انتشارات بین المللی
گاج

مجموعه کتاب‌های آی‌کیو قرن جدید

• ویـژه کنکور ۱۴۰۵ •

کنکور
شیمی جامع

دهم | یازدهم | دوازدهم

۲
جلد دوم

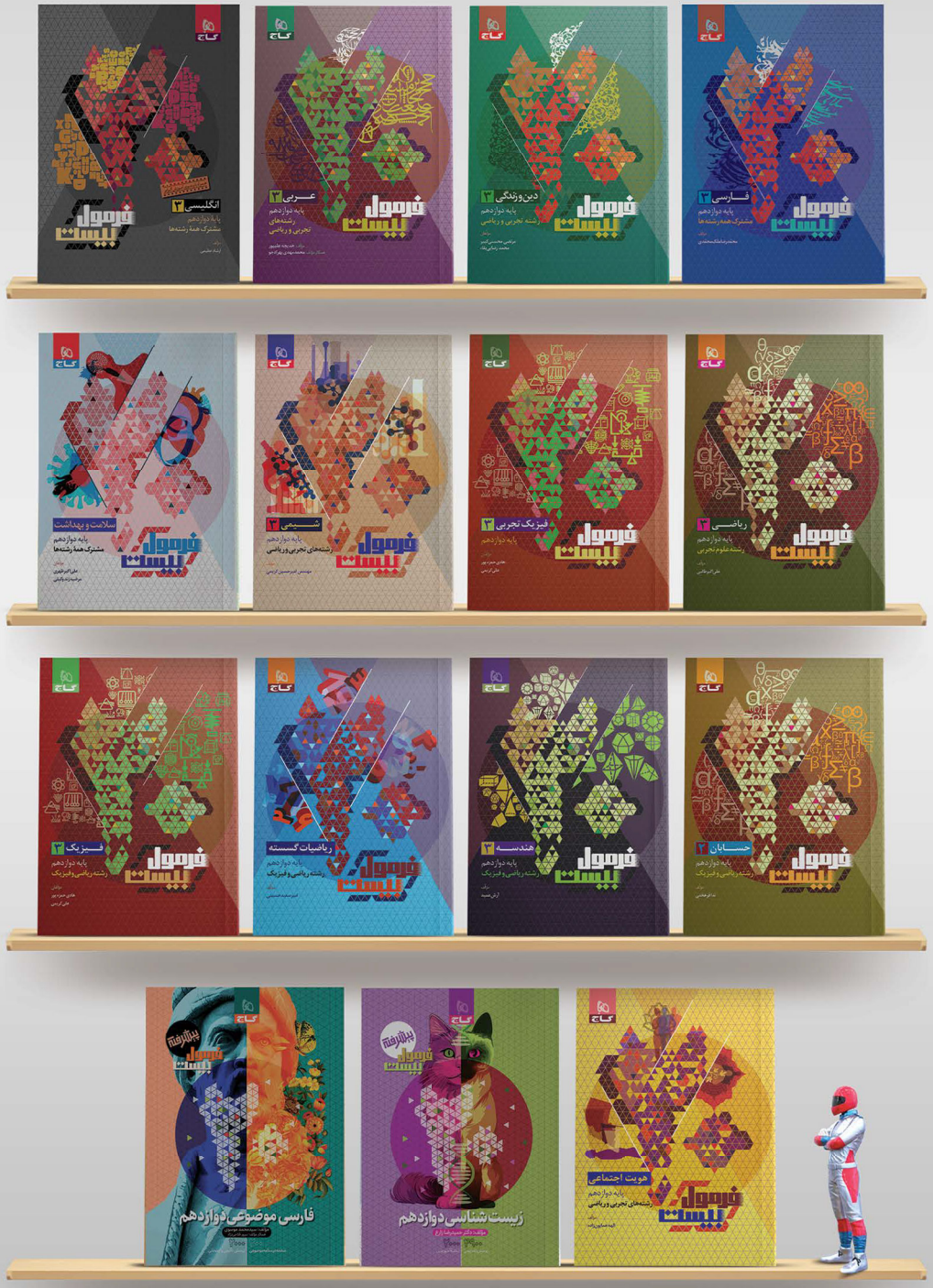
درسنامه‌های کامل + پاسخ‌های واقعاً تشریحی برای ۳۷۰۰ تست

مؤلفان: مهندس پویا الفتی - مهندس امیرحسین کریمی

ایستگاه‌های سوخت‌رسانی	ایستگاه‌های شـــارژ	تست‌های آمـوزشی
۳۱۲	۱۲۲	۲۵۰

مجموعه کتاب‌های **فرمول بیست**

ویژه ارتقا و ترمیم معدل نهایی



دکتر آی کیو
DRIQ.com
کلاس آنلاین

گاج مارکت
gajmarket.com
فروشگاه آنلاین

گاجینو
gajino.com
آموزش آنلاین

9786220307389

مقدمه پویا

تقدیم به یاورهای همیشه مومن زندگیم، پدر و مادرم؛ رضا و رویا

درود بر دانش‌آموزان و داوطلبان ورود به دانشگاه

کتابی که پیش روی شماست، هفتمین همکاری مشترک من و مهندس امیرحسین کریمی است. می‌خواهم چند نکته در مورد کتاب‌های آیکیو را با شما در میان بگذارم:

- اهمیت شیمی کنکور در تعیین نتیجهٔ کنکور و رتبهٔ شما بر کسی پوشیده نیست. به همین دلیل در جلد اول، حدود ۳۷۰۰ تست جدید و متنوع با چیدمانی کاملاً جدید طراحی کردیم که به طور کامل نیازهای درسی شما را برطرف می‌کند.
- در نگارش جلد دوم (همین کتاب) زمان زیادی برای نوشتن پاسخ‌ها صرف شده است تا دام‌ها یا نکته‌های آموزشی به طور کامل برای شما تفهیم شود.
- نوشتن و طراحی درسنامه‌هایی روان و کامل یکی از اولویت‌های ما در نگارش این جلد بوده است. تمام نکات برای شما موشکافی شده و در جایی که به مثال نیاز بوده، مثال‌ها و تست‌های آموزشی آورده شده است.

درپایان

- مراتب تشکر و قدردانی خود را به جناب مهندس ابوالفضل جوکار مدیر فرهنگ‌دوست انتشارات گاج که امکان چاپ و انتشار این کتاب را فراهم کردند، ابراز می‌کنم.

پویا الفتی

مقدمه امیرحسین

تقدیم به همان که خودش می‌داند

وقتی هنوز مدرسه نرفته بودم، بشدت علاقه داشتم که سنم زیادتر شه و بتونم رانندگی کنم (!) وقتی بزرگتر شدم و پلی تکنیک قبول شدم، حدود سه سال گذشت تا گواهینامه گرفتم و عجیب‌ترش این که الان علاقه‌ای به رانندگی ندارم! اینو گفتم که بدونی هر آرزویی یه تاریخ مصرف داره، شاید الان تو آرزوت اینه که اتفاق X برات بیفته ولی وقتی سنت بالاتر رفت و اتفاق X برات افتاد، احتمالاً دوست داری اتفاق Y برات بیفته و این خیلی وحشتناکه!

●●●

کتابی که در دست دارید در مرحلهٔ اول تمام مطالب مهم و غیرمهم! ولی موردنیاز کنکور شیمی را برای شما جا می‌اندازد. تمام سعی مولفان این بوده که مطابق ترکیبی شدن کنکور چند سال اخیر، مطالب ترکیبی و نکات مهم نیز به شما آموزش داده شود. در مرحلهٔ دوم، پاسخ تشریحی تمام سؤالات موجود در جلد اول آورده شده است. سعی کردیم در نوشتن پاسخ‌ها، نکته یا دام‌های هر تست را با هم مرور کنیم.

