علامه حلی

شیمی دهم

• سیدصمد صفوی • مریم رضازاده • مسعود خوش‌طینت

مجموعه کتاب‌های علامه حلی

شیمی دهم

• سید صمد صفوی • مریم رضازاده • مسعود خوش طینت

شناسنامه کتاب

عنوان و نام پدیدآور	: شیمی دهم، ویژه استعدادهای درخشان
مشخصات نشر	: تهران: انتشارات حلی، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۴ ص.: مصور(رنگی)، جدول(رنگی)، نمودار (رنگی)؛ ۲۲ × ۲۹ س‌م.
فروست	: مجموعه کتاب علامه حلی
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۷۵۵-۵۶-۳
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای مختصر
یادداشت	: فهرستنویسی کامل این اثر در نشانی: *http://opac.nlai.ir* قابل دسترسی است
شناسه افزوده	: رضا زاده، مریم، ۱۳۶۵، خوش طینت، مسعود
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۴۰۰۴۶۹

علامه حلی

عنوان کتاب	شیمی دهم
ناشر	انتشارات حلی
مؤلفان	سیدصمد صفوی، مریم رضازاده، مسعود خوش‌طینت
صفحه‌آرا	راضیه فرهانیان، عاطفه قلیچ‌خانی
طراح جلد	سعید شمس
تصویرساز	محمدحسین صفدریان
ویراستار علمی	زهرا معماری، فاطمه صحرایی
مسئول‌هماهنگی	سمیه سادات فاطمی
سال چاپ	۱۴۰۲
نوبت چاپ	چهارم
شمارگان	۲۰۰۰ جلد
قیمت	۳۲۹۰۰۰ تومان
شماره شابک	۹۷۸-۶۰۰-۷۷۵۵-۵۶-۳

تهران، خیابان انقلاب، میدان فردوسی، ابتدای کوچه براتی، پلاک ۱۶ واحد ۱۴

تلفن دفتر مرکزی: ۹-۶۶۷۴۴۳۸۴

جالب است براتی

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق برداشت تمام یا قسمتی از اثر را به صورت چاپ، فتوکپی، جزوه و مجازی ندارد.

متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از ناشران تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

فصل ۱
کیهان زادگاه الفبای هستی

درسنامه ۹
تمرین ۶۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۶۳

پاسخ‌ها ۹۴

فصل ۲
ردپای گازها در زندگی

۱۰۹ درسنامه
۱۵۱ تمرین
۱۵۶ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

پاسخ‌ها ۱۹۱

فصل ۳
آب مایعی کمیاب

درسنامه ۲۱۳
تمرین ۲۶۷
پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۲۷۱

پاسخ‌ها ۳۰۵

پیشگفتار

به نام خدا

چند سال پیش، تعدادی از معلمان با دغدغه «آموزش استعدادهای درخشـان»، دورهم جمع شدند و موسسه علامه حلی را تأسیس کردند. این معلم‌ها-که خودشان از دانش‌آموختگان مدارس استعدادهای درخشان شهر تهران می‌باشند-سال‌ها در مدارس سمپاد (سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان)، به دنبال پیاده‌سازی روش‌های جدید و مؤثر آموزش بوده‌اند و درنهایت تصمیم گرفتند تا نتیجه این تجربیات را در موسسه علامه‌حلی در اختیار دیگر فعالان در عرصه آموزش بگذارند.

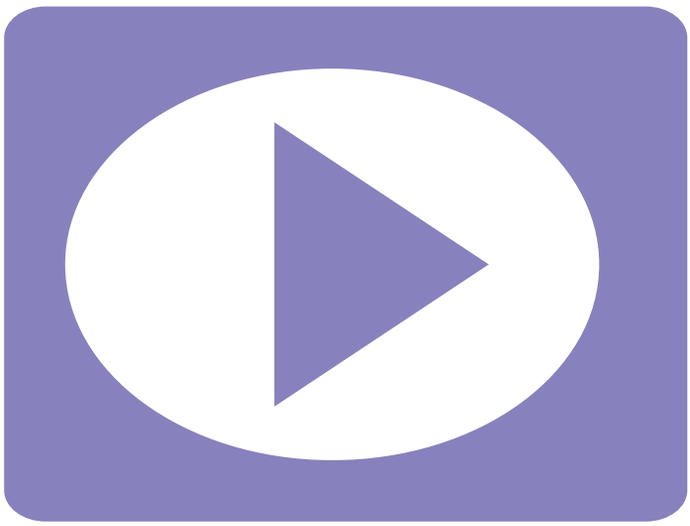
مجموعه کتاب‌های انتشارات علامه‌حلی، یکی از محصولات این تلاش جمعی است. در این کتاب‌ها تلاش شده است تا علاوه‌بر تأمین محتوای مناسب برای دانش‌آموزان برتر کشور، روش‌های جدیدتر و مؤثرتر آموزشی هم در انتقال این محتوا به کار گرفته شده و پیاده‌سازی شود. در پس این کتاب‌ها، ساعت‌ها کار فکری برای انتخاب ساختار و شیوه تدوین صرف شده است. فعال کردن دانش‌آموز در روند آموزش و ارجاع او به انجام مشاهدات، فعالیت‌ها و آزمایش‌های مناسب برای انتقال مفاهیم آموزشی و همچنین ترغیب دانش‌آموز برای مراجعه به منابع گسترده‌تر چون سایت‌های علمی اینترنتی و نرم‌افزارهای آموزشی، از ویژگی‌های این سیستم آموزشی است. علاوه‌براین برای کمک به فرایند تدریس معلمان عزیز، محصولات جانبی چون متن راهنمای تدریس کتاب، محتوای الکترونیک و ... در کنار هر کتاب تولید شده است.

مجموعه کتاب‌های علامه‌حلی، با همکاری جمع زیادی از مؤلفین و معلمان باتجربه مدارس سمپاد - که به‌دقت انتخاب شده‌اند - تألیف و ویرایش گردیده است؛ اما آرزوی ما در این مؤسسه این است که از حضور تمامی معلمان دلسوز و باتجربه مدارس سمپاد و دیگر مراکز آموزشی برتر کشور عزیزمان، در تألیف کتاب‌ها و دیگر محصولات آموزشی، بهره ببریم؛ بنابراین از شما دبیران عزیز خواهشمندیم تجربه‌های خود را درزمینه استفاده از این کتاب و آموزش آن در کلاس، برای ما به آدرس الکترونیک: book@mhelli.ir ارسال فرمایید تا ما در چاپ‌های بعدی کتاب، از تجربیات، نظرات و حتی تصاویر ارسالی شما در انجام آزمایش‌ها، فعالیت‌ها، بازدیدها و ... در کتاب - و البته با ذکر نام ارسال‌کننده - استفاده کنیم. البته دانش‌آموزان خوب و پرتلاش هم می‌توانند در این کار همکاری کنند و با معلمان خود در اجرای این طرح همراه شوند.

عابدی جعفری

مدیر انتشارات علامه‌حلی

مقدمهٔ مؤلفان



با نرم افزار موبایل «کتاب زنده» دیده شود.

قبل از شروع به مطالعهٔ کتاب این قسمت را بخوانید:

وقتی شروع به خواندن این کتاب کنید با بخش‌های مختلفی مواجه می‌شوید (غالباً یک لاک‌پشت متفاوت برای هرکدام وجود دارد) که در هریک از این بخش‌ها از شما انتظار داریم کار متفاوتی انجام دهید. این قسمت‌ها براساس تئوری‌های نوین آموزش و تجارب موفق تدریس برای آموزش دانش‌آموزان مستعد طراحی شده است. این بخش‌ها شامل:

درخت دانش: در صفحه دوم هر فصل، نموداری رسم شده تا به شما کمک کند در کمترین حجم، مطالب علمی فصل و چگونگی تقسیم‌بندی و ارتباط آن‌ها را با هم درک کنید. درواقع این بخش نقشه‌ای است برای گم نشدن در موضوعات علمی.

اهداف رفتاری: بعد از درخت دانش، چند جمله نوشته شده که از اول کار معلوم کند این فصل را می‌خوانیم که چه بشود. خوب است در آخر فصل هم برگردیم و ببینیم، آیا می‌توانم کارهایی را که در این بخش گفته انجام دهیم یا نه!

ببینش: درباره برخی از قسمت‌ها لازم است که چیزهایی غیر از نوشته ببینیم. اگر به قسمت این کتاب در سایت سر بزنید برای هر ببینش فیلم، نرم افزار یا ... هست که خوب است ببینیدش!

پاسخگو باش: در این قسمت باید پاسخگوی مطالبی که تا اینجا خوانده‌اید باشید. پاسخگوی سؤالاتی که انتظار می‌رود بعد از خواندن درس تا آن قسمت، بتوانید باکمی فکرکردن به آن‌ها جواب دهید.

فسفر بسوزان: شاید لازم باشد مقدار بیشتری از مغز خودمان استفاده کنیم و قدری فسفر ذخیره شده را بسوزانیم. البته اگر نتوانستید به سوالات این بخش جواب دهید افسرده نشوید؛ برخی از فسفر بسوزانیدها را خود مولفان هم بلد نیستند جواب دهند!

کنکاش‌کن: همه یادگیری در زمان کلاس اتفاق نمی‌افتد. گاهی لازم است راجع‌به یک موضوع خارج از فضای کلاس تحقیق کنیم و نتیجه آن را در کلاس ارائه دهیم. کتابخانه، خانواده، دوستان، اینترنت و ... منابعی هستند که برای این کار می‌توانیم استفاده کنیم.

دست‌به‌کارشو: در موضوعات علمی مخصوصاً علوم تجربی، یادگیری با کیفیت بدون انجام آزمایش، مشاهده و ساخت وسایل علمی امکان‌پذیر نیست. در قسمت دست‌به‌کارشو نحوه انجام آزمایش، دستورالعمل ساخت وسیله و یا نوع مشاهده توضیح داده می‌شود.

تاریخ علم: در کنار صفحات کتاب، عکس و مختصری از زندگی دانشمندانی که در متن معرفی شده‌اند را می‌بینید. حق مسلم ما است که حداقل قیافه این دانشمندان دوست داشتنی را ببینیم، شاید در کتاب‌های آینده عکس شما هم اینجا قرار بگیرد!

جالب است بدانی: برای افرادی که دوست دارند بیشتر از سطح استاندارد با موضوعات آشنا شوند این قسمت توصیه می‌شود. در این قسمت مطالبی آورده شده که خواندن و یادگرفتن آن الزامی نیست ولی آن‌قدر جذاب است که نشود به‌راحتی بی‌خیال خواندن آن شد.

کتاب زنده: برای کتاب‌های علامه حلی یک نرم‌افزار نوشته‌ایم به اسم «کتاب زنده». مثل بقیه نرم‌افزارها از بازار دانلودش کنید. نرم‌افزار را نصب کنید و بعد با آن صفحات همین کتاب را نگاه کنید. در برخی از صفحات فیلم، صدا و عکس و ... گذاشته شده که باید پیدایشان کنید. در طول سال مطالب مختلفی روی صفحات گذاشته می‌شود پس هر چند وقت یکبار چک کنید.

لغت‌نامه: ما دانش‌آموزان مستعد و متفاوت (!) دوست داریم بتوانیم علاوه بر مطالب درسی، جستجویی هم بکنیم و ببینیم در دنیا درباره موضع درسی ما چه چیزی وجود دارد. برای همین در پایان هر فصل لغات مهم با معادل انگلیسی آن آورده شده است.

جمع‌بندی کن: در انتهای فصل برای یک جمع‌بندی سریع می‌توان از این قسمت کمک گرفت. در این قسمت با هم فصل را جمع می‌کنیم و نکات و مطالب مهم را برای خود تکمیل می‌کنیم.

شهرفرنگ: از آنجایی که همه ما ساعت‌هایی از روز را در اینترنت سِیر می‌کنیم، می‌شود علاوه‌بر سایر کارها، به سایت‌های علمی و جذاب هم سر زد. در بخش شهرفرنگ سایتی مربوط به موضوع فصل معرفی می‌شود که توصیه مؤلفان بازدید از آن سایت است.

پیشنهاد بازدید: جاها و مکان‌های بسیاری وجود دارد که می‌شود دید و یاد گرفت. در فصل‌هایی که به‌نظر مؤلفان مکانی مناسب و مرتبط با موضوع فصل وجود داشته در بخش پیشنهاد بازدید معرفی شده است.

تمرین‌ها: در آخر هر فصل تمرین‌های مرتبط با آن آورده شده است. تعداد تمرین‌ها، وقت لازم برای انجام آن‌ها، تعداد سؤالات سخت و آسان و نوع سؤالات کاملاً محاسبه شده، پس خیالتان راحت که همه را می‌توانید انجام دهید.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای: سؤالات چهارگزینه‌ای یا همان تست هم در آخر هر فصل طراحی شده است. این پرسش‌ها شامل سؤالات آزمون سراسری، آزمون‌های دوره‌ای تألیفی و سؤالات المپیاد می‌باشد.

سوالات المپیاد: برای آن‌هایی که می‌خواهند برای المپیاد آماده شوند، سوالات المپیاد کشوری شیمی مربوط به هر فصل را با پاسخ آن در سایت انتشارات قرار داده‌ایم.

پاسخ‌ها: پاسخ تشریحی سؤالات چهارگزینه‌ای همه فصل‌ها به‌طور کامل و نیز پاسخ تشریحی تمرین‌های زوج طراحی شده است. سوالات فرد هم می‌ماند که خودتان پاسخ دهید.

سایت: فیلم‌ها، فایل‌ها، کوئیز، جواب نصف تمرین‌ها و ... را روی سایت www.mhelli.com گذاشتیم. هر کتاب صفحه مخصوص به خودش را دارد که پیشنهاد می‌کنیم حتماً به آن سر بزنید.

تقدیر و تشکر

بر خود لازم می‌دانیم از دبیران عزیزی که در ویرایش دوم این کتاب ما را یاری رساندند تشکر کنیم.

حمیدرضاحق‌جو
مریم پیکارپرسان
حمید حاجی قربانی
حسن حدادیان
زهره عسگری
لیدا جوادنژاد
عباس همتی
هادی باستانی
شهناز کرمی
فاطمه خاوازی
زهرا احمدیان
مژگان هیبتی
الهام زائری
محمود همایونی
اکرم سلمانی
فرزان صداقت کیش
سوسن رنجبر
مهناز رحیم پور
آقای جهانبانی
ورمزیار
فریبا مهرانفر
فاطمه نصرالهی
زهرا میرعباسی
خانم امامی
داریوش فرهادی
داریوش کفایی
لیلا براتی بروجنی
محبوبه نیلیه
منیره تفقدی
طیبه فرزاد
علی امیری
مریم قدسی
حمید گوهرگرانبها
احد شریفی
بتول عباسی
مریم ایمانی
آنیتا عطار
کامران محمدی
زهرا مشکوه
هاجر اکبریان
حمید سهیلی پور
روشنک تکیار
فاطمه زوار موسوی

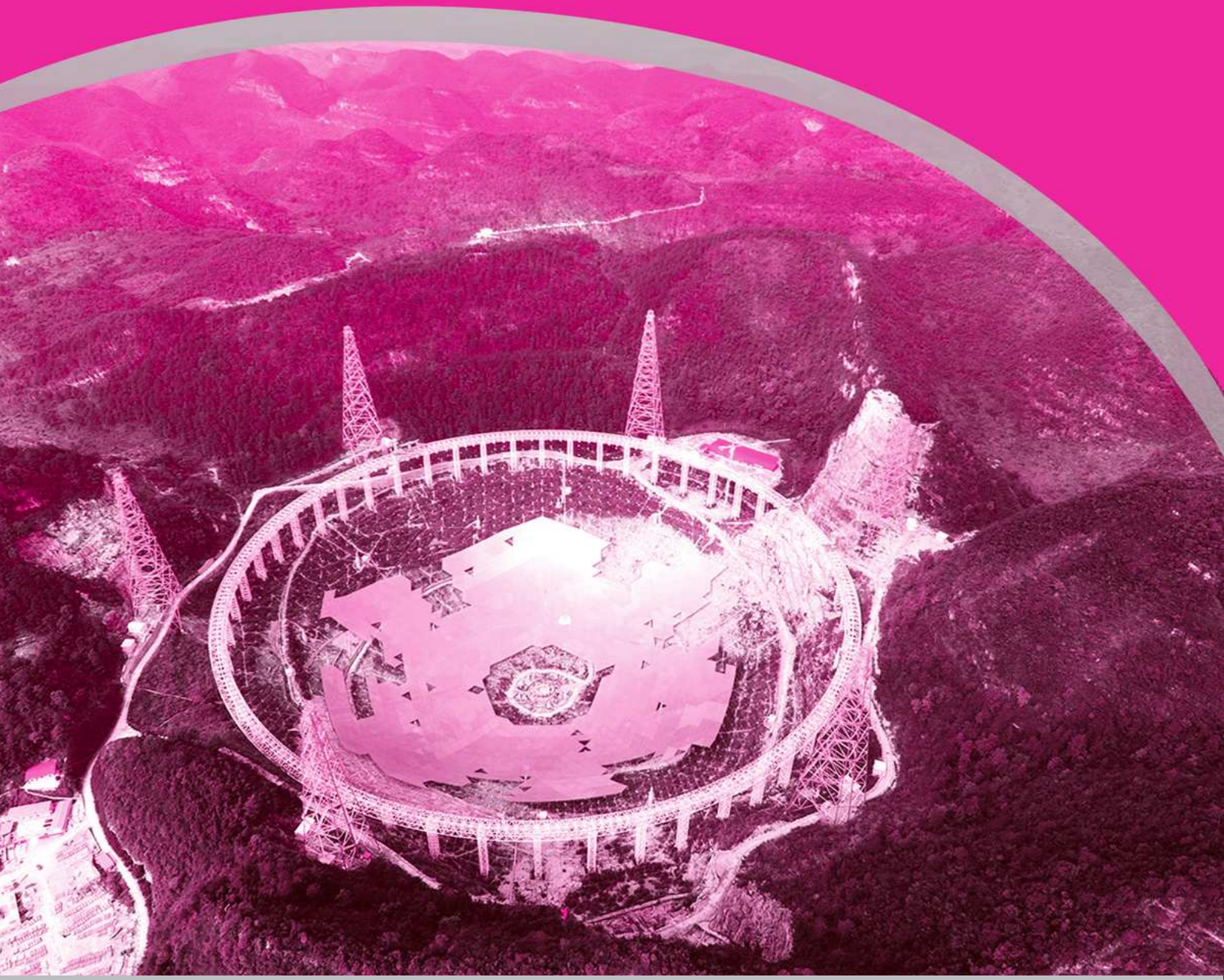
مسعود روستایی
مژگان فاضلی
جعفر رحیمی
آتوسا خودکام
حامد پویان نظر
زهره احمدی طاهری
زهره غفاریان
زری آقایی
مژگان صادقی
زهرا کردی
مصطفی نظری
سعید سیاحی
سهیلا لطیفی
بهاره جوهری
حسن ذاکری
مریم علیلو
عذرا پوراحمدی
سوسن سیدی
اعظم حسین طلایی
یعقوب جعفری تاج امیر
پری کاوه
مصطفی مهدی‌نژاد
نرگس عامریان
منیره ساربان
خانم ابراهیمی
محمدرضاضیاالدینی‌دشتخاکی
محمد عظیمیان زواره
محمدرضا وسکری‌کیاسری
فاطمه رضایی
ریاض الله الادادزهی
مهدی ستاری فر
روناک نیک پی
عبدالله طه‌زاده
ماندانا زیتونی
پروانه عبداللهی
مهدی قربانی
حمیرا اسعدی
اعظم محمدلو
لیلا کاظمی
رضا حاجی‌زاده
طاهره قائدیان
مریم راسخی
اعظم جعفری نژاد

فروغ تکیه
مهرداد مرادی‌خانلر
سیدمهدی خاتمی‌شال
زهرا نوذری
حامد مومنی
هادی محرابی پور
رقیه شیخ
سروش فلک‌رو
شهاب سرلک
مرضیه نخعی شریف
محمدکاظم اسکافی نوعانی
ملیحه قربانی
اسماعیل پیغمبری‌کلات
فاطمه حقیقی
الهه غروی
فاطمه عربشاهی
الهه غفوریان
منیره سادات حقایقی
حنظله شمس‌الدین
شادی عزیزی
محمد سلیمانی
ایمان حبیب‌زاده گنجی
مسعود مقدسیان
قاسم روحی
سودابه کیانی مقدم
امیرعباس کاظمی
قابیل فرشی
منیر شهراز
حلیمه احمدی
فاطمه رحمانی
پرواجاودانی
صدیقه توحیدی
علی باقری
حمیده آقاعلی اکبری
حسین علی‌بخشی
مهین مولایی
مهدیه تهامی
سیروس شهرجردی
مریم اشرقی
لیلا کریمایی
محمدرضا سرشوق
رقیه قجری
فرشته شریعتی‌راد

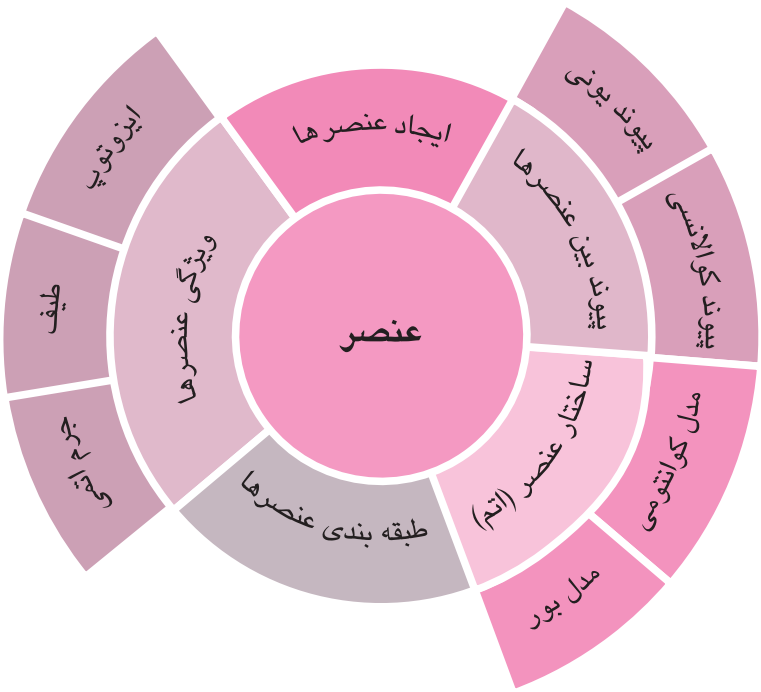
هوشمند
شکوفه راستگو
اعظم حسین‌طلایی
مرجان محمدی دوگاهه
علوی نیک
غلامعباس مسرور
آرش افشار
سمیرا جعفری
عبداللطیف‌ملازهی‌کهن‌ملک
داود صالحی
فرشاد رادمان
فاطمه زوارموسوی
معصومه مطهری
سعید کریمدادی
مریم توحیدی
مرضیه پولاد
داود حسنی
ندا قاسمی
امیرعباس کاظمی
فهیمه رازقندی
شاهین نادری
مهرداد سعیدی‌کیا
امیر حسین آزوغ
حسین معدن‌دار
فاطمه مقیمی
شیوا صفوی
رویا محسن‌پور
قابیل فرشی
دکتر عبداله رحیمی
زری عرب‌زاده
مصیب سروستانی
مریم راسخی
فرحناز زینلی
خاطره نظرآقایی
ستار قادری
شهره رفیعیان
طاهره چابکی
مریم قدسی
حنظله شمس‌الدین
ناهید کیخسرو کیانی
حیدر خلفانی
ناهید نوید

فصل ۱

کیهان، زادگاه الفبای هستی



- دمای ستاره‌ای در فاصله میلیون‌ها سال نوری از زمین چقدر است؟
- جنس این ستاره‌ها از چیست؟
- چگونه می‌شود از چنین فاصله‌ای درباره یک ستاره و عناصر تشکیل دهنده آن اظهار نظر کرد؟



پس از مطالعه این فصل و حل دقیق تمرینات آن انتظار می‌رود بتوانی:

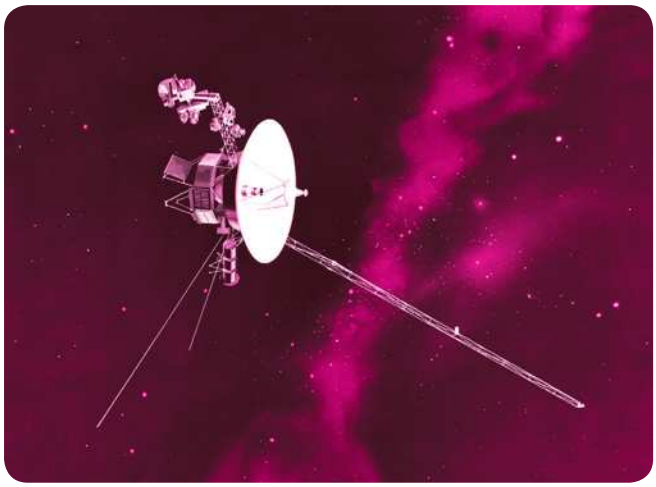
- توضیح دهی که عنصرها چگونه ایجاد شده‌اند.
- عنصرها را طبقه بندی کنی و نحوه شناسایی آن‌ها را بشناسی.
- مفهوم ایزوتوپ‌ها را توضیح دهی.
- با تغییرهای جرم اتمی و مول و عدد آووگادرو آشنا باشی.
- چگونگی ساختار کوانتومی اتم را توضیح دهی.
- چگونگی تشکیل پیوند بین اتم‌ها را توضیح دهی.

