه آمده است؟

آ) فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ از کنار سیاره‌های ..... عبور کردند.

ب) شناسنامه‌های ارسالی از طرف وویجر ۱ و ۲ حاوی اطلاعاتی مانند ..... بود.

پ) پاسخ به پرسش ..... در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

۱) زحل و مشتری ـ نوع عنصرهای سازندهٔ سیارهٔ موردنظر ـ «هستی چگونه پدید آمده است؟»
۲) مریخ و عطارد ـ ترکیب درصد مواد شیمیایی موجود در اتمسفر سیارهٔ موردنظر ـ «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟»
۳) زحل و اورانوس ـ ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر سیارهٔ موردنظر ـ «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟»
۴) مریخ و ماه ـ نوع عنصرهای سازندهٔ جرم آسمانی موردنظر ـ «هستی چگونه پدید آمده است؟»

۱۳ کدام مقایسه میان دو سیارهٔ مشتری و زمین و عنصرهای سازندهٔ آن‌ها نادرست است؟

۱) حجم سیارهٔ مشتری بسیار بیشتر از زمین است و بین آن‌ها در سامانهٔ خورشیدی، سیارهٔ دیگری نیز وجود دارد.
۲) از چهار عنصری که فراوانی بیشتری در مشتری دارد، فقط یک عنصر در طبیعت به‌صورت جامد است.
۳) از چهار عنصری که فراوانی بیشتری در زمین دارد، فقط یک عنصر در طبیعت به‌صورت گاز است.
۴) درصد فراوانی هیچ‌کدام از عنصرهای موجود در این دو سیاره، بیشتر از ۵۰٪ نیست.

۱۴ چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست است؟

آ) عنصرها به‌صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

ب) در پوستهٔ زمین، عنصر آهن و در سیارهٔ مشتری، هیدروژن فراوان‌ترین عنصر است.

پ) درصد فراوانی عنصر گوگرد در سیارهٔ مشتری بیشتر از سیارهٔ زمین است.

ت) مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن، به انرژی تبدیل شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

در نگاه اول، بعدی یکم سخته ولی در نگاه دقیق‌تر، واقعاً سخته

۱۵ چه تعداد از موارد داده‌شده برای کامل کردن عبارت زیر، مناسب هستند؟

«در سیارهٔ ..... ، عنصر ..... پس از عنصر ..... ، بیشترین درصد فراوانی را دارد.»

آ) زمین ـ گوگرد ـ نیتروژن ب) زمین ـ منیزیم ـ اکسیژن پ) مشتری ـ کربن ـ اکسیژن ت) مشتری ـ هلیم ـ هیدروژن

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶ چه تعداد از مطالب زیر، درست است؟

آ) برخی بر این باورند که سرآغاز کیهان با مهبانگ همراه بوده است که طی آن انرژی عظیمی جذب شده است.

ب) پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی، به‌ترتیب عنصرهای هلیم و هیدروژن پا به عرصهٔ جهان گذاشتند.

پ) ستاره‌ها می‌توانند رشد کنند و نوع عنصرهای درون خود را تغییر دهند.

ت) ستاره‌ها به‌طور مستمر عنصرهای تولیدی خود را در فضای بین‌ستاره‌ای منتشر می‌سازند.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

۱۷ احتمال تشکیل چه تعداد از ترکیب‌های زیر در هر دو سیارهٔ مشتری و زمین وجود دارد؟

CO_2 ✦ NO ✦ NH_3 ✦ Al_2O_3 ✦

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست بعدی رو با دقت بیشتری حل کن و اگه درست حل کردی، حتماً به خانواده بگو که اسپندی چیزی برات دود کنن

۱۸ چه تعداد از مطالب زیر، در مورد سیارهٔ مشتری و عنصرهای سازندهٔ آن، نادرست است؟ $(^{40}Ar, ^{20}Ne, ^{4}He)$

آ) فراوان‌ترین عنصر این سیاره، نخستین عنصری است که پس از مهبانگ پا به عرصهٔ جهان گذاشت.

ب) در بین ۵ عنصری که بیشترین فراوانی را دارند، تنها یک عنصر در طبیعت به حالت جامد وجود دارد.

پ) سیارهٔ مشتری جزو چهار سیاره‌ای است که وویجرها مأموریت داشتند در آن اسکان یابند.

