مقدمه

به نام خدا

دو روز مانده به جهان، تازه فهمید که هیچ زندگی نکرده است. تقویمش پر شده بود و تنها دو روز خط نخورده باقی بود.
پریشـان شـد و آشفته و عصبانی. نزد خدا رفت تا روزهای بیش‌تری از خدا بگیرد. داد زد و بد و بی‌راه گفت. خدا سکوت کرد. جیغ زد و جار و جنجال به راه انداخت، خدا سکوت کرد. آسمان و زمین را به هم ریخت، خدا سکوت کرد. به پر و پای فرشته و انسان پیچید، خدا سـکوت کرد. کفر گفت و سـجاده دور انداخت، خدا سکوت کرد. دلش گرفت و گریسـت و به سجده افتاد. خدا سکوتش را شکست.
و گفت: عزیزم، تمام روز را به بد و بی‌راه و جار و جنجال از دسـت دادی. تنها یک روز دیگر باقی اسـت. بیا و لااقل این یک روز را زندگی کن. ولی او لابه‌لای هق‌هقش گفت: اما با یک روز... با یک روز چه کار می‌توان کرد!
خدا گفت: آن کس که لذت یک روز زیستن را تجربه کند، گویی هزار سال زیسته است و آن‌که امروزش را در نمی‌یابد، هزار سال هم به کارش نمی‌آید. و آن‌گاه سهم یک روز زندگی را در دستانش ریخت و گفت:حالا برو زندگی کن. او مات و مبهوت به زندگی نگاه می‌کرد که در گودی دستانش می درخشید. اما می‌ترسید حرکت کند، می‌ترسید راه برود، می‌ترسید زندگی از لای انگشتانش بریزد قدری ایستاد...
بعد با خودش گفت: وقتی فردایی ندارم، نگه داشتن این زندگی چه فایده‌ای دارد، بگذار این یک مشت زندگی را مصرف کنم.
آن وقت شروع به دویدن کرد. زندگی را به سر و رویش پاشید، زندگی را نوشید و زندگی را بویید.
و چنان به وجد آمد که دید می‌تواند تا ته دنیا بدود، می‌تواند بال بزند، می‌تواند پا روی خورشید بگذارد، می‌تواند...
او در آن یک روز آسمان خراشی بنا نکرد. زمینی را مالک نشد. مقامی به دست نیاورد اما...
اما در همان یک روز دست بر پوست درخت کشید. روی چمن خوابید. کفش‌دوزکی را تماشا کرد. سرش را بالا گرفت و ابرها را دید و به آن‌هایی که نمی‌شـناختند، سـلام کرد و برای همه‌ی آن‌ها که دوستش نداشـتند از ته دل دعا کرد. او در همان یک روز آشتی کرد و خندید و سبک شد، لذت برد و سرشار شد و بخشید، عاشق شد و عبور کرد و تمام شد.
او در همان یک روز زندگی کرد؛ اما فرشته‌ها در تقویم خدا نوشتند، امروز او در گذشت، کسی که هزار سال زیسته بود![1]
تقدیم به همسرم وتقدیم به پسرم آریان

علیرضا علمداری

خدایا کیست که طعم محبتت را چشید و جز تو کسی را آرزو کرد؟
کیست که به نزدیک تو مقام گرفت و لحظه‌ای روی‌گرداندن توانست؟
خدایا ما را از کسانی قرار ده که به دوستی خود برگزیده‌ای و به عشق و محبت خود خالصشان کرده‌ای و مشتاق دیدارشان ساخته‌ای و به خواست خود خشنودشان نموده‌ای .... و نعمت دیدار عطاشان کرده‌ای.
در مقام رضایتشان نشانده‌ای و در غربت و تنهایی در پناهشان گرفته‌ای و در جوار خود به عالم راستی و حقیقت جایگاهشان بخشیده‌ای و به شناخت خود معرفتشان داده‌ای و سزاوار پرستششان کرده‌ای.
دل‌باخته‌ی محبت و برگزیده‌ی شناختشـان سـاخته‌ای و به یک‌باره رویشان را به سـوی خود آورده‌ای و قلبشـان را از هر چه غیردوستی توست خالی کرده‌ای ....
و به آن‌چه که در نزد توست اشتیاق بخشیده‌ای[2].

تقدیم به روح پاک مادرم
عبدالحمید امینی

---

۱. عرفان نظر آهاری
۲. بخشی از دعای «مناجات‌المحبین» امام زین‌العابدین (ع)

تقدیر و تشکر!

تألیف این اثر پیش روی شما، کار بسیار دشواری بود که اگر کمک‌های افراد زیر نبود، به نتیجه نمی‌رسید. در این‌جا لازم می‌دانم از آن‌ها سپاس ویژه‌ای داشته باشم:

۱ـ از واحد تولید انتشارات فار که با حوصله و دلسوزی تمام کتاب را آماده کردند.

۲ـ از خانم پویا قاسمی که به عنوان سرویراستار بادقت تمام کتاب را ویرایش کردند و هم‌چنین خانم سحر غم‌خوار و آقای رحیم‌زاده که در ویراستاری کتاب زحمت زیادی کشیدند.

۳ـ تشکر مخصوص از خانم سوری درزی که با زیبایی منحصربه فرد این کتاب را صفحه‌آرایی کردند و هم‌چنین خانم ندا صداقت که با وسواسی زیاد در ترسیم تصاویر تلاشی وافر نمودند. .

۵ـ از آقایان سعید حیدری‌مغیث و سیدعباس حجازی برای تلاش دلسوزانه‌شان در این فانوس دریایی سپاسگزاریم.

راهنمای کتاب

نحوه‌ی مطالعه‌ی درس شیمی

این درس در درون خود به دو گروه کاملاً مجزا تقسیم می‌شود که بخشی از آن حفظی و بخش دیگر استنتاجی است. لذا برای آموختن هر قسمت باید با شرایط آن قسمت عمل نماییم. ابتدا لازم است بدانید که مطالب استنتاجی بر پایه‌ی حفظیات بنا شده است و بدون دانستن آن‌ها حل مسائل برایتان میسر نخواهد بود. پس ابتدا باید آموختن را در حفظیات آغاز کنید یا ضعف‌های احتمالی‌تان را برطرف نمایید. برای یادگیری قسمت‌های حفظی این درس مانند هر درس حفظی دیگر نیاز به تمرین و تکرار دارید اما در این درس بطور خاص برای ماندگاری حفظیات توجه به ۲ نکته اساسی الزامی است. اول این‌که حتماً از تکنیک‌های خلاصه‌نویسی استفاده نمایید و برای خودتان خلاصه‌های مناسبی تهیه کنید که بتوان آن‌ها را بارها و بارها تکرار کرد تا در ذهن بماند. برای آموختن این تکنیک‌ها نیز می‌توانید به سایت، کانال و اینستای فار مراجعه نمایید و تکنیک‌های خلاصه‌نویسی را به قلم استادان این رشته در آن‌جا بخوانید و بیاموزید. و دوم آن‌که ماندگاری مطالب در ذهن شما نیاز به مثال‌های متعدد دارد پس صرفاً به حفظ کردن و تکرار بسنده نکنید. اما برای قسمت یادگیری باید توجه داشته باشید که در این قسمت روش‌های مشخصی برای حل وجود دارند که باید آن‌ها را بیاموزید و بارها تمرین کنید. این قسمت در ابتدای تدریس در کلاس به سادگی انجام می‌پذیرد و مشکل از آن‌جایی آغاز می‌شود که شما تصمیم می‌گیرید مسائل ترکیبی را حل کنید. در حل مسائل ترکیبی مسلماً در شروع کار دچار اشکال خواهید شد پس ناامید نشوید و بدانید که همه‌ی ما از همین مسیر عبور کرده‌ایم. برای رفع مشکل از تکنیک تحلیل مفهومی استفاده نمایید. در این تکنیک تعدادی مسأله‌ی ترکیبی را بدون زمان و با حل تشریحی مثل یک امتحان بر روی کاغذ بنویسید و سپس با توجه به حل صحیح، اشکالات خود را پیدا کنید، یادداشت نمایید و رفع کنید. این کار را چندین بار تکرار کنید و پس از آن وارد مرحله‌ی آزمون گرفتن از خودتان شوید. همان‌طور که در کتاب خواهید دید ما نیز برای هر موضوع چندین آزمون طراحی کرده‌ایم تا انجام این مهم برای شما آسان‌تر شود.

نحوه‌ی استفاده از این کتاب

در این کتاب چهار نوع آزمون طراحی شده است:

۱ آزمون‌های مویرگی (مبحثی): چند آزمون اولیه در هر فصل به صورت آزمون‌های آموزشی تهیه شده‌اند که شما می‌توانید بعد از یاد گرفتن

هر مبحث از کتاب درسی به آن‌ها رجوع کرده و بدون در نظر گرفتن وقت پیشنهادی، آن‌ها را حل کنید. این تست‌های آموزش شما را کامل خواهد کرد. بنابراین تحلیل پاسخ‌ها بسیار مهم است.

توصیه می‌شود این آزمون‌ها را تا ۳ بار در هفته‌های متوالی تکرار کنید تا تأثیر آن را در افزایش تسلط‌تان در آن فصل شاهد باشید.

۲ **آزمون‌های جامع فصل:** بعد از این‌که قدم به قدم آزمون‌های مبحثی را کامل کردید به آزمون‌های جامع فصل می‌رسید. در این آزمون‌ها همه‌ی اهداف فصل به صورت ترکیبی با پراکندگی استاندارد کنکور قرار گرفته‌اند.

اگر چنانچه سرعت عملتان بالا نیست می‌توانید بدون وقت پیشنهادی یا با کمی افزایش زمان این آزمون‌ها را انجام دهیددر این قسمت هم لازم است تا چندین‌بار در هفته‌های متوالی آزمون‌ها را تکرار کنید تا تسلط‌تان افزایش یابد.

۲ **آزمون‌های دوره‌ای:** در فصل ۲ و ۳ این کتاب چند آزمون میان فصلی وجود دارد که فصل‌های ۱ و ۲ و همچنین فصل‌های ۲ و ۳ در آن ترکیب شده است تا بتوانید جهت یادآوری و دوره از آن‌ها استفاده کنید. در این بخش هم می‌توانید با وقت پیشنهادی یا کمی افزایش وقت بیش‌تر آزمون را برگزار کنید.

۳ **آزمون‌های جامع کتاب:** بعد از اتمام کتاب درسی و برگزاری آزمون‌های مبحثی، جامع فصل و دوره‌ای برای تکمیل مهارت خود در این درس وارد آزمون‌های جامع کتاب شوید و با گرفتن وقت پیشنهادی تسلط خود را در این کتاب کامل کنید.

سطح‌بندی سوال‌ها

برای آنکه دانش‌آموزان بتوانند سطح دشواری هر یک از سوال‌های آزمون‌ها را تشخیص دهند در ابتدای هر پاسخ درجه‌بندی آن تست با ۳ سطح بسیار دشوار، نسبتاً دشوار و متوسط، مشخص گشته است.

پاسخنامه‌های تشریحی

در این کتاب بعد از بخش آزمون‌ها، پاسخنامه‌های تشریحی و درس‌آموز قرار گرفته‌اند. لازم است تا دانش‌آموزان بعد از هر آزمون به پاسخ‌ها مراجعه کرده تا جواب علمی و گاهی کوتاه آن را به همراه نکات تأکیدی تحلیل کنند.

درس‌نامه‌های مفید

درس‌نامه‌ی مفهومی: درس‌نامه‌های این کتاب که به‌طور کامل با نکات لازم و مثال‌های متنوع همراه شده است به صورت ایستگاه‌های درسی در کنار پاسخنامه‌ها به تکمیل آموزش شما می‌پردازد.

کیفیت سوالات

۱ **پوشش کامل کتاب درسی:** تمام مباحث شیمی دهم به همراه فعالیت‌ها و تمرین‌های کتاب درسی و تست‌های به روزرسانی شدهٔ کنکورهای سراسری سال‌های گذشته پوشش داده شده‌اند.

۲ **تست‌های همانندسازی شده با کتاب درسی:** تمام سؤالات تألیفی براساس استاندارد کنکور سراسری و اهداف کتب درسی نوشته شده‌اند.

۳ **طرح سوالات با مدل‌های مختلف:** برای آن‌که دانش‌آموزان با شکل‌های مختلف سؤال آشنا شوند، تست‌ها متنوعی طراحی شده است به‌ویژه تست‌ها که شامل تصویرها و نمودارها هستند.

۴ **طرح تست‌های پیشرو:** تست‌هایی که در آزمون‌های کنکور سال‌های گذشته مطرح نشده‌اند اما با توجه به محتوای کتاب درسی، امکان طرح در کنکور نظام‌جدید را دارند.

جمع‌بندی راهنمای استفاده از کتاب به قرار زیر است:

۱ مطالعه‌ی دقیق و عمیق هر مبحث از یک فصل

۲ انجام آزمون‌های مبحثی بدون زمان گرفتن و همراه با تحلیل پاسخ‌ها (همهٔ تست‌هایی که درست پاسخ داده‌اید و هم نادرست)

۳ انجام آزمون‌های جامع فصل به همراه تحلیل پاسخ‌ها؛ قبل از آزمون مروری سریع بر مطالب آن فصل داشته باشید.

۴ انجام آزمون‌های یادآوری (دوره‌ای) برای دوره‌ی فصل‌های گذشته به همراه تحلیل پاسخ‌ها

۵ انجام آزمون‌های جامع کتاب بعد از اتمام کتاب درسی به همراه تحلیل پاسخ‌ها

۶ نوشتن نکته‌های مهم بعضی تست‌ها و پاسخ‌ها

۷ بهتر است آزمون‌های این کتاب حداقل ۳ بار در زمان‌هایی مناسب تکرار شود.

۸ با توجه به ساختار کتاب‌های فارآزمون، می‌توانید از ابتدای سال تحصیلی تا خردادماه از آن استفاده کنید.

خهدبت

آزمون‌ها

آزمون‌های فصل اول

آزمون ۱: فصل اول (تا توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها) ۱۰
آزمون ۲: کل فصل اول ۱۴
آزمون ۳: کل فصل اول ۱۸
آزمون ۴: کل فصل اول ۲۲
آزمون ۵: کل فصل اول ۲۶

آزمون‌های فصل دوم

آزمون ۶: فصل دوم (تا اوزون، دگرشکلی از اکسیژن در هواکره) ۳۰
آزمون ۷: کل فصل دوم ۳۵
آزمون ۸: کل فصل دوم ۴۰
آزمون ۹: کل فصل دوم ۴۵
آزمون ۱۰: کل فصل دوم ۴۹
آزمون ۱۱: کل فصل دوم ۵۴
آزمون ۱۲: آزمون ترکیبی فصل اول و دوم ۵۹
آزمون ۱۳: آزمون ترکیبی فصل اول و دوم ۶۳
آزمون ۱۴: آزمون ترکیبی فصل اول و دوم ۶۷
آزمون ۱۵: آزمون ترکیبی فصل اول و دوم ۷۱

آزمون‌های فصل سوم

آزمون ۱۶: فصل سوم (تا کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟) ۷۵
آزمون ۱۷: کل فصل سوم ۷۹
آزمون ۱۸: کل فصل سوم ۸۳
آزمون ۱۹: کل فصل سوم ۸۷
آزمون ۲۰: کل فصل سوم ۹۱
آزمون ۲۱: کل فصل سوم ۹۵
آزمون ۲۲: آزمون ترکیبی فصل دوم و سوم ۱۰۰
آزمون ۲۳: آزمون ترکیبی فصل دوم و سوم ۱۰۴
آزمون ۲۴: آزمون ترکیبی فصل دوم و سوم ۱۰۹
آزمون ۲۵: آزمون ترکیبی فصل دوم و سوم ۱۱۳

آزمون‌های جامع

آزمون ۲۶: جامع (۱) ۱۱۷
آزمون ۲۷: جامع (۲) ۱۲۳
آزمون ۲۸: جامع (۳) ۱۲۸
آزمون ۲۹: جامع (۴) ۱۳۳
آزمون ۳۰: جامع (۵) ۱۳۸

پاسخ‌نامه‌ها

پاسخ‌نامه فصل اول

پاسخ‌نامه آزمون ۱: فصل اول (تا توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها) ۱۴۶
پاسخ‌نامه آزمون ۲: کل فصل اول ۱۸۱
پاسخ‌نامه آزمون ۳: کل فصل اول ۲۰۶
پاسخ‌نامه آزمون ۴: کل فصل اول ۲۲۷
پاسخ‌نامه آزمون ۵: کل فصل اول ۲۳۶

پاسخ‌نامه آزمون‌های فصل دوم

پاسخ‌نامه آزمون ۶: فصل دوم (تا اوزون، دگرشکلی از اکسیژن در هواکره) ۲۴۶
پاسخ‌نامه آزمون ۷: کل فصل دوم ۲۷۲
پاسخ‌نامه آزمون ۸: کل فصل دوم ۲۹۹
پاسخ‌نامه آزمون ۹: کل فصل دوم ۳۱۲
پاسخ‌نامه آزمون ۱۰: کل فصل دوم ۳۲۳
پاسخ‌نامه آزمون ۱۱: کل فصل دوم ۳۳۸
پاسخ‌نامه آزمون ۱۲: کل فصل دوم ۳۴۹
پاسخ‌نامه آزمون ۱۳: آزمون ترکیبی فصل اول و دوم ۳۵۸
پاسخ‌نامه آزمون ۱۴: آزمون ترکیبی فصل اول و دوم ۳۶۷
پاسخ‌نامه آزمون ۱۵: آزمون ترکیبی فصل اول و دوم ۳۷۶

پاسخ‌نامه فصل سوم

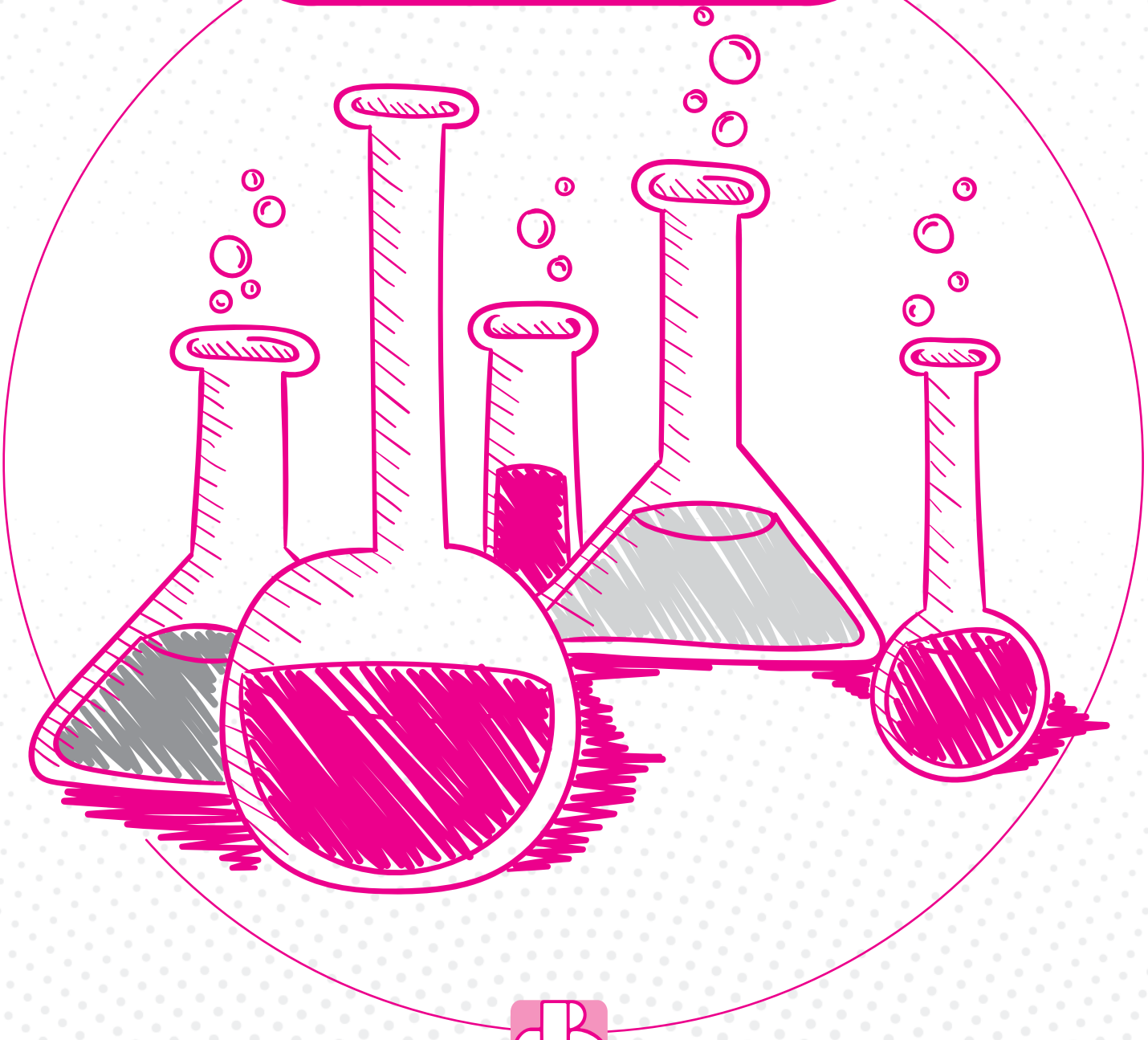
پاسخ‌نامه آزمون ۱۶: فصل سوم (تا کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟) ۳۸۵
پاسخ‌نامه آزمون ۱۷: کل فصل سوم ۴۱۹
پاسخ‌نامه آزمون ۱۸: کل فصل سوم **۴۴۵**
پاسخ‌نامه آزمون ۱۹ : کل فصل سوم ۴۶۰
پاسخ‌نامه آزمون ۲۰: کل فصل سوم ۴۷۲
پاسخ‌نامه آزمون ۲۱: کل فصل سوم ۴۸۳
پاسخ‌نامه آزمون ۲۲: ترکیبی فصل دوم و سوم ۴۹۲
پاسخ‌نامه آزمون ۲۳: ترکیبی فصل دوم و سوم ۵۰۰
پاسخ‌نامه آزمون ۲۴: ترکیبی فصل دوم و سوم ۵۰۹
پاسخ‌نامه آزمون ۲۵: ترکیبی فصل دوم و سوم ۵۱۷

پاسخ‌نامه آزمون‌های جامع

پاسخ‌نامه آزمون ۲۶: جامع (۱) ۵۲۶
پاسخ‌نامه آزمون ۲۷: جامع (۲) ۵۳۶
پاسخ‌نامه آزمون ۲۸: جامع (۳) ۵۴۵
پاسخ‌نامه آزمون ۲۹: جامع (۴) ۵۵۷
پاسخ‌نامه آزمون ۳۰: جامع (۵) ۵۶۷

بخـــــش اول

آزمون ها



آزمون‌های فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

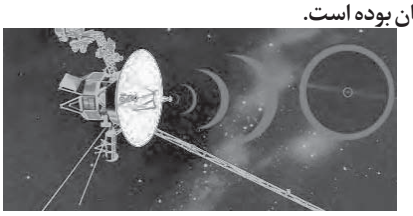
آزمون ۱: فصل اول (تا توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها)

۳۰ دقیقه

۱. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

آ) پاسخ پرسش‌هایی از این دست که «هستی چگونه پدید آمده است؟» و «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

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



پ) شکل روبه‌رو، آخرین تصویری است که وویجر ۲ از کرهٔ زمین، پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی و از فاصلهٔ تقریبی هفت میلیارد کیلومتری گرفت.

ت) فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی اطلاعاتی در مورد نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها تهیه کنند.

ث) عبدالرحمن صوفی، یکی از ستاره‌شناسان ایرانی است که برای اولین بار گزارشی دربارهٔ کهکشان آندرومیا ـ که نزدیک‌ترین همسایه به سامانهٔ خورشیدی است ـ ارائه داد.

ج) اختر شیمی به مطالعهٔ مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاهای بین ستاره‌ای یافت می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

۲. پاسخ پرسش‌های (آ) و (پ) و پاسخ نادرست پرسش‌های (ب) و (ت) در کدام گزینه آمده است؟

آ) فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری و زمین به ترتیب کدام است؟

ب) در میان عنصرهای اصلی سازندهٔ زمین و مشتری، کدام عنصرها مشترک هستند؟

پ) در زمین، درصد فراوانی فلزها بیش‌تر است یا نافلزها؟

ت) در کدام سیاره، تفاوت درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر، بیش‌تر است؟

۱) O,H ـ O,S ـ فلزها ـ مشتری ۲) Fe,H ـ O,N ـ فلزها ـ زمین

۳) O,H ـ O,N ـ نافلزها ـ زمین ۴) Fe,H ـ O,S ـ نافلزها ـ مشتری

۳. در متن زیر چه تعداد از عبارت‌هایی که مشخص شده‌اند نادرست است؟

سرآغاز کیهان با انفجار مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی در این فرایند مصرف می‌شود. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و افزایش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام کهکشان ایجاد کرد. بعدها این کهکشان‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و سحابی‌ها شد.

۱) ۳ ۲) ۴

۳) ۵ ۴) ۶

۴. در یک واکنش هسته‌ای، ۰/۰۰۶۵ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. اگر ۴۰ درصد از انرژی حاصل، صرف تبخیر آب استخری با دمای $25^\circ C$ شود، چند کیلوگرم آب تبخیر می‌شود؟ (فرض کنید برای تبخیر هر گرم آب $25^\circ C$، ۲۶۰۰ ژول انرژی لازم است.)

۱) 9×10^{4} ۲) $3/6\times10^{5}$ ۳) $2/3\times10^{6}$ ۴) $5/75\times10^{7}$

۵. **تعداد الکترون‌های A^{3+} و B^{2-} با هم برابر است. اگر مجموع تعداد پروتون‌های این دو یون برابر ۲۱ باشد، کدام مطلب درست است؟**

۱) مجموع تعداد الکترون‌های A^{3+} و B^{2-} برابر ۲۲ است.

۲) عدد اتمی A برابر ۱۵ است.

۳) اگر عدد جرمی B برابر ۱۸ باشد، تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در B^{2-} برابر ۱ است.

۴) اگر مجموع ذره‌های زیراتمی در A^{3+}، ۹ واحد بیش‌تر از B^{2-} باشد، تفاوت تعداد نوترون‌های A و B برابر ۴ است.

۶. **اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی $_{96}X^{2+}(g)$ برابر ۱۴ باشد، تعداد الکترون‌های آن با تعداد الکترون‌های کدام یک از گونه‌های زیر برابر است؟ $(_1H, _4Be, _6C, _7N, _8O, _9F, _{15}P)$**

۱) BeF_4^{2-} ۲) H_3PO_2

۳) $C_3H_5O_2^-$ ۴) $N_2H_5^+$

۷. **کدام یک از موارد زیر درست‌اند؟**

آ) ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسان، اما خواص فیزیکی متفاوت دارند.

ب) اگر در یون $_{69}X^{3+}$، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۱۰ باشد، اتم $_{31}^{71}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های عنصر X باشد.

پ) در یک نمونهٔ طبیعی از منیزیم هرچه یک ایزوتوپ سنگین‌تر باشد، پایداری آن بیش‌تر است.

ت) دو عنصر $_3Li$ و $_{12}Mg$، هر یک ایزوتوپی دارند که در آن تعداد ذره‌های زیر اتمی با هم برابر است.

۱) ب و ت ۲) آ و پ ۳) پ و ت ۴) آ و ب

۸. **همه عبارت‌های زیر درست هستند به جز:**

۱) رادون سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است که در لایه‌های زیرین زمین تولید می‌شود.

۲) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۱/۵ باشد ممکن است پایدار باشند.

۳) هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار بر اثر تلاشی، افزون بر ذره‌های پر انرژی، انرژی زیادی نیز آزاد می‌کنند.

۴) هرچه یک رادیوایزوتوپ ناپایدار باشد، نیم‌عمر آن بلندتر است.

۹. **چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد ایزوتوپ‌های هیدروژن درست است؟**

آ) هر نمونهٔ طبیعی از هیدروژن، مخلوطی از سه ایزوتوپ است که فراوانی آن‌ها با افزایش عدد جرمی کاهش می‌یابد.

ب) هیدروژن هفت ایزوتوپ دارد که در یکی از آن‌ها $A = Z$ و در یکی دیگر $N = Z$ است.

پ) همهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی آن دارای نیم‌عمر کم‌تر از 10^{-21} ثانیه هستند.

ت) ترتیب پایداری تعدادی از ایزوتوپ‌های آن به صورت: $_1^7H > _1^4H > _1^6H > _1^5H > _1^3H$ می‌باشد.

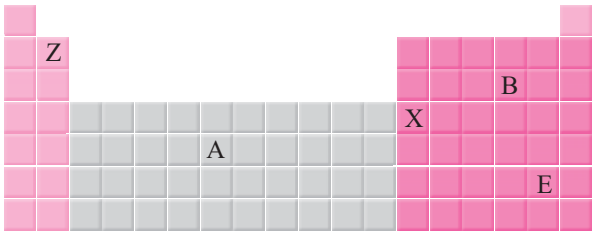
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۲

۱۰. **چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ عنصر تکنسیم $(_{43}^{99}Tc)$ نادرست‌اند؟**

- **جزو عنصرهای ساختگی است که به تقریب ۲۶ درصد عنصرهای شناخته شده را تشکیل می‌دهند.**
- **برخلاف کمیاب‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن کم‌تر از ۱/۵ است.**
- **برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود زیرا اتم آن اندازه‌ای مشابه یون یدید دارد و توسط غدهٔ تیروئید جذب می‌شود.**
- **نیم‌عمر آن بسیار بیش‌تر از نیم‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن است.**
- **نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱. با توجه به شکل زیر که قسمتی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد، کدام مطلب نادرست است؟



۱) تفاوت عدد اتمی عنصر Z با آخرین عنصر گروه ۳ برابر ۹۹ است.

۲) اتم X همانند $_{13}Al$ می‌تواند کاتیون (+۳) تشکیل دهد اما شمار الکترون‌های این کاتیون برابر با الکترون‌های گاز نجیب دورهٔ قبل نیست.

۳) عدد اتمی عنصری که هم دورهٔ A و در گروه ۱۴ جای دارد با تعداد ذره های زیر اتمی $^{32}B^{2-}$ برابر است.

۴) A و E هر دو پرتوزا هستند و اگر عدد جرمی E برابر با ۲۱۰ باشد، تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های آن برابر ۴۱ است.

۱۲. اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر $0/00054$ amu درنظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم تریتیم $(_1^3H)$ برابر چند گرم خواهد بود؟ $(1amu = 1/66\times10^{-24}g)$ (ریاضی ۹۳)

۱) $4/96\times10^{-24}$ ۲) $9/112\times10^{-24}$

۳) $4/34\times10^{-22}$ ۴) $9/815\times10^{-22}$

۱۳. پاسخ درست پرسش‌های (آ) و (پ) و پاسخ نادرست پرسش (ب) در کدام گزینه آمده است؟ $(N=14, O=16 : g.mol^{-1})$

آ) در ترکیب N_xO_y، x و y اعداد صحیح‌اند و $6/02\times10^{21}$ مولکول از آن ۰/۳ گرم جرم دارد، این مولکول کدام است؟

ب) گوگرد با فلوئور ترکیباتی به فرمول SF_x می‌دهد. درصورتی‌که $3/01\times10^{21}$ مولکول آن جرمی برابر ۰/۷۳ g داشته باشد، x کدام است؟ $(F=19, S=32 g.mol^{-1})$

پ) تعداد اتم‌ها در چند گرم CH_4 برابر تعداد اتم‌ها در ۹/۶ گرم O_3 است؟ $(O_3=48, CH_4=16 : g.mol^{-1})$

۱) $NO-6-1/92$ ۲) $N_2O-4-1/29$

۳) $NO-4-1/92$ ۴) $N_2O-6-1/29$

۱۴. 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 به تقریب معادل جرم یک مول از هر ایزوتوپ درنظر بگیرید.) (تجربی خارج ۹۵)

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

۱۵. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- به وسیلهٔ نور می‌توان دمای خورشید، اجزای سازنده و دمای شعله‌های بسیار داغ آن را اندازه گرفت.
- نوری که از خورشید خارج می‌شود پس از بررسی در دستگاه طیف‌سنج اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ دمای خورشید و اجزاء سازندهٔ آن در اختیار ما قرار می‌دهد.
- نور خورشید با عبور از قطره‌های آب پراکنده در هوا بعد از باران طیف خطی از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند.
- گسترهٔ رنگی ناشی از تجزیهٔ نور سفید خورشید، شامل بی‌نهایت موج رنگی است که در منشور به صورت ۷ موج رنگی دیده می‌شود که قرمز کم‌ترین شکست و بنفش بیش‌ترین شکست نور را دارد.
- صورت فلکی شکارچی (Orion) دمای ستاره سرخ رنگ کم‌تر از دمای سطح خورشید و دمای ستارهٔ آبی رنگ بیش‌تر از دمای سطح خورشید است.

۱) ۴ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۶. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

- به فرایندی که یک ترکیب در اثر جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر گویند.
- اگر نور نشر شده از ترکیبی فلزدار را از منشور عبور دهیم، الگویی پدید می‌آید که به آن طیف نشری خطی گویند.

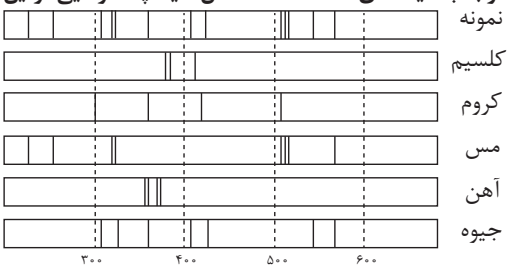
• برای انجام آزمایش رنگ شعله می‌توان از فلز، نمک فلز و یا محلول نمک آن فلز استفاده کرد، که از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.

• در طیف نشری خطی لیتیم طول موج دو رنگ در بازهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر و طول موج دو رنگ در بازهٔ ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر است.

• در گسترهٔ مرئی طیف نشری خطی هلیم در مقایسه با هیدروژن، خطوط طیفی بیش‌تری وجود دارد.

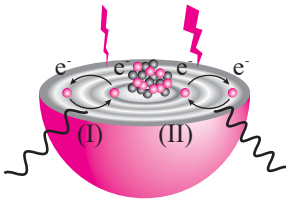
۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۴

۱۷. شکل زیر طیف نشری خطی یک نمونه و چند عنصر فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به طیف‌های داده شده مشخص کنید چه فلزهایی در این نمونه وجوددارد؟



۱) مس و کروم
۲) کلسیم و کروم
۳) مس و جیوه
۴) آهن و مس

۱۸. چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟



آ) شکل روبه‌رو، ساختار لایه‌ای اتم را نشان می‌دهد و نقاط پررنگ محدوده‌هایی هستند که الکترون تنها در آنجا حضور دارد.

ب) با توجه به کوانتومی بودن انرژی، نسبت انرژی نشر شده در انتقال (II) به انتقال (I) عددی صحیح است.

پ) مطابق مدل کوانتومی، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در ایزوتوپ‌های یک عنصر، متفاوت است.

ت) با تعیین دقیق طول موج نوارهای رنگی در طیف نشری خطی عنصرها، می‌توان تصویر دقیقی از آرایش الکترونی اتم یافت.

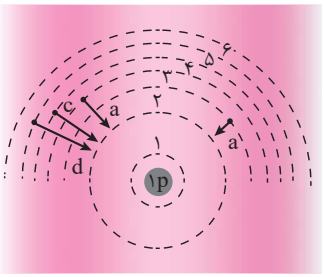
ث) عدم موفقیت مدل بور در توجیه طیف نشری خطی عنصرها (به‌جز هیدروژن) ناشی از نادیده گرفتن کوانتومی بودن داد و ستد انرژی در اتم بود.

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۹. با در نظر گرفتن دو ایزوتوپ کلر (^{35}Cl, ^{37}Cl) و سه ایزوتوپ کربن (^{12}C, ^{13}C, ^{14}C)، امکان تشکیل ..... مولکول کربن تتراکلرید (CCl_4) با جرم مولی متفاوت وجود دارد و مجموع شمار ذره‌های زیراتمی سنگین‌ترین مولکول ..... واحد بیش‌تر از ذره‌های زیراتمی سبک‌ترین مولکول کلر است. (از راست به چپ)

۱) ۱۲۳ـ۱۱ ۲) ۱۳۲ـ۱۱ ۳) ۱۳۲ـ۱۲ ۴) ۱۲۳ـ۱۲

۲۰. با توجه به شکل روبه‌رو که برای توجیه بخش مربی طیف نشری خطی هیدروژن ارایه شده است، کدام یک از مطالب زیر نادرست‌اند؟



آ) انتقال a نوری تولید می‌کند که رنگ آن مشابه نمک‌های سدیم در شعله است.

ب) انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به لایهٔ $n = 1$، منجر به تابش نورهایی در محدودهٔ فروسرخ می‌شود.

پ) هرچه به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر می‌رویم، فاصلهٔ نوارهای رنگی کم‌تر می‌شود.

ت) اگر انتقال‌های a، b و نیز انتقال $n = 4$ به $n = 1$ به ترتیب ۱۸۲، ۲۴۶ و ۱۲۳۰ کیلوژول بر مول انرژی آزاد کند، تفاوت انرژی لایه‌های اول و سوم به تقریب ۱/۲ برابر تفاوت انرژی لایه‌های اول و دوم است.

۱) آ و ب ۲) پ و ت ۳) آ و ت ۴) ب و پ

۱	۱ ۲ ۳ ۴	۵	۱ ۲ ۳ ۴	۹	۱ ۲ ۳ ۴	۱۳	۱ ۲ ۳ ۴	۱۷	۱ ۲ ۳ ۴
۲	۱ ۲ ۳ ۴	۶	۱ ۲ ۳ ۴	۱۰	۱ ۲ ۳ ۴	۱۴	۱ ۲ ۳ ۴	۱۸	۱ ۲ ۳ ۴
۳	۱ ۲ ۳ ۴	۷	۱ ۲ ۳ ۴	۱۱	۱ ۲ ۳ ۴	۱۵	۱ ۲ ۳ ۴	۱۹	۱ ۲ ۳ ۴
۴	۱ ۲ ۳ ۴	۸	۱ ۲ ۳ ۴	۱۲	۱ ۲ ۳ ۴	۱۶	۱ ۲ ۳ ۴	۲۰	۱ ۲ ۳ ۴

پاسخ آزمون ۱ در صفحهٔ ۱۴۶

PHAREPUB.COM

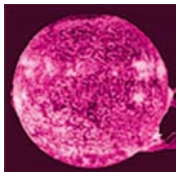
آزمون۲: کل فصل اول

۳۰ دقیقه

۱. چه تعداد از توصیف‌های زیر در مورد شکل‌های داده شده نادرست است؟

(۱)

(۲)


(۳)

آ) شکل (۱) حدود ۵۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنتاروس (قنطورس) واقع شده است.

ب) شکل (۳) نزدیک‌ترین ستاره به زمین است. انرژی گرمایی و نورانی خیره کنندهٔ آن حاصل واکنش‌های هسته‌ای است که در آن هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شود.

پ) شکل (۲) نمایش سحابی عقاب است که یکی از مکان‌های زایش ستاره‌هاست.

ت) شکل (۳) دمای درون آن حدود ۱۶۶۷ برابر دمای سطح آن است و در هر ثانیه ۵×۱۰^{۶} تن از جرم آن کاسته می‌شود.

ث) دمای سطح شکل (۳) $۶۲۷۲^{\circ}C$ از دمای شکل (۱) بیش‌تر است.

ج) شکل (۲) بر اثر گذشت زمان و کاهش دما از تراکم گازهای هیدروژن و هلیم پدید می‌آید و در آن امکان وقوع واکنش‌های هسته‌ای برای تولید عناصر سنگین وجود ندارد.

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۲. عنصر $_{۱۰}X$ با جرم اتمی میانگین ۲۱/۴۰ گرم بر مول، دارای دو ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها فراوانی ۳۰ درصد داشته و تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ آن با هم برابر است. تعداد نوترون‌های ایزوتوپ دیگر چقدر است؟ (جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها را برابر ۱amu درنظر بگیرید.)

۱) ۱۲ ۲) ۱۱ ۳) ۱۳ ۴) ۱۴

۳. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست بیان شده است؟

- علیرغم خطرناک بودن رادیوایزوتوپ‌ها، از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.
- از ایزوتوپ $^{۲۳۸}_{۹۲}U$ در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود که فراوانی آن در مخلوط طبیعی کم‌تر از ۰/۷ درصد است.
- برای شناسایی توده سرطانی از گلوکز نشان‌دار استفاده می‌شود زیرا با ممانعت از جذب گلوکز معمولی، سریعاً جذب تودهٔ سرطانی می‌شود که به وسیلهٔ دستگاه آشکارساز شناسایی می‌شود.
- عنصر فسفر همانند آهن، تکنسیم و مس دارای ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا می‌باشد.
- برای تعیین قدمت فرش پازیریک از ایزوتوپی استفاده شد که همانند ^{۵۹}Fe و ^{۹۹}Te، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها کم‌تر از ۱/۵ است.

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲

۴. چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کرهٔ پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازوی با حساسیت ۰/۱ میلی‌گرم، قابل اندازه‌گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود ۹×۱۰^{-۲۸} و بار الکتریکی آن C $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$ است.)

(ریاضی ۹۵)

۱) $۱/۷۸\times۱۰^{۳}, ۳/۰۱۱\times۱۰^{۲۲}$ ۲) $۱/۶۶\times۱۰^{۴}, ۱/۱۱\times۱۰^{۲۳}$

۳) $۱/۶۴۸\times۱۰^{۳}, ۳/۰۱۱\times۱۰^{۲۲}$ ۴) $۱/۷۸\times۱۰^{۴}, ۱/۱۱\times۱۰^{۲۳}$

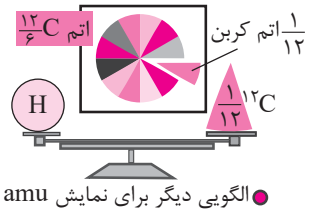
۵. پاسخ درست پرسش‌های (آ) و (پ) و پاسخ نادرست پرسش‌های (ب) و (ت) در کدام گزینه آمده است؟

آ) اگر در یون $^{۱۲۲}A^{۲+}$ اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها، $\frac{۱}{۳}$ تعداد نوترون‌ها باشد، چه تعداد از گونه‌های روبه‌رو را می‌توان به عنوان ایزوتوپ عنصر A درنظر گرفت؟ $^{۱۲۲}_{۵۰}B, ^{۱۲۳}_{۴۸}C, ^{۱۲۰}_{۵۰}D^{۴+}, ^{۱۲۳}_{۵۰}E, ^{۱۲۳}_{۵۱}F, ^{۱۲۴}_{۵۱}G^{+}$

ب) برای اندازه‌گیری جرم چه تعداد از جرم‌های زیر نمی‌توان از ترازوی زرگری استفاده کرد؟ (جرم‌ها برحسب گرم است.)

۰/۰۴۳۵ – ۰/۴۵۴ – ۰/۰۰۳۰۶ – ۰/۰۰۰۰۶ – ۰/۰۴۵۴ – ۰/۴۵۴

پ) شکل روبه‌رو برای توضیح چه مفهومی کاربرد دارد؟



ت) علت تفاوت جرم اتم $^{7}_{3}Li$ در واحد جرمی اتمی نسبی با جرم اتمی آن در جدول دوره‌ای چیست؟

۱) ۲ـ۲ـ بررسی جرم اتمی $^{12}_{6}C$ ـ نادیده گرفتن جرم اندک الکترون‌ها

۲) ۳ـ۴ـ یکای جرم اتمی ـ خطای اندازه‌گیری

۳) ۳ـ۲ـ بررسی جرم اتمی $^{12}_{6}C$ ـ خطای اندازه‌گیری

۴) ۲ـ۴ـ یکای جرم اتمی ـ نادیده گرفتن جرم اندک الکترون‌ها

۶. نیم‌عمر $^{99}_{42}MO$ برابر ۶۷ ساعت است. از نمونهٔ یک میلی‌گرمی آن، پس از ۳۳۵ ساعت چند گرم متلاشی می‌شود؟

۱) $9/69\times10^{-4}$ ۲) $3/1\times10^{-5}$ ۳) $2/5\times10^{-4}$ ۴) $9/37\times10^{-5}$

۷. در متن زیر چه تعداد از عبارت‌هایی که مشخص شده‌اند نادرست است؟

نور زرد در لامپ آزادراه‌ها و بزرگ‌راه‌ها به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌هاست. از لامپ آرگون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود. شعله ترکیب‌های سدیم، لیتیم و مس به ترتیب زرد، سبز و سرخ رنگ است.

ویلیام رامسی پس از جداسازی نیتروژن و بخار آب از هوا توانست از باقی‌ماندهٔ هوا، هلیم را به عنوان نخستین گاز نجیب کشف کند. یک سال بعد رامسی گاز واکنش‌ناپذیری را در نمونه‌های معدنی مس یافت که همان خطوط طیفی را نشان داد که در خورشیدگرفتگی مشاهده شده بود و به این ترتیب آرگون نیز در زمین کشف شد.

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

۸. اتم H و یون Be^{3+} هر کدام یک الکترون دارند و انرژی یک سیستم تک الکترونی با رابطهٔ: $E_n=-\frac{(Z^2)\times2/18\times10^{-18}J}{n^2}$ داده می‌شود

(Z در این رابطه، همان عدد اتمی است). کدام گزینه دربارهٔ اتم H و یون Be^{3+} درست است؟

۱) الگوی طیف نشری خطی آن‌ها یکسان است، اما طول موج‌های متفاوتی دارند.

۲) الگوی طیف نشری خطی و طول موج‌های آن‌ها یکسان است.

۳) الگوی طیف نشری خطی و طول موج‌های آن‌ها متفاوت است.

۴) الگوی طیف نشری خطی آن‌ها متفاوت است ولی طول موج‌های یکسانی دارند.

۹. در دستگاه طیف‌سنج جرمی برای نئون $(_{10}Ne)$ سه مقدار بار به جرم $(\frac{q}{m})$ زیر به دست آمده است.

$$(\underset{(I)}{4/38\times10^{3}\frac{C}{g}},\underset{(II)}{4/59\times10^{3}\frac{C}{g}},\underset{(III)}{8/76\times10^{3}\frac{C}{g}})$$

تعداد نوترون‌های (I) و (II) و تعداد الکترون‌های (III) به ترتیب کدام است؟ (از راست به چپ بخوانید)

$(1amu=1/67\times10^{-24}g\ ،\ e^-\text{بار}=1/6\times10^{-19}C)$

(راهنمایی: ذره‌های مورد نظر دارای بار +۱ و +۲ هستند)

۱) ۸ـ۱۲ـ۱۱ ۲) ۸ـ۱۱ـ۱۲ ۳) ۹ـ۱۲ـ۱۱ ۴) ۹ـ۱۱ـ۱۲

۱۰. در کدام یک از نمونه‌های زیر تعداد اتم‌های کم‌تری وجود دارد؟

۱) ۱/۵۴ مول کلسیم

۲) ۲/۰۸ گرم کروم $(Cr=52g.mol^{-1})$

۳) یک قطعه آلومینیم به حجم $5cm^3$ $(Al=27g.mol^{-1},d=2/7\frac{g}{cm^3})$

۴) $1/505\times10^{21}$ مولکول C_2H_4O

۱۱. چند مورد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟

آ) در لایهٔ الکترونی n، $(n-1)$ زیر لایه، و گنجایش $2n^2$ الکترون وجود دارد و هر زیر لایه با $2(2l+1)$ الکترون پر می‌شود.

ب) در هر لایهٔ الکترونی، انرژی هر زیر لایه با افزایش عدد کوانتومی فرعی، افزایش می‌یابد.

پ) زیر لایه‌های پنجم و ششم به ترتیب گنجایش ۱۸ و ۲۲ الکترون را دارند ولی در حالت پایه هیچ اتمی پر نمی‌شوند.

PHAREPUB.COM

ت) مجموعاً چهار زیر لایه وجود دارد که مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی آن‌ها برابر ۷ است اما هیچ‌کدام از آن‌ها در عنصرهای دورهٔ چهارم جدول تناوبی پر نمی‌شود.

ث) حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در لایهٔ چهارم، از تعداد عنصرهای دوره‌های اول تا سوم کم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۱۲. اگر شمار الکترون‌های دارای $l = 0$ در دو اتم $_{43}Tc$ و $_{45}Rh$ یکسان و برابر ۹ باشد و همهٔ زیر لایه‌های اشغال شده در اتم $_{46}Pd$ پر باشند، آن‌گاه چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

- در اتم Rh، بیست درصد از الکترون‌ها دارای عدد کوانتومی $l = 2$ هستند.
- آرایش الکترونی هیچ کدام از اتم‌های مورد نظر از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.
- در اتم Tc، پنج لایه و ده زیر لایه توسط الکترون اشغال شده است که از میان آن‌ها، چهار زیر لایه هر یک دارای دو الکترون و سه زیرلایه هر یک دارای شش الکترون است.
- در اتم Pd، سی و هفتمین الکترون دارای عددهای کوانتومی $l = 0$ و $n = 5$ می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۰

۱۳. در اتم کدام عنصر (به ترتیب از راست به چپ)، شمار الکترون‌های زیرلایه‌های $3d$ و $3p$ برابر و در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های زیرلایهٔ $3d$ با شمار الکترون‌های زیرلایهٔ $4s$ برابر است؟ *(ریاضی خارج ۹۵)*

۱) $_{22}Ti, _{26}Fe$ ۲) $_{24}Cr, _{26}Fe$

۳) $_{25}Mn, _{24}Cr$ ۴) $_{22}Ti, _{24}Cr$

۱۴. کدام مطلب دربارهٔ اتم A که آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت آن $4s^2 4p^4$ است، نادرست می‌باشد؟

۱) با گرفتن دو الکترون به آرایش گاز نجیب پس از خود می‌رسد و اندازهٔ آن افزایش می‌یابد.

۲) با پنجمین عنصر واسطه در تعداد الکترون‌های دارای $l = 0$ مشابه است.

۳) در جدول دوره‌ای، پنج عنصر دیگر وجود دارد که تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها برابر با تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم A است.

۴) اختلاف عدد اتمی آن با آخرین عنصر هم‌گروه خود برابر ۸۲ است.

۱۵. کدام یک از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) آرایش الکترونی $1s^2$ را می‌توان به کاتیونی از گروه اول جدول دوره‌ای نسبت داد.

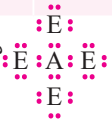
ب) در $_{28}Ni^{2+}$ و $_{26}Fe$ برخلاف $_{31}Ga^{+}$ و $_{30}Zn$ تعداد الکترون در ساختار برابر ولی آرایش الکترونی یکسان نیست.

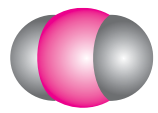
پ) اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{101}X^{4+}$ (g) برابر ۱۷ باشد، تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت این یون برابر ۳ است.

ت) اگر آرایش الکترونی X^{3+} به $3d^3$ ختم شده باشد، ۴ الکترون در اتم X دارای مجموعه عددهای کوانتومی $l = 2$ و $n = 3$ هستند.

۱) آ و ت ۲) ب و پ ۳) آ و ب ۴) پ و ت

۱۶. با توجه به جدول زیر، چه تعداد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- آرایش الکترون ـ نقطه‌ای مولکول حاصل از دو عنصر A و E به صورت  می‌باشد.
- شمار پیوندهای کووالانسی در دو مولکول D_2 و Z_2X برابر است.
- از واکنش D با A و X مولکول‌هایی می‌تواند حاصل شود که مدل فضاپرکن آن‌ها به ترتیب شبیه (I) و (II) است.

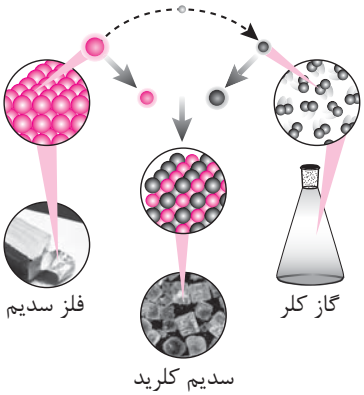

(I)

(II)

- عنصرهای Z، D و E در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارند.

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۳

۱۷. با توجه به شکل مقابل چه تعداد از عبارت‌های زیر درست بیان شده‌اند؟



آ) فرایند داد و ستد الکترون برای تشکیل مولکول NaCl را نشان می‌دهد.

ب) در این فرایند اندازهٔ اتم نافلز افزایش و اندازهٔ اتم فلز کاهش می‌یابد.

پ) کلر گازی زردرنگ که از مولکول دو اتمی تشکیل شده و سدیم فلزی براق و واکنش‌پذیری بالا دارد.

ت) در شبکهٔ یونی مکعبی حاصل یون‌ها با نظم و ترتیب خاصی در جهت‌های مختلف فضا قرار گرفته‌اند و هر دو یون موجود در شبکه، هم‌الکترون هستند.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۴

۱۸. نسبت شمار اتم‌های نیتروژن به شمار اتم‌های اکسیژن در آمونیوم سولفات، برابر نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در کدام ترکیب است؟ *(تجربی ۹۶)*

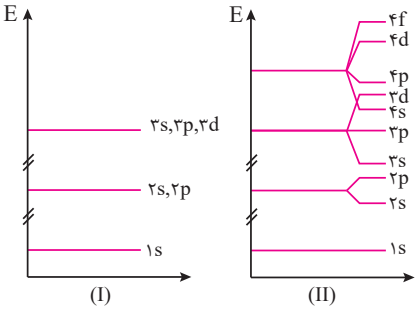
۱) کلسیم نیترات ۲) آلومینیم نیترید

۳) مس (II) فسفات ۴) سرب (II) کربنات

۱۹. در واکنش مخلوطی از ایزوتوپ‌های ^{16}O و ^{18}O با ایزوتوپ‌های ^{25}Mg و ^{24}Mg امکان تشکیل چند اکسید با جرم‌های مولی متفاوت وجود دارد و نسبت جرم مولی سنگین‌ترین این اکسیدها به جرم مولی سبک‌ترین آن‌ها، کدام است؟ (هر دو عنصر را با بالاترین ظرفیت خود درنظر بگیرید. عدد جرمی را هم‌ارز جرم اتمی با یکای $g.mol^{-1}$ فرض کنید.) *(ریاضی ۹۶)*

۱) ۱/۰۷۵ ،۶ ۲) ۱/۰۲۵ ،۴ ۳) ۱/۰۷۵ ،۴ ۴) ۱/۰۲۵ ،۶

۲۰. نمودار (I) مربوط به اتم هیدروژن و یون‌های تک‌الکترونی و نمودار (II) مربوط به اتم‌های چند الکترونی است. کدام یک از عبارت‌های زیر درست‌اند؟



آ) برای اتم هیدروژن و یون Li^{2+}، در لایهٔ سوم، ۹ اوربیتال هم‌انرژی وجود دارد.

ب) در اتم $_{21}Sc$، سطح انرژی زیر لایهٔ ۴s پایین‌تر از ۳d می‌باشد.

پ) در مقایسه با اتم هیدروژن، طیف نشری خطی هلیم ($_2He$) خطوط بیش‌تری دارد.

ت) در اتم $_{48}Cd$، آخرین الکترون وارد زیرلایه‌ای می‌شود که کم‌ترین $(n+l)$ را در لایهٔ چهارم دارد.

۱) آ و پ ۲) آ و ت

۳) ب و پ ۴) ب و ت

۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۹ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۷ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۸ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴

پاسخ آزمون ۲ در صفحهٔ ۱۸۱

PHAREPUB.COM

آزمون ۳: کل فصل اول

۳۰ دقیقه

۱. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

آ) اگر در یون فرضی A^{3+}_{23}، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۸ باشد، می‌توان گفت تعداد الکترون‌های ظرفیتی عنصر A برابر ۵ بوده و جرم اتم آن تقریباً ۵۱ amu است.

ب) اگر نسبت بار به جرم الکترون برابر $۱/۷۶ \times ۱۰^{۸}$ کولن بر گرم باشد این نسبت برای H^{+}_{1} به تقریب برابر $۴/۴ \times ۱۰^{۴}$ کولن بر گرم می‌باشد.

پ) اگر شمار الکترون‌های اتم ^{A}X و آنیون Y^{m-} برابر باشد، عدد اتمی X، m واحد بیش‌تر از Y است.

ت) با سه ایزوتوپ اکسیژن $(^{16}O, ^{17}O, ^{18}O)$، ۹ نوع مولکول اوزون (O_3) می‌توان تعریف نمود که حداقل دو اتم سازندهٔ آن یکسان باشد.

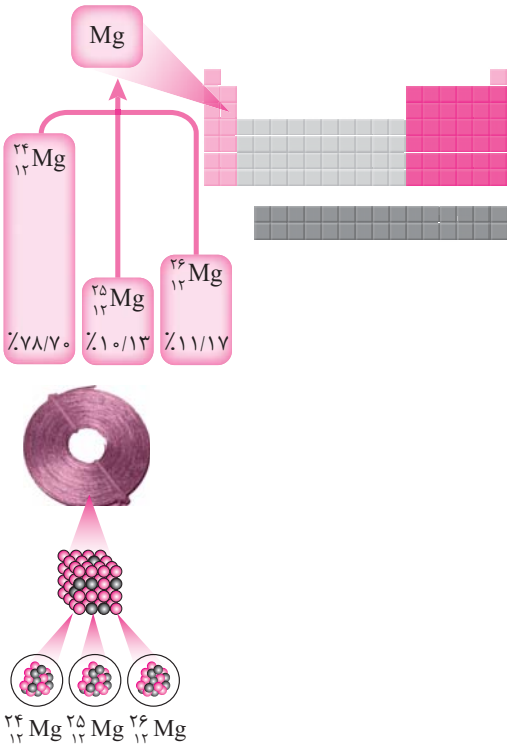
۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۱

۲. با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3، چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu درنظر بگیرید.)

(ریاضی خارج ۹۵)

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۲۰۳/۴ ۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷

۳. با توجه به شکل روبه‌رو، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟



- میان منیزیم و آخرین عنصر دستهٔ d، ۹۹ عنصر وجود دارد.
- در یک نمونهٔ طبیعی، ایزوتوپ سنگین‌تر به تقریب ۱۲ درصد جرم آن را تشکیل می‌دهد.
- شمار الکترون‌های مبادله‌شده به هنگام تشکیل یک مول منیزیم نیترید بیش‌تر از مجموع شمار الکترون‌های مبادله‌شده به هنگام تشکیل یک مول از منیزیم اکسید و منیزیم فلوئورید است.
- در شکل زیر که برشی از یک نمونهٔ طبیعی منیزیم است، جرم مکعب به تقریب برابر ۱۵۵۷ amu است (جرم نوترون و پروتون را برابر ۱ amu فرض کنید).

۱) ۴
۲) ۱
۳) ۳
۴) ۲

۴. اگر اتم عنصری دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی $l = ۱$ باشد، آخرین زیرلایهٔ اشغال شده اتم آن دارای ..... الکترون است و این عنصر در دورهٔ ..... و گروه ..... جدول تناوبی جای دارد. (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

(تجربی خارج ۹۱)

۱) ۵ـ چهارم ـ ۱۷ ۲) ۵ـ پنجم ـ ۱۴ ۳) ۷ـ پنجم ـ ۱۴ ۴) ۷ـ چهارم ـ ۱۷

۵. در متن زیر چه تعداد از عبارت‌هایی که مشخص شده‌اند نادرست است؟

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید. دما و سن هر ستاره تعیین می‌کند که چه مولکول‌هایی باید در آن ستاره ساخته شود. هرچه دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود. چنین ستارگانی پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده و در انفجاری مهیب متلاشی شده و اتم‌های سبک درون آن‌ها در سراسر گیتی پراکنده می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۵

۶. اگر عنصری در گروه ۱۵ با عنصری که بیرونی‌ترین زیرلایهٔ اتم آن $4p^5$ است هم‌دوره باشد، کدام یک از مطالب زیر، دربارهٔ آن درست‌اند؟ (ریاضی خارج ۹۶ با تغییر)

آ) عدد اتمی آن ۳۳ است.

ب) بیرونی‌ترین لایهٔ اتم آن ۷ الکترون دارد.

پ) هم‌دوره با سه عنصر است که در لایهٔ ظرفیت اتم خود، دارای زیرلایهٔ نیمه پر هستند.

ت) تفاوت شمار الکترون‌های دارای $n+l=5$ و $n+l=4$ در آن برابر ۵ است.

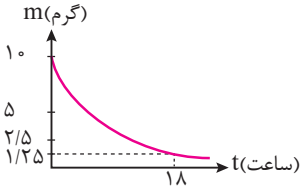
۱) آ و ب ۲) ب و پ ۳) ب، پ، ت ۴) آ و ت

۷. آرایش الکترونی کاتیون در $CoCl_3$، کدام است؟ (کبالت در دورهٔ چهارم و گروه ۹ جدول تناوبی جای دارد.) (ریاضی ۹۱)

۱) $[_{18}Ar]3d^7$ ۲) $[_{18}Ar]3d^6$

۳) $[_{18}Ar]4s^2 4p^4$ ۴) $[_{18}Ar]4s^2 4p^5$

۸. از سدیم پرتکنات ($NaTcO_4$) برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود. هرگاه یک میلی‌گرم از آن برای تصویربرداری استفاده شود پس از گذشت ۲۴ ساعت به تقریب چند گرم تکنسیم در بدن بیمار وجود خواهد داشت؟ (راهنمایی: از نمودار روبه‌رو که چگونگی تلاشی تکنسیم برحسب زمان را نشان می‌دهد استفاده کنید. $Na=23, O=16, Tc=99 : g.mol^{-1}$)



۱) $5/3\times10^{-4}$

۲) $3/3\times10^{-5}$

۳) $7/9\times10^{-5}$

۴) $8/4\times10^{-4}$

۹. با توجه به این‌که اتم عنصر A از دورهٔ سوم با اتم‌های Cl و O ترکیب‌های یونی با فرمول ACl و A_2O تشکیل می‌دهد و اتم عنصر X هم‌دورهٔ آن، با اتم‌های N و F ترکیب‌های یونی با فرمول X_3N_2 و XF_2 تشکیل می‌دهد، کدام گزینه درست است؟ (ریاضی ۹۳ با تغییر)

۱) اتم عنصر A دارای الکترون‌هایی با عدد کوانتومی $l=2$ و اتم عنصر X فاقد آن‌هاست.

۲) تعداد الکترون با $l=0$ در کاتیون‌های A و X با هم برابر است.

۳) A عنصری از گروه ۳ و X عنصری از گروه یک جدول دوره‌ای است.

۴) مجموع تک الکترون‌ها در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌های A و X بیش‌تر از اتم N است.

