




فازآمونه

# شیمی دهم

مهندس علیرضا علمداری  
مهندس عبدالحمید امینی  
محمدرسول یزدیان  
امید قیسوندی

سرشناسه: علمداری، علیرضا، ۱۳۵۰ -  
عنوان و نام پدیدآور: فارآزمون شیمی دهم  
علیرضا علمداری - عبدالحمید امینی  
محمدرسول یزدیان - امید قیسوندی  
مشخصات نشر: تهران: انتشارات علمی فار، ۱۳۹۹.  
مشخصات ظاهری: ۲۹×۲۲ س.م.  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۲۶-۳۵-۲  
وضعیت فهرست نویسی: فیبا مختصر  
شناسه افزوده: امینی، عبدالحمید، ۱۳۵۲ -  
شماره کتابشناسی ملی: ۵۲۶۰۳۱۳

- عنوان کتاب: فارآزمون شیمی دهم
- مؤلفان: مهندس علیرضا علمداری - مهندس عبدالحمید امینی  
محمدرسول یزدیان - امید قیسوندی
- ویراستاران: خانم پردیس عالی پور - خانم پویا قاسمی - سحر غم خوار
- ناشر: انتشارات علمی فار
- مدیر مسئول: علی امین صادقیه
- طراح جلد: ایمان خاکسار
- حروفچین و صفحه آرا: محمد یوسفی و فرناز صفی
- آماده سازی تصاویر متن: ندا صداقت
- ناظر چاپ: سعید حیدری
- چاپ: ششم، ۱۴۰۰
- شمارگان: ۲۵۰۰ نسخه
- قیمت: ۱۸۵۰۰۰ تومان

 [www.PharePub.com](http://www.PharePub.com)

 [info@pharepub.com](mailto:info@pharepub.com)

 [telegram.me/pharepub](https://t.me/pharepub)

روابط عمومی: ۰۳۹۲-۶۶۹۵-۶۶۹۵۰۶۲۴

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب برای انتشارات علمی فار و پدیدآوردگان آن محفوظ است.

# مقدمه

تقدیم به همسر و پسر آریان

دو روز مانده به جهان، تازه فهمید که هیچ زندگی نکرده است. تقویمش پر شده بود و تنها دو روز خط نخورده باقی بود. پریشان شد و آشفته و عصبانی. نزد خدا رفت تا روزهای پیش تری 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 سکوت کرد. کفر گفت و سجاده دور انداخت، خدا سکوت کرد. دلش گرفت و گریست و به سجده افتاد. خدا سکوتش را شکست. و گفت: عزیزم، تمام روز را به بد و بی‌راه و جار و جنجال از دست دادی. تنها یک روز دیگر باقی است. بیا و لااقل این یک روز را زندگی کن. ولی او لابه‌لای حق هقش 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 آن که امروزش را در نمی‌یابد، هزار سال هم به کارش نمی‌آید. و آن گاه 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 می‌درخشید. 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 بوید. 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 نمی‌شناختند، سلام کرد و برای همه آن‌ها که دوستش نداشتند 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!

تالیف اثر پیش روی شما، نتیجه یک کار گروهی واقعی است؛ و به همین دلیل لازم می‌دانم سپاس ویژه داشته باشم از:

- همکار عالم و خردمندم؛ جناب آقای مهندس عبدالحمید امینی و نخبگان گروه پيله؛ محمد رسول یزدیان عزیز و امید قیسوندی دوست داشتنی
- مدیر محترم گروه نخبگان پيله؛ جناب آقای یونس حمه صادقی که بزرگوارانه زمینه همکاری ارزشمند رتبه‌های برتر کنکور در تالیف این کتاب را فراهم آوردند.
- مدیر محترم واحد تایپ و صفحه‌آرایی انتشارات فار؛ جناب آقای حسین نوری که بدون مهارت و درایت ایشان تولید این کتاب به سرانجام نمی‌رسید.
- سرکار خانم فرناز صفی که دلسوزانه و با وسواس زیاد زحمت تایپ و صفحه‌آرایی کتاب را بر عهده داشتند.
- از آقایان سعید حیدری و سید عباس حجازی برای تلاش دلسوزانه‌شان در این فانوس دریایی.
- مدیر مسئول محترم انتشارات فار، جناب آقای علی امین صادقیه که بزرگوارانه زمینه چاپ این کتاب ارزشمند را فراهم آوردند.

علیرضا علمداری

خدایا کیست که طعم محبت را چشید و جز تو کسی را آرزو کرد؟

کیست که به نزدیک تو مقام گرفت و لحظه‌ای روی گرداندن 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.

دل‌باخته محبت و برگزیده شناختشان ساخته‌ای و به یک‌باره رویشان را به سوی خود آورده‌ای و قلبشان را از هر چه غیر دوستی توست خالی کرده‌ای... و به آن‌چه که در نزد توست اشتیاق بخشیده‌ای.

تقدیم به روح پاک مادرم

عبدالحمید امینی

### به نام یگانه کیمیاگر هستی

خیلی خوشحالم که افتخار مشارکت در تألیف کتابی وزین و همه چیز تمام در درس شیمی را در انتشارات علمی و ارزشمندی همچون فار، و آن هم در کنار بزرگانی همچون مهندس عملداری عزیز، که الحق و الانصاف در تدریس شیمی کنکور بی مانند هستند و نیز جناب مهندس امینی گرامی، و برادر عزیزم امید قیسوندی، پیدا کردم.

بنده در کنار تدریس درس شیمی به مشاوره نیز مشغول هستم و دوستان می دانند که در امر انتخاب منابع کمک درسی، طبع سخت گیر و دقیقی دارم؛ اما انصافاً کتاب حاضر چه از نظر چند و چون درسنامه ها، و چه از نظر کیفیت و تناسب بی نظیر سطح تست ها با تست های کنکور سراسری و از همه مهم تر، ساختار و چینش تست های کتاب (تست های آموزشی، آزمون های مروری، آزمون های جامع فصل، آزمون های ترکیبی و آزمون های جامع کل کتاب)، را کتابی فوق العاده و بسیار مفید می دانم.

دانش آموزان عزیزم، امیدوارم از کتاب حاضر به خوبی استفاده کنید و درس شیمی را در امتحانات نهایی و کنکور سراسری، به بهترین نحو پاسخگو باشید. البته که هیچ کتابی خالی از اشکال نیست، به همین جهت از دانش آموزان و اساتید محترم خواهشمندم که نظرات، انتقادات و پیشنهادات ارزنده خود را در کنار سایر راه های ارتباطی، به دایرکت صفحه اینستاگرامی بنده (@yazdianchemistry) نیز ارسال کنید.

از جناب مهندس علی امین صادقیه، مدیر مسئول محترم انتشارات فار، جناب مهندس یونس حمه صادقی، مدیر دوست داشتنی گروه خوبان، گروه پيله (که برای نخستین بار ایده تألیف یک کتاب کنکور را به صورت مشترک بین استادان با سابقه و رتبه های برتر کنکور، عملی کردند) و سرکار خانم فرناز صفی (تایپست و صفحه آرای مهربانان) و سایر همکاران عزیز، صمیمانه تشکر می کنم.

در انتهای کلام، این کتاب را به دو فرشته زمینی تقدیم می کنم که هر چه دارم از برکت وجود آن هاست: پدر مهربان و مادر عزیزتر از جانم.

محمدرسول یزدیان

### به نام یگانه بی همتا

پروردگاری که خرد و علم اندوزی را در ذات انسان نهاد تا در جهت تغییر و به سوی اوج گام نهادن، از آن بهره جوید و چونان تشنه ای باشد که برای جستن آب گوارای دانش، از هر تلاش ممکن و هوشمندانه دست بر نداشته و همواره به سوی موقعیت و موفقیتی بهتر و ارزشمند تر در تکاپو باشد. نخبه و اندیشمند کسی است که برای تغییر دادن پابر عرصه گذاشته است! هدف وی چیزی به مراتب والا تر از بیان سخنانی خاصه پسند است. او آمده است که دانش و آگاهی اش را به عرصه عمل و کار گذاشته و سعی کند چیزی نادرست اگر هست را با اعمال یا حتی گاهی گفتارش، به سوی درستی تغییر دهد. نخبه ای حقیقی، به معنای واقعی، دغدغه تغییر و تحول را در خود می بیند و تلاشی هدفمند در جهت بهتر زندگی کردن اطرافیان و مردمش انجام می دهد. غیر از این اگر باشد، شایسته نیست نام بزرگ و معنادار نخبه را بر او نهاد.

گروه ارزشمند "پيله" را نخبگانی پایه گذاری کردند که ذهنشان فراتر از یک هدف محدود - که نامش کنکور است - را دنبال می کند. آنها، واقعیاتی از کنکور و هر آنچه که اطرافش می گذرد را به طریقی منطقی و علمی بیان می کنند تا باشد که فرزندان این سرزمین، به بی راهه ای باتلاق مانند، که هرزه آموزان، صرفاً برای پرکردن جیب هایشان از ثروت بنا نهاده اند، قدم نگذارند و کنکور را - که نتیجه اش جز براساس تلاش خود فرد نیست - با آگاهی و به نحوی سالم و برنامه ریزی شده طی کنند.

پروژه تألیف کتاب ارزشمند شیمی دهم را همراه با استادان بزرگوار و دوستان عزیزم در پيله به اتمام رساندیم. خداوند متعال را شکر می کنم که مرا یاری داد تا از داشته ها و توانایی های خویش بهره جویم و در کنار بزرگوارانی چون استاد علیرضا علمداری، مهندس عبدالحمید امینی و محمد رسول یزدیان عزیز و دوست داشتنی، کتابی به زیبایی نام شیمی و درخور دانش آموزان عزیز برای پیشرفتی علمی و صدالبته سالم، تألیف کنیم.

خود را موظف میدانم از تمام عزیزانی که در این عرصه مرا یاری رساندند و نفس هایشان در سطرهای این کتاب همراه بود، تشکری ویژه داشته باشم: پدر و مادر عزیزتر از جانم که هر آنچه دارم را جز متعلق به آن ها نمی بینم، برادر عزیزم که همیشه برایم یک حامی به تمام معنا بوده است، مهندس علی امین صادقیه، مدیر انتشارات فار که ما را در این مجموعه با مهربانی همراهی کردند و مهندس یونس حمه صادقی بزرگوار، مدیر گروه پيله، که این زمینه را برای نخبگان کنکور فراهم آورده اند تا درست اندیشیدن و عمل کردن را با فرزندان این سرزمین به اشتراک بگذارند.

تقدیم به دستان شریف پدرم و قلب مهربان مادرم

امید قیسوندی

## نحوه مطالعه 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 پایهٔ 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 این که 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 اینستاگرامی فار مراجعه نمایید و تکنیک‌های خلاصه‌نویسی را به قلم استادان این رشته در آن‌جا بخوانید و بیاموزید. و دوم آن که 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 همهٔ ما از همین مسیر عبور کرده‌ایم. برای رفع مشکل از تکنیک تحلیل مفهومی استفاده نمایید. در این تکنیک تعدادی مسئله 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 مرحلهٔ 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.

## نحوه استفاده از این کتاب

هر فصل این کتاب دارای ۴ بخش است:

- ۱ درسنامه:** درس‌نامه‌های این کتاب که به‌طور کامل با نکات لازم و مثال‌های متنوع همراه شده است. پس از مطالعهٔ کتاب درسی، به درسنامه‌های جامع این کتاب مراجعه کنید تا مفاهیم را کامل‌تر یاد بگیرید و برای پاسخ‌گویی به سؤالات آموزشی آمادگی لازم را کسب کنید.
- ۲ تست‌های آموزشی:** پس از مطالعهٔ درسنامه‌های هر بخش، به سؤالات آموزشی رجوع کنید. در پاسخ‌گویی به سؤالات این نکته را مدنظر داشت باشید که هدف از طرح سؤالات آموزشی تکمیل فرایند یادگیری و آشنایی با انواع تیپ سؤالات است. پس بدون در نظر گرفتن زمان به این سؤالات پاسخ دهید.
- ۳ آزمون‌های مروری:** در بخش تست‌های مروری سؤالات به‌گونه‌ای انتخاب شده است که بتوانید از هر آزمون برای سنجش آموخته‌هایتان استفاده کنید و در عین حال همهٔ نکات آن بخش از کتاب را به‌صورت سیستماتیک مرور کرده باشید.
- ۴ آزمون‌های جامع فصل:** در این آزمون‌ها همهٔ نکات و مفاهیم فصل در قالب سؤالات هم‌سنگ کنکور مطرح شده‌اند. سعی کنید سؤالات این بخش را در زمان پیشنهاد شده حل نمایید.
- ۵ آزمون‌های جامع کتاب:** بعد از اتمام کتاب درسی و پاسخ به سؤالات آموزشی، آزمون‌های مروری و آزمون‌های جامع هر سه فصل، وارد آزمون‌های جامع کتاب شوید و با در نظر گرفتن وقت پیشنهادی به سؤالات پاسخ دهید تا هم مهارت پاسخ‌گویی در زمان استاندارد را تمرین کرده باشید، هم تمامی نکات و مفاهیم کتاب برایتان مرور شود.

## ویژگی‌های این کتاب

- ۱ پوشش کامل کتاب درسی:** تمام مباحث شیمی دهم به همراه فعالیت‌ها و تمرین‌های کتاب درسی و تست‌های به‌روزرسانی 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 آن که دانش‌آموزان با شکل‌های مختلف سؤال آشنا شوند، تست‌ها متنوعی طراحی شده است به‌ویژه تست‌ها که شامل تصاویرها 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 نظام جدید را دارند.

**جمع‌بندی راهنما استفاده از کتاب به قرار زیر است:**

- ۱ مطالعه دقیق و عمیق درس‌نامه‌های هر فصل
- ۲ حل سؤالات آموزشی و تکمیل فرایند یادگیری با بررسی دقیق پاسخ‌های تشریحی
- ۳ پاسخ دادن به سؤالات آزمون‌های مروری
- ۴ خلاصه‌نویسی نکات و مفاهیم گنجانده شده در تست‌ها
- ۵ پاسخ دادن به سؤالات آزمون‌های پایان فصل
- ۶ تکرار آزمون‌ها در فواصل مناسب و تحلیل مجدد سؤالات
- ۷ پاسخ به سؤالات آزمون‌های جامع کتاب

**آدرس کانال تلگرام مهندس علیرضا علمداری: @Alamdari / chemistry**

دانش‌آموزان عزیز؛ با مراجعه به کانال شیمی مهندس علمداری ضمن ارتباط مستقیم با استاد، می‌توانید از آموزش‌های رایگان استفاده نمایید و اشکالات درسی خود را با ایشان در میان بگذارید.

## فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

۹

۳۸	آزمون مروری ۱: صفحه ۱ تا ۲۳ کتاب درسی
۴۰	آزمون مروری ۲: صفحه ۱ تا ۲۳ کتاب درسی
۷۰	آزمون مروری ۳: صفحه ۲۴ تا ۴۴ کتاب درسی
۷۳	آزمون مروری ۴: صفحه ۲۴ تا ۴۴ کتاب درسی
۷۵	آزمون جامع ۱: فصل اول
۷۹	آزمون جامع ۲: فصل اول

## پاسخ نامه آزمون های فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

۸۴

۹۲	پاسخ آزمون مروری ۱: صفحه ۱ تا ۲۳ کتاب درسی
۹۵	پاسخ آزمون مروری ۲: صفحه ۱ تا ۲۳ کتاب درسی
۱۱۴	پاسخ آزمون مروری ۳: صفحه ۲۴ تا ۴۴ کتاب درسی
۱۱۹	پاسخ آزمون مروری ۴: صفحه ۲۴ تا ۴۴ کتاب درسی
۱۲۲	پاسخ آزمون جامع ۱: فصل اول
۱۲۹	پاسخ آزمون جامع ۲: فصل اول

## فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

۱۳۶

۱۷۵	آزمون مروری ۱: صفحه ۴۵ تا ۶۹ کتاب درسی
۱۷۷	آزمون مروری ۲: صفحه ۴۵ تا ۶۹ کتاب درسی
۲۰۵	آزمون مروری ۳: صفحه ۷۰ تا ۸۴ کتاب درسی
۲۰۷	آزمون مروری ۴: صفحه ۷۰ تا ۸۴ کتاب درسی
۲۰۹	آزمون جامع ۱: فصل دوم
۲۱۳	آزمون جامع ۲: فصل دوم
۲۱۷	آزمون ترکیبی: فصل اول و دوم

## پاسخ نامه سؤالات فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

۲۲۰

۲۳۳	پاسخ آزمون مروری ۱: صفحه ۴۵ تا ۶۹ کتاب درسی
۲۳۶	پاسخ آزمون مروری ۲: صفحه ۴۵ تا ۶۹ کتاب درسی
۲۵۰	پاسخ آزمون مروری ۳: صفحه ۷۰ تا ۸۴ کتاب درسی
۲۵۲	پاسخ آزمون مروری ۴: صفحه ۷۰ تا ۸۴ کتاب درسی
۲۵۵	پاسخ آزمون جامع ۱: فصل دوم
۲۶۳	پاسخ آزمون جامع ۲: فصل دوم
۲۶۹	پاسخ آزمون ترکیبی: فصل اول و دوم

## فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

۲۷۵

۳۱۴	آزمون مروری ۱: صفحه ۸۵ تا ۱۰۳
۳۱۵	آزمون مروری ۲: صفحه ۸۵ تا ۱۰۳
۳۵۸	آزمون مروری ۳: صفحه ۱۰۳ تا ۱۲۲

۳۶۱	آزمون مروری ۴: صفحه ۱۰۳ تا ۱۲۲
۳۶۳	آزمون جامع ۱: فصل سوم
۳۶۸	آزمون جامع ۲: فصل سوم
۳۷۲	آزمون ترکیبی: فصل دوم و سوم

### پاسخ نامه سؤالات فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

۳۹۵	پاسخ آزمون مروری ۱: صفحه ۸۵ تا ۱۰۳
۳۹۸	پاسخ آزمون مروری ۲: صفحه ۸۵ تا ۱۰۳
۴۱۷	پاسخ آزمون مروری ۳: صفحه ۱۰۳ تا ۱۲۲
۴۲۰	پاسخ آزمون مروری ۴: صفحه ۱۰۳ تا ۱۲۲
۴۲۴	پاسخ آزمون جامع ۱: فصل سوم
۴۳۰	پاسخ آزمون جامع ۲: فصل سوم
۴۳۶	پاسخ آزمون ترکیبی: فصل دوم و سوم

### آزمون های جامع: کل کتاب

۴۴۲	آزمون اول: جامع کل کتاب
۴۴۹	آزمون دوم: جامع کل کتاب
۴۵۴	آزمون سوم: جامع کل کتاب
۴۶۰	آزمون چهارم: جامع کل کتاب

### پاسخ نامه آزمون های جامع: کل کتاب

۴۶۷	پاسخ آزمون جامع ۱ کل کتاب
۴۷۷	پاسخ آزمون جامع ۲ کل کتاب
۴۸۷	پاسخ آزمون جامع ۳ کل کتاب
۴۹۶	پاسخ آزمون جامع ۴ کل کتاب

### سؤالات کنکور سال ۱۴۰۰

۵۰۸	ریاضی داخل کشور
۵۰۹	ریاضی خارج کشور
۵۱۱	تجربی داخل کشور
۵۱۳	تجربی خارج کشور

### پاسخ نامه سؤالات کنکور سال ۱۴۰۰

۵۱۵	پاسخ نامه ریاضی داخل کشور
۵۱۷	پاسخ نامه ریاضی خارج کشور
۵۱۹	پاسخ نامه تجربی داخل کشور
۵۲۰	پاسخ نامه تجربی خارج کشور





۸۹. چند مورد از عبارتهای زیر صحیح است؟

- پنجمین زیر لایه اتم ۱۶ الکترون را در خود جای می‌دهد.
- بور به دنبال توجیه طیف نشری خطی ساختار لایه‌ای برای اتم‌ها ارائه کرد.
- با افزایش طول موج در طیف نشری خطی هیدروژن فاصله بین خطوط افزایش می‌یابد.
- **aufbau** واژه‌ای آلمانی به معنای افزایش گام به گام است.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

۹۰. کدام گزینه نادرست است؟

- در عنصرهای دوره سوم، آخرین الکترون اتم‌ها وارد زیر لایه‌های ۳s یا ۳p می‌شود.
- لایه اول، لایه‌ای یک‌پارچه است.
- ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها از الکترون به عددکوانتومی اصلی آن وابسته است.
- بین زیرلایه‌های ۴f، ۵d و ۶s ترتیب پر شدن به صورت ۶s → ۴f → ۵d است.

۹۱. با توجه به آرایش الکترونی اتم  ${}_{29}\text{Cu}$ ، چه تعداد از عبارات زیر در مورد این اتم صحیح هستند؟

- الف) در آن الکترون با  $n = 3$  وجود دارد.
- ب) در آن ۷ زیر لایه کاملاً از الکترون پر شده است.
- پ) تعداد الکترون‌ها در زیر لایه‌ای که بیش‌ترین l را دارد، برابر ۱۰ است.
- ت) بیرونی‌ترین الکترون آن در زیر لایه‌ای قرار دارد که  $n + 1$  آن برابر ۴ است.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

۹۲. با توجه به جدول زیر، داده‌های کدام ردیف‌های آن، درست است؟

(تجربی داخل - ۹۹)

ردیف	ویژگی‌ها	${}_{31}^{70}\text{A}$	${}_{24}^{52}\text{D}$	${}_{22}^{48}\text{X}$	${}_{29}^{65}\text{Z}$
۱	شماره گروه عنصر در جدول تناوبی	۱۳	۸	۴	۱۱
۲	تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها	۸	۴	۴	۷
۳	نسبت شمار الکترون‌ها دارای $l = 0$ به $l = 2$ در اتم	۵/۶	۱/۴	۴	۵/۷
۴	اکسید با بالاترین عدد اکسایش	$\text{A}_2\text{O}_3$	$\text{DO}_3$	$\text{XO}_2$	$\text{ZO}$

۴، ۲ (۱)      ۲، ۱ (۲)      ۳، ۲، ۱ (۲)      ۲، ۳، ۴ (۴)

۹۳. کدام یک از عبارتهای زیر درست است؟

- طبق قاعده آفا هرچه  $n + 1$  برای زیر لایه‌ای بیش‌تر باشد، زودتر پر می‌شود.
- زیر لایه ۵g زودتر از ۷s پر می‌شود.
- آرایش یک عنصر خنثی به  $[{}_{36}\text{Kr}]4d^{10}$  ختم شده است، این عنصر از قاعده آفا پیروی نمی‌کند.
- منیزیم دارای سه ایزوتوپ است که پایدارترین آن بیش‌ترین تعداد نوترون را دارد.

۹۴. در اتم کدام عنصر (به ترتیب از راست به چپ)، شمار الکترون‌های زیرلایه‌های ۳d و ۳p برابر و در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های زیرلایه ۳d با شمار الکترون‌های زیرلایه ۴s برابر است؟

(ریاضی خارج ۹۵)

۱)  ${}_{26}\text{Ti}, {}_{26}\text{Fe}$  (۲)      ۲)  ${}_{24}\text{Cr}, {}_{26}\text{Fe}$  (۲)      ۳)  ${}_{25}\text{Mn}, {}_{24}\text{Cr}$  (۳)      ۴)  ${}_{22}\text{Ti}, {}_{24}\text{Cr}$  (۴)

۹۵. شمار پروتون‌های یون  $\text{M}^{2+}$  برابر ۷۲ برابر ۸/۸ شمار نوترون‌های آن است. عنصر M با کدام عنصر در جدول تناوبی هم دوره است و در این یون، چند لایه از الکترون پر شده است؟

(ریاضی داخل - ۹۹)

۱)  ${}_{36}\text{A}$  (۲)      ۲)  ${}_{36}\text{A}$  (۲)      ۳)  ${}_{16}\text{D}$  (۳)      ۴)  ${}_{16}\text{D}$  (۴)

۹۶. عنصری دارای ۲ ایزوتوپ است اگر آرایش الکترونی آن به  ${}_{4p}^5$  ختم شود و تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در ایزوتوپ‌ها ۹ و ۱۱ باشد، با فرض اینکه فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ۱۰ درصد بیش‌تر است، جرم اتمی میانگین کدام است؟

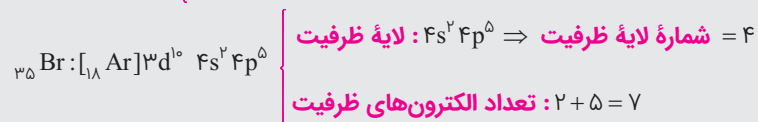
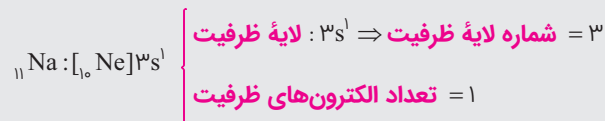
۱) ۸۰/۱ (۱)      ۲) ۸۰/۲ (۲)      ۳) ۷۹/۹ (۳)      ۴) ۷۹/۸ (۴)

## الکترون‌های ظرفیت اتم

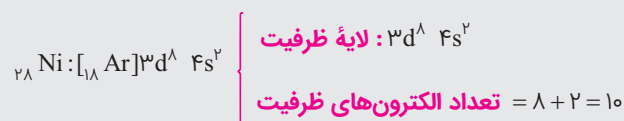
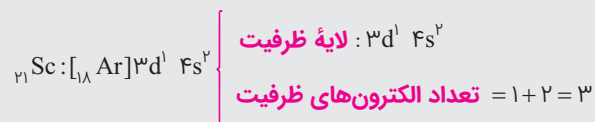
**لایه ظرفیت** یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کنند. به الکترون‌های این لایه، **الکترون‌های ظرفیت اتم** می‌گویند.

برای تعیین تعداد الکترون‌های ظرفیتی باید به موارد زیر توجه نماییم:

۱ اگر در آرایش الکترونی اتم یک عنصر، آخرین الکترون وارد زیرلایه s یا p شود. بیرونی‌ترین لایه الکترونی (بزرگ‌ترین n) نشان‌دهنده لایه ظرفیت و الکترون‌های موجود در آن نیز الکترون‌های ظرفیتی به شمار می‌آید. به مثال‌های زیر توجه نمایید:



۲ اگر در آرایش الکترونی اتم یک عنصر - آخرین الکترون وارد زیرلایه d شود، لایه ظرفیت شامل زیرلایه‌های ns و d (n-1) است و مجموع الکترون‌های موجود در این دو زیرلایه، تعداد الکترون‌های ظرفیت را نشان می‌دهد. به مثال‌های زیر توجه نمایید:



در دو سطر پایانی صفحه ۳۲ کتاب درسی آمده است که «بیرونی‌ترین لایه، لایه ظرفیت است».

حتماً قبول می‌فرمایید که این عبارت دارای اشکال است. تنها در صورتی لایه ظرفیت، بیرونی‌ترین لایه الکترونی است که آخرین الکترون وارد زیرلایه s یا p شود (مانند  ${}_{11}\text{Na}$  و  ${}_{35}\text{Br}$ ) اما اگر وارد زیرلایه d شود این‌گونه نیست (مانند  ${}_{28}\text{Ni}$ ).

## آرایش الکترونی یون‌ها

**گازهای نجیب** که در انتهای هر یک از دوره‌های جدول دوره‌ای عناصر قرار گرفته‌اند، در بیرونی‌ترین لایه الکترونی اتم خود، هشت الکترون دارند و آرایش الکترونی لایه بیرونی آن‌ها به  $ns^2 np^6$  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:  ${}_{3}\text{Li}$ ،  ${}_{11}\text{Na}$ ،  ${}_{19}\text{K}$  و ...

● فلزهای گروه ۲ جدول دوره‌ای (به جز Be) با از دست دادن دو الکترون و تشکیل کاتیون دو بار مثبت ( $M^{2+}$ ) به آرایش گاز نجیب پیش از خود می‌رسند. این عنصرها عبارتند از:  ${}_{12}\text{Mg}$ ،  ${}_{20}\text{Ca}$  و ...

● از عنصرهای گروه ۱۳، آلومینیم ( ${}_{13}\text{Al}$ ) با از دست دادن سه الکترون و تشکیل کاتیون سه بار مثبت ( $Al^{3+}$ ) به آرایش گاز نجیب پیش از خود می‌رسد.

● از **عنصرهای واسطه**، اسکاندیم ( ${}_{21}\text{Sc}$ ) و ایتريم ( ${}_{39}\text{Y}$ ) (هر دو متعلق به گروه ۳) با از دست دادن سه الکترون به آرایش گاز نجیب پیش از خود می‌رسند.

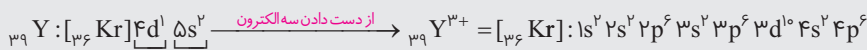
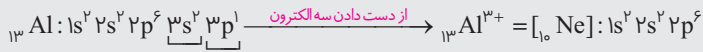
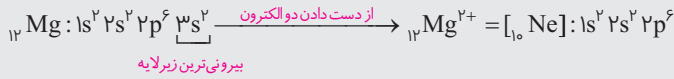
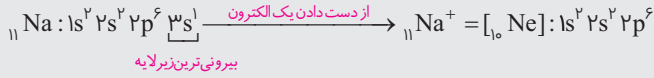




اگر تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتمی کمتر یا برابر ۳ باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد همه الکترون‌های ظرفیتی خود را از دست بدهد و به کاتیون تبدیل شود.

**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 زیرلایه بعدی می‌رویم:



۲) نافلزها با گرفتن الکترون و تشکیل **آنیون (یون منفی)** به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسند.

● عنصرهای گروه ۱۵ (مانند  $N$ ،  $P$ ،  $As$ ) با گرفتن سه الکترون و تشکیل آنیون سه بار منفی ( $X^{3-}$ ) به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسند.

● عنصرهای گروه ۱۶ (مانند  $O$ ،  $S$ ،  $Se$ ) با گرفتن دو الکترون و تشکیل آنیون دو بار منفی ( $X^{2-}$ ) به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسند.

● عنصرهای گروه ۱۷ (یعنی  $F$ ،  $Cl$ ،  $Br$ ،  $I$ ) با گرفتن یک الکترون و تشکیل آنیون یک بار منفی ( $X^-$ ) به آرایش گاز نجیب هم‌دوره 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:



یون‌های تک‌اتمی  $X^{F+}$  و  $X^{F-}$  ناپایدار هستند و در طبیعت تشکیل نمی‌شوند. از این رو عنصرهای گروه ۱۴ که در لایه ظرفیت خود چهار الکترون دارند، یون‌های  $X^{F+}$  و  $X^{F-}$  تشکیل نمی‌دهند.

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 قاطر بسپارید!

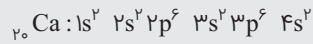
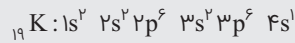
۱									۱۸
									${}_{2}\text{He}$
$\text{Li}^+$						$\text{N}^{3-}$	$\text{O}^{2-}$	$\text{F}^-$	${}_{10}\text{Ne}$
$\text{Na}^+$	$\text{Mg}^{2+}$					$\text{P}^{3-}$	$\text{S}^{2-}$	$\text{Cl}^-$	${}_{18}\text{Ar}$
$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$							$\text{Br}^-$	${}_{36}\text{Kr}$

به آرایش گاز نجیب دوره قبل می‌رسد.

به آرایش گاز نجیب دوره قبل می‌رسد.

به آرایش گاز نجیب هم‌دوره می‌رسد.