ت) با افزایش عدد جرمی گازهای نجیب هلیم، نئون و آرگون، درصد فراوانی آن‌ها در سیارهٔ مشتری کم می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹ در کدام گزینه، ترتیب چگونگی پیدایش عنصرها در جهان هستی به درستی آمده است؟

۱) مهبانگ ← پیدایش ذره‌های بنیادی ← پیدایش هیدروژن و هلیم ← پیدایش ستاره‌ها ← تشکیل سحابی‌ها و کهکشان‌ها

۲) انفجار مهیب ← پیدایش هیدروژن و هلیم ← پیدایش سحابی ← پیدایش عنصرهای سبک و سنگین ← پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها

۳) پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها ← مهبانگ ← پیدایش ذره‌های بنیادی ← تشکیل سحابی ← پیدایش عنصرهای سبک و سنگین

۴) انفجار مهیب ← پیدایش ذره‌های بنیادی ← پیدایش هیدروژن و هلیم ← پیدایش سحابی ← پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها

تست‌های بستهٔ ۲ (صفحهٔ ۵ کتاب درسی)

اولش رو با تست‌های ساده شروع می‌کنیم و کم‌کم سختش می‌کنیم که زیاد اذیت نشین!

۲۰ تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در کدام‌یک از یون‌های زیر، عدد کوچک‌تری است؟

۱) $^{64}_{29}Cu^{2+}$ ۲) $^{52}_{24}Cr^{3+}$ ۳) $^{80}_{35}Br^{-}$ ۴) $^{79}_{34}Se^{2-}$

۲۱ در چه تعداد از گونه‌های شیمیایی زیر، تعداد نوترون‌ها برابر با «مجموع تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» است؟ (تمرین‌های دوره‌ای کتاب درسی)

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

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۲ با توجه به جدول زیر، چه تعداد از رابطه‌های داده‌شده برقرار است؟

اتم یا یون	عدد اتمی	تعداد الکترون‌ها	تعداد نوترون‌ها	عدد جرمی
M	Z	e	N	A
M^{2+}	Z′	e′	N′	A′

$A' = A + 2$ ✦ $N > N'$ ✦ $e' = e + 2$ ✦ $Z = Z'$ ✦

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳ بر اثر چه تعداد از تغییرهای زیر، ماهیت عنصر دستخوش تغییر می‌شود؟

✦ تغییر شمار پروتون‌ها ✦ جدا کردن یک یا چند الکترون ✦ تغییر شمار نوترون‌ها ✦ افزودن یک یا چند الکترون

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۴ در یک اتم فرضی، تعداد نوترون‌ها دو برابر تعداد الکترون‌ها است. اگر این اتم با گرفتن دو الکترون، ساختار الکترونی $_{18}Ar$ را پیدا کند، عدد جرمی آن کدام است؟

۱) ۴۸ ۲) ۳۲ ۳) ۵۴ ۴) ۲۴

۲۵ پاسخ درست مورد (ب) و پاسخ نادرست موارد (آ) و (پ) در کدام گزینه آمده است؟

آ) نماد اتم روی با ۳۷ نوترون و ۳۰ پروتون به‌صورت ..... است.

ب) نماد یون دو بار مثبت آهن با ۲۴ الکترون و عدد جرمی ۵۶ به‌صورت ..... است.

پ) نماد ذرهٔ فرضی X با ۳۴ پروتون، ۴۲ نوترون و ۳۵ الکترون به‌صورت ..... است.

۱) $^{67}_{30}Zn - ^{56}_{24}Fe - ^{76}_{35}X^-$ ۲) $^{37}_{30}Zn - ^{56}_{26}Fe^{2+} - ^{76}_{34}X^-$

۳) $^{67}_{37}Zn - ^{56}_{26}Fe^{2+} - ^{76}_{34}X^+$ ۴) $^{37}_{30}Zn - ^{56}_{24}Fe - ^{77}_{35}X^+$

۲۶ چه تعداد از موارد زیر، در مورد عنصر نمادین $^{A}_{Z}E$ درست است؟

آ) شمار ذره‌های بنیادی: $A+Z$ ب) شمار نوترون‌ها: $A-Z$

پ) تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها: $A-2Z$ ت) مجموع شمار ذره‌های باردار: $2Z$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۷ تعداد الکترون‌های یون فرضی X^+ برابر ۷۹ است. اگر تعداد نوترون‌های اتم X، ۴۰٪ بیشتر از تعداد پروتون‌های آن باشد، عدد جرمی X کدام است؟

۱) ۱۹۲ ۲) ۱۹۰ ۳) ۱۹۴ ۴) ۲۰۰

۲۸ اگر تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون فرضی $^{79}X^{3+}$ برابر ۱۸ باشد، تعداد الکترون‌های یون X^{2+} کدام است؟

۱) ۳۲ ۲) ۳۰ ۳) ۲۹ ۴) ۳۴

دو تست بعدی دقت بیشتری می‌طلبه!