۱۰. پاسخ درست پرسش‌های (آ) و (پ) و پاسخ نادرست پرسش‌های (ب) و (ت) در کدام گزینه آمده است؟

آ) عنصرهایی که در دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای عناصر قرار می‌گیرند چه تعداد بیش‌تر از حداکثر الکترون‌هایی است که در زیرلایه $l=3$ جای می‌گیرند؟

ب) هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و ۱۱۰ ولتی به یک خیارشور اعمال شود، مانند شکل روبه‌رو شروع به درخشیدن می‌کند، علت ایجاد نور رنگی چه چیزی می‌باشد؟

پ) به چه دلیل ساختار لایه‌ای بر اتم پیشنهاد شد؟

ت) خورشید روزانه 10^{22} ژول انرژی به سوی زمین گسیل می‌دارد، هم‌ارز این میزان انرژی، در طی یک سال چند گرم از جرم خورشید کاسته می‌شود؟

۱) ۴ ـ برانگیخته شدن تعدادی از اتم‌های سدیم و بازگشت به حالت اول و تابش نور زرد رنگ ـ عدم موفقیت بور در توجیه طیف نشری خطی هیدروژن ـ $81/25\times10^5$

۲) ۶ ـ وقوع واکنش‌های هسته‌ای درون اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ خیارشور ـ توجیه علت ایجاد طیف نظری خطی عنصرها و چگونگی نشر نور از اتم‌ها ـ $40/56\times10^6$

۳) ۴ ـ وقوع واکنش‌های هسته‌ای درون اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ خیارشور ـ توجیه علت ایجاد طیف نشری خطی عنصرها و چگونگی نشر نور از اتم‌ها ـ $40/56\times10^6$

۴) ۶ ـ برانگیخته شدن تعدادی از اتم‌های سدیم و بازگشت به حالت اول و تابش نور زرد رنگ ـ عدم موفقیت بور در توجیه طیف نشری خطی هیدروژن ـ $81/25\times10^8$

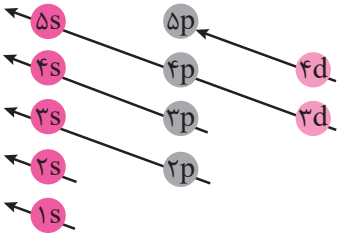
۱۱. میانگین جرم اتمی عنصری با دو ایزوتوپ طبیعی، ۲۰۴/۴ گرم بر مول است که در آن نسبت فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر به فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر ۳ به ۷ می‌باشد. اگر تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون X^{3+} ایزوتوپ سبک‌تر برابر ۴۴ و تعداد نوترون ایزوتوپ سنگین‌تر

PHAREPUB.COM

دو واحد بیش‌تر از ایزوتوپ سبک‌تر باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟

۱) ۸۰ ۲) ۷۹ ۳) ۸۱ ۴) ۸۳

۱۲. اگر در اتم عنصری فقط زیرلایه‌های زیر از الکترون اشغال شوند و ۹ الکترون دارای $l = 0$ و در لایهٔ چهارم آن ۱۳ الکترون وجود داشته باشد، چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟



- آرایش الکترونی آن از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.
- اختلاف عدد اتمی آن با نزدیک‌ترین گاز نجیب برابر ۱۲ است.
- با عنصر $_{75}E$ هم‌گروه و با عنصر $_{51}Z$ هم‌دوره است.
- با فلوئور ترکیبی یونی با فرمول XF_n می‌دهد که n شمار الکترون‌های ظرفیتی آن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳. در مولکول SO_2Cl_2، اتم ..... اتم مرکزی بوده، شمار پیوندهای کووالانسی آن برابر شمار پیوندهای کووالانسی در مولکول ..... است و مجموع شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها در I_3^- ..... از مجموع شمار الکترون‌های ناپیوندی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها در مولکول SO_2Cl_2 است. *(ریاضی خارج ۹۳ با تغییر)*

۱) S، $POCl_3$، کم‌تر ۲) S، NCl_3، بیش‌تر ۳) O، $POCl_3$، کم‌تر ۴) O، NCl_3، بیش‌تر

۱۴. ساختار لوویس یون سولفیت به ساختار لوویس کدام گونه، شبیه است؟ *(ریاضی خارج ۹۶)*

۱) آمونیاک ۲) یون کربنات ۳) BF_4^- ۴) NO_2

۱۵. چه تعداد از موارد زیر دربارهٔ «عنصرهای دستهٔ p جدول دوره‌ای» نادرست است؟

آ) همهٔ عنصرهایی که در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی هستند در این دسته جای دارند.

ب) آرایش الکترونی یون تک‌اتمی و پایدار همهٔ آن‌ها به زیرلایهٔ p ختم می‌شود.

پ) به تقریب ۳۰/۵ درصد از عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند.

ت) در حالت پایه هیچ کدام از اتم عنصرهای این دسته، لایهٔ الکترونی پنجم به‌طول کامل پر نشده است.

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲

۱۶. با توجه به شکل روبه‌رو که بخشی از جدول تناوبی عنصرهاست، کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

آ) نسبت شمار کاتیون به آنیون در ترکیب حاصل از F و D، $\frac{2}{3}$ برابر نسبت شمار آنیون به کاتیون در ترکیب حاصل از B و C است.

ب) تعداد الکترون‌های مبادله شده در یک مول از ترکیب حاصل از F و C برابر با یک مول از ترکیب حاصل از A و E است.

پ) در کاتیون اکسید عنصر هم‌گروه B در تناوب چهارم، تعداد الکترون‌ها با $l = 2$، برابر تفاضل تعداد عنصرهای دوره‌های پنجم و ششم است.

ت) ترکیب حاصل از E و D شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایش منظم است که در ساختار آن‌ها مولکولی وجود ندارد.

ث) تعداد الکترون‌های ظرفیتی G و E یکسان، اما یون پایدار آن‌ها آرایش الکترونی متفاوتی دارد.

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

۱۷. کدام گزینه درست است؟

۱) اتم عنصرهای گروه ۵، ۶ و ۷ در شرایط مناسب با به دست آوردن الکترون به آنیون‌هایی تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود را دارد.

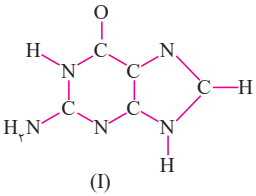
۲) اتمی که در زیرلایه‌های s و p بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی خود کم‌تر از هشت الکترون دارد واکنش‌پذیر است.

۳) یون‌های N^{3-}، O^{2-} و Hg_2^{2+} تک‌اتمی‌اند چون تنها از یک نوع عنصر تشکیل شده‌اند.

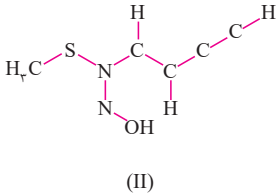
۴) در BCl_3 اتم مرکزی برخلاف اتم مرکزی در CO_2 از تمام الکترون‌های ظرفیتی خود در تشکیل پیوندهای اشتراکی استفاده کرده است.

۱۸. در مولکول‌های زیر، ساختار لوویس به‌طور ناقص رسم شده است پیوند بین دو اتم می‌تواند یگانه، دوگانه یا سه‌گانه باشد (که در شکل‌ها همه به صورت یگانه نشان داده شده است). اگر همهٔ اتم‌ها (به جز H) از قاعدهٔ هشتایی پیروی نمایند، نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به

ناپیوندی در مولکول (II) ..... برابر این نسبت در مولکول (I) است.



(I)



(II)

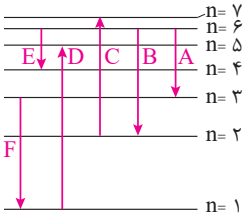
۱) ۱/۴

۲) ۰/۷۹

۳) ۱/۲۷

۴) ۰/۷۴

۱۹. چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد شکل روبه‌رو که مربوط به انتقالات الکترونی در اتم هیدروژن می‌باشد، درست است؟



ـ چهار انتقال، طیف نشری خطی ایجاد می‌کنند.

ـ خط طیفی یکی از انتقال‌ها با چشم قابل مشاهده است.

ـ انتقال F نسبت به انتقال E و A طول موج کم‌تری دارد.

ـ در انتقال C نسبت به انتقال A انرژی بیش‌تری آزاد می‌شود.

ـ پس از انتقال الکترون از $n=1$ به $n=4$، در بازگشت به حالت پایه حداکثر ۵ انتقال انرژی می‌تواند انجام پذیرد.

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱

۲۰. عبارت ..... عبارت ..... درست است؟

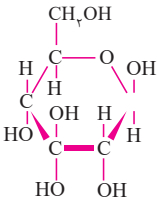
آ) یک amu به تقریب معادل $1/66\times10^{-24}$ گرم است.

ب) رنگ شعلهٔ ترکیبات لیتیم نسبت به ترکیبات مس و ترکیبات سدیم، دارای طول موج کوتاه‌تری است.

پ) در مخلوطی از ۱/۸۸ گرم مس (II) نیترات و ۳/۳ گرم لیتیم سولفات ۲/۸۸ گرم اتم اکسیژن وجود دارد.

$(Cu=64, S=32, O=16, N=14, Li=7 : g.mol^{-1})$

ت) جرم مولی و تعداد پیوندهای کووالانسی گلوکز (ساختار روبه‌رو) به ترتیب ۶ و ۵ برابر CH_2O است.



۱) (آ) همانند ـ (ب)

۲) (پ) برخلاف ـ (ت)

۳) (ب) همانند ـ (پ)

۴) (ت) برخلاف ـ (آ)

۱	۱ ۲ ۳ ۴	۵	۱ ۲ ۳ ۴	۹	۱ ۲ ۳ ۴	۱۳	۱ ۲ ۳ ۴	۱۷	۱ ۲ ۳ ۴
۲	۱ ۲ ۳ ۴	۶	۱ ۲ ۳ ۴	۱۰	۱ ۲ ۳ ۴	۱۴	۱ ۲ ۳ ۴	۱۸	۱ ۲ ۳ ۴
۳	۱ ۲ ۳ ۴	۷	۱ ۲ ۳ ۴	۱۱	۱ ۲ ۳ ۴	۱۵	۱ ۲ ۳ ۴	۱۹	۱ ۲ ۳ ۴
۴	۱ ۲ ۳ ۴	۸	۱ ۲ ۳ ۴	۱۲	۱ ۲ ۳ ۴	۱۶	۱ ۲ ۳ ۴	۲۰	۱ ۲ ۳ ۴

پاسخ آزمون ۳ در صفحهٔ ۲۰۶

PHAREPUB.COM

آزمون ۴: کل فصل اول

۳۰ دقیقه

۱. عبارت ..... عبارت ..... درست است.

آ) عنصرهایی که در آخرین لایهٔ الکترونی خود یک یا دو الکترون دارند به دستهٔ s جدول دوره‌ای تعلق دارند.

ب) اگر نسبت جرمی X به Y در مولکول YX_2 برابر ۲/۳ و نسبت جرمی E به Y در مولکول YE_3 برابر ۴ باشد، نسبت جرمی X به E در مولکول XE_2 برابر ۰/۴۳ خواهدبود.

پ) اگر بخواهیم تعداد ۲۵ الکترون را طبق قاعدهٔ آفبا در زیرلایه‌های 5d ، 6s ، 5p و 4f توزیع کنیم، ۱۲ درصد الکترون‌ها وارد زیرلایهٔ 5d می‌شوند.

ت) در واکنش زیر که در خورشید رخ می‌دهد، به تقریب $۱/۷ \times ۱۰^{۸}$ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود.

$$\underset{۲/۰۱۴g}{{}^{۲}_{۱}H} + \underset{۳/۰۱۶g}{{}^{۳}_{۱}H} \rightarrow \underset{۴/۰۰۲۶g}{{}^{۴}_{۲}He} + \underset{۱/۰۰۸۷g}{{}^{۱}_{۰}n}$$

۱) (آ) همانند ـ (پ)
۲) (ب) برخلاف ـ (پ)
۳) (ت) همانند ـ (آ)
۴) (ب) برخلاف ـ (ت)

۲. اگر شمار الکترون‌های یون تک‌اتمی X برابر با ۵۴ باشد، عنصر X، در گروه ..... جدول تناوبی جای داشته، عدد اتمی آن برابر با ..... است و با کلسیم، ترکیبی یونی با فرمول ..... تشکیل می‌دهد. (ریاضی خارج ۸۸)

۱) $CaX - ۵۳ - ۱۶$
۲) $CaX_2 - ۵۶ - ۱۷$
۳) $CaX_2 - ۵۳ - ۱۷$
۴) $CaX - ۵۵ - ۱۶$

۳. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) اولین و دومین فلز فراوان زمین در واکنش با فراوان‌ترین نافلز زمین می‌توانند ترکیب‌های یونی تشکیل دهند که نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن‌ها $\frac{۳}{۲}$ است.

ب) شکل مقابل نمایشی از یک سحابی است که سردترین مکان شناخته شده در جهان با دمای ۱K است.

پ) روند تشکیل عنصرها در ستارگان که کارخانه تولید عناصرند به صورت زیر است:

عنصرهای سنگین‌تر مانند Au , Fe ← عنصرهای سبک مانند C , Li ← هلیم ← هیدروژن

ت) یافته‌های دانشمندان نشان می‌دهد که عنصرها به صورت همگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

ث) با بررسی نوع و مقدار عناصر سازنده برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عناصر سازنده خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

۱) ۳
۲) ۱
۳) ۴
۴) ۲

۴. نئون دارای سه ایزوتوپ ^{۲۰}Ne ، ^{۲۱}Ne و ^{۲۲}Ne است. اگر جرم اتمی میانگین آن برابر ۲۰/۵amu و فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ ۷۰ درصد باشد و تعداد اتم‌های سبک‌ترین ایزوتوپ در ظرف برابر $۱۰^{۲۰}$ باشد، تعداد اتم‌های سنگین‌ترین ایزوتوپ به تقریب چقدر است؟

۱) $۳/۵ \times ۱۰^{۲۰}$
۲) ۷×۱۰^{۲۰}
۳) $۲۸/۶ \times ۱۰^{۱۸}$
۴) $۱۴/۳ \times ۱۰^{۱۸}$

۵. اگر عنصری در گروه ۱۴ و دورهٔ ششم جدول تناوبی جای داشته باشد، چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ آن درست است؟ (تجربی خارج ۹۵)

- با عنصر $_{۳۳}Y$ هم‌گروه است.
- ترکیبی با فرمول XCl_2 می‌تواند تشکیل دهد.
- در آخرین زیرلایهٔ اشغال‌شدهٔ اتم آن، چهار الکترون وجود دارد.
- الکترونی با عددهای کوانتومی $l = ۳$ و $n = ۳$ در اتم آن وجود دارد.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۶. چه تعداد از عبارت‌های مطرح شده در شکل زیر درست است؟

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)

آ) شکل (۱) و (۲) به ترتیب تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم و سالم را نشان می‌دهند.

ب) یون‌های اتمی که به عنوان رادیوایزوتوپ در شکل (۴) استفاده می‌شود در ساختار هموگلوبین قرار می‌گیرند و تعداد نوترون‌های هستهٔ آن برابر ۳۳ است.

پ) تنها دلیل استفاده از تکنسیم برای تصویربرداری از تیروئید مشابه بودن اندازهٔ یون حاوی آن با یون ید است.

ت) یون حاوی تکنسیم جایگزین یون‌های ید شده و با افزایش مقدار آن، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

ث) تکنسیم به دلیل زمان ماندگاری کم در دستگاهی مانند شکل (۳) تولید و مصرف می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۴

۷. تعداد الکترون‌های با $l = 2$ کاتیون‌ها در کدام دو ترکیب داده شده، برابر است؟ *(تجربی ۹۴ با تغییر)*

۱) $FePO_4$ ،MnO ۲۶ ۲۵ ۲) $CuSO_4$ ،$Ni(CN)_2$ ۲۹ ۲۸

۳) $TiCl_3$ ،CrO_3 ۲۲ ۲۴ ۴) V_2O_3 ،$CoCl_3$ ۲۳ ۲۷

۸. در متن زیر چه تعداد از مواردی که مشخص شده‌اند نادرست است؟

در جدول دوره‌ای عنصرها ۱۸ گروه و ۷ دوره وجود دارد که بیش‌ترین تعداد عناصر در گروه ۷ و کم‌ترین تعداد عناصر در دورهٔ یک قرار دارند. تعداد عنصرهای موجود در گروه‌های ۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۷ برخلاف گروه‌های ۱۱ و ۱۲ با هم برابر بوده و شامل ۷ عنصر هستند. در این جدول ۳ اتم دارای عدد اتمی ۱۲ و ۲ اتم دارای عدد اتمی ۳ هستند. خواص شیمیایی عنصرهای موجود در یک گروه مشابه یک‌دیگرند. در این جدول عنصرها براساس افزایش جرم اتمی مرتب شده‌اند و در هر دوره، از چپ به راست خواص عنصرها به‌طور مشابهی تکرار می‌شوند. در این جدول، ۷ گاز نجیب تک اتمی وجود دارد و اختلاف تعداد عناصر گروه ۳ با تعداد عنصرهای دورهٔ ۷ برابر صفر است و هم‌چنین مجموع تعداد عنصرهای گروه ۱۳ تا ۱۷ از تعداد عنصرهای گروه ۳ بیش‌تر است.

۱) ۳ ۲) ۴

۳) ۵ ۴) ۷

۹. آثار باقی‌مانده از آتش درون یک غار در آفریقا نشان می‌دهد که سرعت واپاشی کربن-۱۴ در نمونهٔ چوب سوخته برابر ۳/۱ واپاشی در هر دقیقه (در هر گرم کربن) است. اگر سرعت واپاشی کربن-۱۴ در یک چوب تازه قطع شده برابر ۱۳/۶ واپاشی (در هر گرم کربن) باشد، عمر این نمونه چوب (برحسب سال) به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (نیم عمر ^{14}C برابر ۵۷۳۰ سال است)

۱) ۸۰۰۰ ۲) ۱۲۰۰۰

۳) ۱۶۰۰۰ ۴) ۲۴۰۰۰

۱۰. چه تعداد از موارد زیر درست‌اند؟

- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک‌اتمی $^{94}A^{2+}(g)$ برابر ۱۲ باشد، این عنصر در گروه ششم و دورهٔ پنجم جدول دوره‌ای قرار دارد.
- الکترون را با نماد $_{-1}^{0}e$ نمایش می‌دهند و مجموع جرم آن و پروتون کم‌تر از جرم نوترون است.
- در عنصرهای جدول دوره‌ای فقط در یک عنصر در حالت پایه، شمار الکترون‌های لایهٔ سوم، پنج برابر شمار الکترون‌های لایهٔ چهارم است.
- چنان‌چه عنصرهای A و B هر کدام دارای ۲ ایزوتوپ باشند، ۹ ترکیب متفاوت با ساختار $A-B \equiv B-A$ می‌توان درنظر گرفت.

۱) ۳ ۲) ۲

۳) ۱ ۴) ۰

۱۱. جملهٔ ..... جملهٔ ..... نادرست است.

آ) علم اختر شیمی به کمک دانش طیف‌سنجی توانسته است وجود مولکول‌های گوناگونی را در نقاط بسیار دوری از کیهان ثابت کند.

ب) تاکنون بیش از ۱۲۰ مولکول چند اتمی در فضای بین ستاره‌ای شناخته شده است.

پ) مولکول‌های شناخته شده در فضای بین ستاره‌ای بر اثر تابش پرتوهای کیهانی مانند تابش فرابنفش به یون‌های مثبت تبدیل می‌شوند.

ت) در فضای بین ستاره‌ای به علت تابش‌های کیهانی فقط گونه‌هایی با بار الکتریکی مثبت یافت می‌شود.

۱) (پ) برخلاف ـ (ب) ۲) (آ) همانند ـ (ب)

۳) (ت) برخلاف ـ (آ) ۴) (پ) مانند ـ (ت)

PHAREPUB.COM

۱۲. نسبت شمار کاتیون به آنیون در ردیف ..... از ستون II با نسبت شمار آنیون به کاتیون در ردیف ..... از ستون I جدول روبه‌رو، برابر است. (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید) (تجربی خارج ۹۲)

۱) ۱ و ۳ ۲) ۲ و ۲

۳) ۲ و ۳ ۴) ۱ و ۲

۱۳. مطالب مندرج در کدام گزینه، عبارت‌های (آ) تا (ت) را به درستی تکمیل می‌کند؟

آ) مجموع $(n+l)$ الکترون‌های جدا شده در $_{24}Cr^{3+}$ برابر ..... است.

ب) نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در ..... مشابه این نسبت در مولکول N_2O می‌باشد.

$(H=1, O=16, S=32 : g.mol^{-1})$

پ) تعداد اتم‌های موجود در ۲/۳ گرم C_2H_6O ..... از تعداد اتم‌ها در ۴ گرم SO_3 است.

ت) شمار الکترون‌های مبادله در تشکیل ۰/۶ مول آلومینیم فلوئورید برابر شمار الکترون‌های مبادله شده در تشکیل ..... مول لیتیم اکسید است.

۱) ۱۳ - CS_2 - کم‌تر - ۰/۹

۲) ۱۴ - SO_2 - کم‌تر - ۰/۸

۳) ۱۳ - SO_2 - بیش‌تر - ۰/۸

۴) ۱۴ - CS_2 - بیش‌تر - ۰/۹

۱۴. کدام عبارت، درست است؟ (ریاضی ۹۶ با تغییر)

۱) بیش‌تر ایزوتوپ‌های شناخته شدهٔ هیدروژن، ناپایدارند.

۲) در یون $_3^7Li^+$، شمار الکترون‌ها برابر با شمار نوترون‌ها است.

۳) بیش‌تر اتم‌های کلر را ایزوتوپ‌های سنگین‌تر آن تشکیل می‌دهند.

۴) اگر جرم اتم عنصری ۲/۳۳ برابر جرم اتم $_6^{12}C$ باشد، جرم اتمی آن ۱۶amu است.

۱۵. پاسخ درست پرسش‌های (آ) و (پ) و پاسخ نادرست پرسش‌های (ب) و (ت) در کدام گزینه آمده است؟

آ) امروزه برای اندازه‌گیری دمای اجسام داغ از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

ب) در حدود ۷۰۰۰ سال پیش انسان از گرم کردن سنگ معدن مس با چه ماده‌ای توانست فلز مس را به صورت مذاب استخراج کند؟

پ) در بین ۳ دمای $1750^\circ C$، $2750^\circ C$ و $800^\circ C$ دمای $2750^\circ C$ و $800^\circ C$ را به ترتیب به کدام یک از شکل‌های زیر می‌توان نسبت داد؟

(۱) (۲) (۳)

ت) از آزمایش روشن و خاموش کردن کنترل تلویزیون برای مشاهده پرتوهای الکترومغناطیس چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۱) دماسنج فروسرخ - سرب - شکل‌های ۱ و ۲ - نمایشگر موبایل نقش یک آشکارساز را بازی می‌کند.

۲) دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش - زغال سنگ - شکل‌های ۱ و ۲ - نمایشگر موبایل نقش یک آشکارساز را بازی می‌کند.

۳) دماسنج فروسرخ - سرب - شکل‌های ۱ و ۳ - اجسام بخشی از طیف نور را که ندارند جذب می‌کنند.

۴) دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش - زغال سنگ - شکل‌های ۱ و ۳ - اجسام بخشی از طیف نور را که دارند منتشر می‌کنند.

۱۶. اگر شمار الکترون‌های زیرلایهٔ 4s اتم A، دو برابر شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم عنصر B و شمار الکترون‌های زیرلایهٔ 3d اتم آن، برابر نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B باشد، A و B به ترتیب از راست به چپ، کدام دو عنصر در دورهٔ چهارم جدول تناوبی‌اند؟ (ریاضی ۹۲)

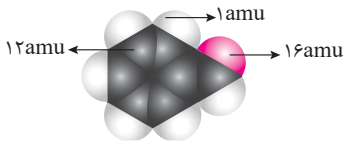
۱) $_{29}Cu$ ، $_{24}Cr$

۲) $_{29}Cu$ ، $_{25}Mn$

۳) $_{30}Zn$ ، $_{24}Cr$

۴) $_{30}Zn$ ، $_{25}Mn$

۱۷. جمله ..... جمله ..... نادرست است.



آ) H_2O [۱] و H_2O [۲] در چگالی، مجموع نوترون‌ها و نقطهٔ انجماد با یک‌دیگر تفاوت دارند.

ب) اگر جرم یک اتم کربن $(^{12}_{6}C)$ برابر $\frac{198/32 \times 10^{-25}}{12}$ گرم باشد، جرم یک یون $^{24}_{12}Mg^{2+}$ برابر $398/64 \times 10^{-25}$ گرم است.

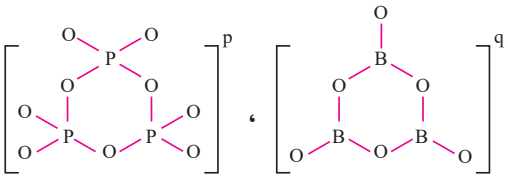
پ) جرم مخلوطی از ۰/۲ مول CH_4 و $1/505 \times 10^{23}$ مولکول SO_2 برابر ۱۲/۹ گرم است. $(C=12, H=1, O=16, S=32 : g.mol^{-1})$

ت) در مدل فضاپر کن C_7H_6O (بنزآلدهید) جرم یک مولکول آن برابر ۱۰۶ amu و جرم مولی آن برابر ۱۰۶ گرم بر مول است. $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

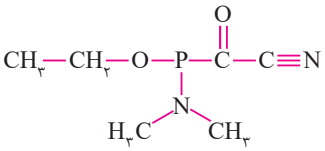
۱) (آ) مانند ـ (پ)
۲) (ت) مانند ـ (ب)
۳) (پ) برخلاف ـ (ب)
۴) (ت) برخلاف ـ (آ)

۱۸. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) در گونه‌های زیر، نسبت $\frac{p}{q}$ برابر ۱ می‌باشد. (همهٔ اتم‌های اکسیژن از قاعدهٔ هشتایی پیروی می‌کنند)



ب) نسبت جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در مولکول روبه‌رو برابر ۳ است (همهٔ اتم‌ها به جز H از قاعدهٔ هشتایی پیروی می‌کنند)



پ) در ترکیب‌های NO_2 ، KNO_3 ، CF_4 ، TiF_3 ، $AlCl_3$ ، SO_2 ، H_2S ، Li_3N و BaI_2 ، ۵ ترکیب یونی وجود دارد.

ت) در یک ترکیب یونی، شمار یون‌های مثبت همواره با شمار یون‌های منفی برابر است.

۱) ۰
۲) ۱
۳) ۴
۴) ۳

۱۹. گازهای نجیب در کدام گروه جدول تناوبی عنصرها، جای دارند و تفاوت عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ اول و دورهٔ سوم کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید) *(ریاضی ۹۶)*

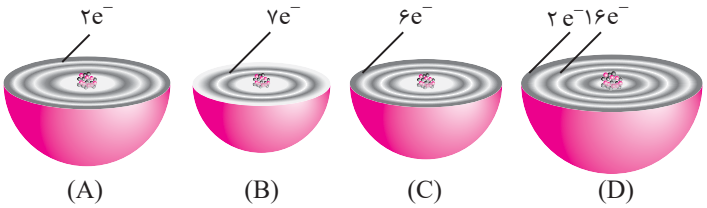
۱) ۱۷ و ۱۶
۲) ۱۷ و ۱۸
۳) ۱۸ و ۱۷
۴) ۱۸ و ۱۶

۲۰. با توجه به شکل‌های روبه‌رو که برشی از اتم چند عنصر را نشان می‌دهند، کدام یک از مطالب زیر درست‌اند؟

آ) در اتم A با از دست دادن دو الکترون، از واکنش‌پذیری و اندازهٔ آن کاسته می‌شود.

ب) مجموع تعداد زیرلایه‌های پر در B و D بیش‌تر از A و C است.

پ) اتم D دارای ۱۰ الکترون ظرفیتی است و آخرین الکترون آن دارای عددهای کوانتومی $l=0$ و $n=4$ است.



ت) در فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از A و B و نیز A و C، نسبت شمار کاتیون به آنیون به ترتیب برابر $\frac{1}{2}$ و ۱ است.

ث) B و C ترکیب‌های مولکولی با فرمول شیمیایی CB_2 و CB_4 تشکیل می‌دهد که در هر دو اتم مرکزی از قاعدهٔ هشتایی پیروی می‌کند.

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

۱	۱ ۲ ۳ ۴	۵	۱ ۲ ۳ ۴	۹	۱ ۲ ۳ ۴	۱۳	۱ ۲ ۳ ۴	۱۷	۱ ۲ ۳ ۴
۲	۱ ۲ ۳ ۴	۶	۱ ۲ ۳ ۴	۱۰	۱ ۲ ۳ ۴	۱۴	۱ ۲ ۳ ۴	۱۸	۱ ۲ ۳ ۴
۳	۱ ۲ ۳ ۴	۷	۱ ۲ ۳ ۴	۱۱	۱ ۲ ۳ ۴	۱۵	۱ ۲ ۳ ۴	۱۹	۱ ۲ ۳ ۴
۴	۱ ۲ ۳ ۴	۸	۱ ۲ ۳ ۴	۱۲	۱ ۲ ۳ ۴	۱۶	۱ ۲ ۳ ۴	۲۰	۱ ۲ ۳ ۴

پاسخ آزمون ۴ در صفحهٔ ۲۲۷

PHAREPUB.COM

آزمون ۵: کل فصل اول

۳۰ دقیقه

۱. کدام یک از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

آ) فاصلهٔ سیارهٔ مشتری از خورشید بیش‌تر از فاصلهٔ سیارهٔ زمین از خورشید است.

ب) ابعاد سیارهٔ زمین نسبت به مشتری بزرگ‌تر است.

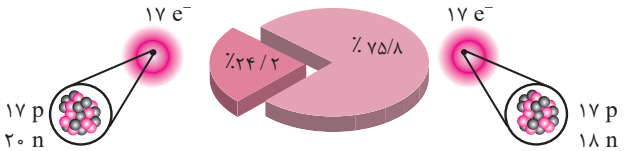
پ) از هشت عنصر اصلی سازندهٔ مشتری بیش‌ترین درصد فراوانی مربوط به H و کم‌ترین درصد فراوانی مربوط به Ar است.

ت) از هشت عنصر اصلی سازندهٔ زمین بیش‌ترین و کم‌ترین درصد فراوانی به ترتیب مربوط به Fe و Al است.

ث) سیارهٔ مشتری نسبت به سیارهٔ زمین دما و چگالی کم‌تری دارد.

۱) آ ـ پ ـ ت ۲) آ ـ ت ـ ث ۳) ب ـ پ ۴) همهٔ موارد

۲. با توجه به شکل زیر که ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد، چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟



- ایزوتوپی که عدد جرمی بزرگ‌تری دارد پایداری بیش‌تری نیز دارد.
- با اولین عنصر واسطه می‌تواند ترکیبی یونی با فرمول شیمیایی XCl_3 تشکیل دهد که هر دو به آرایش گاز نجیب یکسانی رسیده‌اند.
- جرم مولکولی میانگین Cl_2 برابر ۷۱amu است.
- تفاوت عدد اتمی آن با اولین گاز نجیب پرتوزا برابر ۶۷ است.
- در واکنش با ایزوتوپ‌های ^{6}Li و ^{7}Li امکان تشکیل چهار لیتیم کلرید با جرم مولی متفاوت وجود دارد (عدد جرمی را هم‌ارز جرم اتمی با یکای $g.mol^{-1}$ در نظر بگیرید)

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲

۳. در بالاترین لایهٔ اشغال شدهٔ کدام یون گازی، هشت الکترون وجود دارد؟ (ریاضی خارج ۹۶)

۱) $_{33}As^{+}$ ۲) $_{22}Ti^{2+}$ ۳) $_{30}Zn^{2+}$ ۴) $_{34}Se^{2-}$

۴. در واکنش هسته‌ای تولید یک مول هلیم از هیدروژن حدود ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. انرژی حاصل از واکنشی که ۰/۱۶ گرم هلیم تولید کند، حدوداً چند روز انرژی مورد نیاز یک کارگاه ذوب مس با توان تولید یک تن مس در روز را تأمین کند؟ $(He = 4\,g.mol^{-1}, Cu = 64, 1\,kJ = 16$ انرژی لازم برای ذوب یک مول مس)

۱) ۳۰ روز ۲) ۳۵ روز ۳) ۷۱ روز ۴) ۹۳ روز

۵. عبارت ..... عبارت ..... نادرست است.

آ) اگر عنصر A متعلق به گروه ۳ از تناوب چهارم و عنصر B متعلق به گروه ۱۷ از تناوب پنجم باشد، می‌توان گفت ۳۱ عنصر بین عناصر A و B قرار گرفته است.

ب) اگر آرایش الکترونی اتم A به $3p^3$ و آرایش الکترونی اتم B به $2p^2$ ختم شود، فرمول شیمیایی ترکیب هیدروژن‌دار اتم‌های این دو عنصر به ترتیب AH_3 و BH_4 خواهد بود.

پ) اگر اتم عنصری ۲۲ الکترون با اعداد کوانتومی $l = 2$ داشته باشد، مجموع عدد کوانتومی اصلی الکترون‌های لایهٔ چهارم آن برابر ۷۲ خواهد بود.

ت) اگر در آرایش الکترونی اتمی تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ $3d$ دو برابر تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ $4p$ است. مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایه آن برابر ۳۳ خواهد بود.

۱) آ برخلاف ـ پ ۲) آ مانند ـ ت ۳) ت برخلاف ـ ب ۴) ب مانند ـ پ

۶. با توجه به جدول روبه‌رو که موقعیت شش عنصر A، X، E، Y، D و G را در جدول تناوبی نشان می‌دهد، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

آ) ۵۰ درصد این عنصرها در سیارهٔ مشتری یافت می‌شوند و رامسی با جداسازی ۲ عنصر از جدول روبه‌رو از هوا، گاز نجیب آرگون را کشف کرد.

ب) در دمای اتاق و فشار یک اتمسفر، نیمی از این عنصرها به حالت گازی هستند.

پ) تعداد الکترون با $l=1$ در اتم G یک واحد کم‌تر از تعداد این الکترون‌ها در اتم رادیوایزوتوپی است که در تصویربرداری از گردش خون استفاده می‌شود.

ت) ترتیب $XE_2 > DX_2 = AG_3 > YXG_3$ نمایش درست تعداد پیوندهای اشتراکی در این مولکول‌هاست.

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۴

۷. در اتم هیدروژن، انرژی هر لایه (n) برحسب ژول از رابطهٔ $E_n = -\frac{2/18\times10^{-18}}{n^2}$ قابل محاسبه است. انرژی لازم برای برانگیخته کردن یک مول اتم هیدروژن و انتقال الکترون آن از لایهٔ اول به لایهٔ دوم، برابر kJ ..... است که به تقریب ..... انرژی لازم برای انتقال الکترون از لایهٔ اول به لایهٔ سوم است.

۱) ۰/۸۴ـ۹۸۴/۲ ۲) ۰/۸۴ـ۶۵۶/۲ ۳) ۰/۷۲ـ۹۸۴/۲ ۴) ۰/۷۲ـ۶۵۶/۲

۸. اگر تفاوت عدد اتمی و شمار نوترون‌های اتم عنصر ^{80}A برابر با ۱۰ باشد، کدام بیان دربارهٔ این عنصر، درست است؟ (ریاضی ۸۹ با تغییر)

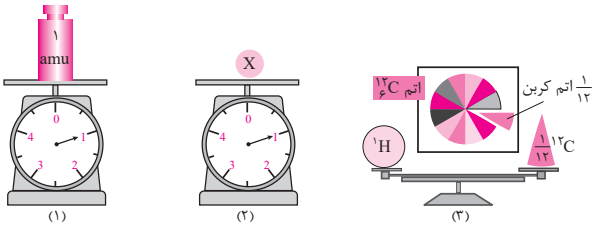
۱) عنصری از گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

۲) می‌تواند مولکولی دو اتمی (A_2) تشکیل دهد که هر اتم دو الکترون به اشتراک می‌گذارند.

۳) آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^2$ است.

۴) با فلزهای گروه ۱ (M) ترکیب‌های یونی با فرمول عمومی MA تشکیل می‌دهد.

۹. با توجه به شکل روبه‌رو، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟



- ترازوی (۱) $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن-۱۲ را نشان می‌دهد.
- در ترازوی (۲)، X می‌تواند $^{1}_{0}n$ یا $^{1}_{+1}p$ باشد.
- اگر در ترازوی (۲) ذره‌های سازندهٔ هستهٔ اتم هلیم ($^{4}_{2}He$) قرار گیرد، عقربهٔ ترازو دقیقاً روی عدد ۴ قرار می‌گیرد.
- در شکل (۳)، کفهٔ ترازو اندکی به سمت اتم هیدروژن متمایل است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰. شمار الکترون‌ها با عدد کوانتومی $l=0$ در اتم‌های $_{41}Nb$، $_{44}Ru$ و $_{45}Rh$ یکسان و یک واحد کم‌تر از شمار این الکترون‌ها در اتم $_{38}Sr$ است. برای این اساس کدام مطلب نادرست است؟

۱) در اتم $_{44}Ru$، عدد کوانتومی فرعی ۹ الکترون برابر با صفر است.

۲) در اتم $_{41}Nb$، عدد کوانتومی فرعی ۱۴ الکترون برابر با ۲ است.

۳) در اتم $_{45}Rh$، شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر با ۹ است.

۴) آرایش الکترونی $_{44}Ru$ و $_{41}Nb$، به زیرلایهٔ پر ختم می‌شود.

۱۱. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

ـ انرژی همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی پیوسته و در نگاه میکروسکوپی کوانتومی است.

ـ اگر در اتم هیدروژن طول موج انتقال الکترون از $n=1$ به $n=2$ برابر ۱۲۲ nm و از $n=2$ به $n=3$ برابر ۶۵۶ nm باشد حدود طول موج انتقال الکترون از $n=1$ به $n=3$ کم‌تر از ۷۷۸ nm خواهد بود.

ـ با بازگشت الکترون از $n=4$ به $n=2$ در اتم هیدروژن همان رنگی حاصل می‌شود که با قرار دادن فلز مس بر روی شعله به دست می‌آید.

ـ در بین ۴ طول موج ۲۰۰ nm، ۴۵۰ nm، ۶۵۰ nm و ۹۰۰ nm، طول موج ۹۰۰ nm می‌تواند نشان‌دهندهٔ طول موج پرتو نشر شده از کنترل تلویزیون باشد.

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۳

۱۲. مطالب مندرج در کدام گزینه، عبارت‌های (آ) تا (ت) را به درستی تکمیل می‌کند؟

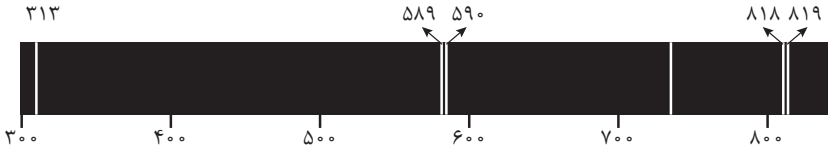
آ) با توجه به این‌که جرم الکترون برابر $9/1\times10^{-28}$ g است می‌توان دریافت که جرم آن اندکی ..... از $\frac{1}{2000}$ amu است.

ب) نیم‌عمر رادیوایزوتوپ ید-۱۳۱، ۸ روز است، ..... روز طول می‌کشد تا ۱۰٪ آن باقی بماند.

PHAREPUB.COM

پ) در $Fe(NO_3)_3$ تعداد الکترون‌های ظرفیتی برابر ..... است. ($_{26}Fe$)

ت) با توجه به شکل زیر که بخشی از طیف نشری خطی سدیم را نشان می‌دهد، خط طیفی ... رنگی مشابه رنگ سدیم در شعله دارد.



۱) بیش‌تر ـ بین ۳۲ تا ۴۰ ـ ۷۴ ـ ۸۱۸nm و ۸۱۹nm
۲) کم‌تر ـ بین ۲۴ تا ۳۲ ـ ۷۷ ـ ۸۱۸nm و ۸۱۹nm
۳) بیش‌تر ـ بین ۲۴ تا ۳۲ ـ ۷۷ ـ ۵۸۹nm و ۵۹۰nm
۴) کم‌تر ـ بین ۳۲ تا ۴۰ ـ ۷۴ ـ ۵۸۹nm و ۵۹۰nm

۱۳. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

آ) در اتم $_{47}Ag$ حدود ۱۹/۱۵ درصد از الکترون‌ها دارای عدد کوانتومی $l = 0$ هستند.

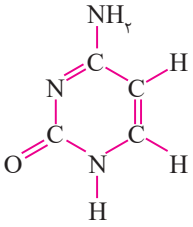
ب) در اتم $_{42}Mo$ حدود ۳۵/۷ درصد از الکترون‌ها دارای عدد کوانتومی $l = 2$ هستند.

پ) اگر در آرایش الکترونی یک کاتیون ۳ بار مثبت، تعداد الکترون‌های با $l = 2$ نصف تعداد الکترون‌های با $l = 0$ باشد، نسبت تعداد الکترون با $l = 0$ به $l = 2$ در اتم آن برابر ۱/۴ است.

ت) اگر تعداد الکترون‌های A^{3+} ، 2 برابر تعداد نوترون‌های B^- باشد، تعداد نوترون‌ها در C برابر ۷ خواهد بود.

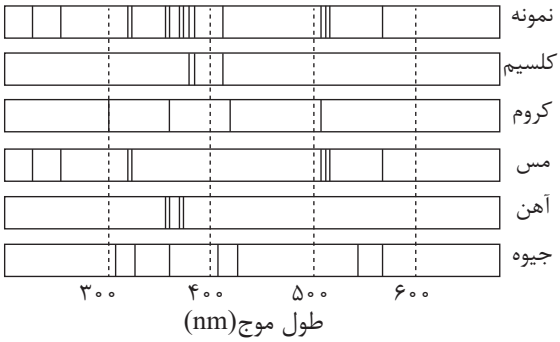
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۲

۱۴. در ترکیب زیر، که همه اتم‌های N و C از قاعدهٔ هشتایی تبعیت می‌کنند به ترتیب از راست به چپ، چند جفت الکترون پیوندی و چند جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؟



۱) ۱۶، ۴ ۲) ۱۳، ۵
۳) ۱۶، ۵ ۴) ۱۳، ۴

۱۵. شکل زیر طیف نشری خطی یک نمونه و چند عنصر فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به طیف‌های داده شده مشخص کنید چه فلزهایی در این نمونه وجود دارد؟

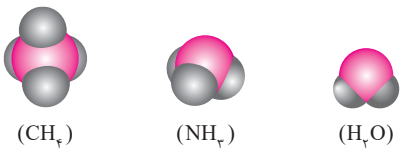


۱) مس، آهن و جیوه
۲) کلسیم، آهن و کروم
۳) کلسیم، مس و آهن
۴) جیوه، مس و کروم

۱۶. اگر عنصر $_{32}A$ با عنصر X از گروه ۱۵ جدول تناوبی هم‌دوره باشد، عنصر A در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی عنصر X کدام است؟ *(تجربی ۹۵)*

۱) سیزدهم، ۳۱ ۲) سیزدهم، ۳۳ ۳) چهاردهم، ۳۱ ۴) چهاردهم، ۳۳

۱۷. با توجه به شکل‌های زیر، کدام مورد از مطالب زیر درست‌اند؟



آ) عنصرهایی با عدد اتمی ۹ و ۱۴ می‌توانند مولکولی مشابه با شکل (I) تشکیل دهند.

ب) شکل (II) می‌تواند مربوط به مولکول‌هایی چهار اتمی مانند PCl_3 و SO_3 باشد که اتم مرکزی از قاعدهٔ هشتایی پیروی می‌کند.

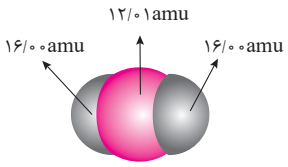
پ) شکل (III) می‌تواند مربوط به N_2O و H_2O باشد.

ت) مولکول‌های SF_4 و BCl_3 هیچ شباهتی به شکل‌های (I)، (II) و (III) ندارند.

۱) ب و پ ۲) آ و ت ۳) آ و ب ۴) پ و ت

۱۸. چه تعداد از مطالب زیر نادرست‌اند؟

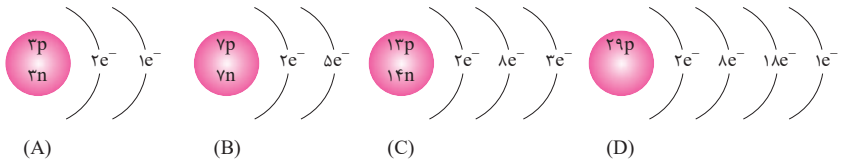
- گاز کلر از مولکول‌های دو اتمی تشکیل شده و خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد.
- در جهان هستی در حدود ۴۰۰ میلیارد کهکشان و حدود ۰/۰۰۸ مول ستاره وجود دارد.
- در ترکیب $[C \equiv N - N - N \equiv C]^q$ با فرض آن‌که همهٔ اتم‌ها از قاعدهٔ هشتایی پیروی کنند، مقدار q برابر ۱+ است.
- در عنصرهای دورهٔ دوم و سوم، با افزایش عدد اتمی تعداد الکترون‌های جفت نشده در ساختار الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌ها ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
- اگر دانش‌آموزی جرم یک مولکول کربن دی‌اکسید را مطابق شکل زیر، برحسب amu به درستی محاسبه کرده باشد می‌توان دریافت که وی مقیاس جرم اتم‌ها را $\frac{1}{16}$ جرم ^{16}O درنظر گرفته است.



۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۳

۱۹. با توجه به شکل‌های زیر، کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

آ) اتم عنصرهای هم‌گروه C، در واکنش‌ها با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل می‌رسند.



ب) در ۸/۲ گرم از ترکیب یونی حاصل از B و C، $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ یون مثبت وجود دارد (عدد جرمی، هم‌ارز جرم اتمی برحسب $g.mol^{-1}$ فرض کنید.)

پ) مولکول B_2 در مقایسه با عنصرهایی که در دما و فشار اتاق، مولکول‌های دو اتمی تشکیل می‌دهند، بیش‌ترین تعداد پیوندهای اشتراکی را دارد.

ت) به هنگام تشکیل ترکیب‌های یونی ACl و D_2O، اتم‌های A و D، تمام الکترون‌های ظرفیتی خود را از دست می‌دهند.

ث) اگر جرم اتمی میانگین A برابر ۶/۹۴ amu باشد، فراوانی ایزوتوپ دیگر ٪۸۴ است (A دو ایزوتوپ دارد؛ ^{6}A و ^{7}A)

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

۲۰. عنصر X با باریم ($_{56}Ba$) هم‌دوره و با آرسنیک ($_{33}As$) در جدول تناوبی هم‌گروه است. کدام گزینه دربارهٔ آن نادرست است؟

۱) عدد اتمی آن برابر ۸۳ است.

۲) بالاترین ظرفیت آن برابر ۳ است و با کلر ترکیبی یونی به فرمول XCl_5 تشکیل می‌دهد.

۳) همانند $_{80}Hg$ در آن ۱۴ الکترون با عددهای کوانتومی $n = 4$ و $l = 3$ وجود دارد.

۴) مجموع $n + l$ الکترون‌های لایهٔ ظرفیت آن بیش‌تر از تعداد الکترون‌های با $l = 2$ در آن است.

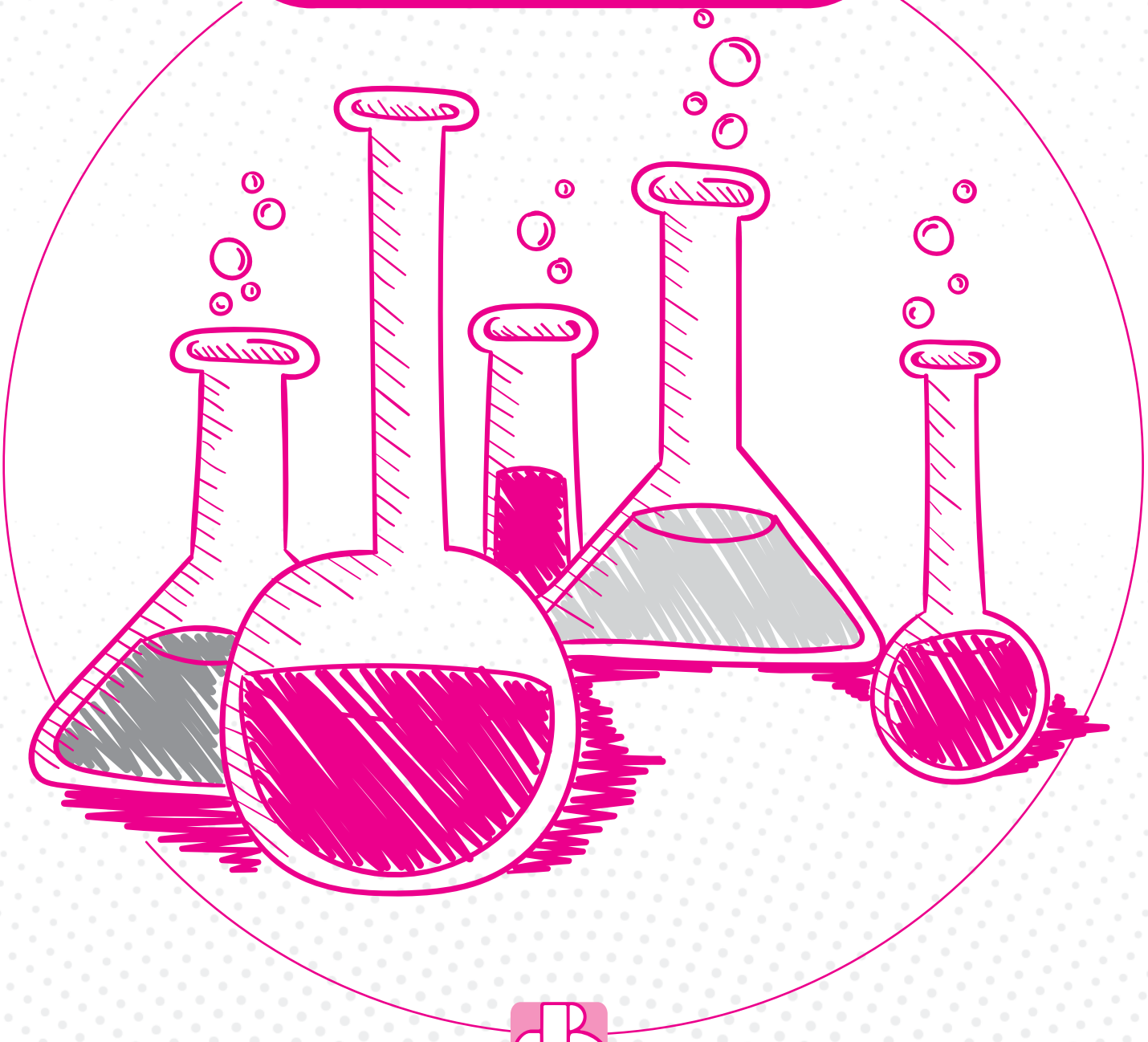
۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۹ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۷ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۸ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴

پاسخ آزمون ۵ در صفحهٔ ۲۳۶

PHAREPUB.COM

بخـــــش دوم

آزمون ها



پاسخ‌نامه فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

پاسخ‌نامه آزمون ۱: فصل اول (تا توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها)

۱. **گزینه ۴**

درس‌نامه ۱ **فضا و رازهای هستی**

۱ آسمان پر ستارهٔ شبانگاهی از گذشته‌های دور تا کنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. شواهد تاریخی که از سنگ‌نوشته‌ها و غارنگاره‌ها به دست آمده است نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است.

غارنگاره‌های لاسکو

لاسکو (Lascaux) نام مجموعه‌ای از غارهای واقع در جنوب غربی فرانسه است که شهرت آن به‌خاطر غارنگاره‌هایی است که قدمت آن به دوران پارینه سنگی می‌رسد. این غارنگاره‌ها قدمتی حدود ۱۷۳۰۰ سال دارند. در تصویر فوق، گاو رسم شده در واقع بیان‌گر صورت فلکی گاو (= ثور Taurus) است. این تصویر به خوبی نشان می‌دهد که انسان اولیه واقعاً به دنبال فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است. صورت فلکی گاو به‌خاطر این خوشهٔ زیبا، در آسمان شب جلوهٔ خاصی دارد. *پروین گاوسوار*!

۲ انسان با مشاهدهٔ ستارگان و دنیای پیرامون خود، همواره با پرسش‌هایی روبه‌رو بوده است، پرسش‌هایی از قبیل:

- هستی چگونه پدید آمده است؟
- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟
- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

پرسش نخست پرسشی بنیادی است که در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و انسان تنها با مراجعه به آموزه‌های وحیانی می‌تواند به پاسخی جامع دست یابد. اما برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم، علم تجربی تلاشی گسترده را انجام داده‌است. این تلاش‌ها سبب شده است که دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد. شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده، هم‌چنین بر هم‌کنش نور با ماده در این راستا سهم به سزایی داشته‌اند.

۳ به لطف تلاش دانشمندان امروزه اطلاعات ما دربارهٔ کیهان و منشاء آن بسیار فراتر از تصور ماست. به‌طور مثال:

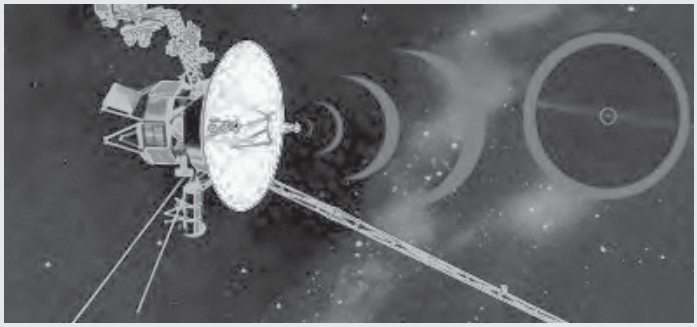
- امروزه به فضا می‌رویم،
- با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده‌ایم،
- در پی یافتن زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم و مسافرت به مریخ را طراحی می‌کنیم ....

و این تلاش‌ها هم‌چنان ادامه دارد.

۴ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) دانشمندان برای شناخت بیش‌تر سامانهٔ خورشیدی، دو فضاپیما به نام وویجر ۱ و ۲ (Voyager1, 2) را به فضا فرستادند.

مأموریت فضاپیماهای ویجر ۱ و ۲

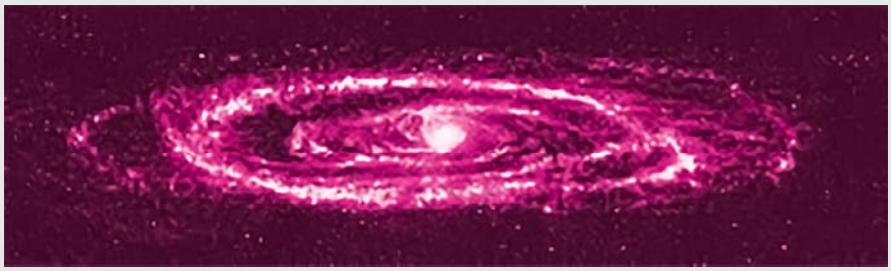
- گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون
- تهیه و ارسال شناسنامهٔ فزیکی و شیمیایی این سیاره‌ها: یعنی تعیین نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد.



عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری؛ آخرین تصویری که ویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت.

ویجر ۱ در سال ۱۹۹۰ با نگاهی به عقب این عکس سلفی را با زمین گرفت!! در این عکس زمین به صورت یک نقطهٔ آبی کم‌رنگ است (البته اگر در این کتاب نقطهٔ آبی را به رنگ دیگر دیدید به بزرگواری خود بر ما ببخشایید، امکان چاپ رنگی نداریم!). این دو فضاپیما سال‌هاست که از سامانهٔ خورشیدی خارج و وارد فضای بین ستاره‌ای شده‌اند اما هنوز با امواج رادیویی با زمین در تماس‌اند. ویجر ۱ انرژی مورد نیاز خود را از نوعی پیل هسته‌ای (با بهره‌گیری از پلوتونیم ـ ۲۳۸) تأمین می‌کند. دانشمندان انتظار دارند با توجه به عمر این باتری این تماس‌ها تا سال ۲۰۲۳ ادامه داشته باشد.

۵ عبدالرحمن صوفی رازی (۳۷۶ ـ ۲۹۱ هـ‌ق) یکی از ستاره‌شناس‌های ایرانی است که برای اولین بار گزارشی دربارهٔ کهکشان آندرومیا ارائه داده است. این کهکشان نزدیک‌ترین همسایه به سامانهٔ خورشیدی است. او هم‌چنین دربارهٔ موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آن‌ها در صورت‌های فلکی اطلاعات معتبری ارائه داده است.



کهکشان آندرومیان

یکی از زیباترین اجرام آسمان، کهکشان آندرومیا (= آندرومدا = Andromeda (زنِ بر زنجیر)) است. صوفی رازی این کهکشان را برای اولین بار به صورت لکه‌ای ابر مانند ثبت نمود و در کتاب خود به عنوان سحابی از آن یاد کرد. بعدها این کهکشان را که جفت کهکشان راه شیری است به نام کهکشان آندرومدا نامیده شد. فاصلهٔ این کهکشان با کهکشان راه شیری ۲/۵ سال نوری است. آندرومدا نزدیک‌ترین کهکشان مارپیچی به راه شیری است.

۶ اختر شیمی: یکی از شاخه‌های جذاب علم شیمی است و به مطالعهٔ مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضای بین ستاره‌ای یافت می‌شود. اختر شیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در مکان‌هایی بسیار دور ثابت کنند که تاکنون پای هیچ انسانی به آن‌جا نرسیده است. طیف سنجی، دانشی است که کمک شایانی به این پژوهش‌ها کرده است. تاکنون بیش از ۱۲۰ مولکول در فضاهای بین ستاره‌ای شناخته شده است:

۱. این مولکول‌ها دو یا چند اتمی هستند.

۲. بسیاری از این مولکول‌های یافت شده، در زمین نیز وجود دارند، اما مولکول‌هایی هم شناخته شده‌اند که در زمین وجود ندارند.

۳. مولکول‌های یاد شده بر اثر تابش پرتوهای کیهانی از جمله تابش فرابنفش به یون‌های مثبت تبدیل می‌شوند، بنابراین افزون بر مولکول‌ها، گونه‌هایی با بار الکتریکی مثبت نیز در فضاهای بین ستاره‌ای وجود دارند.

PHAREPUB.COM

با توجه به مطالب فوق عبارت‌های (آ)، (پ) و (ت) نادرست، اما سه عبارت دیگر درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) پاسخ این پرسش که «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» **در قلمرو علم تجربی می‌گنجد.**

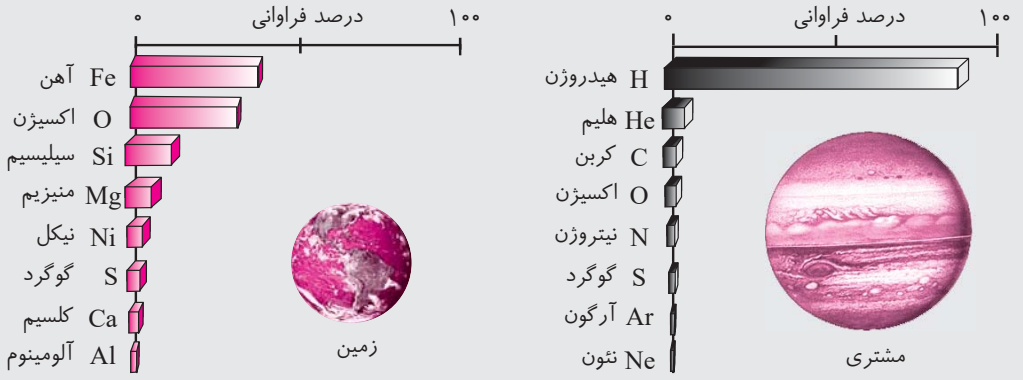
پ) شکل مورد نظر، آخرین تصویری است که **وویجر ۱** از کرهٔ زمین و پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی گرفت.

ت) فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲، مأموریت داشـــتند از **بعضی** از (نه همهٔ) سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی (یعنی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون) اطلاعاتی جمع‌آوری نمایند.

۲. گزینه ۲

درس‌نامه ۲ زمین و مشتری

برای فهمیدن **چگونگی پیدایش عنصرها**، بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سـازندهٔ خورشید بسیار راهگشاست. برای این منظور می‌توان به بررسـی عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین پرداخت. اگر به شکل زیر دقت کنیم نکته‌های زیر را می‌توان از آن استخراج نمود:



نکته: سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی به‌طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی
- **سیاره‌های سنگی:** تیر (عطارد)، ناهید (زهره)، زمین و بهرام (مریخ)
- **سیاره‌های گازی:** مشتری (برجیس)، کیوان (زحل)، اورانوس و نپتون

❶ مشـتری جزو سیاره‌های گازی اسـت (بیش‌تر از جنس گاز اسـت) در حالی که زمین جزو سیاره‌های سنگی اسـت (بیش‌تر آن از جنس سنگ می‌باشد).

نکته: از آن‌جا که دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون گذر کنند می‌توان نتیجه گرفت که مأموریت آن‌ها تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی این سیاره‌های گازی بوده است.

❷ مشتری، بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است در حالی که زمین در جایگاه پنجم است.

❸ فراوان‌ترین عنصر در مشتری، هیدروژن است در حالی که فراوان‌ترین عنصر در زمین، آهن است.

ترتیب فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری به صورت زیر است:

مقایسهٔ فراوانی عنصرها در زمین[۱]: $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

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

نکته: فراوان‌ترین عنصر موجود در کیهان، **هیدروژن** است.

توجه: شـکل فوق فراوانی عنصرها در کرهٔ زمین ـ که شـامل هسته، گوشته و پوسته است ـ را نشان می‌دهد نه فقط پوستهٔ آن را. همان‌طور

۱. البته در بعضی منابع فراوانی گوگرد بیش‌تر از نیکل ذکر شده است. رجوع کنید به:
Morgan, J.W.; Anders, E. (۱۹۸۰) "chemical composition of Earth, Venus, and Mercury" PNAS ۶۹۷۷-۶۹۷۳ (۱۲) ۷۷

که در علوم سال نهم خواندید، فراوان‌ترین عنصر پوستهٔ زمین، اکسیژن است.

۴ در میان ۸ عنصر اصلی سازندهٔ زمین و مشتری، دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) مشترک هستند. اکسیژن در زمین و مشتری به ترتیب دومین و چهارمین عنصر فراوان است، در حالی که گوگرد در هر دو سیاره در جایگاه ششم است.

۵ در مشتری، هیچ عنصر فلزی وجود ندارد و همه نافلزند.

۶ در ۸ عنصر اصلی زمین، پنج فلز (Al, Ca, Ni, Mg, Fe)، دو نافلز (S, O) و یک شبه‌فلز (Si) وجود دارد. درصد فراوانی فلزها بیش‌تر از نافلزها (و شبه‌فلز) است.

۷ در مشتری تفاوت درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر (یعنی هیدروژن و هلیم) بسیار بیش‌تر از دو عنصر فراوان‌تر زمین (یعنی آهن و اکسیژن) است.

اکنون با توجه به مطالب فوق، پرسش‌های مطرح شده را پاسخ می‌دهیم:

آ) فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری و زمین به ترتیب H, Fe است.

ب) در میان عنصرهای اصلی سازندهٔ زمین و مشتری، **اکسیژن** (O) **و گوگرد** (S) مشترک است.

پ) در زمین، درصد فراوانی **فلزها** بیش‌تر از نافلزها (و شبه‌فلز) است.

ت) در **مشتری**، تفاوت درصد فراوانیِ دو عنصر فراوان‌تر، بیش‌تر است.

۳. **گزینه ۳**

درس‌نامه ۳ چگونگی پیدایش عنصرها

● توزیع ناهمگون عنصرها در جهان هستی دانشمندان را بر آن داشت که به توضیح چگونگی پیدایش عنصرها بپردازند. برخی از آن‌ها معتقدند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب **(مِهبانگ)** همراه بوده است طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. بر اثر این انفجار:

۱ ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون به وجود آمدند.

۲ پس از مدت کوتاهی ابتدا هیدروژن و سپس هلیم پا به عرصه جهان گذاشتند.

۳ با گذشت زمان و **کاهش دما**، بر اثر تراکم گازهای هیدروژن و هلیم، مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** تشکیل یافتند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

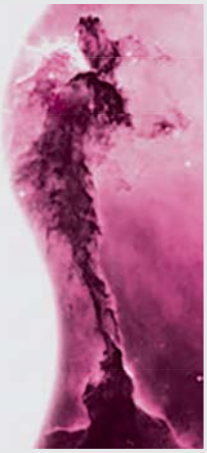
● درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد، به طوری که:

۱ از عنصرهای سبک‌تر عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید.

۲ **دما** و **اندازهٔ** هر ستاره تعیین‌کنندهٔ این است که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود.

۳ هرچه دما بالاتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود.