راز کشف عنصرها

«اتم‌ها و عنصرها از کجا و چگونه ایجاد شده‌اند؟»

دانشمندان برای پاسخ به این سؤال، به سیاره زمین محدود نشده و پا به آسمان گذاشته و به شناخت کیهان پرداخته‌اند. در همین راستا، دو فضاپیما به نام‌های وویجر ۱ و ۲ را در سال ۱۹۷۷ میلادی برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی و کیهان، راهی سفر طولانی و تاریخی کردند.

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



شکل ۱-۱. عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری؛ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زادگاه خود گرفت.

جالب است بدانی

شعر شاعر ایرانی

ناسا بیش از سی‌وشش سال پیش در فضاپیماهای وویجر که به فضا فرستاد، از طریق لوحی پیام‌هایی را به ۵۵ زبان مهم دنیا برای موجودات فرازمینی ارسال کرد. گفتاری به فارسی نیز در این لوح وجود دارد که شامل پیام دوستی ایرانی‌ها به یابندگان این لوح است. این شعر از سعدی شیرازی انتخاب شده است:

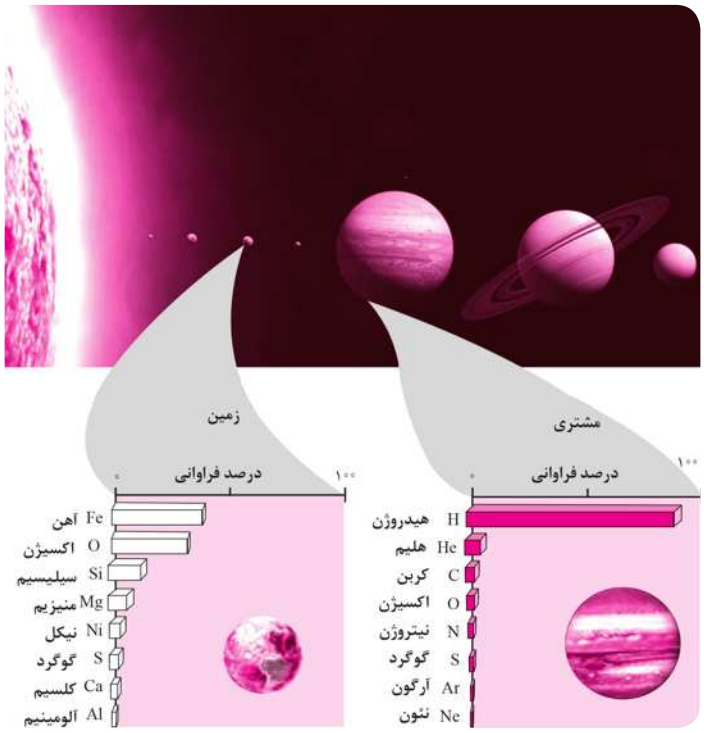
بنی آدم اعضای یک پیکرند — که در آفرینش ز یک گوهرند
چو عضوی به درد آورد روزگار — دگر عضوها را نمانند قرار

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

در سال‌های گذشته آموختید که برخی **سیاره‌های سامانه** خورشیدی از جنس **گاز** و برخی از جنس **سنگ** هستند. در هر دو صورت عنصرهای متنوعی داخل سیاره‌ها و اتمسفر آن‌ها وجود دارد. برای مثال نوع عنصرها و درصد فراوانی آن‌ها در دو سیاره زمین و مشتری در نمودار زیر مشخص شده است.

جالب است که نوع و مقدار عنصرهای اصلی سازنده این دو سیاره تفاوت زیادی دارند.

درصد فراوانی عنصرها
زمین: $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$
مشتری: $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$



شکل ۱-۲. درصد فراوانی عنصرها

* از هشت عنصر مهم و فراوان در دو سیاره زمین و مشتری فقط دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) در هر دو دیده می‌شود.
* در سیاره مشتری عنصر فلزی وجود ندارد.

* علاوه بر عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری مانند سدیم، کربن، نیتروژن و ... نیز در کره زمین یافت می‌شود.
* سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز و سیاره زمین از جنس مواد جامد است.

کنکاش کن

۱) دو عنصر هیدروژن و اکسیژن به شدت تمایل به واکنش با یکدیگر دارند. به نظر شما چرا این دو عنصر در سیاره مشتری واکنش نمی‌دهند؟!

۲) با توجه به عنصرهای موجود در نمودار، چگالی زمین و مشتری را به صورت کیفی مقایسه کنید.

در کره زمین تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که از میان آن‌ها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود.

دوباره به سؤال اصلی خود برگردیم:

«عنصرها چگونه ایجاد شده‌اند؟»

بررسی دو نظریه زیر برای روشن شدن پاسخ این سؤال ضروری است:

۱) نظریه اینشتین

در شرایط ویژه، انرژی می‌تواند به ماده و ماده می‌تواند به انرژی تبدیل شود.

بخش دوم این نظریه یعنی «تبدیل جرم به انرژی» در واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. اینشتین برای محاسبه مقدار انرژی آزاد شده رابطه زیر را پیشنهاد کرد:

E: انرژی (بر حسب یکای ژول)

m: جرم ماده (بر حسب یکای کیلوگرم)

c: سرعت نور (۳×۱۰^{۸} متر بر ثانیه)

$$E = mc^{۲}$$

مثال ۱. از تبدیل مقداری هیدروژن به هلیم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل شده است:

آ) در این واکنش هسته‌ای چند کیلو ژول انرژی تولید می‌شود؟

$$۰/۰۰۲۴g \times \frac{۱kg}{۱۰۰۰g} = ۲/۴\times۱۰^{-۶}kg$$

$$E = mc^{۲}$$

$$E = ۲/۴\times۱۰^{-۶}\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} = ۲/۱۶\times۱۰^{۸}kJ$$

ب) این مقدار انرژی چند گرم آهن را ذوب می‌کند؟

(برای ذوب شدن یک گرم آهن ۲۴۷ ژول انرژی لازم است.)

$$۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}J \times \frac{۱gFe}{۲۴۷J} = ۸/۷۴\times۱۰^{۸}g = ۸۷۴,۰۰۰,۰۰۰g!!$$

جالب است بدانی

خورشید نزدیکترین ستاره به ما است که دمای سطح آن به حدود $۶۰۰۰^{\circ}C$ و دمای درون آن به حدود $۱۰۰۰۰۰۰۰^{\circ}C$ می‌رسد. انرژی گرمایی و نورانی خیره کنندهٔ آن، حاصل واکنش‌های هسته‌ای است که در آن هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شود؛ به طوری که در هر ثانیه پنج میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود. بر این اساس برآورد می‌شود که خورشید تا پنج میلیارد سال دیگر بتواند نور افشانی کند.

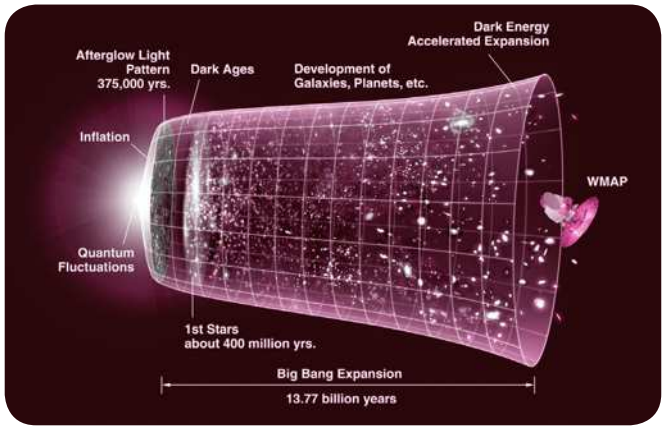
۲) نظریه انفجار بزرگ (مهبانگ یا بیگ‌بنگ)

برخی دانشمندان معتقدند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب همراه بوده که طی آن کل هستی که به‌صورت یک نقطه متراکم و چگال بوده، از هم پاشیده و تمام سیاره‌ها و ستاره‌ها ایجاد شده‌اند. در این انفجار مقدار انرژی عظیمی تولید شده است.

جالب است بدانی

بیگ‌بنگ (مهبانگ)

به‌طورکلی امروزه چنین پذیرفته شده که فضا، زمان، ماده، انرژی و قوانین طبیعت، همگی با بیگ‌بنگ پا به عرصه وجود گذاشته‌اند. شاهد و دلیل وجود بیگ‌بنگ، قانون مشاهده‌شده هابل است. ادوین هابل (*Edwin Hubble*) در سال ۱۹۲۹ از طریق مشاهدات خود و بررسی روی انتقال به سرخ ۲۴ کهکشان و مقایسه آن‌ها با یکدیگر به این نتیجه رسید که کهکشان‌های دورتر با سرعت بیشتری در حال دور شدن هستند. دانشمندان به این فکر افتادند که اگر جهان در حال انبساط باشد، پس احتمالا آغازی دارد. اگر حرکت کهکشان‌ها در زمان گذشته را در ذهن خود مسیریابی کنیم، نه تنها به زمانی می‌رسیم که جهان آغاز شده، بلکه به این مفهوم می‌رسیم که همه کهکشان‌ها باید از یک حجم کوچکی شروع به حرکت کرده باشند.



نکات زیر مطالب مهم برگرفته شده از این دو نظریه هستند که ما را برای پاسخ به سؤال‌مان یاری می‌رسانند.

۱) ذره‌های بنیادی و زیراتمی مانند **الکترون** و **نوترون** و **پروتون** در انفجار بزرگ ایجاد شده‌اند.

۲) به دلیل آزاد شدن مقدار زیادی از انرژی در این انفجار، **فرآیندهای هسته‌ای** رخ داده و عنصرهای **هیدروژن** و **هلیم** و ایزوتوپ‌های آن‌ها ایجاد شده‌اند. (البته در این فرآیندها انرژی زیادی دوباره تولید می‌شود)

پیدایش عنصرهای سبک هیدروژن و هلیم ← (فرآیندهای هسته‌ای) پیدایش ذره‌های زیراتمی (الکترون، پروتون، نوترون) ← (آزاد شدن انرژی عظیم) مهبانگ

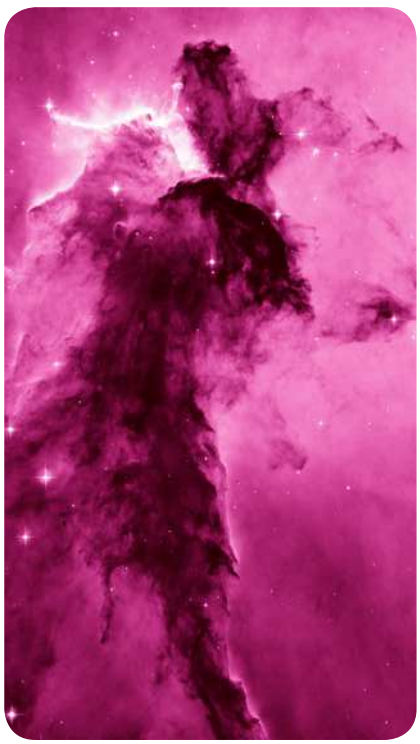
۳) با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم، متراکم شده و مجموعه‌هایی گازی به نام «**سحابی**» ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد. (سحابی عقاب و سحابی بومرنگ دو سحابی معروف در کیهان می‌باشند.)

۴) طی واکنش‌های هسته‌ای دیگر، **عنصرهای سنگین‌تر** مانند کربن و نیتروژن و ... نیز در کره زمین و سایر اجزای جهان تولید شده است.

۵) **دما و اندازه** یک ستاره تعیین می‌کند چه عنصرهایی در آن ستاره ساخته می‌شوند. هرچه **دمای** ستاره **بالاتر** باشد، امکان تشکیل عنصرهای **سنگین‌تر** مانند طلا و اورانیم در آن بیشتر می‌شود.

۶) ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و درنهایت می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید **ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.**

۷) درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد، واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند.



شکل ۱-۳. سحابی عقاب

به‌طور خلاصه روند تشکیل عنصرها در انفجار مهبانگ و ستاره‌ها را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

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

واکنش‌های هسته‌ای دو دسته‌اند که در هر دو واکنش انرژی زیادی آزاد می‌شود:

۱) هم‌جوشی هسته‌ای: فرآیندی است که **هسته‌های سبک‌تر** در هم **ادغام** شده و هسته‌های سنگین‌تر ایجاد می‌شود؛ مانند فرآیندی که در خورشید صورت می‌گیرد و طی آن از هم‌جوشی هسته‌های سبک هیدروژن، هسته‌های سنگین‌تر هلیم و انرژی بسیار زیاد تولید می‌شود.

۲) شکافت (واپاشی) هسته‌ای: طی این فرآیند **هسته‌های سنگین‌تر** و ناپایدارتر **شکافته** شده و به هسته‌های سبک‌تر تبدیل می‌شوند؛ مانند فرآیندی که در راکتورهای هسته‌ای صورت می‌گیرد و هسته سنگین اورانیم شکافته و به هسته‌های سبک‌تر هلیم، توریم، سرب و ... و مقدار زیادی انرژی تبدیل می‌شود.

مثال ۲. در بین موارد زیر چند واکنش هسته‌ای مشاهده می‌کنید؟ آن‌ها را با ذکر دلیل مشخص کنید.

۱) ${}^{10}_{5}B + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{13}_{6}C$

۲) ${}^{65}_{30}Zn + {}^{63}_{29}Cu^{2+} \longrightarrow {}^{65}_{30}Zn^{2+} + {}^{63}_{29}Cu$

۳) ${}^{36}_{17}Cl + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{36}_{17}Cl^{1-}$

۴) ${}^{55}_{26}Fe + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{55}_{25}Mn$

پاسخ: در واکنش هسته‌ای باید تعداد نوترون‌ها و یا پروتون‌ها تغییر کنند. این اتفاق در واکنش‌های ۱ و ۴ روی داده است.

جمع‌بندی: عنصرها به دو روش زیر ایجاد شده‌اند:

۱) طبیعی: تعداد زیادی از عنصرها از واکنش‌های هسته‌ای که در طبیعت و ستارگان انجام می‌شود ایجاد شده‌اند؛ به‌طوری‌که در کره زمین از ۱۱۸ عنصر شناخته شده **۹۲ عنصر** این‌گونه ایجادگردیده‌اند.
عنصرهایی مانند هیدروژن، اکسیژن، آهن و... به روش طبیعی ایجاد شده‌اند.

۲) مصنوعی: تعدادی از عنصرها از واکنش‌های هسته‌ای که توسط دانشمندان انجام شده، به‌صورت مصنوعی به‌وجود آمده‌اند. **۲۶ عنصر** جدول به این صورت ساخته شده‌اند به‌عنوان‌مثال می‌توان تکنسیم (Tc)را نام برد.

کاربردهای منحصربه‌فرد هر عنصر و استفاده از آن برای رفع مشکلات در صنعت، پزشکی، تولید انرژی و ... انگیزه کافی برای کشف و ساختن عنصرهای جدید را در دانشمندان ایجاد می‌کند.

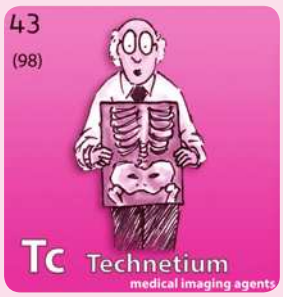
تکنسیم (TC)

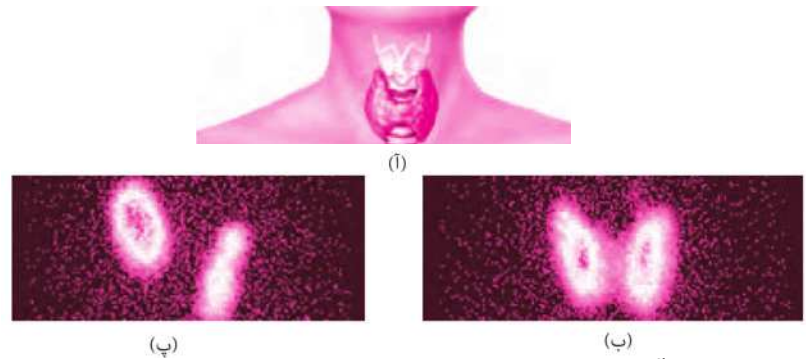
۱) عنصر **ناپایداری** است و از خود امواج پر انرژی نشر می‌کند.

۲) **اولین** عنصری است که به‌صورت مصنوعی در راکتور (واکنشگاه) هسته‌ای ساخته شده است.

۳) از تکنسیم (${}^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید(I^-) با یونی که حاوی تکنسیم است اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید این یون را نیز جذب می‌کند با افزایش مقدار این یون‌ها در غده تیروئید امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

۴) زمان ماندگاری این عنصر کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد. بسته به مقدار نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.





شکل ۱-۴. (آ) غدهٔ پروانه‌ای شکل تیروئید در بدن انسان. (ب) تصویر غدهٔ تیروئید سالم (پ) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

عنصرها را چگونه نمایش دهیم؟

عنصرها پس از کشف با توجه به محل کشف، دانشمند کاشف و یا به افتخار دانشمندان نامگذاری می‌شوند. برای نمایش نماد عنصر، از یک و یا دو حرف لاتین استفاده می‌شود که حتماً حرف اول باید بزرگ و حرف دوم باید کوچک نوشته شود. عدد جرمی و عدد اتمی را نیز مطابق الگوی روبرو برای تمام عنصرها بر روی نماد آن ذکر می‌کنند:

$A \leftarrow$ عدد جرمی
E
$Z \leftarrow$ عدد اتمی

عدد جرمی (A): مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هر عنصر است.

عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌های عنصر است.

$$A = Z + n$$

(A: عدد جرمی، Z: عدد اتمی، n: تعداد نوترون‌ها)

مثال ۳. برای هر یک از موارد زیر تعداد پروتون، نوترون، الکترون و عدد جرمی را تعیین کنید.

اطلاعات / عنصر	تعداد پروتون (Z)	تعداد نوترون (n)	عدد جرمی (A)	تعداد e^-
$^{56}_{26}Fe$				
$^{A}_{Z}Al^{3+}$		۱۴		۱۰
$^{127}_{53}I^-$				

پاسخ:

اطلاعات / عنصر	تعداد پروتون (Z)	تعداد نوترون (n)	عدد جرمی (A)	تعداد e^-
$^{56}_{26}Fe$	۲۶	۳۰	۵۶	۲۶
$^{A}_{Z}Al^{3+}$	۱۳	۱۴	۲۷	۱۰
$^{127}_{53}I^-$	۵۳	۷۴	۱۲۷	۵۴

مثال ۴. با توجه به نماد عناصر زیر، جدول را کامل کنید.

$^{35}_{17}Cl$ $^{64}_{29}Cu$ $^{14}_{7}N$ $^{1}_{1}H$ $^{16}_{8}O$ $^{31}_{15}P$

	تعداد پروتون	تعداد الکترون	تعداد نوترون
HPO_4^{2-}			
NH_4^+			
$[CuCl_4]^{2-}$			

توجه! بار یون‌های چند اتمی به اتم خاصی تعلق نداشته و برای کل اتم‌ها می‌باشد برای نمونه بار ۲- در یون HPO_4^{2-} برای همه اتم‌ها است.

پاسخ:

	تعداد پروتون	تعداد الکترون	تعداد نوترون
HPO_4^{2-}	۴۸	۵۰	۴۸
NH_4^+	۱۱	۱۰	۷
$[CuCl_4]^{2-}$	۹۷	۹۹	۱۰۷

مثال ۵. اگر Cu^{2+} دارای ۲۷ الکترون و ۳۵ نوترون باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن را تعیین کنید.

پاسخ:

$$Cu^{2+}: e^- = 27 \xrightarrow{+2e^-} \text{خنثی} \begin{cases} Cu = 29e^- \\ e^- = p = Z = 29 \end{cases}$$

$$A = Z + n = 29 + 35 = 64$$

مثال ۶. در اتم کلسیم تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر است. اگر یون Ca^{2+} آرایش الکترونی مشابه ${}_{18}Ar$ داشته باشد، عدد اتمی و عدد جرمی کلسیم را تعیین کنید.

پاسخ:

$$\begin{cases} {}_{18}Ar \rightarrow e^- = 18 \\ Ca^{2+} \rightarrow e^- = 18 \xrightarrow{+2e^-} \text{خنثی } Ca = 20e^- \end{cases}$$

عدد اتمی : $Z = n = p = e^- = 20$

عدد جرمی : $A = 20 + 20 = 40$

مثال ۷. تعداد الکترون‌های یون X^+ برابر ۷۹ است. اگر تعداد نوترون‌های اتم X، ۵۰٪ بیشتر از تعداد پروتون‌های آن باشد، عدد جرمی X کدام است؟ (X نماد شیمیایی عنصری فرضی است)

پاسخ:

الکترون: $X^+ = 79 \xrightarrow{+e^-}$ خنثی $X = 79 + 1 = 80$ الکترون

نوترون $n = 80 + (80 \times \frac{50}{100}) = 120$

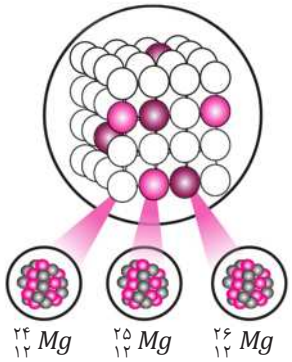
$$\begin{cases} n = 120 \\ Z = 80 \end{cases} \Rightarrow A = n + Z = 120 + 80 = 200$$

کنکاش کن

در اتم اغلب عنصرها تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها با یکدیگر متفاوت است. به نظر شما در این اتم‌ها تعداد نوترون‌ها بیشتر است یا پروتون‌ها؟

ایزوتوپ‌ها

ایزوتوپ (هم مکان): اتم‌های یک عنصر می‌باشند که **عدد اتمی** آن **یکسان** ولی **عدد جرمی** (A) آن‌ها **متفاوت** است. به عنوان مثال، عنصر منیزیم مطابق شکل روبه‌رو دارای سه ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$ ، $^{25}_{12}Mg$ ، $^{26}_{12}Mg$ می‌باشد.