۳ یون‌های عناصر واسطه: دانستیم که در عنصرهای واسطه زیرلایه d در حال پر شدن است. همان‌گونه که در بخش‌های قبلی گفته شد، انرژی زیرلایه 4s کمتر از زیرلایه 3d است، به همین دلیل زیرلایه 4s زودتر از زیرلایه 3d توسط الکترون اشغال می‌شود. شاهد آن وارد شدن آخرین الکترون پتاسیم (K) در زیرلایه 4s است نه زیرلایه 3d:



**اما در عنصرهای بعدی (یعنی عنصرهای واسطه از  ${}_{21}\text{Sc}$  تا  ${}_{30}\text{Zn}$ ) شرایط وارونه می‌شود؛ یعنی سطح انرژی زیرلایه 3d پایین‌تر از زیرلایه 4s واقع می‌شود.** زیرا با وارد شدن پروتون‌های جدید در هسته، اثر جاذبه هسته بر الکترون‌های زیرلایه 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 زیرلایه 4s خارج می‌شوند نه زیرلایه 3d.

به عبارت دیگر، سطح انرژی زیرلایه 3d در عنصرهای واسطه (دوره چهارم جدول) پایین‌تر از زیرلایه 4s است. پس به طور خلاصه می‌توان گفت:



همان مطالبی که برای زیرلایه‌های 4s و 3d گفتیم برای زیرلایه‌های 5s و 4d نیز صدق می‌کند، پس:



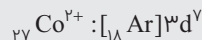
برای نوشتن آرایش الکترونی یون‌های عنصرهای واسطه، ابتدا آرایش الکترونی اتم مورد نظر را نوشته و سپس بسته به تعداد بار مثبت، ابتدا از زیرلایه 4s (یا 5s) و سپس در صورت لزوم از زیرلایه 3d (یا 4d) الکترون جدا می‌کنیم.

### مثال ۱۷.۹: آرایش الکترونی $\text{Co}^{2+}$ و $\text{Co}^{3+}$ را رسم نمایید.

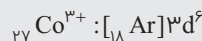
**پاسخ:** ابتدا آرایش الکترونی اتم کبالت را در حالت خنثی رسم می‌نماییم:



برای نوشتن آرایش الکترونی یون  $\text{Co}^{2+}$  کافی است که دو الکترون از زیرلایه 4s جدا کنیم:



اما برای نوشتن آرایش الکترونی یون  $\text{Co}^{3+}$  باید یک الکترون دیگر از زیرلایه 3d جدا نماییم:



### ۹۷. چند مورد از عبارتهای زیر نادرست است؟

• لایه دوم یک‌پارچه است.

• زیرلایه پنجم در حالت پایه اتم هیچ عنصری پر نمی‌شود.

• آرایش الکترونی  $1s^2 3d^1 4f^{14} [\text{Xe}]$  متعلق به عنصر دسته f است.

• هر عنصری که نسبت نوترون به پروتون کمتر از ۱/۵ دارد پایدار است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

### ۹۸. تعداد الکترون‌های با $l=2$ کاتیون‌ها در کدام دو ترکیب داده شده، برابر است؟ ( $\text{CN}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ ) (تجربی ۹۴ با تغییر)

(۱)  $\text{FePO}_4$ ، (۲)  $\text{MnO}$ ، (۳)  $\text{CuSO}_4$ ، (۴)  $\text{Ni}(\text{CN})_2$ ، (۵)  $\text{TiCl}_3$ ، (۶)  $\text{CrO}_3$ ، (۷)  $\text{V}_2\text{O}_5$ ، (۸)  $\text{CoCl}_2$

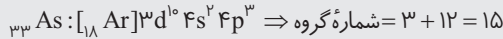
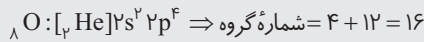
### ۹۹. در بالاترین لایه اشغال شده کدام یون گازی، هشت الکترون وجود دارد؟

(۱)  $\text{As}^+$ ، (۲)  $\text{Ti}^{2+}$ ، (۳)  $\text{Zn}^{2+}$ ، (۴)  $\text{Se}^{2-}$





ب) اگر آرایش الکترونی به زیرلایه p ختم شده باشد، شماره گروه از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:  $12 + \text{توان } p = \text{شماره گروه}$   
 به مثال‌های روبه‌رو توجه نمایید:



**۳ روش سرعتی در تعیین شماره دوره و گروه:** با توجه به این‌که گازهای نجیب در انتهای هر دوره جدول دوره‌ای قرار دارند، می‌توان از این عنصرها برای تعیین شماره دوره و گروه عنصرهای دیگر بهره گرفت.

**۳-۱: تعیین شماره دوره:** گازهای نجیب به ترتیب از بالا به پایین عبارتند از:

شماره دوره	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم
گاز نجیب	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
	۲	۱۰	۱۸	۳۶	۵۴	۸۶

در این روش لازم است که عدد اتمی گازهای نجیب را حفظ باشیم.

### مسئله: عنصری با عدد اتمی ۴۵ در کدام دوره جای دارد؟

**پاسخ:** چون عدد اتمی این عنصر از  $_{54}\text{Xe}$  کمتر است، پس این عنصر با  $_{54}\text{Xe}$  هم دوره است و در دوره پنجم جای دارد.

### مسئله: عنصری با عدد اتمی ۳۹ در کدام دوره جای دارد؟

**پاسخ:** عدد اتمی ۳۹ از گاز نجیب  $_{36}\text{Kr}$  (یعنی دوره چهارم) رد شده و وارد دوره پنجم شده است. پس این عنصر متعلق به دوره پنجم می‌باشد.

**۳-۲: تعیین شماره گروه:** برای تعیین سریع‌تر شماره گروه عنصرها به دو صورت عمل می‌کنیم:

**۱.** عدد اتمی گاز نجیب ماقبل را از عدد اتمی عنصر مورد نظر کم می‌کنیم؛ عدد به دست آمده همان عدد شماره گروه خواهد بود. به مثال‌های زیر توجه نمایید:

$$Z = 24 \xrightarrow{\text{گاز نجیب ماقبل } [18 \text{ Ar}]} \Rightarrow 24 - 18 = 6 = \text{شماره گروه}$$

$$Z = 47 \xrightarrow{\text{گاز نجیب ماقبل } [36 \text{ Kr}]} \Rightarrow 47 - 36 = 11 = \text{شماره گروه}$$

**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 شماره گروه به دست آید. به مثال‌های زیر توجه نمایید:

$$Z = 24 \xrightarrow{\text{گاز نجیب بعد } [36 \text{ Kr}]} \Rightarrow 36 - 24 = 12 \Rightarrow 18 - 12 = 6 = \text{شماره گروه}$$

$$Z = 47 \xrightarrow{\text{گاز نجیب بعد } [54 \text{ Xe}]} \Rightarrow 54 - 47 = 7 \Rightarrow 18 - 7 = 11 = \text{شماره گروه}$$

**۳-۳:** 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 دوره دوم و دو عنصر اول دوره سوم) بهتر است از روش‌های گفته شده استفاده نشود چون یک روش جواب درست و روش دیگر جواب نادرست می‌دهد. به مثال زیر توجه نمایید:

$$B \xrightarrow{\text{گاز نجیب ماقبل } [He]} \Rightarrow 5 - 2 = 3 \Rightarrow \text{شماره گروه} = 3 \text{ ، نادرست } \times$$

$$\xrightarrow{\text{گاز نجیب بعد } [10 \text{ Ne}]} \Rightarrow 10 - 5 = 5 \Rightarrow 18 - 5 = 13 \text{ ، درست } \checkmark$$

$$Mg \xrightarrow{\text{گاز نجیب ماقبل } [10 \text{ Ne}]} \Rightarrow 12 - 10 = 2 \Rightarrow \text{شماره گروه} = 2 \text{ ، درست } \checkmark$$

$$\xrightarrow{\text{گاز نجیب بعد } [18 \text{ Ar}]} \Rightarrow 18 - 12 = 6 \Rightarrow 18 - 6 = 12 \text{ ، نادرست } \times$$

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، شماره گروه برابر با عدد اتمی است. برای مثال  $_{13}\text{Al}$  در گروه ۱۳ و  $_{17}\text{Cl}$  در گروه ۱۷ جای دارد.

**۳.** عنصرهای دسته f (لانتانیدها با عددهای اتمی ۵۷ تا ۷۰ و اکتینیدها با عددهای اتمی ۸۹ تا ۱۰۲) همگی در گروه ۳

جای دارند. پس در مورد این عنصرها به دفعه وقتتون رو صرف حساب و کتاب نکنین!!!

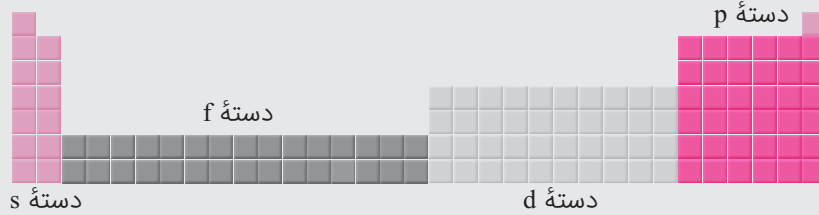




### دسته‌بندی عنصرها براساس پر شدن زیرلایه‌ها

عنصرهای جدول دوره‌ای را بسته به این‌که کدام زیرلایه آن‌ها در حال پر شدن است می‌توان به چهار دسته تقسیم نمود. این چهار دسته عبارتند از:

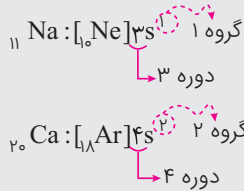
۱- عنصرهای دسته s      ۲- عنصرهای دسته p      ۳- عنصرهای دسته d      ۴- عنصرهای دسته f



۱ **عنصرهای دسته s:** عنصرهایی هستند که زیرلایه s آن‌ها در حال پر شدن است.

- این دسته شامل همه 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.

به جزء  $He$  که در گروه ۱۸ جای دارد، شماره گروه این عنصرها برابر با تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها و شماره دوره آن‌ها برابر با ضریب زیرلایه s بیرونی‌ترین لایه (بزرگ‌ترین n) می‌باشد:



در مجموع ۱۴ عنصر در این دسته جای می‌گیرند: ۱۲ فلز (عنصرهای گروه ۱ و ۲) و ۲ نافلز (هیدروژن و هلیم).

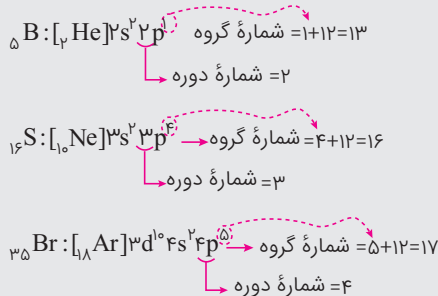
۲ **عنصرهای دسته p:** عنصرهایی هستند که زیرلایه p آن‌ها در حال پر شدن است.

- از آن‌جا که زیرلایه p حداکثر با شش الکترون پر می‌شود، عنصرهای این دسته شامل شش ستون است: گروه‌های ۱۳ تا ۱۸.
- آرایش الکترونی لایه ظرفیتی این عنصرها به صورت  $ns^2 np^b$  است ( $1 \leq b \leq 6$ )، بنابراین تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها بین ۳ تا ۸ است

شماره گروه این عنصرها از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

$$12 + \text{توان } p \text{ آخرین لایه} = \text{شماره گروه عنصرهای دسته } p$$

شماره دوره این عنصرها همان ضریب زیرلایه p آخرین الکترونی (بزرگ‌ترین n) است.

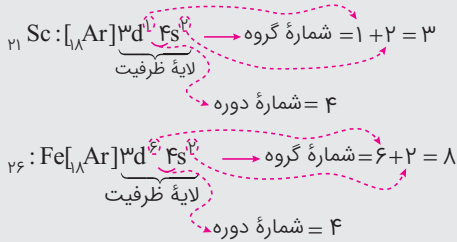


تعداد این عنصرها که در دوره‌های ۲ تا ۷ جای دارند برابر ۳۶ عنصر است که شامل فلز، نافلز و شبه‌فلز می‌باشند.

۳ **عنصرهای دسته d یا عنصرهای واسطه:** عنصرهایی هستند که زیرلایه d آن‌ها در حال پر شدن است.

- از آن‌جا که در زیرلایه d حداکثر ۱۰ الکترون جای می‌گیرد، عنصرهای این دسته شامل ۱۰ ستون است: گروه‌های ۳ تا ۱۲
- در این عنصرها، لایه ظرفیتی شامل زیرلایه‌های ns و  $(n-1)d$  است (n آخرین لایه است).
- شماره گروه این عنصرها برابر تعداد الکترون‌های ظرفیتی است (مجموع الکترون‌های زیرلایه‌های ns و  $(n-1)d$ ).

● شماره دوره این عنصرها برابر ضریب بیرونی‌ترین زیرلایه s (بزرگ‌ترین n) است.



● این عنصرها در دوره‌های ۴ تا ۷ جای دارند و شامل ۴۰ عنصر می‌باشند. این عنصرها همگی فلز هستند.

● تکنسیم ( $_{73}\text{Tc}$ )، نخستین عنصر ساخت بشر در این دسته جای دارد.

● **۴- عنصرهای دسته f یا عنصرهای واسطه داخلی:** عنصرهایی هستند که زیرلایه 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. شماره گروه این عنصرها با تعداد الکترون‌های ظرفیت آن‌ها برابر نیست.

● این عنصرها خود به دو دسته **لانتانیدها** و **اکتینیدها** تقسیم می‌شوند.

● لانتانیدها شامل ۱۴ عنصر هستند که **زیرلایه ۴f** آن‌ها در حال پر شدن است. عدد اتمی آن‌ها بین ۵۷ تا ۷۰ است. لانتانیدها در **دوره ششم** جدول جای دارند.

● اکتینیدها شامل ۱۴ عنصر هستند که **زیرلایه ۵f** آن‌ها در حال پر شدن است. عدد اتمی آن‌ها بین ۸۹ تا ۱۰۲ است. اکتینیدها در **دوره هفتم** جدول جای دارند. همه اکتینیدها پرتوزا هستند.

● اورانیوم  $_{92}\text{U}$  جزو اکتینیدها به شمار می‌آید.

● شماره دوره این عنصرها همان ضریب زیرلایه s آخرین لایه (بزرگ‌ترین n) است.

**۱۰۵.** در چهارمین لایه الکترونی اتم عنصرها، ..... مقدار برای عدد کوانتومی فرعی و در مجموع ..... الکترون در این لایه جای دارند و عنصرهایی که آخرین الکترون آن‌ها در زیر لایه‌های مربوط به این لایه قرار می‌گیرند، در ..... دوره مختلف جدول تناوبی قرار می‌گیرند.

(۱) ۳، ۱۶، دو (۲) ۳، ۱۶، سه (۳) ۴، ۳۲، سه (۴) ۴، ۳۲، دو

(ریاضی خارج - ۹۸)

**۱۰۶.** کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- (آ) سومین لایه الکترونی اتم، زیر لایه‌های  $3s$ ،  $3p$  و  $3d$  را در بردارد.  
 (ب) ترتیب پر شدن زیر لایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته است.  
 (پ) در سومین دوره جدول دوره‌ای (تناوبی)، ۱۸ عنصر جای دارند که از میان آن‌ها دو عنصر، گازی‌اند.  
 (ت) در اتم عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای (تناوبی)، زیر لایه‌های  $3s$ ،  $3p$  از الکترون پر می‌شوند.
- (۱) آ، ت (۲) ب، پ (۳) آ، پ، ت (۴) آ، ب، ت

**۱۰۷.** در کدام یک از گزینه‌های زیر عنصرهای هر یک از دسته‌های s و p و d وجود دارند؟

(۱)  $_{22}\text{Ti}$ ،  $_{12}\text{Mg}$ ،  $_{2}\text{He}$  (۲)  $_{5}\text{B}$ ،  $_{21}\text{Sc}$ ،  $_{35}\text{Br}$  (۳)  $_{4}\text{Be}$ ،  $_{13}\text{Al}$ ،  $_{33}\text{As}$  (۴)  $_{30}\text{Zn}$ ،  $_{20}\text{Ca}$ ،  $_{6}\text{C}$

**۱۰۸.** چند عبارت در مورد عنصری که ۷ الکترون با عدد کوانتومی فرعی  $l=0$  دارد لزوماً صحیح است؟

- (آ) از جمله عنصرهای فلزی است.  
 (ب) در دسته عناصر واسطه جدول تناوبی عنصرها قرار دارد.  
 (پ) ۶ زیر لایه آن کاملاً از الکترون پر شده است.  
 (ت) اختلاف عدد اتمی آن با گاز نجیب هم‌دوره‌اش برابر ۷ است.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

**۱۰۹.** در عنصری از ردیف چهارم جدول دوره‌ای، ۲۵ درصد از الکترون‌ها در لایه ظرفیت قرار دارند، در این صورت:

- (۱) عنصر از جمله عناصر دسته p است.  
 (۲) نسبت الکترون در  $l=0$  به  $l=2$  برابر  $\frac{1}{5}$  است.  
 (۳) فقط یک نوع ظرفیت برای این عنصر شناخته شده است. (۴) مجموع الکترون‌ها در زیر لایه‌های p و s برابر ۲۰ است.