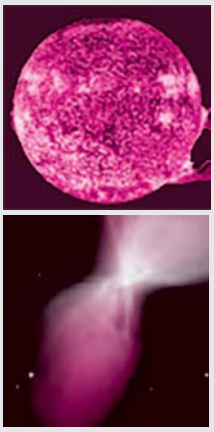
۴ این ستاره‌ها پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده و می‌میرند! مرگ ستاره با یک انفجار مهیب همراه است که سبب می‌شود اتم عنصرهای تشکیل‌شده در آن در سرتاسر گیتی پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.



سحابی عقاب یکی از مکان‌های زایش ستاره‌هاست. این تصویر به وسیلهٔ تلسکوپ هابل گرفته شده است.

نتیجه: روند تشکیل عنصرها در کیهان را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

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



توجه: در خورشید که نزدیک‌ترین ستاره به زمین است:

۱. دمای سطح آن حدود $6000^\circ C$ و دمای درون آن به حدود $(10^7)^\circ C$ می‌رسد.

۲. انرژی گرمایی و نورانی آن ناشی از واکنش‌های هسته‌ای است که در آن هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شود.

۳. در هر ثانیه پنج میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود.

۴. براساس برآوردها، خورشید تا پنج میلیارد سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.

توجه: سحابی **بوم رنگ**، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای $-272^\circ C$ است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی **سنتاروس (قنطورس)** قرار دارد.

با توجه به مطالب فوق می‌توان دریافت که در متن ارایه شده **پنج غلط** وجود دارد که باید به صورت زیر تصحیح شود:

ـ مصرف می‌شود ← آزاد می‌شود.

ـ افزایش دما ← کاهش دما

ـ کهکشان ← سحابی (۲ مورد)

ـ سحابی ← کهکشان

۴. گزینه ۱

درس‌نامه ۴ رابطه انیشتین

همان‌طور که گفتیم درون ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. انیشتین رابطهٔ زیر را برای محاسبهٔ انرژی تولید شده در این واکنش‌ها ارائه کرد:

$$E = mc^2$$

m: جرم ماده برحسب کیلوگرم (kg)

c: سرعت نور $(3\times10^8\ ms^{-1})$

E: انرژی آزاد شده برحسب ژول $(1J = 1kgm^2s^{-2})$

در رابطهٔ فوق m مقداری از جرم ماده است که به انرژی تبدیل می‌شود و در واکنش‌های هسته‌ای برابر تفاوت جرم فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌هاست:

$m =$ مجموع جرم فراورده‌ها $-$ مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها

مثال. تجربه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. حساب کنید گرمای حاصل چند کیلوگرم آهن را ذوب خواهد کرد؟ (برای ذوب شدن یک گرم آهن، ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است).

پاسخ: ابتدا انرژی آزاد شده در تبدیل هیدروژن به هلیم را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} m = 0/0024\,g = 2/4\times10^{-6}\,kg \\ c = 3\times10^8\ ms^{-1} \\ E = ? \end{cases} \Rightarrow E = mc^2 = 2/4\times10^{-6}\times(3\times10^8)^2 = 2/16\times10^{11}\,J$$

و در ادامه می‌توان نوشت:

$$\begin{matrix} J & \text{آهن kg} \\ \begin{bmatrix} ۲۴۷ & ۰/۰۰۱ \\ ۲/۱۶\times۱۰^{۱۱} & x \end{bmatrix} \end{matrix} \Rightarrow x=\frac{۰/۰۰۱\times۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}}{۲۴۷}\simeq ۸۷۴۵۰۰\text{kg}\simeq ۸۷۴/۵\text{ تن}$$

پس انرژی حاصل می‌تواند ۸۷۴/۵ تن آهن را ذوب کند.

اصل هم‌ارزی جرم و انرژی

برطبق **قانون پایستگی جرم**، در واکنش‌های شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید و نه اتمی از بین می‌رود بلکه پس از انجام واکنش، همان اتم‌ها به شیوه‌های دیگری به هم متصل می‌شوند. بنابراین جرم مواد، پیش از واکنش، برابر با جرم مواد، پس ازواکنش است. اما در **واکنش‌های هسته‌ای** وضعیت این‌گونه نیست، یعنی مقداری از جرم واکنش‌دهنده‌ها به انرژی تبدیل می‌شود. به عبارت دیگر قانون پایستگی جرم در واکنش‌های هسته‌ای معتبر نیست[1] و به جای آن از قانون پایستگی جرم و انرژی صحبت می‌شود. یعنی در یک واکنش هسته‌ای مجموع جرم و انرژی واکنش‌دهنده‌ها برابر با مجموع جرم و انرژی فراورده‌ها است.

رابطهٔ انیشتین که به «اصل هم‌ارزی جرم و انرژی» معروف است نشان می‌دهد که جرم و انرژی قابل تبدیل به یک‌دیگرند. یکی از ویژگی‌های مهم انرژی تبدیل‌پذیری آن به انواع مختلف انرژی است. این رابطه نشان می‌دهد که تمام جرم یک ماده می‌تواند به انرژی تبدیل شود و هر شکلی از انرژی هم‌ارز مقداری از جرم است.

ابتدا گرمای آزاد شده در واکنش هسته‌ای را محاسبه می‌کنیم: $m=۰/۰۰۶۵\text{g}=۶/۵\times۱۰^{-۳}\text{ g}=۶/۵\times۱۰^{-۶}\text{ kg}$

$$E=mc^{۲}=(۶/۵\times۱۰^{-۶})\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲}=۵/۸۵\times۱۰^{۱۱}\text{ J}$$

و با توجه به این‌که فقط ۴۰ درصد آن صرف تبخیر آب استخر می‌شود، پس: $\text{انرژی در دسترس}=\frac{۴۰}{۱۰۰}\times۵/۸۵\times۱۰^{۱۱}=۲/۳۴\times۱۰^{۱۱}\text{ J}$

و در پایان می‌توان نوشت:

$$\begin{matrix} J & \text{گرم آب }۲۵^{\circ}\text{C} \\ \begin{bmatrix} ۲۶۰۰ & ۱ \\ ۲/۳۴\times۱۰^{۱۱} & x \end{bmatrix} \end{matrix} \Rightarrow x=\frac{۲/۳۴\times۱۰^{۱۱}}{۲۶۰۰}=\frac{۲۳۴\times۱۰^{۹}}{۲۶\times۱۰^{۲}}=۹\times۱۰^{۷}\text{ g}=۹\times۱۰^{۴}\text{ kg آب}$$

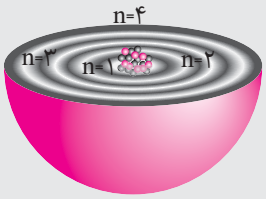
۵. گزینه ۴

درس‌نامه ۵ ذره‌های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی

اتم کوچک‌ترین ذرهٔ سازندهٔ یک عنصر است که خواص شیمیایی و فیزیکی هر عنصر به ویژگی‌های آن بستگی دارد.

۱ ذره‌های زیر اتمی: ذره‌هایی هستند که در ساختار یک اتم وجود دارند. مهم‌ترین ذره‌های زیراتمی، **الکترون، پروتون و نوترون** نام دارند. اتم را می‌توان کره‌ای درنظر گرفت که هستهٔ بسیار کوچک و سنگینی در مرکز آن جای دارد و محل تمرکز پروتون‌ها و نوترون‌هاست. پیرامون هسته، الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی حضور دارند.

نکته: به الکترون، پروتون و نوترون، **ذره‌های بنیادی** نیز گفته می‌شود.



ذره‌های بنیادی

- الکترون (e) ذره‌ای است با بار منفی (−) که جرم بسیار اندکی دارد.
- پروتون (p) ذره‌ای است با بار مثبت (+) که جرم آن ۱۸۳۷ برابر (حدود ۲۰۰۰ برابر) جرم الکترون است.
- نوترون (n) ذره‌ای است که بار الکتریکی ندارد و جرم آن اندکی بیش‌تر از جرم پروتون است.

۱. در واکنش‌های هسته‌ای، یک اتم به اتم (های) دیگر تبدیل می‌شود.

۲ عدد اتمی (Z): به تعداد پروتون‌های هستهٔ یک اتم، عدد اتمی گفته می‌شود. به عنوان مثال اگر در هستهٔ یک اتم ۲۹ پروتون وجود داشته باشد، عدد اتمی آن (Z) برابر ۲۹ است.

نکته: از آن‌جا که اتم ذره‌ای خنثی است، بنابراین تعداد پروتون‌ها باید با تعداد الکترون‌ها برابر باشد. پس عدد اتمی، تعداد الکترون‌های یک اتم را نیز مشخص می‌کند.

تذکر: لازم است عدد اتمی عنصرهای ۱ تا ۳۸ جدول تناوبی را حفظ کنید! این امر کمک زیادی در حل سریع‌تر تست‌ها می‌نماید.

۳ عدد جرمی (A): به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ یک اتم گفته می‌شود:

عدد جرمی = شمار پروتون‌ها (عدد اتمی) + شمار نوترون‌ها

$$A = Z + N$$

اگر نماد شیمیایی یک عنصر را با E نشان دهیم (E، حرف نخست واژهٔ Element به معنای عنصر است) عدد اتمی (Z) در سمت چپ و پایین و عدد جرمی (A) در سمت چپ و بالای نماد شیمیایی نوشته می‌شود:

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

به عنوان مثال اگر اتمی از مس ۲۹ پروتون و ۳۶ نوترون داشته باشد، آن را به صورت $^{65}_{29}Cu$ نمایش می‌دهیم ($A = Z + N = 29 + 36 = 65$) یعنی عدد اتمی آن برابر ۲۹ و عدد جرمی آن برابر ۶۵ است.

نکته: از آن‌جا که در یک اتم **خنثی**، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است، می‌توان دریافت که عدد جرمی نشان دهندهٔ مجموع تعداد الکترون‌ها و نوترون‌های اتم نیز می‌باشد:

مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها ← برابر است با ← عدد جرمی در یک اتم(A) ← برابر است با ← مجموع الکترون‌ها و نوترون‌ها

نکته: به جز اتم هیدروژن معمولی ($^{1}_{1}H$) که تنها یک پروتون دارد، هستهٔ همهٔ اتم‌ها هم پروتون و هم نوترون دارد.

مثال . تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در کدام اتم کم‌تر است؟

۱) $^{26}_{12}Mg$ ۲) $^{57}_{25}Mn$ ۳) $^{47}_{22}Ti$ ۴) $^{31}_{15}P$

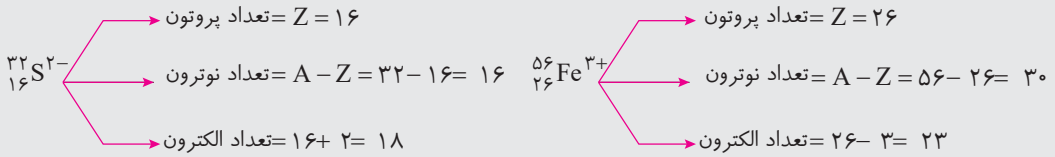
پاسخ : گزینه ۴ لطفاً به جدول زیر نگاهی بیندازید!

اتم	تعداد پروتون (Z)	تعداد نوترون ($N = A - Z$)	تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها ($N - Z$)
$^{26}_{12}Mg$	۱۲	$۲۶ - ۱۲ = ۱۴$	$۱۴ - ۱۲ = ۲$
$^{57}_{25}Mn$	۲۵	$۵۷ - ۲۵ = ۳۲$	$۳۲ - ۲۵ = ۷$
$^{47}_{22}Ti$	۲۲	$۴۷ - ۲۲ = ۲۵$	$۲۵ - ۲۲ = ۳$
$^{31}_{15}P$	۱۵	$۳۱ - ۱۵ = ۱۶$	$۱۶ - ۱۵ = ۱$

نکته: هنگامی که یک اتم به یون تبدیل می‌شود فقط تعداد الکترون‌های آن تغییر می‌کند و تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن بدون تغییر باقی می‌ماند:

- در یون‌های مثبت (X^{n+})، تعداد الکترون‌ها n واحد کم‌تر از عدد اتمی است.
- در یون‌های منفی (Y^{m-})، تعداد الکترون ها m واحد بیش‌تر از عدد اتمی است.

به عنوان مثال:



مثال. یون X^{3+} دارای ۳۶ الکترون و ۵۰ نوترون است، عدد اتمی و عدد جرمی اتم X به ترتیب کدام‌اند؟

۱) ۳۳ و ۸۳ ۲) ۳۹ و ۸۳ ۳) ۳۹ و ۸۹ ۴) ۳۳ و ۸۹

پاسخ: گزینه ۳ در یون X^{3+} تعداد الکترون‌ها، ۳ واحد کم‌تر از عدد اتمی است؛ پس:

$$\text{در یون } X^{3+}: \text{تعداد الکترون} = Z - 3 \Rightarrow 36 = Z - 3 \Rightarrow Z = 39$$

$$\text{عدد جرمی}(A) = Z + N = 39 + 50 = 89$$

از آن‌جا که تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در یک اتم و یون‌های مربوط به آن فرقی نمی‌کند، عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) اتم X با یون X^{3+} یکسان است.

مثال. در یون Y^{2-} ^{80}، تعداد نوترون‌ها ده واحد بیش‌تر از تعداد الکترون‌هاست. تعداد پروتون‌های اتم Y چند است؟

۱) ۳۲ ۲) ۳۴ ۳) ۵۲ ۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۲ در یون Y^{2-} تعداد الکترون‌ها، ۲ واحد بیش‌تر از عدد اتمی است، پس:

$$\text{در یون } Y^{2-}: \text{تعداد الکترون} = Z + 2$$

و با توجه به این که تعداد نوترون‌ها، ۱۰ واحد بیش‌تر از الکترون‌هاست:

$$\text{تعداد نوترون‌ها} - \text{تعداد الکترون‌ها} = 10 \Rightarrow N - (Z + 2) = 10 \xrightarrow{N = 80 - Z} (80 - Z) - (Z + 2) = 10 \Rightarrow 2Z = 68 \Rightarrow Z = 34$$

تعداد پروتون‌ها (و نوترون‌ها) در یک اتم خنثی و یون‌های مربوط یکسان است. پس تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) در اتم Y و یون Y^{2-} یکسان است.

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} {}_{Z}A^{3+} \Rightarrow \text{تعداد الکترون‌ها} = Z - 3 \\ {}_{Z'}B^{2-} \Rightarrow \text{تعداد الکترون‌ها} = Z' + 2 \end{array}\right\} \Rightarrow Z - 3 = Z' + 2 \Rightarrow Z' = Z - 5$$

از آن‌جا که مجموع تعداد پروتون‌های این دو یون برابر ۲۱ است می‌توان نوشت:

$$Z + Z' = 21 \Rightarrow Z + (Z - 5) = 21 \Rightarrow Z = 13 \Rightarrow Z' = 8$$

پس عدد اتمی A و B به ترتیب برابر ۱۳ و ۸ است. با توجه به این که مجموع ذره‌های زیراتمی در $_{13}A^{3+}$، ۹ واحد بیش‌تر از $_{8}B^{2-}$ است، می‌توان نوشت:

$$\underbrace{(13 + N + 10)}_{A^{3+}\text{ ذره‌های زیراتمی}} - \underbrace{(8 + N' + 10)}_{B^{2-}\text{ ذره‌های زیراتمی}} = 9 \Rightarrow N - N' = 4$$

(تعداد پروتون، تعداد e^-، تعداد پروتون، تعداد الکترون)

توجه داشته باشید که تعداد نوترون‌ها در یک اتم خنثی و یون‌های آن یکسان است لذا تفاوت تعداد نوترون‌های A و B نیز برابر ۴ است.

PHAREDUB.COM

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: مجموع تعداد الکترون‌های $_{13}A^{3+}$ و $_{8}B^{2-}$ برابر ۲۰ است:

$$\left.\begin{matrix} {}_{13}A^{3+}\text{ تعداد الکترون‌های} = 13-3=10e^- \\ {}_{8}B^{2-}\text{ تعداد الکترون‌های} = 8+2=10e^- \end{matrix}\right\} 10+10=20e^-$$

گزینهٔ «۲»: عدد اتمی A برابر ۱۳ است.

گزینهٔ «۳»: اگر عدد جرمی $_{8}B$ برابر ۱۸ باشد (عدد جرمی $_{8}B^{2-}$ هم برابر ۱۸ است):

$$^{18}_{8}B^{2-} \Rightarrow A=Z+N \Rightarrow 18=8+N \Rightarrow N=10$$

تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها $= 10-10=0$

۶. گزینه ۳

درس‌نامه ۶ حل مسائل عدد جرمی

قبل از این که به چگونگی حل مسائل عدد جرمی بپردازیم لازم است نکتهٔ زیر را مطرح نماییم:

نکته: در هستهٔ اتم‌ها، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیش‌تر از تعداد پروتون‌هاست[1]؛ $N \geq Z$ (البته به استثناء هیدروژن معمولی $(^{1}_{1}H)$ که اصلاً نوترون ندارد).

مثال. عدد جرمی عنصر X برابر ۵۱ و تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ آن برابر ۵ است. عدد اتمی این عنصر کدام است؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۳ ۳) ۴۶ ۴) ۲۸

پاسخ: گزینهٔ ۲ تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۵ است، پس با توجه به نکتهٔ فوق، تعداد نوترون‌ها ۵ واحد بیش‌تر از تعداد پروتون‌هاست یعنی: $N-Z=5$

از طرفی عدد جرمی هم برابر ۵۱ است: $N+Z=51$

اکنون با حل دستگاه دو معادله دو مجهول زیر داریم:

$$\begin{cases} N-Z=5 \\ N+Z=51 \end{cases} \Rightarrow 2N=56 \Rightarrow N=28 \Rightarrow 28-Z=5 \Rightarrow Z=23$$

مثال. اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{101}X^{4+}(g)$ برابر ۱۷ باشد، تعداد الکترون‌های این یون کدام است؟

۱) ۳۹ ۲) ۵۷ ۳) ۴۴ ۴) ۴۰

پاسخ: گزینهٔ ۴ در یون X^{4+} تعداد الکترون‌ها، ۴ واحد کم‌تر از عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) است $(e=Z-4)$. از طرفی تعداد نوترون‌ها، ۱۷ واحد بیش‌تر از تعداد الکترون‌هاست، پس:

$$N-e=17 \Rightarrow N-(Z-4)=17 \Rightarrow N-Z=13$$

اکنون با توجه به رابطهٔ عدد جرمی، دستگاه دو معادله دو مجهول زیر را حل می‌کنیم:

$$\begin{cases} N-Z=13 \\ N+Z=101 \end{cases} \Rightarrow 2N=114 \Rightarrow N=57 \Rightarrow N-e=17 \Rightarrow 57-e=17 \Rightarrow e=40$$

نکته: اگر تفاوت **شمار الکترون‌ها و نوترون‌های** یک یون را با Δ نشان دهیم، رابطهٔ بین عدد اتمی و عدد جرمی آن به صورت زیر است:

---

۱. اگرچه ما به عنوان یک قاعدهٔ کلی و یک پیش فرض تعداد نوترون‌ها را برابر یا بیش‌تر از پروتون‌ها $(N \geq Z)$ درنظر می‌گیریم، اما این قاعده استثناءهایی هم دارد! برای مثال فلوئور ایزوتوپ‌هایی دارد (هرچند ناپایدار هستند) که در آن تعداد نوترون‌ها کم‌تر از تعداد پروتون‌هاست! $^{14}_{9}F$ یکی از آن‌هاست که تعداد پروتون‌های آن برابر ۹ اما تعداد نوترون‌های آن برابر ۵ $(14-9=5)$ است. اما نگران نباشید! در کنکور همواره قاعدهٔ $(N \geq Z)$ رعایت شده و از آن تفطی نمی‌شود!

$$Z=\frac{|\Delta-q-A|}{۲}$$

که در آن q، بیانگر بار یون است.

توجه! در یک اتم خنثی چون شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر است لذا در رابطهٔ فوق، Δ در واقع بیانگر تفاوت شمار **نوترون‌ها و پروتون‌هاست**

و چون $q=۰$ و $A>\Delta$، رابطهٔ فوق به صورت زیر ساده می‌شود:

$$Z=\frac{A-\Delta}{۲}$$

اگر بخواهیم مثال فوق را به کمک رابطهٔ فوق حل کنیم، داریم:

$$\Delta=۱۷, q=+۴, A=۱۰۱$$
$$Z=\frac{|\Delta-q-A|}{۲}=\frac{|۱۷-۴-۱۰۱|}{۲}=۴۴ \Rightarrow e=Z-۴=۴۴-۴=۴۰$$

مثال. اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{۷۵}X^{۳-}(g)$ برابر ۶ باشد، تعداد نوترون‌های عنصر X کدام است؟

۱) ۳۶ ۲) ۴۲ ۳) ۳۰ ۴) ۴۱

پاسخ: گزینه ۲ در یون $X^{۳-}$، تعداد الکترون‌ها ۳ واحد بیش‌تر از عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) است $(e=Z+۳)$. از طرفی تعداد نوترون‌ها ۶ واحد بیش‌تر از تعداد الکترون‌هاست، پس:

$$N-e=۶ \Rightarrow N-(Z+۳)=۶ \Rightarrow N-Z=۹$$

اکنون با توجه به رابطهٔ عدد جرمی، دستگاه دو معادله دو مجهول زیر را حل می‌کنیم:

$$\begin{cases} N-Z=۹ \\ N+Z=۷۵ \end{cases} \Rightarrow ۲N=۸۴ \Rightarrow N=۴۲$$

اگر بخواهیم این مثال را به کمک رابطهٔ گفته شده حل کنیم، داریم:[۱]

$$\Delta=۶, q=-۳, A=۷۵$$
$$Z=\frac{|\Delta-q-A|}{۲}=\frac{|۶-(-۳)-۷۵|}{۲}=۳۳ \Rightarrow N-Z=۹ \Rightarrow N=۹+۳۳=۴۲$$

روش اول: در یون $X^{۲+}$، تعداد الکترون‌ها ۲ واحد کم‌تر از تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) است $(e=Z-۲)$. از طرفی تعداد نوترون‌ها ۱۴ واحد بیش‌تر از تعداد الکترون‌هاست، پس:

$$N-e=۱۴ \Rightarrow N-(Z-۲)=۱۴ \Rightarrow N-Z=۱۲$$

اکنون با توجه به رابطهٔ عدد جرمی، دستگاه دو معادله دو مجهول زیر را حل می‌کنیم:

$$\begin{cases} N-Z=۱۲ \\ N+Z=۹۶ \end{cases} \Rightarrow ۲N=۱۰۸ \Rightarrow N=۵۴ \Rightarrow N-e=۱۴ \Rightarrow e=۴۰$$

---

۱. دانستیم که تعداد نوترون‌ها برابر یا بیش‌تر از پروتون‌هاست $(N \geq Z)$، اما آیا تعداد نوترون‌ها از تعداد الکترون‌ها هم بیش‌تر است؟ در جواب باید گفت در مورد اتم‌های خنثی و یون‌های مثبت، بله. اما در مورد **تعداد اندکی از یون‌های منفی**، خیر. به یون $^{۳۱}_{۱۵}P^{۳-}$ توجه نمایید:

$^{۳۱}_{۱۵}P^{۳-}$: تعداد پروتون = ۱۵
تعداد نوترون = ۳۱ − ۱۵ = ۱۶
تعداد الکترون = ۱۵ + ۳ = ۱۸
تعداد الکترون > تعداد نوترون

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در این یون تعداد نوترون‌ها از تعداد الکترون‌ها کم‌تر است. اما توجه داشته باشید که تعداد آنیون‌هایی از این دست، بسیار کم است. بیش از ۸۰ درصد عنصرهای جدول دوره‌ای، فلزند که یون منفی تشکیل نمی‌دهند از حدود ۲۰ درصد باقی‌مانده هم گازهای نجیب یون منفی تشکیل نمی‌دهند. پس درصد کمی از عنصرها می‌توانند یون منفی تشکیل دهند که از میان آن هم فقط تعداد کمی که عدد اتمی کوچکی دارند (بعضی از عنصرهای دورهٔ دوم و سوم که در گروه‌های ۱۵ تا ۱۷ جای دارند) می‌توانند یون‌های منفی تشکیل دهند که در آن‌ها تعداد نوترون‌ها کم‌تر از تعداد الکترون‌هاست مانند: $^{۱۴}_{۷}N^{۳-}$، $^{۱۶}_{۸}O^{۲-}$، $^{۱۸}_{۹}F^{-}$، $^{۳۱}_{۱۵}P^{۳-}$ و $^{۳۱}_{۱۶}S^{۲-}$. پس به هنگام حل مسائلی که در آن تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یک آنیون داده شده حواستان به این چند یون باشد که در این یون‌ها $e>N$ است. دوم این که فرمول مورد نظر در مورد این‌جور یون‌ها جواب اشتباه می‌دهد!!

PHAREPUB.COM

روش دوم:

$$Z=\frac{|\Delta-q-A|}{۲}=\frac{|۱۴-۲-۹۶|}{۲}=۴۲$$

$$e=Z-۲=۴۲-۲=۴۰$$

پس یون $X^{۲+}$ دارای ۴۰ الکترون است. اکنون باید ببینیم کدام یک از گونه‌های ارایه شده دارای ۴۰ الکترون است:

۱) $BeF_۴^{۲-} \Rightarrow ۴+۴(۹)+۲=۴۲e^-$

۲) $H_۳PO_۲ \Rightarrow ۳(۱)+۱۵+۲(۸)=۳۴e^-$

۳) $C_۳H_۵O_۲^- \Rightarrow ۳(۶)+۵(۱)+۲(۸)+۱=۴۰e^-$

۴) $N_۲H_۵^+ \Rightarrow ۲(۷)+۵(۱)-۱=۱۸e^-$

پس تعداد الکترون‌های $_{۴۲}X^{۲+}$ با تعداد الکترون‌های $C_۳H_۵O_۲^-$ برابر است.

لطفاً در مورد تعیین ذره‌های زیراتمی در مولکول‌ها و یون‌های چند اتمی به درس‌نامه زیر توجه نمایید.

درس‌نامه ۷ ذره‌های زیراتمی در گونه‌های چند اتمی

برای تعیین تعداد ذره‌های زیراتمی در مولکول‌ها و یون‌های چند اتمی کافی است تعداد ذره‌های زیراتمیِ اتم‌های آن را با هم جمع نماییم.

مثال . تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها را در $NH_۳$ معین نمایید. $(_۷^{۱۴}N, _۱^۱H)$

پاسخ : با توجه به این‌که هر اتم $_۱^۱H$ شامل یک پروتون، یک الکترون و صفر نوترون و هر اتم $_۷^{۱۴}N$ شامل ۷ پروتون، ۷ الکترون و ۷ نوترون است می‌توان نوشت:

تعداد پروتون‌های $NH_۳$: $۱(۷)+۳(۱)=۱۰$

تعداد الکترون‌های $NH_۳$: $۱(۷)+۳(۱)=۱۰$

تعداد نوترون‌های $NH_۳$: $۱(۷)+۳(۰)=۷$

توجه: در مولکول‌ها که گونه‌هایی خنثی هستند (مانند $NH_۳$) تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است. اما **در یون‌های مثبت (کاتیون‌ها)** مجموع شمار الکترون‌ها m واحد (m بار کاتیون است) **کم‌تر** از مجموع شمار پروتون‌هاست و در **یون‌های منفی (آنیون‌ها)**، مجموع شمار الکترون‌ها n واحد (n بار آنیون است) **بیش‌تر** از مجموع شمار پروتون‌هاست.

مثال . تعداد الکترون‌ها را در $NH_۴^+$ و $SO_۴^{۲-}$ تعیین نمایید. $(_{۱۶}^{۳۲}S, _۸^{۱۶}O, _۷^{۱۴}N, _۱^۱H)$

پاسخ :

$$\text{تعداد الکترون‌ها در } NH_۴^+ : \underset{\text{۱ اتم N}}{۱(۷)}+\underset{\text{۴ اتم H}}{۴(۱)}-\underset{\text{بار یون}}{۱}=۱۰$$

$$\text{تعداد الکترون‌ها در } SO_۴^{۲-} : \underset{\text{۱ اتم S}}{۱(۱۶)}+\underset{\text{۴ اتم O}}{۴(۸)}+\underset{\text{بار یون}}{۲}=۵۰$$

۷. گزینه ۱

درس‌نامه ۸ ایزوتوپ

دانشمندان به کمک دستگاهی به نام **طیف سنج جرمی**، جرم اتم‌ها را با دقت بسیار اندازه‌گیری می‌کنند. این اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که **اغلب** در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. از آن‌جا که عدد اتمی و در واقع تعداد پروتون‌ها در همهٔ اتم‌های یک عنصر، یکسان است، پس تفاوت جرم باید به تعداد نوترون‌های موجود در هستهٔ اتم مربوط باشد. این مطالعات به معرفی مفهوم **ایزوتوپ (هم‌مکان)** انجامید.

ایزوتوپ: به اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی (A) متفاوت دارند، **ایزوتوپ (هم‌مکان)** گفته می‌شود.

۱ شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوپ‌ها: خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ از این رو ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی **خواص شیمیایی یکسانی** دارند و در جدول تناوبی عنصرها، تنها یک مکان را اشغال می‌کنند. اما چون جرم ایزوتوپ‌ها با یک‌دیگر متفاوت است در برخی **خواص فیزیکی وابسته به جرم** مانند چگالی، نقطهٔ ذوب، نقطهٔ جوش و ... با یک‌دیگر **تفاوت دارند**. جدول زیر شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر را نشان می‌دهد.

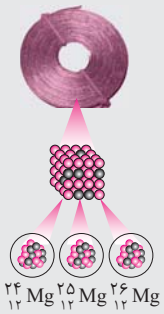
شباهت	تفاوت
عدد اتمی (تعداد پروتون)	عدد جرمی
تعداد الکترون	تعداد نوترون
آرایش الکترونی	جرم اتمی
موقعیت در جدول تناوبی	خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطهٔ ذوب، نقطهٔ جوش و ...
خواص شیمیایی	فراوانی در طبیعت و پایداری

نکته: تفاوت در خواص فیزیکی وابسته به جرم ایزوتوپ‌ها در ترکیب‌های شیمیایی دارای این ایزوتوپ‌ها هم وجود دارد.

۲ فراوانی ایزوتوپ‌ها: فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست. برخی فراوان‌تر و برخی کمیاب‌ترند. به کمک دستگاه طیف‌سنج جرمی می‌توان فراوانی نسبی هر ایزوتوپ را تعیین نمود.

نکته: هر گاه عنصری دارای چند ایزوتوپ طبیعی باشد، ایزوتوپی که **فراوانی بیش‌تری** در طبیعت دارد **پایدارتر** است.

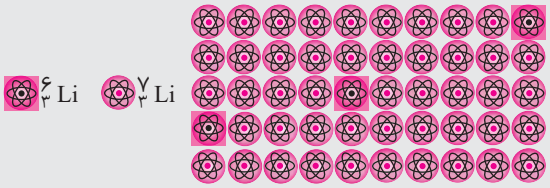
مثال: منیزیم در طبیعت، مخلوطی از سه ایزوتوپ است که فراوانی و پایداری آن‌ها به صورت زیر است:



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

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

مثال: لیتیم در طبیعت دارای دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ که فراوانی (و پایداری) ایزوتوپ سنگین‌تر $(^{7}_{3}Li)$ بیش‌تر است (از هر ۵۰ اتم لیتیم موجود در طبیعت، ۳ اتم $^{6}_{3}Li$ و ۴۷ اتم $^{7}_{3}Li$ وجود دارد):



فراوانی: $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

پایداری: $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

ـ درصد فراوانی: درصد یک ایزوتوپ خاص در مخلوطی از ایزوتوپ‌های طبیعی یک عنصر را نشان می‌دهد و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ X} = \frac{\text{فراوانی ایزوتوپ X}}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها}} \times ۱۰۰$$

به عنوان مثال، درصد فراوانی ایزوتوپ‌های لیتیم (با توجه به شکل فوق) به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{6}_{3}Li = \frac{\text{فراوانی (تعداد) ایزوتوپ } {}^{6}_{3}Li}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها (تعداد کل اتم‌ها)}} \times ۱۰۰ = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۶٪$$

$$\text{درصد فراوانی } {}^{7}_{3}Li = \frac{\text{فراوانی (تعداد) ایزوتوپ } {}^{7}_{3}Li}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها (تعداد کل اتم‌ها)}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۹۴٪$$

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

توجه: از آن‌جا که **خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها یکسان** است برای شناسایی و جداسازی آن‌ها از روش‌های فیزیکی استفاده می‌شود.

اکنون با توجه به مطالب فوق، به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

آ) نادرست است. ایزوتوپ‌های یک عنصر، **در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم**، مانند چگالی *(نه در همهٔ خواص فیزیکی!)* با یک‌دیگر تفاوت دارند.

ب) درست است. باید عدد اتمی ${}^{69}X$ را به دست آوریم. برای این منظور به دو روش می‌توان عمل نمود:

روش اول: با توجه به این‌که در یون ${}^{69}X^{3+}$ تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۱۰ است می‌توان نوشت:

$${}^{69}X^{3+} \Rightarrow N - e = 10 \Rightarrow N - (Z-3) = 10 \Rightarrow N = Z + 7$$

$$A = 69 \Rightarrow Z + N = 69 \Rightarrow Z + (Z+7) = 69 \Rightarrow Z = 31$$

پس ${}^{71}_{31}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های ${}^{69}_{31}X$ باشد چون هر دو عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت دارند.

روش دوم:

$$Z = \frac{|\Delta - q - A|}{2} = \frac{|10 - 3 - 69|}{2} = 31$$

${}^{69}_{31}X$ و ${}^{71}_{31}Y$ با هم ایزوتوپ هستند.

پ) نادرست است. هرچه عدد جرمی یک ایزوتوپ بزرگ‌تر باشد، سنگین‌تر است. ${}^{26}_{12}Mg$ اگرچه از دو ایزوتوپ دیگر منیزیم، سنگین‌تر است، اما پایداری آن از ${}^{24}_{12}Mg$ کم‌تر است: ${}^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$: **ترتیب پایداری**

ت) درست است. لیتیم دارای دو ایزوتوپ ${}^{6}_{3}Li$ و ${}^{7}_{3}Li$ و منیزیم دارای سه ایزوتوپ ${}^{24}_{12}Mg$، ${}^{25}_{12}Mg$ و ${}^{26}_{12}Mg$ است که در ${}^{6}_{3}Li$ و ${}^{24}_{12}Mg$ تعداد ذره‌های زیر اتمی یکسان است:

۸. گزینه ۴

درس‌نامه ۹ رادیوایزوتوپ‌ها

ایزوتوپ‌ها را می‌توان از نظر پایداری هستهٔ آن‌ها به دو دسته تقسیم نمود: **ایزوتوپ‌های پایدار و ایزوتوپ‌های ناپایدار.**

- **ایزوتوپ پایدار:** به عنوان ایزوتوپی تعریف می‌شود که در هستهٔ آن هیچ شکلی از تلاشی مشاهده نشده است.
- **ایزوتوپ ناپایدار:** ایزوتوپی است که هستهٔ آن ناپایدار بوده و به‌طور خودبه‌خودی متلاشی می شود و بر اثر واکنش‌های تلاشی هسته‌ای به هسته‌های پایدار تبدیل می‌شود. این ایزوتوپ پرتوزاست و اغلب افزون بر ذره‌های پرانرژی[1]، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می کند.

نکته: پایداری ایزوتوپ‌ها به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هسته بستگی دارد. برای نمونه همهٔ هسته‌هایی که ۸۴ یا بیش‌تر از این تعداد پروتون دارند $(Z \geq 84)$، ناپایدار هستند. **اغلب** هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۱/۵ باشد $(\frac{N}{Z} \geq 1/5)$ ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

توجه: در هستهٔ **بعضی** از ایزوتوپ‌های ناپایدار، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها کم‌تر از ۱/۵ است؛ مانند ${}^{14}_{6}C$ و ${}^{99}_{43}Tc$.

نکته: ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ نامیده می‌شوند. رادیوایزوتوپ‌ها می‌توانند طبیعی مانند ${}^{3}_{1}H$ و ${}^{14}_{6}C$ یا ساختگی باشند مانند ${}^{99}_{43}Tc$.

- **نیم‌عمر:** به مدت زمانی می‌گویند که نیمی از ایزوتوپ پرتوزا، بر اثر واکنش‌های پرتوزایی متلاشی شود. نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. به‌طوری که هرچه ایزوتوپ پایدارتر باشد، نیم‌عمر آن بلندتر است.

توجه: دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

توجه: پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه‌جا یافت می‌شود. البته میزان پرتوهای تابش شده بسیار اندک است و به‌طور معمول بر سلامت ما اثری نمی‌گذارد. یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافت می‌شود، **گاز رادون** $({}_{86}Rn)$ است. رادون گازی بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است. این گاز پیوسته در لایه‌های زیرین زمین در واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود و به دلیل دما و فشار زیاد در آن لایه‌ها به منافذ و ترک‌های موجود در سنگ‌های سازندهٔ پوستهٔ زمین نفوذ می کند.

---

۱. این پرتوها شامل پرتوهای آلفا (α)، بتا (β) و گاما (γ) هستند. پرتوهای آلفا و بتا ذره‌های پرانرژی به‌شمار می‌آیند. پرتوی آلفا از جنس هستهٔ هلیم $({}^{4}_{2}He)$، پرتوی بتا از جنس الکترون و پرتوی گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی با طول موج بسیار کوتاه است.

از عبارت‌های مورد نظر فقط گزینهٔ «۴» نادرست است. هرچه یک رادیوایزوتوپ **ناپایدارتر** باشد، نیم‌عمر آن **کوتاه‌تر** است.

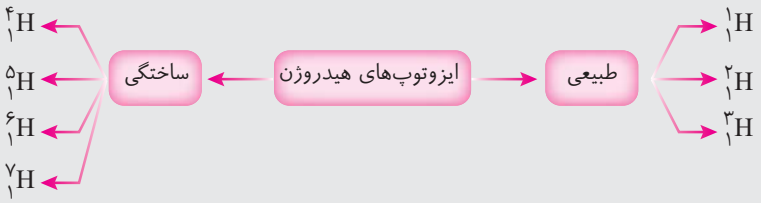
۹. گزینه ۲

درس‌نامه ۱۰ ایزوتوپ‌های هیدروژن

در کتاب درسی جدولی از انواع و اقسام ایزوتوپ‌های هیدروژن ارائه شده است. نکاتی که می‌توان از این جدول استخراج نمود به قرار زیر است:

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4\times10^{-22}$ ثانیه	$9/1\times10^{-22}$ ثانیه	$2/9\times10^{-22}$ ثانیه	$2/3\times10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

۱ هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ است که ۳ ایزوتوپ آن طبیعی[۱] و ۴ ایزوتوپ دیگر ساختگی هستند[۲]:



توجه داشته باشید که **یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن** مخلوطی از **سه ایزوتوپ** $({}_{1}^{1}H, {}_{1}^{2}H, {}_{1}^{3}H)$ است.

۲ هر چهار ایزوتوپ ساختگی هیدروژن ناپایدار هستند و نیم‌عمرهای بسیار کوتاه دارند. ترتیب نیم‌عمر و پایداری آن‌ها به صورت زیر است:

مقایسهٔ پایداری و نیم‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی: ${}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$

۳ در بین ایزوتوپ‌های طبیعی، ایزوتوپ‌های ${}_{1}^{1}H$ و ${}_{1}^{2}H$ پایدار هستند اما ایزوتوپ ${}_{1}^{3}H$ ناپایدار است. ترتیب فراوانی و پایداری این سه ایزوتوپ به صورت زیر است:

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

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

نکته: با توجه به مطالب فوق می‌توان دریافت در ایزوتوپ‌های هیدروژن با افزایش نوترون، پایداری (و نیم‌عمر) آن‌ها **به‌طور کلی کاهش** می‌یابد.

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

۵ با توجه به تعداد نوترون‌های ایزوتوپ‌های هیدروژن می‌توان نوشت:

${}_{1}^{1}H : N = 0 \Rightarrow A = Z$

---

۱. هیدروژن تنها عنصری است که ایزوتوپ‌های طبیعی آن هر یک نام جداگانه‌ای دارند: **پروتیم** (هیدروژن معمولی ${}_{1}^{1}H$)، **دوتریم** (هیدروژن سنگین، ${}_{1}^{2}H$ یا ${}_{1}^{2}D$) و **تریتیم** (هیدروژن پرتوزا، ${}_{1}^{3}H$ یا ${}_{1}^{3}T$)

۲. ایزوتوپ‌های ساختگی هیدورژن غالباً از طریق بمباران یکی از ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن با هستهٔ اتم‌های دیگر به دست می‌آیند. برای مثال ایزوتوپ ${}_{1}^{4}H$ از طریق بمباران هستهٔ اتم ${}_{1}^{3}H$ توسط هستهٔ اتم ${}_{1}^{2}H$ به دست می‌آید، که در آن هستهٔ اتم ${}_{1}^{3}H$ با جذب یک نوترون از ${}_{1}^{2}H$ به ${}_{1}^{4}H$ تبدیل می‌شود.

PHAREPUB.COM

$_{1}^{2}H \Rightarrow N=1 \Rightarrow N=Z$

$_{1}^{3}H$, $_{1}^{4}H$, $_{1}^{5}H$, $_{1}^{6}H$, $_{1}^{7}H$ } ایزوتوپ‌های پرتوزا $\Rightarrow \frac{N}{Z} > 1/5$

نکته: در میان همهٔ اتم‌های جدول تناوبی، $_{1}^{1}H$ تنها اتمی است که نوترون ندارد.

۶ در جدول زیر شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوپ‌های هیدروژن درج شده است:

شباهت‌ها	تفاوت‌ها
تعداد پروتون (عدد اتمی)	تعداد نوترون
تعداد الکترون	عدد جرمی
موقعیت در جدول دوره‌ای	نیم‌عمر
	پایداری و درصد فراوانی*

* البته حتماً می‌دانید که درصد فراوانی را فقط برای ایزوتوپ‌های طبیعی لحاظ می‌کنند.

با توجه به مطالب فوق می‌توان دریافت که همهٔ عبارت‌های مطرح شده درست‌اند.

۱۰. گزینه ۲

درس‌نامه ۱۱

تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

تاکنون در جهان ۱۱۸ عنصر شناخته شده که تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند؛ این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی هستند و در راکتورهای (واکنشگاه‌های) هسته‌ای ساخته شده‌اند.

نکته: همهٔ ۲۶ عنصر ساختگی، پرتوزا هستند اما شمار کمی از ۹۲ عنصر موجود در طبیعت پرتوزا به‌شمار می‌آیند.

تکنسیم[۱] نخستین عنصری بود که در راکتور (واکنش‌گاه) هسته‌ای ساخته شد[۲]. بد نیست نکات زیر را در مورد این عنصر بدانیم:

۱ نماد شیمیایی تکنسیم، $_{43}^{99}Tc$ است. این عنصر در دورهٔ پنجم و گروه هفتم جدول دوره‌ای جای دارد[۳].

۲ از تکنسیم ($_{43}^{99}Tc$) برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود. غدهٔ تیروئید برای تولید بعضی هورمون‌ها مقدار زیادی از یُد موجود در موادغذایی (که به صورت I^- است) را در خود جمع می‌کند. یون یُدید با یونی که حاوی $_{43}^{99}Tc$ است[۴]، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود[۵].

۱. تکنسیم از واژهٔ یونانی Tekhnetos به معنای مصنوعی (= ساختگی) گرفته شده است.

۲. تکنسیم اولین بار از بمباران مولیبدن ($_{42}Mo$) طبیعی توسط دوترون‌های پر انرژی (هستهٔ اتم $_{1}^{2}H$) در یک شتاب‌دهنده حلقوی به دست آمد.

۳. با جدول دوره‌ای (تناوبی) در ادامه آشنا خواهید شد. جالب است بدانید بسیاری از خواص شیمیایی و فیزیکی این عنصر توسط مندلیف پیش‌بینی شده بود!!

۴. این یون پرتکنتات (TcO_4^-) نام دارد.

۵. $_{43}^{99}Tc$ پرتوی گاما نشر می‌دهد که به‌وسیلهٔ دستگاه آشکارساز قابل ردگیری است.

آ) غدهٔ پروانه‌ای شکل تیروئید در بدن انسان

ب) غدهٔ تیروئید سالم

پ) غدهٔ تیروئید ناسالم

رادیوایزوتوپ تکنسیم

۳ همهٔ تکنسیم موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.

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

نکته: تکنسیم $({}^{99}_{43}\mathrm{Tc})$ اگرچه پرتوزا و ناپایدار است اما نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن کم‌تر از ۱/۵ است:

$${}^{99}_{43}\mathrm{Tc} \Rightarrow N = A - Z = 99 - 43 = 56 \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{56}{43} \simeq 1/3 < 1/5$$

البته علاوه بر تکنسیم اتم‌های دیگری هم هستند که ناپایدار و پرتوزا هستند اما در آن‌ها نسبت نوترون به پروتون کم‌تر از ۱/۵ است[1].

به همین دلیل در صفحهٔ ۶ کتاب درسی به جای این‌که گفته شود: **همهٔ** هسته‌هایی که ... گفته می‌شود: «**اغلب** هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن برابر یا بیش‌تر از ۱/۵ است، ناپایدارند.»

عبارت‌های اول و سوم نادرست و عبارت‌های دوم، چهارم و پنجم درست‌اند. اکنون به بررسی این عبارت‌ها می‌پردازیم:

عبارت اول: نادرست است. از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۲۶ عنصر ساختگی است، پس:

$$\text{درصد عنصرهای ساختگی} : \frac{\text{تعداد عنصرهای ساختگی}}{\text{تعداد عنصرهای شناخته شده}} \times 100 = \frac{26}{118} \times 100 = 22\%$$

عبارت دوم: درست است. کمیاب‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$ است که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن برابر است با:

$${}^{3}_{1}\mathrm{H} \Rightarrow N = A - Z = 3 - 1 = 2 \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{2}{1} = 2 > 1/5$$

در حالی که این نسبت در تکنسیم $({}^{99}_{43}\mathrm{Tc})$ برابر ۱/۳ است.

عبارت سوم: نادرست است. اندازهٔ یونی که حاوی $({}^{99}_{43}\mathrm{Tc})$ است (نه خود اتم $({}^{99}_{43}\mathrm{Tc})$!) مشابه یون یُدید است.

عبارت چهارم: درست است. نیم‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن بسیار کوتاه و در حدود 10^{-22} ثانیه است. نیم‌عمر $({}^{99}_{43}\mathrm{Tc})$ حتماً بسیار بیش‌تر از این مقدار است[2] چون در غیر این‌صورت اصلاً قابل استفاده در تصویربرداری پزشکی نخواهد بود.

عبارت پنجم: درست است.

۱۱. گزینه ۴

درس‌نامه ۱۲ طبقه‌بندی عنصرها

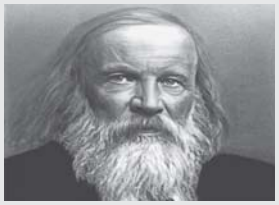
طبقه‌بندی کردن داده‌ها و یافته‌ها یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که دسترسی به اطلاعات را سریع‌تر و بررسی و تحلیل آن‌ها را آسان‌تر می‌کند. از این رو دانشمندان[3] برای آن‌که راحت‌تر بتوانند به بررسی خواص عنصرها و ترکیباتشان که هر روز بر شمار

۱. مانند ${}^{18}_{9}\mathrm{F}$ و ${}^{18}_{8}\mathrm{O}$ و ${}^{59}_{26}\mathrm{Fe}$ و ...

۲. نیم‌عمر $({}^{99}_{43}\mathrm{Tc})$ حدود ۶ ساعت است.

۳. نخستین کسی که به دسته‌بندی عنصرها پرداخت، لاووازیه دانشمند فرانسوی بود که عنصرها را به دو دسته فلزها و نافلزها تقسیم کرده بود.

آن‌ها افزوده می‌شود ـ بپردازند، آن‌ها را طبقه‌بندی کردند.



نکته: بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینهٔ دسته‌بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۹۰۷ ـ ۱۸۳۴ میلادی) به دست آمد. مندلیف یک معلم شیمی اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی میان عنصرها، مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم پی برد[۱].

اکنون یک سری اطلاعات طبقه‌بندی‌شده را در مورد این جدول دوره‌ای برایتان بازگو می‌نماییم.

❶ در جدول **دوره‌ای** (تناوبی) امروزی، عنصرها براساس افزایش **عدد اتمی**[۲] سازماندهی شده‌اند و از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($_{1}H$) آغاز و به عنصر شمارهٔ ۱۱۸ (اوگانسون $_{118}Og$) ختم می‌شود.

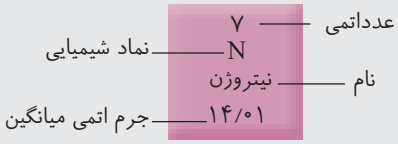
❷ این جدول، **۷ دوره و ۱۸ گروه** دارد:

● **دوره:** هر ردیف افقی جدول که نشان‌دهندهٔ چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است، دوره (تناوب) نام دارد. خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است.

● **گروه:** هر ستون عمودی جدول، که شامل عنصرهایی با خواص شیمیایی مشابه است، گروه نامیده می‌شود.

توجه: درست است که خواص شیمیایی عنصرهای یک دوره متفاوت است. اما با رفتن به دوره‌های بعدی، عنصرهایی که در یک گروه زیر هم قرار می‌گیرند خواص شیمیایی مشابهی دارند. پس با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این رو چنین جدولی را **جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها** نامیده‌اند.

❸ هر خانه از جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. برای نمونه خانهٔ شمارهٔ هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت روبه‌رو است.



❹ در این جدول هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده‌است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به‌صورت بزرگ نوشته می‌شود؛ برای نمونه نماد سه عنصر فلوئور، پالادیم و طلا به ترتیب F، Pd و Au است:

❺ در پایین جدول، دو ردیف چهارده‌تایی از عنصرها قرار گرفته‌اند که آن‌ها را **عنصرهای واسطه داخلی** می‌نامند (بعداً با آن‌ها آشنا خواهیم شد):

● **ردیف اول (لانتانیدها):** عنصرهایی با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ هستند. نام این دسته از عنصرها از لانتان ($_{57}La$) گرفته شده است. لانتانیدها در دورهٔ ۶ و گروه ۳ جای دارند.

● **ردیف دوم (اکتینیدها):** عنصرهایی با عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲ هستند. نام این دسته از عنصرها از اکتینیم ($_{89}Ac$) گرفته شده است. اکتینیدها در دورهٔ ۷ و گروه ۳ جای دارند.

این عنصرها همگی متعلق به گروه ۳ هستند که به دلیل کمبود جا، پایین جدول به صورت مجزا آورده شده‌اند.

❻ تعداد عنصرها در هر یک از دوره‌ها به قرار زیر است:

دوره	تعداد عنصرهای موجود
اول	۲ عنصر
دوم و سوم	هر کدام ۸ عنصر
چهارم و پنجم	هر کدام ۱۸ عنصر
ششم و هفتم	هر کدام ۳۲ عنصر*

* با احتساب عنصرهای پایین جدول

۱. جالب است بدانید که هم‌زمان با مندلیف یک دانشمند آلمانی به نام لوتار می‌یر نیز که بر روی دسته‌بندی عنصرها کار می‌کرد جدولی را گزارش نمود که مطابقت شگفت‌انگیزی با جدول مندلیف داشت. اما چون مندلیف حاصل کار پژوهشی خود را چند ماه پیش از کار پژوهشی می‌یر منتشر کرده بود، شهرت و افتخار بیش‌تری کسب کرد و جدول به نام او ثبت شد.

۲. در جدول پیشنهادی مندلیف، عنصرها براساس افزایش **جرم اتمی** مرتب شده بود.

۷ گروه ۳ **پرجمعیت‌ترین** گروه با ۳۲ عنصر و گروه‌های ۴ تا ۱۲ هم **کم‌جمعیت‌ترین** گروه‌های جدول هر کدام با ۴ عنصر، هستند.

نکته: موقعیت یا مکان هر عنصر در جدول دوره‌ای، شمارهٔ گروه و دورهٔ آن را نشان می‌دهد.

اکنون بر نیست برای دست گرمی، سؤال‌های «فود را بیازمایید» صفحهٔ ۱۳ کتاب درسی را حل کنیم!

مثال. با استفاده از جدول دوره‌ای، موقعیت عنصرهای آلومینیم ($_{13}Al$)، کلسیم ($_{20}Ca$)، منگنز ($_{25}Mn$) و سلنیم ($_{34}Se$) را تعیین کنید.

پاسخ: $_{13}Al$: گروه ۱۳ و دورهٔ ۳ $_{20}Ca$: گروه ۲ و دورهٔ ۴ $_{25}Mn$: گروه ۷ و دورهٔ ۴ $_{34}Se$: گروه ۱۶ و دورهٔ ۴

مثال. هلیم ($_{2}He$)، عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر، رفتاری مشابه با آن دارد؟ چرا؟

آ) $_{18}Ar$ ب) $_{6}C$ پ) $_{16}S$

پاسخ: عنصر مورد نظر باید هم‌گروه $_{2}He$ باشد و آن، آرگون ($_{18}Ar$) است که همانند هلیم تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد.

مثال. اتم فلوئور ($_{9}F$) در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید (F^-) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر، می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

آ) $_{37}Rb$ ب) $_{35}Br$ پ) $_{15}P$

پاسخ: برم ($_{35}Br$) با فلوئور ($_{9}F$) هم‌گروه است (گروه ۱۷) و همانند فلوئور می‌تواند آنیونی با بار منفی یک (برمید، Br^-) تشکیل دهد.

مثال. از اتم آلومینیم ($_{13}Al$)، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش‌بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب‌ها تبدیل شود؟

آ) $_{19}K$ ب) $_{31}Ga$ پ) $_{7}N$

پاسخ: گالیم ($_{31}Ga$)، زیرا با آلومینیم ($_{13}Al$) هم‌گروه است (گروه ۱۳).

در آخر بر نیست یک سؤال فقن از کنکور سال ۹۶ برایتان مطرح کنیم!

مثال. جدول تناوبی عنصرها (به ترتیب از راست به چپ) دارای چند دوره و چند گروه است؟ *(ریاضی خارج ۹۶)*

۱) ۱۶، ۷ ۲) ۱۸، ۷ ۳) ۱۶، ۸ ۴) ۱۸، ۸

پاسخ: این جدول ۷ دوره و ۱۸ گروه دارد.

A همان تکنسیم ($_{43}Tc$) است که می‌دانیم پرتوزاست. اما E هم پرتوزاست چون عدد اتمی آن برابر ۸۵ است ($_{85}E$) و می‌دانید که همهٔ عنصرهایی که عدد اتمی آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۸۴ باشد ($Z \geq 84$) پرتوزا هستند. اگر عدد جرمی $_{85}E$ برابر ۲۱۰ باشد:

$$^{210}_{85}E \Rightarrow N = A - Z = 210 - 85 = 125 \Rightarrow N - Z = 40$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: عدد اتمی Z برابر ۴ است. همان‌طور که گفته شد گروه ۳ پرجمعیت‌ترین گروه جدول تناوبی با ۳۲ عنصر است که ۲۸ تای آن مربوط به لانتانیدها و اکتینیدها است. عدد اتمی آخرین عنصر اکتینید برابر ۱۰۲ است. پس عدد اتمی آخرین عنصر گروه ۳ برابر ۱۰۳ می‌باشد. بنابراین تفاوت عدد اتمی $_{4}Z$ و آخرین عنصر گروه ۳ برابر ۹۹ ($103 - 4 = 99$) است.

گزینهٔ «۲»: عدد اتمی X برابر ۳۱ است، پس کاتیون $_{31}X^{3+}$ دارای ۲۸ الکترون است. این در حالی است که گاز نجیب دورهٔ قبل (یعنی

$_{18}A$) دارای ۱۸ الکترون است.

گزینهٔ «۳»: عدد اتمی B برابر ۱۶ است. تعداد ذره‌های زیراتمی در یون $^{32}_{16}B^{2-}$ برابر ۵۰ است:

$$\text{تعداد ذره‌های زیراتمی } {}^{32}_{16}B^{2-} = \underbrace{\text{تعداد پروتون‌ها}}_{A=32} + \underbrace{\text{تعداد نوترون‌ها}}_{} + \underbrace{\text{تعداد الکترون‌ها}}_{(Z+2)} = 32 + 18 = 50$$

عنصر A در دورهٔ پنجم جای دارد پس عنصر مورد نظر در دورهٔ پنجم و گروه ۱۴ جای دارد که عدد اتمی آن برابر ۵۰ است.

۱۲. گزینه ۱

درس‌نامه ۱۴ جرم اتمی عنصرها

۱ جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن‌ها با ترازوهای متفاوت ـ که دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارند ـ اندازه‌گیری می‌کنند. برای مثال جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن (با دقت یک دهم تن)، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم (با دقت یک صدم گرم) می‌سنجند.

دقت اندازه‌گیری: کم‌ترین مقداری که می‌توان به وسیلهٔ یک دستگاه اندازه گرفت، دقت آن دستگاه گویند.

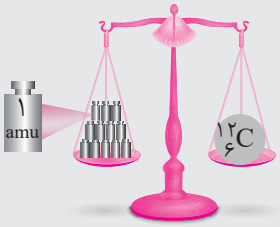
توجه: برای اندازه‌گیری جرم یک جسم، باید جرم آن جسم از دقت اندازه‌گیری ترازوی مورد استفاده بیش‌تر باشد. برای مثال با استفاده از باسکول چند تنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد، زیرا جرم هندوانه کم‌تر از دقت اندازه‌گیری باسکول است. به دلیل مشابه، جرم یک دانهٔ برنج را نمی‌توان با ترازوی معمولی اندازه‌گیری کرد.

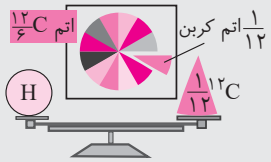
۲ دانشمندان برای این‌که بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط زیست، محیط آزمایش و ... بررسی و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند چه جرمی از اتم‌ها و مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است؛ از این رو همواره به دنبال **سنجه‌ای مناسب** برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

۳ یکای جرم اتمی (amu) : اتم‌ها بسیار ریزند، به‌طوری که نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری نمود. از این رو دانشمندان برای تعیین جرم اتم‌ها مقیاس جرم نسبی را به‌کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ ($^{12}_{6}C$) است. به این وزنه، **یکای جرم اتمی** (amu) می‌گویند[1].

یکای جرم اتمی (amu)[2]: یک **amu** برابر یک دوازدهم جرم اتم کربن ـ ۱۲ است.

- اگر جرم یک ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ را برابر عدد ۱۲ درنظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را ۱amu می‌نامند. به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همهٔ اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد.





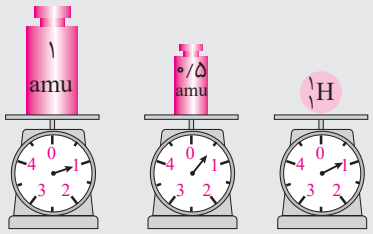
الگویی دیگر برای نمایش amu[3]

۱. دانشمندان ابتدا هیدروژن و سپس اکسیژن را به عنوان استانداردی برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها انتخاب کردند، اما در سال ۱۹۶۱ کربن به این منظور برگزیده شد.

۲. amu کوتاه‌شدهٔ عبارت atomic mass unit به معنای یکای جرم اتمی است.

۳. *مته روی خشخاش! این شکل که در کتاب درسی آمده است را با کمی اغماض قبول می‌کنیم. چون جرم اتم $^{1}_{1}H$ برابر ۱amu نیست و جرم آن اندکی بیش‌تر از ۱amu است. خود کتاب هم در جای دیگری گفته است که جرم اتم $^{1}_{1}H$ برابر ۱/۰۰۸amu است. البته ۰/۰۰۸amu که به جایی برنمی‌خورد، اصلاً از ترازوی شاهین‌دار که انتظار این همه دقت نمی‌رود، می‌رود؟!*

● اگر در یک ترازو که با مقیاس amu مدرج شده، به جای ایزوتوپ کربن ـ ۱۲، ایزوتوپ $^{1}_{1}H$ قرار گیرد، جرم ۱/۰۰۸amu به دست می‌آید.



برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی

در جدول زیر برخی از ویژگی‌های زیراتمی ارایه شده است.

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

توجه داشته باشید که در جدول فوق، عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.

● همواره مقدار بار الکتریکی ذره‌های سازندهٔ اتم را نسبت به مقدار بار الکتریکی الکترون می‌سنجند. در این مقیاس نسبی، بار الکترون ۱- درنظر گرفته می‌شود. از آن‌جا که بار الکتریکی پروتون هم‌اندازه با الکترون، اما با بار مثبت است، در این مقیاس نسبی بار الکتریکی آن ۱+ درنظر گرفته می‌شود. نوترون هم که ذره‌ای خنثی است، پس بار الکتریکی آن برابر صفر است.

● در این مقیاس جرم پروتون و نوترون تقریباً یکسان و در حدود ۱amu بوده، در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ = ۰/۰۰۰۵amu است. از این رو جرم نسبی پروتون و نوترون را برابر ۱ و جرم نسبی الکترون را برابر صفر درنظر می‌گیرند.

● ترتیب دقیق جرم ذره‌های زیراتمی به صورت زیر است:

ترتیب جرم : نوترون (۱/۰۰۸۷amu) > پروتون (۱/۰۰۷۳amu) >> الکترون (۰/۰۰۰۵amu)

توجه داشته باشید که جرم نوترون از مجموع جرم پروتون و الکترون بیش‌تر است.

تریتیم ($^{3}_{1}T$ یا $^{3}_{1}H$) در هستهٔ خود یک پروتون و دو نوترون دارد و از آن‌جا که جرم الکترون ناچیز است می‌توان از آن صرف‌نظر نمود:

$$\text{جرم اتم } {}^{3}_{1}H = \text{جرم پروتون} + \text{جرم نوترون} = 1p + 2n = 1amu + 2amu = 3amu = 3 \times 1/66 \times 10^{-24} = 4/98 \times 10^{-24}\ g$$

که تقریباً همان گزینهٔ «۱» است.

روش دوم: اگر بخواهیم محاسبات فوق را دقیق‌تر انجام دهیم می‌توان به صورت زیر عمل نمود (البته این روش نه تنها وقت‌گیر بلکه حال‌گیر است!)

$$\text{جرم اتم } {}^{3}_{1}H = \text{جرم پروتون} + \text{جرم نوترون} + \text{جرم الکترون} = 1p + 2n + 1e^{-} = 1840e^{-} + 2 \times 1850e^{-} + 1e^{-}$$

$$= 5541e^{-} = 5541 \times 5/4 \times 10^{-5}\ amu = 2/992amu = 2/992 \times 1/66 \times 10^{-24} = 4/96 \times 10^{-24}\ g$$

۱۳. گزینه ۳

درس‌نامه ۱۵ عدد آووگادرو

اتم‌ها به‌طور باور نکردنی ریز هستند به‌طوری که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و شمارش تک تک آن‌ها، شمار آن‌ها را به‌دست آورد. اما از روی جرم مواد می‌توان شمار ذره‌های سازنده را شمارش کرد. دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام **طیف‌سنج جرمی**، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند. آن‌ها دریافتند که هر amu جرمی برابر $1/66 \times 10^{-24}\ g$ دارد ($1amu = 1/66 \times 10^{-24}\ g$).

PHAREPUB.COM

بدین ترتیب مثلاً جرم هر اتم کربن ـ ۱۲ برابر $۱۲ \times ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}\ g$ است، اما این مقدار جرم آن‌قدر کوچک است که با ابزارهای معمولی قابل توزین نیست. دانشمندان برای انجام کارهای روزمره در آزمایشگاه نیاز به یکای بزرگ‌تری مانند گرم داشتند، از این‌رو پیشنهاد کردند که تعداد بسیار زیادی از اتم‌ها انتخاب شود تا بتوان جرم آن‌ها را با ابزارهای معمولی اندازه گرفت.