جرم نوترون و پروتون تقریباً برابر و ۱۸۳۶ برابر e^- می‌باشد.

با توجه به ایزوتوپ‌های منیزیم جدول زیر را کامل کن.

ویژگی / نماد ایزوتوپ	A	Z	تعداد نوترون	تعداد الکترون
$^{24}_{12}Mg$				
$^{25}_{12}Mg$				
$^{26}_{12}Mg$				

نکات مهمی در مورد ایزوتوپ‌ها:

۱. تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر است. در نتیجه خواص‌شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر **مشابه** است.

۲. خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطه ذوب و جوش در ایزوتوپ‌های یک عنصر متفاوت است.

۳. اغلب عنصرهای جدول و پیرامون ما **بیش از یک ایزوتوپ** دارند که درصد فراوانی آنها متفاوت است.

۴. ایزوتوپ‌ها دو دسته‌اند:

I) **پایدار**: عنصرهایی که هسته پایدار دارند و با گذشت زمان هسته آن‌ها تغییر نمی‌کند.

II) **ناپایدار** (رادیو اکتیو یا پرتوزا یا رادیوایزوتوپ): عنصرهایی که هسته ناپایدار داشته و با گذشت زمان هسته آن‌ها دچار تغییر شده و ماهیت عنصر عوض می‌شود. به این ایزوتوپ‌ها رادیو ایزوتوپ نیز می‌گویند.

ایزوتوپ‌هایی که نسبت تعداد نوترون به پروتون آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ ($\frac{n}{p} \geq 1/5$) باشد و یا عدد اتمی آنها ۸۴ و یا بزرگتر باشد اغلب ناپایدار بوده و پرتوزا هستند.

ایزوتوپ‌های پرتوزا چه ذره (ها) و چه امواجی از خود ساطع می‌کنند؟

۵. ایزوتوپ‌های پرتوزا با وجود اینکه خطرناک هستند؛ ولی به صورت کنترل شده می‌توان از آن‌ها در تولید رادیودارو و عکسبرداری در پزشکی و به‌عنوان سوخت هسته‌ای برای نیروگاه‌ها استفاده کرد.

۶. **غنی‌سازی ایزوتوپی**: روشی است که بر اساس اختلاف جرم ایزوتوپ‌ها، آن‌ها را داخل دستگاه سانتریفیوژ جدا می‌کنند.

۷. ایزوتوپ‌های پرتوزا زمان ماندگاری مشخص دارند که هر چه **کوتاه‌تر** باشد، ایزوتوپ **ناپایدارتر** بوده و زودتر تغییر هسته می‌دهد!
(اصطلاح علمی برای این ویژگی ایزوتوپ‌ها همان **«نیمه عمر»** است. یعنی مدت زمانی که مقدار ماده پرتوزا بر اثر واپاشی به نصف مقدار اولیه کاهش یابد.)

۸. از میان ایزوتوپ‌های یک عنصر، ایزوتوپی که **فراوانی بیشتر** دارد، **پایدارتر** است.

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

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

۹. بررسی‌های تجربی نشان می‌دهد که مقادیر بسیار کمی از **عنصرهای پرتوزا** تقریباً **همه‌جا** یافت می‌شوند.

۱۰. در جدول تناوبی برای هر عنصر با هر تعداد ایزوتوپ که داشته باشد فقط یک جرم اتمی نوشته می‌شود. که این جرم اتمی، **میانگینی از جرم تمام ایزوتوپ‌هاست** و از رابطه زیر می‌توان آن را محاسبه کرد:

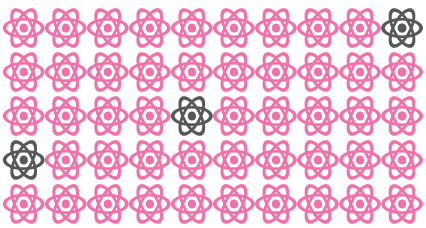
جرم اتمی میانگین $M = x_1m_1 + x_2m_2 + \cdots + x_nm_n$

M : جرم اتمی میانگین
m : جرم اتمی ایزوتوپ
x : کسر فراوانی ایزوتوپ

هسته‌های ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و اغلب بر اثر متلاشی شدن هسته، افزون بر ذره‌های پر انرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.

اگر به جرم‌های اتمی عنصرها در جدول دقت کنید، خواهید دید که اغلب آن‌ها به صورت اعشاری و غیرصحیح‌اند. دلیل این واقعیت تجربی، وجود ایزوتوپ‌های مختلف برای عنصرها با درصد فراوانی متفاوت است.

در ادامه فصل دقیق‌تر با مفهوم جرم اتمی آشنا خواهید شد.



$^{6}_{3}Li$ $^{7}_{3}Li$

مثال ۱۱. با توجه به شکل روبه‌رو پاسخ دهید:

آ) درصد فراوانی ایزوتوپ‌های لیتیم را محاسبه کنید.

پاسخ: درصد فراوانی $^{6}Li = \frac{\text{تعداد } ^{6}Li}{\text{تعداد کل } Li} \times 100$

$\Rightarrow \frac{3}{50} \times 100 = \%6$

درصد فراوانی $^{7}Li = 100 - 6 = \%94$

ب) جرم اتمی میانگین Li را محاسبه کنید.

جرم اتمی میانگین $M = (\frac{6}{100} \times 6) + (\frac{94}{100} \times 7) = 6/94$

مثال ۱۲. اتم‌های زیر را در نظر بگیرید:

نماد ایزوتوپ / ویژگی	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیمه عمر	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
فراوانی طبیعی (درصد)	۹۸/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

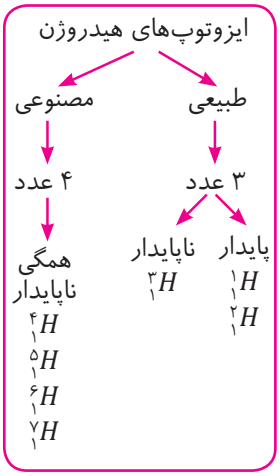
آ) چه شباهت‌ها و چه تفاوتی‌هایی میان آن‌ها وجود دارد؟

ب) یک نمونه طبیعی از هر عنصر، مخلوطی از ایزوتوپ‌های مختلف است. چنین نمونه‌ای از عنصر H مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

پ) کدام ایزوتوپ عنصر هیدروژن از همه ناپایدارتر است و کدام از همه پایدارتر؟ چرا؟

ت) چه تعداد از ایزوتوپ‌ها ناپایدار هستند؟

ث) درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان دهندهٔ چیست؟



پاسخ:

آ) **شباهت)** تعداد الکترون و پروتون در این اتم‌ها یکسان است. در نتیجه خواص شیمیایی مشابهی دارند.

تفاوت) تعداد نوترون، عدد جرمی و خواص وابسته به جرم مانند چگالی، نقطه ذوب و جوش، و پایداری و درصد فراوانی این ایزوتوپ‌ها متفاوت هستند.

ب) مخلوطی از ۳ ایزوتوپ، $^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$ که همان ایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن یعنی $^{1}_{1}H$ (پروتیم)، $^{2}_{1}D$ (دوتریم) و $^{3}_{1}T$ (تریتیم) می‌باشد.

پ) $^{7}_{1}H$ از همه ناپایدارتر است چرا که زمان ماندگاری آن از همه ایزوتوپ‌ها کم‌تر است.

$^{1}_{1}H$ از همه پایدارتر است چرا که زمان ماندگاری و درصد فراوانی بیشتری دارد.

ت) ۵ ایزوتوپ ناپایدار دارد.

ث) هرچه درصد فراوانی ایزوتوپ بیشتر باشد آن ایزوتوپ پایدارتر است.

مثال ۱۳. عنصر A در یک راکتور هسته‌ای ساخته شده است. این عنصر شامل دو ایزوتوپ بوده و جرم اتمی میانگین آن $101\,amu$ تخمین زده شده است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبکتر ۸۰٪ باشد و این دو ایزوتوپ تنها در ۵ نوترون با یکدیگر اختلاف داشته باشند، جرم اتمی هر ایزوتوپ چقدر است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} 0/8A_1 + 0/2A_2 = 101 \\ A_2 - A_1 = 5 \end{cases}$$

A_1: ایزوتوپ سبک

A_2: ایزوتوپ سنگین

$$A_1 = 100 \qquad A_2 = 105$$

مثال ۱۴. کلر در طبیعت به دو صورت $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ یافت می‌شود. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر ۳۵/۵ باشد، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را مشخص نمایید.

پاسخ: حاصل‌جمع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها برابر ۱۰۰ است. $(x+y = 100)$

$$\begin{cases} \frac{x}{100}35 + \frac{y}{100}37 = 35/5 \\ x + y = 100 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 75 \\ y = 25 \end{cases}$$

x: درصد ایزوتوپ ۳۵

y: درصد ایزوتوپ ۳۷

عنصرنامه

اورانیم U

- اورانیم ایزوتوپ‌های مختلفی دا رد که ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ آن **ناپایدار** بوده و پرتوزا است.
- فراوانی ایزوتوپ پرتوزای اورانیم ($^{235}_{92}U$) در مخلوطی طبیعی از این عنصر در طبیعت **کمتر** از **۰/۷** درصد است.
- دانشمندان کشورمان ایران، با استفاده از فرآیند **غنی‌سازی ایزوتوپی**، درصد اورانیم پرتوزا را افزایش داده و تا **حدود ۲۰ درصد** رسانده‌اند.
- غنی‌سازی یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است که در آن از اورانیم پرتوزا در تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.
- پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آنها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به‌شمار می‌آید.

جالب است بدانی

رادیودارو چیست؟

داروهای نشان دار رادیواکتیو که به مریض تزریق یا خورانده می‌شوند، به نام رادیو داروها معروف هستند. علم دارویی هسته‌ای یا رادیو فارماکولوژی روش دارویی خاصی است که با ترکیب‌های رادیو ایزوتوپ، آزمایش یا تزریق مناسب رادیودارو به مریض ارتباط دارد. کاربردهای بسیاری برای رادیوداروها وجود دارد که به دو دسته کلی روش‌های **تشخیص زنده** و روش‌های **تشخیص غیرزنده** تقسیم می‌شوند. روش‌های تشخیص زنده، آن روش‌هایی هستند که در آن‌ها یک رادیودارو در سیستم یک مریض زنده، به طریق خوراندن، تزریق یا با استنشاق وارد می‌شود. روش‌های غیرزنده، آن‌هایی هستند که روی نمونه‌های برداشت شده از یک مریض انجام می‌شود. در هر دو روش از اشعه گامای نشر شده می‌توان اطلاعات مورد نیاز را کسب کرد.

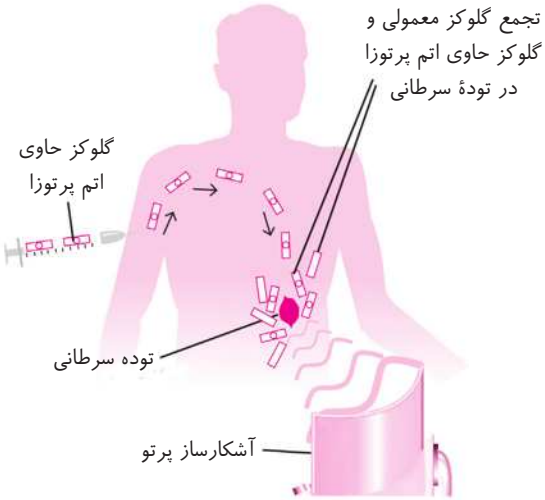
همچنین از رادیوداروها برای اهداف درمانی هم استفاده می‌شود. کاربردهای درمانی تشعشع و رادیو داروها نسبت به کاربردهای تشخیص محدودتر هستند. زمانی که تشعشع برای درمان بکار می‌رود، مقصود نابود نمودن یک قسمت خاص از نسوج مریض با تشعشع است.

جدول مقابل بعضی از انواع رادیوداروها و کاربردهای آن‌ها را در پزشکی هسته‌ای نشان می‌دهد.

رادیو دارو	کاربرد
^{99}Tc	مغز، تیروئید، غدد بزاقی، مکان‌یابی، جفت جنین
^{99}Tc	عکسبرداری استخوان
^{131}I	تشخیص کار تیروئید، عکسبرداری تیروئید
^{125}I	تعیین حجم خون و پلاسما ، بررسی‌های تیروئید

چگونه با استفاده از گلوکز نشان دار، توده‌های سرطانی تشخیص داده می‌شود؟

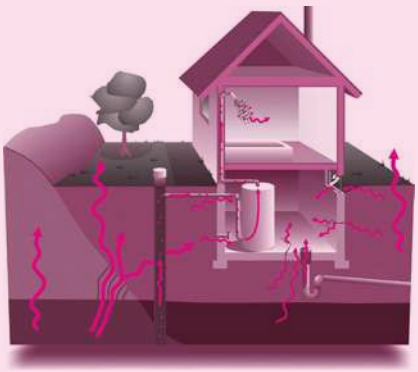
- به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.
- توده‌های سرطانی یاخته‌هایی هستندکه رشد غیرعادی و سریع دارند. پس از تزریق، گلوکز نشان‌دار جذب سلول‌های سرطانی می‌شود.
- اتم پرتوزای درون گلوکز با امواجی که به دستگاه آشکارساز می‌فرستد اندازه و موقعیت توده سرطانی را مشخص می‌کند.



شکل ۱-۵. اتم ^{59}Fe یک رادیوایزوتوپ است که برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود زیرا یون‌های آن درساختار هموگلوبین وجود دارند.

عنصرنامه

رادون Rn



- رادون یک گاز نجیب با نماد Rn می‌باشد.
- گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است.
- رادون سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت می‌باشد.
- این گاز پیوسته در لایه‌های زیرزمینی از طریق **واکنش‌های هسته‌ای** تولید می‌شود.
- به دلیل فشار و دمای بالای زیرزمین، گاز رادون تولید شده از منافذ پوسته زمین به محیط زندگی نشت می‌کند.
- رادون یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا است که در محیط زندگی یافت می‌شود و مقدار بیش از حد مجاز آن باعث آلودگی محیط زیست می‌شود.

خلاصه‌ای از کاربرد رادیو ایزوتوپ‌ها

۱ عکسبرداری در پزشکی و رادیودارو

آ) تکنسیم T $^{99}_{43}$ برای عکسبرداری از غده تیروئید

ب) آهن Fe ^{59} عکسبرداری از گردش خون

پ) گلوکز نشان‌دار: عکسبرداری از توده سرطانی

۲ به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی و تولید انرژی الکتریکی مانند U ^{235}

۳ تعیین قدمت اشیا قدیمی

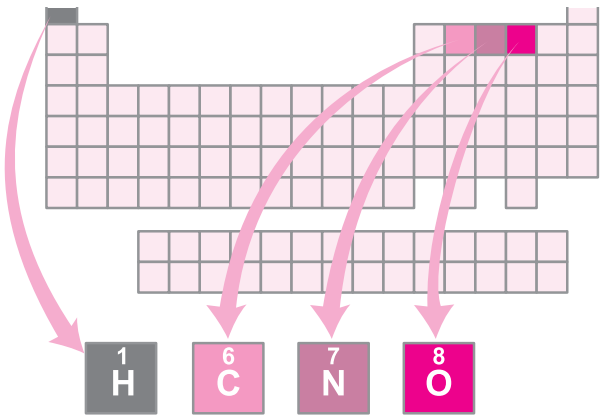
۴ کشاورزی

طبقه‌بندی عنصرها

پس از کشف عنصرها، دسته‌بندی آن‌ها در علم شیمی از سال‌های بسیار دور همواره مهم بوده است. از این رو دانشمندان مختلفی عنصرها را به روش‌های متفاوتی دسته‌بندی کرده‌اند. از معروف‌ترین آن‌ها می‌توان مندلیف روسی را نام برد

آخرین و دقیق‌ترین طبقه‌بندی عنصرها بر اساس افزایش **عدد اتمی** می‌باشد. اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی (آیوپاک) با توجه به شواهد و مدارک موجود، تعداد ۱۱۸ عنصر نشان داده شده در جدول صفحه بعد را تایید می‌کند.

- جدول تناوبی امروزی، از عنصر **هیدروژن** با عدد اتمی یک **آغاز** و به عنصر شماره **۱۱۸ ختم** می‌شود.
- جدول امروزی شامل **۱۸ گروه** (ستون‌های عمودی) و **۷ دوره** (ردیف‌های افقی) می‌باشد.
- **خواص** عنصرهای موجود در یک **گروه** بسیار **شبیه** به هم می‌باشد؛ به‌طوری که با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور تقریباً مشابهی تکرار می‌شود. از این رو آن را **جدول دوره‌ای عنصرها** (جدول تناوبی) نامیده‌اند.
- از روی جدول به آسانی شماره گروه، دوره و تعداد ذره‌های زیراتمی را برای یک عنصر می‌توان بدست آورد. به مثال حاشیه دقت کنید.
- در جدول تناوبی، هر عنصر با نماد شیمیایی ویژه‌ای که **یک** یا **دو حرف لاتین** دارد نمایش داده می‌شود.
- حرف اول نماد برخی عنصرها مانند آلومینیم(Al) و آرگون (Ar) مشابه است. از این رو از حرف دوم نیز برای تمایز نمادها استفاده می‌شود.



نام عنصر	اکسیژن	نیتروژن	کربن	هیدروژن
شماره گروه	۱۶	۱۵	۱۴	۱
عدد اتمی	۸	۷	۶	۱
عدد جرمی	۱۶	۱۴	۱۲	۱
تعداد پروتون	۸	۷	۶	۱
تعداد الکترون	۸	۷	۶	۱
تعداد نوترون	۸	۷	۶	۰

دمیتری ایوانوویچ مندلیف
(Mendeleev)

در ۷ فوریه ۱۸۳۴ در شهر توبولسک واقع در روسیه متولد شد.
مندلیف دو دوم فوریه ۱۹۰۷ در ۷۳ سالگی در گذشت.

جدول دوره ای عنصرها

۱۸	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	
۲ He هلیم ۴٫۰۰۳	۵ B بور ۱۰٫۸۰	۶ C کربن ۱۲٫۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴٫۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶٫۰۰	۹ F فلوئور ۱۹٫۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰٫۱۸
۱۸ Ar آرگون ۳۹٫۹۵	۱۳ Al آلومینیم ۲۶٫۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸٫۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰٫۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲٫۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵٫۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹٫۹۵
۳۶ Kr کریپتون ۸۳٫۸۰	۳۱ Ga گالیم ۶۹٫۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲٫۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴٫۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸٫۹۶	۳۵ Br برم ۷۹٫۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳٫۸۰
۵۴ Xe زنون ۱۳۱٫۳۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴٫۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸٫۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱٫۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷٫۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶٫۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱٫۳۰
۸۶ Rn رادون [۲۲۲]	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴٫۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷٫۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹٫۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

۱۰	۱۱	۱۲					
۲۸ Ni نیکل ۵۸٫۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳٫۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵٫۳۹					
۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶٫۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷٫۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲٫۴۰					
۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵٫۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷٫۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰٫۶۰					
۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]					

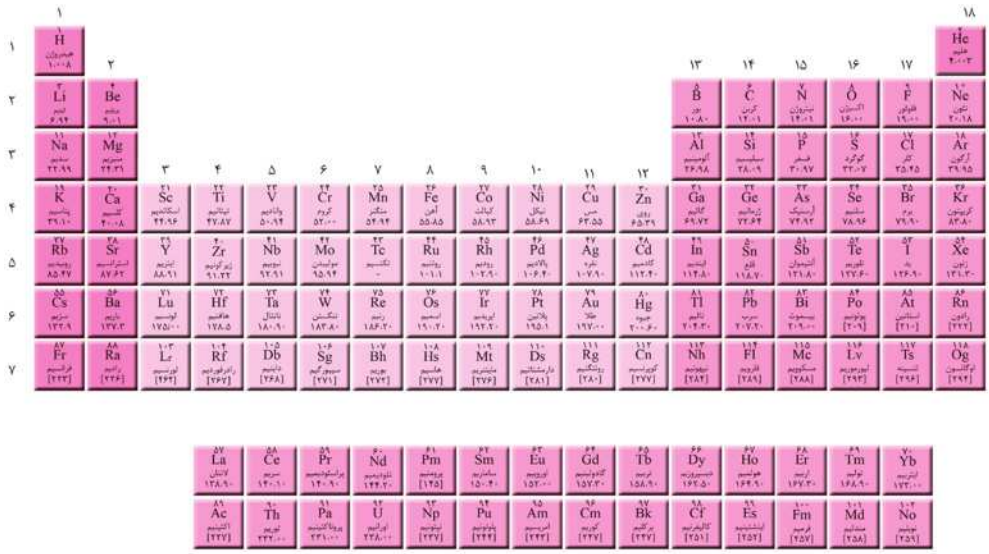
۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲٫۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷٫۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸٫۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲٫۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴٫۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷٫۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸٫۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳٫۰۰
۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱	۱ H هیدروژن ۱٫۰۰۸								
۲	۳ Li لیتیم ۶٫۹۴	۴ Be بریلیم ۹٫۰۱							
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲٫۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴٫۳۱							
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹٫۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰٫۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴٫۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷٫۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰٫۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲٫۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴٫۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵٫۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸٫۹۳
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵٫۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷٫۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸٫۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱٫۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲٫۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵٫۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱٫۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲٫۹۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲٫۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷٫۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸٫۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰٫۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳٫۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶٫۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰٫۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲٫۲۰
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دابنیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶]

۵۷ La لانتان ۱۳۸٫۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰٫۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰٫۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴٫۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰٫۴۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲٫۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱٫۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸٫۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]

برای تسلط بیشتر به نام، نماد و موقعیت عنصرها در جدول حتماً مثال‌های زیر را به دقت حل کنید؛

مثال ۱۵. با توجه به جدول تناوبی پاسخ دهید.



آ) نام و نماد عنصرهایی که با A شروع می‌شوند را بنویسید.

ب) نام و نماد سنگین‌ترین و سبک‌ترین عنصر دوره سوم را بنویسید.

پ) نام و نماد سه عنصر را در جدول مشخص کنید که تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های برابر دارند.

ث) کدام گروه بیشترین اتم‌های گازی را دارد؟

ج) عنصری که در گروه ۱۷ و دوره پنجم قرار دارد، چه نام دارد و چه تعداد الکترون و نوترون دارد؟

پاسخ: آ) آرسنیک As ـ استاتین At ـ آرگون Ar ـ آلومینیم Al ـ امریسیم Am ـ اکتینیم Ac ـ طلا Au ـ نقره Ag

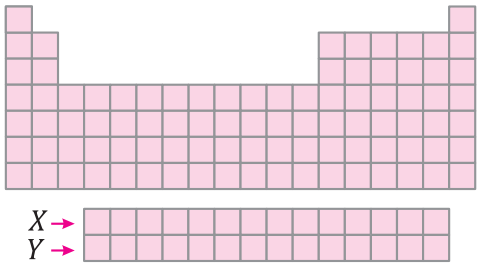
ب) سبک‌ترین: Na(سدیم) سنگین‌ترین: Ar (آرگون)

پ) اکسیژن $^{16}_{8}O$ ، کربن $^{12}_{6}C$ و نئون $^{20}_{10}Ne$

ت) گروه ۱۸(گازهای نجیب)

ث) ید $^{127}_{53}I$ $(e=53, n=74)$

مثال ۱۶. با توجه به جدول زیر به موارد خواسته شده پاسخ دهید؛



آ) عنصرهای موجود در ردیف X و Y به چه دوره و گروهی تعلق دارند؟

ب) کدام گروه و دوره بیشترین تعداد عنصرها را دارند؟ (تعداد را مشخص کنید.)