۱۱۰. تفاوت الکترون‌های زیرلایه‌ای با عدد کوانتومی فرعی ۱ در سومین عنصر گروه ۱۳ با سومین عنصر گروه ۱۸ کدام است؟

- (۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۵ (۴) ۳

۱۱۱. چند مورد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟

- (آ) در لایه الکترونی n، (n-1) زیر لایه، و گنجایش  $2n^2$  الکترون وجود دارد و هر زیر لایه با  $(2l+1)$  الکترون پر می‌شود.  
 (ب) در هر لایه 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.  
 (ت) مجموعاً چهار زیر لایه وجود دارد که مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی آن‌ها برابر ۷ است اما هیچ‌کدام از آن‌ها در عنصرهای دوره چهارم جدول تناوبی پر نمی‌شود.

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

- (۱) ۱ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

۱۱۲. اگر اتم عنصری دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی  $l=1$  باشد، آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن دارای ..... الکترون است

و این عنصر در دوره ..... و گروه ..... جدول تناوبی جای دارد. (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید). (تجربی خارج ۹۱)

- (۱) ۵ - چهارم - ۱۷ (۲) ۵ - پنجم - ۱۴ (۳) ۷ - پنجم - ۱۴ (۴) ۷ - چهارم - ۱۷

۱۱۳. کدام مطلب درباره اتم A که آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن  $4s^2 4p^6$  است، نادرست می‌باشد؟

- (۱) با گرفتن دو الکترون به آرایش گاز نجیب پس از خود می‌رسد و اندازه 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.

۱۱۴. اگر عنصری در گروه ۱۵ با عنصری که بیرونی‌ترین زیرلایه اتم آن  $4p^5$  است هم‌دوره باشد، کدام یک از مطالب زیر، درباره آن درست‌اند؟

(آ) عدد اتمی آن ۳۳ است. (ریاضی خارج ۹۶ با تغییر)

(ب) بیرونی‌ترین لایه اتم آن ۷ الکترون دارد.

(پ) هم‌دوره با سه عنصر است که در لایه ظرفیت اتم خود، دارای زیرلایه 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

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

- (۱)  $[Ar] 3d^7$  (۲)  $[Ar] 3d^6$  (۳)  $[Ar] 4s^2 4p^6$  (۴)  $[Ar] 4s^2 4p^5$

۱۱۶. آرایش الکترونی فشرده اتم عنصر E به صورت  $5s^2 4d^{10} [Kr]$  است و تعداد الکترون  $E^{2+}$ ، هشت واحد کمتر از عدد اتمی گاز

نجیب هم دوره آن است. کدام گزینه صحیح است؟

(۱) E برخلاف بیشتر عناصر جدول از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند.

(۲) در مقایسه با عناصر هم‌دوره خود بیش‌ترین الکترون لایه ظرفیت را دارد.

(۳) عدد جرمی ایزوتوپ با ۶۶ نوترون آن برابر ۱۱۶ است.

(۴) نسبت  $y$  به  $x$  برابر صفر است.

۱۱۷. کدام گزینه نادرست است؟

(۱) نسبت حداکثر گنجایش الکترونی لایه سوم به مجموعه عددهای کوانتومی فرعی زیرلایه‌هایی که در لایه چهارم قرار دارند، برابر ۳ است.

(۲) تعداد عنصرهای موجود در دوره دوم جدول دوره‌ای از سه برابر تعداد زیرلایه‌های لایه سوم یک واحد کمتر است.

(۳) تفاضل عدد اتمی اولین عنصر گروه ۱۶ و مجموع عددهای کوانتومی فرعی زیرلایه‌هایی که در دوره چهارم جدول دوره‌ای

الکترون می‌پذیرند، برابر ۳ است.

(۴) عدد اتمی چهارمین گاز نجیب دو برابر حداکثر گنجایش الکترونی لایه سوم است.





### نحوه 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 لایه الکترونی خود (لایه ظرفیت) **هشت الکترون** دارند (به جز اتم هلیم که در تنها لایه الکترونی خود، **دو الکترون** دارد). بنابراین به نظر می‌رسد که وجود این لایه هشت‌تایی، این اتم‌ها را پایدار کرده است.

### قاعده هشت‌تایی و واکنش‌پذیری اتم‌ها

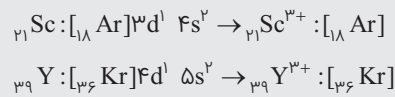
**قاعده هشت‌تایی (اوکت):** به‌طور کلی اتم‌ها تمایل دارند با از دست دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز با اشتراک گذاشتن آن، به آرایش الکترونی یک گاز نجیب برسند. این قاعده را **قاعده هشت‌تایی (یا اوکت)** و آرایش الکترونی اتم را در این حالت، **آرایش الکترونی هشت‌تایی پایدار** می‌نامند.

۱ **رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد**، به‌طوری که می‌توان هشت‌تایی شدن لایه ظرفیت و دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای میزان واکنش‌پذیری آن‌ها دانست.

۲ وقتی اتم به آرایش هشت‌تایی پایدار می‌رسد، از واکنش‌پذیری آن **کاسته** می‌شود و دیگر تمایل چندانی به تشکیل پیوندهای بیش‌تر از خود نشان نمی‌دهد. پس اتمی که لایه ظرفیت آن هشت‌تایی نباشد (در زیرلایه‌های s و p بیرونی‌ترین لایه الکترونی خود کم‌تر از هشت الکترون داشته باشد) **واکنش‌پذیر** است، زیرا می‌تواند برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی 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 ندهد! همان‌طور که آرایش الکترونی بعضی اتم‌ها از قاعده آفتاب‌پیروی نمی‌کند بعضی‌ها هم از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند! (دلیلش فعلاً در موهله این کتاب نمی‌گنجد). برای مثال گوگرد با فلونور می‌تواند ترکیب‌هایی با فرمول  $SF_6$  و  $SF_4$  تشکیل دهد که در دو مورد آفر، اتم گوگرد از هشت‌تایی هم رد شده است!

۳ 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 ( $Sc_{21}$ ) و ایتیریم ( $Y_{39}$ ) با از دست دادن سه الکترون و تبدیل شدن به یون سه بار مثبت ( $3+$ ) به آرایش **گاز نجیب ماقبل** خود می‌رسند:



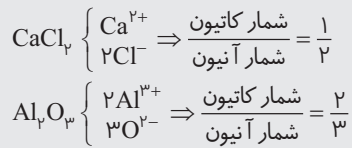
### چگونگی تشکیل پیوندهای یونی

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 می‌دهند 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.

پیوند یونی **جاذبه‌ای** است که میان یون‌هایی با بار **ناهمنام** به‌وجود می‌آید.

از دست دادن یا گرفتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.

۵ ماده حاصل از سدیم و کلر، سدیم کلرید 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 کلرید و آلومینیم اکسید این نسبت برابر ۲ به ۲ و ۳ به ۳ است:



۶ ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شوند.

۷ ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایش منظم است که در ساختار آن‌ها مولکولی وجود ندارد. از این رو در متون علمی برای آن‌ها واژه 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.

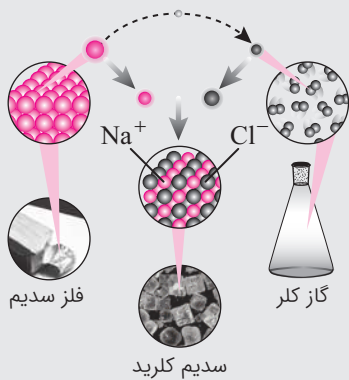
### طرز تشخیص ترکیب‌های یونی

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:

پیوند فلزهای گروه ۱ و ۲ (به جز Be) با نافلزها یا آنیون‌های چنداتی، از نوع یونی است. مانند NaCl، LiF، K<sub>۲</sub>S، NaNO<sub>۳</sub>، KClO<sub>۳</sub> و ...

یون‌های Be<sup>۲+</sup> و B<sup>۳+</sup> 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 هیچ‌کدام از ترکیب‌های بریلیم و بور (مانند BeCl<sub>۲</sub>، BeF<sub>۲</sub>، BCl<sub>۳</sub> و ...) یونی نیستند و همگی جزو ترکیب‌های مولکولی به شمار می‌آیند.

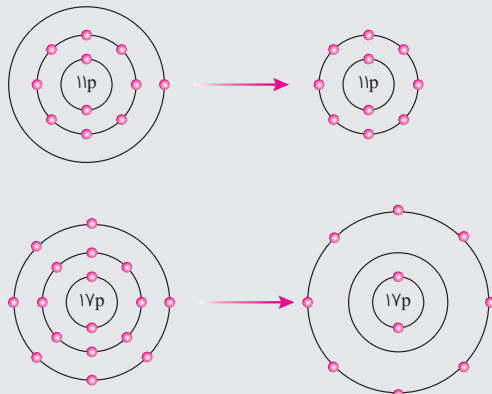
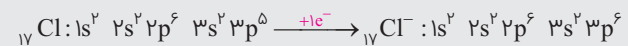


● معروف‌ترین ترکیب یونی، نمک خوراکی (سدیم کلرید) است که در طبیعت یافت می‌شود و آن را با فرمول شیمیایی NaCl نشان می‌دهند. این فرمول نشان می‌دهد که سدیم کلرید از دو عنصر سدیم و کلر تشکیل شده است. سدیم فلزی براق، نرم و بسیار واکنش‌پذیر است. از طرف دیگر، کلر یک نافلز است که به صورت مولکول دو اتمی (Cl<sub>۲</sub>) و گازی شکل به رنگ زرد وجود دارد. که بسیار واکنش‌پذیر است. وقتی این دو عنصر در کنار هم قرار بگیرند، با انجام یک واکنش شدید و گرماده، ترکیب سفید رنگی بر جای می‌گذارند که همان نمک خوراکی است.

۱. در این واکنش، اتم سدیم الکترون لایه آخر خود را به اتم کلر می‌دهد تا به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون - Ne<sub>۱۰</sub>) برسد:



۲. اتم کلر با گرفتن یک الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم‌دوره خود (آرگون، Ar<sub>۱۸</sub>) می‌رسد:





۳. یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  به سبب داشتن بار الکتریکی مخالف، یکدیگر را می‌ربایند و جاذبه‌ای قوی که همان پیوند یونی است بین آن‌ها پدید می‌آید.

$$\text{Na} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \rightarrow \text{Na}^+ [\ddot{\text{Cl}}:]^-$$

$\xrightarrow{1e^-}$

۴. اندازه یک کاتیون از اتم خنثی خود کوچک‌تر اما اندازه یک آنیون از اتم خنثی خود بزرگ‌تر است:  $\text{Na}^+ < \text{Na}$  اندازه:  $\text{Cl}^- > \text{Cl}$  اندازه:

یون  $\text{Al}^{3+}$  نیز چگالی بار الکتریکی زیادی دارد و به راحتی تشکیل نمی‌شود.  $\text{Al}$  فقط با نافلزهای فعال مانند فلئور و اکسیژن و هم‌چنین با برخی از آنیون‌های چند اتمی اکسیژن‌دار (مانند  $\text{SO}_4^{2-}$ ،  $\text{NO}_3^-$ ،  $\text{PO}_4^{3-}$  و ...) پیوند یونی تشکیل می‌دهد. بنابراین ترکیب‌هایی مانند  $\text{AlF}_3$ ،  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ،  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ،  $\text{Al}_2(\text{NO}_3)_6$ ،  $\text{AlPO}_4$  و ... ترکیب‌های یونی به شمار می‌آیند ولی ترکیب‌هایی مانند  $\text{AlCl}_3$  و  $\text{AlBr}_3$  ترکیب یونی محسوب نمی‌شوند.

- 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.
- کاتیون چند اتمی آمونیوم  $(\text{NH}_4)^+$  اگرچه یون یک فلز به شمار نمی‌آید ولی ترکیب‌های آن با نافلزها و آنیون‌های چند اتمی، همگی یونی به شمار می‌آیند. مانند  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ،  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  و ...

## نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

### نام‌گذاری یون‌ها

- یون‌ها به دو گروه **تک‌اتمی** و **چنداتمی** دسته‌بندی می‌شوند:  
 آ- یون تک‌اتمی، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است، مانند  $\text{Na}^+$ ،  $\text{Mg}^{2+}$ ،  $\text{F}^-$  و  $\text{O}^{2-}$ .  
 ب- یون چند اتمی، کاتیون یا آنیونی است که از دو یا چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده است، مانند  $\text{NH}_4^+$  و  $\text{ClO}_4^-$ .  
 ۲ برای نامیدن کاتیون‌های تک‌اتمی، پیش از نام عنصر، کلمه یون را اضافه می‌کنیم، مانند:  
 یون سدیم:  $\text{Na}^+$  یون منیزیم:  $\text{Mg}^{2+}$   
 آ- برخی از فلزهای واسطه، می‌توانند بیش از یک یون پایدار تشکیل دهند. برای مثال آهن، یون‌های  $2+$  و  $3+$  و مس یون‌های  $1+$  و  $2+$  تشکیل می‌دهند. برای نامیدن این یون‌ها، بار آن‌ها را با عدد رومی داخل پرانتز بعد از نام فلز می‌آوریم، یعنی:  
 یون مس (II):  $\text{Cu}^{2+}$ ، یون مس (I):  $\text{Cu}^+$ ، یون آهن (III):  $\text{Fe}^{3+}$ ، یون آهن (II):  $\text{Fe}^{2+}$

برخی از فلزهای واسطه مانند نقره، روی، کادمیم و جیوه، فقط یک نوع کاتیون تک اتمی ایجاد می‌کنند. این یون‌ها عبارتند از:

یون جیوه  $\text{Hg}^{2+}$ ، یون کادمیم  $\text{Cd}^{2+}$ ، یون روی  $\text{Zn}^{2+}$ ، یون نقره  $\text{Ag}^+$ ، یون اسکاندیم  $\text{Sc}^{3+}$   
 ب- برای نشان دادن بار یون عنصرهایی که تنها یک کاتیون تشکیل می‌دهند، مانند یون سدیم ( $\text{Na}^+$ ) و منیزیم ( $\text{Mg}^{2+}$ ) (همه یون‌های فلزهای گروه ۱ و ۲ و  $\text{Al}^{3+}$ ) هرگز عدد رومی به کار نمی‌بریم. برای مثال نام‌گذاری یون  $\text{mg}^{2+}$  به صورت منیزیم (II) درست نیست.