آمدئو آووگادرو (۱۸۵۶ ـ ۱۷۷۶م)

(N_A) عدد آووگادرو $= ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$

❶ **مول:** به تعداد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد از هر ذره (اتم، مولکول یا یون)، **یک مول** (mol) از آن ذره می‌گویند. عدد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ به افتخار شیمی‌دان ایتالیایی، آمدئو آووگادرو، **عدد آووگادرو** گفته می‌شود و آن را با N_A نشان می‌دهند:

اکنون جرم $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ذره دیگر کوچک نیست و می‌توان به آسانی با ترازوهای معمولی (برحسب گرم) اندازه گرفت.

❷ **جرم مولی:** جرم یک مول ذره (اتم، مولکول یا یون) برحسب گرم، **جرم مولی** آن ذره نامیده می‌شود. یکای جرم مولی گرم بر مول است. برای مثال جرم مولی اتم کربن ـ ۱۲ برابر ۱۲ گرم بر مول است:

جرم اتمی کربن ـ ۱۲ $= ۱۲ amu$

جرم مولی کربن ـ ۱۲ $= ۱۲ g.mol^{-۱}$

نکته: جرم مولی یک عنصر از نظر عددی برابر جرم اتمی آن است با این تفاوت که یکای جرم اتمی amu و یکای جرم مولی گرم بر مول است.

نکته: جرم مولی یک مولکول برابر با مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن است. برای مثال جرم مولی $H_۲O$ برابر با $۲(۱) + ۱۶ = ۱۸ g$ است.

❸ **حل مسائل مربوط به مول و N_A:** با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آن‌ها را به یک‌دیگر تبدیل کرد به‌طوری که برای هر هم‌ارزی می‌توان دو **عامل (کسر) تبدیل** نوشت. در این عامل‌ها صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکاست. برای نمونه از هم‌ارزی $۱ m = ۱۰۰ cm$ می‌توان این دو عامل تبدیل را نوشت:

$$\frac{۱ m}{۱۰۰ cm}\ ,\ \frac{۱۰۰ cm}{۱ m}$$

از این عامل‌ها می‌توان در تبدیل متر به سانتی‌متر و برعکس استفاده کرد؛ برای نمونه به تبدیل ۰/۱۵ متر به سانتی‌متر توجه کنید:

$$?cm = ۰/۱۵ m \times \frac{۱۰۰ cm}{۱ m} = ۱۵ cm$$

اکنون به مثال‌هایی که رنگ و بوی شیمی دارد توجه نمایید!

مثال . در ۰/۴ مول فلز روی چند اتم از آن موجود است؟

۱) $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$ ۲) $۲۴/۰۸ \times ۱۰^{۲۲}$ ۳) $۱۸/۰۶ \times ۱۰^{۲۰}$ ۴) $۱۲/۰۴ \times ۱۰^{۲۱}$

پاسخ : گزینه ۲ از هم‌ارزی Zn اتم $۱ mol\,Zn = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ می‌توان دو عامل تبدیل زیر را نوشت:

$$\frac{۱ mol\,Zn}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ Zn\ اتم}\ ,\ \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ Zn\ اتم}{۱ mol\,Zn}$$

(I) (II)

در این‌جا باید یکای مول را به یکای اتم تبدیل کنیم (یعنی یکای مول را باید حذف کنیم)، پس عامل تبدیل (II) را استفاده می‌کنیم.

$$?Zn\ اتم = ۰/۴\ mol\,Zn \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ Zn\ اتم}{۱\ mol\,Zn} = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳} = ۲۴/۰۸ \times ۱۰^{۲۲}\ Zn\ اتم$$

روش دیگر: تناسب:

mol Zn Zn اتم

$$\begin{bmatrix} ۱ & ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \\ ۰/۴ & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = ۰/۴ \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} = ۲۴/۰۸ \times ۱۰^{۲۲}\ Zn\ اتم$$

مثال . در ۰/۰۳۲ گرم فلز مس چند اتم از این فلز وجود دارد؟ $(Cu = 64\,g.mol^{-1})$

۱) $3/01\times10^{23}$ ۲) $12/04\times10^{20}$ ۳) $3/01\times10^{20}$ ۴) $6/02\times10^{20}$

پاسخ : در این‌جا ابتدا باید یکای گرم را به یکای مول تبدیل کنیم $(1\,mol\,Cu = 64\,g\,Cu)$، پس باید $0/032\,g$ را در عامل تبدیل $\frac{1\,mol\,Cu}{64\,g\,Cu}$ ضرب نماییم تا یکای g حذف و یکای mol ایجاد شود. سپس باید یکای مول را به اتم تبدیل نماییم $(1\,mol\,Cu = 6/02\times10^{23}\,Cu\,\text{اتم})$ پس آن را باید در عامل تبدیل $\frac{6/02\times10^{23}\,Cu\,\text{اتم}}{1\,mol\,Cu}$ ضرب کنیم تا یکای mol حذف و تعداد اتم به دست آید:

$$?Cu\,\text{اتم} = 0/032\,g\,Cu\times\frac{1\,mol\,Cu}{64\,g\,Cu}\times\frac{6/02\times10^{23}\,Cu\,\text{اتم}}{1\,mol\,Cu} = 3/01\times10^{20}\,Cu\,\text{اتم}$$

روش دیگر: تناسب: برای حل این مسأله باید از دو تناسب استفاده نمود: ابتدا تعداد مول‌های موجود در ۰/۰۳۲ گرم مس را محاسبه می‌نماییم:

$$\begin{matrix} g\,Cu & mol \\ 64 & 1 \\ 0/032 & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{0/032}{64} = 5\times10^{-4}\,mol\,Cu$$

سپس تعداد اتم‌های موجود در 5×10^{-4} مول مس را به دست می‌آوریم:

$$\begin{matrix} mol\,Cu & Cu\,\text{اتم} \\ 1 & 6/02\times10^{23} \\ 5\times10^{-4} & x \end{matrix} \Rightarrow x = 5\times10^{-4}\times6/02\times10^{23} = 3/01\times10^{20}\,Cu\,\text{اتم}$$

توجه: این مسأله را به راحتی می‌توان با یک تناسب حل نمود کافی است هم ارزی زیر را در نظر داشته باشیم:

$$1\,mol\,Cu = 64\,g\,Cu = 6/02\times10^{23}\,Cu\,\text{اتم}$$

$$\begin{matrix} g\,Cu & \text{اتم} \\ 64 & 6/02\times10^{23} \\ 0/032 & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{0/032\times6/02\times10^{23}}{64} = 3/01\times10^{20}\,Cu\,\text{اتم}$$

توجه: فلز مس گاهی در طبیعت به صورت آزاد یافت می‌شود. این عنصر اغلب به شکل ترکیب‌های گوناگون وجود دارد. حدود هفت هزار سال پیش، انسان توانست با گرم کردن سنگ معدن مس همراه با زغال سنگ، فلز مس را به صورت مذاب استخراج کند.

مثال . $1/505\times10^{20}$ مولکول متان، چند گرم جرم دارد؟ (جرم مولی CH_4 برابر $16\,g.mol^{-1}$ است)

۱) $9/6\times10^{-2}$ ۲) $4/8\times10^{-2}$ ۳) $3/2\times10^{-3}$ ۴) 4×10^{-3}

پاسخ : روش (اول) کسر تبدیل: ابتدا تعداد مولکول را به mol و سپس mol را به گرم تبدیل می کنیم:

$$?g\,CH_4 = 1/505\times10^{20}\,\text{مولکول}\,CH_4\times\frac{1\,mol\,CH_4}{6/02\times10^{23}\,\text{مولکول}\,CH_4}\times\frac{16\,g\,CH_4}{1\,mol\,CH_4} = 4\times10^{-3}\,g\,CH_4$$

روش دوم) تناسب: این مسأله را هم با ایجاد یک تناسب حل می کنیم فقط باید هم‌ارزی زیر را درنظر داشته باشیم:

$$1\,mol\,CH_4 = 16\,g\,CH_4 = 6/02\times10^{23}\,\text{مولکول}\,CH_4$$

$$\begin{matrix} g\,CH_4 & \text{مولکول}\,CH_4 \\ 16 & 6/02\times10^{23} \\ x & 1/505\times10^{20} \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{16\times1/505\times10^{20}}{6/02\times10^{23}} = 4\times10^{-3}\,g\,CH_4$$

چند نکتهٔ حفظی:

۱ برخی فضاپیماها با خود طیف‌سنج جرمی حمل می کنند و از آن برای شناسایی عنصرها در نقاط گوناگون فضا بهره می گیرند.

۲ هر کهکشان در جهان هستی حدود ۴۰۰ میلیارد ستاره در خود دارد. هم‌چنین تعداد کهکشان‌های جهان هستی حدود ۱۳۰ میلیارد برآورد می‌شود، در این صورت در جهان هستی حدود ۰/۰۸ مول ستاره وجود دارد.

۳ اگر یک مول دانهٔ برف در سطح ایران ببارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع قلهٔ دنا (≈ ۴۵۰۰m) همهٔ کشور را می‌پوشاند!

پرسش‌های مطرح شده را پاسخ می‌دهیم:

آ) با توجه به گزینه‌ها، N_xO_y یا به صورت NO است یا N_2O . ابتدا فرض می‌کنیم NO باشد، پس باید ثابت کنیم ۰/۳ گرم از آن شامل $6/02\times10^{21}$ مولکول است:

$$NO \Rightarrow \text{جرم مولی} = 14+16 = 30\,g.mol^{-1}$$

$$\begin{matrix} g\,NO & \text{مولکول NO} \\ 30 & 6/02\times10^{23} \\ 0/3 & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{0/3\times6/02\times10^{23}}{30} = 6/02\times10^{21}\ \text{مولکول NO}$$

پس مولکول مورد نظر NO است نه N_2O .

ب) با توجه به گزینه‌ها، SF_x یا به صورت SF_4 است یا SF_6 . ابتدا فرض می‌کنیم SF_4 باشد، پس باید ثابت کنیم ۰/۷۳ گرم از آن شامل $3/01\times10^{21}$ مولکول است:

$$SF_4 \Rightarrow \text{جرم مولی} = 32+4(19) = 108\,g.mol^{-1}$$

$$\begin{matrix} gSF_4 & \text{مولکول } SF_4 \\ 108 & 6/02\times10^{23} \\ 0/73 & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{0/73\times6/02\times10^{23}}{108} = 4/07\times10^{21}\ \text{مولکول } SF_4$$

پس مولکول مورد نظر SF_4 نیست بلکه SF_6 است.

پ) ابتدا تعداد اتم‌های اکسیژن موجود در ۹/۶ گرم (اوزون) O_3 را محاسبه می‌کنیم:

$$O_3 \longrightarrow 3O$$

یک مولکول O_3 ۳ اتم O

$$\begin{matrix} g\,O_3 & \text{اتم O} \\ 48 & 3\times6/02\times10^{23} \\ 9/6 & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{9/6\times3\times6/02\times10^{23}}{48} = 3/61\times10^{23}\ \text{اتم O}$$

اکنون باید محاسبه کنیم $3/61\times10^{23}$ اتم H و C معادل چند گرم از CH_4 است:

$$CH_4 \longrightarrow C+4H$$

یک مولکول ⟵ ۵ اتم

$$\begin{matrix} g\,CH_4 & \text{اتم (C,H)} \\ 16 & 5\times6/02\times10^{23} \\ x & 3/61\times10^{23} \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{16\times3/61\times10^{23}}{5\times6/02\times10^{23}} = 1/92\,g\,CH_4$$

۱۴. گزینه ۲

درس‌نامه ۱۶ مسائل جرم اتمی میانگین

چون بیش‌تر عنصرهایی که به‌طور طبیعی یافت می‌شوند بیش از یک ایزوتوپ دارند، لذا با توجه به تعداد ایزوتوپ‌ها و تفاوت در فراوانی آن‌ها، برای گزارش جرم نمونه‌های طبیعی از اتم عنصرهای مختلف، **جرم اتمی میانگین** به کار می‌رود.

برای تعیین جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌های یک عنصر از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \cdots}{F_1 + F_2 + \cdots}$$

در رابطهٔ فوق، M جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌ها، M_1 ، M_2 و ... جرم اتمی ایزوتوپ‌ها و F_1 ، F_2 و ... فراوانی ایزوتوپ‌ها را نشان می‌دهد.

تذکر: اگر فراوانی ایزوتوپ‌ها، به صورت درصد بیان شده باشند، مجموع $F_1 + F_2 + \cdots$ برابر ۱۰۰ می‌باشد.

نکته: در مورد جرم اتمی میانگین به نکات زیر توجه نمایید:

۱ جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرهاست.

❷ جرم اتمی میانگین همواره از جرم اتمی سبک‌ترین ایزوتوپ بزرگ‌تر و از جرم اتمی سنگین‌ترین ایزوتوپ کوچک‌تر است.

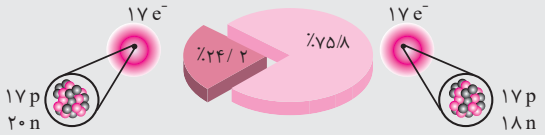
❸ معمولاً جرم اتمی میانگین به جرم اتمی ایزوتوپی نزدیک‌تر است که بیش‌ترین فراوانی را دارد[1].

تفاوت و تشابه عدد جرمی و جرم اتمی: دانستیم که به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، **عدد جرمی** می‌گویند. این نام‌گذاری از آن جهت است که جرم اتم به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هسته بستگی دارد و جرم الکترون‌ها به دلیل ناچیز بودن، تأثیر چشم‌گیری بر جرم اتم ندارد. از آن‌جا که جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها با هم برابر و حدوداً برابر ۱amu است می‌توان از روی عدد جرمی یک اتم، جرم آن را تخمین زد. برای مثال جرم اتمی ایزوتوپ‌های لیتیم ($^{۶}_{۳}Li$, $^{۷}_{۳}Li$) با توجه عدد جرمی آن‌ها به ترتیب برابر ۶amu و ۷amu است. اما به این تفاوت هم توجه داشته باشید که اگرچه عدد جرمی و جرم اتمی به لحاظ عددی برابرند[2] اما ماهیت این دو متفاوت است؛ یکی مقیاس عددی و دیگری جرمی است.

با رجوع به جدول دوره‌ای می‌بینیم که جرم اتمی لیتیم نه یک عدد صحیح بلکه یک عدد اعشاری است (جرم اتمی Li = ۶/۹۴g). این عدد در واقع جرم اتمی میانگین لیتیم است که با لحاظ ایزوتوپ‌ها و فراوانی آن‌ها، درج شده است.

اکنون پس از این همه مقدمه، بر نیست به بررسی چند مثال بپردازیم.

مثال . با توجه به شکل روبه‌رو که ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد، جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.

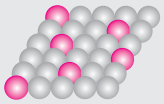


پاسخ : با توجه به شکل، فراوانی ایزوتوپ ^{۳۵}Cl برابر ٪۷۵/۸ و فراوانی ایزوتوپ ^{۳۷}Cl برابر ٪۲۴/۲ است، پس:

$$M=\frac{M_۱F_۱+M_۲F_۲}{F_۱+F_۲}=\frac{(۳۵\times ۷۵/۸)+(۳۷\times ۲۴/۲)}{۱۰۰}=۳۵/۴۸۴amu$$

این عدد با جرم اتمی میانگین کلر در جدول دوره‌ای که برابر ۳۵/۴۵g است، تقریباً برابر است.

مثال . با توجه به شکل روبه‌رو که توزیع اتم‌های بور را در بور طبیعی نشان می‌دهد، می‌توان دریافت که فراوانی ایزوتوپ ..... بیش‌تر و ..... پایدارتر است و جرم اتمی میانگین بور برابر با amu ..... است.



۱) $^{۱۰}_{۵}B-^{۱۰}_{۵}B$ ۱۰/۸

۲) $^{۱۱}_{۵}B-^{۱۱}_{۵}B$ ۱۰/۸

۳) $^{۱۱}_{۵}B-^{۱۱}_{۵}B$ ۱۰/۹

۴) $^{۱۰}_{۵}B-^{۱۰}_{۵}B$ ۱۰/۹

پاسخ : گزینه ۲ با توجه به شکل داده شده می‌توان مشاهده نمود که فراوانی ایزوتوپ $^{۱۱}_{۵}B$ بیش‌تر است و همان‌طور که می‌دانید **ایزوتوپی که در طبیعت فراوان‌تر است، پایدارتر** نیز می‌باشد. پس ایزوتوپ $^{۱۱}_{۵}B$ پایدارتر از ایزوتوپ $^{۱۰}_{۵}B$ می‌باشد. جرم اتمی میانگین بور از رابطهٔ زیر به دست می‌آید (فراوانی ایزوتوپ $^{۱۰}_{۵}B$ برابر ۶ و فراوانی ایزوتوپ $^{۱۱}_{۵}B$ برابر ۲۴ می‌باشد.):

---

۱. گاهی اوقات، جرم اتمی میانگین به جرم اتمی ایزوتوپی که بیش‌ترین فراوانی را دارد، نزدیک نیست؟! برای مثال قلع دارای ۱۰ ایزوتوپ است:

ایزوتوپ	^{۱۱۲}Sn	^{۱۱۴}Sn	^{۱۱۵}Sn	^{۱۱۶}Sn	^{۱۱۷}Sn	^{۱۱۸}Sn	^{۱۱۹}Sn	^{۱۲۰}Sn	^{۱۲۲}Sn	^{۱۲۴}Sn
درصد فراوانی	۰/۹۷	۰/۶۶	۰/۳۴	۱۴/۵۴	۷/۶۸	۲۴/۲۲	۸/۵۹	۳۲/۵۸	۴/۶۳	۵/۷۹

همان‌طور که ملاحظه می‌شود فراوان‌ترین ایزوتوپ قلع، ^{۱۲۰}Sn است، در حالی که جرم اتمی میانگین قلع برابر $M=۱۱۸/۷g.mol^{-۱}$ است که البته به جرم اتمی ^{۱۲۰}Sn نزدیک نیست بلکه به ^{۱۱۹}Sn نزدیک‌تر است که فراوانی آن کم‌تر از فراوانی ^{۱۲۰}Sn است. به همین جهت در این عبارت از لفظ **معمولاً** استفاده کرده‌ایم نه «همواره»!

۲. درست‌تر آن است که گفته شود عدد جرمی و جرم اتمی به لحاظ عددی **تقریباً برابرند**. برای مثال جرم اتمی $^{۶}_{۳}Li$, $^{۷}_{۳}Li$ به ترتیب برابر ۶/۰۱۵amu و ۷/۰۱۶amu است. با توجه به این‌که جرم پروتون و نوترون به ترتیب برابر ۱/۰۰۷۳amu و ۱/۰۰۸۷amu است، جرم $^{۶}_{۳}Li$ و $^{۷}_{۳}Li$ باید به ترتیب ۶/۰۴۸amu و ۷/۰۵۶amu باشد. در درس فیزیک خواهید خواند که جرم یک اتم به دلیل انرژی بستگی هسته (binding energy)، از مجموع جرم ذره‌های سازندهٔ آن اندکی کم‌تر است. فرمول $E=mc^{۲}$ را که یادتان هست! وقتی پروتون‌ها و نوترون‌ها کنار هم قرار می‌گیرند مقداری از جرم آن‌ها به انرژی تبدیل می‌شود.

PHAREPUB.COM

$$M=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}=\frac{10(6)+11(24)}{6+24}=10/8\,amu$$

شگرد تستی برای محاسبه جرم اتمی میانگین

معمولاً محاسبهٔ جرم اتمی میانگین وقت‌گیر و البته کمی اعصاب‌خردکن! است، از این رو برای ساده کردن محاسبات و نیز سرعت بخشیدن به آن‌ها از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$M=M_1+\frac{F_2\overbrace{(M_2-M_1)}^{\text{اختلاف جرم اتمی ایزوتوپ دوم با سبک‌ترین ایزوتوپ}}+F_3\overbrace{(M_3-M_1)}^{\text{اختلاف جرم اتمی ایزوتوپ سوم با سبک‌ترین ایزوتوپ}}\cdots}{F+F+F+\cdots}$$

M_1: جرم اتمی سبک‌ترین ایزوتوپ — F_2: فراوانی ایزوتوپ دوم — F_3: فراوانی ایزوتوپ سوم

اگر مثال فوق را به این روش انجام دهیم، داریم:

$$M=M_1+\frac{F_2(M_2-M_1)}{F_1+F_2}=10+\frac{24(11-10)}{30}=10+\frac{24}{30}=10+0/8=10/8$$

مثال. نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۱۰۶/۹ و ۱۰۸/۹ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر آن برابر ۵۲ درصد باشد، جرم اتمی متوسط نقره، کدام است؟ *(ریاضی ۸۴)*

۱) ۱۰۷/۸۴ ۲) ۱۰۷/۸۶ ۳) ۱۰۷/۸۸ ۴) ۱۰۷/۸۹

پاسخ: گزینه ۲

روش اول: با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:

$$M=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}=\frac{(106/9\times\overbrace{52}^{\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر}})+(108/9\times\overbrace{48}^{\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر}})}{100}=107/86$$

توجه: *اختلاف گزینه‌ها در این تست، میلی‌متری است، یعنی برای رسیدن به جواب، روش‌های تخمین و تقریب و ... اصلاً جواب نمی‌دهد! و باید ضرب و تقسیم‌ها را با دقت انجام داد. اما خوش‌بختانه در روش دوم از این دردسرها کم‌تر داریم:*

روش دوم:

$$M=M_1+\frac{F_2(M_2-M_1)}{100}=106/9+\frac{48(108/9-106/9)}{100}=106/9+\frac{48\times(2)}{100}=106/9+0/96=107/86$$

مثال. عنصر گالیم از دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۶۸/۹ و ۷۰/۹ تشکیل شده است. اگر جرم اتمی میانگین گالیم ۶۹/۷ باشد، فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر چند درصد است؟

۱) ۶۰ ۲) ۳۵ ۳) ۴۰ ۴) ۷۵

پاسخ: **روش اول:** اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر را F_1 فرض کنیم:

$$F_1+F_2=100\Rightarrow F_2=100-F_1$$

$$M=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}\Rightarrow 69/7=\frac{68/9F_1+70/9(100-F_1)}{100}=\frac{(68/9-70/9)F_1+7090}{100}$$

$$\Rightarrow 6970=-2F_1+7090\Rightarrow 2F_1=120\Rightarrow F_1=60\ \%$$

روش دوم:

$$M = M_1 + \frac{F_2(M_2 - M_1)}{100} \Rightarrow 69/7 = 68/9 + \frac{F_2(70/9 - 68/9)}{100} = 68/9 + 0/02F_2 \Rightarrow F_2 = 40 \Rightarrow F_1 = 60\,\%$$

اگر فراوانی ایزوتوپ ^{84}A، ۲۰ درصد باشد، مجموع فراوانی دو ایزوتوپ دیگر برابر ۸۰ درصد است:

$^{84}A \rightarrow F_1 = 20$

$^{86}A \rightarrow F_2 = x_1$

$^{88}A \rightarrow F_3 = 80 - x_1$

روش اول:

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{100}$$

$$86/4 = \frac{(84 \times 20) + (86 \times x_1) + (88 \times (80 - x_1))}{100} \Rightarrow 8640 = 1680 + 86x_1 + 7040 - 88x_1$$

$$\Rightarrow 2x_1 = 80 \Rightarrow x_1 = 40 \Rightarrow F_2 = 40, F_3 = 40$$

روش دوم:

$$M = M_1 + \frac{F_2(M_2 - M_1) + F_3(M_3 - M_1)}{100}$$

$$86/4 = 84 + \frac{x_1(86 - 84) + (80 - x_1)(88 - 84)}{100} \Rightarrow 86/4 = 84 + \frac{2x_1 + 320 - 4x_1}{100}$$

$$\Rightarrow 2/4 = \frac{320 - 2x_1}{100} \Rightarrow 240 = 320 - 2x_1 \Rightarrow x_1 = 40 \Rightarrow F_2 = 40 \Rightarrow F_3 = 40$$

۱۵. گزینه ۲

درس‌نامه ۱۷ نور

۱ نور کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد. اگر امروزه دانشمندان می‌توانند در مورد سرآغاز کیهان و چگونگی پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها اظهارنظر کنند به دلیل نوری است که از این اجرام آسمانی به ما می‌رسد. نوری که از ستاره‌ها یا سیاره‌ای به ما می‌رسد نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است[1].

توجه: دانشمندان با دستگاهی به نام **طیف‌سنج** می‌توانند پرتوهای گسیل‌شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آن‌ها به دست آورند.

---

۱. حتماً نوری را که یک فلز گداخته تابش می‌کند دیده‌اید. هنگامی که فلزی در آتش قرار گیرد ابتدا رنگ آن قرمز و سپس با افزایش دما، نور آن به نارنجی و زرد تغییر پیدا می‌کند. با افزایش بیش‌تر دما، ممکن است فلز به رنگ آبی یا حتی بنفش هم تابش کند. آن‌چه گفته شد در فیزیک تحت عنوان قانون وین از آن یاد می‌شود. این قانون در مورد ستاره‌ها هم مطرح است. دمای سطحی ستاره‌ها و رنگ معادل آن دما در جدول زیر ارائه شده است.

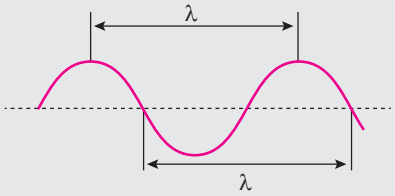
دمای سطح ستاره ($^\circ C$)	رنگ	رده
< 3200	قرمز	M
$3200 - 4700$	قرمز مایل به زرد	K
$4700 - 5750$	سفید مایل به زرد	G
$5750 - 7200$	آبی مایل به سفید	F
$7200 - 11000$	آبی	A
$11000 - 25000$	آبی	B
> 25000	بنفش	O

هر محدودهٔ دما را با یک حرف مشخص می‌کنند و آن را ردهٔ طیفی می‌نامند. ستاره‌هایی که در آسمان به رنگ قرمز یا نارنجی دیده می‌شوند سردترین (ردهٔ M و K) و ستاره‌های آبی و بنفش داغ‌ترین ستاره‌ها (رده‌های B و O) هستند. در این رده‌بندی خورشید در ردهٔ طیفی G قرار می‌گیرد.

PHAREPUB.COM

توجه: برای اندازه‌گیری دمای اجسام بسیار داغ نمی‌توان دماسنج را در تماس با آن قرار داد زیرا دماسنج در این دماها ذوب می‌شود. برای این منظور باید از دماسنجی استفاده کرد که بدون تماس با جسم داغ، دمای آن را مشخص کند. یکی از این دماسنج‌ها، **دماسنج فروسرخ** نام دارد که با جذب پرتوهای فروسرخ نشر شده از جسم داغ، دمای آن‌ها را نشان می‌دهد.

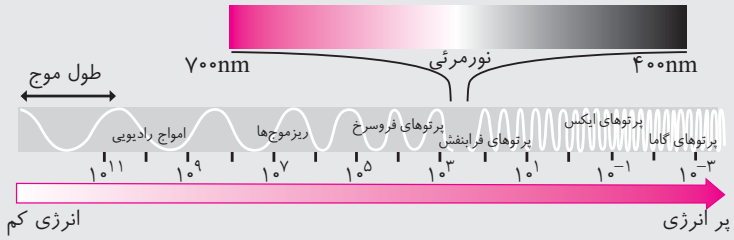
۲ برخی ویژگی‌های نور: نور شکلی از انرژی است که به صورت موج منتشر می‌شود. در این‌جا به بررسی بعضی از ویژگی‌های نور می‌پردازیم.



ـ **طول موج:** به فاصلهٔ بین دو قلهٔ متوالی موج (یا بین هر دو نقطهٔ تکراری موج که شکل یکسان دارند)، طول موج می‌گویند و آن را با λ نشان می‌دهند.

نکته: طول موج با انرژی موج رابطهٔ عکس دارد، به طوری که هرچه طول موج پرتو کوتاه‌تر باشد، انرژی بیش تری با خود حمل می‌کند.

● **طیف الکترومغناطیسی:** شامل گسترهٔ بسیار وسیعی از تابش‌های الکترومغناطیسی است که همهٔ آن‌ها سرعت ثابتی برابر سرعت نور ($۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$) دارند اما طول موج آن‌ها متفاوت است. این تابش‌ها طیف بسیار گسترده‌ای از طول موج‌های بسیار بلند تا بسیار کوتاه را دربرمی‌گیرد که شامل امواج رادیویی، ریزموج‌ها، پرتوهای فروسرخ، نور مرئی، پرتوهای فرابنفش، پرتوهای ایکس و پرتوهای گاما است.



گسترهٔ الکترومغناطیسی

پرتوهای گاما > پرتوهای ایکس (x) > پرتوهای فرابنفش > نور مرئی > پرتوهای فروسرخ > ریزموج‌ها > امواج رادیویی: **مقایسهٔ طول موج**

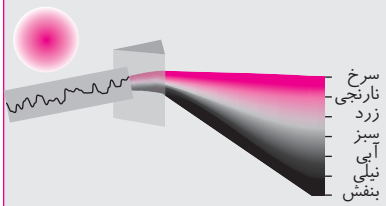
از آن‌جا که طول موج با انرژی موج رابطهٔ عکس دارد، پس:

پرتوهای گاما > پرتوهای ایکس (x) > پرتوهای فرابنفش > نور مرئی > پرتوهای فروسرخ > ریزموج‌ها > امواج رادیویی: **مقایسهٔ انرژی**

ـ **نور مرئی** تنها بخش کوچکی از گسترهٔ پرتوهای الکترومغناطیسی است که طول موج آن در محدودهٔ **۴۰۰ نانومتر تا ۷۰۰ نانومتر** است و شامل رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش است.

قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش: **مقایسهٔ طول موج رنگ‌های مختلف**

قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش: **مقایسهٔ انرژی**



ـ **تجزیهٔ نور: نور خورشید**، اگرچه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می‌شود و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گسترهٔ رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است.

نکته: با توجه به شکل فوق، هرچه طول موج یک پرتو **کوتاه‌تر** باشد، هنگام عبور از منشور، میزان شکست و انحراف آن **بیش‌تر** است.

قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش: **میزان شکست پرتو**

رابطه نور با دما

نکته: هرچه دمای یک جسم داغ (یا شعله) **بالاتر** باشد رنگ آن جسم داغ یا شعله طول موج **کوتاه‌تری** دارد. به عنوان مثال اگر یک تکه فولاد را حرارت دهیم، در ابتدا که دمای آن پایین است، نور سرخ از خود می‌تاباند. اما با افزایش حرارت، رنگ نشر شده از آن به سمت آبی و بنفش می‌گراید.

مثال . با توجه به مطالب فوق، دماهای $800^{\circ}C$ ، $1750^{\circ}C$ و $2750^{\circ}C$ را به کدام یک از سه شکل زیر می‌توان نسبت داد؟

رنگ سرخ

رنگ زرد

رنگ آبی

پاسخ : هرچه دما بالاتر باشد، انرژی نور نشر شده بیش‌تر و طول موج آن کم‌تر است، پس:

دما و انرژی: $2750^{\circ}C > 1750 > 800^{\circ}C$

$800^{\circ}C$ ↓ قرمز (بسشوار) — 1750 ↓ زرد (شمع) — $2750^{\circ}C$ ↓ آبی (شعلهٔ گاز)

● در صورت فلکی شکارچی (Orion)، ستارهٔ سمت چپ و بالا به رنگ سرخ و دمای سطح آن کم‌تر از سطح خورشید است $(\sim 3600k)$، اما ستارهٔ سمت راست و پایین به رنگ آبی و دمای سطح آن از دمای سطح خورشید بیش‌تر است $(\sim 11000k)$.
زیرا دوربین موبایل به نور فروسرخ حساس است و آن را آشکار می‌کند.

صورت فلکی شکارچی (Orion)

مثال . آیا همهٔ پرتوهای الکترومغناطیس را می‌توان مشاهده کرد؟

پاسخ : خیر، تنها پرتوهای مرئی قابل مشاهده‌اند و سایر پرتوهای الکترومغناطیس را چشم ما نمی‌تواند ببیند. البته به کمک بعضی ابزارها می‌توان آن‌ها را آشکار نمود. برای مثال کنترل تلویزیون با نور فروسرخ کار می‌کند. هرگاه کلید روشن و خاموش آن را فشار دهیم و به چشمی کنترل نگاه کنیم نوری را مشاهده نخواهیم کرد اما اگر بادوربین موبایل به چشمی کنترل نگاه کنیم، این پرتوها را می‌توان مشاهده کرد.

با فشردن دکمه‌های دیگر کنترل، پرتوهایی خارج می‌شود که با یک‌دیگر تفاوت دارند.
امروزه با استفاده از دوربین‌های حساس به پرتوهای فروسرخ، فرابنفش، گاما یا ایکس تصویرهایی از خورشید تهیه می‌کنند و برای بررسی‌های علمی از آن‌ها استفاده می‌کنند. برای مثال شکل زیر تصویری از خورشید را نشان می‌دهد که با استفاده از دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش گرفته شده است.

با توجه به مطالب فوق می‌توان دریافت که فقط عبارت سوم نادرست است. نور خورشید با عبور از قطره‌های آب پراکنده در هوا، طیف پیوسته‌ای (نه خطی!) از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند.

۱۶. گزینه ۳

درس‌نامه ۱۸ نشر نور و طیف نشری

۱ آتش بازی: آتش بازی با مواد شیمیایی، نورهای رنگی زیبا، چشم‌نواز و شادی‌بخشی در آسمان ایجاد می‌کند که از آن در جشن‌های ملی و رویدادهای جهانی مانند بازی‌های المپیک استفاده می‌شود.

● بسیاری از نمک‌ها شعلهٔ رنگی دارند، به‌طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند. برای نمونه رنگ شعلهٔ فلز سدیم و ترکیب‌های گوناگون آن مشابه و زرد رنگ است، در حالی که رنگ شعلهٔ فلز مس و ترکیب‌های گوناگون آن مشابه و سبز رنگ است.

سبز	زرد	سرخ
مس (II) نیترات	سدیم نیترات	لیتیم نیترات
مس (II) کلرید	سدیم کلرید	لیتیم کلرید
مس (II) سولفات	سدیم سولفات	لیتیم سولفات
فلز مس	فلز سدیم	فلز لیتیم

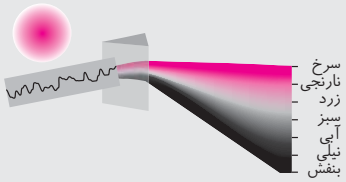
PHAREPUB.COM

نکته: شعلهٔ ترکیب‌های هر فلز، رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده از آن، فقط باریکهٔ بسیار کوتاهی از گسترهٔ طیف مرئی را دربرمی‌گیرد. بدین ترتیب از روی تغییر رنگ شعله، می‌توان به وجود عنصر فلزی[1] در آن پی برد.

نکته: نور زرد لامپ‌هایی که شب‌هنگام، آزادراه‌ها، بزرگ‌راه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد. به دلیل وجود **بخار سدیم** در آن‌هاست.

۲ نشر نور: به فرآیندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با جذب انرژی، پرتوهای الکترومغناطیسی از خود گسیل می‌دارد، نشر گفته می‌شود. در صورتی که پرتو نشر شده را از یک منشور عبور دهیم، به طیف ایجاد شده، طیف نشری گفته می‌شود که می‌تواند به صورت **پیوسته** یا **خطی** باشد.

ـ **طیف نشری پیوسته:** هرگاه نور خورشید را از یک منشور عبور دهیم، نواری پیوسته از رنگ‌ها ـ شبیه رنگین کمان ـ به وجود می‌آید، که به‌واسطهٔ آمیخته شدن در یک‌دیگر حد فاصلی بین آن‌ها تشخیص داده نمی‌شود. این الگوی به دست آمده را طیف نشری پیوسته می‌گویند.



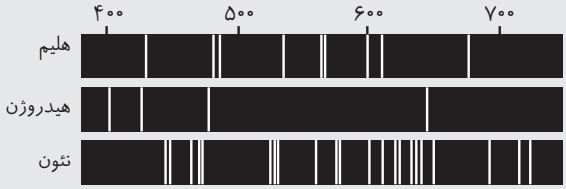
ـ **طیف نشری خطی:** هرگاه نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم‌دار را از یک منشور عبور دهیم، الگویی شامل خط‌ها یا نوارهای مجزا، مانند شکل زیر به دست می‌آید که به آن طیف نشری خطی لیتیم می‌گویند.

نکته: هر عنصر (فلز یا نافلز) طیف نشری خطی ویژهٔ خود را دارد و مانند اثر انگشت ما، می‌توان از آن طیف برای شناسایی آن عنصر استفاده کرد.

● **شناسایی عناصر از طیف نشری خطی:** اگر طیف نشری خطی یک عنصر مجهول را در اختیار داشته باشیم برای شناسایی این عنصر کافی است این طیف را با طیف نشری خطی عنصرهای مختلف (که به عنوان مرجع در اختیار است) مقایسه نماییم. چنان‌چه با یکی از طیف‌های موجود دقیقاً مشابه بود، نام عنصر مورد نظر معلوم می‌شود.

مثال . طیف نشری خطی زیر از یک عنصر تهیه شده است.

با بررسی طیف‌های نشان داده شده در زیر مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟



پاسخ: با مقایسهٔ طیف نشری خطی عنصر داده شده با سه طیف دیگر، مشاهده می‌شود که طیف نشری هیدروژن بیش‌ترین شباهت را به طیف عنصر مجهول دارد. زیرا خطوط طیفی عنصر مورد نظر روی خطوط طیفی هیدروژن منطبق می‌شود. پس عنصر مورد نظر هیدروژن است[2].

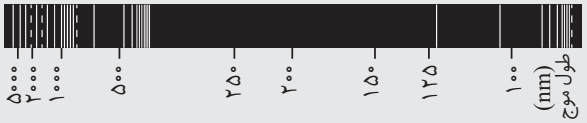
---

۱. آزمون شعله عمدتاً برای فلزات استفاده می‌شود نه نافلزات، که البته بیان دلیل آن در این مجال نمی‌گنجد. در ضمن بعضی از فلزات رنگ شعلهٔ خاصی تولید نمی‌کنند مانند طلا، نقره، پلاتین و پالادیوم.

۲. **طیف جذبی خطی:** اگر نور سفید را از میان بخارهای یک عنصر بگذرانیم و سپس نور خروجی را توسط منشور تجزیه کنیم، خواهیم دید که در طیف پیوسته آن، خط‌های سیاهی وجود دارد. خط‌های سیاه مربوط به طول موج‌هایی است که توسط بخار عنصر جذب شده است. به این طیف، **طیف جذبی** می‌گویند. این خطوط سیاه درست در همان جای خطوط مشاهده در طیف نشری خطی عنصر مورد نظر می‌باشد. به بیان دیگر اتم هر عنصر دقیقاً همان طول موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کند که اگر حرارت ببیند یا به صورت دیگر برانگیخته شود، آن‌ها را تابش می‌کند.

طیف ستارگان از نوع طیف جذبی خطی است زیرا بر اثر عبور از جو ستاره و رسیدن به طیف‌سنج به صورت طیف جذبی خطی مشاهده می‌شود. طیف نشری و جذبی یک عنصر در حالت گازی مشابه یک‌دیگر است با این تفاوت که در طیف جذبی یک زمینهٔ روشن با خطوط سیاه و در طیف نشری یک زمینهٔ سیاه با خط‌های روشن داریم.

توجه: طیف نشری خطی یک عنصر محدود به گسترهٔ مرئی نیست، بلکه در طول‌موج‌های کم‌تر یا بیش‌تر از گسترهٔ مرئی هم می‌تواند خطوطی داشته باشد. مثلاً به طیف نشری خطی هیدروژن *(ورژن کامل‌تر آن!!)* در شکل زیر توجه نمایید.



طیف نشری هیدروژن (این طیف‌ها خطوط طیفی اتمی هیدروژن از ناحیهٔ فرابنفش تا فروسرخ را دربرمی‌گیرد.)

نکته: کاربرد طیف نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد **خط نماد (بارکد)** روی جعبه یا بستهٔ موادغذایی و بسیاری کالاهاست. هر نوع کالا، خط نماد ویژهٔ خود را دارد. با خواندن آن به‌وسیلهٔ دستگاه لیزری ویژه‌ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحهٔ نمایشگر ظاهر می‌شود.

آیا می‌دانید:

در سال ۱۸۶۸ میلادی ستاره‌شناسان در بررسی طیفی نشری، هنگام خورشیدگرفتگی متوجه یک سری خطوط نشری شدند که با هیچ عنصر تا آن زمان هم‌خوانی نداشت. این خطوط کشف عنصر جدیدی را نوید می‌داد. عنصری که هلیم نام گرفت (برگرفته از واژهٔ یونانی هلیوس به معنی خورشید). در سال ۱۸۹۴ میلادی، ویلیام رامسی شیمیدان اسکاتلندی پس از جداسازی N_2 و O_2 از هوا توانست از باقی‌ماندهٔ هوا، آرگون را به عنوان نخستین گاز نجیب کشف کند. یک سال بعد رامسی گاز واکنش‌ناپذیری را درون نمونه‌های معدنی اورانیم‌دار یافت که همان خطوط طیفی را نشان می‌داد که در خورشیدگرفتگی سال ۱۸۶۸ مشاهده شده بود. به این ترتیب هلیم نیز در زمین کشف شد.

اگر درس‌نامه فوق را مطالعه نمایید خواهید دید که همهٔ عبارت‌های ذکر شده در این سؤال درست‌اند. یعنی گزینهٔ صحیح، گزینهٔ «۳» است.

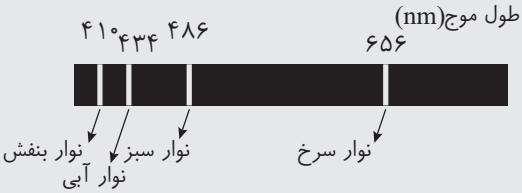
۱۷. گزینه ۳

با مقایسهٔ طیف نشری خطی نمونهٔ سفال و طیف نشری خطی سایر عناصر می‌توان دریافت که خطوط طیفی عنصرهای مس و جیوه، به طور کامل در طیف نشری خطی نمونه وجود دارد. بنابراین در نمونهٔ مورد نظر، عنصرهای مس و جیوه به‌کار رفته است.

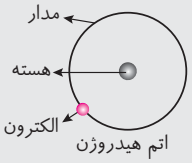
۱۸. گزینه ۲

درس‌نامه ۱۹ کشف ساختار اتم

اتم هیدروژن به عنوان ساده‌ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است که در گسترهٔ مرئی طیف نشری خطی آن، چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین وجود دارد.



۱ مدل اتمی بور: از آن‌جا که **هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد**، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آن‌ها، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست‌آورد. وی با در نظر گرفتن این که الکترون و اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی[1] را برای اتم هیدروژن ارائه کرد.



۱. **مدل اتمی بور** بر فرضیه‌های زیر استوار است:

۱ـ الکترون در اتم هیدروژن در مسیری دایره‌ای شکل که مدار نامیده می‌شود به دور هسته گردش می‌کند.

۲ـ انرژی این الکترون با فاصلهٔ آن از هسته رابطهٔ مستقیم دارد.

۳ـ این الکترون فقط می‌تواند مقادیر معینی انرژی داشته باشد.

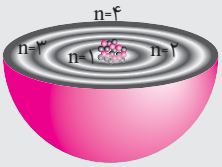
۴ـ این الکترون معمولاً در پایین‌ترین تراز انرژی ممکن (نزدیک‌ترین مدار به هسته) قرار دارد. به این تراز انرژی حالت پایه می‌گویند.

۵ـ با دادن مقدار معینی انرژی به این الکترون می‌توان آن را از حالت پایه به حالت برانگیخته (ترازی با انرژی بالاتر) انتقال داد.

نکته: مدل اتمی بور فقط قادر به توجیه طیف نشری خطی هیدروژن است و در توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها ناتوان است[1].

مدل اتمی بور اگرچه عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود[2].

۲ مدل کوانتومی اتم: همان‌طور که گفته شد مدل اتمی بور تنها می‌توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند، از این رو دانشمندان برای توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، مدل اتمی جدیدی را به نام **مدل کوانتومی اتم** پیشنهاد کردند. ویژگی‌های این مدل به صورت زیر است:



۱. اتم ساختاری لایه‌ای دارد.

۲. اتم هم‌چون کره‌ای است که در مرکز آن، هسته در فضایی بسیار کوچک جای دارد.

۳. الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌های پیرامون هسته توزیع می‌شوند.

۴. این لایه‌ها از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌شوند و شمارهٔ هر لایه را با n نمایش می‌دهند.

۵. **n، عدد کوانتومی اصلی** نامیده می‌شود که برای لایهٔ اول $n=1$، برای لایهٔ دوم $n=2$، ... و برای لایهٔ هفتم $n=7$ است (پیرامون هسته حداکثر هفت لایهٔ الکترونی وجود دارد.)

۶. انرژی الکترون در اتم با افزایش فاصله از هسته فزونی می‌یابد. $n=1$ پایدارترین لایهٔ الکترونی است و **هرچه n بالاتر رود، تراز انرژی لایهٔ الکترونی نیز افزایش می‌یابد.**

مقایسهٔ سطح انرژی الکترون در لایه‌های مختلف: $n=1<n=2<n=3<\cdots<n=7$

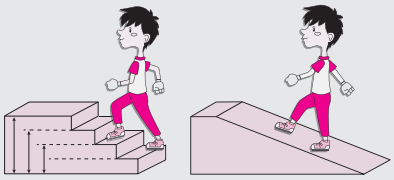
۷. در هر لایهٔ الکترون، الکترون در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد. اما در محدودهٔ خاصی از آن بیش‌تر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کند (بخش پر رنگ در شکل فوق). به عبارت دیگر در محدودهٔ یاد شده، احتمال حضور الکترون بیش‌تر است.

نکته: اوربیتال بخشی از فضای پیرامون هسته است که الکترون حدود ۹۰ درصد از زمان خود را در آن طی می‌کند.

۸. نکتهٔ مهم و جالب در این مدل، **کوانتومی بودن داد و ستد انرژی**، هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایهٔ دیگر، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند. به همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتومی اتم** نامیده‌اند.

کوانتومی بودن انرژی

انرژی یک الکترون در اتم **کوانتیده** است. (کوانتیده به معنای تکه تکه شده است، تکه‌هایی که همگی برابرند)، یعنی یک الکترون در یک اتم نمی‌تواند هر مقداری از انرژی را داشته باشد، بلکه تنها مجاز است که مقادیر معینی انرژی را بپذیرد.



مقایسهٔ مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

کوانتیده بودن انرژی الکترون را با پلکان می‌توان مقایسه نمود. برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک

۶ـ الکترون در حالت برانگیخته ناپایدار است، از این رو همان مقدار انرژی را که پیش از این گرفته بود از دست می‌دهد و به حالت پایه باز می‌گردد.

از شش فرض فوق، فقط فرض اول نادرست است: در مورد چگونگی حرکت الکترون‌ها در اطراف هسته نمی‌توان اظهارنظر نمود.

۱. **علت ناتوانی بور در توجیه طیف نشری خطی سایر عناصر:** در بخش‌های بعدی خواهیم خواند که در اتم هیدروژن، انرژی زیرلایه‌ها (ترازهای فرعی) فقط به عدد کوانتومی اصلی (n) بستگی دارد. از این رو در اتم هیدروژن، همهٔ زیرلایه‌های موجود در یک لایهٔ الکترونی (تراز اصلی) هم‌انرژی هستند. این واقعیت به این معنی است که در اتم هیدروژن برای نقل و انتقال الکترون تنها لایه‌های اصلی (ترازهای اصلی، n) در اختیار است. به همین دلیل بور در توجیه طیف نشری خطی هیدروژن، علت ایجاد خطوط طیفی را نقل و انتقال الکترون در این ترازها بیان نمود **(بور در آن هنگام شناختی از زیرلایه‌ها نداشت و البته در توجیه طیف نشری خطی هیدروژن نیازی هم به آن نداشت!!)**

اما در اتم‌های چند الکترونی (مانند $_2He$) انرژی زیرلایه‌ها، علاوه بر عدد کوانتومی اصلی (n) به عدد کوانتومی فرعی (l) نیز بستگی دارد که این امر باعث می‌شود انرژی زیرلایه‌های موجود در یک لایه یکسان نباشد. پس در نقل و انتقال الکترون‌ها این ترازهای فرعی (زیرلایه‌ها) نیز در اختیار الکترون‌ها می‌باشد. نتیجه این می‌شود که طیف نشری خطی یک اتم چند الکترونی، تعداد خطوط بیش‌تر از طیف هیدروژن باشد. **اما چون بور شناختی از زیرلایه‌ها نداشت نمی‌توانست علت ایجاد این خطوط اضافی را بیان نماید.**

۲. همان منبع فوق

پله، به پلهٔ بالایی رفت. بدیهی است که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. هم‌چنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی **معین و کافی** صرف کرد که اگر انرژی به کار رفته کم‌تر از این مقدار انرژی باشد، نمی‌توان به پلهٔ بالاتر رسید. اما اگر به جای پلکان، مسیر هموار را انتخاب کنیم دیگر مشکل پلکان را نخواهیم داشت، زیرا در هر لحظه و به هر اندازه می‌توان بالا رفت، هرجایی که ممکن است، ایستاد و به هر مقدار دلخواه انرژی صرف کرد.

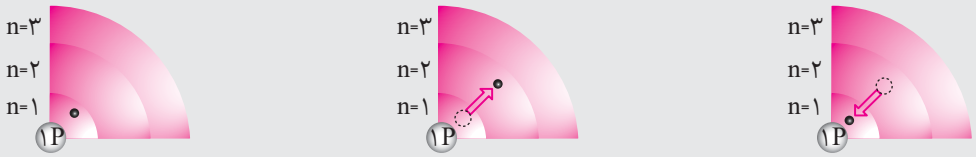
الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند. یعنی همان‌طور که هیچ کس نمی‌تواند جایی میان پله‌ها بایستد، الکترون‌ها هم میان دو لایه، انرژی معین و تعریف‌شده‌ای ندارند، یعنی نمی‌تواند بین دو لایه جایی برای گذراندن اکثر اوقات خود برگزینند. این شیوهٔ پلکانی (یا نردبانی) دریافت یا از دست دادن انرژی را شیوهٔ کوانتومی می‌نامند.

نکته: انرژی در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است. برای نمونه، خرمن گندم، از دور به صورت توده‌ای یکپارچه، زرد رنگ و زیباست؛ اما دیدن آن از نزدیک دانه‌های جدا از هم را نشان می‌دهد. بنابراین پیوستگی تودهٔ ماده در نگاه ماکروسکوپی و کوانتومی بودن آن در نگاه میکروسکوپی، در این مثال روشن است.

۹. هنگامی که به اتم گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. هرچه مقدار انرژی جذب شده بیش‌تر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.

در نتیجهٔ جابه‌جایی الکترون بین لایه‌ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می‌شود.

۱۰. الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است به طوری که گفته می‌شود اتم در حالت پایه قرار دارد. حال اگر به اتم‌ها **در حالت پایه** انرژی داده شود، الکترون‌های آن‌ها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند. به اتم‌ها در چنین حالتی، **اتم‌های برانگیخته** می‌گویند.



آ) الکترون در حالت پایهٔ اتم هیدروژن، ب) الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن، پ) بازگشت الکترون به حالت پایه

۱۱. اتم‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند، از این رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند.

۱۲. از آن‌جا که برای الکترون، نشر نور، مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است. الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند.

۱۳. هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد.

نکته: **انرژی لایه‌های الکترونی** پیرامون هستهٔ هر اتم ویژهٔ همان اتم و **به عدد اتمی** (Z) آن وابسته است، بنابراین **انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت** است.

PHAREPUB.COM

از این مطلب می‌توان نتیجه گرفت که:

۱ـ **هر عنصر، طیف نشری خطی منحصربه‌فرد خود را دارد.**

۲ـ **ایزوتوپ‌های یک عنصر** ـ به دلیل داشتن عدد اتمی یکسان ـ طیف نشری خطی **یکسانی** دارد.

۱۴. با تعیین دقیق طول موج نوارهای رنگی طیف نشری خطی هر عنصر، می‌توان تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم یافت.

از پنج عبارت مطرح شده فقط عبارت (ت) درست است. اکنون به بررسی این عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) نادرست است. نقاط پر رنگ، محدوده‌هایی را نشان می‌دهد که احتمال حضور الکترون بیش‌تر است.

ب) نادرست است. داد و ستد انرژی در اتم کوانتومی است؛ یعنی انرژی به صورت پیمانه‌ای جذب یا نشر می‌شود. به عبارت دیگر این انرژی مضرب صحیحی از یک مقدار معین است.

$$\frac{\text{انرژی نشر شده در انتقال II}}{\text{انرژی نشر شده در انتقال I}} = \frac{Z \times (\text{مقدار معین})}{Z' \times (\text{مقدار معین})} = \frac{Z}{Z'}$$

(Z: عدد صحیح، Z': عدد صحیح)

این‌که $\frac{Z}{Z'}$ هم عدد صحیح باشد چیزی نیست که بتوان در مورد آن اظهارنظر قطعی نمود.

پ) نادرست است. در ایزوتوپ‌های یک عنصر، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها، یکسان است.

ت) درست است.

ث) نادرست است: بور می‌دانست که هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد که این خود بیان‌گر کوانتیده بودن انرژی است.

---

۱۹. گزینه ۲

با توجه به ایزوتوپ‌های (^{35}Cl و ^{37}Cl) و (^{12}C، ^{13}C و ^{14}C) امکان تشکیل ۱۵ مولکول CCl_4 وجود دارد:

$$\text{تعداد مولکول‌های } CCl_4 = 3 \times \frac{(4+2-1)!}{4!\,(2-1)!} = 3 \times \frac{5!}{4!1!} = 3 \times 5 = 15$$

(3: تعداد ایزوتوپ‌های کربن؛ $(4+2-1)!$: اندیس در کلر CCl_4؛ $4!$: تعداد ایزوتوپ‌های Cl؛ $(2-1)!$)

و تعداد مولکول‌های CCl_4 با جرم مولی متفاوت از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

۱+ (جرم سبک‌ترین نمونه – جرم سنگین‌ترین نمونه) = تعداد مولکول‌های با جرم مولی متفاوت

$$= (^{14}C^{37}Cl_4 - {}^{12}C^{35}Cl_4) + 1 = 162 - 152 + 1 = 11 \text{ مولکول}$$

تعداد ذرات زیراتمی در سنگین‌ترین نمونه CCl_4 عبارتند از:

$$^{14}C^{37}Cl_4 = (14+6) + 4(37+17) = 20 + 216 = 236 \text{ ذره}$$

(14: $p+n$؛ 6: e؛ 37: $p+n$؛ 17: e)

و تعداد ذرات زیراتمی در سبک‌ترین نمونه Cl_2 عبارتند از:

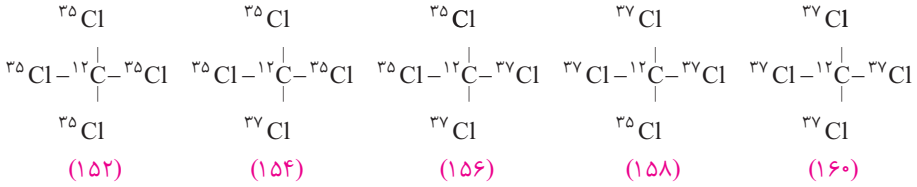
$$^{35}Cl_2 = 2(35+17) = 104$$

(35: $p+n$؛ 17: e)

نکته: اگر B و A به ترتیب دارای k و n ایزوتوپ باشند، تعداد انواع مولکول‌های BA_m از رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

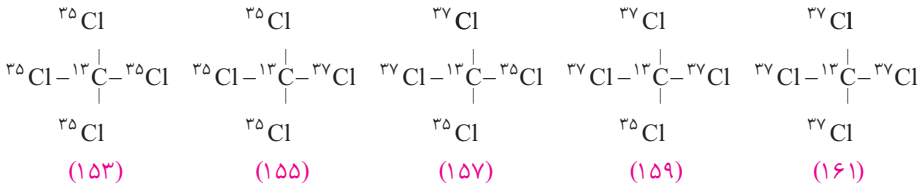
$$\text{تعداد انواع } BA_m = k \times \frac{(m+n-1)!}{m!(n-1)!}$$

۱۵ مولکول CCl_4 موردنظر عبارتند از:



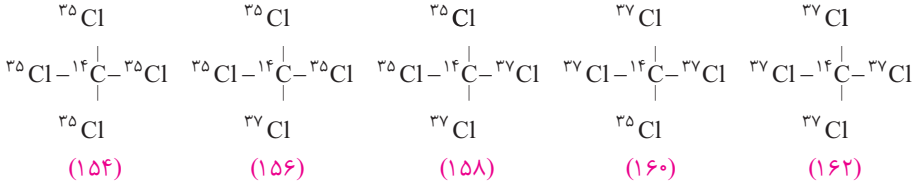
(۱۵۲) (۱۵۴) (۱۵۶) (۱۵۸) (۱۶۰)

حال اگر در مولکول‌های فوق به جای ^{12}C، ^{13}C قرار دهیم داریم:



(۱۵۳) (۱۵۵) (۱۵۷) (۱۵۹) (۱۶۱)

و در پایان اگر در مولکول‌های فوق به جای ^{13}C، ^{14}C قرار دهیم، داریم:



(۱۵۴) (۱۵۶) (۱۵۸) (۱۶۰) (۱۶۲)

همان‌طور که ملاحظه می‌شود ۱۱ مولکول با جرم مولی‌های متفاوت وجود دارد:

۱۵۲ – ۱۶۰ – ۱۵۶ – ۱۵۴ – ۱۵۸ – ۱۵۳ – ۱۶۱ – ۱۵۷ – ۱۵۵ – ۱۵۹ – ۱۵۴ – ۱۶۲ – ۱۵۸ – ۱۵۶ – ۱۶۰

۲۰. گزینه ۱

درس‌نامه ۲۰ توجیه طیف نشری خطی هیدروژن

با ویژگی‌های مدل کوانتومی اتم آشنا شدیم و دانستیم که الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند و هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد.

شکل روبه‌رو، چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.

داده‌های به دست آمده از این شکل به شرح زیر است:

	انتقال الکترونی	رنگ	طول موج (nm)
۱	$n=3 \rightarrow n=2$	قرمز	۶۵۶
۲	$n=4 \rightarrow n=2$	سبز	۴۸۶
۳	$n=5 \rightarrow n=2$	آبی	۴۳۴
۴	$n=6 \rightarrow n=2$	بنفش	۴۱۰

❶ نوارهای رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی هیدروژن، مربوط به انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر $(n=3,4,5,6)$ به لایهٔ $n=2$ می‌باشد.

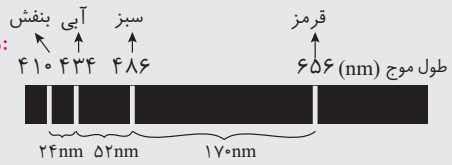
PHAREPUB.COM

❷ هرچه از هسته دورتر می‌شویم، لایه‌های الکترونی به یک‌دیگر نزدیک‌تر و در نتیجه اختلاف انرژی دو لایهٔ متوالی از یک‌دیگر، کم‌تر می‌شود[1]. به‌طور مثال اختلاف انرژی دو لایهٔ $n=3$ و $n=4$ کم‌تر از اختلاف انرژی دو لایهٔ $n=2$ و $n=3$ است.

مقایسهٔ اختلاف انرژی دو لایهٔ متوالی : $\Delta E_{(1\to2)} > \Delta E_{(2\to3)} > \Delta E_{(3\to4)} > \Delta E_{(4\to5)} > \Delta E_{(5\to6)}$

❸ نکته‌ای که از مطلب فوق می‌توان نتیجه گرفت این است که نوارهای رنگی، ناشی از انتقال لایه‌های الکترونی بالاتر به یک‌دیگر نزدیک‌ترند. به عبارت دیگر هرچه به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر می‌رویم، فاصلهٔ نوارهای رنگی کم‌تر می‌شود.

مقایسهٔ تفاوت طول موج نوارهای رنگی متوالی:



تذکر: انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به لایهٔ $n=2$ منجر به ایجاد خطوطی می‌شوند که در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی هیدروژن قرار می‌گیرند. اما علاوه بر این انتقال‌ها، انتقال‌های دیگری نیز وجود دارند؛ برای مثال انتقال از لایه‌های بالاتر به لایهٔ $n=1$. اما به دلیل اختلاف زیاد سطح انرژی این لایه‌ها با لایهٔ $n=1$ این انتقال‌ها انرژی زیادی داشته و طول موج پرتوهای نشر نشده کوتاه‌تر از گسترهٔ مرئی ($400nm - 700nm$) می‌باشد و در ناحیهٔ پرتوهای فرابنفش قرار می‌گیرد. از آن سو انتقال‌هایی که از لایه‌های بالاتر به لایهٔ $n=3$ و $n=4$ صورت می‌گیرد انرژی کم‌تری داشته و طول موج پرتوهای نشر شده بلندتر از گسترهٔ مرئی می‌باشد و در ناحیهٔ پرتوهای فروسرخ قرارمی‌گیرد.

اکنون به بررسی عبارت‌های مطرح شده می‌پردازیم:

آ) نادرست است. انتقال a در طیف نشری خطی هیدروژن مربوط به رنگ قرمز است، در حالی که نمک‌های سدیم در آزمون شعله، زرد رنگ هستند.

توجه! *رنگ انتقال‌های a، b، c و d به ترتیب قرمز، سبز، آبی و بنفش است (ق س ا ب - قساب)*

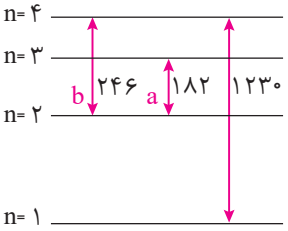
ب) نادرست است. انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به لایهٔ $n=1$، انرژی بیش‌تر و در نتیجه طول موج‌های کوتاه‌تری از محدودهٔ مرئی دارند و در محدودهٔ **فرابنفش** قرار می‌گیرند.

پ) درست است.

ت) درست است. با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:

$$\Delta E_{(3\to4)} = 246 - 182 = 64\,kJ.mol^{-1}$$

پس:



$$\Delta E_{(1\to3)} = 1230 - 64 = 1166\,kJ.mol^{-1}$$

در ضمن:

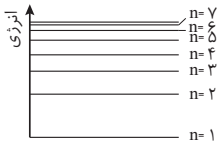
$$\Delta E_{(1\to2)} = 1230 - 246 = 984\,kJ.mol^{-1}$$

و در پایان می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta E_{(1\to3)}}{\Delta E_{(1\to2)}} = \frac{1166}{984} = 1/184 \simeq 1/2$$

---

۱. البته شکل کتاب درسی اندکی نادقیق است! چون فاصلهٔ لایه‌های بالاتر (بالاتر از $n=4$) در آن به خوبی رعایت نشده است. شکل درست‌تر به صورت زیر است:



پاسخ‌نامه آزمون ۲: کل فصل اول

۱. گزینه ۴

اگر درس‌نامه «۳» را مطالعه نمایید جواب همهٔ گزینه‌ها را خواهید یافت. اما برای این‌که مطالب مرور شود عبارت‌ها را بررسی می‌نماییم:

آ) نادرست است. شکل (۱) سحابی بوم رنگ را نشان می‌دهد که حدود ۵۰۰۰ (نه ۵۰۰ سال!) سال نوری از زمین فاصله دارد.

ب) درست است. شکل (۳) خورشید است که نزدیک‌ترین ستاره به زمین است.

پ) درست است.