پ) در دورهٔ دوم، سوم و چهارم به ترتیب چه تعداد عنصر وجود دارد؟

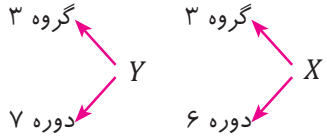
ت) عنصری که عدد اتمی ۲۸ دارد، در کدام خانه جدول قرار دارد (نماد فرضی این عنصر A می‌باشد.)

عنصرهای B و C و D به ترتیب ۶۳، ۳۴، ۴۱ الکترون دارند، هر یک را در خانه مناسب در جدول بالا قرار دهید.

ث) عدد اتمی عنصرهای گروه ۱۸ (گازهای نجیب) را از بالا به پایین بنویسید.

پاسخ:

آ)

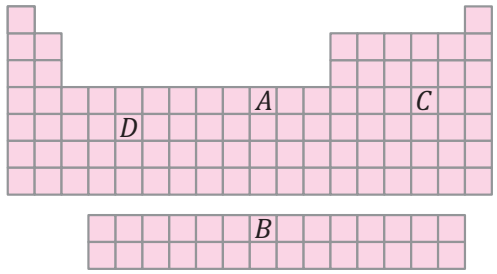


ب) گروه۳: ۳۲ عنصر، دوره۶ و دوره ۷: هر کدام ۳۲ عنصر

پ)

دوره دوم ۸ عنصر
دوره سوم ۸ عنصر
دوره چهارم ۱۸ عنصر

ت)

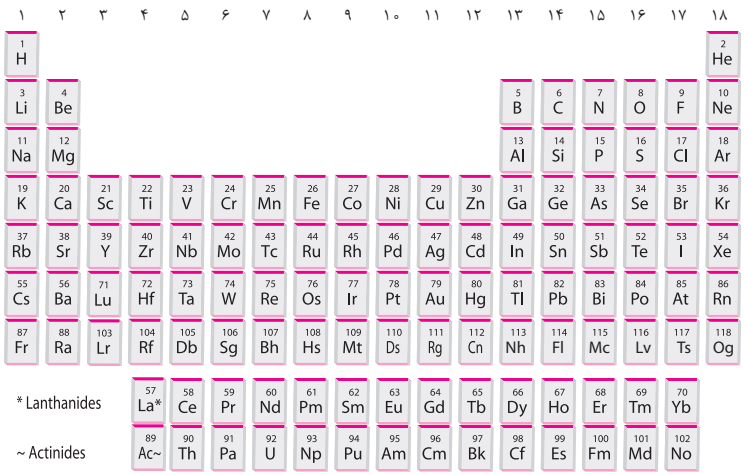


ث) ۲ ، ۱۰ ، ۱۸ ، ۳۶ ، ۵۴ ، ۸۶، ۱۱۸

با مقایسه عدد اتمی عنصرهای مختلف با عدد اتمی گازهای نجیب به راحتی دوره و گروه آن‌ها مشخص می‌شود، به عنوان مثال عنصر $_{16}S$ هم دوره گاز نجیب $_{18}Ar$ یعنی دوره سوم و با توجه به اینکه عدد اتمی آن از عدد اتمی آرگون دو واحد کوچکتر است در گروه ۱۶ قرار دارد. پس به شدت توصیه می‌شود که علاوه‌بر ترتیب گازهای نجیب از بالا به پایین عدد اتمی آنها را نیز حفظ باشد:

$_{2}He$
$_{10}Ne$
$_{18}Ar$
$_{36}Kr$
$_{54}Xe$
$_{86}Rn$

مثال ۱۷. با توجه به جدول زیر پاسخ دهید.



آ) نام عنصرهای؛ Ba ـ Br ـ Be ـ B ـ Bi را بنویسید.

ب) نماد عنصرهای؛ مس ـ کبالت ـ کلسیم ـ سزیم ـ کربن ـ کلر و کروم را تعیین کنید.

پ) عنصری که ۴۷ الکترون دارد در کدام دوره و گروه قرار دارد؟

ت) آیا با داشتن تعداد نوترون یک عنصر دوره و گروه آن را می‌توان تعیین کرد؟

ث) عنصرهای گازی را در جدول هاشور بزنید.

ج) شماره دوره و گروه و عدد اتمی و عدد جرمی سلنیم را مشخص کنید.

چ) پیش‌بینی کنید که در عنصرهای زیر کدام عنصرها به صورت دوبه‌دو خواص شیمیایی شبیه به‌هم دارند؟

$_{18}Ar - _{6}C - _{55}Cs - _{54}Xe - _{14}Si - _{19}K$

ح) اتم کلر قادر به تشکیل یون Cl^- است. مشخص کنید از بین عنصرهای زیر کدام عنصرها می‌توانند یون یک بار منفی تشکیل دهند؟

$_{16}S - _{19}K - _{35}Br - _{9}F - _{10}Ne$

خ) از اتم آلومینیم، یون پایدار Al^{3+} مشاهده شده است. پیش‌بینی کنید کدام‌یک از عنصرهای زیر می‌تواند یون پایدار ۳ بار مثبت ایجاد کند.

الف) $^{39}_{19}K$ ب) $_{31}Ga$ پ) $_{15}P$

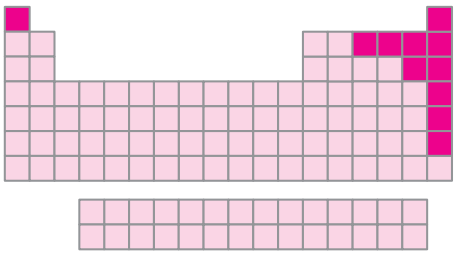
پاسخ: الف) باریم، برم، بریلیم، بور، بیسموت

ب) $Cr, Cl, C, Cs, Ca, Co, Cu$

پ) دوره:۵ و گروه: ۱۱

ث) خیر الزاماً تعداد نوترون‌های عنصرها با نظم خاصی تغییر نمی‌کند.

ث)



ج) $^{79}_{34}Se$ و دوره: ۴ و گروه: ۱۶

چ) عنصرهای هم‌گروه، خواص شیمیایی مشابه دارند پس:

$(Ar, Xe), (C, Si), (Cs, K)$

ح) عنصرهای هم‌گروه، یون‌های مشابه دارند پس: Br^-, Cl^-, F^-

خ) آلومینیم و گالیم ($_{31}Ga$) عنصر گروه ۱۳ می‌باشد عنصرهایی که در این گروه باشد، می‌توانند یون مشابه ایجاد کنند.

جرم اتمی عنصرها

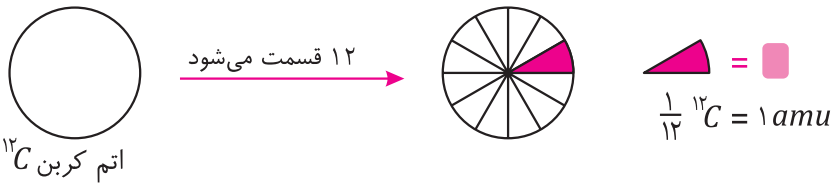
برای اندازه‌گیری جرم اجسام گوناگون با توجه به اندازه و نوع آن‌ها، واحدها و وسیله اندازه‌گیری متفاوتی انتخاب می‌شود.

مطابق شکل هر **وسیله** اندازه‌گیری **خطای** مخصوص به خود را دارد. برای نمونه، دقت اندازه‌گیری وسیله‌ای مثل باسکول یک‌دهم تن (ton ۰/۱) و دقت اندازه‌گیری یک ترازوی طلافروشی یک‌صدم گرم (g ۰/۰۱) است. در نتیجه اندازه‌گیری جرم یک عدد هندوانه به وسیله باسکول امکان‌پذیر نیست؛ چرا که خطای این وسیله از وزن یک هندوانه بیشتر است. **هر چه اجسام کوچکتر می‌شوند، اندازه‌گیری جرم آن سخت شده و نیاز به وسایل دقیق‌تری دارد.** برای اندازه‌گیری جرم هر یک از اجسامی مانند میز، هندوانه، دانه عدس و ... می‌توان وزنهٔ مخصوص (سنجه) طراحی کرد. هنگامی که اجسام خیلی کوچک شده و به ابعاد میکروسکوپی می‌رسند (مانند اتم‌ها)، اندازه‌گیری جرم آن‌ها بسیاردشوار و اغلب ناممکن می‌شود.

دانشمندان برای بررسی فیزیکی و شیمیایی ماده در هر محیطی مانند بدن انسان، محیط‌زیست، محیط آزمایش و...، باید بدانند چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است؛ از این رو آن‌ها همواره در پی یافتن سنجه‌ای مناسب و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

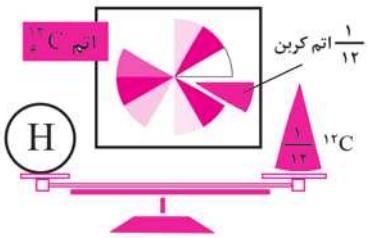
اتم‌ها بسیار ریز و کوچک هستند. در نتیجه اندازه‌گیری **جرم مطلق** آن‌ها حتی با دقیق‌ترین ترازوها هم ممکن نیست. از این رو دانشمندان از ایدهٔ «**جرم اتمی نسبی**» برای اتم‌ها استفاده می‌کنند؛ به این معنا که مهم نیست جرم مطلق اتمی مانند اکسیژن(O) چند گرم است؛ مهم این است که جرم اکسیژن چند برابر مبنای انتخاب شده می‌باشد. پس در این روش برای مقایسه جرم اتم‌ها باید مبنای مناسبی انتخاب شود. آیوپاک اتم کربن را به عنوان مبنای جرم اتمی انتخاب کرده است. البته نه یک اتم درسته کربن! بلکه $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن ـ ۱۲ معیار سنجش جرم اتمی نسبی است.

شکل ۱-۶. (*IUPAC*) آیوپاک. اتحادیهٔ بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاها، نمادها، قراردادها، قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری و... را ارائه می‌کند. جدول دوره‌ای عنصرها نیز به تأیید آیوپاک رسیده است.

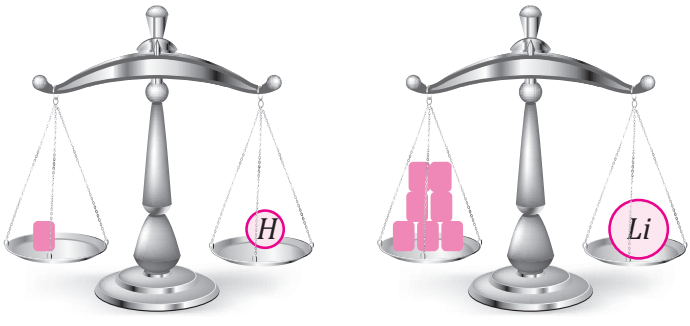


اتم کربن ایزوتوپ‌های $^{۱۲}_{۶}C$ ، $^{۱۳}_{۶}C$ و $^{۱۴}_{۶}C$ دارد که برای تعیین مبنای جرم اتمی، از ایزوتوپ $^{۱۲}_{۶}C$ به دلیل درصد فراوانی زیاد آن استفاده شده است.

پس مبنا، وزنه و یا سنجه برای مقایسه اتم‌ها انتخاب شد؛ ($\frac{۱}{۱۲}$ کربن ـ ۱۲) به اختصار به مبنای جرم اتمی amu گفته می‌شود. (amu کوتاه شده عبارت $atomic\ mass\ unit$ می‌باشد.) حال می‌توان یک ترازوی فرضی برداشت و جرم اتم‌های مختلف را با وزنهٔ amu مقایسه کرد:



■ = ۱ amu



H= ۱ amu $\qquad$ Li=۷ amu

اتم کربن دارای ۶ الکترون، ۶ پروتون و ۶ نوترون است! جرم الکترون ناچیز است و جرم پروتون و نوترون هم تقریباً برابر است.

پس با تقریب خوبی می‌توان گفت جرم یک اتم کربن برابر جرم ۱۲ پروتون و یا ۱۲ نوترون است در نتیجه باز با تقریب خوبی می‌توان گفت که جرم $1amu$ با جرم یک پروتون و یا نوترون برابر است.

$1amu \approx 1n \approx 1p^{+}$

جرم g $1/667\times10^{-24}$ $1amu =$ است.

کنکاش کن

می‌دانیم که جرم p^{+} و n و amu دقیقاً با یکدیگر برابر نیست.

جرم amu را با دو ذره پروتون و نوترون مقایسه کنید. آیا این مقایسه با پیش‌بینی شما مطابقت دارد؟

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم amu
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}^{1}_{+1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

جرم مطلق عنصرها با ترازو قابل اندازه‌گیری نیست و امروزه با استفاده از «دستگاه طیف‌سنج جرمی» اندازه‌گیری می‌شود.

جرم اتمی میانگین

اغلب عنصرها بیش از یک ایزوتوپ دارند. در نتیجه از مفهوم **«جرم اتمی میانگین»** برای آن‌ها در جدول تناوبی عنصرها استفاده می‌شود؛ به همین دلیل است که **جرم اتمی عنصرها غیرصحیح و اعشاری است.**

همانطور که قبلاً اشاره شد جرم اتمی میانگین را می‌توان از رابطه‌ی زیر محاسبه کرد:

جرم اتمی میانگین $M = x_1m_1 + x_2m_2 + \cdots x_nm_n$

x : کسر فراوانی ایزوتوپ m : جرم اتمی ایزوتوپ

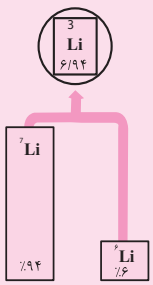
فسفر بسوزان

جالب است که جرم اتمی میانگین برخی از عنصرها مانند اکسیژن از سبک‌ترین ایزوتوپ آن هم کمتر است. به نظر شما این واقعیت تجربی را چگونه می‌توان توضیح داد.

(ایزوتوپ‌های اکسیژن ${}^{18}O$ ، ${}^{17}O$ ، ${}^{16}O$ ـــــ ۱۵/۹۹ = O جرم اتمی میانگین)

عدد جرمی، مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها است. جرم اتمی، جرم یک اتم بر حسب واحد کربنی است. پس عدد جرمی و جرم اتمی دو مفهوم متفاوتی هستند ولی از آن‌جایی که جرم $1amu$ با جرم یک نوترون و یا پروتون تقریباً برابر است، جرم اتمی و عدد جرمی یک عنصر دو عدد نزدیک به هم است به‌طوری‌که عدد جرمی نزدیک‌ترین عدد صحیح به جرم اتمی است.

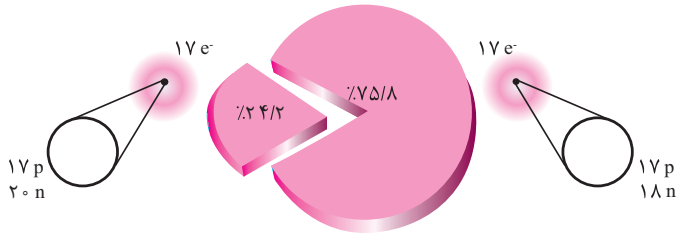
الف) با توجه به شکل، جدول زیر را کامل کنید.



نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	عدد اتمی (Z)	جرم اتمی میانگین

پ) جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرهاست. رابطه‌ای بین جرم اتمی میانگین، درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها بنویسید.

مثال ۱۸. جرم اتمی میانگین کلر را با توجه به داده‌های زیر حساب کنید.



$$M = x_1 m_1 + x_2 m_2$$

$$M = \left(\frac{۲۴/۲}{۱۰۰}\right)۳۷ + \left(\frac{۷۵/۸}{۱۰۰}\right)۳۵ = ۸/۹۵۴ + ۲۶/۵۳ = ۳۵/۴۸۴ amu$$

جرم مولکولی یا جرم مولی مولکول‌ها را می‌توان با استفاده از جرم اتمی و یا جرم مولی اتم‌ها محاسبه کرد.

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

برای اندازه‌گیری جرم ذرات کوچک مانند عدس، برنج، خاکشیر می‌توان مقدار کمی (مثلاً ۱۰ گرم) از آن‌ها را وزن کرد و سپس تعداد آن‌ها را شمارش کرد و با داشتن وزن کل (۱۰ گرم) و تعداد دانه آن‌ها جرم یک دانه را محاسبه کرد. به مثال زیر دقت کنید:

مثال ۱۹. جدول زیر را کامل کرده به موارد زیر پاسخ دهید:

ماده	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱ عدد (گرم)
کاغذ A_4	۴۵۰۰		
عدس	۵۶		
برنج	۲۲		
خاکشیر	۲		

پاسخ:

ماده	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱ عدد (گرم)
کاغذ A_4	۴۵۰۰	۲۲۵	۴/۵
عدس	۵۶	۲/۸	۰/۰۵۶
برنج	۲۲	۱/۱	۰/۰۲۲
خاکشیر	۲	۰/۱	۰/۰۰۲

مثال ۲۰. یک ظرف حاوی تعدادی مهره داریم که ۱۸۹۵/۷۶ گرم جرم دارد. اگر جرم هر مهره ۴/۲۹ گرم باشد، برآورد کنید درون ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف برابر با ۴۵۰/۰۳ گرم است.)

پاسخ: جرم کل مهره: ۱۸۹۵/۷۶ − ۴۵۰/۰۳ = ۱۴۴۵/۷۳ گرم

$$\text{تعداد مهره‌ها} = \frac{\text{کل مهره ها}}{\text{جرم یک مهره}} = \frac{۱۴۴۵/۷۳}{۴/۲۹} = ۳۳۷ \text{ مهره}$$

در مثال‌های بالا می‌توان به این نتیجه رسید که می‌توان با **روش شمارش**، جرم ذرات کوچک مانند مهره یا خاکشیر .... را به‌دست آورد. از طرفی با تعیین جرم یک عدد مهره یا خاکشیر می‌توان تعداد ذرات آن‌ها را داخل هر ظرفی بدون شمارش محاسبه کرد. «آیا از این ایده برای شمارش اتم‌ها و اندازه‌گیری جرمی آن‌ها می‌توان استفاده کرد؟»

اتم‌ها به‌طور باور نکردنی ریز هستند، به‌طوری‌که نمی‌توان با شمارش تک‌تک آن‌ها، تعداد آن‌ها را به‌دست آورد، ولی می‌توان به‌طور غیر مستقیم **تعداد اتم‌های** موجود در هر ظرفی را باتوجه به نکات زیر محاسبه کرد،

۱) دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام **طیف‌سنج جرمی** (نه ترازو!)، جرم اتم‌ها را با دقت اندازه‌گیری می‌کنند (برحسب واحد amu)

۲) با داشتن جرم مشخصی از عنصر مورد نظر و جرم یک اتم از آن می‌توان تعداد اتم‌های درون ظرف را محاسبه کرد.

مثال ۲۱. جرم یک اتم هیدروژن برابر $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g$ است. حساب کنید در نمونهٔ یک گرمی از عنصر هیدروژن چند اتم وجود دارد؟

$$\begin{cases} \text{جرم یک اتم } H = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g \\ \text{جرم کل} = ۱g \end{cases}$$

$$\text{تعداد اتم } H \text{ در یک گرم} = \frac{\text{جرم کل}}{\text{جرم یک اتم } H} = \frac{۱}{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$$

مثال ۲۲. جرم یک اتم لیتیم برابر $۱/۱۶\times۱۰^{-۲۳}g$ می‌باشد. حساب کنید در یک نمونه ۷ گرمی از عنصر لیتیم چند اتم Li وجود دارد؟

$$\begin{cases} \text{جرم یک اتم } Li = ۱/۱۶\times۱۰^{-۲۳}g \\ \text{جرم کل} = ۷g \end{cases}$$

$$\text{تعداد اتم } Li = \frac{\text{جرم کل}}{\text{جرم یک اتم } H} = \frac{۷}{۱/۱۶\times۱۰^{-۲۳}} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$$

اگر این محاسبات برای سایر اتم‌ها نیز تکرار شود، عدد $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ برای تمام آن‌ها در جرم خاصی تکرار می‌شود. به این عدد، **عدد آووگادرو** گفته می‌شود. این عدد را با نماد N_A نمایش می‌دهند.

واحد جرم اتمی (amu) بسیار کوچک و میکروسکوپی و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است، عدد آووگادرو پلی است بین عالم میکروسکوپی و ماکروسکوپی اتم‌ها؛ به‌طوری‌که اگر به تعداد $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ از هر اتمی برروی ترازو قرار داده شود، ترازو برحسب گرم عددی را نشان خواهد داد.که مشابه عدد جرم اتمی است. جرم N_A عدد از هر اتم که ترازو نشان می‌دهد، **جرم مولی** نامیده می‌شود.

گرم رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه می‌باشد، در نتیجه برخلاف جرم اتمی (amu) از واحد جرم مولی $g.mol^{-1}$ به‌راحتی می‌توان در آزمایشگاه و صنعت استفاده کرد.

جالب است بدانی

تعداد واحدها در یك مول به افتخار آمادئو آووگادرو، عدد آووگادرو نامیده می‌شود. وی نخستین کسی بود که رفتار گازها را برحسب تعداد مولکول‌های واکنش‌دهنده توجیه کرد.

درواقع آقای آووگادرو خودش مقدار عددی این عدد را نتوانست به‌دست‌آورد؛ اما وی رفتار گازها را براساس تعداد مولکول‌های واکنش‌دهنده مورد بررسی قرار داد و مقدمه کشف و محاسبه این عدد شد.

مقدار این عدد با روش‌های الکتروشیمیایی و بلورشناسی معین شده‌است. در روش بلورشناسی مثلاً یك عنصر را در نظر می‌گیرند سپس با دستگاه‌های دقیق ساختار بلوری عنصر، طول هریك از اضلاع سلول واحد بلور، وزن اتمی عنصر و وزن حجمی آن را مشخص می‌کنند، سپس به کمك یك عملیات ریاضی عدد آووگادرو را محاسبه کرد.

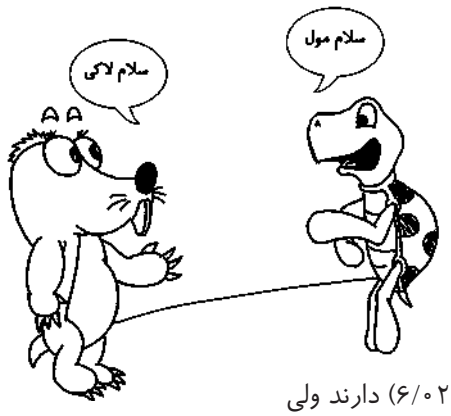
مفهوم مول

به مقداری از ماده که حاوی $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ **ذره** (مولکول ـ اتم ـ یون) باشد یک مول گفته می‌شود. مول یکای اندازه‌گیری تعداد ذره سازنده مواد در علم شیمی است.

مول مانند **یک بسته می‌باشد** که داخل آن $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ تعداد اتم یا هر ذره‌ی دیگرمانند مولکول یا یون وجود دارد، چیزی شبیه یک شانه تخم‌مرغ. ما با شنیدن یک شانه تخم‌مرغ به یک عدد تخم‌مرغ فکر نمی‌کنیم بلکه می‌دانیم یک شانه، بسته‌ای حاوی ۳۰ عدد تخم مرغ می‌باشد.

$۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} atom Fe$

$۱ mol\, Fe = ۵۵/۸۵ gFe$



$۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} atom C$

$۱ mol C = ۱۲/۰۱ gC$

شکل بالا بر این نکته تأکید دارد که یک مول از اتم‌های مختلف تعداد برابری اتم ($۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$) دارند ولی جرم برابری ندارند.

مفهوم جرم مولی

به جرم یک مول از هر ماده، جرم مولی گفته می‌شود. واحد آن $\frac{g}{mol}$ است.

مقدار عددی جرم مولی یک اتم، با جرم اتمی آن یکسان است؛ ولی مفهوم و واحد آن‌ها متفاوت است.