۲ برای نامیدن آنیون‌های تک‌اتمی، افزون بر به کار بردن کلمه یون پیش از نام آنیون، به انتهای نام نافلز (یا ریشه لاتین آن) پسوند «ید» اضافه می‌کنیم، مانند:

یون کلرید:  $\text{Cl}^-$  یون برمید:  $\text{Br}^-$

هیدروژن تنها عنصری است که هم کاتیون تک‌اتمی و هم آنیون تک‌اتمی دارد:

یون هیدروژن:  $\text{H}^+$  یون هیدرید:  $\text{H}^-$

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:  $\text{OH}^-$  یون سیانید:  $\text{CN}^-$  یون پراکسید:  $\text{O}_2^{2-}$

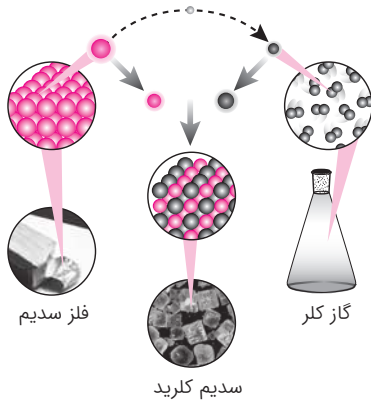




۱۲۵. چند مورد از مطالب زیر صحیح‌اند؟

- (الف) تمام یون‌هایی که از یک نوع عنصر تشکیل شده‌اند تک اتمی‌اند.  
 (ب) مولکول سدیم کلرید از دو عنصر هم دوره تشکیل شده‌اند.  
 (پ) ترتیب پر شدن زیر لایه‌ها تنها به عدد کوانتومی فرعی وابسته نیست بلکه از یک قاعده کلی به نام قاعده آفبا پیروی می‌کند.  
 (ت) گاز کلر که از مولکول‌های دو اتمی تشکیل شده است گازی زرد رنگ با خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی است.

۲ (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۳



۱۲۶. با توجه به شکل مقابل چه تعداد از عبارات‌های زیر درست بیان شده‌اند؟

- (آ) فرایند داد و ستد الکترون برای تشکیل مولکول NaCl را نشان می‌دهد.  
 (ب) در این فرایند اندازه اتم نافلز افزایش و اندازه اتم فلز کاهش می‌یابد.  
 (پ) کلر گازی زرد رنگ است که از مولکول‌های دو اتمی تشکیل شده و سدیم فلزی براق است که واکنش‌پذیری بالایی دارد.  
 (ت) در شبکه یونی مکعبی حاصل یون‌ها با نظم و ترتیب خاصی در جهت‌های مختلف فضا قرار گرفته‌اند و هر دو یون موجود در شبکه، هم‌الکترون هستند.

۲ (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۴ (۴) ۱

۱۲۷. کدام گزینه از نظر علمی صحیح نیست؟

- (۱) وجود یون‌های سدیم و کلر در خیارشور باعث می‌شود که با اعمال یک جریان متناوب ۱۱۰ ولتی، شروع به درخشیدن نور زردی کند.  
 (۲) در دما و فشار اتاق، هفت عنصر جدول تناوبی به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارند.  
 (۳) نور حاصل از لامپ‌های نئون مشابه رنگ شعله سومین عنصر جدول تناوبی است.  
 (۴) رنگ شعله عنصر مس و تمام ترکیبات آن سبز رنگ است.

۱۲۸. تعداد عبارات‌های نادرستی که بیان شده‌اند کدام است؟

- (الف) تعداد نوترون‌های پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن دوبرابر عدد اتمی اولین گاز نجیب گروه ۱۸ جدول تناوبی است.  
 (ب) در اتم هیدروژن با بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه اول، پرتوهایی با طول موجی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر نشر می‌شود.  
 (پ) نماد هر زیرلایه معین با دو عدد کوانتومی مشخص می‌شود و آن را می‌توان به صورت  $nl$  نمایش داد.  
 (ت) برای تشکیل هر مول ترکیب یونی آلومینیم اکسید به اندازه عدد جرمی ایزوتوپ سبک‌تر لیتیم، مول الکترون جابه‌جا می‌شود.

۲ (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۴

۱۲۹. چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ عنصرهای  $X$  و  $Z$  جدول تناوبی درست است؟

- شمار الکترون‌های لایه سوم اتم هر دو عنصر، برابر است.
- یون‌های  $X^{2+}$  و  $Z^{2+}$ ، آرایش الکترونی اتم گازهای نجیب را دارند.
- هر دو عنصر، تنها با عدد اکسایش +۲، در ترکیب‌های خود شرکت دارند.
- $X$  یک فلز از گروه ۲ و  $Z$  آخرین عنصر واسطه دوره چهارم است.
- همهٔ لایه‌ها و زیر لایه‌های اشغال شده در یون پایدار آن‌ها، از الکترون پر شده است.

۲ (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴)

۱۳۰. اگر عنصری در گروه ۱۵ و دوره سه جدول قرار داشته باشد، چند مورد از مطالب درباره این عنصر صحیح است؟

- (الف) الکترونی با عدد کوانتومی اصلی ۳ و عدد کوانتومی فرعی ۲ وجود دارد.  
 (ب) می‌تواند با سیزدهمین عنصر جدول ترکیبی یونی با نسبت یکسان از اتم‌ها تشکیل دهد.  
 (پ) در آخرین زیر لایه اشغال شده اتم، به اندازه تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن الکترون وجود دارد.  
 (ت) با عنصر  $Y$  هم گروه است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۳۱. در ترکیب یونی XY هر دو یون به آرایش گاز نجیب رسیده‌اند. در صورتی که شمار الکترون‌های یون‌های تشکیل‌دهنده آن برابر

باشند، در این صورت کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) اختلاف عدد اتمی X و Y می‌تواند ۲ یا ۴ باشد.  
 (۲) اگر آرایش الکترونی Y به  $3P^4$  ختم شود، X دارای ۸ الکترون در زیر لایه s است.  
 (۳) اگر X فعال‌ترین فلز قلیایی خاکی باشد، Y عنصری از گروه ۱۷ جدول تناوبی است.  
 (۴) عنصر X نمی‌تواند تنها دو زیر لایه کاملاً پر داشته باشد.

۱۳۲. آرایش گونه‌ای به  $ns^2 np^6$  ختم می‌شود، چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

- می‌تواند مربوط به عنصری باشد که کم‌ترین میزان واکنش‌پذیری را در میان عناصر هم دوره خود دارد.
- می‌تواند مربوط به عنصری با بیش‌ترین مقدار شعاع اتمی در عناصر هم‌دوره خود باشد.
- می‌تواند آنیون متصل به یک کاتیون چند اتمی باشد.
- نمی‌تواند مربوط به کاتیون یک فلز واسطه باشد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۳۳. شمار یون‌های موجود در  $84$  گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون‌های مثبت موجود در  $16/6$  گرم سدیم نیتريد است؟ (ریاضی خارج - ۹۹)

( $N = 14, Na = 23, Mg = 24, S = 32 : g.mol^{-1}$ )

(۱) ۰/۲۷ (۲) ۲/۵ (۳) ۳/۷۵ (۴) ۵

۱۳۴. اگر آلومینیم در واکنش با هر یک از گازهای اکسیژن و فلوئور،  $3/01 \times 10^{24}$  الکترون از دست بدهد، نسبت جرم آلومینیم فلوئورید

تولید شده به جرم آلومینیم اکسید تولید شده، به تقریب کدام است؟ (ریاضی داخل - ۹۹)

(۱) ۱/۵۶ (۲) ۱/۶۵ (۳) ۲/۳۵ (۴) ۳/۲۵

## درس‌نامه ۱۵

### ساختار لوویس

با مفهوم پیوند یونی آشنا شدیم و دیدیم که چگونه اتم‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب به مبادله الکترون می‌پردازند. یکی دیگر از راه‌هایی که یک اتم می‌تواند به آرایش الکترونی گاز نجیب برسد 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.

- **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 و از اتصال این اتم‌ها به یک‌دیگر مولکول‌ها به وجود می‌آیند.

- **ترکیب مولکولی:** به ترکیب‌های شیمیایی که در ساختار خود مولکول دارند، **ترکیب‌های مولکولی** می‌گویند.

- **فرمول مولکولی:** به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر در یک مولکول را نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.

### آرایش الکترون - نقطه‌ای یا ساختار لوویس

آرایش الکترون - 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 وسیله جفت نقطه‌ها یا خط‌های کوتاه (-) نشان داده می‌شوند. جفت الکترون‌های ناپیوندی را به وسیله جفت نقطه‌هایی در کنار نماد شیمیایی عنصر نمایش می‌دهند.

### قواعد رسم ساختارهای لوویس

برای رسم ساختارهای لوویس مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

#### ۱ محاسبه شمار کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده

برای مثال  $PCl_3$  را در نظر بگیرید. تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت فسفر و کلر به ترتیب برابر ۵ و ۷ است:

$$P + 3(Cl) = 5 + 3(7) = 26 = \text{تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت}$$

اگر ترکیب دارای بار کاتیونی باشد، به ازای هر بار منفی (-) یک الکترون اضافه کرده و به ازای هر بار مثبت (+) یک الکترون از مجموع شمار الکترون‌ها کم می‌کنیم.

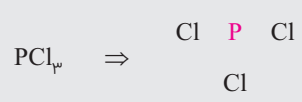






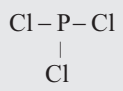
۲ تعیین اتم مرکزی و چیدن اتمهای اطراف آن

اتم مرکزی معمولاً اتمی است که در فرمول مولکولی، در سمت چپ نوشته می‌شود (به جز اتم هیدروژن). مانند  $NH_3$ ،  $CH_4O$ ،  $PCl_3$  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.



۳ اتصال اتم مرکزی به اتمهای اطراف با پیوند یگانه

با اتصال اتم P به اتمهای Cl داریم:



اگر اتم کناری اتم مرکزی، از گروه ۱۵ باشد، پیوند سه‌گانه و اگر از گروه ۱۶ باشد، پیوند دوگانه تشکیل می‌دهد.

۴ محاسبه الکترونهای ظرفیتی باقی‌مانده و توزیع آن‌ها در اتمها (با رعایت قاعده هشت‌تایی)

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).

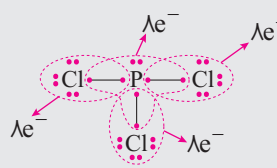
اتمهای هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهند، از این رو تنها با دو الکترون پایدار می‌شوند.

در  $PCl_3$  سه پیوند وجود دارد و هر پیوند معادل یک جفت الکترون است، پس:

$$PCl_3 \left\{ \begin{array}{l} \text{شمار کل الکترونهای ظرفیتی} = 26e^- \\ \text{شمار کل الکترونهای پیوندی} = 3 \times (2) = 6e^- \end{array} \right\} \Rightarrow 26 - 6 = 20e^-$$

پس باید ۲۰ الکترون را میان اتمهای P و Cl با رعایت قاعده هشت‌تایی، توزیع نماییم:

مجموع الکترونهای پیوندی و ناپیوندی در مولکول، باید برابر با مجموع الکترونهای لایه ظرفیت اتمهای سازنده باشد.



نکته فوق را در مورد  $PCl_3$  می‌آزماییم:

جفت الکترونهای ناپیوندی تعداد پیوند

$$\text{شمار کل الکترونهای ظرفیتی اتمها} = 26e^- = 10 \times (2) + 3 \times (2) = \text{مجموع الکترونهای پیوندی و ناپیوندی}$$

پس ساختار لوویس رسم شده برای  $PCl_3$  درست است.

فرمول ترکیبهای هیدروژن‌دار عنصرهای دسته s و p

ظرفیت: تعداد الکترونهایی که یک اتم مبادله می‌کند یا به اشتراک می‌گذارد، نشان‌دهنده ظرفیت آن اتم است. برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبهای هیدروژن‌دار عنصرهای دسته s و p، ابتدا باید ظرفیت این عنصرها را بدانیم و برای این منظور باید موارد زیر را در نظر بگیریم:

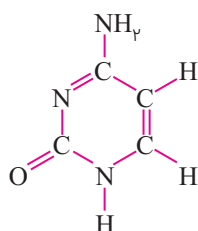
(آ) در عنصرهای گروه ۱، ۲، ۱۳ و ۱۴، ظرفیت در ترکیب با هیدروژن برابر عدد یکان شماره گروه است. برای مثال  $Li_3$  و  $Be_2$  به ترتیب متعلق به گروه‌های ۱ و ۲ هستند، پس ظرفیت آن‌ها در ترکیب با هیدروژن به ترتیب برابر ۱ و ۲ است و فرمول ترکیب هیدروژن‌دار آن‌ها به ترتیب به صورت  $LiH$  و  $BeH_2$  می‌باشد. هم‌چنین C 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 رابطه زیر به دست می‌آید:

شماره گروه - ۱۸ = ظرفیت در ترکیب با هیدروژن

به عنوان مثال،  $\nu N$  متعلق به گروه ۱۵ است، پس ظرفیت آن در ترکیب با هیدروژن برابر ۳ ( $15 - 1 = 3$ ) و فرمول ترکیب هیدروژن دار آن به صورت  $NH_3$  است. در جدول زیر فرمول کلی ترکیب‌های هیدروژن دار عنصرهای دسته s و p ارائه شده است.

شماره گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
فرمول ترکیب هیدروژن دار	XH	XH <sub>2</sub>	XH <sub>3</sub>	XH <sub>4</sub>	XH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> X	HX
مثال	LiH	BeH <sub>2</sub>	BH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	HF



**۱۳۵.** در ترکیب زیر، که همه اتم‌های N و C از قاعده هشت‌تایی تبعیت می‌کنند به ترتیب از راست

به چپ، چند جفت الکترون پیوندی و چند جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؟

- (۱) ۴، ۱۶  
 (۲) ۵، ۱۳  
 (۳) ۵، ۱۶  
 (۴) ۴، ۱۳

**۱۳۶.** کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (۱) به تعداد الکترون لایه ظرفیت در یک نافلز می‌توان پیوند ایجاد کرد.  
 (۲) اگر آرایش الکترون نقطه‌ای اتم عنصری به صورت  $\cdot \ddot{X} \cdot$  باشد، نسبت کاتیون به آنیون آن در ترکیب با یک فلز قلیایی برابر ۳ است.  
 (۳) آنیون تک‌اتمی یعنی تنها از یک نوع اتم تشکیل شده باشد.  
 (۴) با تعداد الکترون لایه ظرفیت برابر خاصیت شیمیایی دو عنصر مشابه است.

**۱۳۷.** چند مورد از مطالب بیان شده غلط است؟

- (آ) مدل فضا پرکن مولکول HCl مشابه مدل فضا پرکن مولکول O<sub>3</sub> است.  
 (ب) ترکیب یونی سه تایی نوعی ترکیب یونی است که در آن تعداد اتم‌های تشکیل دهنده ۳ تا است.  
 (پ) اگر تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتمی کمتر یا برابر سه باشد، آن اتم تمایل دارد که در شرایط مناسب تعدادی از الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهد و به کاتیون تبدیل شود.  
 (ت) تمام فلزات جدول تناوبی می‌توانند با تشکیل کاتیون به آرایش پایدار یک گاز نجیب دست یابند.
- (۱) ۲  
 (۲) ۴  
 (۳) ۱  
 (۴) ۳

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

عنصر	A	D	E	X	Z
آرایش الکترونی لایه ظرفیت	$2s^2 2p^2$	$2s^2 2p^4$	$3s^2 3p^5$	$3s^2 3p^4$	$1s^1$

• آرایش الکترون - نقطه‌ای مولکول حاصل از دو عنصر A و E به صورت  $\begin{matrix} \cdot \ddot{E} \cdot \\ \cdot \ddot{A} \cdot \\ \cdot \ddot{E} \cdot \end{matrix}$  می‌باشد.