ت) درست است. دمای درون و سطح خورشید به ترتیب حدود $10^{7}\,^{\circ}C$ و $6000\,^{\circ}C$ است. پس نسبت دمای درون خورشید به دمای سطح آن برابر است با:

$$\frac{\text{دمای درون خورشید}}{\text{دمای سطح خورشید}} = \frac{10^{7}\,^{\circ}C}{6\times10^{3}\,^{\circ}C} = 1666/6 \sim 1667$$

ث) درست است. سحابی بوم رنگ، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای $-272\,^{\circ}C$ است و با توجه به این‌که دمای سطح خورشید $6000\,^{\circ}C$ است، پس دمای سطح خورشید $6272\,^{\circ}C$ از دمای سحابی بوم رنگ بیش‌تر است.

ج) نادرست است. سحابی عقاب، یکی از مکان‌های زایش ستاره‌هاست و درون ستاره‌ها، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد، واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید.

۲. گزینه ۱

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:

$$F_1 = 30\text{درصد} \Rightarrow {}^{20}_{10}X_1 \Rightarrow Z=10, N_1=10, A_1=20$$

$$F_2 = 70\text{درصد} \Rightarrow {}_{10}X_2 \Rightarrow Z=10, N_2=?, A_2=?$$

$$M=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2} \Rightarrow 21/40=\frac{20(30)+A_2(70)}{100} \Rightarrow 2140=600+70A_2 \Rightarrow A_2=22 \Rightarrow {}^{22}_{10}X_2 \Rightarrow N_2=12$$

۳. گزینه ۱

درس‌نامه ۲۱ برخی از کاربردهای رادیوایزوتوپ‌ها

رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است، به‌طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. با کاربرد تکنسیم در پزشکی آشنا شدیم، اکنون با کاربردهای چند رادیوایزوتوپ دیگر آشنا خواهیم شد.

یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن‌ها در تولید انرژی الکتریکی است.

- **اورانیم**[1] ($_{92}U$) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که:
  - ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ آن اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.
  - فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کم‌تر است.

۱. اورانیم طبیعی از سه ایزوتوپ $^{238}_{92}U$ با فراوانی حدود ۹۹/۳ درصد، $^{235}_{92}U$ با فراوانی کم‌تر از ۰/۷ درصد و مقدار ناچیزی $^{234}_{92}U$ تشکیل شده است.

● در فرایندی به نام **غنی‌سازی ایزوتوپی**، مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش می‌دهند[۱].

● فرایند غنی‌سازی یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است که دانشمندان هسته‌ای ایران، با تلاش بسیار موفق به انجام آن شدند. با این موفقیت، نام ایران در فهرست ده‌گانهٔ کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود[۲].

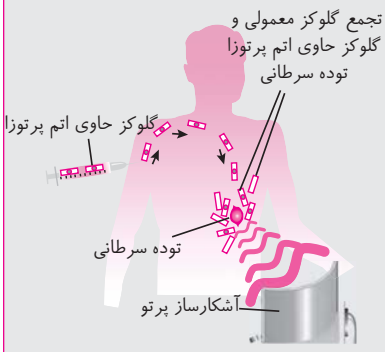
● پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

۲ آهن ـ ۵۹: اتم $^{59}_{26}Fe$ یک رادیوایزوتوپ است که برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود، زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.

نکته: $^{59}_{26}Fe$ اگرچه یک رادیوایزوتوپ است اما نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن کم‌تر از ۱/۵ است:

$$^{59}_{26}Fe \Rightarrow N = A - Z = ۵۹ - ۲۶ = ۳۳ \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{۳۳}{۲۹} \simeq ۱/۲۷ < ۱/۵$$

۳ از گلوکز حاوی اتم پرتوزا که به آن **گلوکز نشان‌دار**[۳] می‌گویند برای تشخیص توده‌های سرطانی[۴] استفاده می‌شود. از آن‌جا که گلوکز منبع اصلی تأمین انرژی مورد نیاز سلول‌ها در بدن است، چگونگی مصرف آن در بدن می‌تواند دربردارندهٔ اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ متابولیسم یا سوخت و ساز سلول‌ها باشد. توده‌های سرطانی سلول‌هایی (یاخته‌هایی) هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند، لذا در مقایسه با سلول‌های سالم، گلوکز بیش‌تری مصرف می‌نمایند. با تزریق گلوکز نشان‌دار به بیمار، در تودهٔ سرطانی علاوه بر گلوکز معمولی، گلوکز حاوی اتم پرتوزا هم تجمع می‌کند و پرتوهایی[۵] از خود گسیل می‌دارد که دستگاه آشکارساز آن‌ها را ردیابی کرده و محل تودهٔ سرطانی را مشخص می‌کند[۶].



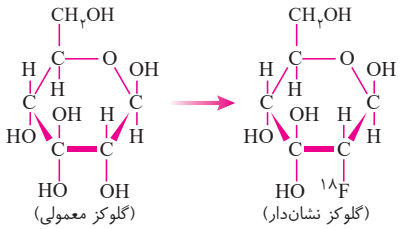
۴ کربن ـ ۱۴: ایزوتوپ کربن $^{14}_{6}C$ خاصیت پرتوزایی دارد و با استفاده از آن سن اشیای قدیمی و عتیقه را تخمین می‌زنند. برای نمونه پژوهشگران می‌پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرشبافی بوده است، اما با پیدا شدن فرشی به نام پازیریک (Pazyryk) در کوه‌های سیبری و تعیین قدمت آن با $^{14}_{6}C$، مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.

---

۱. غنای مورد نیاز برای راکتورهای اتمی ۳ تا ۴ درصد است.

۲. روش متداول غنی‌سازی اورانیم، سانتریفیوژ گازی است. این سانتریفیوژها با گردش بسیار سریع (۵۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ دور در دقیقه) نیروی گریز از مرکز بسیار قوی تولید می‌کنند. خوراک ورودی دستگاه، اورانیم هگزافلوئورید UF_6 (کیک زرد) است. با گردش سانتریفیوژ، مولکول‌های سنگین‌تر (حاوی ^{238}U) از مرکز محور گردش دورتر می‌شود و برعکس مولکول‌های سبک‌تر (حاوی ^{235}U) بیش‌تر حول محور سانتریفیوژ قرار می‌گیرند که به طریقی به دستگاه بعدی تزریق می‌شوند و این عمل به‌طور متوالی در تعداد زیادی از سانتریفیوژها تکرار می‌شود تا به غنای بالاتر برسد. در این روش برای رسیدن به غنای مورد نیاز به صدها بلکه هزارها دستگاه سانتریفیوژ نیاز می‌باشد.

۳. گلوکز نشان‌دار معمولاً حاوی اتم پرتوزای فلوئور ـ ۱۸ ($^{18}_{9}F$) است که در آن به جای یکی از گروه‌های هیدروکسیل (OH) گلوکز، اتم $^{18}_{9}F$ جانشین شده است:



۴. گلوکز نشان‌دار در تشخیص بیماری پارکینسون و آلزایمر هم کاربرد دارد.

۵. پرتوی نشر شده پرتوی گاما (γ) است.

۶. برای اطلاعات بیش‌تر می‌توانید در اینترنت تحت عنوان "PET Scan" جستجو نمایید.

نکته: فسفر و مس[1] هم دارای ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا هستند که کاربردهای متعددی دارند.

نمونه‌ای از یک ماده رادیوایزوتوپ تولید شده در ایران

نمونه‌ای از یک ماده رادیوایزوتوپ مس

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

ـ **عبارت اول: درست است.**

ـ **عبارت دوم: نادرست است.** از ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ استفاده می‌شود.

ـ **عبارت سوم: نادرست است:** گلوکز نشان‌دار مانع جذب گلوکز معمولی نمی‌شود.

ـ **عبارت چهارم: درست است.**

ـ **عبارت پنجم: درست است.** ایزوتوپ مورد استفاده در تعیین قدمت فرش پازیریک کربن ـ ۱۴ ($^{14}_{6}C$) بود که در آن نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها همانند $^{59}_{26}Fe$ و $^{99}_{43}Tc$ کم‌تر از ۱/۵ است:

$$^{14}_{6}C \Rightarrow N = A - Z = 14 - 6 = 8 \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{8}{6} = 1/33 < 1/5$$

$$^{59}_{26}Fe \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{33}{29} \simeq 1/27 < 1/5$$

$$^{99}_{43}Tc \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{56}{43} = 1/3 < 1/5$$

توجه: *در این تست عمداً عدد اتمی آهن ($_{26}Fe$) و تکنسیم ($_{43}Tc$) را نداریم، چون باید حفظ باشیدا اصولاً عددهای اتمی ۳۸ عنصر اول جدول تناوبی را باید حفظ باشید. عدد اتمی تکنسیم را هم به دلیل شهرت زیاد باید بدانیدا*

۴. گزینه ۴

برای آن‌که تغییر وزن الکترون‌ها با ترازوی مورد نظر قابل اندازه‌گیری باشد، باید حداقل ۰/۱ میلی‌گرم یعنی 1×10^{-4} گرم وزن داشته باشد:

$$\text{تعداد الکترون} = \frac{10^{-4}\,g}{9\times10^{-28}\,g} = \frac{1}{9}\times10^{24} = 1/11\times10^{23}$$

و در ادامه می‌توان نوشت: کولن $1/78\times10^{4} = 1/11\times10^{23}\times1/6\times10^{-19}$ = بار هر الکترون × تعداد الکترون = بار الکتریکی

۵. گزینه ۴

پرسش‌های مطرح شده را پاسخ می‌دهیم:

آ) ابتدا باید ببینیم عدد اتمی A چند است؟

$$^{122}A^{2+} \Rightarrow N - e = \frac{1}{3}N \Rightarrow N - (Z-2) = \frac{1}{3}N \Rightarrow \frac{2}{3}N - Z = -2$$

و با توجه به این‌که عدد جرمی را داریم می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} N + Z = 122 \\ \frac{2}{3}N - Z = -2 \end{cases} \Rightarrow \frac{5}{3}N = 120 \Rightarrow N = 72 \Rightarrow Z = 50$$

ایزوتوپ‌ها عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت دارند، پس از گونه‌های مطرح شده $^{120}_{50}D^{4+}$ ،$^{123}_{50}E$ ایزوتوپ‌های $^{122}_{50}A$ به شمار می‌آیند. در ضمن $^{122}_{50}B$ همان $^{122}_{50}A$ است.

ب) دقت ترازوی زرگری یکصدم (۰/۰۱) گرم است، پس جرم هر ماده‌ای که کم‌تر از ۰/۰۱ گرم باشد را نمی‌توان با این ترازو اندازه‌گیری

۱. بیش‌تر منظور، دو رادیوایزوتوپ $^{32}_{15}P$ ،$^{64}_{29}Cu$ می‌باشد.

کرد؛ یعنی: ۰/۰۰۰۰۶ و ۰/۰۰۳۰۶

پ) شکل مورد نظر برای نمایش یکای جرم اتمی (amu) ارائه شده است.

ت) در جدول دوره‌ای عنصرها، همواره جرم اتمی میانگین عنصرها ـ با در نظر گرفتن ایزوتوپ‌های متفاوت یک عنصر با جرم‌ها و فراوانی‌ها متفاوت آن‌ها ـ درج می‌شود. جرم اتم $^{7}_{3}Li$ برابر ۷amu است اما جرم اتمی میانگین لیتیم در جدول دوره‌ای $6/94 g.mol^{-1}$ است.

۶. گزینه ۱

درس‌نامه ۲۲ حل مسائل مربوط به نیم‌عمر

دانستیم که نیم‌عمر مدت زمانی است که نیمی از ایزوتوپ پرتوزا، بر اثر واکنش‌های پرتوزایی، متلاشی می‌شود. در این‌جا بنا داریم با ذکر چند مثال با انواع سؤال‌هایی که ممکن است در مورد نیم‌عمر مطرح شود آشنا شویم.

مثال. جرم یک مادهٔ پرتوزا در هر ۸ ساعت، نصف می‌شود. اگر جرم اولیهٔ آن ۰/۲ گرم باشد، پس از گذشت یک شبانه‌روز، چند گرم از آن باقی می‌ماند؟

۱) ۰/۰۷۵ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۰۲۵ ۴) ۰/۰۱۲۵

پاسخ: گزینهٔ ۳ یک شبانه‌روز (۲۴ ساعت) معادل ۳ بازهٔ هشت ساعتی است، با توجه به این‌که در هر ۸ ساعت، جرم مادهٔ پرتوزا نصف می‌شود، می‌توان نوشت:

$$\text{۰/۲ گرم} \xrightarrow{8h} \text{۰/۱ گرم} \xrightarrow{8h} \text{۰/۰۵ گرم} \xrightarrow{8h} \text{۰/۰۲۵ گرم}$$

$$\times\frac{1}{2} \qquad \times\frac{1}{2} \qquad \times\frac{1}{2}$$

پس جرم باقی‌مانده برابر ۰/۰۲۵ گرم است.

نکته: در مورد مسائل فوق می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده نمود:

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = \text{مقدار اولیه} \times (\frac{1}{2})^{n}$$

n = تعداد دفعاتی که مقدار ماده نصف می‌شود.

$t_{\frac{1}{2}}$ = نیم‌عمر

Δt = کل زمان انجام واکنش

اگر مسئله فوق را با رابطه‌های مورد نظر حل کنیم، داریم:

$$\Delta t = n \times t_{\frac{1}{2}} \Rightarrow 24 = n \times 8 \Rightarrow n = 3$$

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = 0/2 \times (\frac{1}{2})^{3} = \frac{0/2}{8} = 0/025 \text{ گرم}$$

نکته: به‌طور کلی اگر در یک واکنش تلاش هسته‌ای در هر بازهٔ زمانی معین، مقدار مادهٔ پرتوزا $\frac{1}{m}$ شود:

$$\Delta t = n \times t_{\frac{1}{m}}$$

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = \text{مقدار اولیه} \times (\frac{1}{m})^{n}$$

n = تعداد دفعاتی که مقدار ماده $\frac{1}{m}$ می‌شود.

$t_{\frac{1}{m}}$ = زمان لازم برای هر بار $\frac{1}{m}$ شدن ماده

Δt = کل زمان انجام واکنش

مثال. نیم‌عمر ایزوتوپ $^{59}_{26}Fe$ که برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود، ۴۶ روز است. اگر یک گرم از آن در اختیار باشد، زمان لازم برای متلاشی شدن ۹۳/۷۵ درصد از آن، چند روز است؟

۱) ۲۷۶ ۲) ۳۹۶ ۳) ۱۳۸ ۴) ۱۸۴

پاسخ: گزینهٔ ۴ وقتی ۷۵/۹۳ از ایزوتوپ مورد نظر تجزیه شده است، یعنی ۲۵/۶ (یا $\frac{1}{16}$) آن باقی‌مانده است. از آن‌جا که در هر ۴۶ روز مقدار آن نصف می‌شود. می‌توان نوشت:

$$1g \xrightarrow{۴۶\text{روز}} \frac{1}{2}g \xrightarrow{۴۶\text{روز}} \frac{1}{4}g \xrightarrow{۴۶\text{روز}} \frac{1}{8}g \xrightarrow{۴۶\text{روز}} \frac{1}{16}g$$

پس $۴ \times ۴۶ = ۱۸۴$ روز لازم است تا ۹۳/۷۵ درصد از ایزوتوپ $^{59}_{26}Fe$ متلاشی شود.

روش دیگر: با توجه به رابطه‌های ارایه شده می‌توان نوشت:

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = \text{مقدار اولیه} \times (\frac{1}{2})^n$$

$$۰/۰۶۲۵ = \frac{1}{16} = ۱ \times (\frac{1}{2})^n \Rightarrow (\frac{1}{2})^4 = (\frac{1}{2})^n \Rightarrow n = 4$$

$$\begin{cases} \text{زمان لازم برای تلاشی ۹۳/۷۵ درصد ایزوتوپ } ^{59}_{26}Fe = \Delta t = n \times t_{\frac{1}{2}} = ۴ \times (۴۶) = ۱۸۴ \text{ روز} \\ t_{\frac{1}{2}} = ۴۶ \text{ روز} \end{cases}$$

مثال. مقدار یک رادیوایزوتوپ در هر ۴۰ دقیقه، ثلث می‌شود. اگر پس از دو ساعت مقدار آن به ۲۲ میلی‌گرم برسد، جرم اولیهٔ آن چند میلی‌گرم بوده است؟

۱) ۲۹۷ ۲) ۱۱۸۴ ۳) ۵۹۴ ۴) ۱۹۸

پاسخ: گزینهٔ ۳ دو ساعت معادل ۱۲۰ دقیقه است که خود برابر ۳ تا ۴۰ دقیقه است؛ یعنی رادیوایزوتوپ مورد نظر سه بار مقدار آن $\frac{1}{3}$ شده است: پس با یک روند معکوس می‌توان نوشت:

$$۵۹۴\text{ mg} \xleftarrow[\times ۳]{۴۰\text{min}} ۱۹۸\text{ mg} \xleftarrow[\times ۳]{۴۰\text{min}} ۶۶\text{ mg} \xleftarrow[\times ۳]{۴۰\text{min}} ۲۲\text{ mg}$$

پس مقدار اولیهٔ آن ۵۹۴ میلی‌گرم بوده است.

روش دیگر: دو ساعت معادل ۱۲۰ دقیقه است:

$$\Delta t = n \times t_{\frac{1}{m}} \Rightarrow ۱۲۰ = n \times ۴۰ \Rightarrow n = ۳$$

$$\text{میلی‌گرم } ۵۹۴ = ۲۲ \times ۲۷ = x = \text{مقدار اولیه} \Rightarrow ۲۲ = x \times (\frac{1}{3})^3 \Rightarrow \text{مقدار باقی‌مانده} = \text{مقدار اولیه} \times (\frac{1}{m})^n$$

۳۳۵ ساعت معادل ۵ بازهٔ ۶۷ ساعتی است $(۳۳۵ = ۶۷ \times ۵)$ و با توجه به این‌که در هر ۶۷ ساعت، مقدار مادهٔ پرتوزا نصف می‌شود، می‌توان نوشت:

$$۱\text{ mg} \xrightarrow[\times \frac{1}{2}]{۶۷h} (\frac{1}{2})\text{mg} \xrightarrow[\times \frac{1}{2}]{۶۷h} (\frac{1}{2})^2\text{ mg} \xrightarrow[\times \frac{1}{2}]{۶۷h} (\frac{1}{2})^3\text{ mg} \xrightarrow[\times \frac{1}{2}]{۶۷h} (\frac{1}{2})^4\text{ mg} \xrightarrow[\times \frac{1}{2}]{۶۷h} (\frac{1}{2})^5\text{ mg}$$

پس مقدار باقی‌مانده برابر $۰/۰۳۱\text{mg} = ۳۱\square = (\frac{1}{2})^5 = \frac{1}{32}$ میلی‌گرم است:

$$\text{مقدار متلاشی‌شده} = \text{مقدار اولیه} - \text{مقدار باقی‌مانده} = ۱ - ۰/۰۳۱ = ۰/۹۶۹\text{mg} = ۹/۶۹ \times ۱۰^{-۴}\text{ g}$$

روش دیگر:

$$\Delta t = n \times t_{\frac{1}{2}} \Rightarrow ۳۳۵ = n \times ۶۷ \Rightarrow n = ۵$$

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = \text{مقدار اولیه} \times (\frac{1}{2})^n = ۱ \times (\frac{1}{2})^5 = \frac{1}{32} = ۰/۰۳۱\text{mg}$$

$$\text{مقدار متلاشی‌شده} = \text{مقدار اولیه} - \text{مقدار باقی‌مانده} = ۱ - ۰/۰۳۱ = ۰/۹۶۹\text{mg} = ۹/۶۹ \times ۱۰^{-۴}\text{ g}$$

PHAREPUB.COM

۷. گزینه ۳

عبارت‌های مورد استفاده در این سؤال از مطالب صفحهٔ ۲۲ و ۲۳ کتاب درسی گرفته شده است. مواردی که نادرست‌اند به ترتیب عبارتنداز:

۱ـ **آرگون** ← نئون: از لامپ نئون در تابلوهای تبلیغاتی استفاده می‌شود.

۲ـ **سبز** ← سرخ: لیتیم و ترکیب‌های آن سرخ رنگ هستند.

۳ـ **سرخ** ← سبز: مس و ترکیب‌های آن، سبز رنگ هستند.

۴ـ **بخار آب** ← O_2 ویلیام رامسی پس از جداسازی N_2 و O_2 از هوا توانست از باقی‌ماندهٔ هوا آرگون را کشف کند.

۵ـ **هلیم** ← آرگون

۶ـ **نمونه‌های معدنی مس** ← نمونه‌های معدنی اورانیوم‌دار

۷ـ **آرگون** ← هلیم

۸. گزینه ۳

از آن‌جا که عدد اتمی (Z)، $_1H$ و $_4Be^{3+}$ متفاوت است، سطح انرژی ترازها در این دو ذره نیز با یک‌دیگر متفاوت است. به همین دلیل، طول‌موج‌های موجود در طیف نشـــری خطی آن‌ها که بیان‌گر اختلاف ســـطح انرژی بین ترازها می‌باشد نیز متفاوت می‌باشد. بنابراین الگوی طیف نشری خطی این دو ذره یکسان نیست.

۹. گزینه ۲

با مقایسهٔ مقادیر (I) و (III) می‌توان دریافت که در (III) بار ذره دو برابر بار ذرهٔ (I) است. پس اگر ذرهٔ (I) را $_{10}Ne^+$ درنظر بگیریم، داریم (بار $_{10}Ne^+$ برابر بار یک الکترون است):

$$(I) \Rightarrow 4/38\times10^{3} = \frac{\text{بار}}{\text{جرم}} = \frac{1/6\times10^{-19}\,C}{x\,g} \Rightarrow x = \frac{1/6\times10^{-19}}{4/38\times10^{3}} = 3/65\times10^{-23}\,g$$

پس جرم یک ذرهٔ $_{10}Ne^+$ برابر $3/65\times10^{-23}\,g$ اســـت. از آن‌جا که جرم یک اتم ناشی از جرم پروتون‌ها و نوترون‌های آن است، می‌توان نوشت (تعداد نوترون‌های $_{10}Ne^+$ را برابر $(10+x)$ فرض می‌نماییم و جرم هر پروتون و نوترون را برابر $1amu$ درنظر می‌گیریم.)

$$\text{جرم اتم } {}_{10}Ne^+ = (\text{تعداد نوترون} + \text{تعداد پروتون}) \times 1/67\times10^{-24}$$

$$3/65\times10^{-23} = (10+(10+x))\times1/67\times10^{-24} \Rightarrow (20+x) = \frac{3/65\times10^{-23}}{1/67\times10^{-24}} = 2/18\times10 = 21/8$$

$$\simeq 22 \Rightarrow x = 2 \Rightarrow \text{تعداد نوترون } {}_{10}Ne^+ = 10+x = 10+2 = 12$$

پس ذرهٔ (I) دارای ۱۰ پروتون و **۱۲ نوترون** است (رد گزینه‌های «۱» و «۳»): $(I)\ \text{ذره} \Rightarrow {}^{22}_{10}Ne^+$

جرم ذرهٔ (III) با جرم $^{22}_{10}Ne^+$ برابر اســـت ولی بار آن دو برابر است. پس (III) در واقع همان یون $^{22}_{10}Ne^{2+}$ است که **تعداد الکترون‌های آن برابر ۸ است** (رد گزینهٔ «۴» و تأیید گزینهٔ «۲»).

اگرچه جواب سؤال را به دست آورده‌ایم و دیگر نیازی به ادامهٔ کار نیست اما اگر علاقه‌مند هستید می‌توانید ادامهٔ مسیر را ملاحظه فرمایید.

با مقایسهٔ (I) و (II) مشاهده می‌شود که مقدار بار به جرم این دو ذره تقریباً برابر است، پس بار الکتریکی این دو برابر اما جرم آن‌ها متفاوت است، پس:

$$(II) \Rightarrow 4/59\times10^{3} = \frac{\text{بار}}{\text{جرم}} = \frac{1/6\times10^{-19}\,C}{x\,g} \Rightarrow x = \frac{1/6\times10^{-19}}{4/59\times10^{3}} = 3/48\times10^{-23}\,g$$

پس جرم یک ذرهٔ (II) برابر $3/48\times10^{-23}\,g$ است. اگر تعداد نوترون‌های این ذره را $(10+y)$ فرض کنیم:

$$3/48\times10^{-23} = (\text{تعداد نوترون} + \text{تعداد پروتون}) \times 1/67\times10^{-24} = (10+(10+y))\times1/67\times10^{-24} \Rightarrow$$

$$(20+y) = \frac{3/48\times10^{-23}}{1/67\times10^{-24}} = 20/88 \simeq 21 \Rightarrow y = 1 \Rightarrow N = 10+1 = 11$$

پس ذرهٔ (II) دارای ۱۰ پروتون و ۱۱ نوترون است: $^{21}_{10}Ne^+$

۱۰. گزینه ۴

به بررسی هر چهار گزینه می‌پردازیم:

گزینهٔ «۱»: تعداد اتم‌های موجود در ۱/۵۴ مول کلسیم برابر است با: $1/54N_A$

گزینهٔ «۲»:

$$1molCr \simeq 52gCr \simeq N_A \text{ اتم } Cr$$

gCr اتم Cr

$$\begin{bmatrix} 52 & N_A \\ 2/08 & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = \frac{2/08N_A}{52} = 0/04N_A \text{ اتم } Cr$$

گزینهٔ «۳»: ابتدا باید ببینیم قطعهٔ مورد نظر چند گرم است:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 2/7 = \frac{m}{5} \Rightarrow m = 13/5gAl$$

$$1molAl \simeq 27gAl \simeq N_A \text{ اتم } Al$$

gAl اتم Al

$$\begin{bmatrix} 27 & N_A \\ 13/5 & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = \frac{13/5N_A}{27} = 0/5N_A \text{ اتم } Al$$

گزینهٔ «۴»: در هر مولکول C_2H_4O، هفت اتم $(2C+4H+1O)$ وجود دارد، پس:

$$1 \text{ مولکول } C_2H_4O \simeq 7 \text{ اتم}$$

اتم مولکول

$$\begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 1/5055\times10^{21} & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = 7\times1/5055\times10^{21} = 1/055\times10^{22} \text{ اتم}$$

$$\Rightarrow \frac{1/055\times10^{22}}{6/02\times10^{23}} = 0/017N_A$$

پس در $1/5055\times10^{21}$ مولکول C_2H_4O، تعداد اتم‌های کم‌تری وجود دارد.

۱۱. گزینه ۴

درس‌نامه ۲۳ **لایه‌ها، زیرلایه‌ها و اوربیتال‌ها**

دانستیم که اتم ساختاری لایه‌ای دارد و الکترون‌ها در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. اما این لایه‌های الکترونی خود به بخش‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شوند که به هر یک از آن‌ها، **زیرلایه** می‌گویند. هر زیر لایه هم خود از یک یا چند **اوربیتال** تشکیل شده است:

لایه الکترونی ← (تشکیل‌شده از تعدادی) زیرلایه ← (تشکیل‌شده از تعدادی) اوربیتال

لایه‌های الکترونی

۱ برای مشخص کردن شمارهٔ لایه‌های الکترونی از **عدد کوانتومی اصلی** (n) استفاده می‌شود. عدد کوانتومی اصلی مشخص می‌کند که الکترون در کدام لایهٔ الکترونی قرار گرفته است.

۲ مقادیر مجاز برای عدد کوانتومی اصلی (n) عددهای صحیح مثبت ۱، ۲، ۳ و ... هستند. پیرامون هسته حداکثر **هفت لایهٔ الکترونی** مشاهده است. بنابراین n، عددی بین ۱ تا ۷ می‌تواند باشد $(1 \le n \le 7)$.

۳ با افزایش n، سطح انرژی لایهٔ الکترونی نیز **افزایش یافته** و فاصلهٔ آن از هستهٔ اتم **بیش‌تر** می‌شود.

۴ n، حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در یک لایهٔ الکترونی را مشخص می‌کند.

$2n^2$ = حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در یک لایه

۵ n، تعداد زیرلایه‌های هر لایهٔ الکترونی را نیز مشخص می‌کند. برای مثال در لایهٔ الکترونی $n=2$، دو زیر لایه و در لایهٔ الکترونی $n=3$، سه زیر لایه وجود دارد.

لایهٔ الکترونی (n)	تعداد زیرلایه	حداکثر تعداد الکترون‌ها ($2n^2$)
$n=1$	۱	۲
$n=2$	۲	۸
$n=3$	۳	۱۸
$n=4$	۴	۳۲
$n=5$	۵	۵۰
$n=6$	۶	۷۲
$n=7$	۷	۹۸

زیرلایه‌ها

❶ برای مشخص کردن زیرلایه‌ها از **عدد کوانتومی فرعی** یا **عدد کوانتومی اوربیتالی** (l) استفاده می‌شود. l، نوع زیرلایه (یا نوع اوربیتال) را مشخص می‌کند. در هر لایهٔ الکترونی، مقادیر مجاز l، اعداد صحیح بین ۰ تا $n-1$ می‌تواند باشد.

$l = ۰, ۱, \cdots, n-۱$

❷ هر کدام از مقادیر عددی l متناظر با یک زیرلایه است که در جدول زیر نشان داده شده‌است:

عدد کوانتومی فرعی (l)	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نوع زیرلایه	s	p	d	f	g	h	i

نکته: در حالت پایهٔ اتم هیچ عنصری، الکترون وارد زیرلایه‌های g، h و i نمی‌شود. از این رو فقط با زیرلایه‌های s، p، d و f سر و کار داریم.

نوع زیرلایه ← nl : نمایش زیرلایه

↓ شماره‌ی زیرلایه

❸ نماد هر زیر لایهٔ معین با دو عدد کوانتومی مشخص می‌شود. به بیان دیگر هر زیر لایه را می‌توان با نماد nl نمایش داد:

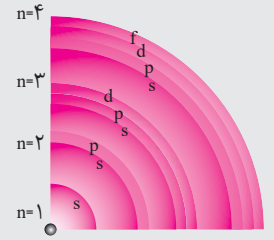
برای مثال در زیرلایهٔ $2p$، $n=2$ و $l=1$ و در زیرلایهٔ $3d$، $n=3$ و $l=2$ است.

❹ حداکثر تعداد الکترون‌های هر زیر لایه از رابطهٔ مقابل تعیین می‌شود:

$$\text{حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در یک زیرلایه} = 4l+2$$

بنابراین حداکثر تعداد الکترون‌های هر زیر لایه به قرار زیر است:

نماد زیرلایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش زیرلایه ($4l+2$)	۲	۶	۱۰	۱۴
مقدار مجاز l	۰	۱	۵	۷



زیرلایه‌های موجود در چهار لایهٔ الکترونی

نکته: در هر لایهٔ الکترونی، انرژی زیرلایه‌ها با افزایش l، افزایش می‌یابد. برای مثال در لایهٔ الکترونی چهارم ($n=4$) انرژی زیر لایه‌ها به صورت مقابل است:

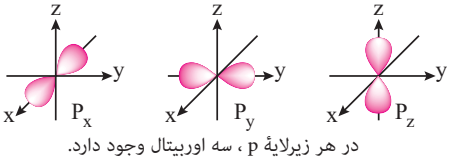
انرژی: $4s < 4p < 4d < 4f$

افزایش انرژی

اوربیتال‌ها

❶ **اوربیتال فضایی سه بعدی در اطراف هسته است که احتمال حضور الکترون در آن زیاد (بیش از ۹۰ درصد) است[۱].**

۱. **عدد کوانتومی مغناطیسی** (m_l): هر زیرلایه خود از بخش‌های کوچک‌تری به نام اوربیتال تشکیل شده است. سومین عدد کوانتومی که **عدد کوانتومی مغناطیسی** (m_l) نامیده می‌شود، جهت‌گیری اوربیتال‌ها را در فضا معین می‌کند. m_l همهٔ عددهای صحیح بین $-l$ و $+l$ را دربرمی‌گیرد. برای مثال زیرلایهٔ p ($l=1$) دارای سه اوربیتال است که هر کدام با یک m_l شناسایی می‌شود و عبارتند از ۱-، ۰، ۱+. برای زیرلایهٔ d ($l=2$) مقادیر m_l عبارتند از: ۲-، ۱-، ۰، ۱+ و ۲+.



در هر زیرلایهٔ p ، سه اوربیتال وجود دارد.

❷ براساس مکانیک موجی، هرگز نمی‌توان مسیر حرکت الکترون یا موقعیت دقیق آن را در هر لحظه از زمان معین نمود و فقط می‌توان احتمال نسبی حضور الکترون را در اطراف هسته به دست آورد[۱].

❸ هر اوربیتال حداکثر گنجایش دو الکترون را دارد و این دو الکترون دارای اسپین مخالف هستند[۲].

❹ تعداد اوربیتال‌ها در هر لایه و زیرلایه از روابط زیر به دست می‌آید:

حداکثر تعداد الکترون‌ها در هر لایه $= 2n^2$ ⇒ تعداد اوربیتال‌ها در هر لایه $= n^2$

حداکثر تعداد الکترون‌ها در هر زیرلایه $= 2(2l+1) = 4l+2$ ⇒ تعداد اوربیتال‌ها در هر زیرلایه $= 2l+1$

لایهٔ الکترونی n	تعداد زیرلایه	مقدار مجاز l (0 تا $n-1$)	نماد زیرلایه	تعداد اوربیتال در هر زیرلایه $(2l+1)$	حداکثر گنجایش هر زیرلایه $(4l+2)$	تعداد کل اوربیتال‌ها در هر لایهٔ الکترونی (n^2)	حداکثر گنجایش هر لایهٔ الکترونی $(2n^2)$
۱	۱	۰	۱s	۱	۲	۱	۲
۲	۲	۰	۲s	۱	۲	۴	۸
		۱	۲p	۳	۶		
۳	۳	۰	۳s	۱	۲	۹	۱۸
		۱	۳p	۳	۶		
		۲	۳d	۵	۱۰		
۴	۴	۰	۴s	۱	۲	۱۶	۳۲
		۱	۴p	۳	۶		
		۲	۴d	۵	۱۰		
		۳	۴f	۷	۱۴		

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) نادرست است. در لایهٔ الکترونی n، n زیرلایه وجود دارد نه $(n-1)$ زیرلایه!

ب) درست است.

پ) درست است. منظور از زیرلایه‌های پنجم و ششم زیرلایه‌های g و h است که به ترتیب گنجایش ۱۸ و ۲۲ الکترون را دارند:

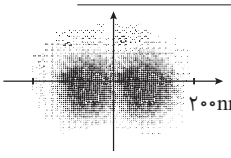
$g \Rightarrow l = 4 \Rightarrow$ حداکثر گنجایش $= 4l+2 = 4(4)+2 = 18$ الکترون

$h \Rightarrow l = 5 \Rightarrow$ حداکثر گنجایش $= 4(5)+2 = 22$ الکترون

ت) درست است. زیرلایه‌هایی که مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$ آن‌ها برابر ۷ است، عبارتنداز: 7s ، 6p ، 5d و 4f. هیچ

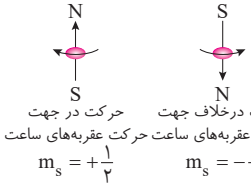
---

۱. برای به دست آوردن تصویر ساده‌ای از اوربیتال و احتمال حضور الکترون در آن، موقعیت یک پرنده در قفس را درنظر می‌گیریم. فرض کنید که از کلیه حرکت‌ها و جابه‌جا شدن‌های این پرنده هر ۱۰ دقیقه یک بار عکس‌برداری می‌شود. پس از گذشت یک روز موقعیت‌های مختلف این پرنده را نسبت به ظرف غذا از روی عکس‌های متعددی که از آن گرفته شده است، روی یک صفحهٔ کاغذ منتقل می‌کنیم. مطابق شکل، محلی که بیش‌تر وقت پرنده در آن جا می‌گذارد پر ازدحام‌تر است و رنگ تیره‌تری دارد. بدیهی است که احتمال حضور پرنده در اطراف ظرف غذا بیش‌تر است و با فاصله گرفتن از آن، این احتمال نیز کم‌تر می‌شود.



چنین تصویری، احتمال حضور پرنده را در هر نقطه به دست می‌دهد، اما هرگز چگونه جابه‌جا شدن و مسیر حرکت آن را مشخص نمی‌کند. در مورد اتم نیز می‌توان احتمال نسبی حضور الکترون را در اطراف هستهٔ اتم به دست آورد، اما هرگز نمی‌توان چگونگی جابه‌جا شدن الکترون‌ها از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر را مشخص یا موقعیت آن را در هر لحظه از زمان معین کرد.

۲. **چهارمین عدد کوانتومی** m_s : الکترون افزون بر حرکت اوربیتالی (حرکت به دور هسته) یک حرکت اسپینی (حرکت به دور خود) نیز دارد. الکترون (که دارای بار منفی است) با گردش حول محور خود به یک آهن‌ربای ریز تبدیل می‌شود. حال اگر این دو الکترون ناگزیر شوند که کنار هم قرار گیرند، باید یک نیروی جاذبهٔ قوی در برابر دافعهٔ میان آن‌ها به وجود آید. این جاذبه هنگامی به وجود می‌آید که قطب‌های مغناطیسی الکترون دوم در برابر قطب‌های مغناطیسی ناهم‌نام الکترون اول قرار گیرد. برای رسیدن به چنین آرایشی الکترون‌ها باید در دو جهت مخالف هم (یکی در جهت حرکت عقربه‌های ساعت و دیگری برخلاف آن‌ها) به دور محور خود بگردند. از این رو برای مشخص کردن جهت گردش الکترون‌ها، به هر دو حالت، یک عدد کوانتومی نسبت داده شد که به آن **عدد کوانتومی مغناطیسی اسپینی** (m_s) می‌گویند که تنها دو مقدار $+\frac{1}{2}$ و $-\frac{1}{2}$ را می‌پذیرد.



کدام از این زیرلایه‌ها در عنصرهای دورهٔ چهارم پر نمی‌شوند. در دورهٔ چهارم، زیرلایه‌های ۴s ، ۳d و ۴p پر می‌شوند.

ث) نادرســت است. حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در لایهٔ چهارم برابر ۳۲ الکترون است. $(۲n^۲ = ۲(۴)^۲ = ۳۲)$. اما تعداد عنصرهای دورهٔ اول تا سوم برابر ۱۸ عنصر است:

تعداد عنصرهای دورهٔ اول تا سوم : ۲ (دورهٔ اول) + ۸ (دورهٔ دوم) + ۸ (دورهٔ سوم) = ۱

۱۲. گزینه ۱

درس‌نامه ۲۴ آرایش الکترونی اتم

رفتـار و ویژگی‌های هر اتم را می‌تـوان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد؛ بنابراین یافتن آرایش درسـت الکترون‌هـا در هر اتم از اهمیت بسـیاری برخوردار اسـت. مطابق مدل کوانتومی برای به دسـت آوردن آرایش الکترونی اتم‌ها باید الکترون‌های اتم هر عنصر در زیر لایه با نظم و ترتیب معینی توزیع شود.

قاعده آفبا

پر شـدن زیرلایه‌ها از یک قاعدهٔ کلی به نام **قاعدهٔ آبفا** پیروی می‌کند. آفبا (aufbau) واژه‌ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام اسـت. مطابق این قاعده، الکترون‌ها تمایل دارند ابتـدا زیرلایه‌هایی را پر کنند که انرژی آن‌ها کم‌تر اسـت. **انرژی زیرلایه‌ها به n و $(n+l)$ وابسته است:**

❶ هرچه مجموع عدد کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$ برای زیرلایه‌ای **کوچک‌تر** باشد، انرژی آن **کم‌تر** بوده و زودتر الکترون می‌پذیرد.

مثال. زیرلایهٔ ۲s زودتر توسط الکترون‌ها پر می‌شود یا زیرلایهٔ ۲p؟

پاسخ :

$$۲s \begin{cases} n=۲ \\ l=۰ \end{cases} \Rightarrow n+l=۲+۰=۲ \quad , \quad ۲p \begin{cases} n=۲ \\ l=۱ \end{cases} \Rightarrow n+l=۲+۱=۳$$

پس ۲s زودتر از ۲p پر می‌شود.

❷ اگر $(n+l)$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه‌ای که n کوچک‌تر است، انرژی کم‌تری دارد و زودتر الکترون می‌پذیرد.

مثال. زیرلایهٔ ۲p زوردتر توسط الکترون‌ها پر می‌شود یا زیرلایهٔ ۳s؟

پاسخ :

$$۲p \begin{cases} n=۲ \\ l=۱ \end{cases} \Rightarrow n+l=۲+۱=۳ \quad , \quad ۳s \begin{cases} n=۳ \\ l=۰ \end{cases} \Rightarrow n+l=۳+۰=۳$$

مجموع $(n+l)$ برای هر دو زیرلایهٔ ۲p و ۳s یکسـان اسـت اما چون مقدار n زیرلایهٔ ۲p کوچک‌تر اسـت لذا این زیرلایه انرژی کم‌تری داشته و زودتر از ۳s پر می‌شود.

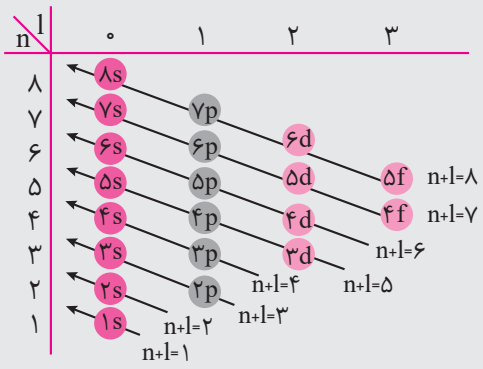
❸ اگر ترتیب پر شدن سایر زیرلایه‌ها را نیز بررسی کنیم به روند زیر دست خواهیم یافت:

ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها : $۱s \rightarrow ۲s \rightarrow ۲p \rightarrow ۳s \rightarrow ۴s \rightarrow ۳d \rightarrow ۴p \rightarrow \cdots$

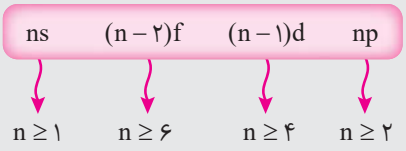
به‌طور کلی ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها به صورت زیر است:

[۱s] [۲s ۲p] [۳s ۳p] [۴s ۳d ۴p] [۵s ۴d ۵p] [۶s ۴f ۵d ۶p] [۷s ۵f ۶d ۷p]

دوره‌ی اول — دوره‌ی دوم — دوره‌ی سوم — دوره‌ی چهارم — دوره‌ی پنجم — دوره‌ی ششم — دوره‌ی هفتم



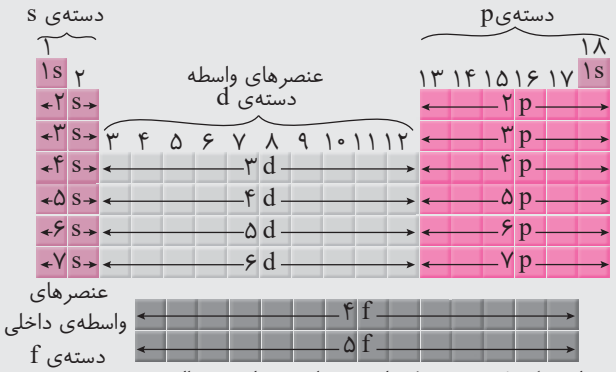
ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها



نکته: می‌توان برای رسم آرایش الکترونی از رابطهٔ مقابل استفاده کرد:

اگر $n = ۱$ باشد تنها زیرلایهٔ s پر می‌شود ولی اگر $n = ۲, ۳$ باشد علاوه بر زیرلایهٔ s، زیرلایهٔ p نیز پر می‌شود. در صورتی که $n \geq ۴$ باشد زیرلایهٔ d وارد صحنه می‌شود! و زیر لایهٔ f فقط در صورتی که $n \geq ۶$ باشد رخ می‌نماید!

تذکر: برای نوشتن آرایش الکترونی اتم‌ها لازم است ترتیب فوق را حفظ باشید. اگرچه در نگاه اول ممکن است حفظ ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها کمی سخت به نظر آید اما با کمی تمرین بر این شکل فائق خواهید آمد.



زیرلایه‌هایی که در هر یک از دوره‌های جدول، در حال پرشدن هستند.

مثال. آرایش الکترونی $_{۲۰}Ca$ و $_{۲۸}Ni$ را بنویسید:

پاسخ: برای نوشتن آرایش الکترونی اتم، کافی است زیرلایه‌ها را مطابق قاعدهٔ آفبا از الکترون پر کنیم تا جایی که مجموع تعداد الکترون‌های زیرلایه‌ها با تعداد الکترون‌های آن اتم (که برابر با عدد اتمی آن است) برابر شود:

$_{۲۰}Ca : ۱s^۲\ ۲s^۲ ۲p^۶\ ۳s^۲ ۳p^۶\ ۴s^۲ \Rightarrow$ جمع توان زیرلایه‌ها $= ۲ + ۲ + ۶ + ۲ + ۶ + ۲ = ۲۰$

$_{۲۸}Ni : ۱s^۲\ ۲s^۲ ۲p^۶\ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۸\ ۴s^۲ \Rightarrow = ۲ + ۲ + ۶ + ۲ + ۶ + ۸ + ۲ = ۲۸$

توجه! به هنگام نوشتن آرایش الکترونی، زیرلایه‌ای که ضریب کم‌تری دارد، زودتر نوشته می‌شود. برای مثال با وجود آن‌که ۴s زودتر از ۳d پر می‌شود اما هنگام آرایش الکترونی، ۴s را پس از ۳d می‌نویسیم.

۴ قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اتم **اغلب** عنصرها را پیش‌بینی می‌کند؛ اما به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته معلوم شده است که آرایش الکترونی برخی اتم‌ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند. برای نمونهٔ آرایشی الکترونی **اتم‌های کروم** ($_{۲۴}Cr$) **و مس** ($_{۲۹}Cu$) از این قاعده پیروی نمی‌کند:

	آرایش الکترونی مورد انتظار	آرایش الکترونی واقعی (پایدار)
$_{24}Cr$	$1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^4\ 4s^2$	$1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^5\ 4s^1$
$_{29}Cu$	$1s^2\ 2s^2 p^6\ 3s^2 3p^6 3d^9\ 4s^2$	$1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 p^6 3d^{10}\ 4s^1$

وقتی زیرلایهٔ d کاملاً پر یا نیمه‌پر باشد به اتم پایداری بیش‌تری می‌دهند. از این رو در آرایش اتم $_{24}Cr$ زیرلایهٔ 3d به جای $3d^4$ به صورت $3d^5$ (نیمه‌پر) و در آرایش الکترونی اتم $_{29}Cu$، زیرلایهٔ 3d به جای $3d^9$ به صورت $3d^{10}$ (کاملاً پر) می‌باشد.

نکته: در جدول تناوبی، کروم ($_{24}Cr$) اولین عنصری است که آرایش الکترونی آن از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.

نکته: در عنصرهای مولیبدن ($_{42}Mo$) و نقره ($_{47}Ag$) که به ترتیب با $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ در یک گروه جای دارند نیز وضعیت مشابهی برقرار است؛ یعنی آرایش الکترونی واقعی با آرایش الکترونی مورد انتظار متفاوت است. این اتم‌ها نیز در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ خود تنها یک الکترون دارند.

	آرایش الکترونی مورد انتظار	آرایش الکترونی واقعی (پایدار)
$_{42}Mo$	$1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^4\ 5s^2$	$1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^5\ 5s^1$
$_{47}Ag$	$1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^9\ 5s^2$	$1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^{10}\ 5s^1$

آرایش الکترونی فشرده

❶ آرایش الکترونی اتم‌ها را به شیوهٔ دیگری نیز می‌توان نوشت که **آرایش الکترونی فشرده** خوانده می‌شود. از آن‌جا که لایه‌های الکترونی در گازهای نجیب پر هستند، معمولاً برای خلاصه‌تر کردن آرایش‌های الکترونی، به جای لایه‌های الکترونی پر شده نماد شیمیایی گاز نجیب با همان تعداد الکترون را درون یک کروشه ([ ]) قرار می‌دهند. ابتدا باید با آرایش الکترونی گازهای نجیب آشنا باشیم.

❷ **آرایش الکترونی گازهای نجیب:**

$_{2}He: 1s^2$

$_{10}Ne: 1s^2 2s^2 2p^6$

$_{18}Ar: 1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6$

$_{36}Kr: 1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6$

$_{54}Xe: 1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^{10}\ 5s^2 5p^6$

$_{86}Rn: 1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}\ 5s^2 5p^6 5d^{10}\ 6s^2 6p^6$

$_{118}Og$ آفرین گاز نجیب (و البته آفرین عنصر جدول دوره‌ای) است که چون در نوشتن آرایش الکترونی فشردهٔ هیچ اتمی استفاده نمی‌شود از نوشتن آرایش الکترونی آن اجتناب کرده‌ایم!

مثال . آرایش الکترونی فشردهٔ اتم‌های سدیم ($_{11}Na$)، آهن ($_{26}Fe$) و قلع ($_{50}Sn$) را بنویسید.

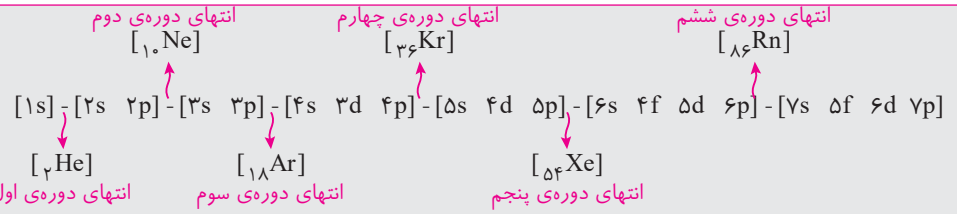
پاسخ :

$$_{11}Na: \underbrace{1s^2\ 2s^2 2p^6}_{_{10}Na}\ 3s^1 \Rightarrow {}_{11}Na = [{}_{10}Ne]3s^1$$

$$_{26}Fe: \underbrace{1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6}_{_{18}Ar}\ 3d^6\ 4s^2 \Rightarrow {}_{26}Fe: [{}_{18}Ar]3d^6\ 4s^2$$

$$_{50}Sn: \underbrace{1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6}_{_{36}Kr} 4d^{10}\ 5s^2 5p^2 \Rightarrow {}_{50}Sn = [{}_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^2 5p^3$$

❸ همان‌طور که در مثال‌های بالا مشاهده می‌شود، استفاده از گاز نجیب در رسم آرایش الکترونی کمک زیادی در فشرده نوشتن آرایش الکترونی می‌نماید. از این رو لازم است جایگاه هرگاه نجیب را در ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها بدانیم:



گازهای نجیب در انتهای هر دوره از جدول دوره‌ای قرار دارند. از این رو دانستن جایگاه آن‌ها و عدد اتمی آن‌ها کمک زیادی در فشرده نوشتن آرایش الکترونی اتم‌ها می‌نماید. برای نوشتن آرایش فشرده اتم‌ها می‌توان از رابطهٔ کلی زیر بهره گرفت:

در رابطهٔ فوق n، شمارهٔ دوره‌ای است که عنصر مورد نظر در آن واقع است و به راحتی از روی نماد شیمیایی گاز نجیب به دست می‌آید.

[نماد شیمیایی گازهای نجیب] : X

ns (n − ۲)f (n − ۱)d np

n ≥ ۱ n ≥ ۶ n ≥ ۴ n ≥ ۲

مثال . آرایش الکترونی فشردهٔ آرسنیک ($_{۳۳}As$) را بنویسید.

پاسخ : گاز نجیب قبل از $_{۳۳}As$، آرگون ($_{۱۸}Ar$) است که در انتهای دورهٔ سوم قرار دارد. پس $_{۳۳}As$ در دورهٔ چهارم واقع است (n = ۴) :

$$_{۳۳}As : [_{۱۸}Ar] ۴s^{۲}\ ۳d^{۱۰}\ ۴p^{۳} \Rightarrow {}_{۳۳}As : [_{۱۸}Ar] ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}۴p^{۳}$$

مثال . آرایش الکترونی فشردهٔ تالیم ($_{۸۱}Tl$) را بنویسید.

پاسخ : گاز نجیب قبل از $_{۸۱}Tl$، زنون ($_{۵۴}Xe$) است که در انتهای دورهٔ پنجم قرار دارد. پس $_{۸۱}Tl$ در دورهٔ ششم واقع است (n = ۶) :

$$_{۸۱}Tl : [_{۵۴}Xe] ۶s^{۲}\ ۴f^{۱۴}\ ۵d^{۱۰}\ ۶p^{۱} \Rightarrow {}_{۸۱}Tl : [_{۵۴}Xe] ۴f^{۱۴}\ ۶s^{۲}۶p^{۱}$$

در جدول زیر آرایش الکترونی فشردهٔ ۳۶ عنصر اول جدول دوره‌ای را مشاهده می‌کنید.

نماد شیمیایی	عدد اتمی	آرایش الکترونی	نماد شیمیایی	عدد اتمی	آرایش الکترونی
H	۱	$۱s^{۱}$	K	۱۹	$[Ar]۴s^{۱}$
He	۲	$۱s^{۲}$	Ca	۲۰	$[Ar]۴s^{۲}$
Li	۳	$[He]۲s^{۱}$	Sc	۲۱	$[Ar]۳d^{۱}۴s^{۲}$
Be	۴	$[He]۲s^{۲}$	Ti	۲۲	$[Ar]۳d^{۲}۴s^{۲}$
B	۵	$[He]۲s^{۲}۲p^{۱}$	V	۲۳	$[Ar]۳d^{۳}۴s^{۲}$
C	۶	$[He]۲s^{۲}۲p^{۲}$	Cr	۲۴	$[Ar]۳d^{۵}۴s^{۱}$
N	۷	$[He]۲s^{۲}۲p^{۳}$	Mn	۲۵	$[Ar]۳d^{۵}۴s^{۲}$
O	۸	$[He]۲s^{۲}۲p^{۴}$	Fe	۲۶	$[Ar]۳d^{۶}۴s^{۲}$
F	۹	$[He]۲s^{۲}۲p^{۵}$	Co	۲۷	$[Ar]۳d^{۷}۴s^{۲}$
Ne	۱۰	$[He]۲s^{۲}۲p^{۶}$	Ni	۲۸	$[Ar]۳d^{۸}۴s^{۲}$
Na	۱۱	$[Ne]۳s^{۱}$	Cu	۲۹	$[Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۱}$
Mg	۱۲	$[Ne]۳s^{۲}$	Zn	۳۰	$[Ar]۳d^{۱۰}۴s^{۲}$

PHAREPUB.COM

آرایش الکترونی	عدد اتمی	نماد شیمیایی	آرایش الکترونی	عدد اتمی	نماد شیمیایی
$[Ar]3d^{10}4s^2 4p^1$	۳۱	Ga	$[Ne]3s^2 3p^1$	۱۳	Al
$[Ar]3d^{10}4s^2 4p^2$	۳۲	Ge	$[Ne]3s^2 3p^2$	۱۴	Si
$[Ar]3d^{10}4s^2 4p^3$	۳۳	As	$[Ne]3s^2 3p^3$	۱۵	P
$[Ar]3d^{10}4s^2 4p^4$	۳۴	Se	$[Ne]3s^2 3p^4$	۱۶	S
$[Ar]3d^{10}4s^2 4p^5$	۳۵	Br	$[Ne]3s^2 3p^5$	۱۷	Cl

آرایش الکترونی ۳۶ عنصر اول جدول تناوبی

با توجه به توضیحات داده شده، آرایش الکترونی اتم‌های مورد نظر به صورت زیر است:

$_{43}Tc: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^6\ 5s^1$

$_{45}Rh: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^8\ 5s^1$

$_{46}Pd: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^{10}\ 5s^0$

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

عبارت اول: نادرست است. با توجه به آرایش الکترون Rh، ۱۸ الکترون در زیرلایه‌های $3d^{10}$ و $4d^8$ جای دارند ($l=2$ بیان‌گر زیرلایه d است)؛ پس:

$$\frac{\text{تعداد الکترون‌های دارای } l=2}{\text{تعداد کل الکترون‌ها}} \times 100 = \frac{18}{45} \times 100 = 40\%$$

عبارت دوم: درست است. مطابق قاعدهٔ آفبا، ابتدا باید 5s پر شود بعد 4d. اما اگر به آرایش الکترونی هر سه اتم نگاهی بیندازید می‌بینید که زیرلایهٔ 5s هیچ‌کدام پر نشده است. یعنی آرایش الکترونی هیچ کدام از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.

عبارت سوم: نادرست است. با توجه به آرایش الکترونی Tc، پنج لایه و ده زیر لایه توسط الکترون اشغال شده است که از میان آن‌ها چهار زیرلایه (زیرلایه‌های 1s، 2s، 3s و 4s) دارای دو الکترون و چهار زیرلایه (زیرلایه‌های 2p، 3p، 4p و 4d) هر یک دارای ۶ الکترون است.

عبارت چهارم: نادرست است. در اتم Pd، سی و هفتمین (تا چهل و ششمین) در زیرلایهٔ 4d جای دارند که دارای عددهای کوانتومی $l=2$ و $n=4$ است:

$_{46}Pd: [_{36}Kr]4d^{10}$

---

۱۳. گزینه ۱

به آرایش الکترونی $_{26}Fe$ و $_{22}Ti$ توجه نمایید:

$_{26}Fe: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^6\ 4s^2$ ⇒ شمار الکترون‌های 3d و 3p یکسان است

$_{22}Ti: [_{18}Ar]3d^2 / 4s^2$ ⇒ شمار الکترون‌های 3d و 4s یکسان است

---

۱۴. گزینه ۳

درس‌نامه ۲۵ الکترون‌های ظرفیت اتم

لایهٔ ظرفیت یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کند. به الکترون‌های این لایه، **الکترون‌های ظرفیت اتم** می‌گویند.

برای تعیین تعداد الکترون‌های ظرفیتی باید به موارد زیر توجه نماییم:

❶ اگر در آرایش الکترونی اتم یک عنصر، آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ s یا p شود. بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی (بزرگ‌ترین n) نشان‌دهندهٔ

لایهٔ ظرفیت و الکترون‌های موجود در آن نیز الکترون‌های ظرفیتی به شمار می‌آید. به مثال‌های زیر توجه نمایید:

$_{11}Na : [_{10}Na]3s^1$ ⟨ لایهٔ ظرفیت: $3s^1 \Rightarrow$ شمارهٔ ظرفیت $= 3$ ؛ تعداد الکترون‌های ظرفیت $= 1$

$_{35}Br : [_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 4p^5$ ⟨ لایهٔ ظرفیت: $4s^2 4p^5 \Rightarrow$ شمارهٔ لایهٔ ظرفیت $= 4$ ؛ تعداد الکترون‌های ظرفیت: $2 + 5 = 7$

❷ اگر در آرایش الکترونی اتم یک عنصر ـ آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ d شود، لایهٔ ظرفیت شامل زیرلایه‌های ns و $(n-1)$ d است و مجموع الکترون‌های موجود در این دو زیر لایه، تعداد الکترون‌های ظرفیت را نشان می‌دهد[1]. به مثال‌های زیر توجه نمایید:

$_{21}Sc : [_{18}Ar]3d^1\ 4s^2$ ⟨ لایهٔ ظرفیت: $3d^1\ 4s^2$ ؛ تعداد الکترون‌های ظرفیت $= 1 + 2 = 3$

$_{28}Ni : [_{18}Ar]3d^8\ 4s^2$ ⟨ لایهٔ ظرفیت: $3d^8\ 4s^2$ ؛ تعداد الکترون‌های ظرفیت $= 8 + 2 = 10$

توجه! در دو سطر پایانی صفحهٔ ۳۲ کتاب درسی آمده است که «بیرونی‌ترین لایهٔ، لایهٔ ظرفیت است».

حتماً قبول می‌فرمایید که این عبارت دارای اشکال است. تنها در صورتی لایهٔ ظرفیت، بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی است که آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ s یا p شود (مانند $_{11}Na$ و $_{35}Br$) اما اگر وارد زیرلایهٔ d شود این گونه نیست (مانند $_{28}Ni$).

تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم A برابر ۶ است و این عنصر در گروه ۱۶ جای دارد و با پنج عنصر دیگر هم گروه است که همانند A، ۶ الکترون ظرفیتی دارند. اما علاوه بر این پنج عنصر، عنصرهای گروه ۶ نیز در لایهٔ ظرفیت خود دارای ۶ الکترون هستند.

$_{24}Cr : [_{18}Ar]\underbrace{3d^5\ 4s^1}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$

در گروه ۶، چهار عنصر جای دارد. پس تعداد عنصرهایی که تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها برابر ۶ است بیش‌تر از پنج عنصر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: اتم A با گرفتن ۲ الکترون به آرایش گاز نجیب پس از خود ($_{36}Kr$) می‌رسد. اندازهٔ یون A^{2-} از اتم A بزرگ‌تر است. همواره اندازهٔ یک آنیون از اتم خنثای خود بزرگ‌تر است.

گزینهٔ «۲»: منظور از پنجمین عنصر واسطهٔ $_{25}Mn$ است که تعداد الکترون‌های دارای $l = 0$ آن با اتم A یکسان است ($l = 0$ بیان‌گر زیرلایهٔ s است)

$_{34}A : 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^4$

$2 + 2 + 2 + 2 = 8e^-$

$_{25}Mn : 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^5\ 4s^2$

$2 + 2 + 2 + 2 = 8e^-$

گزینهٔ «۴»: عدد اتمی A و آخرین عنصر گروه ۱۶ به ترتیب ۳۴ و ۱۱۶ است؛ پس:

$116 - 34 = 82$

---

۱. در عنصرهای گروه ۱۲، زیرلایهٔ d $(n-1)$ کاملاً پر است و تمایلی برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی ندارد. از این رو در برخی منابع الکترون‌های این زیرلایه را جزو الکترون‌های ظرفیتی به شمار می‌آورند و فقط دو الکترون موجود در زیرلایهٔ ns را به عنوان الکترون‌های ظرفیتی درنظر می‌گیرند. *البته ما کاری به نظر این منابع نداریم و فقط نظر کتاب درسی را قبول داریم!*

۱۵. گزینه ۳

درس‌نامه ۲۶ آرایش الکترونی یون‌ها

گازهای نجیب که در انتهای هر یک از دوره‌های جدول دوره‌ای عناصر قرار گرفته‌اند، در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی اتم خود، هشت الکترون دارند و آرایش الکترونی لایهٔ بیرونی آن‌ها به ns^2np^6 ختم می‌شود که یک **آرایش الکترونی متقارن و بسیار پایدار** است (البته آرایش الکترونی اتم هلیم به صورت $1s^2$ است که آن هم آرایش الکترونی بسیار پایداری است). با توجه به پایداری آرایش الکترونی گازهای نجیب، سایر اتم‌ها تمایل دارند به آرایش الکترونی پایدار گازهای نجیب برسند.

۱ فلزها با از دست دادن الکترون و تشکیل **کاتیون (یون مثبت)** به آرایش الکترونی **گاز نجیب پیش از خود** در جدول دوره‌ای می‌رسند.

- فلزهای گروه ۱ جدول دوره‌ای با از دست دادن یک الکترون و تشکیل کاتیون یک بار مثبت (M^+) به آرایش گاز نجیب پیش از خود می‌رسند. این عنصرها عبارتند از: ${}_3Li$، ${}_{11}Na$، ${}_{19}K$ و ...
- فلزهای گروه ۲ جدول دوره‌ای (به جز ${}_4Be$[1]) با از دست دادن دو الکترون و تشکیل کاتیون دو بار مثبت (M^{2+}) به آرایش گاز نجیب پیش از خود می‌رسند. این عنصرها عبارتنداز: ${}_{12}Mg$، ${}_{20}Ca$ و ...
- از عنصرهای گروه ۱۳، آلومینیم $({}_{13}Al)$ با از دست دادن سه الکترون و تشکیل کاتیون سه بار مثبت (Al^{3+}) به آرایش گاز نجیب پیش از خود می‌رسد[2].
- از **عنصرهای واسطه**، اسکاندیم $({}_{21}Sc)$ و ایتریم $({}_{39}Y)$ (هر دو متعلق به گروه ۳) با از دست دادن سه الکترون به آرایش گاز نجیب پیش از خود می‌رسند.