- جرم یک اتم کربن برابر $12amu$ است: جرم اتمی C
- جرم یک مول (N_A) کربن برابر $12g$ است: جرم مولی C

دروازه ورود به محاسبات در علم شیمی

برای انجام محاسبات در علم شیمی «مول» مهم‌ترین مفهوم است و نقش **پُل** را در محاسبات ایفا می‌کند؛ به این معنا که برای تبدیل کمیت‌های مختلف به یکدیگر ابتدا آن‌ها را به **مول** و سپس به سایر کمیت‌ها تبدیل می‌کنیم. در فصل اول، محاسبات ساده‌ای انجام می‌دهیم که اغلب تبدیل **مول**، **تعداد** و **جرم** به یکدیگر است. این سه مفهوم به صورت زیر با یکدیگر ارتباط دارند:

۱) اگر ذرات سازنده ماده اتم باشد:

$$\begin{cases} \text{جرم مولی} = \text{عدد اتم} \\ 1mol = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} \text{ اتم} \end{cases}$$

$$\text{مثال: } 1\ mol\ Cu = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} \text{ عدد اتم} = ۶۴\ g.mol^{-۱}$$

یعنی اگر شما ۶۴ گرم مس داشته باشید، یک مول از این فلز دارید که داخل این مقدار $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ عدد اتم مس وجود دارد.

۲) اگر ذرات سازنده ماده مولکول باشد:

$$\begin{cases} \text{جرم مولی} = \text{عدد مولکول} \\ 1mol = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} \text{ مولکول} \end{cases}$$

$$1molH_۲O = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} \text{ مولکول} = ۱۸g.mol^{-۱}$$

مثال ۲۳. جرم مولکولی و جرم مولی فسفریک اسید $H_۳PO_۴$ را محاسبه کنید:

$$(H = ۱amu\ ,\ P = ۳۱amu\ ,\ O = ۱۶\ amu)$$

$$\begin{cases} H_۳PO_۴ \text{ جرم مولکولی} = (۳\times۱)+۳۱+(۴\times۱۶) = ۹۸\ amu \\ H_۳PO_۴ \text{ جرم مولی} = ۹۸\ g.mol^{-۱} \end{cases}$$

تفاوت دو مفهوم جرم مولی و جرم مولکولی:
- **جرم مولکولی؛** جرم یک عدد مولکول برحسب واحد amu می‌باشد. (مانند جرم اتمی)
- **جرم مولی؛** جرم یک مول مولکول برحسب واحد $\frac{g}{mol}$ است.

روش عامل تبدیل (کسر تبدیل)

برای محاسبات در مسائل شیمی می‌توان از روش کسر تبدیل استفاده کرد، در این روش ابتدا دادهٔ مسئله را به همراه یکای آن نوشته، سپس یک خط کسری در جلوی آن می‌کشیم. در مخرج کسر یکایی از جنس دادهٔ مسئله و در صورت آن یکایی از جنس خواسته مسئله قرار می‌دهیم. در نهایت با توجه به مفاهیم مول، جرم مولی و عدد آووگادرو، ارزش هر کسر را هم ارز **یک** می‌کنیم. **به هر کسر در این روش یک کسر تبدیل گفته می‌شود.** هر کسر تبدیل یکای داده شده را به یکای خواسته شده تبدیل می‌کند.

$$\text{هم‌ارز یک} \left(\frac{\text{یکای خواسته شده}}{\text{یکای داده شده}}\right) \times \text{یکای داده شده}$$

هر یک از کسرهای زیر در محاسبات می‌توانند نقش یک کسر تبدیل را داشته باشند:

۱) تبدیل mol به گرم: $\frac{\text{جرم مولی ماده}}{۱\ mol\ \text{ماده}}$

۲) تبدیل تعداد اتم به mol اتم: $\frac{\text{۱ } mol \text{ اتم}}{\text{عدد اتم } ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}$

برای مثال برای $۱\,mol\,C = ۱۲gC$ می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر نوشت:

$$\frac{۱\ mol\ C}{۱۲gC} \quad \text{یا} \quad \frac{۱۲gC}{۱\ mol\ C}$$

مثال ۲۴. یک بادکنک حاوی ۰/۲۵ مول گاز هلیم می‌باشد، محاسبه کنید چه تعداد اتم هلیم در آن وجود دارد؟

پاسخ:

$$\boxed{mol\ He} \rightarrow \boxed{\text{تعداد اتم } He}$$

$$۰/۲۵\ \cancel{mol}\ He \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ He \text{ اتم}}{۱\ \cancel{mol}\ He} = ۱/۵\times۱۰^{۲۳}\ He \text{ عدد اتم}$$

مثال ۲۵. $۳/۰۱۱\times۱۰^{۲۵}$ عدد اتم آلومینیم چند گرم است؟ $(Al = ۲۷\frac{g}{mol})$

پاسخ:

$$\boxed{\text{تعداد } Al} \xrightarrow{(۱)} \boxed{mol\ Al} \xrightarrow{(۲)} \boxed{\text{گرم } Al}$$

بهتر است مستقیماً تعداد را به گرم تبدیل نکنیم و مطابق شکل ابتدا تعداد به مول و سپس مول را به گرم Al تبدیل کنیم. در این صورت نیاز به دو ضریب تبدیل خواهیم داشت.

$$۳/۰۱\times۱۰^{۲۵}\ \cancel{Al \text{ اتم}} \times \frac{۱\ \cancel{mol\ Al}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \cancel{Al \text{ اتم}}} \times \frac{۲۷\ g\ Al}{۱\ \cancel{mol\ Al}} = ۱۳۵۰\ g\ Al$$

مثال ۲۶. ۹۰ گرم آب در لیوان موجود است: $(O = ۱۶ \text{ و } H = ۱)$

آ) این مقدار برابر چند مول است؟

ب) چه تعداد اتم H در آن وجود دارد؟

پ) در مجموع چه تعداد اتم در لیوان وجود دارد؟

پاسخ: در محاسبات برای مولکول‌ها، ابتدا جرم مولکولی و یا جرم مولی آن را حساب می‌کنیم:

$$H_۲O = ۲\times۱+۱۶ = ۱۸ \frac{g}{mol} \text{ جرم مولی}$$

آ)

$$\boxed{\text{گرم } H_۲O} \rightarrow \boxed{mol\ H_۲O}$$

$$۹۰\ \cancel{gH_۲O} \times \frac{۱\ mol\ H_۲O}{۱۸\ \cancel{gH_۲O}} = ۵\ mol\ H_۲O$$

ب) هرمولکول آب حاوی دو اتم H است

$$\boxed{\text{گرم } H_۲O} \xrightarrow{(۱)} \boxed{mol\ H_۲O} \xrightarrow{(۲)} \boxed{۱\ mol\ H} \xrightarrow{(۳)} \boxed{\text{تعداد } H}$$

$$۹۰\ \cancel{gH_۲O} \times \frac{۱\ \cancel{mol\ H_۲O}}{۱۸\ \cancel{gH_۲O}} \times \frac{۲\ \cancel{mol\ H}}{۱\ \cancel{mol\ H_۲O}} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ H \text{ اتم}}{۱\ \cancel{mol\ H}} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۴}\ H \text{ اتم}$$

توجه! برای ضریب تبدیل ۲، از فرمول $H_۲O$ استفاده می‌کنیم. یک مولکول آب حاوی ۲ عدد اتم H است و یا هر مول $H_۲O$ حاوی ۲ مول اتم H است.

پ) توجه داشته باشید که هر مولکول آب حاوی سه عدد اتم می‌باشد؛

$$\boxed{\text{گرم } H_۲O} \rightarrow \boxed{mol\ H_۲O} \rightarrow \boxed{mol \text{ اتم‌ها}} \rightarrow \boxed{\text{تعداد اتم‌ها}}$$

$$۹۰\ \cancel{gH_۲O} \times \frac{۱\ \cancel{mol\ H_۲O}}{۱۸\ \cancel{gH_۲O}} \times \frac{۳\ \cancel{mol \text{ اتم}}}{۱\ \cancel{mol H_۲O}} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} \text{ اتم}}{۱\ \cancel{mol \text{ اتم}}} = ۹/۰۳\times۱۰^{۲۴} \text{ اتم}$$

نور، کلیدی برای شناخت جهان

در مباحث قبل‌تر به این نتیجه رسیدیم که عنصرهای مختلف در اثر واکنش‌های هسته‌ای ایجاد شده‌اند. حال سؤال مهمی که می‌توان مطرح کرد این است که:

«دانشمندان چگونه نوع عنصرهای موجود در کره زمین و حتی ستارگانی مانند خورشید را تشخیص می‌دهند»

بررسی ویژگی‌های خورشید و سایر اجرام آسمانی به دلیل دوری آن‌ها، به طور مستقیم امکان‌پذیر نیست. دمای اجسام بسیار داغ مانند دمای خورشید با دماسنج قابل اندازه‌گیری نیست؛ زیرا دماسنج در دماهای بالا ذوب می‌شود. نوع عنصرهای موجود در خورشید هم به طور مستقیم قابل تشخیص نیست چرا که ما دسترسی به نمونه‌ای از مواد سطح خورشید نداریم.

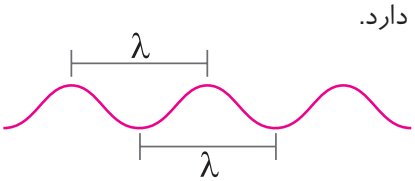
نوری که از خورشید و سایر ستارگان و سیاره‌ها به ما می‌رسد می‌تواند کلید پاسخ تمام سؤالات در مورد آنها باشد. این نور حاوی اطلاعات ارزشمندی مانند نوع عنصرهای سازنده و دمای سطح ستارگان مختلف می‌باشد. دانشمندان نور رسیده از ستارگان را **با دستگاهی به نام طیف‌سنج نوری**، تجزیه کرده و **نوع عنصرهای** موجود در آن‌ها را تشخیص می‌دهند.

نور

نور، شکلی از انرژی است که به صورت موج منتشر می‌شود.

هر موجی دارای انرژی ویژه‌ای است که به طول موج آن بستگی دارد.

طول موج: به فاصله دو قله یا دو دره متوالی یک موج، طول موج گفته می‌شود. واحد اندازه گیری طول موج نانومتر (nm) بوده و با علامت (λ) (لاندا) نمایش داده می‌شود.



انرژی هر موج با طول موج آن رابطه عکس دارد.

طیف

نوری که از منبع تابش، نشر می‌شود را می‌توان به وسیله منشور (یا طیف سنج) تجزیه کرده و نور تجزیه شده را روی فیلم عکاسی ثبت کرد. به نتیجه حاصل از تجزیه نور، **«طیف»** گفته می‌شود. طیف حاصل از تجزیه نور دو نوع است:

۱) طیف پیوسته

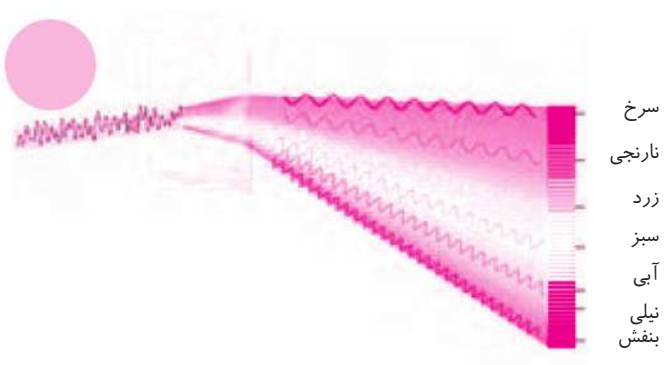
۲) طیف گسسته (نشری خطی)

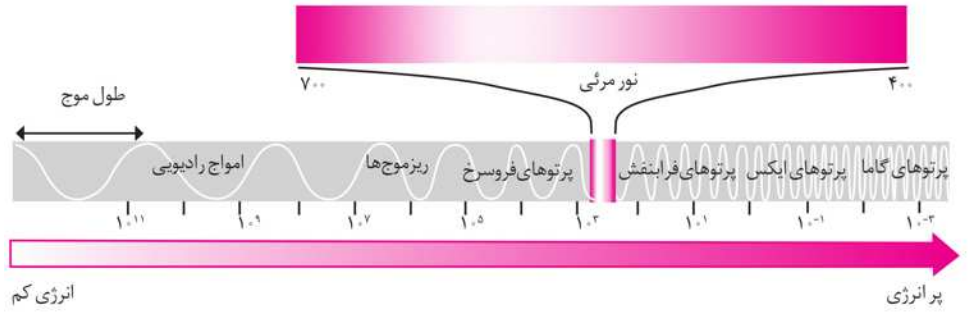
۱) طیف پیوسته

طیفی است که در آن تمام طول موج‌های یک ناحیه وجود دارد. به عنوان مثال اگر **نور سفید خورشید** با منشور تجزیه شود، نتیجه حاصل یک **طیف پیوسته** است. این طیف چون دارای طول موج‌های مریی است، چشم ما قادر به دیدن این ناحیه از طیف خورشید می‌باشد، در نتیجه به این قسمت از نورخورشید **طیف مریی** گفته می‌شود. طیف مرئی، تنها بخش کوچکی از طیف نور خورشید است که در آن **بی‌نهایت طول موج رنگی** وجود دارد.

در حالت کلی چشم قادر به دیدن رنگ‌های **بنفش**، **نیلی**، **آبی**، **سبز**، **زرد**، **نارنجی** و **قرمز** می‌باشد که همگی در نور مرئی وجود دارند. (رنگ‌های موجود در رنگین کمان) البته نور خورشید علاوه بر طیف مریی شامل گسترهٔ **بسیار بزرگی از امواج پرانرژی گاما تا امواج کم انرژی رادیویی نیز می‌باشد.**

این امواج، الکترومغناطیسی بوده و انرژی را حمل می‌کنند. در این امواج، مطابق مقایسه صفحه بعد هر چه طول موج کوتاه‌تر باشد، انرژی آن موج بیشتر است.





امواج رادیویی > ریزموج‌ها > فروسرخ > مریی > فرابنفش > اشعه x > گاما: **طول موج**

امواج رادیویی < ریز موج‌ها < فروسرخ < مرئی < فرابنفش < اشعه x < گاما: **انرژی**

جالب است برای

نور مریی تنها بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی است ولی در دیدن رنگ مواد مهمترین قسمت می‌باشد. مواد به رنگ نوری که از آن‌ها به چشم ما می‌رسد دیده می‌شوند. به عنوان مثال پتاسیم پرمنگنات تمام طول موج‌های مریی را جذب و فقط طول موج بنفش را عبور و یا نشر می‌دهد در نتیجه این ماده بنفش دیده می‌شود.
ماده‌ای مانند ذغال تمام طول موج‌های مریی را به خود جذب می‌کند. در نتیجه نوری را عبور نداده و به رنگ سیاه دیده می‌شود.

کنکاش کن

هر یک از نواحی طیف الکترومغناطیس با پدیده‌های خاصی قابل تولید هستند. تحقیق کنید امواج گاما و امواج اشعه x را چگونه می‌توان تولید کرد.

مثال ۲۷. مشاهده کردید که پرتوهای گوناگون طول موج‌های متفاوتی دارند. با توجه به این موضوع به نظر شما هریک از دماهای داده شده به کدام شکل مربوط است؟ چرا؟

آ) $۱۷۵۰^\circ C$ ب) $۲۷۵۰^\circ C$ ج) $۸۰۰^\circ C$

(۱) (رنگ زرد)

(۲) (رنگ قرمز)

(۳) (رنگ آبی)

پاسخ: با توجه به رنگ تابش‌ها می‌توان انرژی و دمای آن‌ها به طور کیفی مقایسه کرد:

شعله آبی > شعله زرد > شعله قرمز : طول موج

$۲۷۵۰^\circ C > ۱۷۵۰^\circ C > ۸۰۰^\circ C$: **دما**

شعله گاز شهری (۳) شمع (۱) سشوار (۲)

دست به کار شو

از کل امواج الکترومغناطیس، بخش مریی آن به راحتی قابل دیدن و اثبات است. حضور بقیه این امواج که همه نامرئی هستند را چگونه می‌توان اثبات کرد؟ برای پاسخ به این سؤال آزمایش‌های زیر را انجام دهید:

I) یك کنترل تلویزیون که باتری آن سالم است بردارید و از یکی از دوستان خود بخواهید که کلید روشن خاموش آن را فشار دهد. به چشمی کنترل نگاه کنید. آیا موجی که از چشمی ساطع می‌شود را می‌بینید؟ آیا اصلًا موجی از چشمی تابش می‌شود؟

II) این بار چشمی کنترل که کلید روشن و خاموش آن را دوستتان فشار داده را با دوربین یك موبایل نگاه کنید. نتیجه چیست؟

III) سایر دکمه‌های کنترل را فشار داده و هر بار چشمی را با دوربین موبایل مشاهده کنید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ توضیح دهید.

ـ از انجام آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ـ آیا امواج نامرئی طیف الکترومغناطیسی را می‌توان مشاهده کرد؟ چگونه؟

تمرین‌ها

۱. از سوختن یک گالن گازوئیل $1/3 \times 10^{8}\ J$ انرژی حاصل می‌شود. اگر می‌خواستیم این مقدار انرژی را از واکنش هسته‌ای بدست آوریم، چقدر ماده باید به انرژی تبدیل شود؟

۲. انرژی خورشید حاصل واکنش مقابل است. $4\ {}^{1}H \longrightarrow {}^{4}He + 2$ پوزیترون

جرم $H = 1/007\ g/mol$ جرم $He = 4/003\ g/mol$ جرم پوزیترون $= 0/0005\ g/mol$

اگر خورشید در هر ثانیه $3/8 \times 10^{23}\ kJ$ انرژی تولید کند، در هر ثانیه چند اتم هلیم در خورشید تولید می‌شود؟

۳. اگر فراوانی سه ایزوتوپ سیلیسیم شامل ^{28}Si ، ^{29}Si و ^{30}Si به ترتیب ۹۲٪، ۵٪ و ۳٪ باشد، جرم اتمی میانگین این عنصر را محاسبه کنید.

۴. عنصر A تنها دارای دو ایزوتوپ در طبیعت است؛ یکی با ۱۸ نوترون و دیگری با ۲۰ نوترون. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر $32\ amu$ و فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر ۴۰٪ باشد، جرم اتمی هر ایزوتوپ را محاسبه کنید.

۵. نقره در طبیعت به دو صورت ^{107}Ag و ^{109}Ag یافت می‌شود. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر $108\ amu$ باشد، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را مشخص نمایید.

۶. اگر تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{93}X^{5+}$ برابر با ۱۶ باشد، عدد اتمی این عنصر را تعیین کنید.

۷. عدد جرمی A برابر با ۱۸۶ است. اگر نسبت نوترون به پروتون در آن ۱/۱۶ باشد. عدد اتمی A را محاسبه کنید.

۸. یون X^{2-} دارای ۱۸ الکترون است. اگر تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در این یون برابر باشند، عدد اتمی و عدد جرمی این عنصر را محاسبه کنید.

۹. چرا جدول دوره‌ای عناصر به این نام شناخته می‌شود؟

۱۰. با توجه به جدول دوره‌ای عناصر، چگونه می‌توان شماره گروه، دوره و تعداد ذره‌های زیر اتمی را برای یک عنصر به‌دست آورد؟ این اطلاعات را برای فسفر ($_{15}P$) مشخص کنید.

۱۱. هریک از موارد ستون (آ) با یکی از موارد ستون (ب) ارتباط دارد. این ارتباط را مشخص کنید. (۱ مورد در ستون (ب) اضافی است.)

آ	ب
آ. خواص این عنصر مشابه گوگرد است.	a. کلر
ب. این عنصر یک فلز قلیایی خاکی است. (عنصر گروه دوم)	b. سیلیسیم
ت. عنصری که قادر است ترکیباتی مشابه ترکیبات برم تشکیل دهد.	c. هیدروژن
ث. عنصری که تمایل چندانی به واکنش با عناصر دیگر ندارد.	d. اکسیژن
ج. تنها نافلز موجود در گروه اول جدول تناوبی.	e. سزیم
	f. منیزیم
	g. آرگون

۱۲. با توجه به شکل زیر که قسمتی از جدول تناوبی را نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

Be		N	
Mg	Al		Cl
Ca	Ga	As	Br

آ) بیشترین تشابه در خواص بین کدام دو عنصر (Mg و Ca) یا (As و Ca) دیده می‌شود؟ چرا؟

ب) با توجه به فرمول شیمیایی GaN و $BeBr_2$، فرمول شیمیایی ترکیب‌های حاصل از (Al و As) و (Mg و Cl) را بنویسید.

۱۳. هر مول معادل $6/02 \times 10^{23}$ ذره است و می‌دانیم که جرم هر مول اتم اکسیژن $16\ g$ می‌باشد. اگر در یک استاندارد جدید، هر $1/505 \times 10^{22}$ ذره به عنوان یک مول در نظر گرفته شود، هر مول اتم اکسیژن چند گرم خواهد بود؟

۱۴. در هر مورد، مشخص کنید که ۰/۱ مول از کدام ترکیب جرم بیشتری دارد؟

آ) H_2SO_4 ، H_3PO_4 $(H = ۱, O = ۱۶, P = ۳۱, S = ۳۲, Mg = ۲۴, Cs = ۱۳۳\ g/mol)$

ب) $CsOH$ ، $Mg(OH)_2$

۱۵. آ) یک گرم گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$ حاوی چند اتم کربن است؟ $(C = ۱۲, H = ۱, O = ۱۶\ g/mol)$

ب) تعداد اتم‌های کربن در این میزان گلوکز با تعداد اتم‌های کربن در چند گرم کربن‌دی‌اکسید (CO_2) برابر است؟

۱۶. آلیاژی از مس و قلع شامل ۴۸٪ وزنی قلع است. نسبت تعداد اتم‌های مس به تعداد اتم‌های قلع را در نمونه‌ای از این آلیاژ محاسبه کنید.
$(Cu = ۶۳/۵, Sn = ۱۱۹\ g/mol)$

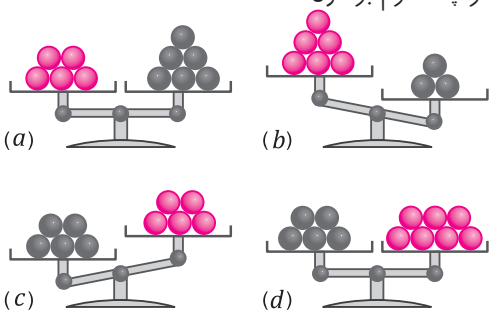
۱۷. برای تولید مقدار مشخصی از XO_2، $۱۱\ g$ از عنصر X با $۶/۴\ g$ اکسیژن ترکیب می‌شود. جرم مولی عنصر X را محاسبه کنید.

۱۸. اگر جرم $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۲}$ مولکول از ترکیب $PClx$ برابر $۱۰/۴\ g$ باشد، x را مشخص کنید. $(P = ۳۱, Cl = ۳۵/۵\ g/mol)$

۱۹. مخلوط ۲/۵ مول $NaOH$ و مقداری آب، ۱ کیلوگرم جرم دارد. این مخلوط شامل چند مولکول آب است؟
$(Na = ۲۳, O = ۱۶, H = ۱\ g/mol)$

۲۰. جرم یک اتم از یک عنصر مجهول $۳/۳۲ \times ۱۰^{-۲۳}$ گرم است. جرم مولی این عنصر چند گرم بر مول است؟

۲۱. برای هر یک از موارد نشان داده شده در شکل زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) کدام یک جرم مولی بیشتری دارد؟

ب) تعداد اتم‌های موجود در یک گرم از کدام ماده بیشتر است؟

پ) تعداد اتم‌های موجود در یک مول از کدام ماده بیشتر است؟

۲۲. امواج الکترومغناطیس مختلفی که از خورشید نشر می‌شود (مانند گاما، ایکس، فرابنفش و فروسرخ) با دوربین‌های حساس قابل شناسایی و اندازه‌گیری هستند. با توجه به رابطه طول موج و انرژی این پرتوها، راهی برای محاسبه دمای خورشید پیشنهاد کنید.