- (I) شمار پیوندهای کووالانسی در دو مولکول D<sub>2</sub> و Z<sub>2</sub> برابر است.  
 • از واکنش D با A و X مولکول‌هایی می‌تواند حاصل شود که مدل فضاپرکن آن‌ها به ترتیب شبیه (I) و (II) است.  
 • عنصرهای Z، D، E و در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارند.
- (II) (۱) ۲  
 (۲) ۴  
 (۳) ۱  
 (۴) ۳

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

- (آ) مجموع  $(n+1)$  الکترون‌های جدا شده در  $Cr^{3+}$  برابر ..... است.  
 (ب) نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی در ..... مشابه این نسبت در مولکول N<sub>2</sub>O می‌باشد.  
 ( $H = 1, O = 16, S = 32 : g.mol^{-1}$ )

- (پ) تعداد اتم‌های موجود در ۲/۳ گرم C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O ..... از تعداد اتم‌ها در ۴ گرم SO<sub>3</sub> است.  
 (ت) شمار الکترون‌های مبادله در تشکیل ۶٪ مول آلومینیم فلئورید برابر شمار الکترون‌های مبادله شده در تشکیل ..... مول لیتیم اکسید است.  
 (۱) ۱۳ - کم‌تر - ۹٪ (۲) ۱۴ - SO<sub>3</sub> - کم‌تر - ۸٪ (۳) ۱۳ - SO<sub>3</sub> - بیش‌تر - ۸٪ (۴) ۱۴ - CS<sub>2</sub> - بیش‌تر - ۹٪

۹۶. ابتدا به کمک آرایش الکترونی، عدد اتمی عنصر مورد نظر را به دست می‌آوریم:

$${}_{35}X: [{}_{18}\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^5 \Rightarrow \text{عدد اتمی عنصر مورد نظر برابر ۳۵ است} \Rightarrow Z = 35$$

عدد جرمی دو ایزوتوپ این عنصر هم برابر است با:

$${}_{35}X \Rightarrow N - Z = 9 \Rightarrow N - 35 = 9 \Rightarrow N = 44 \Rightarrow A = Z + N = 35 + 44 = 79 \Rightarrow {}_{35}^{79}X$$

$${}_{35}X' \Rightarrow N - Z = 11 \Rightarrow N - 35 = 11 \Rightarrow N = 46 \Rightarrow A = Z + N = 35 + 46 = 81 \Rightarrow {}_{35}^{81}X'$$

$$F_1 + F_2 = 100 \Rightarrow (F_1 + 10) + F_2 = 100 \Rightarrow F_1 = 45\%$$

ایزوتوپ سبکتر  ${}_{35}^{79}X$

و در ادامه می‌توان نوشت:

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{79 \times 45 + 81 \times 45}{100} = \frac{4345 + 3645}{100} = 79.9$$

۹۷. به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

**عبارت اول: نادرست است.** لایه الکترونی دوم از دو نوع زیر لایه  $2s$  و  $2p$  تشکیل شده است که سطح انرژی متفاوتی دارند.

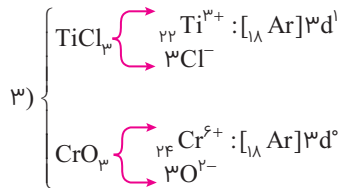
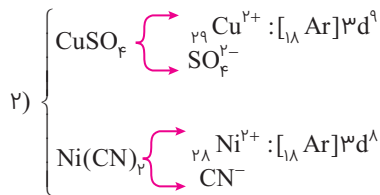
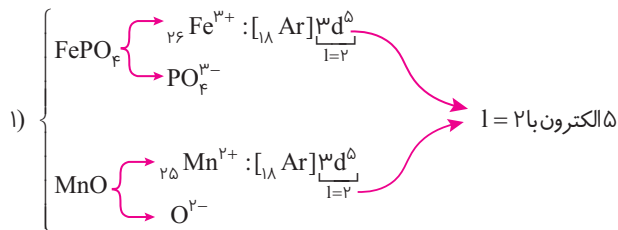
**عبارت دوم: درست است.** زیر لایه  $g$  زیر لایه پنجم است که در حالت پایه اتم هیچ عنصری از الکترون اشغال نمی‌شود.

**عبارت سوم: نادرست است.** در آرایش  $[{}_{54}\text{Xe}]4f^{14}5d^16s^2$  زیر لایه  $4f$  پر است و یک الکترون هم در زیر لایه  $5d$  وجود دارد، پس این عنصر از دسته  $d$  است نه دسته  $f$ .

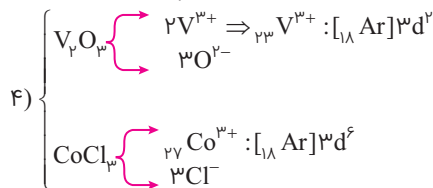
**عبارت چهارم: نادرست است.** در برخی از ایزوتوپ‌های ناپایدار نسبت  $\frac{N}{Z}$  کوچکتر از  $1/5$  است. به عنوان مثال در تکنسیم این نسبت کوچکتر از  $1/5$  است.

$${}_{99}^{142}\text{Tc} \Rightarrow N = A - Z = 142 - 99 = 43 \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{43}{99} \approx 1/3$$

۹۸. آرایش الکترونی کاتیون‌ها را در تک تک گزینه‌ها رسم می‌کنیم:



یون  $\text{Cr}^{6+}$  نداریم و در این جا منظور کروم با عدد اکسایش  $(+6)$  است. با مفهوم عدد اکسایش بعداً آشنا خواهیم شد.

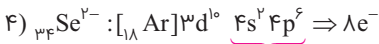
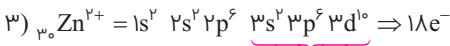
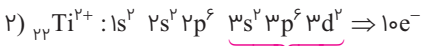
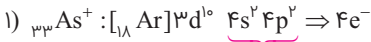


همان طور که ملاحظه می‌شود در گزینه «۱»، هر دو کاتیون به تعداد مساوی الکترون در زیر لایه  $3d$  دارند.





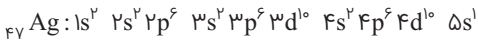
۹۹. **۴** آرایش الکترونی یون‌های مورد نظر به صورت روبه‌رو است:



همان‌طور که مشاهده می‌شود در  ${}_{34}\text{Se}^{2-}$ ، تعداد الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه ( $n = 4$ ) برابر ۸ است.

۱۰۰. **۱** به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

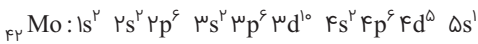
**(آ) درست است:** آرایش الکترونی  ${}_{47}\text{Ag}$  به صورت روبه‌رو است:



همان‌طور که ملاحظه می‌شود در مجموع در زیرلایه‌های  $s$  ( $l = 0$ ) ۹ الکترون وجود دارد:

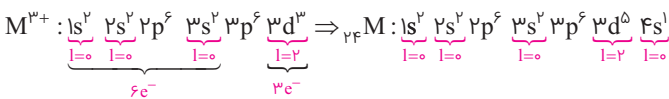
$$l = 0 \text{ درصد الکترون‌های دارای } = \frac{9}{47} \times 100 = 19 / 15\%$$

**(ب) درست است:** آرایش الکترونی  ${}_{42}\text{Mo}$  به صورت روبه‌رو است:



در اتم  ${}_{42}\text{Mo}$ ، ۱۵ الکترون در زیرلایه  $d$  ( $l = 2$ ) جای دارد، پس:  $l = 2 \text{ درصد الکترون‌های دارای } = \frac{15}{42} \times 100 = 35 / 71\% \approx 35 / 7\%$

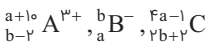
**(پ) درست است:** با توجه به توضیحات ارائه شده، آرایش الکترونی یون  $M^{3+}$  و اتم  $M$  را رسم می‌کنیم:



$$\frac{l = 0 \text{ تعداد الکترون با } = 7}{l = 2 \text{ تعداد الکترون با } = 5} = 1 / 4$$

با توجه به آرایش اتم  ${}_{42}\text{M}$  می‌توان نوشت:

**(ت) درست است:** با توجه به اطلاعات داده شده، می‌توان نوشت:

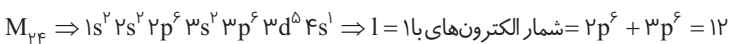


$$(b-2) - 3 = 2(b-a) \Rightarrow b = 2a - 5$$

تعداد نوترون‌های  $B^{2-}$     تعداد الکترون‌های  $A^{3+}$

$$C \text{ تعداد نوترون‌های } = (2a - 1) - (2b + 2) = (2a - 1) - (2(2a - 5) + 2) = 2a - 1 - 4a + 10 - 2 = 7$$

۱۰۱. **۱** آرایش الکترونی اتم عنصر  ${}_{44}\text{M}$



$l = 2$  و  $l = 0$  شمار الکترون‌های با  $1s^2 + 2s^2 + 3s^2 + 4s^1 + 3d^5 = 12$

$6 \Rightarrow 3d^5 4s^1$  شمار الکترون‌های ظرفیتی

$6(3s^2 3p^6)$  شمار الکترون‌های لایه ظرفیت

۱۰۲. **۳** بررسی عبارت‌های مورد نظر می‌پردازیم:

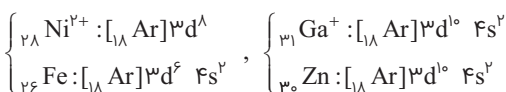
**(آ) درست است.** لطفاً به نکته زیر توجه فرمایید.

**۲۶** آرایش الکترونی یک گاز نجیب - که به  $ns^2 np^6$  یا  $1s^2$  ختم می‌شود - می‌تواند مربوط به خود گاز نجیب یا یون مثبت پایدار یا یون منفی پایدار باشد که به آرایش الکترونی آن گاز نجیب رسیده است.

پس آرایش الکترونی  $1s^2$  می‌تواند مربوط به  ${}_{2}\text{He}$ ،  ${}_{1}\text{H}^-$  یا  ${}_{3}\text{Li}^+$  باشد.

**(ب) درست است.**  ${}_{28}\text{Ni}^{2+}$  و  ${}_{26}\text{Fe}$  اگرچه الکترون‌های برابر دارند ولی آرایش الکترونی آن‌ها متفاوت است. اما  ${}_{31}\text{Ga}^+$  و

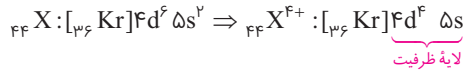
${}_{30}\text{Zn}$  هم تعداد الکترون‌های یکسان دارند و هم آرایش الکترونی یکسان:



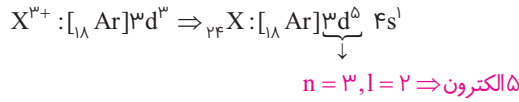
**(پ) نادرست است.** ابتدا عدد اتمی X را به دست می‌آوریم:

$$Z = \frac{|\Delta - q - A|}{2} = \frac{|17 - 4 - 10|}{2} = 44$$

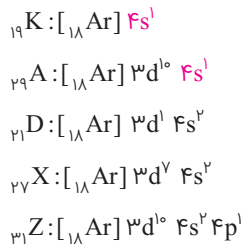
عدد اتمی X برابر 44 است پس یون  $X^{F+}$  دارای 40 الکترون است.



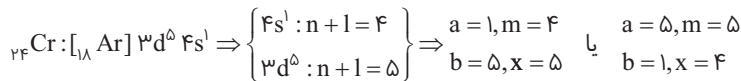
**(ت) نادرست است.**



103. به آرایش الکترونی ( ${}_{19}K$ ) و اتم عنصرهای مطرح شده توجه کنید:



104. گزینه «ا»:



105. در چهارمین لایه الکترونی ( $n=4$ )، **4 مقدار برای عدد کوانتومی فرعی** وجود دارد ( $l=0, 1, 2, 3$ ) و در مجموع 32 الکترون ( $n=4 \Rightarrow 2n^2 = 2(4)^2 = 32$ ) در این لایه جای می‌گیرد. در لایه چهارم الکترونی، زیرلایه‌های  $4s$  و  $4p$  در عنصرهای دوره چهارم پر می‌شوند. در عنصرهای واسطه دوره پنجم آخرین الکترون‌ها وارد زیر لایه  $4d$  و در لاتانیدها که در دوره ششم جای دارند آخرین الکترون وارد زیر لایه  $4f$  می‌شود. به عبارت دیگر زیر لایه‌های  $4s$ ،  $4p$ ،  $4d$  و  $4f$  در عنصرهای سه دوره مختلف در حال پر شدن هستند.

106. به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

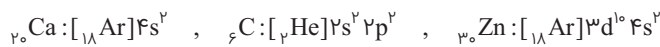
**(آ) درست است.**

**(ب) نادرست است.** ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها به عدد کوانتومی اصلی و فرعی ( $l, n$ ) وابسته است.

**(پ) نادرست است.** در سومین دوره جدول تناوبی 8 عنصر وجود دارد نه 18 عنصر!

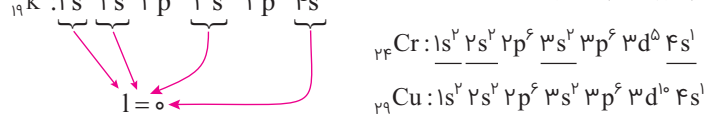
**(ت) درست است.**

107.  ${}_{20}Ca$ ،  ${}_{29}Cu$  و  ${}_{30}Zn$  به ترتیب جزو عنصرهای دسته  $s$ ،  $p$ ، و  $d$  هستند:



108.

با توجه به اطلاعات داده شده، آرایش الکترونی اتم عنصر مورد نظر می‌تواند به سه حالت باشد:



اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

**(الف) درست است.**

**(ب) نادرست است.**  $K$  عنصر واسطه نیست.

**(پ) نادرست است.** در مورد  $K$  و  $Cr$  صادق نیست.

**(ت) نادرست است.** باز هم در مورد  $K$  و  $Cr$  صادق نیست.





۱۰۹. ابتدا باید معین کنیم عنصر مورد نظر در چه دسته‌ای جای دارد:

(۱) عنصر مورد نظر نمی‌تواند جزو دسته s باشد. با توجه به آرایش الکترونی عنصر دسته s در این دوره می‌توان نوشت:

$$X: [_{18}Ar] 4s^n \Rightarrow \frac{\text{شمار الکترون‌های ظرفیت}}{\text{مجموع الکترون‌ها}} = \frac{4s \text{ های الکترون}}{18 + 4s \text{ های الکترون}} = \frac{14}{18 + (14 \cdot 2)}$$

عدد فوق حتماً بسیار کوچک‌تر از  $\frac{1}{4}$  است.

(۲) عنصر مورد نظر نمی‌تواند جزو دسته p باشد:

$$X: [_{18}Ar] 3d^x 4s^2 4p^n \Rightarrow \frac{\text{شمار الکترون‌های ظرفیت}}{\text{مجموع الکترون‌ها}} = \frac{4p \text{ و } 4s \text{ های الکترون}}{18 + 10 + 2 + n}$$

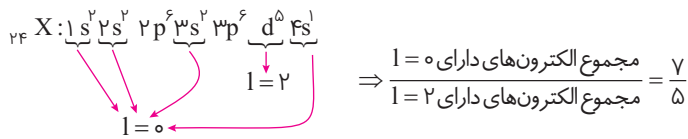
عدد اعشاری است و بزرگ‌تر از ظرفیت زیر لایه p می‌باشد.  $\Rightarrow \frac{2+n}{30+n} = \frac{1}{4} \Rightarrow x = \frac{22}{3} = 7 \frac{1}{3}$

پس عنصر مورد نظر در دسته d جای دارد و آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$$_{24}X: [_{18}Ar] 3d^5 4s^1 \Rightarrow \frac{\text{مجموع الکترون‌های ظرفیت}}{\text{مجموع الکترون‌ها}} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4}$$

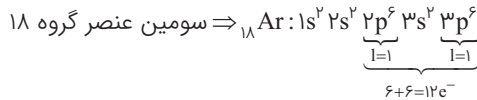
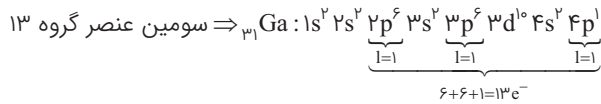
لایه ظرفیت

اگر آرایش الکترونی  $_{24}X$  را به صورت گسترده‌تر رسم کنیم خواهیم دید که در این اتم ۷ الکترون در زیر لایه s ( $l=0$ ) جای دارد:



۱۱۰. عدد کوانتومی فرعی  $l=1$  بیانگر زیر لایه p است و آرایش الکترونی عنصرهای گروه ۱۳ به  $np^1$  ختم می‌شود.