نکته: اگر تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتمی کم‌تر یا برابر ۳ باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد همهٔ الکترون‌های ظرفیتی خود را از دست بدهد و به کاتیون تبدیل شود.

چگونگی نوشتن آرایش الکترونی کاتیون‌ها: ابتدا آرایش الکترونی اتم مورد نظر را نوشته و سپس به تعداد بار کاتیون، از بیرونی‌ترین زیرلایه، الکترون جدا می‌کنیم و اگر تعداد الکترون‌های آن زیرلایه کم‌تر از بار کاتیون باشد به سراغ زیرلایهٔ بعدی می‌رویم:

$${}_{11}Na: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ \underbrace{3s^1} \xrightarrow{\text{از دست دادن یک الکترون}} {}_{11}Na^+ = [{}_{10}Ne]: 1s^2\ 2s^2 2p^6$$
بیرونی‌ترین زیرلایه

$${}_{12}Mg: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ \underbrace{3s^2} \xrightarrow{\text{از دست دادن دو الکترون}} {}_{12}Mg^{2+} = [{}_{10}Ne]: 1s^2\ 2s^2 2p^6$$
بیرونی‌ترین زیرلایه

$${}_{13}Al: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ \underbrace{3s^2}\ \underbrace{3p^1} \xrightarrow{\text{از دست دادن سه الکترون}} {}_{13}Al^{3+} = [{}_{10}Ne]: 1s^2\ 2s^2 2p^6$$

$${}_{21}Sc: [{}_{18}Ar]\ \underbrace{3d^1}\ \underbrace{4s^2} \xrightarrow{\text{از دست دادن سه الکترون}} {}_{21}Sc^{3+} = [{}_{18}Ar]$$

$${}_{39}Y: [{}_{36}Kr]\ \underbrace{4d^1}\ \underbrace{5s^2} \xrightarrow{\text{از دست دادن سه الکترون}} {}_{39}Y^{3+} = [{}_{36}Kr]$$

---

۱. بریلیم $({}_4Be)$ هیچ تمایلی به از دست دادن الکترون و تشکیل یون Be^{2+} در ترکیبات خود ندارد و به جای آن الکترون به اشتراک می‌گذارد.

۲. در عنصرهای گروه ۱۳، بور $({}_5B)$ همانند بریلیم $({}_4Be)$ تمایلی به تشکیل یون B^{3+} ندارد و به جای آن الکترون به اشتراک می‌گذارد. سایر عنصرهای این گروه نیز همانند ${}_{13}Al$ می‌توانند کاتیون سه بار مثبت (M^{3+}) تشکیل دهند اما بدون رسیدن به آرایش گاز نجیب:

$${}_{31}Ga: [{}_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 4p^1 \xrightarrow{\text{۳ الکترون از دست می‌دهد}} {}_{31}Ga^{3+}: [{}_{18}Ar]3d^{10}$$

$${}_{49}In: [{}_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^2 5p^1 \xrightarrow{\text{۳ الکترون از دست می‌دهد}} {}_{49}In^{3+}: [{}_{36}Kr]4d^{10}$$

$${}_{81}Tl: [{}_{54}Xe]4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2 6p^1 \xrightarrow{\text{۳ الکترون از دست می‌دهد}} {}_{81}Tl^{3+}: [{}_{54}Xe]4f^{14}\ 5d^{10}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود همهٔ این یون‌ها به آرایش d^{10} رسیده‌اند که پایدار است (در هر سه کاتیون همهٔ زیرلایه‌ها پر هستند). اگر این اتم‌ها بخواهند به آرایش گاز نجیب ماقبل برسند خودتان حساب کنید هر کدام چند تا الکترون باید از دست بدهند؟! اصلاً چنین چیزی امکان‌پذیر نیست. پس این یون‌ها به همان آرایش d^{10} قناعت می‌کنند تازه In و Tl می‌توانند یون یک بار مثبت هم تشکیل دهند که آن هم پایدار است! چون به فرم $4s^2$ d^{10} می‌رسند که آن هم آرایش پایداری است (چون همهٔ زیرلایه‌ها پر هستند)

❷ نافلزها با گرفتن الکترون و تشکیل **آنیون (یون منفی)** به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود می‌رسند.

- عنصرهای گروه ۱۵ (مانند ${}_{7}N$، ${}_{15}P$ و ${}_{33}As$) با گرفتن سه الکترون و تشکیل آنیون سه بار منفی (X^{3-}) به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود می‌رسند[1].
- عنصرهای گروه ۱۶ (مانند ${}_{8}O$، ${}_{16}S$ و ${}_{34}Se$) با گرفتن دو الکترون و تشکیل آنیون دو بار منفی (X^{2-}) به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود می‌رسند.
- عنصرهای گروه ۱۷ (یعنی ${}_{9}F$، ${}_{17}Cl$، ${}_{35}Br$ و ${}_{53}I$) با گرفتن یک الکترون و تشکیل آنیون یک بار منفی (X^{-}) به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود می‌رسند.

چگونگی نوشتن آرایش الکترونی آنیون‌ها: ابتدا آرایش الکترونی اتم مورد نظر را نوشته و سپس به تعداد بار یون به بیرونی‌ترین زیرلایه، الکترون‌ها را می‌افزاییم:

$${}_{7}N: 1s^2\ 2s^2\ 2p^3 \xrightarrow{\text{۳ الکترون می‌گیرد}} {}_{7}N^{3-}: 1s^2\ 2s^2 2p^6 = [{}_{10}Ne]$$

$${}_{16}S: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^4 \xrightarrow{\text{۲ الکترون می‌گیرد}} {}_{16}S^{2-}: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 = [{}_{18}Ar]$$

$${}_{35}Br: [{}_{18}Ar] 3d^{10}\ 4s^2 4p^5 \xrightarrow{\text{یک الکترون می‌گیرد}} {}_{35}Br^{-}: [{}_{18}Ar] 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 = [{}_{36}kr]$$

نکته: یون‌های تک‌اتمی X^{4+} و X^{4-} ناپایدار هستند و در طبیعت تشکیل نمی‌شوند. از این رو عنصرهای گروه ۱۴ که در لایهٔ ظرفیت خود چهار الکترون دارند، یون‌های X^{4+} و X^{4-} تشکیل نمی‌دهند[2].

نکته: هیدروژن تنها اتمی است که هم می‌تواند به صورت کاتیون (H^{+}) و هم به صورت آنیون (H^{-}) درآید.

لطفاً لیست یون‌های موجود در جدول را به خاطر بسپارید!

۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
							${}_{2}He$
Li^{+}				N^{3-}	O^{2-}	F^{-}	${}_{10}Ne$
Na^{+}	Mg^{2+}	Al^{3+}		P^{3-}	S^{2-}	Cl^{-}	${}_{18}Ar$
K^{+}	Ca^{2+}					Br^{-}	${}_{36}Kr$

به آرایش گاز نجیب دوره قبل می‌رسد. — به آرایش گاز نجیب دوره‌ی قبل می‌رسد. — به آرایش گاز نجیب هم‌دوره می‌رسد.

❸ یون‌های عنصر واسطه

دانستیم که در عنصرهای واسطه زیرلایهٔ d در حال پر شدن است. همان‌گونه که در بخش‌های قبل گفته شد، انرژی زیرلایهٔ 4s کم‌تر از زیرلایهٔ 3d است، به همین دلیل زیرلایهٔ 4s زودتر از زیرلایهٔ 3d توسط الکترون اشغال می‌شود. شاهد آن وارد شدن آخرین الکترون پتاسیم $({}_{19}K)$ در زیرلایهٔ 4s است نه زیرلایهٔ 3d:

$${}_{19}K: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 4s^1$$

$${}_{20}Ca: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 4s^2$$

اما در عنصرهای بعدی (یعنی عنصرهای واسطه از ${}_{21}Sc$ تا ${}_{30}Zn$) شرایط وارونه می‌شود؛ یعنی سطح انرژی زیرلایه 3d پایین‌تر از زیرلایهٔ 4s واقع می‌شود. زیرا با وارد شدن پروتون‌های جدید در هسته، اثر جاذبهٔ هسته بر الکترون‌های زیرلایهٔ 3d بیش‌تر شده و سطح انرژی آن نسبت به 4s پایین‌تر می‌آید. از این رو به هنگام از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به یون مثبت، الکترون‌ها ابتدا از زیرلایهٔ 4s خارج

---

۱. در گروه ۱۵ بیسموت $({}_{83}Bi)$ یک فلز است و صد البته آنیون تشکیل نمی‌دهد، بلکه کاتیون تشکیل می‌دهد.

۲. البته ${}_{50}Sn$ و ${}_{82}Pb$ در این گروه می‌توانند یون‌های Sn^{4+5} و Pb^{4+} تشکیل دهند که چندان متداول نیستند.

می‌شوند نه زیرلایهٔ ۳d.

بـه عبارت دیگر، سـطح انرژی زیرلایهٔ ۳d در عنصرهای واسـطه (دورهٔ چهارم جـدول) پایین‌تر از زیرلایهٔ ۴s اسـت. پس به طور خلاصه می‌توان گفت:

۳d < ۴s : سطح انرژی قبل از اشغال شدن توسط الکترون

۳d > ۴s : سطح انرژی پس از اشغال شدن توسط الکترون

همان مطالبی که برای زیرلایه‌های ۴s و ۳d گفتیم برای زیرلایه‌های ۵s و ۴d نیز صدق می‌کند، پس:

۴d > ۵s : سطح انرژی قبل از اشغال شدن توسط الکترون

۴d < ۵s : سطح انرژی پس از اشغال شدن توسط الکترون

تذکر مهم: برای نوشـتن آرایش الکترونی یون‌های عنصرهای واسطه، ابتدا آرایش الکترونی اتم مورد نظر را نوشته و سپس بسته به تعداد بار مثبت، ابتدا از زیرلایهٔ ۴s (یا ۵s) و سپس در صورت لزوم از زیر لایهٔ ۳d (یا ۴d) الکترون جدا می‌کنیم.

مثال . آرایش الکترونی $_{27}Co^{2+}$ و $_{27}Co^{3+}$ را رسم نمایید.

پاسخ : ابتدا آرایش الکترونی اتم کبالت را در حالت خنثی رسم می‌نماییم: $_{27}Co:[_{18}Ar]3d^7\ 4s^2$

برای نوشتن آرایش الکترونی یون $_{27}Co^{2+}$ کافی است که دو الکترون از زیرلایهٔ 4s جدا کنیم: $_{27}Co^{2+}:[_{18}Ar]3d^7$

اما برای نوشتن آرایش الکترونی یون $_{27}Co^{3+}$ باید یک الکترون دیگر از زیرلایهٔ ۳d جدا نماییم: $_{27}Co^{3+}:[_{18}Ar]3d^6$

اکنون به بررسی عبارت‌های مورد نظر بپردازیم:

آ) درست است. لطفاً به نکتهٔ زیر توجه فرمایید.

نکته: آرایش الکترونی یک گاز نجیب ـ که به ns^2np^6 یا $1s^2$ ختم می‌شود ـ مربوط به خود گاز نجیب یا یون مثبت پایدار یا یون منفی پایدار باشد که به آرایش الکترونی آن گاز نجیب رسیده‌اند.

پس آرایش الکترونی $1s^2$ می‌تواند مربوط به $_2He$، $_1H^-$ یا $_3Li^+$ باشد.

ب) درست است. $_{28}Ni^{2+}$ و $_{26}Fe$ اگرچه الکترون‌های برابر دارند ولی آرایش الکترونی آن‌ها متفاوت است. اما $_{31}Ga^+$ و $_{30}Zn$ هم تعداد الکترون‌های یکسان دارند و هم آرایش الکترونی یکسان:

$$\begin{cases} _{28}Ni^{2+}:[_{18}Ar]3d^8 \\ _{26}Fe:[_{18}Ar]3d^6\ 4s^2 \end{cases}\ ,\ \begin{cases} _{31}Ga^+:[_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 \\ _{30}Zn:[_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 \end{cases}$$

پ) نادرست است. ابتدا عدد اتمی X را به دست می‌آوریم:

$$Z=\frac{|\Delta-q-A|}{2}=\frac{|17-4-101|}{2}=44$$

عدد اتمی X برابر ۴۴ است پس یون $_{44}X^{4+}$ دارای ۴۰ الکترون است.

$$_{44}X:[_{36}Kr]4d^6\,5s^2 \Rightarrow {}_{44}X^{4+}:[_{36}Kr]\underbrace{4d^4}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}\ 5s$$

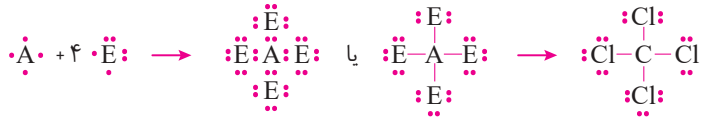
ت) نادرست است.

$$X^{3+}:[_{18}Ar]3d^3 \Rightarrow {}_{24}X:[_{18}Ar]\underbrace{3d^5}_{n=3,l=2\Rightarrow ۵\text{الکترون}}\ 4s^1$$

۱۶. گزینه ۲

به بررسی عبارت‌های مطرح شده می‌پردازیم:

عبارت اول: درست است. مولکول حاصل از A و E به صورت AE_4 است (A و E به ترتیب $_6C$ و $_{17}Cl$ است.)

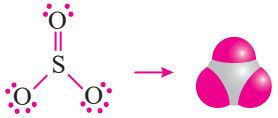


عبارت دوم: درست است. شمار پیوندهای کووالانسی در D_2 (O_2) و Z_2X (Z و X به ترتیب $_1H$ و $_{16}S$ هستند و Z_2X همان می‌باشد H_2S) برابر است:

$$D_2 \longrightarrow :\ddot{D}=\ddot{D}: \longrightarrow :\ddot{O}=\ddot{O}:$$

عبارت سوم: درست است. از واکنش D با O (A با C) و D با O (X با Si) مولکول‌های AD_2 (CO_2) و XD_3 (SO_3) می‌تواند حاصل شود:

$$AD_2 \longrightarrow CO_2 \longrightarrow :\ddot{O}=C=\ddot{O}: \longrightarrow$$



$$XD_3 \longrightarrow SO_3 \longrightarrow$$

البته اکسیژن با کربن و گوگرد، کربن مونوکسید (CO) و گوگرد دی اکسید (SO_2) هم می‌تواند تشکیل دهد.

عبارت چهارم: درست است. عنصر Z، D و E (به ترتیب $_1H$، $_8O$ و $_{17}Cl$) در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی H_2، O_2 و Cl_2) وجود دارند.

۱۷. گزینه ۱

درس‌نامه ۲۷ نحوهٔ تشکیل ترکیب‌های یونی

از مدت‌ها پیش شیمیدان‌ها پی بردند که **گازهای نجیب** در طبیعت به شکل **تک‌اتمی** یافت می‌شوند. این واقعیت بیان‌گر این است که این گازها واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند. از این رو **پایدارند**. گازهای نجیب در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی خود (لایهٔ ظرفیت) **هشت الکترون** دارند (به جز اتم هلیم که در تنها لایهٔ الکترونی خود، **دو الکترون** دارد). بنابراین به نظر می‌رسد که وجود این لایهٔ هشتایی، این اتم‌ها را پایدار کرده است.

قاعده هشتایی و واکنش‌پذیری اتم‌ها

قاعدهٔ هشتایی (اوکتت): به‌طور کلی اتم‌ها تمایل دارند با از دست دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز با اشتراک گذاشتن آن، به آرایش الکترونی یک گاز نجیب برسند. این قاعده را **قاعدهٔ هشتایی (یا اوکتت)** و ... آرایش الکترونی اتم را در این حالت، **آرایش الکترونی هشتایی پایدار** می‌نامند.

❶ **رفتار شیمیایی هر اتم** به **تعداد الکترون‌های ظرفیت** آن بستگی دارد، به‌طوری که می‌توان هشتایی شدن لایهٔ ظرفیت و دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای میزان واکنش‌پذیری آن‌ها دانست.

❷ وقتی اتم به آرایش هشتایی پایدار می‌رسد، از واکنش‌پذیری آن **کاسته** می‌شود و دیگر تمایل چندانی به تشکیل پیوندهای بیش‌تر از خود نشان نمی‌دهد. پس اتمی که لایهٔ ظرفیت آن هشتایی نباشد (در زیرلایه‌های s و p بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی خود کم‌تر از هشت الکترون داشته باشد) **واکنش‌پذیر** است، زیرا می‌تواند برای رسیدن به آرایش هشتایی پایدار با اتم‌های دیگر به مبادله یا اشتراک الکترون بپردازد.

نکته: *البته این‌گونه نیست که اگر اتمی به آرایش گاز نجیب برسد واکنش‌پذیری آن به صفر برسد و دیگر اصلاً پیوند بیش‌تری تشکیل نده!! همان‌طور که آرایش الکترونی بعضی اتم‌ها از قاعدهٔ آبفا پیروی نمی‌کند بعضی‌ها هم از قاعدهٔ هشتایی پیروی نمی‌کنند!؟(دلیلش فعلاً در حوصلهٔ این کتاب نمی‌گنجد). برای مثال گوگرد با فلوئور می‌تواند ترکیب‌هایی با فرمول SF_2، SF_4 و SF_6 تشکیل دهد که در دو مورد آخر، اتم گوگرد از هشتایی هم رد کرده است!*

❸ فلزهای **واسطه** در واکنش‌ها، الکترون از دست داده به یون مثبت (کاتیون) تبدیل می‌شوند. **اما این یون‌ها بدون داشتن آرایش الکترونی گاز نجیب به پایداری می‌رسند.** البته این مطلب استثناهایی هم دارد؛ یعنی بعضی از فلزهای واسطه با تبدیل شدن به کاتیون می‌توانند آرایش الکترونی گاز نجیب را به دست آورند. برای مثال اسکاندیم ($_{21}Sc$) و ایتریم ($_{39}Y$) با از دست دادن سه الکترون و تبدیل شدن به یون سه بار مثبت (+۳) به آرایش **گاز نجیب ماقبل** خود می‌رسند:

$$_{21}Sc:[_{18}Ar]3d^1\ 4s^2 \rightarrow {}_{21}Sc^{3+}:[_{18}Ar]$$

$$_{39}Y:[_{36}Kr]4d^1\ 5s^2 \rightarrow {}_{39}Y^{3+}:[_{36}Kr]$$

چگونگی تشکیل پیوندهای یونی

دانستیم که فلزها تمایل دارند با از دست دادن الکترون‌های ظرفیت خود به آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود برسند، در حالی که نافلزها تمایل دارند با گرفتن الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود دست یابند. از این رو، هنگامی که یک فلز فعال (مانند فلزهای گروه ۱ و ۲) با یک نافلز فعال (مانند هالوژن‌ها و اکسیژن) واکنش می‌دهد، اتم‌های فلز، الکترون از دست می‌دهد و اتم‌های نافلز، الکترون می‌گیرند. در نتیجه اتم‌های فلز به **کاتیون** و اتم‌های نافلز به **آنیون** تبدیل می‌شوند. میان این کاتیون‌ها و آنیون‌ها نیروی جاذبه‌ای به وجود می‌آید که به آن **پیوند یونی** می‌گویند. این پیوند نتیجه انتقال الکترون از اتم فلز به اتم نافلز است و به ترکیب حاصل، ترکیب یونی می‌گویند.

نکته: پیوند یونی **جاذبه‌ای** است که میان یون‌هایی با بار **ناهمنام** به‌وجود می‌آید.

نکته: از دست دادن یا گرفتن الکترون نشانه‌ای از **رفتار شیمیایی** اتم است.

۵ مادهٔ حاصل از سدیم و کلر، سدیم کلراید NaCl نامیده می‌شود. در این ترکیب نسبت یون‌های سازنده آن ۱ به ۱ است، یعنی به ازای یک کاتیون یک آنیون وجود دارد. در کلسیم کلراید و آلومینیم اکسید این نسبت برابر ۱ به ۲ و ۲ به ۳ است:

$$CaCl_2 \begin{cases} Ca^{2+} \\ 2Cl^- \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{2}$$

$$Al_2O_3 \begin{cases} 2Al^{3+} \\ 3O^{2-} \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{2}{3}$$

۶ ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، **ترکیب یونی دوتایی** نامیده می‌شود.

۷ ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایشی منظم است که در ساختار آن‌ها مولکولی وجود ندارد. از این رو در متون علمی برای آن‌ها واژهٔ مولکول را به کار نمی‌برند.

۸ هر ترکیب یونی (مانند NaCl) از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است.

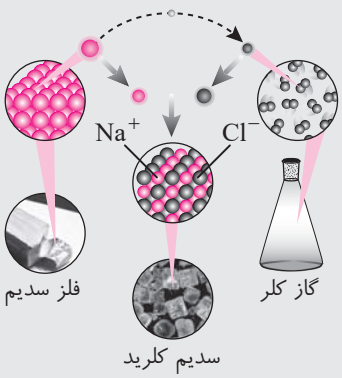
طرز تشخیص ترکیب‌های یونی

تا این جا دانستیم که از واکنش یک فلز و یک نافلز، یک ترکیب یونی به وجود می‌آید، اما برای تشخیص بهتر ترکیب‌های یونی، لازم است موارد زیر را در نظر بگیریم:

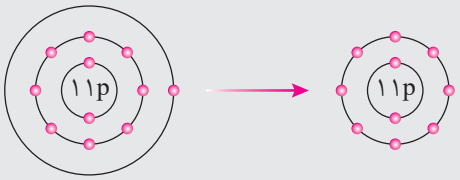
۱ پیوند فلزهای گروه ۱ و ۲ (به جز Be با نافلزها یا آنیون‌های چندتایی، از نوع یونی است. مانند $NaCl$، LiF، K_2S، $NaNO_3$، $KClO_3$ و ...

نکته: یون‌های Be^{2+} و B^{3+} به دلیل شعاع یونی بسیار کوچک، چگالی بار الکتریکی بسیار زیادی دارند. از این رو ناپایدار بوده و در طبیعت تشکیل نمی‌شوند. از این رو هیچ کدام از ترکیب‌های بریلیم و بور (مانند BeF_2، $BeCl_2$، BCl_3 و ...) یونی نیستند و همگی جزو ترکیب‌های مولکولی به شمار می‌آیند.

● معروف‌ترین ترکیب یونی، نمک خوراکی سدیم کلراید است که در طبیعت یافت می‌شود و آن را با فرمول شیمیایی NaCl نشان می‌دهد. این فرمول نشان می‌دهد که سدیم کلراید از دو عنصر سدیم و کلر تشکیل شده است. سدیم فلزی براق، نرم و بسیار واکنش‌پذیر است. از طرف دیگر، کلر یک نافلز است که به صورت مولکول دو اتمی (Cl_2) و گازی شکل به رنگ زرد وجود دارد. این گاز که بسیار واکنش‌پذیر نیست. وقتی این دو عنصر در کنار هم قرار بگیرند، با انجام یک واکنش شدید و گرماده، ترکیب سفید رنگی برجای می‌گذارند که همان نمک خوراکی است.

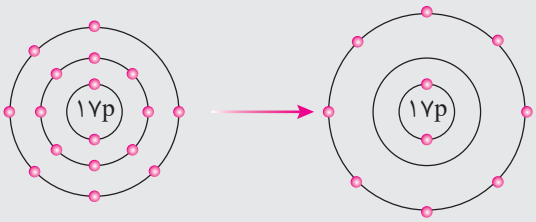


۱. در این واکنش، اتم سدیم الکترون لایهٔ آخر خود را به اتم کلر می‌دهد تا به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون ـ $_{10}Ne$) برسد:



$$_{11}Na: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^1 \xrightarrow{-1e^-} {}_{11}Na^+: 1s^2\ 2s^2 2p^6$$

۲. اتم کلر با گرفتن یک الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم‌دورهٔ خود (آرگون، $_{18}Ar$) می‌رسد:



$$_{17}Cl: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^5 \xrightarrow{+1e^-} {}_{17}Cl^-: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6$$

۳. یون‌های Na^+ و Cl^- به سبب داشتن بار الکتریکی مخالف، یک‌دیگر را می‌ربایند و جاذبه‌ای قوی که همان پیوند یونی است بین آن‌ها پدید می‌آید.

$$Na\cdot + :\ddot{Cl}: \longrightarrow Na^+[:\ddot{Cl}:]^-$$

(۱e)

۴. اندازهٔ یک کاتیون از اتم خنثی خود کوچک‌تر اما اندازهٔ یک آنیون از اتم خنثی خود بزرگ‌تر است:

اندازه: $Na^+ < Na$

اندازه: $Cl^- > Cl$

نکته: یون Al^{3+} نیز چگالی بار الکتریکی زیادی دارد و به راحتی تشکیل نمی‌شود. Al فقط با نافلزهای فعال مانند فلوئور و اکسیژن و هم‌چنین با برخی از آنیون‌های چند اتمی اکسیژن‌دار (مانند SO_4^{2-}، NO_3^-، PO_4^{3-} و ...) پیوند یونی تشکیل می‌دهند. بنابراین ترکیب‌هایی مانند AlF_3، Al_2O_3، $Al_2(SO_4)_3$، $Al(NO_3)_3$، $AlPO_4$ و ... ترکیب‌های یونی به شمار می‌آیند ولی ترکیب‌هایی مانند $AlCl_3$ و $AlBr_3$ ترکیب یونی محسوب نمی‌شوند.

❷ پیوند فلزهای واسطه با نافلزها بسته به عوامل مختلف، در برخی موارد یونی و در برخی موارد کووالانسی است ولی فعلاً پیوند بین فلزهای واسطه و نافلزها را یونی فرض می‌کنیم.

❸ کاتیون چند اتمی (آمونیوم $(NH_4)^+$) اگرچه یون یک فلز به شمار نمی‌آید ولی ترکیب‌های آن با نافلزها و آنیون‌های چند اتمی، همگی یونی به شمار می‌آیند. مانند NH_4Cl، NH_4NO_3 و ...

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) **نادرست است.** همان‌طور که گفته شد در ترکیب‌های یونی چیزی به نام مولکول نداریم!

ب) **درست است.** اندازهٔ یون Cl بزرگ‌تر از اتم Cl اما اندازهٔ یون Na^+ کوچک‌تر از اتم Na است.

پ) **درست است.**

ت) **نادرست است.** یون‌های $_{11}Na^+$ و $_{17}Cl^-$ هم الکترون نیستند. یون $_{11}Na^+$ دارای ۱۰ الکترون اما یون $_{17}Cl^-$ دارای ۱۸ الکترون است.

۱۸. گزینه ۱

درس‌نامه ۲۸ نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

نام‌گذاری یون‌ها

❶ یون‌ها به دو گروه **تک‌اتمی** و **چنداتمی** دسته‌بندی می‌شوند:

آ ـ یون تک‌اتمی، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است، مانند Na^+، Mg^{2+}، F^- و O^{2-}.

ب ـ یون چند اتمی، کاتیون یا آنیونی است که از دو یا چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده است، مانند O_2^{2-}، NH_4^+ و ClO_4^-.

❷ برای نامیدن کاتیون‌های تک‌اتمی، پیش از نام عنصر، کلمهٔ یون را اضافه می‌کنیم، مانند:

یون سدیم: Na^+ یون منیزیم: Mg^{2+}

آ ـ برخی از فلزهای واسطه، می‌توانند بیش از یک یون پایدار تشکیل دهند. برای مثال آهن، یون‌های +۲ و +۳ و مس یون‌های +۱ و +۲ تشکیل

PHAREPUB.COM

می‌دهند. برای نامیدن این یون‌ها، بار آن‌ها را با عدد رومی داخل پرانتز بعد از نام فلز می‌آوریم، یعنی:

یون مس (II): Cu^{2+}، یون مس (I): Cu^{+}، یون آهن (III): Fe^{3+}، یون آهن (II): Fe^{2+}

نکته: نبرخی از فلزهای واسطه مانند نقره، روی، کادمیم و جیوه، فقط یک نوع کاتیون تک اتمی ایجاد می‌کنند. این یون‌ها عبارتنداز:

یون جیوه Hg^{2+}، یون کادمیم Cd^{2+}، یون روی Zn^{2+}، یون نقره Ag^{+}، یون اسکاندیم Sc^{3+}

ب ـ برای نشان دادن بار یون عنصرهایی که تنها یک کاتیون تشکیل می‌دهند، مانند یون سدیم (Na^{+}) و منیزیم (Mg^{2+}) (همهٔ یون‌های فلزهای گروه ۱ و ۲ و Al^{3+}) هرگز عدد رومی به کار نمی‌بریم. برای مثال نام‌گذاری یون به صورت منیزیم (II) درست نیست.

پ ـ در جدول زیر فهرست تعدادی از فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون تک اتمی تشکیل می‌دهند، آمده است.

عنصر	فرمول یون	نام جدید	نام قدیمی
کرم	Cr^{2+}	یون کروم (II)	یون **کرومو**
	Cr^{3+}	یون کروم (III)	یون **کرمیک**
منگنز	Mn^{2+}	یون منگنز (II)	
	Mn^{3+}	یون منگنز (III)	
آهن	Fe^{2+}	یون آهن (II)	یون **فرو**
	Fe^{3+}	یون آهن (III)	یون **فریک**
کبالت	Co^{2+}	یون کبالت (II)	
	Co^{3+}	یون کبالت (III)	
مس	Cu^{+}	یون مس (I)	یون **کوپرو**
	Cu^{2+}	یون مس (II)	یون **کوپریک**
قلع	Sn^{2+}	یون قلع (II)	یون **استانو**
	Sn^{4+}	یون قلع (IV)	یون **استانیک**

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، برخی از یون‌های فلزی، دارای نام‌های متداول خاصی هستند. در این یون‌ها برای ظرفیت کوچک‌تر، از پسوند «**و**» و برای ظرفیت بزرگ‌تر، از پسوند «**یک**» استفاده می‌شود.

❸ برای نامیدن آنیون‌های تک‌اتمی، افزون بر به کار بردن کلمهٔ یون پیش از نام آنیون، به انتهای نام نافلز (یا ریشهٔ لاتین آن) پسوند «ید» اضافه می‌کنیم، مانند:

یون کلرید: Cl^{-} یون برمید: Br^{-}

نکته: هیدروژن تنها عنصری است که هم کاتیون تک‌اتمی و هم آنیون تک‌اتمی دارد:

یون هیدروژن: H^{+} یون هیدرید: H^{-}

نکته: البته تمام آنیون‌هایی که به «ید» ختم می‌شوند تک‌اتمی نیستند. برخی از آنیون‌ها چند اتمی نیز نامشان به این پسوند ختم می‌شود، مانند:

یون هیدروکسید: OH^{-} یون سیانید: CN^{-} یون پراکسید: O_2^{2-}

❹ کاتیون‌ها و آنیون‌های تک‌اتمی زیر را به خاطر بسپارید!

گروه ۱	گروه ۲	گروه ۱۳	گروه ۱۵	گروه ۱۶	گروه ۱۷
Li^+			N^{3-} نیترید	O^{2-} اکسید	F^- فلوئورید
Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	P^{3-} فسفید	S^{2-} سولفید	Cl^- کلرید
K^+	Ca^{2+}				Br^- برمید
Rb^+	Sr^{2+}				I^- یُدید
Cs^+	Ba^{2+}				

۵ مهم‌ترین یون‌های چندا‌تمی مربوط به گروه‌های مختلف به قرار زیر است. **در ساختار یون‌های چندا‌تمی، اتم‌ها با یک‌دیگر پیوند کووالانسی دارند و در واکنش‌ها به صورت یک واحد مستقل عمل می‌کنند.**

گروه ۱۷	گروه ۱۶	گروه ۱۵	گروه ۱۴	یون‌های متفرقه
ClO^- هیپوکلریت	O_2^{2-} پراکسید	NH_4^+ آمونیوم	CN^- سیانید	MnO_4^- پرمنگنات
ClO_2^- کلریت	OH^- هیدروکسید	NO_2^- نیتریت	HCO_3^- هیدروژن کربنات	MnO_4^{2-} منگنات
ClO_3^- کلرات	SO_3^{2-} سولفیت	NO_3^- نیترات	CO_3^{2-} کربنات	CrO_4^{2-} کرومات
ClO_4^- پر کلرات	SO_4^{2-} سولفات	PO_4^{3-} فسفات	$C_2O_4^{2-}$ اکسالات	$Cr_2O_7^{2-}$ دی‌کرومات
	HSO_4^- هیدروژن سولفات	دی‌هیدروژن فسفات $H_2PO_4^-$	استات (اتانوآت) CH_3COO^-	N_3^- آزید
	HS^- هیدروژن سولفید	هیدروژن فسفات HPO_4^{2-}		

قاعده فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی

مراحل فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی به صورت زیر است:

۱ نماد شیمیایی کاتیون و آنیون را کنار هم می‌نویسیم، به‌طوری که کاتیون در سمت چپ قرار گیرد.

۲ اگر بار کاتیون با بار آنیون متفاوت بود، برای این‌که مجموع بارهای مثبت با مجموع بارهای منفی یکسان شود، بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم. در ضمن چون باید ساده‌ترین نسبت بین یون‌ها برقرار باشد، زیروندها را ساده می‌کنیم. و در انتها، بار یون‌ها را حذف می‌کنیم.

۳ برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی، **ابتدا نام کاتیون** را آورده و **سپس نام آنیون** را به آن می‌افزاییم.

مثال . فرمول شیمیایی سدیم سولفید را بنویسید.

پاسخ : کاتیون را سمت چپ و آنیون را در سمت راست، کنار یک‌دیگر قرار می‌دهیم:

Na^{1+} S^{2-}

$Na_{\textcircled{2}}^{\textcircled{1}+}$ $S_{\textcircled{1}}^{\textcircled{2}-}$

سپس بار هر یون را زیروند یون دیگر قرار می‌دهیم.

زیروند ۱ در فرمول شیمیایی ترکیب‌ها نوشته نمی‌شود، پس:

Na_2S

مثال . فرمول شیمیایی آلومینیم اکسید را بنویسید:

پاسخ :

$Al^{3+}O^{2-} \longrightarrow Al_{\textcircled{2}}^{\textcircled{3}+}O_{\textcircled{3}}^{\textcircled{2}-} \longrightarrow Al_2O_3$

PHAREPUB.COM

مثال . فرمول شیمیایی مس (II) سولفات را بنویسید.

پاسخ :

$$Cu^{2+}SO_4^{2-} \xrightarrow{\text{بار آنیون و کاتیون برابر است}} CuSO_4$$

به چند مثال دیگر که در جدول زیر ارائه شده است توجه فرمایید:

نام ترکیب	۱ـ نوشتن کاتیون در سمت چپ و آنیون در سمت راست	۲ـ قرار دادن بار هر یون به عنوان زیروند یون دیگر و ساده کردن زیروندها	۳ـ حذف بار یون‌ها
منیزیم نیترید	$Mg^{2+}N^{3-}$	$Mg_3^{2+}N_2^{3-}$	Mg_3N_2
آمونیوم دی کرومات	$(NH_4^+)(Cr_2O_7^{2-})$	$(NH_4^+)_2(Cr_2O_7^{2-})_1$	$(NH_4)_2Cr_2O_7$
کلسیم هیدروژن کربنات	$Ca^{2+}(HCO_3^-)$	$Ca_1^{2+}(HCO_3^-)_2$	$Ca(HCO_3)_2$
آلومینیم فسفات	$Al^{3+}(PO_4^{3-})$	بار یون‌ها مساوی است پس مرحله ۲ نداریم	$AlPO_4$
کلسیم هیپوکلریت	$Ca^{2+}(ClO^-)$	$Ca_1^{2+}(ClO^-)_2$	$Ca(ClO)_2$

به بررسی تک تک گزینه‌ها می‌پردازیم:

آمونیوم سولفات: $(NH_4)_2SO_4 \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های نیتروژن}}{\text{شمار اتم‌های اکسیژن}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

گزینهٔ «۱»: کلسیم نیترات: $Ca(NO_3)_2 \begin{cases} Ca^{2+} \\ 2NO_3^- \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{2}$

گزینهٔ «۲»: آلومینیم نیترید: $AlN \begin{cases} Al^{3+} \\ N^{3-} \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{1}$

گزینهٔ «۳»: مس (II) سولفات: $Cu_3(PO_4)_2 \begin{cases} 3Cu^{2+} \\ 2PO_4^{3-} \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{3}{2}$

گزینهٔ «۴»: مس (II) کربنات: $PbCO_3 \begin{cases} Pb^{2+} \\ CO_3^{2-} \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{1}$

پس گزینهٔ «۱» درست است.

---

۱۹. گزینه ۳

از واکنش مخلوطی از ایزوتوپ‌های ^{16}O و ^{18}O با ایزوتوپ‌های ^{25}Mg و ^{24}Mg اکسیدهایی با جرم مولی زیر به دست می‌آید:

$$\underset{(40)}{^{24}Mg^{16}O} \quad \underset{(42)}{^{24}Mg^{18}O} \quad \underset{(41)}{^{25}Mg^{16}O} \quad \underset{(43)}{^{25}Mg^{18}O}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود هر چهار اکسید حاصل، جرم‌های مولی متفاوت دارند *(پس فعلاً گزینه‌های «۱» و «۴» حذف می‌شوند)*. در ادامه داریم:

$$\frac{\text{جرم مولی سنگین‌ترین اکسید}}{\text{جرم مولی سبک‌ترین اکسید}} = \frac{43}{40} = 1/075$$

---

۲۰. گزینه ۱

عبارت‌های درست و نادرست را معین می‌نماییم:

آ) درست است. از آن‌جا که انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته هر اتم به عدد اتمی آن وابسته است، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عنصرهای گوناگون (در این‌جا H و Li) **متفاوت است.**

ب) نادرست است. در عنصرهای واسطه (مانند $_{21}Sc$) سطح انرژی زیرلایهٔ ns بالاتر از زیرلایهٔ $(n-1)d$ است.

پ) درست است. هلیم ($_{2}He$) یک اتم دو الکترونی است و سطوح انرژی آن شبیه نمودار (II) است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود $n=2$ به دو زیرلایه، $n=3$ به سه زیرلایه، $n=4$ به چهار زیرلایه و ... شکافته شده است. پس راه‌های انتقال الکترون از ترازهای بالاتر به ترازهای پایین‌تر بیش‌تر از اتم هیدروژن است، که این مطلب به معنای آن است که طیف نشری خطی هلیم، حاوی خطوط بیش‌تری است.

ت) نادرست استو. به آرایش الکترونی $_{48}Cd$ توجه نمایید:

$$_{48}Cd:[_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^{2}$$

آخرین الکترون‌ها به زیرلایهٔ 4d وارد می‌شـــوند. در لایهٔ چهارم، چهـــار زیرلایهٔ 4s، 4p، 4d و 4f وجود دارد که مجموع $(n+l)$ آن‌ها عبارت است از:

	4s	4p	4d	4f
$n+l$	۴	۶	۶	۷

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در لایهٔ چهارم، کم‌ترین $(n+l)$ مربوط به 4s است نه 4d.

PHAREPUB.COM

پاسخ‌نامه آزمون ۳: کل فصل اول

۱. گزینه ۲

آ) درست است. یون $^{23}A^{3+}$ دارای ۲۰ الکترون است، پس:

$$^{23}A^{3+} \Rightarrow N - e = 8 \Rightarrow N - 20 = 8 \Rightarrow N = 28$$

جرم یک اتم برابر مجموع جرم پروتون و نوترون‌های آن است که به لحاظ عددی تقریباً برابر با عدد جرمی آن است:

$$^{23}A \text{ جرم اتم} = N + Z = 23 + 28 = 51 amu$$

در ضمن با توجه به آرایش الکترونی ^{23}A می‌توان دریافت که در لایهٔ ظرفیت آن، پنج الکترون وجود دارد:

$$^{23}A : [{}_{18}Ar]\ \underbrace{3d^{3}\ 4^{2}}_{\text{لایهٔ ظرفیت}} \quad 2+3=5$$

ب) نادرست است. قدرمطلق بار الکترون و یون $^{1}H^{+}$ یکسان است و چون $^{1}H^{+}$ فقط دارای یک پروتون است و جرم پروتون حدود ۲۰۰۰ مرتبه بیش‌تر از الکترون است، می‌توان نوشت:

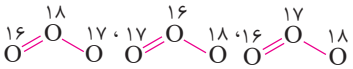
$$^{1}H^{+} \Rightarrow \frac{\text{بار}}{\text{جرم}} = \frac{q}{m} = \frac{1}{2000} \times (\text{نسبت بار به جرم الکترون}) = \frac{1}{2000} \times (1/76 \times 10^{8}) = 8/8 \times 10^{4}\ \frac{C}{g}$$

پ) درست است. با توجه به این‌که تعداد الکترون‌های X و Y برابر است، می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} {}^{A}_{Z}X \Rightarrow e_X = Z \\ {}^{A}_{Z'}Y^{m-} \Rightarrow e_Y = Z' + m \end{array}\right\} \xrightarrow{e_X = e_Y} Z = Z' + m$$

بنابراین عدد اتمی X (یعنی Z) m واحد بیش‌تر از عدد اتمی Y (یعنی Z') می‌باشد.

ت) نادرست است. با سه ایزوتوپ اکسیژن، ۱۵ مولکول اوزون (O_3) می‌توان تعریف نمود که حداقل دو اتم سازندهٔ آن یکسان باشد با سه ایزوتوپ اکسیژن، ۱۸ نوع مولکول O_3 می‌توان رسم نمود که از میان آن‌ها فقط در حالت‌های



همهٔ اتم‌ها متفاوت هستند.

در مورد عبارت (ت) لطفاً به درس‌نامهٔ زیر توجه نمایید!

درس‌نامه ۲۹ **n تا ایزوتوپ ⇐ ؟ تا مولکول؟**

اگر عنصر A دارای n ایزوتوپ باشد تعداد انواع مولکول‌های A_2 از رابطهٔ مقابل قابل محاسبه است:

$$A_2 \text{ تعداد مولکول‌های} = 1 + 2 + \cdots n$$

به عنوان مثال هیدروژن دارای سه نوع ایزوتوپ طبیعی است پس تعداد انواع مولکول‌های H_2 عبارتنداز:

$$H_2 \text{ تعداد مولکول‌های} : 1 + 2 + 3 = 6 \text{ نوع} \Rightarrow H-H, D-D, T-T, H-D, D-T, H-T$$

اگر A و B به ترتیب دارای n و m ایزوتوپ باشند تعداد انواع مولکول‌های BA_2 از رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

$$BA_2 \text{ تعداد انواع} = m(1 + 2 + \cdots n)$$

به عنوان مثال S و Cl به ترتیب دارای ۵ و ۲ ایزوتوپ هستند تعداد انواع مولکول‌های SCl_2 برابر است با:

$$SCl_2 \text{ تعداد مولکول‌های} : 5(1+2) = 5 \times 3 = 15 \text{ نوع}$$

اگر B و A به ترتیب دارای k و n ایزوتوپ باشند تعداد انواع مولکول‌های BA_m از رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

$$BA_m \text{ تعداد انواع} = k \times \frac{(m+n-1)!}{m!(n-1)!}$$

به عنوان مثال Si و Cl هر دو دارای دو نوع ایزوتوپ هستند تعداد انواع مولکول‌های $SiCl_4$ برابر است با:

$$SiCl_4 \text{ تعداد مولکول‌های} = 2 \times \frac{(4+2-1)!}{4!(2-1)!} = 2 \times \frac{5!}{4!1!} = 2 \times \frac{5 \times 4!}{4!} = 10$$

مولکول O_3 را می‌توان به صورت OO_2 درنظر گرفت که در این صورت تعداد انواع مولکول O_3 برابر خواهد بود با:

$$\text{تعداد انواع } O_3 = 3(\underbrace{1+2+3}_{\text{تعداد مولکول‌های } O_2}) = 3\times 6 = 18 \quad (3 \text{ نوع ایزوتوپ } O)$$

۲. گزینه ۲

ابتدا جرم اتمی میانگین A و X را به‌طور جداگانه محاسبه می‌نماییم:

$$A \Rightarrow M_A = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{100} = \frac{(45\times 10)+(47\times 90)}{100} = 46/8\,amu$$

$$X \Rightarrow M_X = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{100} = \frac{(35\times 20)+(37\times 80)}{100} = 36/6\,amu$$

و در ادامه می‌توان نوشت:

$$\text{جرم مولکولی } A_2X_3 = 2(46/8)+3(36/6) = 203/4\,amu$$

۳. گزینه ۱

به بررسی عبارت‌های مطرح شده می‌پردازیم:

عبارت اول: درست است. آخرین عنصر دستهٔ d، آخرین عنصر گروه ۱۲ است که عدد اتمی آن برابر ۱۱۲ می‌باشد. تعداد عنصرهای بین این دو عنصر برابر است با:

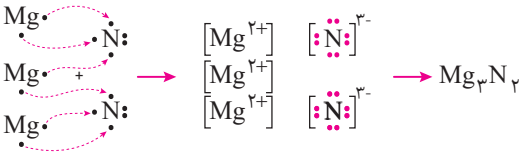
$$\text{تعداد عنصرهای بین } {}_{12}Mg \text{ و عنصر } 112 = (112-12)-1 = 99$$

عبارت دوم: درست است.

$$\text{درصد ایزوتوپ } {}^{26}Mg = \frac{M_3F_3}{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}\times 100 = \frac{11/17\times 26}{(78/70\times 24)+(10/13\times 25)+(11/17\times 26)}$$

$$\times 100 = 11/94 \simeq \text{درصد } 12$$

عبارت سوم: درست است. در تشکیل یک مول منیزیم نیترید (Mg_3N_2)، ۶ مول الکترون مبادله می‌شود:



یا به طور ساده‌تر می‌توان نوشت:

$$Mg_3N_2 \begin{cases} 3Mg^{2+} \\ 2N^{3-} \end{cases} \rightarrow \text{تعداد الکترون مبادله شده} = 3\times 2 = 6 \quad (\text{بار } Mg^{2+},\ \text{تعداد } Mg^{2+})$$

این در حالی است که در تشکیل یک مول منیزیم اکسید (MgO) و یک مول منیزیم فلوئورید (MgF_2) در مجموع ۴ مول الکترون مبادله می‌شود:

$$MgO \begin{cases} Mg^{2+} \\ O^{2-} \end{cases} \Rightarrow \text{۲ مول الکترون مبادله می‌شود}$$

$$MgF_2 \begin{cases} Mg^{2+} \\ 2F^{-} \end{cases} \Rightarrow \text{۲ مول الکترون مبادله می‌شود}$$

پس در تشکیل یک مول Mg_3N_2 بیش‌تر از مجموع شمار الکترون‌های مبادله شده در تشکیل یک مول از هر یک از MgO و MgF_2 می‌باشد.

عبارت چهارم: درست است. برای این‌که محاسبات کوتاه‌تر شود بدین صورت عمل می‌کنیم: فرض می‌کنیم همهٔ این ۶۴ اتم از نوع ^{24}Mg باشند، پس در این صورت جرم آن برابر خواهد بود با:

$$24\times 64 = 1536\,amu$$

PHAREPUB.COM

اما تعدادی از این‌ها $(\frac{10/13}{100}\times 64)$ یک نوترون و تعدادی دیگر $(\frac{11/17}{100}\times 64)$ دو نوترون بیش‌تر دارند، پس:

$$\text{جرم مکعب} = 1536 + (\frac{10/13}{100}\times 64\times 1) + (\frac{11/17}{100}\times 64\times 2) = 1536 + 6/5 + 14/3 = 1556/8 \simeq 1557\,amu$$

۴. گزینه ۱

درس‌نامه ۳۰ تعیین موقعیت عنصرها در جدول دوره‌ای

به کمک آرایش الکترونی اتم یک عنصر می‌توان شمارهٔ گروه و دورهٔ آن عنصر را تعیین نمود.

۱ تعیین شمارهٔ دوره (تناوب): شمارهٔ بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی، نشان‌دهندهٔ شمارهٔ دورهٔ عنصر است. به بیان دیگر **بزرگ‌ترین ضریب** در آرایش الکترونی **(بزرگ‌ترین عدد کوانتومی اصلی** (n)**)**، نشان‌دهندهٔ شمارهٔ دورهٔ عنصر مورد نظر است. به مثال‌های مقابل توجه نمایید:

$_{13}Al: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^1$ شمارهٔ دوره: ۳

$_{29}Cu: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^1$ شمارهٔ دوره: ۴

۲ تعیین شمارهٔ گروه: در تعیین شمارهٔ گروه، دو حالت وجود دارد:

آ) اگر آرایش الکترونی به زیرلایهٔ s ختم شده باشد، جمع توان زیرلایهٔ s' و زیرلایهٔ d ماقبل آن (مجموع الکترون‌های $(n-1)d\ ns$) و شمارهٔ گروه عنصر را نشان می‌دهد.

$_{23}V: [_{18}Ar]3d^3\ 4s^2 \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 3+2 = 5$

$_{47}Ag: [_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^1 \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 10+1 = 11$

در صورتی که قبل از زیرلایهٔ s، زیرلایهٔ d نداشته باشیم، شمارهٔ گروه برابر توان s خواهد بود:

$_{20}Ca: [_{18}Ar]4s^2 \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 2$

ب) اگر آرایش الکترونی به زیرلایهٔ p ختم شده باشد، شمارهٔ گروه از رابطهٔ روبه‌رو به دست می‌آید:

شمارهٔ گروه = توان p + ۱۲

به مثال‌های روبه‌رو توجه نمایید:

$_{8}O: [_{2}He]2s^2 2p^4 \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 4+12 = 16$

$_{33}As: [_{18}Ar]3d^{10}4s^2 4p^3 \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= 3+12 = 15$

۳ روش سرعتی در تعیین شماره دوره و گروه: با توجه به این که گازهای نجیب در انتهای هر دوره جدول دوره‌ای قرار دارند، می‌توان از این عنصرها برای تعیین شمارهٔ دوره و گروه عنصرهای دیگر بهره گرفت.

۳ـ ۱: تعیین شمارهٔ دوره: گازهای نجیب به ترتیب از بالا به پایین عبارتنداز[1]:

شماره دوه	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم
گاز نجیب	$_{2}He$	$_{10}Ne$	$_{18}Ar$	$_{36}Kr$	$_{54}Xe$	$_{86}Rn$

در این روش لازم است که عدد اتمی گازهای نجیب را حفظ باشیم.

مثال . عنصری با عدد اتمی ۴۵ در کدام دوره جای دارد؟

پاسخ : چون عدد اتمی این عنصر از $_{54}Xe$ کمتر است، پس این عنصر در دورهٔ پنجم جای دارد.

مثال . عنصری با عدد اتمی ۳۹ در کدام دوره جای دارد؟

پاسخ : عدد اتمی ۳۹ از گاز نجیب $_{36}Kr$ (یعنی دورهٔ چهارم) رد شده و وارد دورهٔ پنجم شده است. پس این عنصر متعلق به دورهٔ پنجم می‌باشد.

۳ـ ۲: تعیین شمارهٔ گروه: برای تعیین سریع‌تر شمارهٔ گروه عنصرها به دو صورت عمل می‌کنیم:

۱. در این روش نیازی به آخرین گاز نجیب یعنی $_{118}Og$ نداریم!

۱. عـدد اتمی گاز نجیب ماقبـل را از عدد اتمی عنصر مورد نظر کم می‌کنیم؛ عدد به دسـت آمده همان عدد شـمارهٔ گـروه خواهد بود. به مثال‌های زیر توجه نمایید:

$Z=۲۴ \xrightarrow{\text{گاز نجیب ماقبل } [{}_{۱۸}Ar]} ۲۴-۱۸=۶ \Rightarrow$ شمارهٔ گروه ۶

$Z=۴۷ \xrightarrow{\text{گاز نجیب ماقبل } [{}_{۳۶}Kr]} ۴۷-۳۶=۱۱ \Rightarrow$ شمارهٔ گروه ۱۱

۲. عدد اتمی عنصر مورد نظر را از عدد اتمی گاز نجیب بعد، کم می‌کنیم، سپس عدد به دست آمده را از عدد ۱۸ کم می‌کنیم تا شمارهٔ گروه به دست آید. به مثال‌های زیر توجه نمایید:

$Z=۲۴ \xrightarrow{\text{گاز نجیب بعد } [{}_{۳۶}Kr]} ۳۶-۲۴=۱۲ \Rightarrow ۱۸-۱۲=۶ \Rightarrow$ شمارهٔ گروه ۶

$Z=۴۷ \xrightarrow{\text{گاز نجیب بعد } [{}_{۵۴}Xe]} ۵۴-۴۷=۷ \Rightarrow ۱۸-۷=۱۱ \Rightarrow$ شمارهٔ گروه ۱۱

توجه! لطفاً به هنگام تعیین دوره و گروه عنصرها به **روش سرعتی** به موارد زیر توجه نمایید:

۱. در مورد عددهای اتمی ۳ تا ۱۲ (عنصرهای دورهٔ دوم و دو عنصر اول دورهٔ سوم) بهتر است از روش‌های فوق استفاده نشود چون یک روش جواب درست و روش دیگر جواب نادرست می‌دهد[۱]. به مثال زیر توجه نمایید: ×

${}_{۵}B \xrightarrow{\text{گاز نجیب ماقبل } [{}_{۲}He]} ۵-۲=۳ \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $=۳$ ، ×نادرست

$\xrightarrow{\text{گاز نجیب بعد } [{}_{۱۰}Ne]} ۱۰-۵=۵ \Rightarrow ۱۸-۵=۱۳$ ، ✓درست

${}_{۱۲}Mg \xrightarrow{\text{گاز نجیب ماقبل } [{}_{۱۰}Ne]} ۱۲-۱۰=۲ \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $=۲$ ، ✓درست

$\xrightarrow{\text{گاز نجیب بعد } [{}_{۱۸}Ar]} ۱۸-۱۲=۶ \Rightarrow ۱۸-۱۲=۶$ ، ×نادرست

اصلاً بهتر است در این مورد برای حساب و کتاب از سر انگشتان مبارک استفاده کنید! اتفاقاً خیلی سریع‌تر به جواب می‌رسید!

۲. در مورد عددهای اتمی ۱۳ تا ۱۸، شمارهٔ گروه برابر با عدد اتمی است. برای مثال ${}_{۱۳}Al$ در گروه ۱۳ و ${}_{۱۷}Cl$ در گروه ۱۷ جای دارد.

۳. عنصرهای دسـتهٔ f (لانتانیدها با عددهای اتمی ۵۷ تا ۷۰ و اکتنیدها با عددهای اتمی ۸۹ تا ۱۰۲) همگی در گروه ۳ جای دارند. *پس در مورد این عنصرها یه دفعه وقتتون رو صرف حساب و کتاب نکنین!!*

عدد کوانتومی $l=۱$ بیان‌گر زیرلایهٔ p می‌باشد و اتمی که ۱۷ الکترون در زیرلایهٔ p خود دارد، باید آرایش الکترونی آن به صورت زیر باشد:

${}_{۳۵}X: ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲P^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^۲\ ۴p^{۵}$ ، گروه $=۵+۱۲=۱۷$ ، دوره ۴

همان‌طور که ملاحظه می‌شود آخرین زیرلایهٔ اشغال شدهٔ اتم بالا (یعنی $۴p$) دارای ۵ الکترون است و این عنصر در دورهٔ چهارم و گروه ۱۷ جدول دوره‌ای جای دارد.

۵. گزینه ۲

متن مورد نظر برگرفته از صفحهٔ ۴ کتاب درسی است که ۳ مورد نادرست در آن وجود دارد؛ این موارد عبارتنداز:

۱ـ دما و سن ← دما و اندازه ۲ـ مولکول‌هایی ← عنصرهایی ۳ـ اتم‌های سبک ← اتم‌های سنگین

۶. گزینه ۴

با توجه به توضیحات ارائه شده، آرایش الکترونی عنصر مورد نظر به صورت روبه‌رو است:

${}_{۳۳}X: \underbrace{۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲P^۶\ ۳s^۲\ ۳p^۶}_{[{}_{۱۸}Ar]}\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^۲\ ۴p^{۳}$ ، گروه $=۳+۱۲=۱۵$ ، دوره ۴

۱. دلیل آن هم این اسـت که دوره‌های دوم و سـوم بین گروه‌های دوم تا سیزدهم هیچ عنصری وجود ندارد به همین دلیل روش اول برای عنصرهای گروه ۱ و ۲ دوره‌های دوم و سوم جوابگوسـت ولی برای عنصرهای گروه ۱۳ تا ۱۷ جوابگو نیسـت. به دلیل مشـابه روش دوم برای عنصرهای گروه ۱ و ۲ دوره‌های دوم و سوم جوابگو نیست اما برای عنصرهای گروه ۱۳ تا ۱۷ جوابگوست.

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است. گاز نجیب دورهٔ چهارم $_{36}Kr$ است (که در گروه ۱۸ جای دارد) عدد اتمی آن ۳۶ می‌باشد. پس اگر سه واحد از آن کم کنیم به عدد اتمی X می‌رسیم:

$$36-3=33$$

ب) نادرست است. اتم X، در بیرونی‌ترین لایهٔ خود (لایهٔ چهارم) تنها ۵ الکترون دارد.

پ) نادرست است. $_{33}X$ با چهار عنصر $_{19}K$، $_{24}Cr$، $_{25}Mn$ و $_{29}Cu$ هم‌دوره است که در لایهٔ ظرفیت خود، دارای زیرلایهٔ نیم‌پر هستند:

$$_{19}K:[_{18}Ar]4s^1 \qquad _{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5\ 4s^1$$

$$_{25}Mn:[_{18}Ar]3d^5\ 4s^2 \qquad _{29}Cu:[_{18}Ar]3d^{10}4s^1$$

ت) درست است. با توجه به آرایش الکترونی $_{33}X$ می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} n+l=4 \text{ زیرلایه‌های دارای} \Rightarrow 3p^6, 4s^2 \Rightarrow 8e^- \\ n+l=5 \text{ زیرلایه‌های دارای} \Rightarrow 3d^{10}, 4p^3 \Rightarrow 13e^- \end{array}\right\} \Rightarrow 13-8=5e^-$$

---

۷. گزینه ۲

عدد اتمی اولین عنصر دورهٔ چهارم ۱۹ ($_{19}K$) است، پس اگر ۱۹ را با ۹ جمع کنیم عدد اتمی کبالت به دست می‌آید:

$$\text{عدد اتمی کبالت} = 19+9=27$$

در $CoCl_3$ کاتیون به صورت Co^{3+} می‌باشد، پس می‌توان نوشت:

$$_{27}Co:[_{18}Ar]3d^7\ 4s^2 \Rightarrow Co^{3+}:[_{18}Ar]3d^6$$

تذکر: لازم است که عدد اتمی ۳۸ عنصر اول جدول دوره‌ای را حفظ باشید!

---

۸. گزینه ۲

ابتدا باید محاسبه کنیم که در یک میلی‌گرم $NaTcO_4$، چند گرم Tc وجود دارد:

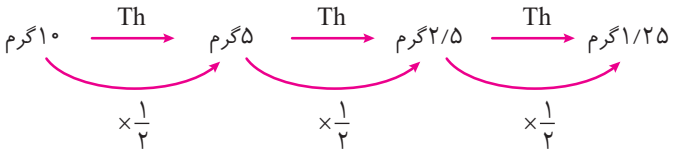
$$1mg = 10^{-3}g$$

$$\text{جرم مولی } NaTcO_4 = 23+99+4(16)=186 g.mol^{-1}$$

$$\begin{matrix} NaTcO_4 \text{ گرم} & \text{Tc گرم} \\ \begin{bmatrix} 186 & 99 \\ 10^{-3} & x \end{bmatrix} \end{matrix} \Rightarrow x=5/3\times10^{-4}\,g\,Tc$$

اکنون با توجه به نمودار باید نیم‌عمر تکنسیم را به دست آوریم. برای این منظور به دو روش می‌توان عمل نمود.

روش اول: فرض می‌کنیم نیم‌عمر تکنسیم T ساعت است. باید مشخص کنیم چند نیم‌عمر باید بگذرد تا مقدار تکنسیم از ۱۰ گرم به ۱/۲۵ گرم برسد:



بنابراین پس از سه نیم‌عمر (3T) جرم تکنسیم از ۱۰ گرم به ۱/۲۵ گرم کاهش می‌یابد. با توجه به نمودار زمان 3T منطبق با ۱۸ ساعت است، پس:

$$3T=18h \Rightarrow T=T_{\frac{1}{2}}=6h$$

روش دوم:

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = (\frac{1}{2})^n \times \text{مقدار اولیه}$$

$$1/25=10(\frac{1}{2})^n \Rightarrow 2^n\times1/25=10 \Rightarrow 2^n=8 \Rightarrow n=3$$

$$\Delta t = n\times t_{\frac{1}{2}} \Rightarrow 18=3\times t_{\frac{1}{2}} \Rightarrow t_{\frac{1}{2}}=6h$$

۲۴ ساعت معادل ۴ (۲۴=۶×۴) نیم‌عمر است، پس مقدار باقی‌ماندهٔ تکنسیم پس از ۲۴ ساعت برابر خواهد بود با:

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = (\frac{1}{2})^4 \times \text{مقدار اولیه} = 5/3\times10^{-4}\times(\frac{1}{16})=3/3\times10^{-5}\,g\,Tc$$

۹. گزینه ۲

با توجه به این‌که اتم A با اتم‌های Cl و O ترکیب‌های یونی با فرمول ACl و A_2O تشکیل می‌دهد. می‌توان دریافت که A عنصری از گروه اول است (عنصرهای گروه اول، کاتیون‌هایی با بار (+۱) ایجاد می‌کنند). A همان سدیم $_{11}Na$ است (عنصری از گروه ۱ و دورهٔ ۳)

$ACl \begin{cases} A^+ \\ Cl^- \end{cases}$ ، $A_2O \begin{cases} 2A^+ \\ O^{2-} \end{cases}$ ← A عنصری از گروه ۱ است.

از سوی دیگر با توجه به این‌که X با اتم‌های N و F ترکیب‌های یونی با فرمول X_3N_2 و XF_2 تشکیل می‌دهد می‌توان دریافت که X عنصری از گروه دوم است (عنصرهای گروه ۲، کاتیون‌هایی با بار (+۲) ایجاد می‌کنند) X همان منیزیم، $_{12}Mg$ است.

$X_3N_2 \begin{cases} 3X^{2+} \\ 2N^{3-} \end{cases}$ ، $XF_2 \begin{cases} X^{2+} \\ 2F^- \end{cases}$ ← X عنصری از گروه ۲ است.

تعداد الکترون‌های $(_{11}Na^+)A^+$ و $(_{12}Mg^{2+})X^{2+}$ یکسان و لذا آرایش الکترونی آن‌ها هم یکسان است:

$$_{12}Mg^{2+} = {}_{11}Na^+ : \underbrace{1s^2}_{l=0}\ \underbrace{2s^2}_{l=0}\ 2p^6 \Rightarrow l=0 \text{ با } 4 \text{ الکترون}$$

پس هر دو کاتیون Na^+ و Mg^{2+} دارای ۴ الکترون با $l=0$ هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: اتم هیچ عنصری در دورهٔ سوم (مانند $_{11}Na$ و $_{12}Mg$) الکترونی با $l=2$ (زیرلایهٔ d) ندارد.

گزینهٔ «۳»: همان‌طور که در بالا عرض شد A و X به ترتیب در گروه اول و دوم هستند.

گزینهٔ «۴»: مجموع شمار تک‌الکترون‌ها در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای $(_{11}Na)A$ و $(_{12}Mg)X$ برابر با تعداد تک‌الکترون‌ها در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای N می‌باشد:

$\dot{N}a$ ، $\dot{M}g$ ، $\cdot\ddot{N}\cdot$

۱۰. گزینه ۳

پرسش‌های ارائه شده را پاسخ دهیم:

آ) در دورهٔ چهارم، ۱۸ عنصر وجود دارد، این در حالی است که در زیر لایهٔ f $(l=3)$، حداکثر ۱۴ الکترون جای می‌گیرد. بنابراین تعداد عنصرهای دورهٔ چهارم **۴ واحد** بیش‌تر از تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ $l=3$ می‌باشد.