●●●

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 تحلیل آزمون‌های آزمایشی لذت ببرین، به اینستاگرامون حتماً سر بزنین که به شدت دلتنگتونیم. ☺

shimiluck

امیرحسین کریمی

فهرست

پایه دهم

فصل اول: کیهان، زادگاه الفبای هستی

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۱ تا ۹ کتاب درسی	۶
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۹ تا ۱۹ کتاب درسی	۱۸
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۱۹ تا ۳۴ کتاب درسی	۳۲
۴	بخش ۴: صفحهٔ ۳۴ تا ۴۱ کتاب درسی	۵۸

فصل دوم: ردّ پای گازها در زندگی

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۴۷ تا ۶۰ کتاب درسی	۷۷
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۶۰ تا ۷۵ کتاب درسی	۹۸
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۷۶ تا ۸۲ کتاب درسی	۱۱۵

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۸۵ تا ۹۲ کتاب درسی	۱۴۴
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۹۳ تا ۱۰۰ کتاب درسی	۱۵۵
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۱۰۰ تا ۱۰۳ کتاب درسی	۱۷۸
۴	بخش ۴: صفحهٔ ۱۰۳ تا ۱۱۹ کتاب درسی	۲۰۳

پایه یازدهم

فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۱ تا ۱۷ کتاب درسی	۲۳۳
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۱۸ تا ۲۹ کتاب درسی	۲۵۵
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۲۹ تا ۴۷ کتاب درسی	۲۸۳

فصل دوم: در پی غذای سالم

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۵۱ تا ۶۷ کتاب درسی	۳۳۲
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۶۷ تا ۷۷ کتاب درسی	۳۵۴
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۷۷ تا ۹۵ کتاب درسی	۳۹۳

فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۹۹ تا ۱۰۹ کتاب درسی	۴۳۶
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۱۰۹ تا ۱۲۱ کتاب درسی	۴۵۱

پایه دوازدهم

فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۱ تا ۱۳ کتاب درسی	۴۹۸
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۱۳ تا ۲۴ کتاب درسی	۵۳۰
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۲۴ تا ۳۲ کتاب درسی	۵۵۷
۴	بخش ۴: مسائل pH (ترکیبی)	۵۷۱

فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۳۷ تا ۴۴ و ۵۲ و ۵۳ کتاب درسی	۶۰۳
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۴۴ تا ۵۲ کتاب درسی	۶۳۳
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۵۶ تا ۵۹ کتاب درسی	۶۶۵
۴	بخش ۴: صفحهٔ ۵۴ تا ۵۶ و ۶۰ تا ۶۲ کتاب درسی	۶۷۳

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ...

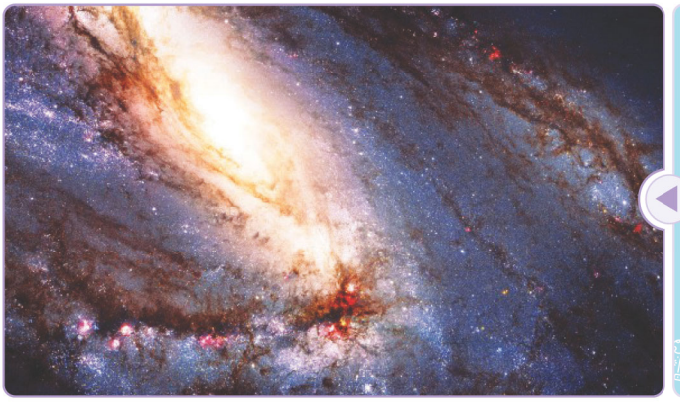
۱	بخش ۱: صفحهٔ ۶۷ تا ۷۵ کتاب درسی	۶۹۷
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۷۵ تا ۷۷ کتاب درسی	۷۱۵
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۷۷ تا ۸۸ کتاب درسی	۷۲۶

فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای ...

۱	بخش ۱: صفحهٔ ۹۱ تا ۱۰۲ کتاب درسی	۷۵۲
۲	بخش ۲: صفحهٔ ۱۰۳ تا ۱۱۰ کتاب درسی	۷۷۳
۳	بخش ۳: صفحهٔ ۱۱۱ تا ۱۲۱ کتاب درسی	۸۰۹

فصل اول

CHEMISTRY 10



کیهان زادگاه الفبای هستی

بخش اول

صفحه ۱ تا ۹ کتاب درسی

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱ — تلاش انسان برای شناخت جهان

۱ انسان برای شناخت جهان همواره با سه پرسش اساسی روبه‌رو بوده است:

پرسش اول: هستی چگونه پدید آمده است؟

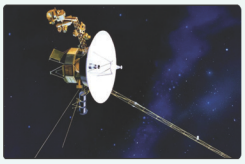
پرسش دوم: جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟

پرسش سوم: پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

پاسخ به پرسش اول در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و انسان تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی خود می‌تواند به پاسخ جامعی برای این پرسش برسد. در عوض علم تجربی برای پاسخ دادن به پرسش‌های دوم و سوم، تلاش‌های گسترده‌ای انجام داده که این تلاش‌ها باعث افزایش دانش ما در مورد جهان مادی شده است.

۲ دانشمندان برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی، دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ را در سال ۱۹۷۷ میلادی به فضا پرتاب کردند.

- **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

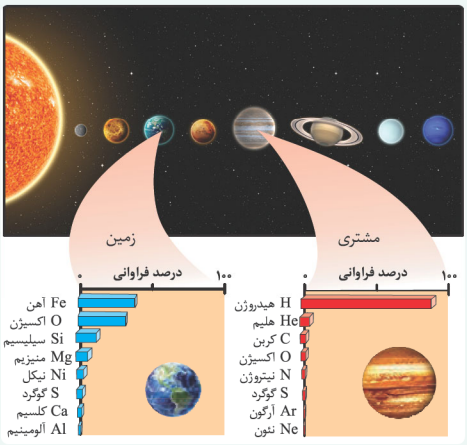


فضاپیمای وویجر ۱

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!*

ایستگاه سوخت‌رسانی ۲ — مشتری و زمین

۱ با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی (مانند زمین و مشتری) و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.



۲ شکل مقابل، ۸ عنصر اصلی سازندهٔ دو سیارهٔ زمین و مشتری را نشان می‌دهد:

- فراوان‌ترین عنصر موجود در سیارهٔ زمین، آهن (Fe) است. با کمی دقت در شکل متوجه می‌شوید که درصد فراوانی Fe در سیارهٔ زمین، کم‌تر از ۵۰٪ است.

نکته در سال دوازدهم می‌خوانید که فراوان‌ترین عنصر **پوستهٔ جامد زمین**، اکسیژن (O) و بعد از آن سیلیسیم (Si) است.

- فراوان‌ترین عنصر موجود در سیارهٔ مشتری، هیدروژن (H) است. *یه کم دقیق نگاه کن به شکل* درصد فراوانی H در سیارهٔ مشتری در حدود ۹۰٪ است.

نکته در فصل بعدی می‌خوانید که هیدروژن فراوان‌ترین عنصر موجود در جهان است.

- زمین جزء سیاره‌های سنگی است (بیشتر از جنس سنگ می‌باشد)؛ در حالی‌که مشتری جزء سیاره‌های گازی به شمار می‌رود (بیشتر از جنس گاز است). در نتیجه می‌توان گفت که چگالی سیارهٔ مشتری کم‌تر از چگالی سیارهٔ زمین است.
- در میان هشت عنصر فراوان سازندهٔ مشتری، هیچ عنصر فلزی وجود ندارد؛ در حالی‌که در زمین، هر سه نوع عنصر فلزی (مانند Fe، Mg و...)، نافلزی (مانند O، S و ...) و شبه فلزی (مانند Si) یافت می‌شود.
- در میان هشت عنصر فراوان سازندهٔ زمین و مشتری، دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) مشترک هستند. اکسیژن، دومین عنصر فراوان زمین و چهارمین عنصر فراوان مشتری بوده در حالی‌که گوگرد، ششمین عنصر فراوان در هر دو سیاره محسوب می‌شود.