۲۹ در اتم عنصر فرضی E، در مجموع ۲۱۰ ذرهٔ بنیادی وجود دارد. اگر شمار نوترون‌های آن، ۵۰٪ بیشتر از شمار پروتون‌های آن باشد، کدام نماد زیر را می‌توان به آن نسبت داد؟

۱) $^{210}_{84}E$ ۲) $^{150}_{60}E$ ۳) $^{140}_{70}E$ ۴) $^{210}_{60}E$

۳۰ در یون‌های فرضی X^- و Y^{3+}، تعداد الکترون‌ها با هم و تعداد نوترون‌ها نیز با هم برابر است. اگر عدد جرمی اتم Y برابر ۴۴ باشد، عدد جرمی اتم X کدام است؟

۱) ۴۰ ۲) ۴۱ ۳) ۴۲ ۴) ۴۳

۳۱ اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{91}M^{2+}$ برابر با ۱۳ باشد، این یون چند پروتون دارد؟

۱) ۴۲ ۲) ۳۶ ۳) ۴۰ ۴) ۳۸

۳۲ اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{51}VO_2^+$ کدام است؟ ($_8^{16}O$ ، $_{23}V$)

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۴

۳۳ نسبت شمار نوترون‌های یون $_{15}PO_4^{3-}$ به شمار الکترون‌های یون $_6CO_3^{2-}$ کدام است؟ ($_6^{12}C$ ، $_8^{16}O$ ، $_{15}^{31}P$)

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{5}{3}$ ۳) $\frac{25}{16}$ ۴) $\frac{24}{15}$

دو تا خبر باحال، اولیش این‌که اگه تونستی تست بعدی رو زیر ۹۰ ثانیه حل کنی، خیلی ایول داری و کارت به شدت درسته! خبر دوم تا حالا کسی رو ندیدیم که این تست رو بتونه زیر ۳ یا ۴ دقیقه حل کنه!

۳۴ در کاتیون اتم X، مجموع شمار ذره‌های زیراتمی، ۱۷ برابر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌هاست. اگر نسبت اندازهٔ بار این یون به تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌های آن برابر $\frac{1}{3}$ باشد، عدد اتمی عنصر X می‌تواند کدام گزینه باشد؟

۱) ۱۳ ۲) ۱۲ ۳) ۲۴ ۴) ۲۲

۳۵ یون $H_2PO_4^-$، ..... الکترون، ..... از نوترون دارد. ($_8^{16}O$ ، $_{15}^{31}P$ ، $_1^1H$)

۱) یک، بیشتر ۲) یک، کم‌تر ۳) دو، بیشتر ۴) دو، کم‌تر

۳۶ چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست است؟

آ) اگر عدد جرمی عنصر X برابر ۸۰ و اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یون X^- برابر ۹ باشد، یون X^- دارای ۳۵ پروتون است.

ب) اگر عدد جرمی عنصر A برابر ۶۵ و اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یون A^{2+} برابر ۷ باشد، این عنصر دارای ۳۵ نوترون است.

پ) تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در $^{52}_{24}Cr$، چهار برابر تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در $^{27}_{13}Al$ است.

ت) ممکن است در یک آنیون، شمار نوترون‌ها با شمار الکترون‌ها برابر باشد، اما برابری شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در کاتیون‌های پایدار امکان‌پذیر نیست.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ‌های تشریحی

۱ ۳ **بررسی همشون**

آ فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند با عبور از کنار برخی سیاره‌ها، شناسنامهٔ شیمیایی و فیزیکی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند. *اینا کاری به فضای بین ستاره‌ای نداشتن!* ب پاسخ به پرسش‌هایی مانند «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» یا «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» در قلمرو علم تجربی می‌گنجد. پ *بنده خدا انسان اولیه چاره‌ای نداشته! مجبور بوده شب و روز به آسمون نگاه کنه!* ت *ما هم قبول داریم* علم تجربی تلاش‌های زیادی برای پاسخ دادن به پرسش‌ها کرده و این مسأله، باعث افزایش دانش ما دربارهٔ جهان مادی شده است اما علم تجربی پاسخی برای پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» ندارد و این پرسش بسیار بزرگ و بنیادی است و آدمی تنها با مراجعه به چهارچوب اعتقادی خود می‌تواند به آن پاسخ دهد.

۲ ۳ **بررسی غلط‌هاشون**

آ دو فضاپیمای وویجر مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. با این توضیح و براساس تصویر صفحهٔ (۳) کتاب درسی می‌توان فهمید که وویجرها در حال دور شدن از زمین و هم‌چنین خورشید هستند. ب **سرآغاز کیهان** با انفجار مهیب (مهبانگ) همراه است که طی آن نخست ذره‌های زیراتمی پدید می‌آیند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن در فضا پراکنده شود، *قاطی نکنی با هم* ت وویجرها مأموریت داشتند با گذر از کنار چهار سیارهٔ معین به تهیه و ارسال اطلاعات بپردازند. *نه این‌که بروند ساکن شن تو هر سیاره و یه پایی دور هم بزنن!*

۳ ۲ تصویر داده شده، توسط وویجر (۱)، از فاصلهٔ ۷ میلیارد کیلومتری پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی گرفته شده است.