ب) درون خیارشور محلول سدیم کلرید $(NaCl)$ وجود دارد. با برقراری جریان الکتریسیته اتم‌های سدیم **برانگیخته می‌شوند** و الکترون‌های آن با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند که به هنگام برگشت به حالت پایه، **نوری زرد رنگ را تابش می‌کنند.**

پ) مدل اتمی بور تنها می‌توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه نماید از این رو دانشمندان به دنبال **توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها** و نیز نشر نور از اتم‌ها ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند.

ت) با توجه به این‌که هر سال ۳۶۵ روز است، در طی یک سال، ۳۶۵×۱۰^{۲۲} ژول انرژی به سوی زمین گسیل می‌شود. با توجه به رابطهٔ انیشتین می‌توان نوشت:

$$E = mC^2 = ۳۶۵\times۱۰^{۲۲} = m\times(۳\times۱۰^۸)^۲ \Rightarrow m = \frac{۳۶۵\times۱۰^{۲۲}}{۹\times۱۰^{۱۶}} \simeq ۴۰/۵۶\times۱۰^۶\ kg = ۴۰/۵\times۱۰^۹\ g$$

۱۱. گزینه ۳

از آن‌جا که ایزوتوپ سنگین‌تر ۲ نوترون بیش‌تر از ایزوتوپ سبک‌تر دارد، جرم آن دو واحد بیش‌تر است:

$$M = \frac{\overbrace{M_1F_1}^{\text{ایزوتوپ سبک‌تر}} + \overbrace{M_2F_2}^{\text{ایزوتوپ سنگین‌تر}}}{F_1+F_2} \Rightarrow ۲۰۴/۴ = \frac{(M_1\times۳)+[(M_1+۲)\times۷]}{۳+۷} \Rightarrow M_1 = ۲۰۳$$

PHAREPUB.COM

پس عدد جرمی ایزوتوپ سبک‌تر برابر ۲۰۳ است. از آن‌جا که تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون X^{3+} ایزوتوپ سبک‌تر برابر ۴۴ است می‌توان نوشت:

$$Z = \frac{|\Delta - q - A|}{2} = \frac{|44 - 3 - 203|}{2} = 81$$

۱۲. گزینه ۱

عـــدد کوانتومی $l = 0$ بیان‌گر زیرلایهٔ s اســـت و چون در اتم عنصر مـــورد نظر ۹ الکترون در این زیرلایه وجـــود دارد می‌توان دریافت که زیرلایه‌های ۱s، ۲s، ۳s و ۴s آن پر، اما زیرلایهٔ ۵s نیمپر ($5s^1$) اســـت. از طرف دیگر چون در لایهٔ چهارم آن ۱۳ الکترون وجود دارد می‌توان دریافت که آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$$X = \underbrace{1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6}_{13e^-}\ 4d^5 5s^1 = [_{36}Kr]4d^5\ 5s^1$$

(گروه ۶، دوره ۵، $[_{36}Kr]$)

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

عبارت اول: درست است. مطابق قاعدهٔ آفبا باید ابتدا ۵s پر شود (به صورت $5s^2$) بعد ۴d. اما در این‌جا ۵s به‌طور کامل پر نشده است.

عبارت دوم: نادرســـت است. عدد اتمی عنصر مورد نظر برابر ۴۲ است ($_{42}X$) و گازهای نجیب قبل و بعد آن به ترتیب عبارتند از $_{36}Kr$ و $_{54}Xe$ که به $_{36}Kr$ نزدیک‌تر است، پس:

$_{36}Kr, _{42}X$ اختلاف عدد اتمی $= 42 - 36 = 6$

عبارت سوم: نادرست است. $_{42}X$ با $_{51}Z$ هم‌دوره است (عنصرهای ۳۷ تا ۵۴ در دورهٔ پنجم جدول دوره‌ای واقع‌اند)، اما با $_{75}E$ هم‌گروه نیست. اگر ۴۲ را با ۳۲ جمع کنیم عدد اتمی عنصر هم گروه آن در دورهٔ ششم به دست می‌آید ($42 + 32 = 74$)

توجه! گنجایش هر دوره به صورت زیر است:

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
گنجایش	۲	۸	۸	۱۸	۱۸	۳۲	۳۲

عبارت چهارم: نادرســـت اســـت. با توجه به آرایش الکترونی $_{42}X$، شمار الکترون‌های ظرفیتی آن برابر ۶ است. XF_6 نمی‌تواند یک ترکیب یونی باشد چون در این صورت باید حاوی کاتیون X^{6+} باشد که اصلاً چنین چیزی امکان‌پذیر نیست.

(حداکثر بار یک کاتیون پایدار (+۳) است.)

۱۳. گزینه ۱

درس‌نامه ۳۱ **ساختار لوویس**

با مفهوم پیوند یونی آشنا شدیم و دیدیم که چگونه اتم‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب به مبادلهٔ الکترون می‌پردازند. یکی دیگر از راه‌هایی که یک اتم می‌تواند به آرایش الکترونی گاز نجیب برســد این است که با یک یا چند اتم الکترون به **اشتراک** بگذارد. در این حالت میان دو اتم، پیوندی به وجود می‌آید که **پیوند اشتراکی (کووالانسی)** گفته می‌شود.

ـ **پیوند اشتراکی (کووالانسی):** پیوندی است که ناشی از **به اشتراک گذاشتن یک یا چند الکترون** بین دو اتم است. پیوند کووالانسی **غالباً** میان اتم‌های **نافلز** به جود می‌آید[1] و از اتصال این اتم‌ها به یک‌دیگر مولکول‌ها به وجود می‌آیند.

ـ **ترکیب مولکولی:** به ترکیب‌های شیمیایی که در ساختار خود مولکول دارند، **ترکیب‌های مولکولی** می‌گویند.

ـ **فرمول مولکولی:** به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.

۱. پیوند اشتراکی (کووالانسی) منحصر به نافلزها نیست، بلکه در مواردی فلزها (مانند Be و Al) هم می‌تواند پیوند کووالانسی تشکیل دهند.

آرایش الکترون ـ نقطه‌ای یا ساختار لوویس

گیلبرت نیوتن لوویس (۱۹۴۶- ۱۸۷۵) لوویس یکی از پیشتازان دانش شیمی و بنیان‌گذار نظریهٔ پیوند شیمیایی (کووالانسی) بود. این نظریه بر رسیدن اتم‌ها به آرایش گاز نجیب در مولکول‌ها تأکید دارد. آرایش الکترون ـ نقطه‌ای به افتخار وی ساختار لوویس نیز نامیده می‌شود. او بنیان‌گذار نظریهٔ الکترونی اسید ـ باز بوده و واژهٔ فوتون را برای ذره‌های سازندهٔ نور پیشنهاد کرد. ۳۵ بار نامزد دریافت جایزهٔ نوبل شد اما هیچ‌گاه نصیب او نشد! این ناکامی هیچ چیز از ارزشمندی و تأثیرگذاری کارهای علمی او کم نمی‌کند.

آرایش الکترون ـ نقطه‌ای یا ساختار لوویس آرایشی است که برای نشان دادن الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها و چگونگی اتصال آن‌ها به یک‌دیگر به کار می‌رود. در ساختارهای لوویس، پیوندهای کووالانسی به وسیلهٔ جفت نقطه‌ها یا خط‌های کوتاه (–) نشان داده می‌شوند. جفت الکترون‌های ناپیوندی را به وسیلهٔ جفت نقطه‌هایی در کنار نماد شیمیایی عنصر نمایش می‌دهند.

قواعد رسم ساختارهای لوویس

برای رسم ساختارهای لوویس مراحل زیر را انجام می‌دهیم[1]:

۱ محاسبهٔ شمار کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازنده

برای مثال PCl_3 را در نظر بگیرید. تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت فسفر و کلر به ترتیب برابر ۵ و ۷ است:

$$\text{تعداد کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت} = P + 3(Cl) = 5 + 3(7) = 26$$

نکته: اگر ترکیب دارای بار الکتریکی باشد، به ازای هر بار منفی (–) یک الکترون اضافه کرده و به ازای هر بار مثبت (+) یک الکترون از مجموع شمار الکترون‌ها کم می‌کنیم.

۲ تعیین اتم مرکزی و چیدن اتم‌های اطراف آن

اتم مرکزی معمولاً اتمی است که در فرمول مولکولی، در سمت چپ نوشته می‌شود (به جز اتم هیدروژن)[2]. مانند NH_3، CH_2O، PCl_3 و HCN. البته موارد استثنایی هم وجود دارد که در فرمول مولکولی، اتم سمت چپ، اتم مرکزی نیست. مانند Cl_2O که در آن اتم مرکزی O است نه Cl. پس در PCl_3، اتم P اتم مرکزی است

$$PCl_3 \Rightarrow \begin{matrix} & Cl & \\ Cl & P & \\ & Cl & \end{matrix}$$

۳ اتصال اتم مرکزی به اتم‌های اطراف با پیوند یگانه

با اتصال اتم P به اتم‌های Cl داریم:

$$Cl-\underset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{P}}-Cl$$

۴ محاسبهٔ الکترون‌های ظرفیتی باقی‌مانده و توزیع آن‌ها در اتم‌ها (با رعایت قاعدهٔ هشتایی)

نکته: به جفت الکترونی که در تشکیل پیوند کووالانسی شرکت می‌کند، **جفت الکترون پیوندی** و به جفت الکترونی که در تشکیل پیوند کووالانسی شرکت نمی‌کند و فقط به یکی از اتم‌ها تعلق دارد، **جفت الکترونی ناپیوندی** می‌گویند. (هر پیوند (–) معادل یک جفت الکترون پیوندی است)

نکته: اتم‌های هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهند، از این رو تنها با دو الکترون پایدار می‌شوند.

در PCl_3 سه پیوند وجود دارد و هر پیوند معادل یک جفت الکترون است، پس:

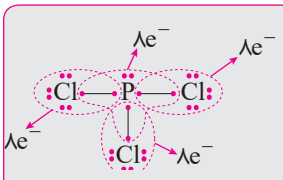
$$PCl_3 \begin{cases} \text{شمار کل الکترون‌های ظرفیتی} = 26e^- \\ \text{شمار کل الکترون‌های پیوندی} = \underset{\text{پیوند}}{3} \times (2) = 6e^- \end{cases} \Rightarrow 26 - 6 = 20e^-$$

---

۱. *در کتاب درسی رسم ساختار لوویس به صورت مقدماتی در فصل (۱) و به صورت پیشرفته‌تر در فصل (۲) ارایه شده است. اما ما که ولع آموختن و آموزاندن داریم همهٔ مطالب را به صورت فوق پیشرفته‌ها در یک پکیج ارایه کرده‌ایم. پس مطالب این درس‌نامه را به دقت مطالعه کنید که در فصل (۲) توضیحات اضافی نخواهیم داد!*

۲. در مولکول‌هایی با فرمول عمومی AB_n، اتم A اتم مرکزی است مانند NO_2، Cl_2O و SF_4. یا این‌که بگوییم اتم مرکزی اتمی است که تعداد آن کم‌تر از بقیه است و اگر از دو اتم فقط یک عدد موجود باشد آن که شمارهٔ گروه کوچک‌تری دارد معمولاً اتم مرکزی است. مثلاً در CH_3Cl، کربن اتم مرکزی است چون در گروه ۱۴ واقع است اما Cl در گروه ۱۷ است.

پس باید ۲۰ الکترون را میان اتم‌های P و Cl با رعایت قاعدهٔ هشتایی، توزیع نماییم:



نکته: مجموع الکترون‌هـای پیوندی و ناپیوندی در مولکول، باید برابر بـا مجموع الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازنده باشد.

نکتهٔ فوق را در مورد PCl_3 می‌آزماییم:

$$\text{شمار کل الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها} = \overset{\text{جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\overset{\uparrow}{۱۰}\times(۲)} + \overset{\text{تعداد پیوند}}{\overset{\uparrow}{۳}\times(۲)} = \text{مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی} = ۲۶e^-$$

پس ساختار لوویس رسم شده برای PCl_3 درست است.

۵ تشکیل پیوند اضافی در صورت هشتایی نشدن اتم مرکزی

اگر پس از مرحلهٔ (۴)، اتم مرکزی هشـتایی نشده باشد، جفت الکترون‌های ناپیوندی اتم(های) مجاور را به یک پیوند جدید میان آن اتم(ها) و اتم مرکزی تبدیل کنیم تا با تشکیل پیوند(ها) اضافی به صورت دوگانه و سه‌گانه، اتم مرکزی به هشتایی پایدار برسد. لطفاً به مثال‌های زیر توجه نمایید:

مثال. ساختار لوویس فرمالدهید (CH_2O) را رسم نمایید.

پاسخ: به مراحل زیر توجه نمایید: CH_2O

۱ـ محاسبهٔ شمار کل الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها: $C + ۲(H) + O = ۴ + ۲(۱) + ۶ = ۱۲e^-$

۲ـ تعیین اتم مرکزی و چیدن اتم‌ها اطراف آن: C اتم مرکزی است (C، اتم سمت چپ در فرمول مولکولی است):

$$\begin{matrix} & & O & & \\ H & & C & & H \end{matrix} \qquad \begin{matrix} & O & \\ & | & \\ H- & C & -H \end{matrix}$$

۳ـ اتصال اتم مرکزی به اتم‌های اطراف با پیوند یگانه:

۴ـ محاسبهٔ الکترون‌های ظرفیتی باقی‌مانده و توزیع روی اتم‌ها:

$$CH_2O \begin{cases} \text{شمار کل الکترون‌های ظرفیتی} = ۱۲e^- \\ \text{شمار کل الکترون‌های پیوندی} = \underset{\text{پیوند}}{\overset{\downarrow}{۳}}\times(۲) = ۶e^- \end{cases} \Rightarrow ۱۲ - ۶ = ۶e^-$$

با توزیع ۶ الکترون بر روی اتم‌ها (با رعایت قاعدهٔ هشتایی)، داریم:

۵ـ تشکیل پیوند اضافی در صورت هشتایی نشدن اتم مرکزی:

$$\begin{matrix} & :\ddot{O}: & \\ & | & \\ H- & C & -H \end{matrix}$$

همان‌طور که می‌بینید اتم کربن هشـتایی نشده اسـت. پس باید یکی از جفت الکترون‌های ناپیوندی اکسیژن را به صورت یک پیوند اضافی دربیاوریم:

$$\begin{matrix} & :\ddot{O}: & \\ & | & \\ H- & C & -H \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} & :O: & \\ & \| & \\ H- & C & -H \end{matrix}$$

مثال. ساختار لوویس کربن دی اکسید (CO_2) را رسم نمایید:

پاسخ: به مراحل زیر توجه نمایید: CO_2

۱ـ محاسبهٔ شمار کل الکترون‌های ظرفیتی اتم: $C + ۲(O) = ۴ + ۲(۶) = ۱۶e^-$

۲ـ تعیین اتم مرکزی و چیدن اتم‌های اطراف آن: C اتم مرکزی است.

$$O \quad C \quad O$$

۳ـ اتصال اتم مرکزی به اتم‌های اطراف با پیوند یگانه

$$O - C - O$$

۴ـ محاسبهٔ الکترون‌های ظرفیتی باقی‌مانده و توزیع روی اتم‌ها:

$$CO_2 \begin{cases} \text{شمار کل الکترون‌های ظرفیتی} = ۱۶e^- \\ \text{شمار کل الکترون‌های پیوندی} = \underset{\text{پیوند}}{\overset{\downarrow}{۲}}\times(۲) = ۴e^- \end{cases} \Rightarrow ۱۶ - ۴ = ۱۲e^-$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود اتم کربن به هشتایی پایدار نرسیده است.

۵ـ تشکیل پیوند اضافی: برای تشکیل پیوندهای اضافی به دو صورت می‌توان عمل نمود:

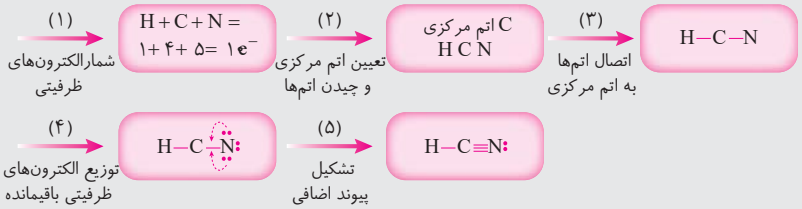
(I): $:\ddot{O}-C-\ddot{O}: \longrightarrow :\ddot{O}=C=\ddot{O}:$ (II): $:\ddot{O}\rightarrow C-\ddot{O}: \longrightarrow :O\equiv C-\ddot{O}:$

نکته: در رسم ساختار لوویس، نمایش پیوند دوگانه بر پیوند سه‌گانه مقدم است[1].

بنابراین ساختار (I) درست است.

مثال . ساختار لوویس هیدروژن سیانید (HCN) را رسم کنید:

پاسخ: مراحل رسم ساختار لوویس HCN به صورت زیر است:



چند نکته به طور کلی:

۱ هرگاه اتم هالوژن، اتم کناری باشد، تنها یک پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد.

۲ اتم کربن، چهار پیوند تشکیل می‌دهد (البته در کربن مونوکسید CO، سه پیوند برقرار می‌کند)

۳ اتم نیتروژن، سه پیوند تشکیل می‌دهد (در یون NH_4^+ ، چهار پیوند برقرار می‌کند)

۴ اتم اکسیژن دو پیوند برقرار می‌کند.

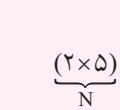
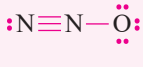
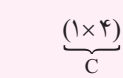
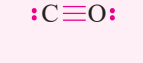
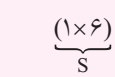
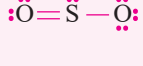
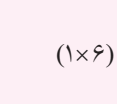
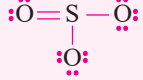
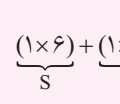
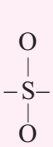
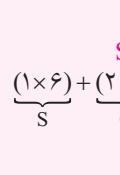
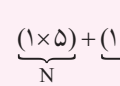
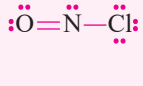
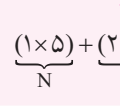
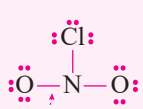
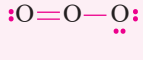
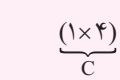
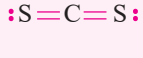
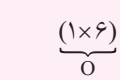
اکنون بد نیست با توجه به قاعده‌های فوق، مراحل رسم ساختار لوویس مولکول‌های مطرح شده در کتاب درسی و هم‌چنین برخی مولکول‌های دیگر که در آزمون سراسری مکرراً آمده را بررسی نماییم.

مرحلهٔ (۵)	مرحلهٔ (۴)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۱)
تشکیل پیوند اضافی در صورت هشتایی نشدن اتم مرکزی	محاسبهٔ الکترون‌های ظرفیتی باقی‌مانده و توزیع آن‌ها روی اتم‌ها (با رعایت قاعدهٔ هشتایی)	اتصال اتم مرکزی به اتم‌های اطراف با پیوند یگانه	تعیین اتم مرکزی و چیدن اتم‌ها اطراف آن	محاسبهٔ شمار کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازنده
.....	$۸-۴=۴e^-$ $H-\ddot{O}-H$	$H-O-H$	$H\ \ O\ \ H$	H_2O $\underbrace{(۲\times۱)}_{H}+\underbrace{(۱\times۶)}_{O}=۸$
.....	$۸-۶=۲e^-$ $H-\ddot{N}-H$ $\quad\ \ H$	$H-N-H$ $\quad\ \ \vert$ $\quad\ \ H$	$H\ \ N\ \ H$ $\quad\ \ H$	NH_3 $\underbrace{(۱\times۵)}_{N}+\underbrace{(۳\times۱)}_{H}=۸$

۱. البته در بعضی موارد کافی است پیوند سه‌گانه بر پیوند دوگانه مقدم باشد. برای مثال برای مولکول N_2O می‌توان دو ساختار زیر را در نظر گرفت که ساختار (I) با وجود داشتن پیوند سه‌گانه بر ساختار (II) مقدم است.

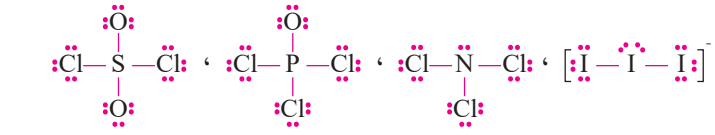
(I): $:N\equiv N-\ddot{O}:$ (II): $\ddot{N}=N=\ddot{O}:$

مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)	مرحلهٔ (۵)
CH_4 $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(4\times1)}_{H}=8$	H H C H H	H H–C–H H	$8-8=0$	.....
CCl_4 $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(4\times7)}_{Cl}=32$	Cl Cl C Cl Cl	Cl Cl–C–Cl Cl	$32-8=24e^-$:Cl: :Cl—C—Cl: :Cl:	.....
CH_2Cl_2 $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(2\times1)}_{H}+\underbrace{(2\times7)}_{Cl}=20$	Cl H C Cl H	Cl H–C–Cl H	$20-8=12e^-$:Cl: H—C—Cl: H	.....
NF_3 $\underbrace{(1\times5)}_{N}+\underbrace{(3\times7)}_{F}=26$	F N F F	F–N–F F	$26-6=20e^-$:F—N—F: :F:	.....
$SiBr_4$ $\underbrace{(1\times4)}_{Si}+\underbrace{(4\times7)}_{Br}=32$	Br Br Si Br Br	Br Br–Si–Br Br	$32-8=24e^-$:Br: :Br—Si—Br: :Br:	.....
O_2 $2\times6=12$	اتم مرکزی ندارد O O	O–O	$12-2=10e^-$:Ö—Ö:	:Ö=Ö:
N_2 $2\times5=10$	اتم مرکزی ندارد N N	N–N	$10-2=8e^-$:N≡N:	:N≡N:
NO $\underbrace{(1\times5)}_{N}+\underbrace{(1\times6)}_{O}=11$	اتم مرکزی ندارد N O	N–O	$11-2=9e^-$:N—Ö:	:N=Ö: هر کاری کردیم N هشتایی نشد!!

مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)	مرحلهٔ (۵)
N_2O $\underbrace{(2\times5)}_{N}+\underbrace{(1\times6)}_{O}=16$	N N O	N – N – O	$16-4=12e^-$ 	
CO $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(1\times6)}_{O}=10$	اتم مرکزی ندارد C O	C – O	$10-2=8e^-$ 	
SO_2 $\underbrace{(1\times6)}_{S}+\underbrace{(2\times6)}_{O}=18$	O S O	O – S – O	$18-4=14e^-$ 	
SO_3 $(1\times6)+(3\times6)=24$	O S O O		$24-6=18e^-$ 	
$SOCl_2$ $\underbrace{(1\times6)}_{S}+\underbrace{(1\times6)}_{O}+\underbrace{(2\times7)}_{Cl}=26$	O Cl S Cl		$26-6=20e^-$ 	.....
SO_2Cl_2 $\underbrace{(1\times6)}_{S}+\underbrace{(2\times6)}_{O}+\underbrace{(2\times7)}_{Cl}=32$	O Cl S Cl O		$32-8=24e^-$ 	.....
$NOCl$ $\underbrace{(1\times5)}_{N}+\underbrace{(1\times6)}_{O}+\underbrace{(1\times7)}_{Cl}=18$	O N Cl	O – N – Cl	$18-4=14e^-$ 	
NO_2Cl $\underbrace{(1\times5)}_{N}+\underbrace{(2\times6)}_{O}+\underbrace{(1\times7)}_{Cl}=24$	Cl O N O		$24-6=18e^-$ 	
O_3 $3\times6=18$	O O O	O – O – O	$18-4=14e^-$ 	
CS_2 $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(2\times6)}_{S}=16$	S C S	S – C – S	$16-4=12e^-$ 	
OF_2 $\underbrace{(1\times6)}_{O}+\underbrace{(2\times7)}_{F}=20$	F O F	F – O – F	$20-4=16e^-$ 	.....

مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)	مرحلهٔ (۵)
$COCl_2$ $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(1\times6)}_{O}+\underbrace{(2\times7)}_{Cl}=24$	O Cl C Cl	O Cl–C–Cl	$24-6=18e^-$:Ö: :Cl—C—Cl:	:Ö: :Cl—C—Cl:
$POCl_3$ $\underbrace{(1\times5)}_{P}+\underbrace{(1\times6)}_{O}+\underbrace{(3\times7)}_{Cl}=32$	O Cl P Cl Cl	O Cl–P–Cl Cl	$32-8=24e^-$:Ö: :Cl—P—Cl: :Cl:	.....

در مولکول SO_2Cl_2، **اتم S**، اتم مرکزی است و شمار پیوندهای کووالانسی آن برابر شمار پیوندهای کووالانسی $POCl_3$ است:



۴پیوند (۱۲جفت الکترون ناپیوندی) ، ۴پیوند ، ۳پیوند ، (۹جفت الکترون ناپیوندی)

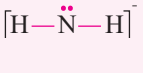
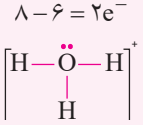
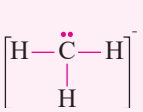
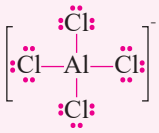
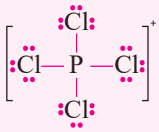
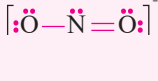
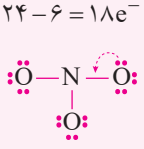
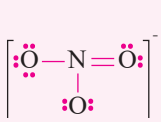
همان‌طور که مشاهده می‌شود شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی لایهٔ ظرفیت اتم در I_3^- **کم‌تر** از SO_2Cl_2 است.

توجه! ساختار لوویس یون I_3^- را در بالا مشاهده نمودید اما در مورد رسم ساختار لوویس یون‌های چند اتمی هنوز صحبتی نکرده‌ایم. پس لطفاً برای چگونگی رسم ساختار این یون‌ها به درس‌نامهٔ زیر توجه نمایید!

درس‌نامه ۳۲ رسم ساختار لوویس یون‌های چند اتمی

مراحل رسم ساختار لوویس یون‌های چند اتمی همانند مولکول‌ها است فقط باید به هنگام محاسبهٔ شمار کل الکترون‌های ظرفیتی به ازای هر بار منفی (−) یک الکترون اضافه کرده و به ازای هر بار مثبت (+) یک الکترون از مجموع شمار الکترون‌ها کم کنیم. *لطفاً به چگونگی رسم ساختار لوویس چند یون که غلظت حضور آن‌ها در آزمون‌ها زیاد است توجه نمایید!*

مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)	مرحلهٔ (۵)
محاسبهٔ شمار کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازنده	تعیین اتم مرکزی و چیدن اتم‌ها اطراف آن	اتصال اتم مرکزی به اتم‌های اطراف با پیوند یگانه	محاسبهٔ الکترون‌های ظرفیتی باقی‌مانده و توزیع آن‌ها روی اتم‌ها (با رعایت قاعدهٔ هشتایی)	تشکیل پیوند اضافی در صورت هشتایی نشدن اتم مرکزی
NH_4^+ $\underbrace{(1\times5)}_{O}+\underbrace{(4\times1)}_{F}-1=8$ ↓ بارمثبت	H H N H H	H H–N–H H	$8-8=0$ $\left[\begin{array}{c}H\\H-N-H\\H\end{array}\right]^+$	.....

مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)	مرحلهٔ (۵)
$\underbrace{(۱\times۵)}_{N}+\underbrace{(۲\times۱)}_{H}+۱=۸$ (بارمنفی) $\rightarrow NH_۲^-$	H N H	H – N – H	$۸-۴=۴e^-$ 	.....
$\underbrace{(۳\times۱)}_{H}+\underbrace{(۱\times۶)}_{O}-۱=۸ \rightarrow H_۳O^+$	H O H H	H – O – H H	$۸-۶=۲e^-$ 	.....
$\underbrace{(۱\times۴)}_{C}+\underbrace{(۳\times۱)}_{H}+۱=۸ \rightarrow CH_۳^-$	H C H H	H – C – H H	$۸-۶=۲e^-$ 	.....
$\underbrace{(۱\times۳)}_{Al}+\underbrace{(۴\times۷)}_{Cl}+۱=۳۲ \rightarrow AlCl_۴^-$	Cl Cl Al Cl Cl	Cl Cl – Al – Cl Cl	$۳۲-۸=۲۴e^-$ 	.....
$\underbrace{(۱\times۵)}_{P}+\underbrace{(۴\times۷)}_{Cl}-۱=۳۲ \rightarrow PCl_۴^+$	Cl Cl P Cl Cl	Cl Cl – P – Cl Cl	$۳۲-۸=۲۴e^-$ 	.....
$\underbrace{(۱\times۵)}_{N}+\underbrace{(۲\times۶)}_{O}+۱=۱۸ \rightarrow NO_۲^-$	O N O	O – N – O	$۱۸-۴=۱۴e^-$ اتم N هشتایی نشده است.	
$\underbrace{(۱\times۵)}_{N}+\underbrace{(۳\times۶)}_{O}+۱=۲۴ \rightarrow NO_۳^-$	O N O O	O – N – O O	$۲۴-۶=۱۸e^-$  اتم N هشتایی نشده است.	

مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)	مرحلهٔ (۵)
CO_3^{2-} $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(3\times6)}_{O}+2=24$	O C O O	O–C–O O	$24-6=18e^-$ C هشتایی نشده است.	$[:\ddot{O}-C=\ddot{O}:]^{2-}$ $:\ddot{O}:$
SO_4^{2-} $\underbrace{(1\times6)}_{S}+\underbrace{(4\times6)}_{O}+2=32$	O O S O O	O O–S–O O	$32-8=24e^-$	.....
PO_4^{3-} $\underbrace{(1\times5)}_{P}+\underbrace{(4\times6)}_{O}+3=32$	O O P O O	O O–P–O O	$32-8=24e^-$	.....
ICl_2^- $\underbrace{(1\times7)}_{I}+\underbrace{(2\times7)}_{Cl}+1=22$	Cl I Cl	Cl–I–Cl	$22-4=18e^-$ $[:\ddot{Cl}-\ddot{I}-\ddot{Cl}:]^-$	
ICl_2^+ $\underbrace{(1\times7)}_{I}+\underbrace{(2\times7)}_{Cl}-1=20$	Cl I Cl	Cl–I–Cl	$20-4=16e^-$ $[:\ddot{Cl}-\ddot{I}-\ddot{Cl}:]^+$	.....
CN^- $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(1\times5)}_{N}+1=10$	C N	C–N	$10-2=8e^-$ C هشتایی نشده است.	$[:C\equiv N:]^-$
CN_2^{2-} $\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(2\times5)}_{N}+2=16$	N C N	N–C–N	$16-4=12$ C هشتایی نشده است.	$[:\ddot{N}=C=\ddot{N}:]^{2-}$
SCN^- $\underbrace{(1\times6)}_{S}+\underbrace{(1\times4)}_{C}+\underbrace{(1\times5)}_{N}+1=16$	S C N	S–C–N	$16-4=12e^-$ C هشتایی نشده است.	$[:\ddot{S}-C\equiv N:]^-$
I_3^- $(3\times7)+1=22$	I I I	I–I–I	$22-4=18e^-$ $[:\ddot{I}-\ddot{I}-\ddot{I}:]^-$	

مرحلهٔ (۱)	مرحلهٔ (۲)	مرحلهٔ (۳)	مرحلهٔ (۴)	مرحلهٔ (۵)
N_3^- $(3\times5)+1=16$	N N N	N – N – N	$16-4=12e^-$ N وسطی هشتایی نشده است.	$[:\ddot{N}=N=\ddot{N}:]^-$
NO^+ $\underbrace{(1\times5)}_{N}+\underbrace{(1\times6)}_{O}-1=10$	N O	N – O	$10-2=8e^-$	$[:N\equiv O:]^+$
NO_2^+ $\underbrace{(1\times5)}_{N}+\underbrace{(2\times6)}_{O}-1=16$	O N O	O – N – O	$16-4=12$ N هشتایی نشده است.	$[\ddot{O}=N=\ddot{O}:]^+$

توجه! در یون‌های چند اتمی، بار یون به همهٔ اتم‌ها تعلق دارد نه فقط یک اتم!

۱۴. گزینه ۱

ساختار لوویس یون سولفیت (SO_3^{2-}) و گونه‌های مطرح شده به صورت زیر است:

یون سولفیت: SO_3^{2-} ⇒ $[:\ddot{O}-\underset{\displaystyle :\ddot{O}:}{\overset{\displaystyle :\ddot{O}:}{\underset{|}{\overset{|}{S}}}}-\ddot{O}:]^{2-}$

۱) آمونیاک: NH_3 ⇒ $H-\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{N}}}-H$

۲) یون کربنات: CO_3^{2-} ⇒ $[:\ddot{O}-\underset{\displaystyle :\ddot{O}:}{\overset{|}{C}}=\ddot{O}:]^{2-}$

۳) BF_4^- $[:\underset{\displaystyle :\ddot{F}:}{\overset{\displaystyle :\ddot{F}:}{\underset{|}{\overset{|}{F}}}}-B-\underset{\displaystyle :\ddot{F}:}{\overset{|}{F}}:]^-$

۴) NO_2 ⇒ $:\ddot{O}=\dot{N}-\ddot{O}:$

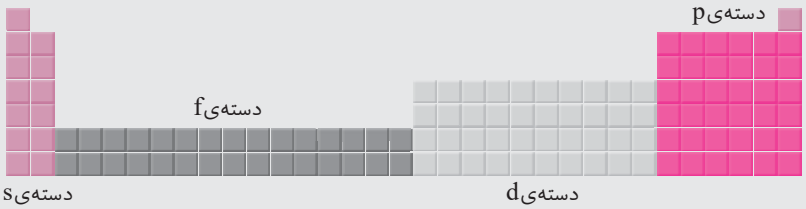
همان‌طور که مشاهده می‌شود ساختارهای لوویس SO_3^{2-} و NH_3 شبیه یک‌دیگرند: هر دو سه پیوند یگانه دارند و اتم مرکزی در هر دو دارای یک جفت الکترون ناپیوندی است.

۱۵. گزینه ۴

درس‌نامه ۳۳ **دسته‌بندی عنصرها براساس پر شدن زیرلایه‌ها**

عنصرهای جدول دوره‌ای را بسته به این که کدام زیرلایهٔ آن‌ها در حال پر شدن است می‌توان به چهار دسته تقسیم نمود. این چهار دسته عبارتنداز:

۱ـ عنصرهای دستهٔ s ۲ـ عنصرهای دستهٔ p ۳ـ عنصرهای دستهٔ d ۴ـ عنصرهای دستهٔ f



۱ عنصرهای دستهٔ s: عنصرهایی هستند که زیرلایهٔ s آن‌ها در حال پر شدن است.

- این دسته شامل همهٔ عنصرهای گروه ۱ و ۲، هیدروژن و هلیم (از گروه ۱۸) می‌باشد.
- آرایش الکترونی این عنصرها به ns^1 و ns^2 ختم می‌شود. از این رو تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها برابر ۱ یا ۲ است. آرایش الکترونی عنصرهای گروه ۱ به ns^1 و عنصرهای گروه ۲ به ns^2 ختم می‌شود.
- شمارهٔ گروه این عنصرها برابر با تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها و شمارهٔ دورهٔ آن‌ها برابر با ضریب زیرلایهٔ s بیرونی‌ترین لایه (بزرگ‌ترین n) می‌باشد:

$_{11}Na : [_{10}Ne]3s^1$ ← گروه ۱، دوره ۳

$_{20}Ca : [_{18}Ar]4s^2$ ← گروه ۲، دوره ۴

- در مجموع ۱۴ عنصر در این دسته جای می‌گیرند: ۱۲ فلز (عنصرهای گروه ۱ و ۲) و ۲ نافلز (هیدروژن و هلیم)

۲ عنصرهای دستهٔ p: عنصرهایی هستند که زیرلایهٔ p آن‌ها در حال پر شدن است.

- از آن‌جا که زیرلایهٔ p حداکثر با شش الکترون پر می‌شود، عنصرهای این دسته شامل شش ستون است: گروه‌های ۱۳ تا ۱۸.
- آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت این عنصرها به صورت ns^2np^b است، بنابراین تعداد الکترون‌های ظرفیت آن‌ها بین ۳ تا ۸ است $(1 \le b \le 6)$
- شمارهٔ گروه این عنصرها از رابطهٔ زیر به دست می‌آید[1]:

شمارهٔ گروه عنصرهای دستهٔ p = توان p آخرین لایه + ۱۲

- شمارهٔ دورهٔ این عنصرها همان ضریب زیرلایهٔ p آخرین لایهٔ الکترونی (بزرگ‌ترین n) است.

$_5B : [_2He]2s^2 2p^1$ ← شمارهٔ گروه $= 1 + 12 = 13$، شمارهٔ دوره $= 2$

$_{16}S : [_{10}Ne]3s^2 3p^4$ ← شمارهٔ گروه $= 4 + 12 = 16$، شمارهٔ دوره $= 3$

$_{35}Br : [_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 4p^5$ ← شمارهٔ گروه $= 5 + 12 = 7$، شمارهٔ دوره $= 4$

- تعداد این عنصرها که در دوره‌های ۲ تا ۷ جای دارند برابر ۳۶ عنصر است که شامل فلز، نافلز و شبه‌فلز می‌باشند[2].

۳ عنصرهای دستهٔ d یا عنصرهای واسطه: عنصرهایی هستند که در زیرلایهٔ d آن‌ها در حال پر شدن است.

- از آن‌جا که در زیرلایهٔ d حداکثر ۱۰ الکترون جای می‌گیرد، عنصرهای این دسته شامل ۱۰ ستون است: گروه‌های ۳ تا ۱۲
- در این عنصرها، لایهٔ ظرفیت شامل زیرلایه‌های ns و $(n-1)d$ است[3] (n آخرین لایه است).
- شمارهٔ گروه این عنصرها برابر تعداد الکترون‌های ظرفیت است (مجموع الکترون‌های زیرلایه‌های ns و $(n-1)d$).
- شمارهٔ دوره این عنصرها برابر ضریب بیرونی‌ترین زیرلایهٔ s (بزرگ‌ترین n) است.

---

۱. البته می‌توان رابطهٔ مورد نظر را به صورت زیر نیز نوشت:

شمارهٔ گروه عنصرهای دستهٔ p = تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت (np, ns) + ۱۰

۲. *البته ویژگی‌های دیگری هم دارند؛ مثل این‌که هر سه حالت فیزیکی جامد، مایع و گاز در آن‌ها یافت می‌شود (برم (Br_2) تنها نافلز مایع است) و یا این‌که شامل عنصرهای طبیعی و ساختگی می‌باشند. و ... .*

۳. در آرایش الکترونی این عنصرها، موارد بی‌نظمی متعددی دیده می‌شود حتی در عنصرهای یک گروه! مثلاً به آرایش الکترونی سه عنصر $_{28}Ni$، $_{46}Pd$ و $_{78}Pt$ که در گروه ۱۰ جای دارند، توجه نمایید:

$_{28}Ni : [_{18}Ar]3d^8\ 4s^2$

$_{46}Pd : [_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^0$

$_{78}Pt : [_{54}Xe]4f^{14}\ 5d^9\ 6s^1$

$_{21}Sc : [_{18}Ar]3d^{1}4s^{2}$ (لایهٔ ظرفیت) — شمارهٔ گروه $= 1 + 2 = 3$ — شمارهٔ دوره $= 4$

$_{26}Fe : [_{18}Ar]3d^{6}4s^{2}$ (لایهٔ ظرفیت) ⟵ شمارهٔ گروه $= 6 + 2 = 8$ — شمارهٔ دوره $= 4$

- این عنصرها در دوره‌های ۴ تا ۷ جای دارند و شامل ۴۰ عنصر می‌باشند. این عنصرها همگی فلز هستند.
- تکنسیم ($_{43}Tc$)، نخستین عنصر ساخت بشر در این دسته جای دارد.
- **۴ـ عنصرهای دستهٔ f یا عنصرهای واسطهٔ داخلی**[1]: عنصرهایی هستند که زیرلایهٔ f آن‌ها در حال پر شدن است.
- این عنصرها شامل دو ردیف ۱۴ تایی در پایین جدول دوره‌ای هستند و همگی متعلق به گروه ۳ هستند. شمارهٔ گروه این عنصرها با تعداد الکترون‌های ظرفیت آن‌ها برابر نیست.
- این عنصرها خود به دو دستهٔ **لانتانیدها** و **اکتینیدها** تقسیم می‌شوند.
- لانتانیدها شامل ۱۴ عنصر هستند که **زیرلایهٔ** 4f آن‌ها در حال پر شدن است. عدد اتمی آن‌ها بین ۵۷ تا ۷۰ است. لانتانیدها در **دورهٔ ششم** جدول جای دارند.
- اکتینیدها شامل ۱۴ عنصر هستند که **زیرلایهٔ** 5f آن‌ها در حال پر شدن است. عدد اتمی آن‌ها بین ۸۹ تا ۱۰۲ است. اکتینیدها در **دورهٔ هفتم** جدول جای دارند. همهٔ اکتینیدها پرتوزا هستند.
- اورانیوم $_{92}U$ جزو اکتینیدها به شمار می‌آید.
- شمارهٔ دورهٔ این عنصرها همان ضریب زیرلایهٔ s آخرین لایه (بزرگ‌ترین n) است[2].

اکنون به بررسی عبارت‌های مطرح شده می‌پردازیم:

آ) نادرست است: هیدروژن (H_2) در این دسته جای ندارد (در دستهٔ s قرار دارد)

ب) نادرست است: عبارت (ب) تلویحاً اشاره دارد که همهٔ عنصرهای دستهٔ p نافلزند و با تشکیل آنیون به آرایش گاز نجیب (ns^2np^6) می‌رسند در حالی که در میان عنصرهای این دسته فلز هم وجود دارد که کاتیون‌هایی تشکیل می‌دهند که آرایش الکترونی آن‌ها به زیرلایهٔ p ختم نمی‌شود (به جز $_{13}Al^{3+}$). مثلاً به آرایش الکترونی یون‌های $_{31}Ga^{3+}$ و $_{50}Sn^{2+}$ توجه نمایید:

$_{31}Ga^{3+} : [_{18}Ar]3d^{10}$

$_{50}Sn^{2+} : [_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^2$

پ) درست است: دستهٔ d یک بلوک ۶×۶ است (زیرلایه‌های 2p تا 7p که گنجایش هر زیرلایه ۶ الکترون است) پس تعداد آن برابر ۳۶ عنصر است:

$$\text{درصد عنصرهای دستهٔ p} = \frac{\text{عنصرهای دستهٔ p}}{\text{تعداد کل عنصرهای جدول}} \times 100 = \frac{36}{118} \times 100 = 30/51\%$$

ت) درست است: لایهٔ الکترونی پنجم ($n = 5$) شامل زیرلایه‌های 5s، 5p، 5d، 5f و 5g است که البته زیرلایهٔ 5g در حالت پایهٔ اتم هیچ عنصری از الکترون اشغال نمی‌شود.

---

۱. علت این‌که به عنصرهای دستهٔ f، **عنصرهای واسطهٔ داخلی** می‌گویند این است که آخرین الکترون این عنصرها وارد زیرلایهٔ f می‌شود که نسبت به زیرلایه‌های s و p و d داخلی‌تر (به هسته نزدیک‌تر) محسوب می‌شود. به عنوان مثال به آرایش الکترونی $_{65}Tb$ توجه نمایید:

$_{65}Tb : [_{54}Xe]4f^{9}5d^{0}6s^{2}6p^{0}$

همان‌طور که مشاهده می‌شود آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ 4f شده است و چون زیرلایهٔ 4f نسبت به زیرلایه‌های 5d، 6s و 6p داخلی‌تر است، لذا این عنصر یک عنصر واسطهٔ داخلی به شمار می‌آید.

۲. آرایش الکترونی بسیاری از عنصرهای دستهٔ f از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند.

PHAREPUB.COM

۱۶. گزینه ۳

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) نادرست است: F و D به ترتیب $_{۲۰}Ca$ و $_{۱۷}Cl$ هستند که ترکیب یونی حاصل از آن‌ها به صورت $(CaCl_۲)FD_۲$ می‌باشد. از طرفی B و C به ترتیب $_{۱۳}Al$ و $_{۹}F$ هستند که ترکیب یونی حاصل به صورت $(AlF_۳)BC_۳$ می‌باشد:

$$\left.\begin{array}{l} CaCl_۲ \quad \begin{matrix} Ca^{۲+} \\ ۲Cl^- \end{matrix} \Rightarrow \dfrac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \dfrac{۱}{۲} \\ AlF_۳ \quad \begin{matrix} Al^{۳+} \\ ۳F^- \end{matrix} \Rightarrow \dfrac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \dfrac{۳}{۱} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۳}{۱}} = \frac{۱}{۶}$$

ب) درست است: A و E به ترتیب $_{۱۱}Na$ و $_{۱۶}S$ هستند که ترکیب یونی حاصل به صورت $(Na_۲S)A_۲E$ می‌باشد. از طرفی ترکیب یونی حاصل از F و C به صورت $(CaF_۲)FC_۲$ می‌باشد:

$$CaF_۲ \quad \begin{matrix} Ca^{۲+} \\ ۲F^- \end{matrix} \text{ تعداد الکترون‌های مبادله شده} = ۲e^-$$

$$Na_۲S \quad \begin{matrix} ۲Na^+ \\ S^{۲-} \end{matrix} \Rightarrow \text{تعداد الکترون‌های مبادله شده} = ۲e^-$$

پ) نادرست است: عنصر زیرین B $(_{۱۳}Al)$ در دورهٔ چهارم، گالیم $(_{۳۱}Ga)$ است که فرمول اکسید آن به صورت $Ga_۲O_۳$ می‌باشد. آرایش الکترونی کاتیون $Ga^{۳+}$ به صورت زیر است:

$$_{۳۱}Ga^{۳+}: [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$$

$$۳d^{۱۰} \rightarrow l = ۲ \Rightarrow l = ۲ \text{ تعداد الکترون‌ها با } = ۱۰$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود تعداد الکترون‌ها با $l = ۲$ برابر ۱۰ است. از سوی دیگر تعداد عنصرهای دورهٔ پنجم و ششم، به ترتیب برابر ۱۸ و ۳۲ است که تفاوت آن‌ها برابر ۱۴ می‌باشد. بنابراین تعداد الکترون‌ها با $l = ۲$ در یون $_{۳۱}Ga^{۳+}$ کم‌تر از تفاضل تعداد عنصرهای دورهٔ پنجم و ششم است.

ت) نادرست است: E و D $(_{۱۷}Cl, _{۱۶}S)$ هر دو نافلزند و ترکیب حاصل $(SCl_۲)$ یک ترکیب مولکولی است نه یونی! بنابراین در ساختار آن اصلاً یونی وجود ندارد!

ث) درست است: Ga همان کروم $(_{۲۴}Cr)$ است که تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن برابر با $E(_{۱۶}S)$ است:

$$_{۲۴}Cr: [_{۱۸}Ar]\underbrace{۳d^۵\ ۴s^۱}$$

$$\Rightarrow \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} = ۶ \Leftarrow \text{لایهٔ ظرفیت}$$

$$_{۱۶}S: [_{۱۰}Ne]\underbrace{۳s^۲\ ۳p^۴}$$

$$\Rightarrow \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} = ۶ \Leftarrow \text{لایهٔ ظرفیت}$$

یون پایدار گوگرد به صورت $(S^{۲-})$ است که آرایش الکترونی آن شبیه گاز نجیب آرگون است $([_{۱۸}Ar] = [_{۱۰}Ne]۳s^۲ ۳p^۶ : {}_{۱۶}S^{۲-})$ این در حالی است که کروم حداکثر می‌توان یون سه بار مثبت $(+۳)$ تشکیل دهد که آرایش آن کاملاً متفاوت با یون $S^{۲-}$ است:

$$_{۲۴}Cr^{۳+}: [_{۱۸}Ar]۳d^۳$$

البته کروم یون $_{۲۴}Cr^{۲+}$ هم تشکیل می‌دهد که آرایش آن هم متفاوت با $S^{۲-}$ است.

$$_{۲۴}Cr^{۲+}: [_{۱۸}Ar]۳d^۴$$

۱۷. گزینه ۲

هشتایی شدن لایهٔ ظرفیت و دست‌یابی به آرایش گاز نجیب، مبنای میزان واکنش‌پذیری اتم‌ها است. پس اتمی که در زیرلایهٔ s و p (که در مجموع با ۸ الکترون پر می‌شوند) بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی خود کم‌تر از هشت الکترون دارد، واکنش‌پذیر است.

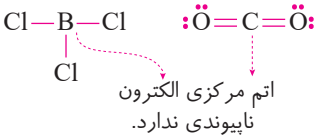
PHAREPUB.COM

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در واقع اتم عنصرهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ به ترتیب با به دست آوردن الکترون ۳، ۲ و یک الکترون به آنیون‌هایی (به ترتیب با بار (۳−)، (۲−) و (۱−)) تبدیل می‌شود که آرایشی همانندگاز نجیب هم‌دورهٔ خود دارد.

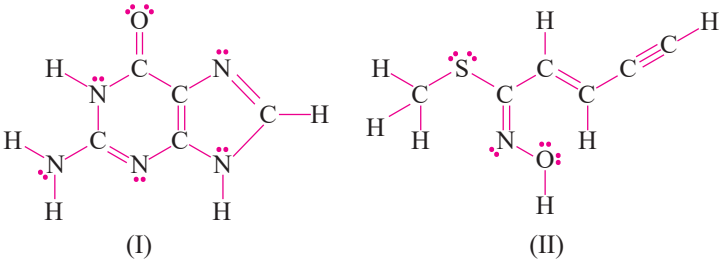
گزینهٔ «۳»: یون تک‌اتمی، یونی است که **فقط از یک اتم** تشکیل شده باشد مانند Na^+ و Cl^-. یون‌های N_3^-، O_2^{2-} و Hg_2^{2+} یون‌های چند اتمی به شمار می‌آیند.

گزینهٔ «۴»: در تشکیل BCl_3 و CO_2 اتم‌های مرکزی به ترتیب ۳ و ۴ الکترون در لایهٔ ظرفیت خود دارند که همه را در تشکیل پیوندهای اشتراکی استفاده می‌کنند.



۱۸. گزینه ۳

ساختار لوویس تشکیل شـــده دو مولکول مورد نظر به صورت روبه‌رو است:



اکنون با دقت در ساختار هر دو مولکول می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l}\text{مولکول(II)} \Rightarrow \dfrac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \dfrac{۱۹}{۵} \\ \text{مولکول(I)} \Rightarrow \dfrac{\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \dfrac{۲۱}{۷}\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\frac{۱۹}{۵}}{\frac{۲۱}{۷}} = \frac{۱۹}{۱۵} = ۱/۲۷$$

۱۹. گزینه ۳

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

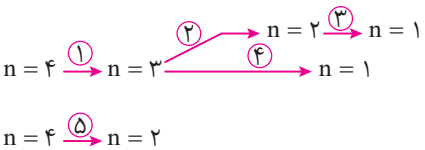
ـ **عبارت اول: درست است.** انتقال‌هایی که از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر هستند موجب نشر نور و در نتیجه ایجاد خطوط طیف نشری خطی می‌شوند و این انتقالات عبارتند از: B، E، F و A.

ـ **عبارت دوم: درســـت است.** انتقال‌هایی که از لایه‌های بالاتر به لایهٔ دوم $(n = ۲)$ باشد در محدودهٔ طیف مرئی است و در شکل ارائه شده انتقال B در محدودهٔ طیف مرئی قرار دارد (به رنگ بنفش است).

ـ **عبارت سوم: درست است.** هرچه از هسته دورتر شویم فاصلهٔ بین لایه‌ها کاهش می‌یابد پس انتقال F در مقایسه با انتقال‌های E و A انرژی بیش‌تر و در نتیجه طول موج کم‌تری دارد.

ـ **عبارت چهارم: نادرست است.** در انتقال C، انرژی جذب می‌شود نه آزاد!

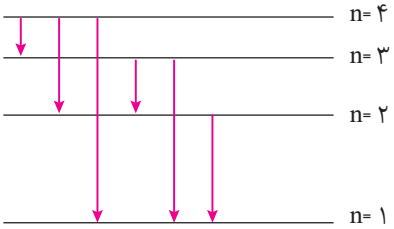
ـ **عبـــارت پنجم: نادرســـت اســـت.** در انتقال الکترون از $n = ۴$ به $n = ۱$ حالت‌های روبه‌رو امکان‌پذیر است:



$n = ۴ \xrightarrow{⑤} n = ۲$

$n = ۴ \xrightarrow{⑥} n = ۱$

پس در مجموع ۶ حالت امکان‌پذیر اســـت. اگر این انتقال‌ها را بر روی نمودار نشان دهیم، داریم:



نکته: در اتم هیدروژن، تعداد خطوط طیف نشری هنگام انتقال از لایهٔ nام به لایهٔ اول $(n = ۱)$، برابر $\frac{n(n-۱)}{۲}$ است.

برای مثال در انتقال الکترون از $n = ۴$ به $n = ۱$ تعداد خطوط طیفی برابر است با:

$$n = ۱ \text{به} n = ۴ \text{تعداد خطوط طیفی در انتقال} = \frac{n(n-۱)}{۲} = \frac{۴ \times ۳}{۲} = ۶$$

۲۰. گزینه ۲

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است. *هرف ما در این جا این نیست که از شما بخواهیم جرم یک amu را حفظ کنید (چه کار بیهوده‌ای!) بلکه آشنا شدن با روش به دست آوردن آن است.* همان‌طور که می‌دانید یک amu برابر است با $\frac{1}{12}$ جرم کربن -۱۲. پس ابتدا باید جرم یک اتم $^{12}_{6}C$ را به دست آوریم (جرم یک مول ^{12}C برابر با ۱۲ گرم است):

گرم اتم‌کربن

$$\begin{bmatrix} N_A & 12 \\ 1 & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = 12 - \text{جرم یک اتم کربن} = \frac{12}{N_A}$$

و در ادامه می‌توان نوشت:

$$1\,amu\,\text{جرم} = \frac{1}{12} \times (^{12}C\,\text{جرم اتم}) = \frac{1}{12} \times \frac{12}{N_A} = \frac{1}{N_A} = \frac{1}{6/02 \times 10^{23}} = 0/166 \times 10^{-23} = 1/66 \times 10^{-24}\,g$$

نکته: جرم ۱amu برابر است با:

$$1\,amu\,\text{جرم} = \frac{1}{N_A} = 1/66 \times 10^{-24}\,g$$

ب) نادرست است. رنگ شعلهٔ ترکیبات لیتیم، ترکیبات مس و ترکیب‌های سدیم به ترتیب سرخ، سبز و زرد است. ترتیب طول موج این نورها به صورت زیر است:

ترتیب طول موج: سبز (Cu) < زرد (Na) < سرخ (Li)

پ) درست است. ابتدا جرم مولی $Cu(NO_3)_2$ و Li_2SO_4 را به دست می‌آوریم:

$$Cu(NO_3)_2 = 64 + 2(14 + 3(16)) = 188\,g.mol^{-1}$$

$$Li_2SO_4 = 2(7) + 32 + 4(16) = 110\,g.mol^{-1}$$

و در ادامه می‌توان نوشت:

$$1\,mol\,Cu(NO_3)_2 \sim 6\,mol\,O \Rightarrow 188\,g\,Cu(NO_3)_2 \sim 96\,g\,O$$

$g\,Cu(NO_3)_2$ $g\,O$

$$\begin{bmatrix} 188 & 96 \\ 1/88 & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = 0/96\,g\,O$$

$$1\,mol\,Li_2SO_4 \simeq 4\,mol\,O \Rightarrow 110\,g\,Li_2SO_4 \simeq 64\,g\,O$$

$g\,Li_2SO_4$ $g\,O$

$$\begin{bmatrix} 110 & 64 \\ 3/3 & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = 1/92\,g\,O$$

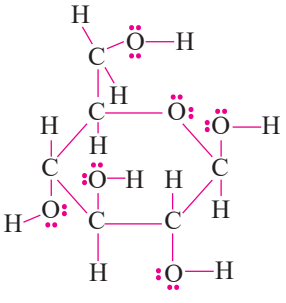
و در پایان داریم:

$$\text{جرم اکسیژن} = 0/96 + 1/92 = 2/88\,g$$

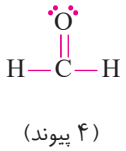
ت) نادرست است. فرمول مولکولی گلوکز $C_6H_{12}O_6$ است که جرم مولی آن ۶ برابر جرم مولی CH_2O است:

$$C_6H_{12}O_6 = 6(CH_2O)$$

اگر ساختار لوویس این دو را مقایسه کنیم خواهیم دید که تعداد پیوندهای کووالانسی گلوکز هم، ۶ برابر CH_2O است:



(۲۴ پیوند)



(۴ پیوند)

پاسخ‌نامه آزمون ۴: کل فصل اول

۱. گزینه ۴

تک تک عبارت‌ها را بررسی می‌نماییم:

آ) نادرست است: عنصرهای واسطه (دستهٔ d) نیز در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی خود یک یا دو الکترون دارند مانند $_{24}Cr$ و $_{30}Zn$:

$$_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5\ \underline{4s^1}$$
$$_{30}Zn:[Ar]\ 3d^{10}\ \underline{4s^2}$$

بیرونی‌ترین لایه

ب) درست است: با توجه به اطلاعات وارد شده می‌توان نوشت:

$$YX_2 \Rightarrow \frac{2X}{Y}=2/3 \Rightarrow X=1/15Y$$

$$YE_3 \Rightarrow \frac{3E}{Y}=4 \Rightarrow E=1/33Y$$

$$\frac{X}{2E}=\frac{1/15Y}{2\times(1/33Y)}=0/43$$

پس در مولکول XE_2، داریم:

پ) درست است: ترتیب پر شدن زیرلایه‌های مورد نظر به صورت مقابل است: $5p \rightarrow 6s \rightarrow 4f \rightarrow 5d$: ترتیب پر شدن

و با توجه به این‌که گنجایش زیرلایه‌های s، p، d و f به ترتیب برابر ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ الکترون است، طبق قاعدهٔ آفبا، ۲۵ الکترون در این زیرلایه‌ها به صورت زیر توزیع می‌شود:

$$5p^6\ 2s^2\ 4f^{14}\ 5d^3$$

بنابراین:

$$\text{درصد الکترون‌های موجود در 5d} = \frac{\text{تعداد الکترون‌های موجود در 5d}}{\text{تعداد کل الکترون‌ها}}\times 100 = \frac{3}{25}\times 100 = \%12$$

ت) نادرست است: ابتدا باید مقدار کاهش جرم را محاسبه نماییم:

$$\underset{2/014g}{^2_1H} + \underset{3/016g}{^3_1H} \rightarrow \underset{4/0026g}{^4_2He} + \underset{1/0087g}{^1_0n}$$

$$\Delta m=(2/014+3/016)-(4/0026+1/0087)=0/0187g=1/87\times10^{-5}\,kg$$

$$\Delta E=(\Delta m)C^2=(1/87\times10^{-5})\times(3\times10^8)^2=1/68\times10^{12}\,J=1/68\times10^9\,kJ\simeq1/7\times10^9\,kJ$$

۲. گزینه ۳

با توجه به گزینه‌ها، عنصر X یا متعلق به گروه ۱۶ است یا گروه ۱۷. اگر متعلق به گروه ۱۶ باشد عدد اتمی آن نمی‌تواند ۵۳ یا ۵۵ باشد (رد گزینه‌های «۱ و ۴»). پس عنصر X متعلق به گروه ۱۷ است. اما اگر X متعلق به این گروه باشد عدد اتمی آن نمی‌تواند ۵۶ باشد (رد گزینهٔ «۲»). پس فقط گزینهٔ «۳» می‌ماند، یعنی عدد اتمی عنصر X برابر ۵۳ است ($_{53}I$). کلسیم (که در گروه ۲ واقع است) یون Ca^{2+} و X (که در گروه ۱۷ قرار دارد) یون X^- تشکیل می‌دهد؛ بنابراین از واکنش این دو عنصر، یک ترکیب یونی با فرمول شیمیایی CaX_2 (CaI_2) به دست می‌آید.

نکته: اگر عنصری در گروه فرد جدول دوره‌ای واقع باشد (به جز گروه ۳) عدد اتمی آن فرد و اگر در گروه زوج جدول دوره‌ای واقع باشد، عدد اتمی آن نیز عددی زوج است.

توجه! در گروه ۳، در مجموع ۳۲ عنصر جای دارد که عنصرهای دستهٔ d آن ($_{21}Sc$، $_{39}Y$، $_{71}Lu$ و $_{103}Lr$) اعداد اتمی فرد دارند اما عنصرهای دستهٔ f (که در مجموع ۲۸ عنصر هستند) دارای اعداد اتمی فرد یا زوج هستند.

۳. گزینه ۱

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) درست‌اند، اما عبارت‌های (آ) و (ت) نادرست‌اند: اولین عنصر فراوان زمین آهن است که در واکنش با فراوان‌ترین نافلز زمین (یعنی اکسیژن) می‌تواند ترکیب یونی با فرمول FeO و Fe_2O_3 تشکیل دهد. این در حالی است که دومین عنصر فراوان زمین (یعنی منیزیم) فقط MgO تشکیل می‌دهد. در FeO و MgO نسبت شمار آنیون به کاتیون $\frac{1}{1}$ و در Fe_2O_3 این نسبت برابر

$\frac{۳}{۲}$ است.

از سوی دیگر، یافته‌های دانشمندان نشان می‌دهد که عنصرها به‌طور **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده‌اند.

---

۴. گزینه ۳

ابتدا باید فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ (^{۲۲}Ne) را به دست آوریم:

$$^{۲۰}Ne \Rightarrow F_۱ = ۷۰$$

$$\left.\begin{matrix} ^{۲۱}Ne \Rightarrow F_۲ \\ ^{۲۲}Ne \Rightarrow F_۳ \end{matrix}\right\} \Rightarrow F_۲ + F_۳ = ۳۰ \Rightarrow F_۳ = ۳۰ - F_۲$$

$$M = \frac{M_۱F_۱ + M_۲F_۲ + M_۳F_۳}{۱۰۰} \Rightarrow ۲۰/۵ = \frac{(۲۰\times ۷۰) + (۲۱\times F_۲) + ۲۲\times(۳۰ - F_۲)}{۱۰۰}$$

$$۲۰۵۰ = ۱۴۰۰ + ۲۱F_۲ + ۶۶۰ - ۲۲F_۲ \Rightarrow F_۲ = ۱۰ \Rightarrow F_۳ = ۲۰$$

و در ادامه می‌توان نوشت:

$$\begin{matrix} ^{۲۰}Ne \text{ تعداد} & ^{۲۲}Ne \text{ تعداد} \\ \begin{bmatrix} ۷۰ & ۲۰ \\ ۱۰^{۲۰} & x \end{bmatrix} \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{۲۰\times ۱۰^{۲۰}}{۷۰} = ۲/۸۵۷\times ۱۰^{۱۹} \simeq ۲۸/۶\times ۱۰^{۱۸} \quad ^{۲۲}Ne \text{ اتم}$$

---

۵. گزینه ۱

با توجه به این‌که عنصر مورد نظر در گروه ۱۴ و دورهٔ ششم جای دارد، آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$$_{۸۲}X : [_{۵۴}Xe]۴f^{۱۴}\ ۵d^{۱۰}\ ۶s^{۲}۶p^{۲}$$

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

ـ **عبارت اول: نادرست است.** $_{۳۳}Y$ در گروه ۱۵ جای دارد:

$$_{۳۳}Y : [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}۴p^{۳}$$

ـ **عبارت دوم: درست است.** با توجه به آرایش الکترونی اتم X می‌توان دریافت که این عنصر می‌تواند یون‌های $X^{۲+}$ و $X^{۴+}$ ایجاد نماید ($_{۸۲}X$ در واقع همان سرب، $_{۸۲}Pb$ است که می‌تواند یون‌های $Pb^{۲+}$ و $Pb^{۴+}$ ایجاد نماید). پس X می‌تواند ترکیبی به فرمول $(PbCl_۲)XCl_۲$ تشکیل دهد.