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

● *و در آخر!* بهتر است مقایسهٔ درصد فراوانی هشت عنصر اصلی دو سیاره را یاد بگیرید (*حتماً سه تای اولشو خوب یاد بگیر*)

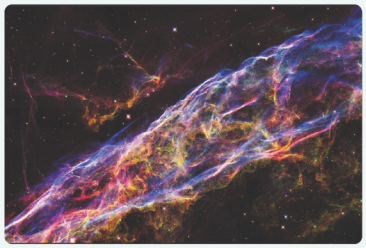
مقایسهٔ فراوانی عنصرها در زمین: $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

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

ایستگاه سوخت‌رسانی ۳

مهبانگ و 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.

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.

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.

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.

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. روند تشکیل عنصرها را می‌توان به‌طور خلاصه، به‌صورت زیر نشان داد:

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.

ایستگاه سوخت‌رسانی ۴

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.

۲ به شمار پروتون‌های هستهٔ اتم هر عنصر، عدد اتمی آن عنصر گفته می‌شود. عدد اتمی را با نماد Z نشان می‌دهند. عدد اتمی هر عنصر مانند اثر انگشت انسان‌ها، منحصر به فرد است. برای مثال عدد اتمی ۸ تنها مربوط به عنصر اکسیژن است.

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

عدد جرمی = تعداد پروتون‌ها + تعداد نوترون‌ها

$A = Z + N$

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

۴ 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.

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

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

بار − تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها

مثال شمار الکترون‌ها در P^{3-}_{15}، برابر $18 = (-3) - 15$ است.

تمرین۱ در اتم X^{45} تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر با ۳ است. تعداد الکترون‌های یون X^{3+} کدام است؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۴ ۳) ۱۷ ۴) ۱۸

پاسخ *یادت نرفته که* در تمام اتم‌ها به‌جز $_{1}^{1}H$، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون‌ها است $(N \geq Z)$، بنابراین تعداد نوترون‌های X^{45}، ۳ تا بیشتر از تعداد پروتون‌های آن است: $N - Z = 3$. عدد جرمی عنصر X^{45} *به طرز تابلویی!* برابر ۴۵ است:

$$A = N + Z = 45$$

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

$$\left.\begin{matrix} N - Z = 3 \\ N + Z = 45 \end{matrix}\right\} \Rightarrow N = 24 \, , \, Z = 21$$

تعداد الکترون‌های یون X^{3+} از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

تعداد الکترون‌ها = تعداد پروتون‌ها − بار $\Rightarrow e = 21 - (+3) = 18$ گ۴

تمرین۲ در یون فرضی X^{3-}_{75} ، اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۶ باشد، شمار نوترون‌های این عنصر کدام است؟

۱) ۳۷ ۲) ۳۹ ۳) ۴۲ ۴) ۴۴

پاسخ

۱) رابطهٔ A: $A = N + Z \Rightarrow N + Z = 75$

۲) رابطهٔ میان N و e : $N - e = 6$

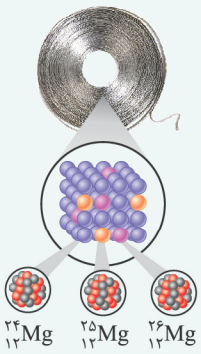
۳) رابطهٔ میان Z و e : $e = Z - (-3) \Rightarrow e = Z + 3$

با جایگذاری رابطهٔ (۳) در رابطهٔ (۲)، می‌توان به رابطهٔ $N - Z = 9$ رسید که با رابطهٔ (۱)، یک دستگاه دو معادله ـ دو مجهول تشکیل می‌دهد:

$$\oplus \left\{\begin{matrix} N + Z = 75 \\ N - Z = 9 \end{matrix}\right. \Rightarrow 2N = 84 \Rightarrow N = 42 \Rightarrow$$ گ۳

ابستگاه سوخت‌رسانی

۵ ایزوتوپ‌ها



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.

تذکر 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. شکل مقابل، نماد اتم هر یک از ایزوتوپ‌های منیزیم را نشان می‌دهد.

۳ با توجه به یکسان بودن عدد اتمی ایزوتوپ‌ها و متفاوت بودن عدد جرمی آن‌ها، بدیهی است که ایزوتوپ‌های یک عنصر در شمار نوترون‌ها با هم تفاوت دارند. 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. *هواست 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.

جمع‌بندی تمام ایزوتوپ‌های طبیعی عنصرهای اشاره شده در کتاب درسی رو یکجا ضمنتون آوردیم. بخونید 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 (سبک‌ترین ایزوتوپ)
کلر $_{17}Cl$	^{35}Cl و ^{37}CL	^{35}Cl (ایزوتوپ سبک‌تر)
پتاسیم ($_{19}K$)	^{39}K، ^{40}K و ^{41}K	^{39}K (سبک‌ترین ایزوتوپ)
برم ($_{35}Br$)	^{79}Br و ^{81}Br	درصد فراوانی هر دو تقریباً ۵۰٪ است.

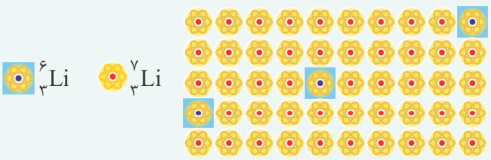
۷ درصد فراوانی ایزوتوپ فرضی A در یک نمونه از عنصر آن به‌صورت مقابل محاسبه می‌شود:

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

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.

ایستگاه سوخت‌رسانی

۶ رادیوایزوتوپ‌ها

۱ برخی ایزوتوپ‌های یک عنصر پایدار نیستند. درواقع هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان، به‌صورت خودبه‌خود متلاشی می‌شوند. این ایزوتوپ‌ها، پرتوزا هستند و اغلب بر اثر متلاشی شدن، علاوه بر ذره‌های پر انرژی، مقدار زیادی انرژی هم آزاد می‌کنند.

۲ اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد $(\frac{N}{Z} \geq ۱/۵)$، ناپایدارند. *این قاعده‌ای که گفتیم همیشه برقرار نیست و با قطعیت نمیشه روش حساب کرد، در ادامه دو تا دام مهم این جمله رو براتون آوردیم.*

- ممکن است در هستهٔ اتمی $\frac{N}{Z} \geq ۱/۵$ بوده ولی آن هسته پایدار باشد. برای 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 است با $\frac{N}{Z} = ۱/۵۸$ که بزرگ‌تر از ۱/۵ است.
- ممکن است در هستهٔ اتمی $\frac{N}{Z} < ۱/۵$ بوده ولی آن هسته ناپایدار باشد. برای مثال هستهٔ ایزوتوپ تکنسیم ـ ۹۹ $(^{99}_{43}Tc)$ ناپایدار بوده و پرتوزاست، اما نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در هستهٔ آن برابر است با $\frac{N}{Z} \simeq ۱/۳$ که کوچک‌تر از ۱/۵ است.

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.

تذکر 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!*

۵ 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.

ایستگاه سوخت‌رسانی

۷ 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	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ 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 ${}_{1}^{1}H$، ${}_{1}^{2}H$ و ${}_{1}^{3}H$ در طبیعت یافت می‌شوند، ولی ۴تای دیگر؛ یعنی ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$ ساختگی هستند.

۲ در میان ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، ایزوتوپ‌های ${}^{1}H$ و ${}^{2}H$ پایدارند، اما ایزوتوپ ${}^{3}H$ ناپایدار است. درواقع ${}^{3}H$ رادیوایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن محسوب می‌شود.

پایداری ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن: ${}^{1}H > {}^{2}H > {}^{3}H$

۳ در میان ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن، رادیوایزوتوپ ${}^{5}H$ از همه پایدارتر است، زیرا نیم عمر آن نسبت به دیگر ایزوتوپ‌های ساختگی، بیشتر می‌باشد.

نیم عمر و پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن: ${}^{5}H > {}^{6}H > {}^{4}H > {}^{7}H$

نکته جملهٔ «با افزایش شمار نوترون‌ها در ایزوتوپ‌های هیدروژن، نیم عمر آن‌ها همواره کاهش می‌یابد.» همیشه درست نیست! چون شمار نوترون‌ها در ${}^{5}H$ از ${}^{4}H$ بیشتر بوده ولی نیم‌عمر ${}^{5}H$ بیشتر است.