سومین عنصر گروه ۱۳ در دوره چهارم جای دارد ( $_{31}Ga$ ) و آرایش الکترونی آن به  $4p^1$  ختم می‌شود و در مجموع ۱۳ الکترون در آن در زیر لایه p جای دارند (زیرلایه‌های  $2p$  و  $3p$  در آن پر هستند که هر یک دارای ۶ الکترون می‌باشند). از سوی دیگر سومین عنصر گروه ۱۸ در دوره سوم جای دارد ( $_{18}Ar$ ) و آرایش الکترونی آن به  $3p^6$  ختم می‌شود و در مجموع دارای ۱۲ الکترون در این زیر لایه است (۶ الکترون دیگر در زیر لایه  $2p$  هستند). پس تفاوت شمار الکترون‌های دارای  $l=1$  در این دو عنصر برابر **یک الکترون** است.



۱۱۱. به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

(آ) **نادرست است.** در لایه 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 هستند که به ترتیب گنجایش ۱۸ و ۲۲ الکترون را دارند:

$$\text{الکترون } 18 \Rightarrow l=4 \Rightarrow \text{حداکثر گنجایش} = 4l+2 = 4(4)+2 = 18$$

$$\text{الکترون } 22 \Rightarrow l=5 \Rightarrow \text{حداکثر گنجایش} = 4(5)+2 = 22$$

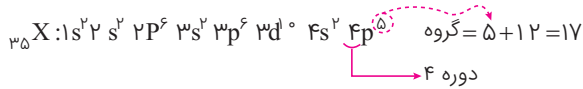
(ت) **درست است.** زیرلایه‌هایی که مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی (n+1) آن‌ها برابر ۷ است، عبارتند از:  $7s$ ،  $6p$ ،  $5d$  و  $4f$ . هیچ کدام از این زیرلایه‌ها در عنصرهای دوره چهارم پر نمی‌شوند. در دوره چهارم، زیرلایه‌های  $4s$ ،  $3d$  و  $4p$  پر می‌شوند.

(ث) **نادرست است.** حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در لایه چهارم برابر ۳۲ الکترون است.  $(2n)^2 = 2(4)^2 = 32$ . اما تعداد عنصرهای دوره اول تا سوم برابر ۱۸ عنصر است:

$$2 + 8 + 8 = 18$$

دوره اول      دوره سوم  
↑                    ↑  
دوره دوم

۱۱۲. عدد کوانتومی  $l=1$  بیان‌گر زیرلایه  $p$  می‌باشد و اتمی که ۱۷ الکترون در زیرلایه  $p$  خود دارد، باید آرایش الکترونی آن به صورت زیر باشد:



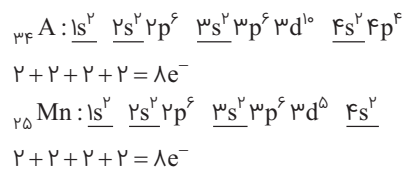
همان‌طور که ملاحظه می‌شود آخرین زیرلایه اشغال شده اتم بالا (یعنی  $4p$ ) دارای ۵ الکترون است و این عنصر در دوره چهارم و گروه ۱۷ جدول دوره‌ای جای دارد.

۱۱۳. عنصر A متعلق به گروه ۱۶ است که در لایه ظرفیت خود ۶ الکترون دارند. در این گروه علاوه بر A، پنج عنصر دیگر نیز وجود دارند. اما در لایه ظرفیت عنصرهای گروه ۶ نیز (مانند  ${}_{24}Cr$ ) ۶ الکترون در لایه ظرفیت وجود دارد. بنابراین مجموع عنصرهایی که در لایه ظرفیت خود ۶ الکترون دارند بیش‌تر از ۵ عنصر است.

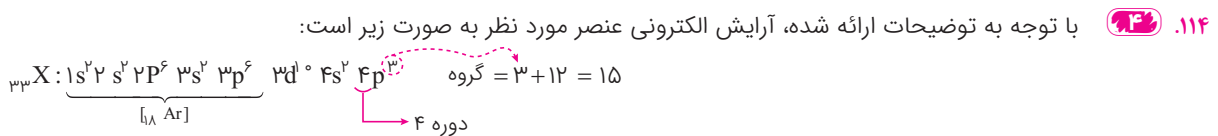
### بررسی سایر گزینه‌ها:

**گزینه «۱»:** اتم A با گرفتن ۲ الکترون به آرایش گاز نجیب پس از خود ( ${}_{36}Kr$ ) می‌رسد. اندازه یون  $A^{2-}$  از اتم A بزرگ‌تر است. همواره اندازه یک آنیون از اتم خنثای خود بزرگ‌تر است.

**گزینه «۲»:** منظور از پنجمین عنصر واسطه  ${}_{25}Mn$  است که تعداد الکترون‌های دارای  $l=0$  آن با اتم A یکسان است. ( $l=0$ ) بیان‌گر زیرلایه  $s$  است)



**گزینه «۴»:** عدد اتمی A و آخرین عنصر گروه ۱۶ به ترتیب ۳۴ و ۱۱۶ است؛ پس:



### اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

**(آ) درست است.** گاز نجیب دوره چهارم  ${}_{36}Kr$  است (که در گروه ۱۸ جای دارد) و 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 لایه خود (لایه 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 لایه ظرفیت خود، دارای زیرلایه نیم‌پر هستند:



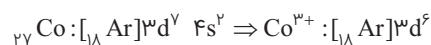
**(ت) درست است.** با توجه به آرایش الکترونی  ${}_{33}X$  می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} n+1=4 \Rightarrow 3p^6, 4s^2 \Rightarrow 8e^- \\ n+1=5 \Rightarrow 3d^1, 4p^3 \Rightarrow 4e^- \end{aligned} \right\} \Rightarrow 13 - 8 = 5e^-$$

۱۱۵. عدد اتمی گاز نجیب دوره سوم  $({}_{18}Ar)$  است، پس اگر ۱۸ را با ۹ جمع کنیم عدد اتمی کبالت به دست می‌آید:

$$18 + 9 = 27$$

در  $CoCl_3$  کاتیون به صورت  $Co^{3+}$  می‌باشد، پس می‌توان نوشت:



لازم است که عدد اتمی ۳۶ عنصر اول جدول دوره‌ای را حفظ باشید!

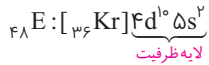




۱۱۶. عنصر E در دوره پنجم جدول دوره‌ای قرار دارد و گاز نجیب این دوره زنون ( ${}_{54}\text{Xe}$ ) است، پس تعداد الکترون‌های  $E^{2+}$  برابر است با:

$$E^{2+} = 48e^- \rightarrow 46e^- = 54 - 8 = 46e^- = \text{تعداد الکترون‌های } E^{2+}$$

در یک اتم خنثی شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است، پس عدد اتمی عنصر E برابر ۴۸ است و آرایش الکترونی اتم آن به صورت روبه‌رو می‌باشد:



در لایه ظرفیت این اتم ۱۲ الکترون وجود دارد که بیشترین تعداد الکترون لایه ظرفیت در میان عنصرهای هم دوره است.

### بررسی سایر گزینه‌ها:

**گزینه «۱»:** آرایش الکترونی E همانند بیشتر عناصر جدول از قاعده آفا پیروی می‌کند.

**گزینه «۳»:** عدد جرمی ایزوتوپ با ۶۶ نوترون آن برابر ۱۱۴ (= ۴۸ + ۶۶) است.

**گزینه «۴»:** نسبت y به x برابر  $\frac{2}{3} = \frac{1}{1}$  است.

۱۱۷. **گزینه «۱» درست است.** حداکثر گنجایش لایه سوم:  $2(3)^2 = 18$  و مجموع اعداد کوانتومی زیر لایه‌های لایه چهارم:  $0 + 1 + 2 + 3 = 6$

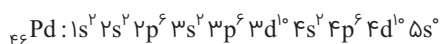
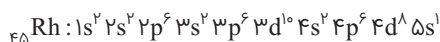
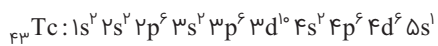
**گزینه «۲» درست است.** تعداد عناصر دوره دوم ۸ تا می‌باشد و تعداد زیر لایه‌های لایه سوم نیز ۳ عدد است.

**گزینه «۳» نادرست است.** عدد اتمی نخستین عضو گروه ۱۶ (اکسیژن) برابر ۸ است و در دوره چهارم به ترتیب از راست به چپ زیر لایه‌های ۴s، ۳d و ۴p الکترون می‌پذیرند که مجموع عددهای کوانتومی فرعی این زیر لایه‌ها برابر ۳ است. پس اختلاف این دو عدد برابر ۵ است.

**گزینه «۴» درست است.** عدد اتمی چهارمین گاز نجیب ( ${}_{36}\text{Kr}$ ) و حداکثر گنجایش لایه سوم  $2(3)^2 = 18$  می‌باشد.

۱۱۸. عدد اتمی لاتانیدها از ۵۷ تا ۷۰ است و اولین عضو آن‌ها لانتان ( ${}_{57}\text{La}$ ) است و جمعاً هم ۱۴ عنصر جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند. پس گزینه (۲) عبارتی نادرست است. سایر گزینه‌ها همگی درست هستند.

۱۱۹. با توضیحات داده شده، آرایش الکترونی اتم‌های مورد نظر را رسم می‌کنیم:



اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

**عبارت اول: نادرست است.** آخرین زیر لایه  ${}_{43}\text{Tc}$ ، ۵s است که مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی آن برابر ۵ است:

$$5s \Rightarrow n + l = 5 + 0 = 5$$

**عبارت دوم: درست است.** در  ${}_{43}\text{Tc}$  مجموعاً ۱۶ الکترون در زیر لایه‌های ۳d و ۴d ( $l=2$ ) جای دارند و در  ${}_{46}\text{Pd}$  مجموعاً ۸

$$\frac{\text{تعداد الکترون‌های } 4d \text{ در } l=2}{\text{تعداد الکترون‌های } 4d \text{ در } l=0} = \frac{16}{8} = 2 \quad \text{و } 4s \text{ و } 3s, 2s, 1s \text{ جای دارند؛ بنابراین:}$$

**عبارت سوم: نادرست است.** در Rh چهار زیر لایه دارای ۲ الکترون هستند (زیر لایه‌های ۱s، ۲s، ۳s و ۴s).

**عبارت چهارم: نادرست است.** در Pd، سی و هفتمین الکترون وارد زیر لایه ۴d می‌شود که عددهای کوانتومی آن  $n=4$  و  $l=2$  است.

۱۲۰. همان تکنسیم ( ${}_{93}\text{Tc}$ ) است که می‌دانیم پرتوزاست. اما E هم پرتوزاست چون عدد اتمی آن برابر ۸۵ است ( ${}_{85}\text{E}$ ) و می‌دانید که همه عنصرهایی که عدد اتمی آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۸۴ باشد ( $Z \geq 84$ ) پرتوزا هستند. اگر عدد جرمی E برابر ۲۱۰ باشد:

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



### بررسی سایر گزینه‌ها:

**گزینه «۱»:** عدد اتمی Z برابر ۴ است. همان‌طور که گفته شد گروه ۳ پرجمعیت‌ترین گروه جدول تناوبی با ۳۲ عنصر است که ۲۸ تایی 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 Z و آخرین عنصر گروه ۳ برابر ۹۹ (۱۰۳ - ۴ = ۹۹) است.

**گزینه «۲»:** عدد اتمی X برابر ۳۱ است، پس کاتیون  $X^{3+}$  دارای ۲۸ الکترون است. این در حالی است که گاز نجیب دوره قبل (یعنی  $Ar_{18}$ ) دارای ۱۸ الکترون است.

**گزینه «۳»:** عدد اتمی B برابر ۱۶ است. تعداد ذره‌های زیراتمی در یون  $B^{3-}$  برابر ۵۰ است:

$$50 = 32 + 18 = \underbrace{\text{تعداد الکترون‌ها} + \text{تعداد پروتون‌ها}}_{A=32} + \underbrace{\text{تعداد الکترون‌ها}}_{(Z+2)} \text{ } B^{3-}_{16}$$

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

**۱۲۱. مورد اول: درست است.**

**مورد دوم: درست است.** انرژی زیر لایه‌ها به  $n+1$  وابسته است، اگر  $n+1$  در دو زیر لایه یکسان بود، زیر لایه با  $n$  بالاتر انرژی بیشتری دارد.

**مورد سوم: نادرست است.** لزوماً صحیح نیست، مثلاً آهن ( $Fe_{26}$ ) با ۸ الکترون ظرفیت واکنش‌پذیری کم‌تری نسبت به کلسیم ( $Ca_{20}$ ) با ۲ الکترون ظرفیت دارد.

**مورد چهارم: درست است.** زیر لایه با  $l=4$  گنجایش  $(4l+2) = 18$  الکترون دارد که با شمار عناصر دوره پنجم یکسان است.

**مورد پنجم: نادرست است.** مثلاً  $Cr_{24}$  و  $S_{16}$  الکترون ظرفیت یکسان دارند اما در یک گروه نیستند.

**۱۲۲. عبارتهای درست و نادرست به قرار زیر هستند:**

**(آ) نادرست است.** عنصرهای گروه ۲، ۱۲ و ۱۸ دارای زیر لایه‌های کاملاً پر هستند و از میان عنصرهای ۱ تا ۳۶ جدول دوره‌ای این عنصرها عبارتند از  $He_2$ ،  $Be_4$ ،  $Ne_{10}$ ،  $Mg_{12}$ ،  $Ar_{18}$ ،  $Ca_{20}$ ،  $Zn_{30}$  و  $Kr_{36}$ ؛ یعنی در مجموع ۸ عنصر.

**(ب) نادرست است.** عنصرهای گروه ۱ (بجز  $H_1$ ) تا ۱۲ همگی فلز هستند و همچنین برخی از عنصرهای دسته p (گروه‌های ۱۳ تا ۱۸) نیز فلز هستند. فلزهای مورد نظر عبارتند از:

-  $Li_3$ ،  $Be_4$ ،  $Na_{11}$ ،  $Mg_{12}$ ،  $K_{19}$  و  $Ca_{20}$  ← عنصرهای دسته  $s \leftarrow 6$  عنصر

-  $Sc_{21}$ ،  $Ti_{22}$ ،  $V_{23}$ ،  $Cr_{24}$ ،  $Mn_{25}$ ،  $Fe_{26}$ ،  $Co_{27}$ ،  $Ni_{28}$ ،  $Cu_{29}$ ،  $Zn_{30}$  ← عنصرهای دسته  $d \leftarrow 10$  عنصر

-  $Al_{13}$  و  $Ga_{31}$  ← عنصرهای دسته  $p \leftarrow 2$  عنصر

پس در مجموع ۱۸ عنصر فلزی وجود دارد.

**(پ) نادرست است.** ۹ عنصر گازی وجود دارد که عبارتند از:  $H_1$ ،  $He_2$ ،  $N_7$ ،  $O_8$ ،  $F_9$ ،  $Ne_{10}$ ،  $Cl_{17}$ ،  $Ar_{18}$  و  $Kr_{36}$ .

**(ت) نادرست است.** ۲ عنصر از یک دسته یعنی دسته d وجود دارند که آرایش الکترونی آن‌ها از قاعده آفا پیروی نمی‌کند. این دو



عنصر  $^{24}_{24}Cr$  و  $^{29}_{29}Cu$  هستند:



**۱۲۳. به بررسی عبارتهای می‌پردازیم:**

**(آ) نادرست است:** F و D به ترتیب  $Ca_{20}$  و  $Cl_{17}$  هستند که ترکیب یونی حاصل از آن‌ها به صورت  $(CaCl_2)_p$  FD<sub>p</sub> می‌باشد. از طرفی B و C به ترتیب  $Al_{13}$  و  $F_9$  هستند که ترکیب یونی حاصل به صورت  $(AlF_3)_3$  BC<sub>3</sub> می‌باشد:

$$\left. \begin{array}{l} CaCl_2 \quad Ca^{2+} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{1}{2} \\ AlF_3 \quad Al^{3+} \Rightarrow \frac{\text{شمار آنیون}}{\text{شمار کاتیون}} = \frac{3}{1} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$





۱۲۶. به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

(آ) **نادرست است.** همان‌طور که گفته شد در ترکیب‌های یونی چیزی به نام مولکول نداریم!