۲۳. مشخص کنید که هر کدام از انتقالات الکترونی زیر مربوط به جذب یا نشر نور است.

آ) $n_۴ \longrightarrow n_۲$ ب) $n_۲ \longrightarrow n_۶$ پ) $n_۱ \longrightarrow n_۴$ ت) $n_۵ \longrightarrow n_۳$

۲۴. با توجه به طیف نشری خطی عناصر، چگونه می‌توان به عناصر موجود در ستاره‌ها پی برد؟

۲۵. انتقالات الکترونی زیر برای اتم هیدروژن را به ترتیب افزایش انرژی مرتب کنید.

آ) $n_۱ \longrightarrow n_۲$ ب) $n_۲ \longrightarrow n_۴$ پ) $n_۴ \longrightarrow n_۵$ ت) $n_۲ \longrightarrow n_۵$

۲۶. آ) الکترونی در لایه $n = ۵$ اتم هیدروژن قادر به نشر چند طول موج مختلف است؟ ب) انرژی کدام یک بیشتر است؟
پ) چه تعداد از این نشرها در ناحیه مرئی قرار دارند؟

۲۷. منظور از حالت پایه و برانگیخته چیست؟ انرژی اتم را در این دو حالت مقایسه کنید. موارد زیر را تعیین کنید؟

۲۸. آرایش الکترونی $A^{۲+}$ به $۳d^۹$ ختم می‌شود، آرایش الکترونی عنصر A را بنویسید. موارد زیر را اتعیین کنید؟

آ) شماره گروه و دوره A ب) عدد اتمی A

پ) دسته عنصر A ت) تعداد الکترون ظرفیت A

۲۹. اگر شمار الکترون‌های زیرلایه $۴s$ اتم A دو برابر شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B و شمار الکترون‌های زیرلایه $۳d$ اتم A نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B باشد، عدد اتمی و آرایش الکترونی عنصرها A و B را مشخص کنید.

۳۰. انرژی زیرلایه‌های روبرو را با قاعده آفبا مقایسه کرده و ترتیب پرشدن آن‌ها را بنویسید؟ $۴s - ۵d - ۶p - ۶s - ۴f$

۳۱. با توجه به آرایش الکترونی عنصرها زیر، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$A:[Xe]\,۴f^{۱۴},۵d^{۱۰},۶s^{۲}$ $B:[Ar]۴s^{۲}$ $C:[Ar]\,۳d^{۱۰},۴s^{۲},۴p^{۳}$ $D:[Ne]۳s^{۲},۳p^{۳}$

آ) کدام دو عنصر در یک ستون از جدول دوره‌ای قرار دارند؟

ب) کدام دو عنصر در یک دوره از جدول دوره‌ای قرار دارند؟

پ) عنصر A جزء کدام دسته از عناصر $(f، d، p، s)$ است؟

ت) نماد یون پایدار C, B را بنویسید.

ث) فرمول ترکیب حاصل از B با D را بنویسید.

ج) کدام عنصر(ها) نافلز است؟

۳۲. جدول زیر را کامل کنید.

اتم‌های تشکیل‌دهنده پیوند	فرمول شیمیایی ترکیب یونی	نام ترکیب
Ca, Cl		
Mg, O		
K, P		
Al, S		
Li, Br		

۳۳. آرایش الکترون- نقطه‌ای مولکول‌های مقابل را رسم کنید. $CO_۲ - NH_۳ - CH_۴ - H_۲O - CS_۲ - PCl_۳ - SO_۲ - CCl_۴$

۳۴. باتوجه به جدول زیربه سؤالات پاسخ دهید.

	۱		۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱	A	۲						
۲	C	D	E	F	G	H	I	J
۳		K	T	Q	O			
۴	S		R			M	X	N

آ) در لایه ظرفیت کدام عنصرها تعداد الکترون‌های یک زیرلایه دو برابر دیگری است؟

ب) کدام عنصرها می‌توانند با گرفتن یک الکترون به آرایش هشتایی برسند؟

پ) شبه فلزهای جدول را مشخص کنید.

ت) فرمول ترکیب حاصل از K با X و R با M و G با A را بنویسید.

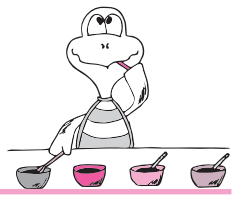
ث) عنصر M با T ترکیب یونی ایجاد می‌کند. نسبت کاتیون‌ها به آنیون‌ها را مشخص کن

ج) کدام عنصرها به صورت گاز و تک اتمی هستند؟

چ) عدد اتمی عنصر زیر R چند است؟

ح) کدام فلز قادر به تشکیل یون پایدار نیست؟

خ) درکدام عنصرها تعداد الکترون جفت نشده بیشتری وجود دارد؟



پرسش‌های چهارگزینه‌ای

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

۱. کدام عبارت نادرست است؟

۱) وویجر ۱، ۲ مأموریت تهیه شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را داشتند.

۲) شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره‌ها حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد مواد می‌باشد.

۳) سیاره زمین و مشتری بیشتر از جنس گاز هستند ولی به علت تراکم بیشتر چگالی زمین بیشتر است.

۴) نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است درحالی‌که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره یافت می‌شود.

۲. چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ عنصرهای سازنده سیاره‌های زمین و مشتری درست هستند؟

الف) فراوان‌ترین عنصر مشتری و زمین به ترتیب هیدروژن و اکسیژن می‌باشد.

ب) در هشت عنصر فراوان مشتری، عنصر فلزی وجود ندارد.

پ) دو عنصر اکسیژن و گوگرد، از عنصرهای مشترک این دو سیاره هستند.

ت) در هشت عنصر فراوان مشتری و زمین به ترتیب ۶ و ۱ عنصر گازی شکل در دمای $25^{\circ}C$ وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳. دما و ..... هر ستاره تعیین می‌کنند که چه عنصرهایی باید در آن ساخته شوند. هرچه دمای ستاره ..... باشد، شرایط تشکیل عنصرهای ..... فراهم می‌شود.

۱) شکل ـ بیشتر ـ سبک‌تر
۲) اندازهٔ ـ بیشتر ـ سنگین‌تر
۳) شکل ـ کمتر ـ سنگین‌تر
۴) اندازهٔ ـ کمتر ـ سنگین‌تر

۴. روند تشکیل عنصرها، در ستارگان به‌صورت زیر است. در کدام گزینه عنصرهای A، B، C و D به ترتیب از راست به چپ درست مشخص شده‌اند؟

$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$

۱) هلیم ـ هیدروژن ـ طلا ـ کربن
۲) هیدروژن ـ هلیم ـ آهن ـ کربن
۳) هیدروژن ـ هلیم ـ لیتیم ـ آهن
۴) هلیم ـ هیدروژن ـ لیتیم ـ طلا

۵. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست هستند؟

الف) در پدیده مهبانگ انرژی عظیمی آزادشده و ذره‌های زیر اتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون ایجاد شدند.

ب) با گذشت زمان از انفجار بزرگ و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، متراکم شدند و سحابی‌ها را ایجاد کردند.

پ) ستاره‌ها مکان زایش سحابی‌هایی مانند سحابی عقاب هستند.

ت) مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که عنصرهای تشکیل‌شده در آن به‌صورت همگون در جهان هستی پراکنده می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶. با توجه به نظریه «مهبانگ» کدام ترتیب در ایجاد مفاهیم زیر صحیح است؟

۱) ستارگان و کهکشان‌ها ۲) ذرات زیر اتمی ۳) سحابی

۴) هیدروژن ـ هلیم ۵) عناصر سنگین

۱) ۲ ← ۴ ← ۱ ← ۳ ← ۵
۲) ۴ ← ۲ ← ۳ ← ۵ ← ۴
۳) ۳ ← ۲ ← ۴ ← ۵ ← ۱
۴) ۲ ← ۴ ← ۳ ← ۱ ← ۵

۷. وات $(w = \frac{\text{ژول}}{\text{ثانیه}})$، بیانگر سرعت مصرف انرژی است. محاسبه کنید با انرژی آزادشده از کاهش جرم g ۱ ماده طی واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیم، چه مدت می‌توان انرژی لازم برای روشن ماندن یک لامپ w ۱۰۰ را تأمین کرد؟

۱) ۳۰ قرن ۲) ۳×۱۰^{۶} سال ۳) ۲۵×۱۰^{۷} ساعت ۴) ۳×۱۰^{۹} ثانیه

۸. در اثر واکنش هسته‌ای ۲۰ درصد از جرم یک ماده رادیواکتیو کاسته شده و به $۴/۵\times۱۰^{۱۳}$ کیلوژول انرژی تبدیل شده است. جرم اولیه این ماده رادیواکتیو چند کیلوگرم بوده است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۹. فرض کنید؛ روزانه ده میلیون لیتر بنزین به‌وسیله خودروها در شهر تهران مصرف می‌شود. اگر به‌جای سوزاندن بنزین، از فرآیند تبدیل جرم به انرژی استفاده شود، برای جایگزین کردن این مقدار بنزین، چند گرم ماده باید به انرژی تبدیل شود؟ (هریک میلی‌لیتر بنزین معادل ۴/۵ کیلوژول انرژی تولید می‌کند.)

۱) ۰/۰۰۰۵ ۲) ۰/۰۰۵ ۳) ۰/۰۰۰۲ ۴) ۰/۰۰۲

ایزوتوپ‌ها

۱۰. هیدورژن دارای سه ایزوتوپ پروتیم $({}_{۱}^{۱}H)$ ، دوتریم $({}_{۱}^{۲}H)$ و تریتیم $({}_{۱}^{۳}H)$ می‌باشد. در یک گرم از کدام‌یک از این ایزوتوپ‌ها، تعداد ذرات زیر اتمیِ درون هستهٔ بیشتری وجود دارد؟

۱) پروتیم ۲) دوتریم ۳) تریتیم ۴) در هر سه ایزوتوپ برابر است.

۱۱. اطلاعات موجود در کدام ردیف نادرست است؟ $({}_{۶}^{۱۲}C, {}_{۸}^{۱۶}O, {}_{۷}^{۱۴}N)$

نماد / اطلاعات	تعداد الکترون	تعداد پروتون	تعداد نوترون
۱) ${}_{۵۳}^{۱۲۷}I^{-}$	۵۴	۵۳	۷۴
۲) ${}_{۵۶}^{۱۳۷}Ba^{۲+}$	۵۴	۵۶	۸۱
۳) $NO_{۲}^{-}$	۲۴	۲۳	۳۰
۴) $CO_{۲}$	۲۲	۲۲	۲۲

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲. عدد جرمی X^{+} برابر ۲۰۰ و شمار نوترون‌های آن ۱/۵ برابر شمار پروتون‌ها است. شمار الکترون‌های X کدام است؟

(المپیاد - دوره ۱۶)

۱) ۷۸ ۲) ۷۹ ۳) ۸۰ ۴) ۸۱

۱۳. تعداد الکترون‌های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟ $({}_{۸}^{۱۶}O, {}_{۹}^{۱۹}F, {}_{۱۷}^{۳۵}Cl, {}_{۱۵}^{۳۱}P, {}_{۱۶}^{۳۲}S)$

۱) $SO_{۴}^{۲-}$ ۲) $PO_{۴}^{۳-}$ ۳) $ClO_{۴}^{-}$ ۴) $SF_{۴}$

۱۴. کدام گزینه درست است؟

۱) عدد جرمی، حاصل جمع تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها است.

۲) ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی و تعداد الکترون متفاوتی دارند.

۳) ایزوتوپ‌های یک عنصر تعداد پروتون یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند.

۴) ایزوتوپ‌های یک عنصر تعداد الکترون و نوترون یکسانی دارند.

۱۵. اگر تفاوت تعداد پروتون و نوترون‌ها در یون ${}^{۴۵}M^{۳+}$ برابر ۳ باشد، تعداد الکترون‌های این یون را تعیین کنید.

۱) ۱۸ ۲) ۱۹ ۳) ۲۱ ۴) ۲۴

۱۶. اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{۸۰}X^{-}$ برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر x را تعیین کنید.

۱) ۴۵ ۲) ۳۵ ۳) ۳۴ ۴) ۳۶

۱۷. با توجه به ایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف) $^{۷}_{۱}H$ ایزوتوپ هیدروژن $^{۱}_{۱}H$ می‌باشد.

ب) فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن $^{۱}_{۱}H$ می‌باشد.

پ) ایزوتوپ $^{۷}_{۱}H$ ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن می‌باشد.

ت) نیمه عمر ایزوتوپ $^{۵}_{۱}H$ از ایزوتوپ $^{۳}_{۱}H$ بیشتر است.

ج) هیدورژن دو ایزوتوپ پایدار و ۵ ایزوتوپ ناپایدار دارد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۸. دو عنصر منیزیم و لیتیم به ترتیب ..... و ..... ایزوتوپ دارند که در بین ایزوتوپ‌های منیزیم ..... ایزوتوپ و در بین ایزوتوپ‌های لیتیم ..... ایزوتوپ فراوان‌تر و پایدارتر می‌باشند.

۱) ۲ ـ ۳ ـ سبک‌ترین ـ سنگین‌ترین ۲) ۳ ـ ۲ ـ سبک‌ترین ـ سبک‌ترین

۳) ۳ ـ ۲ ـ سبک‌ترین ـ سنگین‌ترین ۴) ۲ ـ ۳ ـ سنگین‌ترین ـ سنگین‌ترین

۱۹. کدام دو عنصر از عنصرهای زیر واکنش‌پذیری شیمیایی یکسانی دارند؟

$^{۳۵}_{۱۷}G, ^{۵۹}_{۲۷}E, ^{۱۲۷}_{۵۲}D, ^{۱۲۸}_{۵۳}C, ^{۵۹}_{۲۸}B, ^{۱۲۷}_{۵۳}A$

۱) A با G ۲) B با E ۳) E با G ۴) A با C

۲۰. عنصر موجود در کدام گزینه به‌احتمال بیشتری می‌تواند یک رادیوایزوتوپ باشد؟

۱) $^{۵۲}_{۲۴}A$ ۲) $^{۲۴۴}_{۹۴}B$ ۳) $^{۱۳۸}_{۷۴}C$ ۴) $^{۸۵}_{۳۷}D$

۲۱. کدام عبارت با توجه به ویژگی ایزوتوپ‌ها نادرست است؟

۱) خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی در ایزوتوپ‌های یک عنصر متفاوت و خواص شیمیایی آن‌ها مشابه هست.

۲) اغلب عنصرهایی که در آن‌ها نسبت پروتون به نوترون برابر ۱/۵ یا بزرگ‌تر است، ناپایدار هستند.

۳) رادیو ایزوتوپی که نیمه عمر بیشتری دارد، پایدارتر است.

۴) هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار با گذشت زمان متلاشی شده و مقدار زیادی انرژی به همراه ذره‌های پرانرژی، آزاد می‌کنند.

۲۲. هیدروژن دارای سه ایزوتوپ $(^{۱}_{۱}H, ^{۲}_{۱}D, ^{۳}_{۱}T)$ و اکسیژن نیز دارای سه ایزوتوپ $(^{۱۶}_{۸}O, ^{۱۷}_{۸}O, ^{۱۸}_{۸}O)$ می‌باشد. کدام عبارت‌ها در مورد انواع مولکول‌های آب درست می‌باشند؟

الف) آب ۲۷ نوع مولکول دارد.

ب) انواع مولکول‌های آب را می‌توان در هفت دسته جرمی متفاوت قرار داد.

پ) چهار نوع مولکول آب با جرم ۲۰ می‌تواند وجود داشته باشد.

ت) تعداد پروتون‌های موجود در ۱۰۰ گرم $H_۲O$ معمولی از ۱۰۰ گرم $D_۲O$ بیشتر است.

۱) الف ـ ب ۲) ب ـ پ ۳) الف ـ ت ۴) ب ـ پ ـ ت

۲۳. نیمه عمر رادیو ایزوتوپی از تکنسیم برابر ۶ ساعت می‌باشد، محاسبه کنید چند ساعت طول می‌کشد تا ۸۷/۵٪ از این ایزوتوپ متلاشی شود؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۴ ۳) ۱۲ ۴) ۲۰

۲۴. پس از گذشت ۱۰۰ سال جرم یک ماده پرتوزا نصف می‌شود. اگر پس از گذشت ۶۰۰ سال مقدار ۲ گرم از این ماده باقی‌مانده باشد، مقدار اولیه این ماده پرتوزا برحسب گرم کدام است؟

۱) ۱۲ ۲) ۳۲ ۳) ۶۴ ۴) ۱۲۸

۲۵. در چند مورد از ایزوتوپ‌ها شرط $\frac{n}{p} \geq ۱/۵$ برقرار است؟

الف) اورانیم که در راکتورهای اتمی کاربرد دارد. $(_{۹۲}U)$

ب) تکنسیم که در تصویربرداری پزشکی کاربرد دارد. $(_{۴۳}Tc)$

پ) آهن که برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون کاربرد دارد. $(_{۲۶}Fe)$

ث) هیدروژنی که در طبیعت درصد فراوانی، ناچیز دارد. $(_{۱}H)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۶. بر اثر واپاشی هستهٔ رادیوایزوتوپ‌های یک عنصر، کدام‌یک از موارد زیر صورت نمی‌گیرد؟

۱) ذرات پر انرژی تولید می‌شود.

۲) مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود.

۳) درصد فراوانی ایزوتوپ پایدار افزایش می‌یابد.

۴) مقدار کاهش جرم در ۵ دقیقه دوم برابر ۵ دقیقه اول واپاشی است.

۲۷. چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ درست هستند؟

الف) اولین عنصر مصنوعی است که در راکتور هسته‌ای ساخته شده است.

ب) از این عنصر برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود.

پ) زمان ماندگاری این عنصر بالا است و می‌توان آن را تهیه و نگهداری کرد.

ت) اندازه اتم تکنسیم مشابه یون I^- است و در نتیجه هنگام جذب این یون، تکنسیم نیز در تیروئید جذب می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۸. چه تعداد از کاربردهای ذکرشده برای ماده یا عنصرهای رادیو ایزوتوپ نادرست بیان شده است؟

الف) $^{۵۹}_{۲۶}F$: تصویربرداری از دستگاه گردش خون

ب) $^{۹۹}_{۴۳}Tc$: تصویربرداری از غده تیروئید

پ) $^{۲۳۵}_{۹۲}U$: سوخت راکتورهای اتمی

ت) گلوکز نشان‌دار: تصویربرداری از توده‌های سرطانی

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۹. دلیل استفاده از کدام رادیوایزوتوپ نادرست است؟

۱) تکنسیم در تصویربرداری: تشابه اندازه یون حاوی تکنسیم با یون یدید

۲) آهن در تصویربرداری: وجود یون آهن در ساختار هموگلوبین

۳) گلوکز در تصویربرداری: کسب انرژی و ادامه حیات توده سرطانی

۴) اورانیوم در تولید انرژی: نیمه عمر کوتاه

۳۰. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست بیان شده‌اند؟

الف) درصد فراوانی ایزوتوپ ^{۲۳۸}U در طبیعت کمتر از ۰/۷ درصد است.

ب) چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای همان غنی‌سازی ایزوتوپی است که طی آن درصد رادیو ایزوتوپ اورانیوم افزایش می‌یابد.

پ) پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است.

ت) آشکارساز، امواج گلوکز نشان‌دار را دریافت کرده و موقعیت و اندازه توده سرطانی را مشخص می‌کند.

ث) دود سیگار و قلیان، مقدار ناچیزی مواد پرتوزا دارد. ازاین‌رو عامل ایجاد سرطان ریه هستند.

ج) عنصرهای مس و فسفر رادیو ایزوتوپ دارند که هر دو در ایران تولید شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

عنصرها؛ طبقه‌بندی و جرم اتمی

۳۱. با توجه به جدول زیر نماد چه تعداد از عنصرها نادرست است؟

نماد	As	An	Sn	Au	Rn	Mn	Ge	Be
نام	آرسنیک	آنتیموان	روی	طلا	رادیم	منگنز	گالیم	باریم

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۳۲. چه تعداد از اطلاعات زیر در مورد جدول دوره‌ای امروزی درست هستند؟

الف) حاوی ۱۱۸ عنصر است که ۹۲ عنصر آن در طبیعت یافت می‌شود.

ب) عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی در آن سازمان‌دهی شده‌اند.

پ) با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شوند.

ت) حاوی ۷ گروه و ۱۸ دوره می‌باشد که نخستین عنصر آن هیدروژن می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۳. کدام مقایسه با توجه به جدول تناوبی امروزی نادرست است؟

۱) تعداد عنصر: دوره ۵ $=$ دوره ۴

۲) تعداد عنصر: دوره ۶ $>$ دوره ۷

۳) تعداد عنصر: گروه ۱ $<$ گروه ۵

۴) تعداد عنصر: گروه ۱۸ $<$ گروه ۱۶

۳۴. عدد اتمی گازهای نجیب که در گروه ۱۸ قرار دارند به ترتیب از بالا به پایین ۲ ـ ۱۰ ـ ۱۸ ـ ۳۶ ـ ۵۴ ـ ۸۶ می‌باشد. عنصرهای موجود در کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ به گروه ۱۶، ۱۵ و ۲ تعلق دارند؟

۱) ${}_{12}C, {}_{13}B, {}_{8}A$ ۲) ${}_{38}C, {}_{15}B, {}_{20}A$ ۳) ${}_{20}C, {}_{83}B, {}_{34}A$ ۴) ${}_{56}C, {}_{31}B, {}_{34}A$

۳۵. اگر عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر G که عدد اتمی آن برابر ۳۴ است، هم‌دوره باشد؛ عدد اتمی E کدام است؟

۱) ۳۳ ۲) ۳۴ ۳) ۳۵ ۴) ۳۱

۳۶. کدام عبارت‌ها نادرست هستند؟

الف) در جدول تناوبی امروزی، نماد هر عنصر شامل یک، دو یا سه حرف لاتین می‌باشد.

ب) حرف اول نماد عنصرهای آلومینیم، طلا، آرسنیک، آرگون و نقره با A بزرگ شروع می‌شود.

پ) اختلاف عدد اتمی آخرین عنصر دوره سوم و اولین عنصر این دوره، هفت می‌باشد.

ت) سیزدهمین عنصر جدول تناوبی دارای ۳۸ ذره بنیادی است.

۱) ب ـ پ ۲) پ ـ ت ۳) الف ـ ب ۴) الف ـ ت

۳۷. چه تعداد از عبارت‌های پیشنهادی، جمله زیر را درست تکمیل می‌کنند؟

«در جدول تناوبی امروزی .....»

الف) خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، بسیار شبیه به هم است.

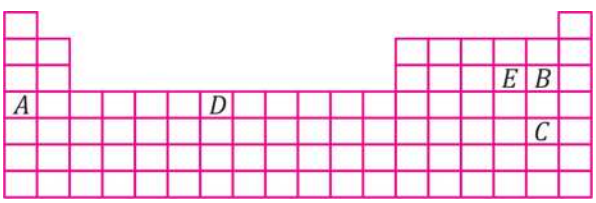
ب) در بین دوره‌های جدول تناوبی، دوره ۶ و دوره ۷ هر کدام با ۳۲ عنصر، بیشترین عنصرها را در خود جا داده‌اند.

پ) در یک دوره، عدد اتمی و جرم اتمی عنصرها از چپ به راست، همواره افزایش می‌یابد.

ت) هر خانه، مربوط به یک عنصر است که در آن نماد شیمیایی، عدد اتمی و همه اطلاعات شیمیایی عنصر گنجانده شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۸. باتوجه به جدول مقابل کدام گزینه نادرست است؟



۱) خواص شیمیایی عنصرهای B و C شبیه عنصر برم $({}_{35}Br)$ می‌باشد.