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 ${}^{7}H$).

ایستگاه سوخت‌رسانی

۸ کاربرد رادیو ایزوتوپ‌ها

از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود، یعنی ۲۶ = ۹۲ − ۱۱۸ 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 طب *تابلوئه* که حدود ٪۲۲ عنصرها نیز ساختگی هستند.

$$\text{درصد عنصرهای ساختگی} = \frac{۲۶}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ٪۲۲ \quad ، \quad \text{درصد عنصرهای طبیعی} = \frac{۹۲}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ٪۷۸$$

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

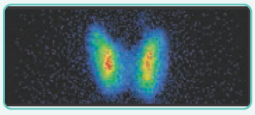
تذکر رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است، به‌طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. در ادامه با کاربردهای چند رادیوایزوتوپ آشنا می‌شوید.

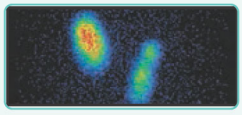
- **تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$):** در ارتباط با تکنسیم نکات زیر را به‌خاطر بسپارید:

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[۱]، 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.

آ) غدهٔ پروانه‌ای‌شکل تیروئید در بدن انسان


ب) تصویر غدهٔ تیروئید سالم


پ) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

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 آن‌جاکه **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.

تذکر 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 $\frac{N}{Z} < ۱/۵$ باشد، ولی آن هسته خاصیت پرتوزایی داشته و ناپایدار باشد.

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

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

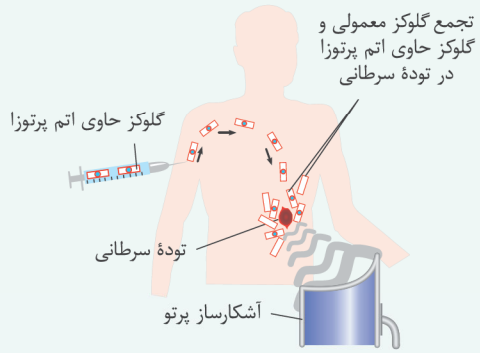
۱ **اورانیم** شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا می‌باشد که دارای دو ایزوتوپ طبیعی $^{235}_{92}U$ و $^{238}_{92}U$ است. از **اورانیم ـ ۲۳۵** (^{235}U) اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود اما یکی از *مشکلات چغر و بدبدن!* این است که فراوانی اورانیم ـ ۲۳۵ در مخلوط طبیعی عنصر اورانیم **کم‌تر از ۰/۷ 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 ـ ۲۳۵ را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم افزایش دهند (*هیچ و دست و هورا* 🙂) با این کامیابی ستودنی *رفتیم هزده‌تای 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.

● **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.



فرایند تشخیص تودهٔ سرطانی

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.

نکته *سه تا جملهٔ حفظی کتاب رو هم خوب بفون تا در تست‌ها رستگار شوی* 🙂

● 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.

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

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

---

۱ ۱ درصد فراوانی عنصرهای مشترک در سیاره‌های زمین و مشتری یعنی اکسیژن و گوگرد، یکسان نبوده و برای هر کدام، این مقدار در سیارهٔ زمین، بیش‌تر است.

---

۲ ۴ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** **اولی:** عکس داده‌شده **پیش** از خروج از سامانهٔ خورشیدی وویجر ۱ از زمین توسط آن گرفته شده است. **دومی:** دو عنصر S و O میان هشت عنصر فراوان‌تر این دو سیاره مشترک هستند. **سومی:** در میان ۸ عنصر فراوان سیارهٔ زمین، دو عنصر O و S نافلز و عنصر Si نیز یک شبه فلز محسوب می‌شود. پس ۵ عنصر از ۸ عنصر فلزند که درصد آن برابر ۶۲/۵٪ خواهد بود. **چهارمی:** عناصر در جهان هستی به‌صورت **ناهمگون** توزیع شده‌اند. **پنجمی:** پاسخ به هر دو پرسش در قلمرو علم تجربی می‌گنجد.

---

۳ ۱ **چکاپ کامل** آ نادرست ـ آخرین تصویری که وویجر ۱ از زمین گرفت، از فاصلهٔ تقریبی ۷ **میلیارد** کیلومتری بود. ب درست ـ وویجرها مأموریت داشتند شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیارهٔ مشتری (بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی) و سه سیارهٔ زحل، اورانوس و نپتون را تهیه کنند و بفرستند. پ نادرست ـ 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. ت نادرست ـ چهار سیاره‌ای که وویجرها مأموریت داشتند شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند، عبارتند از مشتری، زحل، اورانوس و نپتون. در صورتی که چهار سیارهٔ دیگر یعنی تیر، ناهید، زمین و مریخ در فاصلهٔ نزدیک‌تری به خورشید قرار دارند.

---

۴ ۲ در سامانهٔ خورشیدی، شعاع سیارهٔ مشتری بیش‌تر از سیاره‌های دیگر است (حذف مورد «ب»). هم‌چنین بیش‌تر جرم این سیاره را عنصر هیدروژن تشکیل می‌دهد (حذف مورد «پ»).

---

۵ ۴ فراوان‌ترین عنصر موجود در مشتری، هیدروژن است که درصد فراوانی آن به مراتب بیشتر از ۵۰٪ است.

---

۶ ۳ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** ب هیدروژن، نه نیتروژن! پ نخستین ذره‌های به‌وجود آمده پس از مهبانگ ذره‌های زیراتمی یعنی الکترون، پروتون و نوترون بودند. ت آهن از عنصرهای سبک مانند لیتیم و کربن به‌وجود آمده است.

---

۷ ۳ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ **برخی از دانشمندان** بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب همراه بوده است. پ طی مهبانگ، انرژی عظیمی **آزاد** شده است.

---

۸ ۲ انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است.

۹ ۴ چکاپ کامل آ درست ب درست ـ X که حتماً هلیم (دومین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری) و Y یک عنصر سنگین مانند آهن (فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین) است.
پ درست ـ درصد فراوانی آهن با توجه به شکل کتاب درسی، بیش از ۳۰٪ پیش‌بینی می‌شود، در حالی‌که مجموع درصد فراوانی دومین تا هشتمین عنصر سازندهٔ سیارهٔ مشتری (یعنی از He تا Ne) حدود ۱۰٪ است. ت درست ـ در میان هشت عنصر فراوان مشتری، عنصر فلزی نداریم و این سیاره به طور عمده از نافلزها پدید آمده است.

۱۰ ۴ چکاپ کامل

۱) $^{65}_{29}Cu^{2+}$: $Z=29 \Rightarrow e=29-2=27$; $N=65-29=36$; $N-e=36-27=9$

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

۳) $^{79}_{34}Se^{2-}$: $Z=34 \Rightarrow e=34+2=36$; $N=79-34=45$; $N-e=45-36=9$

۴) $^{75}_{33}As^{3-}$: $Z=33 \Rightarrow e=33+3=36$; $N=75-33=42$; $N-e=42-36=6$

۱۱ ۳ شرط سوال با نمادهای شیمی به‌صورت $N=Z+\frac{e}{2}$ است. این شرط تنها در دو گونهٔ $^{133}_{53}I^-$ و $^{124}_{50}Sn^{2+}$ برقرار است:

$^{124}_{50}Sn^{2+}$: $Z=50$; $e=Z-\text{بار}=50-2=48$; $N=A-Z=124-50=74$; $74=50+\frac{48}{2}$ ✓

$^{133}_{53}I^-$: $Z=53$; $e=Z-\text{بار}=53-(-1)=54$; $N=A-Z=133-53=80$; $80=53+\frac{54}{2}$ ✓

۱۲ ۲ یون X^{3+} دارای ۴۲ الکترون است پس اتم X دارای ۴۵ پروتون می‌باشد (در اتم خنثای X، شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است.)

$N=1/2Z=1/2\times45=54$ ← به زبان ریاضی ← نوترون‌ها ۲۰٪ بیشتر از پروتون‌ها

$A=N+Z=54+45=99$

شمار ایزوتوپ‌های طبیعی منیزیم برابر ۳ بوده که در نتیجه نسبت خواسته‌شده معادل $\frac{99}{3}=33$ است.