۴ ۱ **بررسی غلط‌هاشون**

ب درصد فراوانی گوگرد در سیارهٔ مشتری، **کم‌تر** از درصد فراوانی این عنصر در سیارهٔ زمین است. ت درصد فراوانی نئون در سیارهٔ مشتری، **کم‌تر** از درصد فراوانی آرگون در این سیاره است.

۵ ۱ شکل مقابل روند تشکیل عنصرها را نشان می‌دهد:

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

۶ ۲ تنها عبارت (پ) نادرست است. هر دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی سفر طولانی و تاریخی خود را شروع کردند. *امیدواریم به خاطر شماره‌هاشون توی دام نیفتاده باشی!*

۷ ۳ **بررسی همشون**

آ نادرست ـ انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های **هسته‌ای** است. ب درست ـ هیدروژن و هلیم فراوان‌ترین عنصرهای سازندهٔ مشتری هستند که تفاوت درصد فراوانی این دو عنصر بسیار بیشتر از تفاوت درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر سازندهٔ زمین یعنی آهن و اکسیژن، است. پ نادرست ـ گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده **پس از مهبانگ**، با گذشت زمان و سرد شدن، متراکم شده و **سحابی** را ایجاد کرده‌اند. ت درست ـ بدون شرح!

۸ ۳ **بررسی غلط‌هاشون**

آ **برخی از دانشمندان** بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب همراه بوده است. ب طی مهبانگ، انرژی عظیمی **آزاد** شده است.

۹ ۱ با تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای، انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید تأمین می‌شود.

حواسا اینجا! انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، با آزاد شدن انرژی زیادی همراه است.

۱۰ ۳ ✦ درصد فراوانی هیدروژن در سیارهٔ مشتری خیلی بیش‌تر از ۵۰٪ است (حذف شکل «ت»).

✦ فراوان‌ترین عنصرهای سازندهٔ زمین به‌ترتیب عبارتند از Si، O، Fe و Mg (حذف شکل‌های «آ» و «ب»).

۱۱ ۱ پس از پیدایش عنصرهای هیدروژن و هلیم، با گذشت زمان و کاهش دما، این گازهای تولیدشده، متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی را ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

۱۲ ۲ **بررسی همشون**

آ فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون عبور کردند. ب شناسنامه‌های ارسالی از طرف وویجر ۱ و ۲ حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد بود. پ پاسخ به پرسش «هستی چگونه پدید آمده است» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد. بنابراین پاسخ نادرست (آ) و (پ) و پاسخ درست (ب) در گزینهٔ (۲) آمده است.

۱۳ ۴ فراوان‌ترین عنصر موجود در مشتری، هیدروژن است که درصد فراوانی آن به مراتب بیشتر از ۵۰٪ است.

۱۴ ۱ **بررسی همشون**

آ درست ـ نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره مانند مشتری و زمین متفاوت است. این موضوع بیان می‌کند که عنصرها به‌صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

ب نادرست ـ **در کل سیارهٔ زمین** (نه پوستهٔ زمین)، عنصر آهن فراوان‌ترین عنصر است. پ نادرست ـ درصد فراوانی عنصرهای مشترک میان سیارهٔ زمین و مشتری (یعنی گوگرد و اکسیژن) در سیارهٔ زمین بیشتر است. ت نادرست ـ مرگ یک ستاره با انفجار مهیبی همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا **پراکنده شود**.

۱۵ ۱ تنها مورد (ت)، عبارت داده‌شده را به‌درستی کامل می‌کند.

بررسی غلط‌هاشون

آ در سیارهٔ **مشتری**، عنصر گوگرد پس از نیتروژن، بیشترین درصد فراوانی را دارد. ب در سیارهٔ زمین، عنصر **سیلیسیم** پس از اکسیژن، بیشترین درصد فراوانی را دارد.

پ در سیارهٔ مشتری، **عنصر اکسیژن پس از عنصر کربن** *(یعنی دقیقاً برعکس!)*، بیشترین درصد فراوانی را دارد.