۲) تعداد ذرات بنیادی باردار در عنصر D برابر ۵۰ عدد می‌باشد.

۳) عدد اتمی عنصرهای بالا و پایین عنصر A به ترتیب ۱۹ و ۵۱ می‌باشد.

۴) عنصر E می‌تواند همانند عنصر اکسیژن، یون دو بار منفی E^{2-} را تشکیل دهد.

۳۹. تمام عنصرها در یک دوره قرار دارند، به‌جز .....

۱) ${}_{۵۵}Cs$ ۲) ${}_{۸۲}Pb$ ۳) ${}_{۶۹}Tm$ ۴) ${}_{۵۳}I$

۴۰. تمام عنصرها در یک گروه قرار دارند، به‌جز .....

۱) ${}_{۲۱}X$ ۲) ${}_{۷۱}Y$ ۳) ${}_{۳۹}Z$ ۴) ${}_{۴۹}Q$

۴۱. سی‌وسومین عنصر جدول به کدام دوره و گروه تعلق دارد؟

۱) ۴ ـ ۱۵ ۲) ۳ ـ ۱۳ ۳) ۴ ـ ۱۷ ۴) ۳ ـ ۱۵

۴۲. دانشمندان جرم اتم‌ها را با مقیاس ..... به‌کار می‌برند که واحد آن ..... می‌باشد.

۱) جرم مطلق ـ جرم ایزوتوپ ${}^{۱۲}C$
۲) جرم نسبی ـ جرم $\frac{۱}{۱۲}$ ${}^{۱۲}C$
۳) جرم مطلق ـ جرم $\frac{۱}{۱۲}$ ${}^{۱۲}C$
۴) جرم نسبی ـ جرم ایزوتوپ ${}^{۱۲}C$

۴۳. در جدول زیر چند اشتباه در مورد اطلاعات الکترون، پروتون و نوترون وجود دارد؟

نام ذره	نماد	بار الکتریکی	جرم amu
الکترون	${}^{-۱}_{۰}e$	-۱	۰/۰۰۵
پروتون	${}^{+۱}_{۱}P$	${}^{+}_{۱}$	
نوترون	${}^{۱}_{۰}n$	۰	

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۴. کدام مقایسه نادرست است؟

۱) جرم : $۱n \boxed{>} ۱p \boxed{>} ۱amu$
۲) جرم : ${}^{۳۲}_{۱۶}S \boxed{=} ۲({}^{۱۶}_{۸}O) \boxed{=} ۳۲u$
۳) جرم : $۱۰۰e \boxed{=} \frac{۱}{۲۰۰}amu \boxed{<} {}^{۱}_{۱}H$
۴) جرم : $\frac{۱}{۱۲}$ ${}^{۱۲}C \boxed{=} ۱amu \boxed{=} {}^{۱}_{۱}H$

۴۵. کدام عبارت جمله زیر را دقیق‌تر کامل می‌کند؟

«جرم اتمی Ne برابر ۲۰ است؛ یعنی .....»

۱) جرم یک اتم آن برابر جرم ۲۰ عدد پروتون است.
۲) جرم یک مول آن برابر $۲۰amu$ است.
۳) جرم یک اتم آن برابر حاصل جمع ۱۲ پروتون و ۸ نوترون است.
۴) جرم یک اتم آن ۲۰ برابر جرم $\frac{۱}{۱۲}$ کربن ۱۲ است.

۴۶. کدام عبارت درست است؟

۱) جرم اتم‌ها را می‌توان با ترازوهای بسیار دقیق اندازه گرفت.
۲) جرم اتم عنصرها دقیقاً با عدد جرمی آن‌ها برابر است.
۳) دقت اندازه‌گیری ترازو برای وزن کردن یک انگشتر طلا و باسکول برای اندازه‌گیری یک ماشین سنگین به ترتیب g ۰/۱ و ton ۰/۱ می‌باشد.
۴) جرم اتمی فراوان‌ترین و پایدارترین ایزوتوپ هیدروژن برابر $۱amu$ می‌باشد.

۴۷. اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر amu ۰/۰۰۰۵۴ باشد، جرم تقریبی یک اتم ${}^{۳}_{۱}T$ برابر چند گرم خواهد بود؟ $(۱amu = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\ g)$ (کنکور ریاضی ۹۳)

۱) $۴/۹۶\times۱۰^{-۲۴}$ ۲) $۹/۱۱۲\times۱۰^{-۲۴}$ ۳) $۴/۳۴\times۱۰^{-۲۲}$ ۴) $۹/۸۱۵\times۱۰^{-۲۲}$

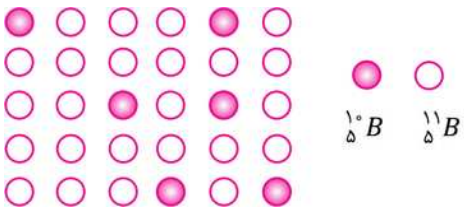
۴۸. کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های $35u$ و $37u$ و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی $12u$ و $13u$ است. تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول کربن تترا کلرید (CCl_4)، چند u است؟ (کنکور ریاضی ۹۳)

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۴۹. اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{2000}$ جرم هریک از ذره‌های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون‌ها در اتم $^{2Z}_{Z}A$ به جرم این اتم، به کدام کسر نزدیک‌تر است؟ (کنکور تجربی ۸۹)

۱) $\frac{1}{1000}$ ۲) $\frac{1}{2000}$ ۳) $\frac{1}{4000}$ ۴) $\frac{1}{5000}$

۵۰. باتوجه به شکل مقابل که توزیع اتم‌های بور طبیعی را نشان می‌دهد، می‌توان دریافت که فراوانی ایزوتوپ ..... بیشتر و ..... پایدارتر است و جرم اتمی میانگین بور، برابر با amu ..... است. (کنکور تجربی خارج از کشور ۸۵)



۱) $10/8 - {}^{10}_{5}B - {}^{10}_{5}B$

۲) $10/8 - {}^{11}_{5}B\ {}^{11}_{5}B$

۳) $10/9 - {}^{11}_{5}B - {}^{11}_{5}B$

۴) $10/9 - {}^{10}_{5}B - {}^{10}_{5}B$

۵۱. عنصر A در گروه ۱۶ و دوره ۴ جدول تناوبی قرار دارد. در نمونه طبیعی این عنصر دو ایزوتوپ وجود دارد که $\frac{1}{5}$ آن‌ها را ایزوتوپ ^{71}A تشکیل می‌دهد. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر ۷۹ باشد، تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سنگین‌تر را تعیین کنید: $(1amu = 1p^+ = 1n)$

۱) ۴۷ ۲) ۴۸ ۳) ۴۹ ۴) ۵۰

۵۲. عنصر ^{18}X با جرم اتمی میانگین ۳۶/۸، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪ و دیگری ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است، شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر با $1amu$ در نظر بگیرید.) (کنکور تجربی خارج از کشور ۹۰)

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۵۳. عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{84}A ، ^{86}A ، ^{88}A است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین A برابر ۸۶/۴ باشد. درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی را با تقریب معادل جرم اتمی هر ایزوتوپ در نظر بگیرید.) (کنکور تجربی خارج از کشور ۹۵)

۱) ۲۰، ۶۰ ۲) ۴۰، ۴۰ ۳) ۵۰، ۳۰ ۴) ۶۰، ۲۰

۵۴. باتوجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3 ، چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید.) (کنکور ریاضی خارج از کشور ۹۵)

ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۲۰۳/۴ ۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷۱

۵۵. عنصر A دارای دو ایزوتوپ در طبیعت است که در یون A^{3+} آن، اختلاف تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در ایزوتوپ (۱) و (۲) به ترتیب برابر ۱۰ و ۱۲ است. اگر جمع جبری عدد جرمی این ایزوتوپ برابر ۱۴۰ و جرم اتمی میانگین عنصر A برابر ۶۹/۸ باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ (۱) برابر چند درصد است و این عنصر به کدام گروه و دوره از جدول تناوبی تعلق دارد؟ (جرم اتمی برابر عدد جرمی در نظر گرفته شود.)

۱) ۴۰ درصد ـ گروه ۱۳ و دوره چهارم
۲) ۴۰ درصد ـ گروه ۱۴ و دوره سوم
۳) ۶۰ درصد ـ گروه ۱۳ و دوره چهارم
۴) ۶۰ درصد ـ گروه ۱۴ و دوره سوم

پاسخنامه تشریحی

تمرین‌های زوج فصل ۱

۲.
$$\text{کاهش جرم برای تولید یک اتم } He = (۴\times ۱/۰۰۷) - ۴/۰۰۳ - (۲\times ۰/۰۰۰۵) = ۰/۰۲۴\ g = ۲/۴\times ۱۰^{-۵}\ kg$$

$$\text{تعداد اتم } He \text{ تولید شده در یک ثانیه} = \frac{۱/۲۷\times ۱۰^{۱۵}}{۲/۴\times ۱۰^{-۵}} = ۵/۳\times ۱۰^{۱۹}$$

۴.
$$\begin{cases} ۰/۴A_۲ + ۰/۶A_۱ = ۳۲ \\ A_۲ - A_۱ = ۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} A_۲ = ۳۵\dfrac{g}{mol} \\ A_۱ = ۳۰\dfrac{g}{mol} \end{matrix}$$

۶.
$$p = e + ۵ \Rightarrow e = p - ۵ \begin{cases} p + n = ۹۳ \\ e - n = ۱۶ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p + n = ۹۳ \\ p - ۵ - n = ۱۶ \end{cases}$$
$$\Rightarrow p = ۵۷$$

۸.
$$p = e - ۲ = ۱۸ - ۲ = ۱۶ = z$$
$$p = n \Rightarrow A = ۱۶ + ۱۶ = ۳۲$$

۱۰. شماره گروه برابر تعداد الکترون‌های ۱۱ به ظرفیت و شماره دوره برابر تعداد لایه‌های الکترونی است. پس با دانستن آرایش الکترونی هر اتم، تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن قابل محاسبه است.

$${}_{۱۵}p : ۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۳$$

این اتم در گروه ۱۵ و دوره سوم جدول قرار داد و دارای ۱۵ الکترون و ۱۵ پروتون است.

۱۲.

آ) Be , Ca چون در یک گروه جدول قرار دارند.

ب) $AlGe$, $MgCl_۲$

۱۴.

آ) $H_۳PO_۴ : ۳\times ۱ + ۳۱ + ۴\times ۱۶ = ۹۸\dfrac{g}{mol}$ $\quad H_۳PO_۴ = H_۲SO_۴$

$H_۲SO_۴ : ۲\times ۱ + ۳۲ + ۴\times ۱۶ = ۹۸\dfrac{g}{mol}$

ب) $CsOH : ۱۳۳ + ۱۶ + ۱ = ۱۵۰\dfrac{g}{mol}$

$Mg(OH)_۲ : ۲۴ + ۲\times ۱۶ + ۲\times ۱ = ۵۸\dfrac{g}{mol}$

$CsOH > Mg(OH)_۲$

۱۶.
$$mol\ Sn = \frac{۴۸}{۱۱۹} = ۰/۴$$
$$mol\ Cu = \frac{۱۰۰ - ۴۸}{۶۳/۵} = ۰/۸$$
$$\frac{\text{تعداد اتم‌های مس}}{\text{تعداد اتم‌های قلع}} = \frac{mol\ Cu}{mol\ Sn} = \frac{۰/۸}{۰/۴} = ۲$$

۱۸.
$$\text{جرم مولی } PCl_x = ۱\ mol \times \frac{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}{۱\ mol} \times \frac{۱۰/۴\ g}{۳/۰۱\times ۱۰^{۲۲}} = ۲۰۸\ g$$
$$۲۰۸ = ۳۱ + x\times ۳۵/۵ \Rightarrow x = ۵$$

۲۰.
$$\text{جرم مولی} = ۱\ mol \times \frac{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}{۱\ mol} \times \frac{۳/۳۲\times ۱۰^{-۲۳}\ g}{۱} = ۲۰\frac{g}{mol}$$

۲۲. هرچه طول موج امواج نشر شده کمتر باشد، انرژی آن امواج بیشتر است. پس با اندازه‌گیری طول موج، انرژی امواج محاسبه می‌شود. با داشتن انرژی و روابط موجود برای انرژی و دما، دمای خورشید قابل محاسبه است.

۲۴. طیف نشری خطی عناصر منحصربه فرد است. بنابراین با بررسی خطوط طیفی نشر شده از ستاره‌ها می‌توان عناصر موجود در آن‌ها را شناسایی نمود.

۲۶. این الکترون ۴ طول موج مختلف نشر می‌کند. این انتقال‌ها شامل $n_۵ \to n_۱$، $n_۵ \to n_۲$، $n_۵ \to n_۳$ و $n_۵ \to n_۴$ هستند که انرژی انتقال $n_۵ \to n_۱$ از همه بیشتر است.

۲۸. آرایش $A^{۲+}$ و A به صورت زیر است.

$$A^{۲+} : ۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۹$$
$$A : ۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} / ۴s^۱$$

الف) این عنصر به گروه ۱۱ (مجموع الکترون d و s) و دوره ۴ (تعداد لایه الکترونی) تعلق دارد.

ب) ۲۹

پ) دسته d

ت) ۱۱

۳۰. برای یافتن ترتیب پر شدن باید مجموع n و l را برای هر لایه محاسبه کنیم. هر لایه‌ای که مجموع کمتری داشته باشد، زودتر پر می‌شود. اگر مجموع n و l برای دو لایه برابر بود، لایه‌ای که n کوچکتر دارد زودتر پر می‌شود. بنابراین ترتیب پر شدن به صورت زیر است.

$$۶p - ۵d - ۴f - ۶s - ۴s$$

۳۲.

اتم‌های تشکیل دهنده یون	فرمول شیمیایی ترکیب یونی	نام ترکیب
Ca , Cl	$CaCl$	کلسیم کلرید
Mg , O	MgO	منیزیم اکسید
P, K	$K_۳P$	پتاسیم فسفید
S, Al	$Al_۲S_۳$	آلومینیوم سولفید
Br, Li	$LiBr$	لیتیم برومید

۳۴. الف) لایه ظرفیت عناصر گروه ۱۳ شامل ۳ الکترون است که ۲ تا از آنها در زیرلایه s و یکی در زیرلایه p قرار می‌گیرد.

ب) عنصرهای گروه ۱۷ شامل ۷ الکترون در لایه ظرفیت خود هستند. این عنصرها با گرفتن یک الکترون، ۸ تایی می‌شوند.

پ) E، Q

ت) $KX_۲$، $R_۲M_۳$، $GA_۳$

ث) کاتیون T به صورت $T^{۳+}$ و آنیون M به صورت $M^{۲-}$ است. پس فرمول نمک آن‌ها $T_۲M_۳$ است؛ یعنی نسبت کاتیون به آنیون ۲/۳ است.

ج) گازهای نجیب N و J

چ) عدد اتمی عنصر R، ۱۸ واحد بیشتر از R است.

ح) عنصرهای گروه ۱۴ یون پایدار ندارند.

خ) عنصرهای گروه ۱۵ شامل ۳ الکترون در زیرلایه p هستند.

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱. گزینه «۳»

سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز و سیاره زمین بیشتر از جنس مواد جامد است.

درصد فراوانی عنصرها

$$\begin{cases} \text{زمین}: Fe > O_{(g)} > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al \\ (\text{فقط یک عنصر گازی}) \\ \text{مشتری}: H_{(g)} > He_{(g)} > C > O_{(g)} > N_{(g)} > S > Ar_{(g)} > Ne_{(g)} \\ (\text{شش عنصر گازی}) \end{cases}$$

۲. گزینه «۳»

عبارت «الف» نادرست است و شکل صحیح آن به‌صورت زیر است:

«فراوان‌ترین عنصر مشتری هیدروژن و فراوان‌ترین عنصر زمین آهن می‌باشد»

۳. گزینه «۲»

دما و اندازهٔ هر ستاره تعیین می‌کنند که چه عنصرهایی باید در آن ساخته شوند. هرچه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود.

۴. گزینه «۳»

در ستارگان و همچنین در سرآغاز تشکیل جهان ابتدا عنصرهای سبک‌تر مانند هیدروژن و سپس عنصرهای سنگین‌تر تشکیل‌شده‌اند. تنها در گزینه «۳» روال جرم عنصرها از سبک به سنگین رعایت شده است.

۵. گزینه «۲»

عبارت‌های «پ» و «ت» نادرست هستند. که شکل صحیح آن‌ها به‌صورت زیر است:

عبارت پ: سحابی‌ها مکان زایش ستاره‌ها هستند.

عبارت ت: پس از انفجار ستاره‌ها، عنصرهای تشکیل‌شده در آن‌ها به‌صورت ناهمگون در جهان پراکنده می‌شوند.

۶. گزینه «۴»

ترتیب ایجاد ذرات و پدیده‌های مطرح‌شده در سؤال به‌صورت زیر است:

ستارگان و کهکشان‌ها ← سحابی‌ها ← هیدروژن و هلیم ← ذرات زیر اتمی ← عنصرهای سنگین

۷. گزینه «۳»

ابتدا انرژی حاصل از کاهش جرم یک گرم ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^2$$

$$E = 1\times10^{-3}\times(3\times10^8)^2 = 9\times10^{13}\,J$$

حال مدت‌زمان روشن ماندن یک لامپ $100\,w$ را با این انرژی محاسبه می‌کنیم:

$$9\times10^{13}\,\cancel{J}\times\frac{1\,S}{100\,\cancel{J}} = 9\times10^{11}\,s \text{ یا } 9\times10^{11}\,s\times\frac{1\,h}{3600\,s} = 25\times10^7\,h$$

۸. گزینه «۳»

ابتدا جرم کاسته شده از ماده رادیواکتیو که باعث تولید $4/5\times10^{13}$ کیلوژول شده است را محاسبه می‌کنیم:

$$4/5\times10^{13}\,kJ\times\frac{10^3\,J}{1\,kJ} = 4/5\times10^{16}\,J$$

$$E = mc^2 \Rightarrow 4/5\times10^{16} = m\times(3\times10^8)^2$$

$$\Rightarrow 4/5\times10^{16} = m\times(3\times10^8)^2 \Rightarrow 4/5\times10^{16} = m\times9\times10^{16}$$

$$\Rightarrow m = \frac{4/5}{9} \Rightarrow m = 0/5\,kg$$

۰/۵ کیلوگرم ۲۰ درصد از کل ماده اولیه بوده است که ۱۰۰ درصد آن برابر ۲/۵ کیلوگرم می‌شود.

۹. گزینه «۱»

ابتدا باید محاسبه کنیم که ده میلیون لیتر معادل چه مقدار انرژی می‌تواند تولید کند:

$$10^7\,L_{\text{بنزین}}\times\frac{10^3\,mL_{\text{بنزین}}}{1\,L_{\text{بنزین}}}\times\frac{4/5\,kJ}{1\,mL_{\text{بنزین}}}\times\frac{10^3\,J}{1\,kJ} = 4/5\times10^{13}\,J$$

حال با رابطه انیشتین مقدار جرمی که می‌تواند این مقدار انرژی را آزاد کند را محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^2$$

$$4/5\times10^{13} = m\times(3\times10^8)^2$$

$$\Rightarrow m = \frac{4/5\times10^{13}}{9\times10^{16}} = \frac{1}{2000} = 0/0005\,g$$

۱۰. گزینه «۴»

$$1\,g\,{}^1_1H\times\frac{1\,mol\,{}^1_1H}{1\,g\,{}^1_1H}\times\frac{1\,mol\,\text{ذره زیراتمی}}{1\,mol\,{}^1_1H} = 1\,mol\,\text{ذره زیراتمی}$$

$$1\,g\,{}^2_1H\times\frac{1\,mol\,{}^2_1H}{2\,g\,{}^2_1H}\times\frac{2\,mol\,\text{ذره‌زیراتمی}}{1\,mol\,{}^2_1H} = 1\,mol\,\text{ذره زیراتمی}$$

$$1\,g\,{}^3_1H\times\underbrace{\frac{1\,mol\,{}^3_1H}{1\,mol\,{}^3_1H}}_{3g}\times\frac{3mol\,\text{ذره‌زیراتمی}}{1mol\,{}^3_1H} = 1\,mol\,\text{ذره‌زیراتمی}$$

۱۱. گزینه «۳»

تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها در یون NO_2^- به ترتیب ۲۴، ۲۳ و ۲۳ عدد می‌باشد.

۱۲. گزینه «۲»

$$\begin{cases} n+p=200 \\ n=1/5p \end{cases} \Rightarrow 1/5p+p=200 \Rightarrow 2/5p=200 \Rightarrow p=80$$

اگر تعداد پروتون‌های X^+ برابر ۸۰ باشد، تعداد الکترون‌های آن ۷۹ عدد خواهد شد.

۱۳. گزینه «۴»

تعداد الکترون‌های هر سه یون SO_4^{2-} ، PO_4^{3-} و ClO_4^- برابر ۵۰ الکترون می‌باشد و تعداد الکترون‌های SF_4 برابر ۵۲ الکترون است.

۱۴. گزینه «۳»

فرم صحیح سایر گزینه‌ها به‌صورت زیر است:

۱) عدد جرمی، حاصل جمع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها است.

۲) ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد جرمی و تعداد نوترون‌های متفاوتی دارند.

۴) ایزوتوپ‌های یک عنصر تعداد الکترون و پروتون‌های یکسانی دارند.

۱۵. گزینه «۱»

ابتدا تعداد پروتون‌های یون M^{3+} را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} n+p=45 \\ n-p=3 \end{cases} \Rightarrow 2n=48 \Rightarrow n=24\ ,\ p=21$$

تعداد الکترون‌های یون M^{3+} از تعداد پروتون‌های آن سه واحد کمتر است:

تعداد الکترون $= 21-3 = 18$

۱۶. گزینه «۲»

اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{80}X^-$ برابر ۹ باشد، تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های آن ۱۰ خواهد شد.

$$\begin{cases} n+p=80 \\ n-p=10 \end{cases} \Rightarrow 2n=90 \Rightarrow n=45\,,\,p=z=35$$

۱۷. گزینه «۳»

عبارت «ث» نادرست است. در ایزوتوپ‌های هیدروژن همواره نیمه‌عمر ایزوتوپ سنگین‌تر از سبک‌تر کم‌تر است.

۱۸. گزینه «۳»

با توجه به شکل‌های کتاب درسی؛ دو عنصر منیزیم و لیتیم به ترتیب ۳ و ۲ ایزوتوپ دارند که در بین ایزوتوپ‌های منیزیم سبک‌ترین و در بین ایزوتوپ‌های لیتیم سنگین‌ترین ایزوتوپ پایدارتر و فراوان‌تر هستند.

۱۹. گزینه «۴»

ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسان دارند و خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی در آن‌ها متفاوت است. در بین عنصرهای پیشنهادشده فقط A با C ایزوتوپ هستند.

۲۰. گزینه «۲»

اغلب عنصرهایی که نسبت نوترون به پروتون در آن‌ها بزرگ‌تر یا مساوی ۱/۵ است ($\frac{n}{p} \geq 1/5$) پرتوزا بوده و رادیوایزوتوپ هستند. از بین ۴ عنصر فقط عنصر B این شرایط را دارا می‌باشد.

$$^{244}_{94}B \begin{cases} n = 150 \\ p = 94 \end{cases} \Rightarrow \frac{n}{p} \frac{150}{94} = 1/6 > 1/5$$

۲۱. گزینه «۲»

شکل صحیح گزینه ۲؛ اغلب عنصرهایی که در آن‌ها نسبت نوترون به پروتون (نه برعکس!) برابر ۱/۵ یا بزرگ‌تر ($\frac{n}{p} \geq 1/5$) است، ناپایدار هستند.