۱۳ ۱

ایستگاه شارژ اگر در یک گونه، اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها داده شود، می‌توان از رابطهٔ زیر عدد اتمی آن را به دست آورد:

$$\text{عدد اتمی}(Z)=\frac{\text{عدد جرمی}(A)-(\text{اختلاف تعداد } N \text{ و } e)+\text{بار یون}}{2}$$

برای این سؤال می‌توان نوشت:

$$Z=\frac{A-(\text{اختلاف تعداد } N \text{ و } e)+\text{بار یون}}{2}=\frac{117-(12+(-3))}{2}=51$$

منظور از ذره‌های زیراتمی باردار همان مجموع تعداد الکترون‌ها و پروتون‌هاست:

X^{3-} در $=$ مجموع شمار پروتون و الکترون $=51+54=105$

شمار نوترون‌ها در $^{11}_{5}B^+$ برابر $6=5-11$ است. در نتیجه نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{105}{6}=17/5$ است.

۱۴ ۳ با توجه به بار یون‌های X^{2-} و D^{2+} و با توجه به این‌که الکترون‌های این دو یون با هم برابر است، می‌توان نتیجه گرفت که عدد اتمی X، چهار واحد کم‌تر از عدد اتمی D است. بنابراین مطابق داده‌های سؤال، عدد جرمی D، $17+4=13$ واحد بیشتر از عدد جرمی X است.

X عدد جرمی $=226-17=209$

$A=3Z-43 \Rightarrow 209+43=3Z \Rightarrow Z=84$

۱۵ ۴ چکاپ کامل آ درست ـ منظور از ذره‌های بنیادی، پروتون، الکترون و نوترون می‌باشد. خب با این مقدمه به محاسبه‌های زیر توجه کن:

$$\text{شمار ذره‌های بنیادی}=Z+\underbrace{N+e}_{A}=Z+A$$

$A=Z+N \Rightarrow N=A-Z$ ب درست 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:

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

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.

۱۶ ۴ بررسی تک‌تک غلط‌ها ۱) بررسی‌ها نشان می‌دهد که **اغلب** در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. ۲) شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع **اتم** تشکیل شده باشد. ۳) یک نمونهٔ طبیعی از منیزیم شامل ۳ ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$ ، $^{25}_{12}Mg$ ، $^{26}_{12}Mg$ است.

۱۷ ۳ موارد (ب)، (پ) و (ت)، عبارت داده شده را به‌درستی کامل می‌کنند.

ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان، اما عدد جرمی متفاوت دارند. به عبارت دیگر، ایزوتوپ‌های یک عنصر، تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های برابر ولی تعداد نوترون‌های متفاوتی دارند. در نتیجه ایزوتوپ‌های یک عنصر، خواص شیمیایی یکسانی دارند اما در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی دارای تفاوت هستند.

۱۸ ۲ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** پ در میان دو ایزوتوپ طبیعی لیتیم، ایزوتوپ **سنگین‌تر** ($^{7}_{3}Li$) پایدارتر است. ت A نشان‌دهندهٔ **عدد جرمی** است.

۱۹ ۱ ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که در عدد اتمی (Z) یکسان، اما در عدد جرمی (A) با هم تفاوت دارند.

۲۰ ۴ هر چهار عبارت پیشنهاد شده درست هستند.

چکاپ کامل **اولی:** مطابق شکل داده شده؛ $^{7}_{3}Li$ ایزوتوپ پایدارتر لیتیم است که تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های آن، همانند پایدارترین ایزوتوپ هیدروژن ($^{1}_{1}H$) برابر با ۱ است.

دومی: درصد فراوانی ایزوتوپ‌های طبیعی لیتیم ($^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$^{7}_{3}Li: \frac{47}{50}\times 100 = \%94 \qquad ^{6}_{3}Li: \frac{3}{50}\times 100 = \%6$$

سومی: عدد جرمی ایزوتوپ پایدارتر لیتیم ($^{7}_{3}Li$) همانند عدد جرمی ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن ($^{7}_{1}H$) برابر با ۷ است.

چهارمی: به ازای هر ۱۰۰ اتم لیتیم موجود در طبیعت، ۹۴ ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ و ۶ ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ وجود دارد:

$$\left.\begin{matrix}\text{شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها: } 94(7)+6(6)=694 \\ \text{شمار الکترون‌ها: } 100(3)=300\end{matrix}\right\} \Rightarrow \text{مجموع ذره‌های باردار و بدون بار} = 694+300 = 994$$

۲۱ ۲ **اغلب** هسته‌هایی که نسبت **شمار نوترون‌ها** به **شمار پروتون‌های** آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

۲۲ ۳ با گذشت ۱۶ روز، شمار هسته‌های پرتوزا، $\frac{1}{16}$ برابر شده است (از N_0 به $\frac{N_0}{16}$ رسیده). ابتدا نیم عمر را تعیین می‌کنیم:

$$N_0 \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} \frac{N_0}{2} \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} \frac{N_0}{4} \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} \frac{N_0}{8} \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} \frac{N_0}{16}$$

هر فلش بالا گذشت یک نیم عمر را نشان می‌دهد، ۴ تا فلش داریم پس ۴ نیم عمر (T) گذشته تا به $\frac{N_0}{16}$ برسیم:

$$4\times T = 16(\text{روز}) \Rightarrow T = 4(\text{روز})$$

حالا سوال شمار هسته‌های فعال بعد از گذشت ۸ روز را پرسیده است. ۸ روز یعنی ۲ نیم عمر (۲ فلش بالا) برای این مادهٔ پرتوزا، با در نظر گرفتن دو فلش بالا، هستهٔ پرتوزا از N_0 به $\frac{N_0}{4}$ رسیده‌اند:

$$\text{درصد هسته‌های فعال} = \frac{\text{تعداد هسته‌های فعال}}{\text{تعداد هسته‌های اولیه}}\times 100 = \frac{\frac{N_0}{4}}{N_0}\times 100 = \%25$$

۲۳ ۱ جرم متلاشی شده را با a و جرم رادیوایزوتوپ‌های باقی‌مانده را با b نشان می‌دهیم. مطابق اطلاعات سوال می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} a+b=320 \\ a-b=300 \end{cases} \Rightarrow a=310\ ,\ b=10$$

پس ۳۲۰ گرم مادهٔ پرتوزای اولیه آن‌قدر پرتوزایی کرده که تنها ۱۰g به‌صورت فعال باقی‌مانده است. از فلش‌های زیر استفاده می‌کنیم:

$$320\text{g} \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} 160\text{g} \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} 80\text{g} \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} 40\text{g} \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} 20\text{g} \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{T} 10\text{g}$$

هوا اینجا! هر فلش بالا نشان‌دهندهٔ یک نیم عمر است. ۵ فلش داریم یعنی ۵ نیم عمر گذشته تا ۳۲۰g به ۱۰g مادهٔ پرتوزا برسد که ۱۲ شبانه‌روز زمان صرف شده است.

$$5\times T = 12\text{روز}\times\frac{24\text{ساعت}}{1\text{روز}} \Rightarrow T = \frac{12\times 24}{5} = 57/6\ \text{ساعت}$$

(نیم عمر = T)

۲۴ ۲ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** پ سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ هیدروژن به ترتیب دارای **صفر و ۶** نوترون هستند. ت نیم‌عمر رادیوایزوتوپ هیدروژن ـ ۴ **کم‌تر** از رادیوایزوتوپ هیدروژن ـ ۵ است.

۲۵ ۴ داده‌های جدول زیر مربوط به ایزوتوپ‌های هفتگانه هیدروژن است.