ـ **عبارت سوم: نادرست است.** در آخرین زیرلایهٔ اتم X ($۶p^{۲}$) دو الکترون وجود دارد.

ـ **عبارت چهارم: نادرست است.** عدد های کوانتومی $l = ۳$ و $n = ۳$ بیان‌گر زیرلایهٔ ۳f است که اصلاً وجود خارجی ندارد.

---

۶. گزینه ۳

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است.

ب) درست است: اتم $^{۵۹}_{۲۶}Fe$ یک رادیوایزوتوپ است که برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین قرار می‌گیرند در اتم $^{۵۹}_{۲۶}Fe$، تعداد نوترون‌ها برابر ۳۳ است $^{۵۹}_{۲۶}F \Rightarrow A = Z + N \Rightarrow ۵۹ = ۲۶ + N \Rightarrow N = ۳۳$

پ) نادرست است: به دو دلیل از تکنسیم برای تصویربرداری از غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود اول این‌که پرتوزاست، دوم این‌که یون حاوی آن، اندازه‌ای مشابه یون یدید (I^-) دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند.

ت) نادرست است. یون حاوی تکنسیم جایگزین یون‌های یدید نمی‌شود، بلکه هر دو توسط غدهٔ تیروئید جذب می‌شوند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

ث) درست است.

۷. گزینه ۱

آرایش الکترونی کاتیون‌های را تک تک گزینه‌ها را رسم می‌کنیم:

۱) $FePO_4 \begin{cases} {}_{26}Fe^{3+} : [{}_{18}Ar]\underbrace{3d^5}_{l=2} \\ PO_4^{3-} \end{cases}$ ، $MnO \begin{cases} {}_{25}Mn^{2+} : [{}_{18}Ar]\underbrace{3d^5}_{l=2} \\ O^{2-} \end{cases}$ ← ۵ الکترون با $l=2$

۲) $CuSO_4 \begin{cases} {}_{29}Cu^{2+} : [{}_{18}Ar]3d^9 \\ SO_4^{2-} \end{cases}$ ، $Ni(CN)_2 \begin{cases} {}_{28}Ni^{2+} : [{}_{18}Ar]3d^8 \\ CN^- \end{cases}$

۳) $TiCl_3 \begin{cases} {}_{22}Ti^{3+} : [{}_{18}Ar]3d^1 \\ 3Cl^- \end{cases}$ ، $CrO_3 \begin{cases} {}_{24}Cr^{6+} : [{}_{18}Ar]3d^0 \\ 3O^{2-} \end{cases}$

توجه: یون Cr^{6+} نداریم و در این‌جا منظور کروم با عدد اکسایش (+۶) است. با مفهوم عدد اکسایش بعداً آشنا خواهیم شد.

۴) $V_2O_3 \begin{cases} 2V^{3+} \Rightarrow {}_{23}V^{3+} : [{}_{18}Ar]3d^2 \\ 3O^{2-} \end{cases}$ ، $CoCl_3 \begin{cases} {}_{27}Co^{3+} : [{}_{18}Ar]3d^6 \\ 3Cl^- \end{cases}$

همان‌طور که ملاحظه می شود در گزینهٔ «۱»، هر دو کاتیون به تعداد مساوی الکترون در زیرلایهٔ 3d دارند.

۸. گزینه ۲

موارد نادرست عبارتند از:

۱ـ گروه ۷ ← گروه ۳: گروه ۳ دارای ۳۲ عنصر است.

۲ـ ۷ عنصر ← ۶ عنصر. در ضمن تعداد عنصرهای هر یک از گروه‌های ۴ تا ۱۲ برابر ۴ است.

۳ـ جرم اتمی ← عدد اتمی

۴ـ بیش‌تر ← کم‌تر: عنصرهای گروه ۱۳ تا ۱۷ یک بلوک ۶×۵ (۵ ستون ۶ تایی) هستند که تعداد آن‌ها برابر ۳۰ عنصر می‌باشد. این در حالی است که عنصرهای گروه ۳ برابر ۳۲ است.

توجه! در متن مورد نظر منظور از ۳ اتم دارای عدد اتمی ۱۲ و ۲ اتم دارای عدد اتمی ۳ هستند اشاره به ایزوتوپ‌های منیزیم و لیتیم دارد.

۹. گزینه ۲

با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:

۱/۷ واپاشی $\xrightarrow{\times\frac{1}{2}}$ ۵۷۳۰ سال ← ۳/۴ واپاشی $\xrightarrow{\times\frac{1}{2}}$ ۵۷۳۰ سال ← ۶/۸ واپاشی $\xrightarrow{\times\frac{1}{2}}$ ۵۷۳۰ سال ← ۱۳/۶ واپاشی

عدد ۳/۱ واپاشی در هر دقیقه (در یک گرم کربن) به عدد ۳/۴ نزدیک‌تر است تا به عدد ۱/۷، از این رو به تقریب می‌توان گفت که عمر این چوب سوخته حدود (۲×۵۷۳۰ = ۱۱۴۶۰ ⇒ ۱۲۰۰۰) سال است.

۱۰. گزینه ۱

به بررسی تک تک عبارات می‌پردازیم:

ـ **عبارت اول: درست است.** ابتدا عدد اتمی A را به دست می‌آوریم:

$$Z=\frac{|\Delta-q-A|}{۲}=\frac{|۱۲-۲-۹۴|}{۲}=۴۲$$

$$_{۴۲}A:[_{۳۶}Kr]۴d^{۵}\,\underbrace{۵s^{۱}}_{\text{دوره ۵}}\quad ۱+۵=۶ \text{ گروه}$$

ـ **عبارت دوم: درست است.**

ـ **عبارت سوم: درست است.** با اوصاف ذکر شده، عنصر مورد یک عنصر واسطه از دورهٔ چهارم است و آن $_{۲۲}Ti$ است.

$$_{۲۲}Ti:۱s^{۲}\ ۲s^{۲}۲p^{۶}\ \underbrace{۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۲}}_{\text{۱۰ الکترون}}\ \underbrace{۴s^{۲}}_{\text{۲ الکترون}}\Rightarrow \frac{\text{شمار الکترون‌های لایهٔ سوم}}{\text{شمار الکترون‌های لایهٔ دوم}}=\frac{۱۰}{۲}=۵$$

ـ **عبارت چهارم: نادرست است.** ۱۰ مولکول با ساختار $A-B\equiv B-A$ وجود دارد:

$A-B\equiv B-A$	$A'-B\equiv B-A'$
$A'-B\equiv B-A$	$A-B'\equiv B'-A$
$A'-B'\equiv B'-A'$	$A'-B'\equiv B'-A$
$A-B'\equiv B-A$	$A'-B\equiv B'-A'$
$A-B'\equiv B-A'$	$A'-B'\equiv B-A$

۱۱. گزینه ۳

عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست‌اند (رجوع کنید به درس‌نامهٔ (۱) یا صفحهٔ ۴۰ کتاب درسی):

ـ تا کنون بیش از ۱۲۰ مولکول **دو یا چند اتمی** در فضای بین ستاره‌ای شناخته شده ست.

ـ در فضای بین ستاره‌ای افزون بر **مولکول‌ها**، گونه‌هایی با بار الکتریکی مثبت نیز وجود دارد.

۱۲. گزینه ۱

در ستون (II) نسبت شمار کاتیون به آنیون به صورت زیر است:

روی سولفید: $ZnS\ \begin{cases}Zn^{۲+}\\S^{۲-}\end{cases}\Rightarrow\frac{۱}{۱}$

آهن(III)اکسید: $Fe_۲O_۳\ \begin{cases}۲Fe^{۳+}\\۳O^{۲-}\end{cases}\Rightarrow\frac{۲}{۳}$

کلسیم پرمنگنات: $Ca(MnO_۴)_۲\ \begin{cases}Ca^{۲+}\\۲MnO_۴^{-}\end{cases}\Rightarrow\frac{۱}{۲}$

و در ستون (I)، نسبت شمار آنیون به شمار کاتیون به صورت زیر است:

منیزیم نیترید: $Mg_۳N_۲\ \begin{cases}۳Mg^{۲+}\\۲N^{۳-}\end{cases}\Rightarrow\frac{۲}{۳}$

سدیم فسفات: $Na_۳PO_۴\ \begin{cases}۳Na^{+}\\PO_۴^{۳-}\end{cases}\Rightarrow\frac{۱}{۳}$

آلومینیم فسفید: $AlP\ \begin{cases}Al^{۳+}\\P^{۳-}\end{cases}\Rightarrow\frac{۱}{۱}$

همان‌طور که ملاحظه می‌شـــود نسبت شمار کاتیون به آنیون در ردیف ۱ از ستون (II) (یعنی روی سولفید) با نسبت شمار آنیون به کاتیون در ردیف ۳ از ستون (I) (یعنی آلومینیم فسفید) یکسان است.

۱۳. گزینه ۴

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$ الکترون‌های جدا شده از $_{۲۴}Cr^{۳+}$ برابر است با:

$_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5 4s^1 \xrightarrow{-3e^-} {}_{24}Cr^{3+}:[_{18}Ar]3d^3$

یک الکترون از 4s و دو الکترون از 3d جدا شده است:

$\left.\begin{matrix} 4s \rightarrow n+l=4+0=4 \Rightarrow 1\times 4=4 \\ 3d \rightarrow n+l=3+2=5 \Rightarrow 2\times 5=10 \end{matrix}\right\} 4+10=14$

ب) در CS_2 و N_2O، نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی برابر ۱ است:

$CS_2 \Rightarrow :\ddot{S}=C=\ddot{S}: \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}=\frac{4}{4}=1$

$N_2O \Rightarrow :N\equiv N-\ddot{O}: \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}=\frac{4}{4}=1$

$:\ddot{O}-\ddot{S}=\ddot{O}:$

در SO_2، این نسبت برابر با $\frac{6}{3}=2$ است:

پ) تعداد اتم‌های موجود C_2H_6O و SO_3 به قرار زیر است:

$C_2H_6O \Rightarrow$ جرم مولی $=2C+6H+O=2(12)+6(1)+16=46 g.mol^{-1}$

C_2H_6O یک مولکول $\Rightarrow$ اتم $9=1molC_2H_5O \sim 46g \sim 9N_A$ اتم

gC_2H_6O تعداد اتم

$\begin{bmatrix} 46 & 9N_A \\ 2/3 & x \end{bmatrix} \Rightarrow x=\frac{2/3\times 9N_A}{46}=0/45N_A$ اتم

$SO_3 \Rightarrow$ جرم مولی $=S+3O=32+3(16)=80 g.mol^{-1}$

SO_3 یک مولکول $\rightarrow$ اتم $4 \Rightarrow 1molSO_3 \sim 80g \sim 4N_A$ اتم

gSO_3 اتم

$\begin{bmatrix} 80 & 4N_A \\ 4 & x \end{bmatrix} \Rightarrow x=\frac{4\times 4N_A}{80}=0/2N_A$ اتم

پس تعداد اتم‌های موجود در ۲/۳ گرم C_2H_6O **بیش‌تر** از تعداد اتم‌ها در ۴ گرم SO_3 است.

ت) شمار الکترون‌های مبادله شده به قرار زیر است:

AlF_3 : آلومینیم فلوئورید $\left\{\begin{matrix} Al^{3+} \\ 3F^- \end{matrix}\right. \Rightarrow$ شمار الکترون‌های مبادله شده $=0/6\times \underbrace{3}_{\text{تعداد الکترون‌هایی که Al از دست می‌دهد}}=1/8 mole^-$

Li_2O : لیتیم اکسید $\left\{\begin{matrix} 2Li^+ \\ O^{2-} \end{matrix}\right. \Rightarrow$ شمار الکترون‌های مبادله شده $=0/9\times \underbrace{2}_{\text{تعداد الکترون‌هایی که از دو اتم Li از دست می‌دهد}}=1/8 mole^-$

۱۴. گزینه ۱

از هفت ایزوتوپ شناخته شدهٔ هیدروژن پنج تای آن پرتوزا (ناپایدار) است که عبارتنداز: $_1^7H$ ، $_1^6H$ ، $_1^5H$ ، $_1^4H$ و $_1^3H$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: در یون $_3^7Li^+$، شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر است با:

$_3^7Li^+ \Rightarrow \begin{matrix} \text{تعداد } e = 3-1=2e^- \\ \text{تعداد } N = 7-3=4 \end{matrix}$

گزینـــهٔ «۳»: حدود $\frac{1}{4}$ $(24/2\%)$ اتم‌های کلر را ایزوتوپ ســـنگین‌تر (^{37}Cl) و حدود $\frac{3}{4}$ $(75/8\%)$ آن‌ها را ایزوتوپ ســـبک‌تر (^{35}Cl) تشکیل می‌دهد.

گزینهٔ «۴»: جرم اتم ^{12}C برابر ۱۲amu است، پس اگر جرم اتم عنصری ۲/۳۲ برابر جرم اتم ^{12}C باشد، جرم اتمی آن برابر است با:

$2/33\times 12=27/96 amu$

PHAREPUB.COM

۱۵. گزینه ۳

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) امروزه برای اندازه‌گیری دمای اجسام داغ از **دماسنج فروسرخ** استفاده می‌کنند.

ب) حدود هفت هزار سال پیش، انسان توانست با گرم کردن سنگ معدن مس با **ذغال‌سنگ**، فلز مس را به صورت مذاب استخراج کند.

پ) هرچه دمای یک جسم داغ (یا شعله) **بالاتر** باشد، رنگ آن جسم داغ یا شعله، طول موج **کوتاه‌تری** دارد. پس:

$$\text{دما و انرژی}: \underset{\text{آبی(شعلهٔ گاز) شکل(۱)}}{۲۷۵۰^\circ C} > \underset{\text{زرد(شمع) شکل(۲)}}{۱۷۵۰^\circ C} > \underset{\text{قرمز(سشوار) شکل(۳)}}{۸۰۰^\circ C}$$

ت) از آزمایش روشن و خاموش کردن کنترل تلویزیون و نگاه کردن آن با دوربین موبایل می‌توان دریافت که نمایشگر موبایل می‌تواند نقش آشکارساز را برای پرتوهای غیرمرئی الکترومغناطیس، ایفا نماید.

---

۱۶. گزینه ۲

با توجه به توضیحات ارائه شده، آرایش الکترونی اتم عنصرهای A و B به صورت زیر است:

$$A: {}_{18}Ar\ 3d^{5}4s^{2} \Rightarrow {}_{25}Mn \Rightarrow \underset{\text{دوره ۴}}{۲+۵=۷}\ \text{گروه} \Rightarrow {}_{25}Mn$$

$$B: {}_{18}Ar\ 3d^{10}4s^{1} \Rightarrow {}_{29}Cu \Rightarrow \underset{\text{دوره ۴}}{۱+۱۰=۱۱}\ \text{گروه} \Rightarrow {}_{29}Cu$$

با شمارش الکترون‌های اتم A و B می‌توان دریافت که عدد اتمی این دو عنصر به ترتیب برابر ۲۵ و ۲۹ است. به عبارت دیگر A و B به ترتیب ${}_{25}Mn$ و ${}_{29}Cu$ هستند.

---

۱۷. گزینه ۳

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است: ایزوتوپ‌های یک عنصر و نیز ترکیب‌های آن‌ها، در تعداد نوترون‌ها و نیز برخی خواص وابسته به جرم مانند چگالی و نقطهٔ انجماد با یک‌دیگر تفاوت دارند.

ب) درست است: جرم یک اتم ${}^{12}C$ برابر ۱۲amu است و جرم یون ${}^{24}Mg^{2+}$ با اغماض از جرم دو الکترون برابر جرم ${}^{24}Mg$ یعنی برابر ۲۴amu است. به عبارت دیگر جرم یک یون ${}^{24}Mg^{2+}$ دو برابر جرم ${}^{12}C$ می‌باشد:

$$\text{جرم یون } {}^{24}Mg^{2+} = ۲\times \text{جرم } {}^{12}C = ۲\times ۱۹۹/۳۲\times ۱۰^{-۲۵}\,g = ۳۹۸/۶۴\times ۱۰^{-۲۵}\,g$$

پ) نادرست است: با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:

$$\text{جرم مولی } CH_4 = ۱۲+۴(۱) = ۱۶\,g.mol^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } SO_2 = ۳۲+۲(۱۶) = ۶۴\,g.mol^{-1} \Rightarrow ۱\,mol\,SO_2 \sim ۶۴g \sim ۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}\ \text{مولکول } SO_2$$

$$\begin{matrix} molCH_4 & g \\ ۱ & ۱۶ \\ ۰/۲ & x \end{matrix} \Rightarrow x = ۳/۲g\,CH_4$$

$$\begin{matrix} \text{مولکول } SO_2 & g \\ ۶۰/۰۲\times ۱۰^{۲۳} & ۶۴ \\ ۱/۵۰۵\times ۱۰^{۲۳} & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{۱/۵۰۵\times ۱۰^{۲۳}}{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}\times ۶۴ = \frac{۱}{۴}\times ۶۴ = ۱۶g$$

پس جرم این دو برابر ۱۹/۲ گرم است.

ت) درست است: جرم یک مولکول بنزآلدهید (C_7H_6O) برابر است با مجموع جرم اتم‌های آن

PHAREPUB.COM

جرم یک مول C_7H_6O $= 7C + 6H + O = (7\times 12amu) + 6(1amu) + (16amu) = 106amu$

و جرم مولی آن هم برابر ۱۰۶ گرم بر مول است:

جرم مولی C_7H_6O $= (7\times 12) + (6\times 1) + 16 = 106 g.mol^{-1}$

---

۱۸. گزینه ۲

درست یا نادرست بودن عبارت‌ها را مشخص می‌کنیم.

آ) درست است: لطفاً به درس‌نامهٔ زیر توجه فرمایید:

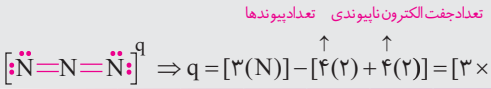
درس‌نامه ۳۴ تعیین بار یک یون چند اتمی

برای تعیین بار یک یون چند اتمی می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

[مجموع الکترون‌های به‌کار رفته در ساختار لوویس] − [مجموع عدد یکان شمارهٔ گروه اتم‌ها] = بار یک یون چنداتمی (q)

توجه! منظور از الکترون‌های به کار رفته در ساختار لوویس، الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی است.

مثال . به چگونگی تعیین بار یون‌های چند اتمی زیر توجه نمایید:

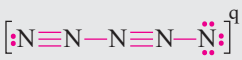


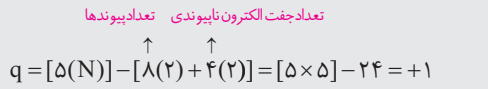
$$[\dot{N}\equiv N-\dot{N}:]^q \Rightarrow q = [3(N)] - [4(2) + 4(2)] = [3\times 5] - 16 = -1 \Rightarrow q = -1$$

مثال . با توجه به این‌که در یون $[N\equiv N-N\equiv N-N]^q$، همهٔ اتم‌ها از قاعدهٔ هشتایی پیروی می‌کنند، بار الکتریکی این یون (q)، کدام است؟ *(ریاضی ـ ۸۸)*

۱) −۱ ۲) +۱ ۳) −۲ ۴) +۲

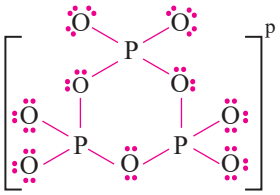
ابتدا به کمک قاعدهٔ هشتایی، الکترون‌های ناپیوندی اطراف هر اتم را تکمیل می‌کنیم:

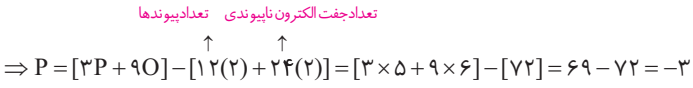




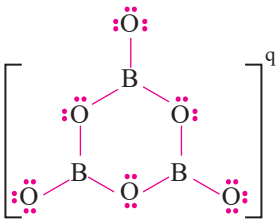
$$q = [5(N)] - [8(2) + 4(2)] = [5\times 5] - 24 = +1$$

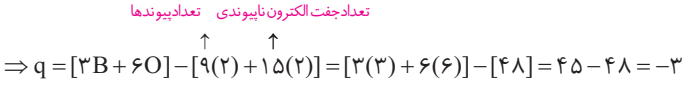
اکنون با توجه به درس‌نامهٔ فوق، بار این دو یون را تعیین می‌نماییم:





$$\Rightarrow P = [3P + 9O] - [12(2) + 24(2)] = [3\times 5 + 9\times 6] - [72] = 69 - 72 = -3$$

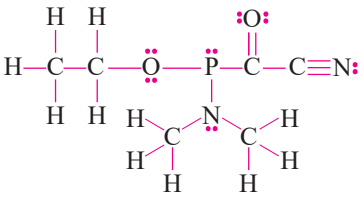




$$\Rightarrow q = [3B + 6O] - [9(2) + 15(2)] = [3(3) + 6(6)] - [48] = 45 - 48 = -3$$

پس $\frac{p}{q} = \frac{-3}{-3} = 1$ می‌باشد.

ب) نادرست است: با قرار دادن جفت الکترون‌های ناپیوندی، ساختار مورد نظر را تکمیل می‌نماییم:



$$\frac{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{۲۴}{۷} \simeq ۳/۴۳$$

پ) نادرست است: ترکیب‌های $NO_۲$ ، $CF_۴$ ، $AlCl_۳$ ، $SO_۲$ ، $H_۲S$ مولکولی و $KNO_۳$ ، $TiF_۳$ ، $Li_۳N$ و $BaI_۳$ یونی‌اند. پس در مجموع ۴ ترکیب یونی وجود دارد.

ت) نادرست است: در یک ترکیب یونی، **مجموع بار یون‌های مثبت** همواره با **مجموع بار یون‌های منفی** برابر است. البته در بعضی موارد که نسبت کاتیون به آنیون ۱ : ۱ است (مانند NaCl و MgO) شمار یون‌های مثبت با شمار یون‌های منفی برابر است. ترکیبی مانند $MgF_۲$ ، تعداد آنیون‌ها (F^-) دو برابر تعداد کاتیون‌ها ($Mg^{۲+}$) است، اما مجموع بار آنیون‌ها (−۲) با مجموع بار کاتیون (+۲) برابر است.

۱۹. گزینه ۴

گازهای نجیب در گروه ۱۸ جدول تناوبی جای دارند و تفاوت عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ اول ($_۲He$) و دورهٔ سوم ($_{۱۸}Ar$) برابر ۱۶ است (۱۸ − ۲ = ۱۶).

۲۰. گزینه ۳

ابتدا ببینیم با چه عنصرهایی سر و کار داریم:

۱) A دارای سه لایهٔ الکترونی است و در لایهٔ آخر ۲ الکترون دارد:

$$A \begin{matrix}) \\ ) \\ ) \end{matrix} \begin{matrix} ۲ \\ ۸ \\ ۲ \end{matrix} \Rightarrow {}_{۱۲}Mg : ۱s^۲\ ۲s^۲ ۳p^۶\ ۳s^۲$$

۲) B دارای دو لایهٔ الکترونی است و در لایهٔ آخر ۷ الکترون دارد:

$$B \begin{matrix}) \\ ) \end{matrix} \begin{matrix} ۲ \\ ۷ \end{matrix} \Rightarrow {}_۹F : ۱s^۲\ ۲s^۲ ۲p^۵$$

۳) C دارای ۳ لایهٔ الکترونی است و در لایهٔ آخر، ۶ الکترون دارد:

$$C \begin{matrix}) \\ ) \\ ) \end{matrix} \begin{matrix} ۲ \\ ۸ \\ ۶ \end{matrix} \Rightarrow {}_{۱۶}S : ۱s^۲\ ۲s^۲ ۲p^۶\ ۳s^۲ ۳p^۴$$

۴) D دارای ۴ لایهٔ الکترونی است و در لایهٔ آخر، ۲ الکترون دارد:

$$D \begin{matrix}) \\ ) \\ ) \\ ) \end{matrix} \begin{matrix} ۲ \\ ۸ \\ ۱۶ \\ ۲ \end{matrix} \Rightarrow {}_{۲۸}Ni : ۱s^۲\ ۲s^۲\ ۲p^۶\ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^۸\ ۴s^۲$$

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است: منیزیم $(A)_{۱۲}Mg$ با از دست دادن ۲ الکترون به آرایش گاز نجیب $_{۱۰}Ne$ می‌رسد و پایدار می‌شود و از واکنش‌پذیری آن کاسته می‌شود. در ضمن هر یون مثبتی از اتم خنثای خود شعاع و اندازهٔ کوچک‌تری دارد:

واکنش‌پذیری: $_{۱۲}Mg > {}_{۱۲}Mg^{۲+}$

شعاع (اندازه): $_{۱۲}Mg > {}_{۱۲}Mg^{۲+}$

ب) نادرست است: با توجه به آرایش الکترونی این اتم‌ها، مجموع تعداد زیرلایه‌های پر در B و D به ترتیب برابر ۲ و ۶ و در A و C به ترتیب ۴ و ۴ است؛ یعنی با هم برابر است.

پ) نادرست است: در $_{۲۸}Ni$ (D) که یک عنصر واسطه است الکترون‌های ظرفیتی ابتدا وارد زیرلایهٔ ۴s و سپس ۳d می‌شوند. یعنی آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ ۳d می‌شود که عددهای کوانتومی اصلی و فرعی آن به صورت $l = ۲$ و $n = ۳$ است:

$$_{۲۸}Ni : [_{۱۸}Ar] \underbrace{۳d^۸\ \ ۴s^۲}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

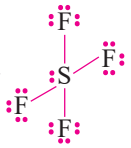
ت) درســت است: ترکیب یونی حاصل از A و B (F, Mg) به صورت AB_2 (MgF_2) و ترکیب یونی حاصل از A و C (S, Mg) به صورت AC (MgS) است که نسبت شمار کاتیون به آنیون در آن‌ها به صورت زیر است:

$$MgF_2 \begin{cases} Mg^{2+} \\ 2F^- \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2}$$

$$MgS \begin{cases} Mg^{2+} \\ S^{2-} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{1}$$

ث) نادرســت است: B و C (F، $_9$ و S، $_{16}$) می‌توانند ترکیب‌های مولکولی با فرمول شیمیایی CB_2 (SF_2) و CB_4 (SF_4) بدهند که البته در مورد SF_4 اتم مرکزی از قاعدهٔ هشتایی پیروی نمی‌کند:

$SF_2 \Rightarrow$

$SF_4 \Rightarrow$ 

البته S و F ترکیب مولکولی دیگری نیز با فرمول SF_6 تشکیل می‌دهند که در آن هم، اتم مرکزی از قاعدهٔ هشتایی پیروی نمی‌کند.

PHAREPUB.COM

پاسخ‌نامه آزمون ۵: کل فصل اول

۱. گزینه ۲

رجوع کنید به درس‌نامهٔ ۲ یا مطالب صفحهٔ ۳ کتاب درسی.

توجه! در مورد عبارت (ث) لازم به توضیح است که سیارهٔ مشتری در مقایسه با زمین از خورشید دورتر است، لذا دمای آن کم‌تر می‌باشد. در ضمن چون یک سیارهٔ گازی است، چگالی کم‌تری از زمین دارد (که یک سیارهٔ سنگی است).

۲. گزینه ۱

به بررسی عبارت‌های مطرح شده می‌پردازیم:

ـ **عبارت اول: نادرست است.** هرچه یک ایزوتوپ فراوان‌تر باشد، پایدارتر است. ایزوتوپ ^{37}Cl فراوانی کم‌تری $(24/2\%)$ از ^{35}Cl $(75/8\%)$ دارد. بنابراین پایداری آن کم‌تر است.

ـ **عبارت دوم: درست است.** اولین عنصر واسطه، اسکاندیم $(_{21}Sc)$ است که با کلر $(_{17}Cl)$ ترکیبی یونی با فرمول شیمیایی $ScCl_3$ می‌دهد که در آن هر دو به آرایش گاز نجیب $_{18}Ar$ رسیده‌اند:

$$_{21}Sc:[_{18}Ar]3d^1\ 4s^2 \xrightarrow{-3e^-} {}_{21}Sc^{3+}:[_{18}Ar]$$

$$_{17}Cl:[_{10}Ne]3s^2 3p^5 \xrightarrow{+e^-} {}_{17}Cl^-:[_{10}Ne]3s^2 3p^6 \equiv [_{18}Ar]$$

ـ **عبارت سوم: درست است.** ابتدا جرم اتمی میانگین کلر را به دست می‌آوریم:

$$M=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}=\frac{(37\times 24/2)+35\times(75/8)}{100}=35/48\simeq 35/5\,amu$$

پس جرم مولکولی میانگین Cl_2 برابر $35/5\times 2=71\,amu$ است.

ـ **عبارت چهارم: نادرست است.** اولین گاز نجیب پرتوزا، رادون $(_{86}Rn)$ است که تفاوت عدد اتمی آن با کلر $(_{17}Cl)$ برابر ۶۹ است.

$(86-17=69)$

ـ **عبارت پنجم: درست است.** از واکنش دو ایزوتوپ ^{35}Cl و ^{37}Cl با ایزوتوپ‌های ^{6}Li و ^{7}Li، چهار لیتیم کلرید با جرم مولی متفاوت تشکیل می‌شود:

$$\underset{(41)}{^{6}Li\,^{35}Cl}\ ،\ \underset{(43)}{^{6}Li\,^{37}Cl}\ ،\ \underset{(42)}{^{7}Li\,^{35}Cl}\ ،\ \underset{(44)}{^{7}Li\,^{37}Cl}$$

۳. گزینه ۴

آرایش الکترونی یون‌های مورد نظر به صورت زیر است:

۱) $_{33}As^+:[_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 4p^2 \Rightarrow 4e^-$

۲) $_{22}Ti^{2+}:1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^2 \Rightarrow 10e^-$

۳) $_{30}Zn^{2+}=1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10} \Rightarrow 18e^-$

۴) $_{34}Se^{2-}:[_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 4p^6 \Rightarrow 8e^-$

همان‌طور که مشاهده می‌شود در $_{34}Se^{2-}$، تعداد الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه $(n=4)$ برابر ۸ است.

۴. گزینه ۲

ابتدا باید انرژی آزاد شده به ازای تشکیل یک مول (۴ گرم) هلیم را محاسبه نماییم:

$$m = ۰/۰۰۲۴\,g = ۲/۴\times۱۰^{-۳}\,g = ۲/۴\times۱۰^{-۶}\,kg$$

$$E = mC^۲ = (۲/۴\times۱۰^{-۶})\times(۳\times۱۰^۸)^۲ = ۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}\,J = ۲/۱۶\times۱۰^۸\,kJ$$

سپس انرژی آزاد شده به ازای تشکیل ۰/۱۶ گرم هلیم را به دست می‌آوریم:

$$\begin{bmatrix} ۴ & ۲/۱۶\times۱۰^۸ \\ ۰/۱۶ & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = \frac{۰/۱۶\times۲/۱۶\times۱۰^۸}{۴} = ۸/۶۴\times۱۰^۶\,kJ$$

(g He, kJ)

و در ادامه انرژی لازم برای تولید یک تن مس را محاسبه می‌نماییم:

$$۱\,ton = ۱۰^۳\,kg = ۱۰^۶\,g$$

$$۱\,mol\,Cu = ۶۴\,g$$

$$\begin{bmatrix} ۶۴ & ۱۶ \\ ۱۰^۶ & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = \frac{۱۶\times۱۰^۶}{۶۴} = ۲/۵\times۱۰^۵\,kJ$$

(g Cu, kJ)

پس انرژی لازم برای یک روز برابر $۲/۵\times۱۰^۵$ کیلوژول است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\begin{bmatrix} ۱ & ۲/۵\times۱۰^۵ \\ x & ۸/۶۴\times۱۰^۶ \end{bmatrix} \Rightarrow x = \frac{۸/۶۴\times۱۰^۶}{۲/۵\times۱۰^۵} = ۳۴/۵۶ \sim ۳۵\ \text{روز}$$

(روز, kJ)

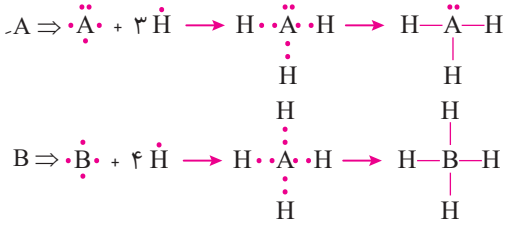
۵. گزینه ۳

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است. با توجه به توضیحات داده شده، عدد اتمی A و B به ترتیب ۲۱ و ۵۳ است $({}_{۵۳}B, {}_{۲۱}A)$ و در جدول دوره‌ای بین دو عنصر، ۳۱ عنصر قرار گرفته است.

$$\text{تعداد عنصرهای بین } {}_{۵۳}B, {}_{۲۱}A = (۵۳ - ۲۱) - ۱ = ۳۱ \text{ عنصر}$$

ب) درست است. A و B به ترتیب عنصرهایی از گروه ۱۵ و ۱۴ هستند که فرمول شیمیایی ترکیب هیدروژن‌دار آن‌ها به صورت $AH_۳$ و $BH_۴$ می‌باشد:



لطفاً به درس‌نامهٔ زیر توجه فرمایید!

درس‌نامه ۳۵ فرمول ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای دسته s و p

ظرفیت: تعداد الکترون‌هایی که یک اتم مبادله می‌کند یا به اشتراک می‌گذارد، نشان‌دهندهٔ ظرفیت آن اتم است.

برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای دستهٔ s و p، ابتدا باید ظرفیت این عنصرها را بدانیم و برای این منظور باید موارد زیر را درنظر بگیریم:

آ) در عنصرهای گروه ۱، ۲، ۱۳ و ۱۴، ظرفیت در ترکیب با هیدروژن برابر عدد یکان شمارهٔ گروه است. برای مثال ${}_۳Li$ و ${}_۴Be$ به ترتیب متعلق به گروه‌های ۱ و ۲ هستند، پس ظرفیت آن‌ها در ترکیب با هیدروژن به ترتیب برابر ۱ و ۲ است و فرمول ترکیب هیدروژن‌دار آن‌ها به ترتیب به صورت LiH و $BeH_۲$ می‌باشد. هم‌چنین ${}_۶C$ متعلق به گروه ۱۴ است، پس ظرفیت آن برابر ۴ بوده و فرمول ترکیب هیدروژن‌دار

آن به صورت CH_4 می‌باشد.

ب) در عنصرهای گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷، ظرفیت در ترکیب با هیدروژن از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

شمارهٔ گروه $-$ ۱۸ = ظرفیت در ترکیب با هیدروژن

به عنوان مثال، $_{7}N$ متعلق به گروه ۱۵ است، پس ظرفیت آن در ترکیب با هیدروژن برابر ۳ $(3 = 15 - 18)$ و فرمول ترکیب هیدروژن‌دار آن به صورت NH_3 است. در جدول زیر فرمول کلی ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای دستهٔ s و p ارائه شده است.

شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
فرمول ترکیب هیدروژن‌دار	XH	XH_2	XH_3	XH_4	XH_3	H_2X	HX
مثال	LiH	BeH_2	BH_3	CH_4	NH_3	H_2S	HF

پ) نادرست است. $l = 2$ بیان‌گر زیرلایهٔ d است و اگر اتم عنصری ۲۲ الکترون در این زیرلایه داشته باشد معلوم می‌شود که در هر یک از زیرلایه‌های ۳d و ۴d، ۱۰ الکترون و در زیرلایهٔ ۵d، دو الکترون دارد. پس آرایش الکترونی آن به صورت زیر خواهد بود:

$$X:[_{54}Xe]4f^{14}\ 5d^2\ 6s^2$$

یعنی زیرلایه‌های ۴s، ۴p، ۴d و ۴f آن کاملاً پر هستند. پس در لایهٔ چهارم $(n = 4)$ مجموعاً ۳۲ الکترون وجود دارد که مجموع عدد کوانتومی اصلی (n) آن‌ها برابر $32 \times 4 = 128$ می‌باشد.

ت) نادرست است. زیرلایهٔ ۳d زودتر از ۴p پر می‌شود پس اگر در آرایش الکترونی اتمی، تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ ۳d دو برابر زیرلایهٔ ۴p باشد آرایش الکترونی آن به صورت زیر خواهد بود:

$$X:[_{18}Ar]3d^{10}4s^2\underbrace{4p^5}_{\text{بیرونی‌ترین زیرلایه}} \Rightarrow (n+1) = \overset{\downarrow}{5}(\overset{n\uparrow}{4}+\overset{l\uparrow}{1}) = 25$$

تعداد الکترون‌های 4p

۶. گزینه ۲

جدول مورد نظر را به صورت زیر بازنویسی می‌نماییم:

	گروه ۱۵	گروه ۱۶	گروه ۱۷
دوره ۲	$A(_7N)$	$X(_8O)$	$E(_9F)$
دوره ۳	$Y(_{15}P)$	$D(_{16}S)$	$G(_{17}Cl)$

اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است. از ۶ عنصر جدول فوق، سه عنصر اکسیژن $(_8O)$، نیتروژن $(_7N)$ و گوگرد $(_{16}S)$ یعنی ۵۰ درصد عنصرهای جدول فوق، در سیارهٔ مشتری یافت می‌شوند. در ضمن رامسی با جداسازی O_2 و N_2 از هوا، گاز نجیب آرگون را کشف کرد.

ب) نادرست است. در دمای اتاق و فشار یک اتمسفر، چهار عنصر N_2، O_2، F_2 و Cl_2 (یعنی $\frac{4}{6}$ عنصرها) به حالت گازی هستند.

پ) درست است. در اتم $_{17}Cl$، ۱۱ الکترون در زیرلایهٔ p $(l = 1)$ وجود دارد.

$$G = {}_{17}Cl:1s^2\ 2s^2\underbrace{2p^6}_{\downarrow}\ 3s^2\underbrace{3p^5}_{\downarrow}$$

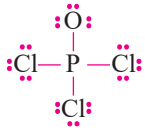
$$6 + 5 = 11e^-$$

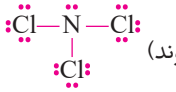
اما در اتم $^{59}_{26}Fe$ (که در تصویربرداری از گردش خون استفاده می‌شود) تعداد الکترون با $l = 1$ برابر ۱۲ است:

$$_{26}F:1s^2\ 2s^2\underbrace{2p^6}_{\downarrow}\ 3s^2\underbrace{3p^6}_{\downarrow}\ 3d^6\ 4s^2$$

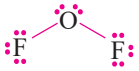
$$6 + 6 = 12e^-$$

ت) درست است:

$YXG_3 = POCl_3 \Rightarrow$  (۴ پیوند)

$AG_3 = NCl_3 \Rightarrow$  (۳ پیوند)

$DX_2 = SO_2 \Rightarrow$ (۳ پیوند)

$XE_2 = OF_2$  (۲ پیوند)

۷. گزینه ۱

با توجه به فرمول ارائه شده می‌توان نوشت:

$$n=2 \text{ به } n=1 \text{ انرژی لازم برای برانگیخته کردن یک الکترون از} = \Delta E = E_2 - E_1 = -2/18\times10^{-18}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{1^2}\right)$$

$$= -2/18\times10^{-18}\left(-\frac{3}{4}\right) = 1/635\times10^{-18}\ J.atom^{-1}$$

از آن‌جا که انرژی لازم برای برانگیخته کردن یک مول اتم هیدروژن، خواسته شده می‌توان نوشت:

$$\begin{bmatrix} \text{اتم} & J \\ 1 & 1/635\times10^{-18} \\ 6/02\times10^{23} & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = 6/02\times10^{23}\times1/635\times10^{-18} \simeq 9/842\times10^5\ J \simeq 984/2kJ$$

و برای قسمت دوم سؤال می‌توان نوشت:

$$\frac{E_2-E_1}{E_3-E_1} = \frac{-2/18\times10^{-18}\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{1}\right)}{-2/18\times10^{-18}\left(\frac{1}{9}-\frac{1}{1}\right)} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{8}{9}} = \frac{27}{32} = 0/843 \sim 0/84$$

۸. گزینه ۴

همان‌گونه که می‌دانید در یک اتم همواره تعداد نوترون‌ها یا از تعداد پروتون‌ها بیش‌تر اســـت یا با تعداد پروتون‌ها مساوی است $(N \geq Z)$.

از آن‌جا که تفاوت عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) و شمار نوترون‌ها در اتم A برابر ۱۰ است، می‌توان نوشت:

$$N = Z+10 \Rightarrow A = Z+N \Rightarrow 80 = Z+(Z+10) \Rightarrow Z = 35$$

پس عدد اتمی A برابر ۳۵ است. برای تعیین گروه و دورهٔ عنصر A می‌توان آرایش الکترونی آن را رسم کرد:

$$_{35}A : [_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 4p^5 \quad \text{شمارهٔ گروه} = 5+12 = 17 \quad \text{دوره } 4$$

عنصرهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) می‌توانند یون A^- و عنصرهای گروه ۱۰ (فلزهایی قلیایی) می‌توانند یون M^+ تشکیل دهند، پس، از واکنش این دو عنصر، ترکیب یونی MA به دست می‌آید.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: عنصر A متعلق به گروه ۱۷ است.

گزینهٔ «۲»: در مولکول A_2، هر اتم فقط یک الکترون به اشتراک می‌گذارد:

گزینهٔ «۳»: همان‌طور که در بالا می‌بینید آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم A به صورت $4s^2 4p^5$ است.

۹. گزینه ۳

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

ـ **عبارت اول: درست است.** ۱amu برابر $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن -۱۲ است.

ـ **عبارت دوم: درست است.** جرم پروتون ($_{+۱}^{۱}p$) و نوترون ($_{۰}^{۱}n$) اندکی بیش‌تر از ۱amu است و در شکل (۲) عقربه این مطلب را نشان می‌دهد.

ـ **عبارت سوم: نادرست است.** ذره‌های سازندهٔ هستهٔ اتم هلیم ($_{۲}^{۴}He$) شامل ۲ پروتون و ۲ نوترون است و چون جرم هر کدام از نوترون و پروتون اندکی بیش‌تر از ۱amu است لذا مجموع جرم آن‌ها هم اندکی بیش‌تر از ۴amu خواهد و عقربه ترازو کمی بیش‌تر از ۴amu را نشان خواهد داد.

ـ **عبارت چهارم: درست است.** اتم $_{۱}^{۱}H$ شامل یک پروتون و یک الکترون است حتی با اغماض از جرم الکترون (که حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$amu است) جرم پروتون از ۱amu ($\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن -۱۲) بیش‌تر است.

۱۰. گزینه ۴

ابتدا آرایش الکترونی $_{۳۸}Sr$ و سپس آرایش الکترونی اتم‌های داده شده را می‌نویسیم: $_{۳۸}Sr: ۱s^۲\ ۲s^۲۲p^۶\ ۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}\ ۴s^۲۴p^۶\ \underline{۵s^۲}$

$_{۴۱}Nb: ۱s^۲\ ۲s^۲۲p^۶\ ۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}\ ۴s^۲۴p^۶۴d^۴\ ۵s^۱$

$_{۴۴}Ru: ۱s^۲\ ۲s^۲۲p^۶\ ۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}\ ۴s^۲۴p^۶۴d^۷\ ۵s^۱$

$_{۴۵}Rh: ۱s^۲\ ۲s^۲۲p^۶\ ۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}\ ۴s^۲۴p^۶۴d^۸\ ۵s^۱$

با توجه به آرایش الکترونی $_{۴۴}Ru$ و $_{۴۵}Rh$، آخرین زیرلایهٔ ($۵s^۱$) **نیم‌پر** است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در اتم $_{۴۴}Ru$، ۹ الکترون در زیرلایه‌های ۱s، ۲s، ۳s، ۴s و ۵s جای دارد. (عدد کوانتومی فرعی زیرلایهٔ s برابر صفر است $l=۰$)

گزینهٔ «۲»: $l=۲$ بیان‌گر زیرلایهٔ d است که در اتم $_{۴۱}Nb$، ۱۴ الکترون در زیرلایه‌های ۳d و ۴d قرار دارد.

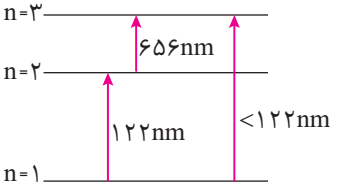
گزینهٔ «۳»: در اتم $_{۴۵}Rh$ الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های ۵s و ۴d، الکترون‌های ظرفیتی به شمار می‌آیند که تعداد آن‌ها در این اتم برابر ۹ است.

۱۱. گزینه ۱

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

ـ **عبارت اول: درست است.**

ـ **عبارت دوم: نادرست است.** با دور شدن از هسته انرژی لایه‌ها نیز افزایش می‌یابد، پس انتقال از $n=۱$ به $n=۳$ انرژی بیش‌تری از انتقال $n=۱$ به $n=۲$ و از $n=۲$ به $n=۳$ دارد. از طرفی انرژی با طول موج رابطهٔ عکس دارد، پس طول موج انتقال از $n=۱$ به $n=۳$ **کم‌تر از** ۱۲۲nm خواهد بود. (توجه داشته باشید که طول موج جمع‌پذیر نیست یعنی نباید تصور کرد که چون طول موج انتقال از $n=۱$ به $n=۲$ و از $n=۲$ به $n=۳$ به ترتیب ۱۲۲ و ۶۵۶nm است پس طول موج انتقال از $n=۱$ به $n=۳$ ۶۵۶ + ۱۲۲ = ۷۷۸nm است!)



ـ **عبارت سوم: درست است.** انتقال الکترون از $n=۴$ به $n=۲$ نوری سبز رنگ تولید می‌کند که همان رنگ فلز مس (و ترکیبات آن) در شعله است.

ـ **عبارت چهارم: درست است.** پرتو نشر شده از کنترل تلویزیون در محدودهٔ **فروسرخ** است که طول موج آن **بیش‌تر** از ۷۰۰nm می‌باشد.

۱۲. گزینه ۳

عبارت‌های مورد نظر را تکمیل می‌کنیم:

آ) می‌دانید که جرم یک الکترون حدود $\frac{1}{2000}amu$ است و جرم ۱amu برابر $\frac{1}{N_A}$، پس

$$\text{جرم الکترون} = \frac{1}{2000}amu = \frac{1}{2000}\times\frac{1}{N_A} = \frac{1}{2000}\times\frac{1}{6/02\times10^{23}} = \frac{1}{2}\times\frac{1}{6/02}\times10^{-3}\times10^{-23} = 8/3\times10^{-28}\,g$$

با توجه به این‌که جرم واقعی الکترون کمی بیش‌تر از مقدار فوق اســـت $(9/1\times10^{-28}\,g)$، می‌توان دریافت که جرم الکترون اندکی **بیش‌تر** از $\frac{1}{2000}amu$ است.

ب) با توجه به این‌که نیم‌عمر ید -۱۳۱، ۸ روز است می‌توان نوشت:

$$1 \xrightarrow{\text{۸ روز}} \frac{1}{2} = ٪50 \xrightarrow{\text{۸ روز}} \frac{1}{4} = ٪25 \xrightarrow{\text{۸ روز}} \frac{1}{8} = ٪12/5 \xrightarrow{\text{۸ روز}} \frac{1}{16} = ٪6/25$$

$$\times\frac{1}{2} \quad \times\frac{1}{2} \quad \times\frac{1}{2} \quad \times\frac{1}{2}$$

۱۰٪ عددی بین ٪۶/۲۵ و ٪۱۲/۵ است، پس زمانی بین ۳ تا ۴ نیم‌عمر یعنی $3\times8=24$ تا $4\times8=32$ روز طول می‌کشد.

پ) نحوهٔ محاسبهٔ الکترون‌های ظرفیتی در $Fe(NO_3)_2$، صورت زیر است:

$$Fe(NO_3)_2 \begin{cases} {}_{26}Fe^{3+} \Rightarrow {}_{26}Fe^{3+}: [{}_{18}Ar]3d^5\ 4s^0 \Rightarrow \text{الکترون‌های ظرفیتی} = 5e^- \\ 3NO_3^- \Rightarrow \text{الکترون‌های ظرفیتی} = 3(5) + 3(6) + 1 = 72e^- \end{cases} \Big\} 5+72 = 77e^-$$

(لایهٔ ظرفیت؛ بار منفی؛ شمارهٔ یکان گروه O؛ شمارهٔ یکان گروه N)

ت) سدیم (و ترکیبات آن) در شعله به رنگ زرد درمی‌آید و **فقط خطوط طیفی** 589nm و 590nm در محدودهٔ طیف مرئی $(400-700nm)$ هستند. پس این دو خط طیفی در طیف خطی نشری سدیم به رنگ زرد هستند.

۱۳. گزینه ۱

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است: آرایش الکترونی ${}_{47}Ag$ به صورت زیر است:

$${}_{47}Ag: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^{10}\ 5s^1$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در مجموع در زیرلایه‌های s $(l=0)$ ۹ الکترون وجود دارد:

$$\text{درصد الکترون‌های دارای } l=0 = \frac{9}{47}\times100 = 19/15٪$$

ب) درست است: آرایش الکترونی ${}_{42}Mo$ به صورت زیر است:

$${}_{42}Mo: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 4p^6 4d^5\ 5s^1$$

در اتم ${}_{42}Mo$، ۱۵ الکترون در زیرلایهٔ d $(l=2)$ جای دارد، پس:

$$\text{درصد الکترون‌های دارای } l=2 = \frac{15}{42}\times100 = 35/71٪ \simeq 35/7٪$$

پ) درست است: با توجه به توضیحات ارائه شده، آرایش الکترونی یون M^{3+} و اتم M را رسم می‌کنیم:

$$M^{3+}: \underbrace{1s^2}_{l=0}\ \underbrace{2s^2}_{l=0}\ \underbrace{2p^6}_{l=0}\ \underbrace{3s^2}_{l=0}\ 3p^6\ \underbrace{3d^3}_{l=2} \Rightarrow {}_{24}M: \underbrace{1s^2}_{l=0}\ \underbrace{2s^2}_{l=0}\ 2p^6\ \underbrace{3s^2}_{l=0}\ 3p^6\ \underbrace{3d^5}_{l=2}\ \underbrace{4s^1}_{l=0}$$

($6e^-$؛ $3e^-$)

با توجه به آرایش اتم ${}_{24}M$ می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{تعداد الکترون با } l=0}{\text{تعداد الکترون با } l=2}=\frac{7}{5}=1/4$$

ت) درست است: با توجه به اطلاعات داده شده، می‌توان نوشت:

$$\overset{a+10}{b-2}A^{3+},\ \overset{b}{a}B^{-},\ \overset{4a-1}{2b+2}C$$

$$\underbrace{(b-2)-3}=2\underbrace{(b-a)}\Rightarrow b=2a-5$$

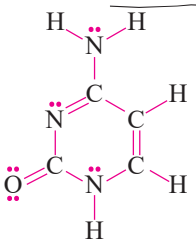
تعداد نوترون‌های B^- تعداد الکترون‌های A^{3+}

$$\text{تعداد نوترون‌های C}=(4a-1)-(2b+2)=(4a-1)-(2(2a-5)+2)=\cancel{4a}-1-\cancel{4a}+10-2=7$$

---

۱۴. گزینه ۳

ساختار لوویس مولکول داده شده را تکمیل می‌نماییم:



همان‌طور که دیده می‌شود، در این مولکول، ۱۶ پیوند کووالانسی (جفت الکترون پیوندی) و ۵ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

---

۱۵. گزینه ۳

با توجه به طیف نشـــری نمونه و طیف نشری خطی ســـایر عناصر فلزی می‌توان دریافت که نمونهٔ مورد نظر دارای خطوط طیفی عنصرهای کلسیم، مس و آهن است پس در نمونه مورد نظر فلزهای کلسیم، مس و آهن است.

---

۱۶. گزینه ۴

عنصر $_{32}A$ در دورهٔ چهارم و گروه **چهاردهم** جای دارد. پس عدد اتمی عنصر X که هم دورهٔ $_{32}A$ بوده و در گروه ۱۵ جای دارد برابر **۳۳** است.

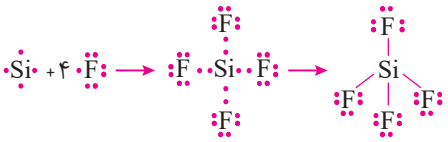
$$_{32}A:[_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 4p^2 \rightarrow \text{گروه ۱۴، دوره ۴}$$

---

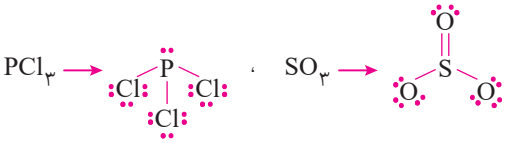
۱۷. گزینه ۲

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) درست است: عنصرهای ۹ و ۱۴ جدول دوره‌ای به ترتیب $_9F$ و $_{14}Si$ هستند که می‌توانند مولکولی با فرمول SiF_4 تشکیل دهند که شبیه شکل (I) می‌باشد.



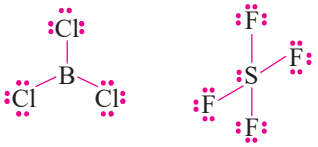
ب) نادرســـت است: شکل (II) مربوط به مولکول یا یونی چهار اتمی اســـت که در آن یک جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی قرار دارد. در SO_3 اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است:



پ) نادرست است: شکل (III) مربوط به مولکول یا یونی است که در آن اتم مرکزی یک یا دو جفت الکترون ناپیوندی دارد. در N_2O، اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است:

$$N_2O\Rightarrow :N\equiv N-\ddot{O}:$$

ت) درست است: به ساختار لوویس SF_4 و BCl_3 توجه نمایید:



شاید تصور شود که BCl_3 شبیه شکل (II) است ولی این تصور نادرست است چون B در BCl_3 فاقد جفت الکترون ناپیوندی است. SF_4 هم چون اتم مرکزی دارای جفت الکترون ناپیوندی است شباهتی به شکل (I) ندارد.

۱۸. گزینه ۱

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

ـ عبارت اول: درست است.

ـ عبارت دوم: نادرست است. در جهان هستی حدود ۱۳۰ میلیارد کهکشان وجود دارد که هر کهکشان در حدود ۴۰۰ میلیارد ستاره در خود دارد، پس:

$$\text{تعداد ستاره‌ها}: ۱۳۰\times۱۰^۹\times۴۰۰\times۱۰^۹ = ۵/۲\times۱۰^{۲۲}\ \text{ستاره}$$

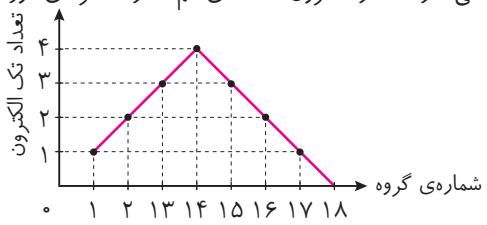
$$۵/۲\times۱۰^{۲۲}\ \text{ستاره}\times\frac{۱\ \text{mol ستاره}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{ستاره}} = ۰/۰۸۶ \simeq ۰/۰۸\ \text{mol ستاره}$$

ـ عبارت سوم: نادرست است. با تکمیل ساختار لوویس، داریم:

$$q = [\text{مجموع الکترون‌های به‌کار رفته در ساختار لوویس}] - [\text{مجموع عدد یکان شمارهٔ گروه اتم‌ها}]$$
$$= [۲C + ۳N] - [\underset{\downarrow}{۸}(۲) + \underset{\downarrow}{۴}(۲)] = [۲(۴) + ۳(۵)] - ۲۴ = ۲۳ - ۲۴ = -۱$$

تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی تعداد پیوندها

ـ عبارت چهارم: درست است. نمودار تغییر تعداد الکترون‌های جفت نشده (تکی) در ساختار الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌ها در عنصرهای دورهٔ دوم و سوم به صورت زیر است:



ـ عبارت پنجم: درست است. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌شود، جرم اتم‌های اکسیژن بسیار دقیق است (بدون رقم اعشار) ولی جرم اتم کربن دارای رقم اعشار است. این می‌رساند که دانش‌آموز مورد نظر، مقیاس جرم اتم‌ها را اکسیژن (^{۱۶}O) انتخاب کرده است نه اتم کربن ـ ۱۲؛ یعنی $\frac{۱}{۱۶}$ جرم اتم ^{۱۶}O.

۱۹. گزینه ۲

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

آ) نادرست است: C در گروه ۱۳ جای دارد؛ C همان آلومینیم ($_{۱۳}Al$) است

$$_{۱۳}C = {}_{۱۳}Al = ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶\ \ ۳s^۲ ۳p^۱$$

اولاً B ($_۵B$) که هم گروه $_{۱۳}Al$ است تمایلی به از دست دادن الکترون ندارد و در واکنش‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد. ثانیاً عنصرهای دیگر این گروه مانند $_{۳۱}Ga$ و ... حداکثر سه الکترون از دست می‌دهند و البته به آرایش گاز نجیب هم دورهٔ قبل نمی‌رسند! به مثال زیر توجه نمایید:

$$_{۳۱}Ga = [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}\ \ ۴s^۲ ۴p^۱ \xrightarrow{-۳e^-} {}_{۳۱}Ga^{۳+} : [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$$

ب) درست است: B و C به ترتیب $_{7}^{14}N$ و $_{13}^{27}Al$ هستند و ترکیب یونی حاصل AlN (آلومینیم نیترید) است:

$$\text{جرم مولی AlN} = 27 + 14 = 41 g.mol^{-1}$$

$$1mol\,AlN \sim 41g \sim 1mol\,Al^{3+} \sim 6/02\times10^{23}\,Al^{3+}$$

g AlN	یون Al^{3+}
41	$6/02\times10^{23}$
8/2	x

$$\Rightarrow x = \frac{8/2}{41}\times 6/02\times10^{23} = 0/2\times6/02\times10^{23} = 1/204\times10^{23}$$ یون Al^{3+}

پ) درست است: مولکول N_2 پیوندهای سه گانه دارد($:N\equiv N:$) در حالی که مولکول‌های دو اتمی دیگر $(H_2, O_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2)$ پیوندهای یگانه و دوگانه (O_2) دارند.

ت) نادرست است: A و D به ترتیب $_{3}Li$ و $_{29}Cu$ هستند که در لایهٔ ظرفیت خود به ترتیب ۱ و ۱۱ الکترون دارند:

$$_{3}Li: 1s^2\,\underbrace{2s^1}_{\text{لایهٔ ظرفیت}} \xrightarrow{-1e^-} {}_{3}Li^+: 1s^2$$

$$_{29}Cu: [_{18}Ar]\,\underbrace{3d^{10}\ 4s^1}_{\text{لایهٔ ظرفیت}} \xrightarrow{-1e^-} {}_{29}Cu^+: [_{18}Ar]\,3d^{10}$$

Li با تشکیل (Li_2O) همان یک الکترون موجود در لایهٔ ظرفیت خود را از دست می‌دهد اما $_{29}Cu$ با تشکیل (CuCl) فقط یکی از ۱۱ الکترون ظرفیتی خود را از دست می‌دهد.

ث) نادرست است: Li (یا A) دارای دو ایزوتوپ $_{3}^{6}Li$ و $_{3}^{7}Li$ است:

$$F_1 \rightarrow {}_{3}^{6}Li$$

$$F_2 \rightarrow {}_{3}^{7}Li \Rightarrow F_2 = 100 - F_1$$

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 6/94 = \frac{6\times F_1 + 7(100 - F_1)}{100} \Rightarrow 694 = 6F_1 + 700 - 7F_1 \Rightarrow F_1 = 6 \Rightarrow F_2 = 94$$ [

---

۲۰. گزینه ۲

درس‌نامه ۳۶ بزرگ‌ترین ظرفیت در عنصرهای دستهٔ s و p

در عنصرهای دستهٔ s و p (به جز گروه ۱۸) بزرگ‌ترین ظرفیت عنصرها برابر عدد یکان شمارهٔ گروه آن‌هاست. برای نمونه عنصرهای گوگرد و کلر به ترتیب متعلق به گروه‌های ۱۶ و ۱۷ هستند، پس بزرگ‌ترین ظرفیت آن‌ها به ترتیب برابر ۶ و ۷ است. هم‌چنین پتاسیم متعلق به گروه ۱ است، پس بزرگ‌ترین ظرفیت آن برابر ۱ است.

نکته: بالاترین ظرفیت فلوئور $(_{9}F)$ و اکسیژن $(_{8}O)$ که به ترتیب در گروه‌های ۱۷ و ۱۶ هستند به ترتیب برابر یک و دو است.

در جدول زیر فرمول اکسید عنصرهای دستهٔ s و p با بالاترین ظرفیت ارائه شده است.

شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2sp^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5
فرمول اکسید با بزرگ‌ترین ظرفیت	X_2O	XO	X_2O_3	XO_2	X_2O_5	XO_3	X_2O_7
مثال	Na_2O	MgO	Al_2O_3	CO_2	N_2O_5	SO_3	Cl_2O_7

نکته: فرمول اکسید فسفر با بالاترین ظرفیت به صورت P_4O_{10} است نه P_2O_5!

نکته: کم‌ترین ظرفیت عنصرهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ برابر است با:

شمارهٔ گروه − ۱۸ = کم‌ترین ظرفیت

برای مثال کم‌ترین ظرفیت $_{16}S$ و $_{17}Cl$ که به ترتیب در گروه‌های ۱۶ و ۱۷ جای دارند برابر ۲ و ۱ است.

آرایش الکترونی $_{33}As$ و $_{56}Ba$ به صورت زیر است:

$$_{33}As:[_{18}Ar]3d^{10}\ 4s^2 4p^3 \rightarrow \text{گروه ۱۵}$$

$$_{56}Ba:[_{54}Xe]6s^2 \rightarrow \text{دورهٔ ۶}$$

پس عنصر X در گروه ۱۵ و دورهٔ ۶ جدول دوره‌ای جای دارد:

$$_{83}X:[_{54}Xe]4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2 6p^3$$

بالاترین ظرفیت عنصری که در گروه ۱۵ جای دارد برابر ۵ است نه ۳! در ضمن X با کلر نمی‌تواند ترکیب یونی با فرمول XCl_5 تشکیل دهد چون در این صورت X باید کاتیونی با بار (+۵) تشکیل دهد که امکان‌پذیر نیست (ترکیب‌های پایدار فقط کاتیون‌هایی با بار حداکثر (+۳) تشکیل می‌دهند).

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: اگر در آرایش الکترونی X، تعداد الکترون‌ها شمرده شود، عدد اتمی آن به دست می‌آید که برابر ۸۳ است. البته جور دیگر هم می‌توان عدد اتمی X را به دست آورد. چون X در دورهٔ ۶ جای دارد و گاز نجیب این دوره هم $_{86}Rn$ است کافی است از ۸۶، سه واحد کم کنیم تا برسیم به عدد اتمی عنصر X که در گروه ۱۵ جای دارد:

$$\text{عدد اتمی X} = 86 - 3 = 83$$

گزینهٔ «۳»: عددهای کوانتومی $l=3$ و $n=4$ بیان‌گر زیرلایهٔ 4f هستند که در $_{80}Hg$ هم این زیرلایه پر است:

$$_{80}Hg:[_{54}Xe]4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2$$

گزینهٔ «۴»: در لایهٔ ظرفیت $_{83}X$، ۲ الکترون در 6s و ۳ الکترون در 6p جای دارد پس:

$$_{83}X:[_{54}Xe]4f^{14}5d^{10}\underbrace{6s^2 6p^3}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$$

$$\text{مجموع (n+l) الکترون‌های لایهٔ ظرفیت} = 2\times\underbrace{(6+0)}_{6s} + 3\underbrace{(6+1)}_{6p} = 33$$

در $_{83}X$ تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ d $(l=2)$ برابر ۳۰ است (همهٔ زیرلایه‌های 3d، 4d و 5d پر هستند). پس مجموع $(n+l)$ الکترون‌های لایهٔ ظرفیت آن بیش‌تر از تعداد الکترون‌های با $l=2$ می‌باشد.

PHAREPUB.COM