۲۲. گزینه «۴»

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: با در نظر گرفتن سه ایزوتوپ برای هیدروژن و سه ایزوتوپ برای اکسیژن، ۱۸ نوع مولکول آب پیرامون ما می‌توانند وجود داشته باشند:

$H_2{}^{16}O$, $D_2{}^{16}O$, $T_2{}^{16}O$, $HD^{16}O$, $HT^{16}O$, $DT^{16}O$ حالت ۶

اگر برای ^{17}O , ^{18}O نیز همین کار را تکرار کنیم ۱۸ نوع مولکول برای آب می‌توان به‌دست آورد.

نوع $18 = 6 \times 3$

گزینه ۲: ۱۸ نوع مولکول آب را می‌توان در هفت دستهٔ جرمی متفاوت قرار داد:

۱۸ ↓ سبک‌ترین مولکول $H_2{}^{16}O$, ۱۹ , ۲۰ , ۲۱ , ۲۲ , ۲۳ , ۲۴ ↓ سنگین‌ترین مولکول $T_2{}^{18}O$

گزینه ۳: چهار نوع مولکول آب با جرم ۲۰ وجود دارد:

$H_2{}^{18}O$, $HD^{17}O$, $HT^{16}O$, $D_2{}^{16}O$

گزینه ۴: جرم یک مولکول H_2O از یک مولکول D_2O کم‌تر است و در ۱۰۰ گرم H_2O نسبت به ۱۰۰ گرم D_2O مولکول‌های بیشتری وجود خواهد داشت درنتیجه تعداد پروتون‌های موجود در ۱۰۰ گرم H_2O بیشتر خواهد شد.

با توجه به مطالب گفته‌شده عبارت‌های ب، پ و ث درست هستند.

۲۳. گزینه «۱»

ابتدا مقدار باقی‌مانده رادیو ایزوتوپ تکنسیم را محاسبه می‌کنیم:

$Tc = 100 - 87/5 = 12/5\,\%$ درصد باقی‌مانده $\Rightarrow$

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = \frac{12/5}{100} = \frac{1}{8}$$

حال مقدار اولیه را ۱ در نظر گرفته محاسبه می‌کنیم، چند ساعت طول می‌کشد تا به $\frac{1}{8}$ مقدار اولیه کاهش یابد.

۶ ساعت ۶ ساعت ۶ ساعت

۱ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{8}$ $\Rightarrow$ ۱۸ساعت = در مجموع

۲۴. گزینه «۴»

نیمه عمر این ماده پرتوزا ۱۰۰ سال است که طی ۶۰۰ سال ۶ بار واپاشی برای آن می‌توان در نظر گرفت که هر بار جرم آن نصف شده است:

$$\text{تعداد واپاشی} = \frac{600}{100} = 6$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶

x $\frac{x}{2}$ $\frac{x}{4}$ $\frac{x}{8}$ $\frac{x}{16}$ $\frac{x}{32}$ $\frac{x}{64}$

گرم ماده اولیه

$\frac{x}{64}$ برابر ۲ گرم است:

$$\frac{x}{64} = 2 \Rightarrow x = 128g$$

۲۵. گزینه «۲»

بررسی عبارت‌ها:

الف) $^{235}_{92}U : \frac{n}{p} = \frac{143}{92} = 1/55 > 1/5$

ب) $^{99}_{43}Tc : \frac{n}{p} = \frac{56}{43} = 1/3 < 1/5$

پ) $^{59}_{26}Fe : \frac{n}{p} = \frac{33}{26} = 1/26 < 1/5$

ت) $^{3}_{1}H : \frac{n}{p} = \frac{2}{1} = 2 > 1/5$

دو ایزوتوپ ^{235}U و $^{3}_{1}H$ از شرط $\frac{n}{p} \geq 1/5$ پیروی می‌کنند.

۲۶. گزینه «۴»

طی واپاشی رادیوایزوتوپ‌های یک عنصر هم انرژی آزاد می‌شود و هم ذرات پر انرژی (آلفا و بتا) تولید می‌شود. با کاهش درصد ایزوتوپ ناپایدار، درصد فراوانی ایزوتوپ پایدار افزایش می‌یابد. طی هر دوره واپاشی مقدار جرم کاسته شده برابر نیست به‌عنوان‌مثال اگر نیمه عمر مادهٔ پرتوزا یک ساعت باشد و ۱ گرم از آن موجود باشد در یک ساعت اول ۰/۵ گرم از جرم آن کاسته می‌شود و یک ساعت بعد، ۰/۲۵ گرم از جرم آن کاسته می‌شود.

۲۷. گزینه «۲»

عبارت‌های پ و ت نادرست هستند و فرم صحیح آن‌ها به‌صورت زیر است:

پ) زمان ماندگاری Tc پایین است.

ت) اندازه یون حاوی Tc مشابه یون I^- است نه خود اتم Tc!

۲۸. گزینه «۱»

تمام کاربردهای اشاره‌شده درست هستند.

۲۹. گزینه «۴»

دلیل استفاده از اورانیوم پرتوزا تولید مقدار زیاد انرژی است و نیمه‌عمر اورانیوم پرتوزا بسیار طولانی است.

۳۰. گزینه «۳»

عبارت‌های پ، ت و ج درست هستند.

فرم صحیح عبارت‌های نادرست:

الف) درصد فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در طبیعت کمتر از ۰/۷ درصد است.

ب) غنی‌سازی ایزوتوپی یکی از مراحل چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است.

ث) دود سیگار و قلیان، مقدار قابل‌توجهی از مواد پرتوزا دارد ازاین‌رو عامل ایجاد سرطان ریه می‌شود.

۳۱. گزینه «۴»

شکل صحیح نمادهای نادرست:

آنتیموان Sb ـ روی Zn ـ رادیم Ra ـ گالیم Ga ـ باریم Ba

۳۲. گزینه «۳»

عبارت‌های الف، ب و پ درست هستند.

شکل صحیح عبارت «ت»: حاوی ۱۸ گروه و ۷ دوره می‌باشد.

۳۳. گزینه «۲»

تعداد عنصرهای دوره ۶ و ۷ یکسان و برابر ۳۲ عنصر می‌باشد.

۳۴. گزینه «۳»

موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای مختلف را در جدول تناوبی نسبت به عنصرهای گروه ۱۸ می‌توان تعیین کرد. به‌عنوان‌مثال موقعیت عنصر A ۳۴ را با Kr ۳۶ می‌توان تعیین کرد. عدد اتمی A دو واحد از عدد اتمی Kr کمتر است درنتیجه به گروه ۱۶ تعلق دارد و این عنصر در دوره چهارم بوده و هم دوره Kr است.

A ۳۴ ← عدد اتمی ۲ واحد کمتر از ۳۶ $(_{36}K)$ ← گروه ۱۶

B ۸۳ ← عدد اتمی ۳ واحد کمتر از ۸۶ $(_{86}Rn)$ ← گروه ۱۵

C ۲۰ ← عدد اتمی ۲ واحد بزرگ‌تر از ۱۸ $(_{18}Ar)$ ← گروه ۲

۳۵. گزینه «۱»

عدد اتمی عنصرهای گروه ۱۵ با توجه به عدد اتمی گازهای نجیب برابر ۷، ۱۵، ۳۳، ۵۱ و ۸۳ می‌باشد که عدد اتمی ۳۳ مربوط به عنصری است که با عنصر G ۳۴ هم‌دوره است.

۳۶. گزینه «۴»

عبارت‌های الف و ت نادرست هستند.

شکل صحیح عبارت‌های نادرست:

الف) در جدول تناوبی امروزی، نماد هر عنصر شامل یک یا دو حرف لاتین است.

ت) سیزدهمین عنصر جدول تناوبی دارای ۱۳ الکترون، ۱۳ پروتون است.

ولی در مورد تعداد نوترون‌های آن‌ها نظر قطعی نمی‌توان داد. البته تعداد نوترون‌های آن ۱۳ عدد یا بیشتر است؛ پس تعداد ذرات بنیادی آن ۳۹ عدد یا بیشتر است.

۳۷. گزینه «۲»
عبارت‌های الف و ب به‌درستی جمله را تکمیل می‌کنند ولی عبارت‌های پ و ت نادرست هستند:
شکل صحیح عبارت‌ها:
پ) عدد اتمی از چپ به راست همواره افزایش می‌یابد ولی جرم اتمی الزاماً افزایش نمی‌یابد.
ت) داخل هر خانه از جدول نماد عنصر، عدد اتمی و برخی از اطلاعات شیمیایی آن گنجانده شده است.

۳۸. گزینه «۳»
عدد اتمی عنصر بالای A برابر ۱۱ و عدد اتمی عنصر زیر A برابر ۳۷ می‌باشد.

۳۹. گزینه «۴»
سه عنصر $_{55}Cs$ ، $_{82}pb$ و $_{69}Tm$ در دوره ششم و عنصر $_{53}I$ در دوره پنجم قرار دارد.

۴۰. گزینه «۴»
عنصر $_{21}X$ ، $_{71}Y$ و $_{39}Z$ در یک گروه (گروه سوم) و عنصر $_{49}Q$ در گروه ۱۳ قرار دارد.

۴۱. گزینه «۱»
نزدیک‌ترین گاز نجیب به سی و سومین عنصر جدول $_{36}Kr$ است که در گروه ۱۸ و دوره چهارم قرار گرفته است درنتیجه می‌توان پیش‌بینی کرد که سی و سومین عنصر جدول در دوره چهارم و گروه ۱۵ واقع شده است.

گروه	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
	۳۳	۳۴	۳۵	$_{36}Kr$ ← دوره ۴

۴۲. گزینه «۲»
مبنای جرم اتم‌ها را با مقیاس جرم اتمی نسبی به‌کار می‌برند و واحد آن جرم $\frac{1}{12}$ ^{12}C می‌باشد.

۴۳. گزینه «۳»
نماد الکترون $(_{-1}^{0}e)$ نماد پروتون $(_{+1}^{1}P)$ و جرم الکترون ۰/۰۰۰۵ داخل جدول نادرست هستند.

۴۴. گزینه «۳»
همه مقایسه‌ها به‌جز گزینه ۳ درست هستند.
مقایسه صحیح گزینه ۳:

$$\underset{\downarrow}{\frac{1}{200}amu} < \underset{\downarrow}{100e^-} < \underset{\downarrow}{_{1}^{1}H}$$
$$\underset{0/005u}{} \quad \underset{0/5u}{} \quad \underset{1u}{}$$

۴۵. گزینه «۴»
بررسی گزینه‌های نادرست:
۱) جرم یک اتم ^{20}Ne تقریباً برابر جرم ۲۰ عدد پروتون است.
۲) جرم یک مول اتم ^{20}Ne برابر ۲۰ g است.
۳) جرم یک اتم ^{20}Ne تقریباً برابر حاصل‌جمع جرم ۱۲ پروتون و ۸ نوترون است.

۴۶. گزینه «۴»
بررسی گزینه‌های نادرست:
۱) جرم اتم‌ها را حتی با ترازوهای بسیار دقیق هم نمی‌توان اندازه گرفت.
۲) جرم اتمی عنصرها با عدد جرمی آن‌ها متفاوت است. عدد جرمی مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم است که همواره عددی غیر اعشاری است ولی جرم اتمی، جرم یک اتم برحسب واحد amu است و اغلب اعشاری است.

۴۷. گزینه «۱»
ایزوتوپ $_{1}^{3}T$ دارای ۱ پروتون، ۱ الکترون و ۲ نوترون است:
جرم اتمی:

$$_{1}^{3}T = \underbrace{(1\times 0/00054)}_{\text{یک الکترون}} + \underbrace{(1\times 1840\times 0/00054)}_{\text{یک پروتون}} + \underbrace{(2\times 1850\times 0/00054)}_{\text{دو نوترون}}$$

$$_{1}^{3}T = 0/00054\times(1+1840+3700) = 2/99\ amu$$

$_{1}^{3}T$: $2/99amu\times\frac{1/66\times10^{-24}g}{1amu} = 4/96\times10^{-24}\ g$ جرم برحسب گرم

۴۸. گزینه «۴»
جرم مولکولی سنگین‌ترین ccl_4 : $13+(4\times37)=161u$
جرم مولکولی سبک‌ترین ccl_4 : $12+(4\times35)=152u$
اختلاف جرم دو مولکول : $161-152=9$

۴۹. گزینه «۳»

$$_{z}^{2z}A : \frac{\text{جرم الکترون ها}}{\text{جرم اتم}} = \frac{\frac{z}{2000}}{\frac{2z}{}} = \frac{1}{4000}$$

۵۰. گزینه «۲»
باتوجه به شکل فراوانی ایزوتوپ $_{5}^{11}B$ بیشتر و درنتیجه این ایزوتوپ پایدارتر است.
جرم اتمی میانگین $M = M_1X_1 + M_2X_2$
$$M = 10\times(\frac{6}{30}) + 11\times(\frac{24}{30}) = 10/8\ amu$$

۵۱. گزینه «۱»
ابتدا جرم اتمی ایزوتوپ سنگین‌تر این عنصر را محاسبه می‌کنیم:
$$M = M_1Xl + M_2X_2$$
$$79 = 71\times(\frac{1}{5}) + M_2(\frac{4}{5}) \Rightarrow M_2 = 81\ amu$$
باتوجه به اینکه جرم n, p و amu برابر فرض شده، جرم اتمی و عدد جرمی ایزوتوپ سنگین‌تر A برابر ۸۱ می‌باشد. عنصر A در گروه ۱۶ و دورهٔ چهارم جدول تناوبی قرار دارد، ازاین‌رو عدد اتمی آن برابر ۳۴ می‌باشد.
تعداد نوترون A $N = 81-34 = 47$

۵۲. گزینه «۲»
$$M = M_1X_1 + M_2X_2 + M_3X_3$$
$$36/8 = 38\times(\frac{20}{100}) + 36\times(\frac{70}{100}) + (18+n)\times\frac{10}{100}$$
$$3680 = 760 + 2520 + 180 + 10n \Rightarrow 10n = 220 \Rightarrow n = 22$$

۵۳. گزینه «۲»
درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر برابر ۲۰٪ در دو ایزوتوپ دیگر ۸۰ درصد می‌باشد.
$$\begin{cases} M = M_1X_1 + M_2X_2 + M_3X_3 \\ X_2 + X_3 = 80 \end{cases}$$
$$86/4 = 84\times(\frac{20}{100}) + 86\times2 + 88\times3$$
$$8640 = 1680 + 86X_2 + 88(80 - X_2)$$
$$6960 = 86X_2 + 7040 - 88X_2 \Rightarrow 2X_2 = 80$$
$$X_2 = 40 \qquad X_3 = 40$$

۵۴. گزینه «۲»
ابتدا جرم میانگین دو عنصر X و A را محاسبه می‌کنیم:
$$M = M_1X_1 + M_2X_2$$
$$M_A = 47\times(\frac{90}{100}) + 45\times(\frac{10}{100}) = 46/8\ amu$$
$$M_X = 35\times(\frac{20}{100}) + 37\times(\frac{80}{100}) = 36/6\ amu$$
حال جرم مولکولی A_2X_3 را محاسبه می‌کنیم:
$$A_2X_3 = (2\times46/8) + (3\times36/6) = 203/4\ amu$$

۵۵. گزینه «۲»
عنصر A دارای دو ایزوتوپ $_{z}^{x_1}A$ ، $_{z}^{z_2}A$ می‌باشد که باتوجه به اطلاعات داده‌شده می‌توان عدد اتمی این عنصر را محاسبه کرد.
ایزوتوپ سبک A_1 : $N - e^- = 10 \Rightarrow N_1 - p = 7 \Rightarrow N_1 = p + 7$
ایزوتوپ سنگین A_2 : $N - e^- = 12 \Rightarrow N_2 - p = 9 \Rightarrow N_2 = p + 9$
جمع جبری عدد جرمی A_1 و A_2 برابر ۱۴۰ می‌باشد:

$N_1 + N_2 = 140$

$p + 7 + p + 9 = 140 \Rightarrow p = 31 \Rightarrow z = 31 \begin{cases} \nearrow \text{گروه} = 13 \\ \searrow \text{دوره} = 4 \end{cases}$

عدد جرمی و جرم اتمی دو ایزوتوپ A_1 و A_2 قابل‌محاسبه است:

$A_1 = N_1 + P_1 = 38 + 31 = 69$

$A_2 = 40 + 31 = 71$

$$\begin{cases} M = M_1X_1 + M_2X_2 \\ X_1 + X_2 = 100 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} 69/8 = 69X_1 + 71X_2 \Rightarrow 6980 = 69X_1 + 71(100 - X_1) \\ 6980 = 69X_1 + 7100 - 71X_1 \Rightarrow 2X_1 = 120 \Rightarrow X_1 = 60\% \end{matrix}$$

۵۶. گزینه «۳»

ابتدا باتوجه به جرم ^{12}C جرم اتمی A را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم} A = {}^{12}C \text{ جرم} \times 2/5 = 12 \times 2/5 = 30 amu$$

و با استفاده از جرم اتم A جرم اتم B را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم} B = A \text{ جرم} \times 4 = 30 \times 4 = 120 amu$$

۵۷. گزینه «۲»

باتوجه به شکل در کل ۳۲ اتم A وجود دارد که سهم ایزوتوپ A_1 برابر $\frac{8}{32}$ و سهم ایزوتوپ A_2 برابر $\frac{24}{32}$ است.

$M = M_1X_1 + M_2X_2$

$M = 34 \times (\frac{8}{32}) + 32 \times (\frac{24}{32})$

$M = 32/5\ amu$

۵۸. گزینه «۲»

به مجموع تعداد پروتون‌ها و تعداد نوترون‌ها عدد جرمی گفته می‌شود نه جرم اتمی!

۵۹. گزینه «۳»

عبارت‌های الف، ب و ت نادرست هستند که شکل صحیح آن‌ها به‌صورت زیر است:

الف) واحد جرم مولی $g.mol^{-1}$ است.

ب) فقط یک گرم از ایزوتوپ ^1H به تعداد NA اتم دارد و یک گرم از سایر ایزوتوپ‌های هیدروژن تعداد کمتر از NA اتم دارند.

ت) جرم یک مول از اتم‌های مختلف، متفاوت است. به‌عنوان‌مثال یک مول آهن و یک مول سدیم به ترتیب ۵۶ و ۲۳ گرم جرم دارند.

۶۰. گزینه «۲»

برای مقایسه تعداد اتم‌های هر گزینه کافی است تعداد مول اتم‌های هر گزینه را محاسبه و مقایسه کنیم:

$$N_2H_4 : 0/5 mol\ N_2H_4 \times \frac{6 mol \text{ اتم}}{1 mol\ N_2H_4} = 3 mol \text{ اتم}$$

$$H_2SO_4 : 49 g\ H_2SO_4 \times \frac{1 mol\ H_2SO_4}{98 g\ H_2SO_4} \times \frac{7 mol \text{ اتم}}{1 mol\ H_2SO_4} = 3/5 mol \text{ اتم}$$

$He : 3 mol$ اتم

$$SO_3 : 60 g\ SO_3 \times \frac{1 mol\ SO_3}{80 g\ SO_3} \times \frac{4 mol \text{ اتم}}{1 mol} = 3 mol \text{ اتم}$$

۶۱. گزینه «۲»

$176 = (6 \times 12) + (x \times 1) + (6 \times 16) \Rightarrow x = 8$

۶۲. گزینه «۲»

عبارت‌های الف و ب نادرست هستند و شکل صحیح آن‌ها به‌صورت زیر است:

الف) جرم مولی آن برابر $92 g.mol^{-1}$ است.

ب) جرم مولکولی آن برابر $92\ amu$ است.

۶۳. گزینه «۲»

برای هر گزینه محاسبه صحیح به شکل زیر است:

۱) $4/2 g\ Fe \times \frac{6/02 \times 10^{23}}{56 g\ Fe} = 4/515 \times 10^{22}$

۳) $1/1 g\ CO_2 \times \frac{1 mol\ CO_2}{44 g\ CO_2} \times \frac{3 mol \text{ اتم}}{1 mol\ CO_2} \times \frac{NA \text{ اتم}}{1 mol \text{ اتم}} = \frac{3NA}{40} \text{ اتم}$

۴) $N_A H_2O \times \frac{1 mol\ H_2O}{N_A H_2O} \times \frac{2 mol\ H}{1 mol\ H_2O} \times \frac{1 g\ H}{1 mol\ H} = 2 g\ H$

۶۴. گزینه «۱»

$$4/5 g\ G \times \frac{1 mol\ G}{180 g\ G} \times \frac{12 mol\ H}{1 mol\ G} \times \frac{6/02 \times 10^{23}}{1 mol\ H}$$

$= 1/806 \times 10^{23}\ H \text{ اتم}$

(G = گلوکز)

۶۵. گزینه «۳»

$$8 g\ SO_3 \times \frac{1 mol\ SO_3}{80 g\ SO_3} \times \frac{4 mol \text{ اتم}}{1 mol\ SO_3} \times \frac{N_A \text{ اتم}}{1 mol \text{ اتم}} = \frac{2N_A}{5} \text{ اتم}$$

۶۶. گزینه «۲»

$Al_2(SO_4)_3$ را X درنظر می‌گیریم:

$$34/2 g\ X \times \frac{1 mol\ X}{342 g\ X} \times \frac{12 mol\ O}{1 mol\ X} = 1/2 mol\ O$$

۶۷. گزینه «۲»

$$\frac{NaOH}{CaCO_3 \text{ مول}} = \frac{Mg\ NaOH \times \frac{1 mol}{40 g\ NaOH}}{Mg\ CaCO_3 \times \frac{1 mol}{100 g\ CaCO_3}} = \frac{100}{40} = 2/5$$

۶۸. گزینه «۴»

$$104/25 g\ PCl_x \times \frac{1 mol\ PCl_x}{(31 + 35/5x)} \times \frac{x\ mol\ cl}{1 mol\ PCl_x} \times \frac{6/02 \times 10^{23}}{1 mol\ Cl}$$

$= 1/505 \times 10^{24}$

$104/25x = 2/5(31 + 35/5x)$

$104/25x = 77/5 + 88/75x$

$15/5x = 77/5 \Rightarrow x = 5$

۶۹. گزینه «۳»

ابتدا جرم ۰/۲ مول H_2SO_4 را محاسبه می‌کنیم و سپس باتوجه به آن x را تعیین می‌کنیم:

$$0/2 mol\ H_2SOl4 \times \frac{98 g\ H_2SO_4}{1 mol\ H_2SO_4} = 19/6\ H_2SO_4$$

جرم H_xAO_4 نیز برابر ۱۹/۶ گرم است:

$$19/6 g\ H_xAO_4 \times \frac{1 mol\ H_xAO_4}{(x + 31 + (4 \times 16)) g\ H_xAO_4} \times \frac{6/02 \times 10^{23}}{1 mol\ H_xAO_4}$$

$= 1/204 \times 10^{23}$

$19/6 = 0/2(x + 31 + 64) \Rightarrow x = 3$

۷۰. گزینه «۲»

$$3/25 g\ MN_3 \times \frac{1 mol\ MN_3}{M + (3 \times 14) g\ MN_3} \times \frac{3 mol\ N}{1 mol\ MN_3} \times \frac{14 g\ N}{1 mol\ N} = 2/1 g$$

$M = 23 g.mol^{-1}$

۷۱. گزینه «۳»

ابتدا مول اتم‌های موجود در ۲/۴ گرم O_3 را محاسبه می‌کنیم:

$$2/4 g\ O_3 \times \frac{1 mol\ O_3}{48 g\ O_3} \times \frac{3 mol \text{ اتم}}{1 mol\ O_3} = \frac{3}{20} mol \text{ اتم}$$

$\frac{3}{20} mol$ اتم نیز در آب موجود است که با استفاده از آن میلی‌لیتر آب قابل‌محاسبه است:

$$\frac{3}{20} mol \text{ اتم} \times \frac{1 mol\ H_2O}{3 mol \text{ اتم}} \times \frac{18 g\ H_2O}{1 mol\ H_2O} \times \frac{1 mol}{1 g\ H_2O} = 0/9 mL$$