۱۶ ۳ بررسی همشون

آ نادرست ـ برخی بر این باورند که سرآغاز کیهان با مهبانگ همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی **آزاد** شده است. ب نادرست ـ پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی، **به‌ترتیب عنصرهای هیدروژن و هلیم** پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. پ درست ـ ستاره‌ها رشد می‌کنند و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای، عنصرهای سبک درون خود را به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌کنند. ت نادرست ـ مرگ ستاره‌ها با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود، عنصرهای تشکیل‌شده در آن در فضا پراکنده شود. در واقع پراکنده شدن عنصرهای تشکیل‌شده در ستاره‌ها، **پس از مرگ** و انفجارشان، در فضا رُخ می‌دهد *(نه در تمام طول زندگی‌شان!)*

۱۷ ۳ در سیارهٔ مشتری عنصرهای فلزی یافت نمی‌شود. به این ترتیب نمی‌توان انتظار تشکیل ترکیب‌های دارای فلز مانند Al_2O_3 را داشت.

۱۸ ۲ بررسی همشون

آ درست ـ فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، هیدروژن است و دقیقاً نخستین عنصری است که پس از مهبانگ پا به عرصهٔ جهان گذاشت. ب درست ـ ۵ عنصر He ، C ، O ، H و N به ترتیب بیشترین فراوانی را در سیارهٔ مشتری دارند و در بین آن‌ها، تنها C (کربن) به حالت جامد یافت می‌شود. پ نادرست ـ وویجرها مأموریت داشتند از **کنار** سیارهٔ مشتری و سه سیارهٔ دیگر (زحل، اورانوس، نپتون) **گذر کنند**. ت نادرست ـ ترتیب فراوانی گازهای نجیب موجود در سیارهٔ مشتری به‌صورت $^{4}He > {}^{40}Ar > {}^{20}Ne$ است.

۱۹ ۴ برخی بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در این شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد. *ستاره‌ها هم که می‌دونی، کارخانهٔ درهٔ یک! تولید عنصرها هستند.*

۲۰ ۲ بررسی همشون

۱ $^{64}_{29}Cu^{2+}$: $Z=29$، $e=29-2=27$، $N=64-29=35$ $\Rightarrow N-e=35-27=8$

۲ $^{52}_{24}Cr^{3+}$: $Z=24$، $e=24-3=21$، $N=52-24=28$ $\Rightarrow N-e=28-21=7$

۳ $^{80}_{35}Br^{-}$: $Z=35$، $e=35+1=36$، $N=80-35=45$ $\Rightarrow N-e=45-36=9$

۴ $^{79}_{34}Se^{2-}$: $Z=34$، $e=34+2=36$، $N=79-34=45$ $\Rightarrow N-e=45-36=9$

۲۱ ۲ فقط در ارتباط با یون $^{124}_{50}Sn^{2+}$، تعداد نوترون‌ها برابر با مجموع «تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» است:

$$^{124}_{50}Sn^{2+}\begin{cases}Z=50\\e=Z-\text{بار}=50-2=48\\N=A-Z=124-50=74\end{cases}\Rightarrow Z+\frac{e}{2}=50+\frac{48}{2}=74$$

۲۲ ۱ میان M و M^{2+} روابط زیر برقرار است:

$A'=A$ ✦ $N=N'$ ✦ $e'=e-2$ ✦ $Z=Z'$

۲۳ ۲ تنها با تغییر شمار پروتون‌ها یا عدد اتمی، عنصری به عنصر دیگر تبدیل می‌شود.

۲۴ ۱ از آن‌جا که این اتم فرضی با گرفتن دو الکترون، ساختار $_{18}Ar$ را پیدا می‌کند، می‌توان گفت در حالت خنثی دارای ۱۶ الکترون است. پس عدد اتمی آن ۱۶ است. از طرفی چون تعداد نوترون‌های آن دو برابر تعداد الکترون‌ها است، می‌توان نتیجه گرفت در هستهٔ این اتم ۳۲ نوترون وجود دارد. در نتیجه عدد جرمی آن ۴۸ = ۱۶ + ۳۲ است.

۲۵ ۳ بررسی همشون

آ نماد اتم روی با ۳۷ نوترون و ۳۰ پروتون به‌صورت $^{67}_{30}Zn$ است. ب با توجه به مقدار بار این یون، تعداد پروتون‌های آن را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{بار}-\text{تعداد پروتون‌ها}=\text{تعداد الکترون‌ها}\Rightarrow 24=Z-2\Rightarrow Z=24+2=26$$

بنابراین نماد این یون به‌صورت $^{56}_{26}Fe^{2+}$ است.

پ با توجه به اختلاف میان تعداد پروتون‌ها و تعداد الکترون‌ها، این ذره، باردار است. برای تعیین مقدار بار می‌توان نوشت:

$$\text{بار}=-1\Rightarrow \text{بار}-34=35\Rightarrow \text{بار}-\text{تعداد پروتون‌ها}=\text{تعداد الکترون‌ها}$$

$$A=N+Z=42+34=76\ (\text{عدد جرمی})$$

بنابراین نماد این یون به‌صورت $^{76}_{34}X^{-}$ می‌باشد. *فب!* پاسخ نادرست (آ) و (پ) و پاسخ درست (ب) در گزینهٔ (۳) آمده است.