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	$1/4\times10^{-22}$ ثانیه	$9/1\times10^{-22}$ ثانیه	$2/9\times10^{-22}$ ثانیه	$2/3\times10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

چکاپ کامل **اولی:** درست ـ ایزوتوپ‌های ^{1}H و ^{2}H پایدار بوده و هسته ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی (^{3}H) شامل ۲ نوترون است. **دومی:** درست ـ ایزوتوپ‌های ^{3}H تا ^{7}H جزو رادیو ایزوتوپ‌ها بوده و عدد جرمی پایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی (^{5}H) برابر با ۵ است. **سومی:** درست ـ عدد جرمی پایدارترین رادیو ایزوتوپ (^{3}H) برابر با ۳ بوده و هسته ناپایدارترین رادیوایزوتوپ (^{7}H) شامل ۶ نوترون است. **چهارمی:** درست ـ ^{1}H فاقد نوترون بوده و فراوانی آن در طبیعت بیش از ۹۹/۹٪ است.

۲۶ ۴ ● مجموع شمار ذره‌های زیر اتمی (پروتون، نوترون و الکترون) در یک اتم خنثی برابر با مجموع عدد جرمی و عدد اتمی است.

● بنابراین مجموع شمار ذره‌های زیر اتمی در $_{1}^{5}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{7}H$ به‌ترتیب برابر با ۶، ۳ و ۸ است. $\frac{\frac{6}{3}}{8}=\frac{2}{8}=0/25$

۲۷ ۲ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ) **تکنسیم ـ ۹۹**، نخستین عنصری بود که در راکتور هسته‌ای ساخته شد. ب) **به گلوکز حاوی اتم پرتوزا**، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.

۲۸ ۳ به جز عبارت نخست، سایر عبارت‌ها درست هستند. فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کم‌تر است.

۲۹ ۳ جملهٔ داده‌شده، نادرست است؛ زیرا یون یدید با یونی که حاوی تکنسیم است، **اندازهٔ مشابهی** دارد.

چکاپ کامل آ) نادرست ـ غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، یون حاوی تکنسیم را نیز جذب می‌کند. ب) نادرست ـ واکنش‌های هسته‌ای نه شیمیایی پیشرفته! پ) نادرست ـ از آن‌جا که **نیم عمر تکنسیم** کم است، نمی‌توان برای مدت طولانی آن را نگهداری کرد. ت) درست ـ در $^{99}_{43}Tc$ به اندازهٔ ۴۳ پروتون و $56=43-99$ نوترون یافت می‌شود که نسبت N به Z برای آن برابر $\frac{56}{43}\simeq 1/3$ است. ث) درست ـ از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، ۹۲ عنصر طبیعی و ۲۶ عنصر ساختگی هستند که تفاوت آن‌ها برابر $66=26-92$ است.

۳۰ ۱ فقط عبارت «آ» نادرست است. رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. به طوری که از آن‌ها در پزشکی، **کشاورزی** و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

۳۱ ۱ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ) A (گلوکز نشان‌دار) حاوی اتم پرتوزا بوده ولی لزوماً تمامی اتم‌های آن، پرتوزا نیست. ب) B (توده سرطانی) یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند. پ) C همان دستگاه آشکارساز پرتو است. ت) تودهٔ سرطانی هر دو نوع گلوکز معمولی و نشان‌دار را با یک احتمال جذب می‌کند.

۳۲ ۴ **چکاپ کامل** آ) نادرست ـ آخرین تصویری که وویجر ۱ **پیش** از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زمین گرفت، از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری بود. ب) نادرست ـ وویجرها مأموریت داشتند **باگذر از کنار** سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. پ) نادرست ـ مطالعهٔ کیهان و به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به پرسش در مورد چگونگی پیدایش عنصرها، کمک شایانی می‌کند. 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. ت) نادرست ـ مطابق شکل کتاب درسی دهم، بین زمین و مشتری یک سیارهٔ دیگر (مریخ) وجود دارد.

۳۳ ۳ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ) و ب) **برخی** از دانشمندان **بر این باورند** که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی **آزاد** شده است. پ) عنصرهای هیدروژن و هلیم نخست تبدیل به **عنصرهای سبک** و در نهایت از آن‌ها، **عنصرهای سنگین‌تر** تولید شده‌اند.

۳۴ ۲ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ) **به اتم‌های یک عنصر** که عدد جرمی آن‌ها متفاوت است، ایزوتوپ گفته می‌شود. ب) خود ستاره‌ها از سحابی‌ها به وجود می‌آیند.

۳۵ ۱ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** 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.

۳۶ ۲ **چکاپ کامل** 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.

۳۷ ۱ با توجه به اطلاعات مربوط به X^+ می‌توان نوشت:

$$X^+\begin{cases} e=79 \\ e=Z-\text{بار} \Rightarrow Z=79+1=80 \\ N=Z+(\%40\,Z) \xrightarrow{\%40\text{ همان }\frac{40}{100}\text{ است!}} N=Z+\frac{40}{100}Z \Rightarrow N=\frac{140}{100}\times 80=112 \end{cases}$$

عدد جرمی یک عنصر برابر مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن است: $A=N+Z=112+80=192$

۳۸ ۲ عدد جرمی این عنصر برابر ۷۹ است: $N+Z=79$: **رابطهٔ (۱)**

با توجه به بار یون X^{3+} می‌توان نوشت: $e=Z-3 \Rightarrow$ بار − تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها : **رابطهٔ (۲)**

اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{79}X^{3+}$ برابر ۱۸ است: $N-e=18 \xrightarrow{\text{رابطهٔ (۲)}} N-(Z-3)=18 \Rightarrow N-Z=15$: **رابطهٔ (۳)**

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

$$\left.\begin{matrix} N+Z=79 \\ N-Z=15 \end{matrix}\right\} \Rightarrow 2N=94 \Rightarrow N=47, Z=32$$

تموم نشده‌ها! با استفاده از رابطهٔ سادهٔ مقابل، تعداد الکترون‌ها در یون X^{2+} را محاسبه می‌کنیم: $e=32-2=30$ = بار − تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها

۳۹ ۴ مطابق داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} e_{M^+} = Z_M - ۱ \\ e_{X^{۲+}} = Z_X - ۲ \\ e_{M^+} = ۵ + e_{X^{۲+}} \end{cases} \Rightarrow Z_M - Z_X = ۴$$

از طرفی $N_M - N_X = ۵$ است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$A_M - A_X = (N_M + Z_M) - (N_X + Z_X) = (N_M - N_X) + (Z_M - Z_X) = ۵ + ۴ = ۹$$

$$A_X = A_M - ۹ = ۶۴ - ۹ = ۵۵$$

---

۴۰ ۲ در یک اتم خنثی تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است: $Z =$ تعداد الکترون‌ها $=$ تعداد پروتون‌ها : رابطهٔ (۱)

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

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

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.

$$A = N + Z = ۹۰ + ۶۰ = ۱۵۰$$

---

۴۱ ۲

$$^{۴۴}_{۲۱}Sc^{۳+}: \begin{cases} e = ۲۱ - ۳ = ۱۸ \\ n = ۴۴ - ۲۱ = ۲۳ \end{cases} \Rightarrow ۵ = ۲۳ - ۱۸ = \text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها}$$

$$\begin{cases} ^{۳۱}_{۱۵}P^{۳-}: e = ۱۵ + ۳ = ۱۸ \\ ^{۵۶}_{۲۶}Fe^{۳+}: e = ۲۶ - ۳ = ۲۳ \end{cases} \Rightarrow ۵ = ۲۳ - ۱۸ = \text{تفاوت شمار الکترون‌ها}$$

---

۴۲ ۴ فراوانی و پایداری ایزوتوپ $^{۶}_{۳}Li$ که شمار ذره‌های زیراتمی آن با هم برابر می‌باشد، کم‌تر از ایزوتوپ $^{۷}_{۳}Li$ است.

---

۴۳ ۴ چکاپ کامل

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. ت درست ـ از آن‌جا که شمار نوترون‌های یک اتم خنثی برابر شمار الکترون‌ها یا بیشتر از آن است (به‌جز در $^{۱}_{۱}H$)، در ذره‌های با بار منفی (آنیون)، ممکن است اتم با دریافت یک یا چند الکترون، تعداد الکترون‌های خود را با نوترون‌ها برابر کند. اما در کاتیون‌های پایدار، اتم یک یا چند الکترون خود را از دست می‌دهد و تفاوت شمار الکترون‌ها با نوترون‌های آن بیشتر از حالت خنثی می‌شود و برابری آن‌ها امکان‌پذیر نیست.