۲۶ ۴ بررسی همشون

آ درست ـ منظور از ذره‌های بنیادی، پروتون، الکترون و نوترون می‌باشد. خب با این مقدمه به محاسبه‌های زیر توجه کن:

$$\left.\begin{matrix}A=Z+N\\Z=e\end{matrix}\right\}\Rightarrow A=N+e \qquad \text{شمار ذره‌های بنیادی}=Z+\underbrace{N+e}_{A}=Z+A$$

ب درست

$$A=Z+N\Rightarrow N=A-Z$$

پ درست ـ از مورد (ب) فهمیدید که تعداد نوترون‌ها برابر $A-Z$ است، *درسته؟* ... حالا برای محاسبهٔ تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها می‌توان نوشت:

$$\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها}=(A-Z)-Z=A-2Z \qquad \text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها}=N-Z\xrightarrow{N=A-Z}$$

ت درست ـ منظور از ذره‌های باردار، الکترون‌ها و پروتون‌ها هستند. از آن‌جا که در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر هستند، تعداد ذره‌های باردار برابر $2e$ یا $2Z$ می‌باشد.

۲۷ **۱** با توجه به اطلاعات مربوط به X^+ می‌توان نوشت:

$$X^+ \begin{cases} e = ۷۹ \\ e = Z - \text{بار} \Rightarrow Z = ۷۹ + ۱ = ۸۰ \\ N = Z + (\text{٪۴۰ Z}) \xrightarrow{\text{٪۴۰ همان } \frac{۴۰}{۱۰۰} \text{ است!}} N = Z + \frac{۴۰}{۱۰۰}Z \Rightarrow N = \frac{۱۴۰}{۱۰۰} \times ۸۰ = ۱۱۲ \end{cases}$$

عدد جرمی یک عنصر برابر مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن است:

$$A = N + Z = ۱۱۲ + ۸۰ = ۱۹۲$$

۲۸ **۲** عدد جرمی این عنصر برابر ۷۹ است:

رابطهٔ (۱): $N + Z = ۷۹$

با توجه به بار یون $X^{۳+}$ می‌توان نوشت:

رابطهٔ (۲): $e = Z - ۳ \Rightarrow$ بار − تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها

اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{۷۹}X^{۳+}$ برابر ۱۸ است:

رابطهٔ (۳): $N - e = ۱۸ \xrightarrow{\text{رابطهٔ (۲)}} N - (Z - ۳) = ۱۸ \Rightarrow N - Z = ۱۵$

حالا با استفاده از رابطه‌های (۱) و (۳)، یک دستگاه دو معادله دو مجهول تشکیل داده و مقادیر N و Z را به‌دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix} N + Z = ۷۹ \\ N - Z = ۱۵ \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۲N = ۹۴ \Rightarrow N = ۴۷, Z = ۳۲$$

تموم نشده‌ها! با استفاده از رابطهٔ سادهٔ مقابل، تعداد الکترون‌ها در یون $X^{۲+}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$e = ۳۲ - ۲ = ۳۰ \quad \text{بار} - \text{تعداد پروتون‌ها} = \text{تعداد الکترون‌ها}$$

۲۹ **۲** در یک اتم خنثی تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است:

رابطهٔ (۱): تعداد الکترون‌ها = تعداد پروتون‌ها $= Z$

با توجه به سؤال، تعداد نوترون‌ها، ٪۵۰ بیشتر از تعداد پروتون‌ها است، بنابراین می‌توان نوشت:

رابطهٔ (۲): $N = Z + \text{٪۵۰ Z} \xrightarrow{\text{٪۵۰} = \frac{۵۰}{۱۰۰}} N = Z + \frac{۵۰}{۱۰۰}Z \Rightarrow N = \frac{۳}{۲}Z$

منظور از ذره‌های بنیادی، پروتون، نوترون و الکترون است:

$$\text{مجموع ذره‌های بنیادی} = N + Z + e \xrightarrow{\text{رابطه‌های (۱) و (۲)}} \text{مجموع ذره‌های زیراتمی} = ۱/۵Z + Z + Z = ۲۱۰ \Rightarrow ۳/۵Z = ۲۱۰ \Rightarrow Z = ۶۰$$

بنابراین عدد اتمی این عنصر برابر ۶۰ است، با توجه به رابطه‌های (۱) و (۲)، تعداد الکترون‌ها و نوترون‌های این عنصر به‌ترتیب برابر با ۶۰ و ۹۰ است.