تذکر تعداد الکترون و نوترون در یون هیدروژن $(^{۱}_{۱}H^+)$ با یک‌دیگر برابر و مساوی صفر است. اما توجه داشته باشید که کاتیون H^+ پایدار نیست، *برای همینه که هی داریم می‌گیم کاتیون‌های پایدار!*

---

۴۴ ۲ بررسی تک‌تک غلط‌ها

پ فراوانی و در نتیجه پایداری ایزوتوپ ^{۷۹}Br بیشتر از ^{۸۱}Br است. ت سرعت واکنش ایزوتوپ‌ها با یک مادهٔ مشخص، یکسان است. زیرا سرعت واکنش جزو خواص شیمیایی بوده و خواص شیمیایی به عدد اتمی وابسته است که برای ایزوتوپ‌ها یکسان می‌باشد.

---

۴۵ ۲ چکاپ کامل

۱ نادرست ـ *همون مثالی که توی ایستگاه زدیم رو تکرار می‌کنیم!* در تکنسیم که عنصری پرتوزا به‌شمار می‌رود، نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها کوچک‌تر از ۱/۵ است. ۲ درست ـ به عملیات زیر توجه کنید *(هواستون باشه که با معکوس کردن یک کسر، علامت $\leq$ یا $\geq$ نیز برعکس می‌شه).*

$$\text{در اغلب ایزوتوپ‌های ناپایدار}: \frac{N}{Z} \geq ۱/۵ \xrightarrow{\text{معکوس کردن دو طرف}} \frac{Z}{N} \leq \frac{۱}{۱/۵} \Rightarrow \frac{Z}{N} \leq ۰/۶۷$$

۳ نادرست ـ $^{۳}_{۱}H$ یک رادیوایزوتوپ است، اما نیم‌عمر آن تقریباً ۱۲/۳۲ سال است. ۴ نادرست ـ به عملیات زیر توجه کنید:

$$\frac{N}{Z} \geq \frac{۱/۵}{۱} \xrightarrow{\text{قاعدهٔ ترکیب مخرج در صورت}} \frac{N+Z}{Z} \geq \frac{۱/۵+۱}{۱} \xrightarrow{A=N+Z} \frac{A}{Z} \geq ۲/۵ \xrightarrow{\text{معکوس کردن دو طرف}} \frac{Z}{A} \leq ۰/۴$$

---

۴۶ ۲ ترتیب پایداری رادیوایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به‌صورت مقابل است: پایداری: $^{۵}_{۱}H > ^{۶}_{۱}H > ^{۴}_{۱}H > ^{۷}_{۱}H$

هستهٔ رادیوایزوتوپ $^{۵}_{۱}H$ شامل یک پروتون و چهار نوترون است.

۴۷ ۴ چکاپ کامل آ نادرست ـ تفاوت عدد اتمی و عدد جرمی برابر شمار **نوترون‌ها** است که برای ایزوتوپ‌های یک عنصر **متفاوت** است. ب نادرست ـ عدد جرمی یک اتم برابر مجموع **شمار** پروتون‌ها و نوترون‌های آن اتم است. پ نادرست ـ ایزوتوپ‌های پرتوزای یک عنصر می‌توانند **طبیعی** باشند مانند $^{3}_{1}H$. ت نادرست ـ سرعت واکنش ایزوتوپ‌های یک عنصر با یک مادهٔ مشخص، **یکسان** است.

۴۸ ۴ چکاپ کامل آ به ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار یک عنصر، رادیوایزوتوپ گفته می‌شود. $^{3}_{1}H$ نمونه‌ای از رادیوایزوتوپ عنصر هیدروژن است. ب خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها به دلیل داشتن تعداد پروتون‌های برابر، یکسان است. از این‌رو نمی‌توان با استفاده از روش‌های شیمیایی ایزوتوپ‌ها را از یک‌دیگر جداسازی کرد. در عوض از روش‌های فیزیکی مبتنی بر جرم *می‌شه استفاده کرد و لذت برد* 🙂.

پ ابتدا درصد فراوانی $^{3}_{1}H$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{3}_{1}H = ۱۰۰ - (۹۹/۹۸۸۵ + ۰/۰۱۱۴) = ۰/۰۰۰۱$$

با توجه به فرمول درصد فراوانی می‌توان نوشت:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{3}_{1}H = \frac{\text{تعداد اتم‌های } {}^{3}_{1}H}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۰/۰۰۰۱ = \frac{۱/۵ \times ۱۰^{۱۰}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{تعداد کل اتم‌ها} = ۱/۵ \times ۱۰^{۱۶}$$

بنابراین پاسخ درست (پ) و پاسخ نادرست (آ) و (ب) در گزینهٔ (۴) آمده است.

۴۹ ۱ چکاپ کامل **اولی:** درست ـ مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر ۱۰۰ است:

$$۷a + ۸ + a = ۱۰۰ \Rightarrow ۸a = ۹۲ \Rightarrow a = ۱۱/۵$$

دومی: درست ـ بدون شرح!

سومی: درست ـ فراوانی ایزوتوپ $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ از سایر ایزوتوپ‌های منیزیم کم‌تر است و در نتیجه ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم به شمار می‌رود. در این ایزوتوپ، تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۱ است. هم‌چنین در ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن $(^{3}_{1}H)$ تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۱ است.

چهارمی: درست ـ در یک نمونهٔ طبیعی از اتم‌های منیزیم، ایزوتوپ سبک‌تر $(^{۲۴}_{۱۲}Mg)$ پایداری بیشتری دارد، اما در یک نمونهٔ طبیعی از اتم‌های لیتیم، ایزوتوپ سنگین‌تر $(^{۷}_{۳}Li)$ پایداری بیشتری دارد.

$$\text{شمار ایزوتوپ‌های } {}^{۲۶}_{۱۲}Mg \text{ در یک نمونهٔ ۵۰۰۰ تایی} = ۵۰۰۰ \times \frac{۱۱/۵}{۱۰۰} = ۵۷۵ \Rightarrow \text{درصد فراوانی } {}^{۲۶}_{۱۲}Mg : ٪۱۱/۵$$

۵۰ ۴ بررسی تک‌تک غلط‌ها آ رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. ب این عبارت لزوماً درست نیست. برای مثال نیم‌عمر رادیو ایزوتوپ ^{3}H بیش از ۱۰ سال است.

۵۱ ۲ چکاپ کامل آ درست ـ اتم سنگین‌ترین ایزوتوپ پایدار هیدروژن $(^{۲}_{۱}H)$ دارای یک الکترون، یک پروتون و یک نوترون است. ب نادرست ـ اگر در یون $M^{۲-}$، شمار نوترون‌ها برابر با شمار الکترون‌ها باشد، رابطهٔ $A = ۲Z + ۲$ برای این ذره برقرار است:

$$M^{۲-}\begin{cases} N = e \\ e - Z = ۲ \end{cases} \Rightarrow N - Z = ۲ \Rightarrow Z + ۲ = N \xrightarrow{\text{جمع کردن دو طرف با } Z} Z + Z + ۲ = N + Z \Rightarrow ۲Z + ۲ = A$$

پ نادرست ـ از آن‌جا که شمار الکترون‌های یون‌های M^{+} و $X^{۳+}$ با هم برابر است، می‌توان نتیجه گرفت که شمار پروتون‌های X، دو واحد بیشتر از شمار پروتون‌های M است. از طرفی چون نوترون‌های دوگونه نیز با هم برابر است می‌توان دریافت که عدد جرمی X، دو واحد بیشتر از عدد جرمی M است. ت درست ـ از بین ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۲۶ عنصر ساختگی فاقد ایزوتوپ طبیعی هستند:

$$\frac{۲۶}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ٪۲۲$$

۵۲ ۳ فقط عبارت (پ) نادرست است. یون یدید با یونی که حاوی $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ است، اندازهٔ مشابهی دارد و با یون $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ از نظر اندازه متفاوت می‌باشد.