$$A = N + Z = ۹۰ + ۶۰ = ۱۵۰$$

۳۰ **۱** ابتدا اطلاعات تست را به صورت *ریاضی‌وار* می‌نویسیم:

$$\left.\begin{matrix} e_X = Z_X - \text{بار} \Rightarrow e_X = Z_X + ۱ \\ e_Y = Z_Y - \text{بار} \Rightarrow e_Y = Z_Y - ۳ \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\text{مطابق تست}} e_X = e_Y \Rightarrow Z_X + ۱ = Z_Y - ۳ \Rightarrow Z_X = Z_Y - ۴$$

از طرفی تعداد نوترون‌های این دو یون نیز با هم برابر است:

$$N_X = N_Y$$

حالا می‌توان نوشت:

$$\oplus \begin{cases} Z_X = Z_Y - ۴ \\ N_X = N_Y \end{cases}$$

$$\underbrace{Z_X + N_X}_{\text{عدد جرمی X}} = \underbrace{N_Y + Z_Y}_{\text{عدد جرمی Y}} - ۴ \xrightarrow{\text{عدد جرمی Y برابر ۴۴ است.}} Z_X + N_X = ۴۴ - ۴ = ۴۰$$

۳۱ **۳** با توجه به اطلاعات داده‌شده می‌توان نوشت:

رابطهٔ (۱): بار − تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها $\Rightarrow e = Z - ۲ \Rightarrow Z - e = ۲$

رابطهٔ (۲): تعداد نوترون‌ها + تعداد پروتون‌ها = عدد جرمی $\Rightarrow ۹۱ = Z + N$

رابطهٔ (۳): اختلاف تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها از داده‌های سؤال $= ۱۳ \Rightarrow N - e = ۱۳$

با حل یک دستگاه سه معادله سه مجهول، تعداد پروتون‌های یون موردنظر به‌دست می‌آید.

آقا اجازه! *می‌شه حل دستگاه سه معادله سه مجهول رو یه کم بیشتر توضیح بدین! ما گیج شدیم!*

پاسخ *فقط فونسردیتون رو حفظ کنین، بقیه‌اش با ما!* دستگاه موردنظر به‌صورت مقابل است:

رابطهٔ (۱): $Z - e = ۲$

رابطهٔ (۲): $Z + N = ۹۱$

رابطهٔ (۳): $N - e = ۱۳$

گام اول: دو معادلهٔ دلخواه را درنظر بگیرید و سعی کنید آن دو را برحسب یک مجهول بنویسید. برای مثال، ما معادله‌های (۱) و (۲) را درنظر گرفتیم. *مجهول مشترک این دو رابطه اگه گفتین چیه؟ ... آفرین! Z هستش*، پس هر دو معادله را برحسب Z می‌نویسیم و برابر هم قرار می‌دهیم *(چون هر دوتاشون برابر Z هستن دیگه!)*.

$$\left.\begin{matrix} \text{رابطهٔ (۱)}: Z = ۲ + e \\ \text{رابطهٔ (۲)}: Z = ۹۱ - N \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۲ + e = ۹۱ - N \Rightarrow N + e = ۸۹ \quad \text{رابطهٔ (۴)}$$

گام دوم: حالا با استفاده از معادلهٔ به‌دست آمده رابطهٔ (۴) و رابطهٔ (۳) *که فیلی بی‌کار به گوشه نشسته!* یک دستگاه دو معادله دو مجهول تشکیل داده و N و e را به‌دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix}\text{رابطهٔ (۳)}: N-e=۱۳\\ \text{رابطهٔ (۴)}: N+e=۸۹\end{matrix}\right\}\Rightarrow ۲N=۱۰۲\Rightarrow N=۵۱, e=۳۸$$

حالا با استفاده از یکی از معادله‌های (۱) یا (۲)، مقدار Z را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{رابطهٔ (۱)}: Z-e=۲ \xrightarrow{e=۳۸} Z=۳۸+۲=۴۰$$

۳۲ ۲

$$\text{تعداد نوترون‌های } VO_۲^+ = \underbrace{(۵۱-۲۳)}_{V}+۲\underbrace{(۱۶-۸)}_{O}=۲۸+۱۶=۴۴$$

$$\text{تعداد پروتون‌های } VO_۲^+ = ۲۳+۲(۸)=۲۳+۱۶=۳۹$$

$$\text{تعداد الکترون‌های } VO_۲^+ = \text{تعداد پروتون‌ها} - \text{بار} = ۳۹-(+۱)=۳۸$$

$$\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها} = ۴۴-۳۸=۶$$

۳۳ ۱

$$\text{تعداد نوترون‌های } {}_{۱۵}PO_۴^{۳-} = \underbrace{(۳۱-۱۵)}_{P}+۴\underbrace{(۱۶-۸)}_{O}=۱۶+۳۲=۴۸$$