۵۳ ۳ به‌جز عبارت (پ)، بقیهٔ عبارت‌ها درست هستند. غدهٔ تیروئید هنگام جذب **یون‌های یُدید**، یون حاوی تکنسیم را نیز جذب می‌کند.

۵۴ ۳ بررسی تک‌تک غلط‌ها آ پسماندهای راکتورهای اتمی، خاصیت پرتوزایی دارند. ت تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون‌های $^{۲a+۵}_{a}X^{۲+}$ و $^{۲b+۱}_{b}A^{۳-}$ به ترتیب برابر ۷ و ۲ است.

۵۵ ۲ بررسی تک‌تک غلط‌ها ب اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که **یکی از ایزوتوپ‌های** آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. ت رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. به طوری‌که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

۵۶ ۴ بررسی تک‌تک غلط‌ها آ دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. ب مطابق شکل کتاب درسی، هم گلوکز معمولی و هم گلوکز نشان‌دار (گلوکز حاوی اتم پرتوزا) در تودهٔ سرطانی تجمع می‌کنند.

۵۷ ۴ چکاپ کامل آ اغلب عنصرها مخلوطی شامل دو یا چند ایزوتوپ هستند. در واقع عنصر ماده‌ای است که از اتم‌های یکسان تشکیل شده باشد.

ب از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود:

$$\frac{۹۲}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ٪۷۸$$

پ از هر ۵۰ اتم لیتیم موجود در طبیعت، ۳ اتم آن، ^{۶}Li و ۴۷ اتم دیگر، ^{۷}Li است:

$$\frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۶$$

ت اغلب اتم‌هایی که نسبت شمار **نوترون به پروتون** در هسته آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند.

۵۸ **۴** منظور از «مجموع شمار ذره‌های زیراتمی»، مجموع تمام الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های گونهٔ موردنظر است. با توجه به سؤال می‌توان نوشت:

رابطهٔ (۱) $\Rightarrow Z+N+e=17 \quad (N-Z) \Rightarrow e=16N-18Z$ (تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها) $=17$ مجموع شمار ذره‌های زیراتمی

نسبت اندازهٔ بار یون موردنظر به تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌های آن برابر $\frac{1}{3}$ است:

رابطهٔ (۲) $\frac{\text{اندازهٔ بار یون}}{\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها}}=\frac{1}{3} \Rightarrow$ اندازهٔ بار یون $=\frac{1}{3}$ (تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها) $\Rightarrow Z-e=\frac{1}{3}(N-e) \Rightarrow 2e=3Z-N$

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

$$\left.\begin{matrix}\text{رابطهٔ (۱)}: 2e=32N-36Z \\ \text{رابطهٔ (۲)}: 2e=3Z-N\end{matrix}\right\} \Rightarrow 32N-36Z=3Z-N \Rightarrow 33N=39Z \Rightarrow 11N=13Z$$

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.

---

۵۹ **۴** هیدروژن دارای سه ایزوتوپ طبیعی ^{1}H، ^{2}H و ^{3}H است. با توجه به این ایزوتوپ‌ها، در مجموع ۶ نوع مولکول H_2 می‌تواند وجود داشته باشد:

$^{1}H-^{1}H \quad ^{1}H-^{2}H \quad ^{2}H-^{2}H$
$^{1}H-^{3}H \quad ^{3}H-^{3}H \quad ^{2}H-^{3}H$

---

۶۰ **۲** فرض می‌کنیم مخلوط ایزوتوپ‌های عنصر X شامل ۱۰۰ اتم باشد که ۴۰ اتم آن X^* و ۶۰ اتم باقی‌مانده، پایدار هستند. پس از گذشت یک شبانه‌روز که معادل ۲۴ ساعت یا ۳ نیم‌عمر ایزوتوپ X^* است، شمار اتم‌های باقی‌ماندهٔ X^* برابر خواهد بود با:

۴۰ $\xrightarrow{\text{۸ ساعت}}$ ۲۰ atom $\xrightarrow{\text{۸ ساعت}}$ ۱۰ atom $\xrightarrow{\text{۸ ساعت}}$ ۵ atom

درصد X^* در مخلوط باقی‌مانده $=\frac{\text{شمار } X^*}{\text{شمارهٔ ایزوتوپ‌های X}} \times 100=\frac{5}{(60+5)} \times 100=\%7/7$

---

۶۱ **۱** چکاپ کامل آ) درست ـ از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود و ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است:

$\frac{\text{شمار عنصرهای طبیعی}}{\text{شمار عنصرهای ساختگی}}=\frac{92}{26}=3/54$

ب) نادرست ـ یون یُدید با یونی که **حاوی تکنسیم** (^{99}Tc) است، (نه خود یون تکنسیم!) اندازهٔ مشابهی دارد. پ) نادرست ـ به ایستگاه شارژ زیر توجه کنید.

ایستگاه شارژ

۱) در یک اتم، شمار نوترون‌ها همواره برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها و الکترون‌هاست (به‌جز ^{1}H).

۲) در یون X^{m+}، شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌هاست *اما قطعاً* بیشتر از شمار الکترون‌ها می‌باشد.

۳) در یون X^{n-}، دو حالت اتفاق می‌افتد:

- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها، بیشتر از قدرمطلق بار آنیون (n) باشد، قطعاً نوترون‌ها بیشتر از شمار الکترون‌هاست.
- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها، کم‌تر یا مساوی قدرمطلق بار آنیون (n) باشد، نمی‌توان به‌طور دقیق گفت که تعداد نوترون‌ها بیشتر است یا الکترون‌ها!

در یک اتم: $e=Z \leq N$

در یون X^{m+}: $e<Z \leq N$

ت) نادرست ـ رادیوایزوتوپ تکنسیم و رادیوایزوتوپی از فسفر، از جمله رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران هستند.

---

۶۲ **۳**

$$\left.\begin{matrix}^{24}Mg^{16}O \text{ جرم مولی} = 24+16=40\,g.mol^{-1} \text{ (سبک‌ترین)} \\ ^{24}Mg^{18}O \text{ جرم مولی} = 24+18=42\,g.mol^{-1} \\ ^{25}Mg^{16}O \text{ جرم مولی} = 25+16=41\,g.mol^{-1} \\ ^{25}Mg^{18}O \text{ جرم مولی} = 25+18=43\,g.mol^{-1} \text{ (سنگین‌ترین)}\end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{\text{جرم مولی سنگین‌ترین اکسید}}{\text{جرم مولی سبک‌ترین اکسید}}=\frac{43}{40}=1/075$$

---

۶۳ **۲** مطابق نمودار، نیم‌عمر این ایزوتوپ پرتوزا برابر $60\,min$ است. زیرا پس از گذشت ۶۰ دقیقه، جرم آن از $60\,g$ به $30\,g$ رسیده و $30\,g$ از آن باقی مانده است. برای زمان t^* می‌توان نوشت:

مقدار باقی مانده $=$ مقدار اولیه $\times (\frac{1}{2})^n \Rightarrow 48=60 \times (\frac{1}{2})^n \Rightarrow \frac{48}{60}=(\frac{1}{2})^n \Rightarrow 0/8=(\frac{1}{2})^n$

از دو طرف تساوی فوق می‌توان لگاریتم گرفت:

$$\log(0/8)=n\log(\tfrac{1}{2}) \Rightarrow \log(2^3 \times 10^{-1})=n(\log 1-\log 2) \Rightarrow 3\log 2-\log 10=n(\log 1-\log 2) \Rightarrow 3(0/3)-1=n(0-0/3)$$

$$\Rightarrow -0/1=-0/3n \Rightarrow n=\frac{1}{3}$$

$$n=\frac{t}{T} \Rightarrow \frac{1}{3}=\frac{t^*}{60\,min} \Rightarrow t^*=20\,min$$