برای به‌دست آوردن تعداد الکترون‌های ${}_۶CO_۳^{۲-}$، ابتدا تعداد پروتون‌های آن را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{تعداد پروتون‌های } {}_۶CO_۳^{۲-} = (۶)+۳(۸)=۳۰$$

حالا با استفاده از رابطهٔ زیر تعداد الکترون‌های $CO_۳^{۲-}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{تعداد الکترون‌ها} = \text{تعداد پروتون‌ها} - \text{بار} = ۳۰-(-۲)=۳۲$$

$$\frac{N(PO_۴^{۳-})}{e(CO_۳^{۲-})}=\frac{۴۸}{۳۲}=\frac{۳}{۲}$$

۳۴ ۴ منظور از «مجموع شمار ذره‌های زیراتمی»، مجموع تمام الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های گونهٔ موردنظر است. با توجه به سؤال می‌توان نوشت:

(تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها) $۱۷=$ مجموع شمار ذره‌های زیراتمی

$$\Rightarrow Z+N+e=۱۷(N-Z)\Rightarrow e=۱۶N-۱۸Z \quad \text{رابطهٔ (۱)}$$

نسبت اندازهٔ بار یون موردنظر به تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌های آن برابر $\frac{۱}{۳}$ است:

$$\frac{\text{اندازهٔ بار یون}}{\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها}}=\frac{۱}{۳}\Rightarrow \text{اندازهٔ بار یون}=\frac{۱}{۳}(\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها})$$

$$\Rightarrow Z-e=\frac{۱}{۳}(N-e)\Rightarrow ۲e=۳Z-N \quad \text{رابطهٔ (۲)}$$

اگر دو طرف رابطهٔ (۱) را در عدد ۲ ضرب کنیم، می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{matrix}\text{رابطهٔ (۱)}: ۲e=۳۲N-۳۶Z\\ \text{رابطهٔ (۲)}: ۲e=۳Z-N\end{matrix}\right\}\Rightarrow ۳۲N-۳۶Z=۳Z-N\Rightarrow ۳۳N=۳۹Z\Rightarrow ۱۱N=۱۳Z$$

قبول دارین که هم N و هم Z اعداد صحیحن؟ پس برای برقراری رابطهٔ بالا، Z باید مضرب ۱۱ و N باید مضرب ۱۳ باشد. تنها گزینه‌ای که مضرب ۱۱ است، گزینهٔ (۴) یعنی ۲۲ می‌باشد.

۳۵ ۳ با توجه به روابطی که خواندیم، می‌توان نوشت:

$$\text{تعداد نوترون‌ها} = ۲(۱-۱)+(۳۱-۱۵)+۴(۱۶-۸)=۰+۱۶+۳۲=۴۸$$

$$\text{تعداد پروتون‌ها} = ۲(۱)+(۱۵)+۴(۸)=۴۹$$

$$\text{تعداد الکترون‌ها} = \text{تعداد پروتون‌ها} - \text{بار} = ۴۹-(-۱)=۵۰$$

$$\text{تعداد نوترون‌ها} - \text{تعداد الکترون‌ها} = ۵۰-۴۸=۲$$

بنابراین یون $H_۲PO_۴^-$، دو الکترون بیشتر از نوترون دارد.

۳۶ ۴ **بررسی همشون**

آ) درست ـ به محاسبات مقابل توجه کنید:

$$X^-:\begin{cases}Z+N=۸۰\\ e-Z=۱\\ N-e=۹\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}N+Z=۸۰\\ N-Z=۱۰\end{cases}\Rightarrow ۲N=۹۰\Rightarrow N=۴۵, Z=۳۵$$

ب) درست ـ *باز هم!* به محاسبات مقابل توجه کنید:

$$A^{۲+}:\begin{cases}Z+N=۶۵\\ Z-e=۲\\ N-e=۷\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}N+e=۶۳\\ N-e=۷\end{cases}\Rightarrow ۲N=۷۰\Rightarrow N=۳۵, e=۲۸$$

پ) درست ـ به محاسبات مقابل توجه کنید:

$${}^{۵۲}_{۲۴}Cr:\begin{cases}Z=۲۴\\ N=A-Z=۵۲-۲۴=۲۸\end{cases}\Rightarrow N-Z=۴ \qquad {}^{۲۷}_{۱۳}Al:\begin{cases}Z=۱۳\\ N=A-Z=۲۷-۱۳=۱۴\end{cases}\Rightarrow N-Z=۱$$

در نتیجه با توجه به محاسبات بالا، اختلاف شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در ${}^{۵۲}_{۲۴}Cr$، چهار برابر ${}^{۲۷}_{۱۳}Al$ است.