(ب) **درست است.** اندازه یون Cl بزرگ‌تر از اتم Cl اما اندازه یون  $\text{Na}^+$  کوچک‌تر از اتم Na است.

(پ) **درست است.**

(ت) **نادرست است.** یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  هم الکترون نیستند. یون  $\text{Na}^+$  دارای ۱۰ الکترون اما یون  $\text{Cl}^-$  دارای ۱۸ الکترون است.

۱۲۷. **گزینه «ا» نادرست است.** زیرا تنها یون‌های سدیم در خیارشور باعث ایجاد نور زرد می‌شوند و یون‌های منفی تأثیری ندارند.

۱۲۸. به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

(آ) **درست است.** پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن  $^3_1\text{H}$  است که دارای ۴ نوترون است. عدد اتمی اولین گاز نجیب (یعنی  $^4_2\text{He}$ ) برابر ۲ است. بنابراین تعداد نوترون‌های  $^3_1\text{H}$  ۲ برابر عدد اتمی  $^4_2\text{He}$  می‌باشد.

(ب) **نادرست است.** پرتوهایی که طول موج آن‌ها بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است در ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیسی قرار می‌گیرند. در اتم هیدروژن این پرتوها هنگام انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به **لایه دوم** ( $n=2$ ) نشر می‌شوند.

(پ) **درست است.**

(ت) **درست است.** برای تشکیل هر مول آلومینیم اکسید ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ۶ مول الکترون جابه‌جا می‌شود که این عدد برابر عدد جرمی ایزوتوپ سبک‌تر لیتیم یعنی  $^6_3\text{Li}$  می‌باشد.

۱۲۹.  $^4_2\text{X}$  همان  $^4_2\text{Ca}$  و  $^3_3\text{Z}$  همان  $^3_3\text{Zn}$  است.

**مورد اول: نادرست است.** شمار الکترون‌های لایه سوم عنصر  $^8_4\text{X}$  تا  $(3s^2 3p^6)$  و شمار الکترون‌های لایه سوم عنصر  $^8_3\text{Z}$  ۱۸ تا  $(3s^2 3p^6 3d^0)$  است.

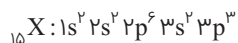
**مورد دوم: نادرست است.** یون  $\text{Z}^{2+}$  آرایش گاز نجیب ندارد.

**مورد سوم: درست است.**

**مورد چهارم: درست است.**

**مورد پنجم: نادرست است.** لایه سوم در یون  $\text{X}^{2+}$  کاملاً از الکترون پر نیست.

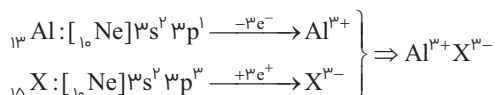
۱۳۰. عنصری که در گروه ۱۵ و دوره سوم جدول دوره‌ای قرار دارد، دارای آرایش الکترونی زیر است:



اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

(الف) **نادرست است.** در آرایش الکترونی اتم عنصر مورد نظر هیچ الکترونی در زیر لایه  $3d$  ( $l=2$  و  $n=3$ ) وجود ندارد.

(ب) **درست است.** سیزدهمین عنصر جدول تناوبی، فلز آلومینیم ( $^{13}\text{Al}$ ) است که با این نافلز ترکیبی یونی با فرمول  $\text{AlX}$  تولید می‌کند که نسبت اتم‌ها در آن یک به یک است.



(پ) **درست است.** در آخرین زیر لایه اتم X، سه الکترون وجود دارد ( $3p^3$ ) و تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن نیز برابر ۳ است ( $^1_1\text{H}$ ،  $^2_1\text{H}$  و  $^3_1\text{H}$ ).

(ت) **درست است.** آرایش الکترونی  $^{33}\text{Y}$  به صورت روبه‌رو است: گروه  $15 = 12 + 3$   $^{33}\text{Y}: [^{18}\text{Ar}] 3d^10 4s^2 4p^3$

۱۳۱. اگر X عنصری از گروه دوم (فلزهای قلیایی خاکی) باشد یون پایدار آن به صورت  $\text{X}^{2+}$  خواهد بود و با توجه به توضیحات داده شده، عنصر Y هم باید یونی به صورت  $\text{Y}^{2-}$  تشکیل دهد. تنها عنصرهای گروه ۱۶ می‌توانند چنین یونی تشکیل دهند. پس Y نمی‌تواند عنصری از گروه ۱۷ باشد.





**بررسی سایر گزینه‌ها:**

**گزینه «۱»:** با توجه به اینکه در ترکیب یونی XY هر دو یون به آرایش الکترونی گاز نجیب یکسانی رسیده‌اند پس باید فاصله این دو عنصر از این گاز نجیب یکسان باشد. برای مثال اگر Y در گروه ۱۷ باشد، X باید در گروه ۱ باشد و یا اگر Y در گروه ۱۶ باشد، X باید در گروه ۲ باشد که در این صورت اختلاف عدد اتمی آن‌ها به ترتیب برابر ۲ و ۴ خواهد بود.

**گزینه «۲»:** آرایش الکترونی Y به صورت:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$  است که یون  $Y^{2-}$  را تشکیل می‌دهد. پس X باید عنصری از گروه ۲ و دوره چهارم باشد که آرایش الکترونی آن به صورت:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2$  خواهد بود و همان‌طور که می‌بینید در زیر لایه‌های s آن در مجموع ۸ الکترون وجود دارد.

**گزینه «۴»:** اگر X دو زیرلایه پر داشته باشد آرایش الکترونی آن به صورت:  $1s^2 2s^2$  خواهد بود که اولین عنصر گروه ۲ است یعنی Be. بریلیم نمی‌تواند یون  $Be^{2+}$  تشکیل دهد (اصلاً بریلیم ترکیب یونی تشکیل نمی‌دهد!). پس عنصر X نمی‌تواند تنها دو زیرلایه کاملاً پر داشته باشد.

۱۳۲

$$\left. \begin{aligned} ۸۴g MgS \times \frac{۱mol MgS}{۵۶g MgS} \times \frac{۲mol یون}{۱mol MgS} &= ۳mol یون \\ ۱۶/۶g Na_۳N \times \frac{۱mol Na_۳N}{۸۳g Na_۳N} \times \frac{۳mol Na^+}{۱mol Na_۳N} &= ۰/۶mol Na^+ \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{۳}{۰/۶} = ۵$$

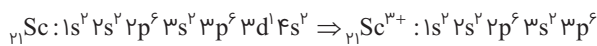
۱۳۳. به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

**عبارت اول: درست است.** آرایش الکترونی گازهای نجیب به  $ns^2 np^6$  ختم می‌شود (البته بجز هلیوم  $He$  که به  $1s^2$  ختم می‌شود)، گازهای نجیب واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند.

**عبارت دوم: نادرست است.** در هر دوره بیش‌ترین مقدار شعاع اتمی مربوط به عنصرهای گروه ۱ است که آرایش الکترون آن‌ها به  $ns^1$  ختم می‌شود. کم‌ترین شعاع اتمی در هر دوره مربوط به گازهای نجیب است.

**عبارت سوم: درست است.** آرایش  $ns^2 np^6$  می‌تواند مربوط به آنیون‌های تک اتمی  $X^-$  (مانند  $Cl^-$ )،  $X^{2-}$  (مانند  $S^{2-}$ ) یا  $X^{3-}$  (مانند  $P^{3-}$ ) باشد.

**عبارت چهارم: نادرست است.** اتفاقاً آرایش الکترونی  $ns^2 np^6$  می‌تواند مربوط به کاتیون یک عنصر واسطه باشد. به عنوان مثال آرایش الکترونی یون  $Sc^{3+}$  به صورت زیر است:



۱۳۴. به ازای هر ۱ مول آلومینیوم در این ترکیبات ۳ مول الکترون جابه‌جا می‌شود. پس ابتدا تعداد مول‌های الکترونی که جابه‌جا شده است را به دست می‌آوریم.

$$\frac{۳}{۰۱} \times ۱۰^{۲۴} e^- \times \frac{۱mole^-}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} e^-} = ۵mole^-$$

$$۵mole^- \times \frac{۱mol Al}{۳mole^-} \times \frac{۱mol AlF_۳}{۱mol Al} \times \frac{۸۴g}{۱mol AlF_۳} = ۱۴۰g AlF_۳$$

جرم آلومینیوم فلئورید:

$$۵mole^- \times \frac{۱mol Al}{۳mole^-} \times \frac{۱mol Al_2O_۳}{۲mol Al} \times \frac{۱۰۲g Al_2O_۳}{۱mol Al_2O_۳} = ۸۵g Al_2O_۳$$

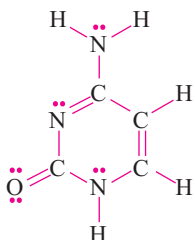
جرم آلومینیوم اکسید:

$$\frac{۱۴۰}{۸۵} = ۱/۶۵$$

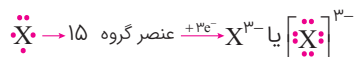
نسبت خواسته شده:

۱۳۵. 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.



۱۳۶. عنصر  $X$  در گروه ۱۵ جای دارد و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب می‌تواند ۳ الکترون بگیرد و به یون  $X^{3-}$  تبدیل شود.



فلزهای گروه ۱ (فلزهای قلیایی) هم کاتیون یک بار مثبت ( $M^+$ ) تشکیل می‌دهند.

در ترکیب عنصر  $X$  با یک فلز قلیایی ترکیبی یونی با فرمول  $M_3X$  تشکیل می‌شود که:

$$M_3X \left\{ \begin{array}{l} M^+ \\ X^{3-} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{3}{1} = 3$$

### بررسی سایر گزینه‌ها:

**گزینه «۱»:** برخی از عنصرهای سرگروه دسته  $p$  مانند  $N$ ،  $O$  و  $F$  نمی‌توانند به تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت خود پیوند ایجاد کنند. به عنوان مثال  $O$  و  $F$  و  $6$  و  $7$  الکترون ظرفیتی دارند نمی‌توانند به ترتیب  $6$  و  $7$  پیوند ایجاد کنند.

**گزینه «۳»:** آنیون تک اتمی یعنی فقط از یک نوع اتم و یک عدد اتم تشکیل شده باشد، مانند  $Cl^-$  و  $F^-$ .

**گزینه «۴»:** باید گفته می‌شد اگر دو عنصر آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن‌ها مشابه باشد، خاصیت شیمیایی آن‌ها هم مشابه است. دو عنصر  $P$  و  $V$  در لایه ظرفیت خود ۵ الکترون دارند اما یکی نافلز است و دیگری یک فلز واسطه که خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها با یکدیگر بسیار تفاوت دارد.



۱۳۷. به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

**(آ) نادرست است.**

**(ب) نادرست است.** در یک ترکیب یونی سه تایی، سه نوع عنصر متفاوت وجود دارد.

**(پ) نادرست است.** این اتم تمایل دارد همه الکترون‌های ظرفیتی خود را از دست بدهد، نه تعدادی را.

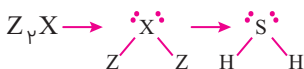
**(ت) نادرست است.** اغلب فلزهای واسطه کاتیون‌هایی تشکیل می‌دهند که فاقد آرایش الکترونی گازهای نجیب هستند.

۱۳۸. به بررسی عبارت‌های مطرح شده می‌پردازیم:

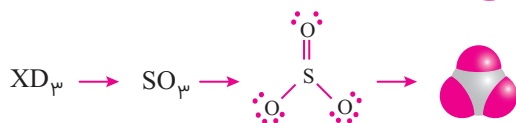
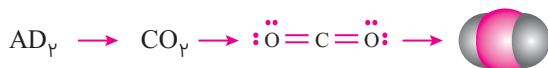
**عبارت اول: درست است.** مولکول حاصل از  $A$  و  $E$  به صورت  $AE_4$  است ( $A$  و  $E$  به ترتیب  $C$  و  $Cl$  است).



**عبارت دوم: درست است.** شمار پیوندهای کووالانسی در  $D_4$  ( $O_4$ ) و  $Z_4X$  و  $X$  به ترتیب  $H$  و  $S$  هستند و  $Z_4X$  همان  $H_4S$  می‌باشد برابر است:



**عبارت سوم: درست است.** از واکنش  $D_4A_2(B_2O)$  و  $D_4X(S_2O)$  مولکول‌های  $D_4A_2(CO_2)$  و  $D_3X(SO_3)$  می‌تواند حاصل شود:



البته اکسیژن با کربن و گوگرد، کربن مونوکسید ( $CO$ ) و گوگرد دی‌اکسید ( $SO_2$ ) هم می‌تواند تشکیل دهد.

**عبارت چهارم: درست است.** عنصر  $D$ ،  $Z$  و  $E$  (به ترتیب  $H$ ،  $O$  و  $Cl$ ) در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی

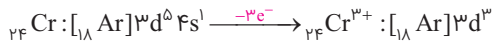
$H_2$ ،  $O_2$  و  $Cl_2$ ) وجود دارند.





۱۳۹. **۴** به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

(آ) مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی (n+l) الکترون‌های جدا شده از  $Cr^{3+}$  برابر است با:



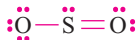
یک الکترون از 4s و دو الکترون از 3d جدا شده است:

$$\left. \begin{aligned} 4s \rightarrow n+l = 4+0 = 4 \Rightarrow 1 \times 4 = 4 \\ 3d \rightarrow n+l = 3+2 = 5 \Rightarrow 2 \times 5 = 10 \end{aligned} \right\} 4+10 = 14$$

(ب) در  $CS_2$  و  $N_2O$ ، نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی برابر ۱ است:

$$CS_2 \Rightarrow \ddot{S} = C = \ddot{S} \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$N_2O \Rightarrow :N \equiv N - \ddot{O}: \Rightarrow \frac{\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی}}{\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی}} = \frac{4}{4} = 1$$



در  $SO_2$ ، این نسبت برابر با  $\frac{6}{3} = 2$  است:

(پ) تعداد اتم‌های موجود  $C_4H_6O$  و  $SO_3$  به قرار زیر است:

$$C_4H_6O \Rightarrow \text{جرم مولی} = 2C + 6H + O = 2(12) + 6(1) + 16 = 46 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$C_4H_6O \text{ اتم } 9 \sim 1 \text{ mol } C_4H_6O \sim 46 \text{ g} \sim 9N_A \text{ اتم} \Rightarrow \text{یک مولکول } C_4H_6O$$

$$\begin{matrix} \text{تعداد اتم} \\ \text{g } C_4H_6O \\ \begin{bmatrix} 46 & 9N_A \\ 2/3 & x \end{bmatrix} \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{2/3 \times 9N_A}{46} = 0.45N_A \text{ اتم}$$

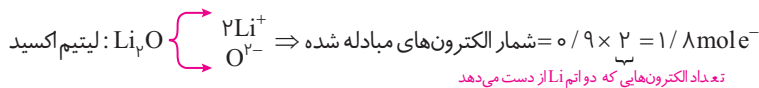
$$SO_3 \Rightarrow \text{جرم مولی} = S + 3O = 32 + 3(16) = 80 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$SO_3 \text{ اتم } 4 \sim 1 \text{ mol } SO_3 \sim 80 \text{ g} \sim 4N_A \text{ اتم} \rightarrow \text{یک مولکول } SO_3$$

$$\begin{matrix} \text{اتم} \\ \text{g } SO_3 \\ \begin{bmatrix} 80 & 4N_A \\ 4 & x \end{bmatrix} \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{4 \times 4N_A}{80} = 0.2N_A \text{ اتم}$$

پس تعداد اتم‌های موجود در  $2/3$  گرم  $C_4H_6O$  **بیش‌تر** از تعداد اتم‌ها در ۴ گرم  $SO_3$  است.

(ت) شمار الکترون‌های مبادله شده به قرار زیر است:



۱۴۰. **۳** بدون شرح!

بررسی سایر گزینه‌ها:

**گزینه «۱»:** اگر عنصری از گروه ۱۵ جدول تناوبی باشد فرمول ترکیب هیدروژن‌دار آن به صورت  $XH_3$  است.

**گزینه «۲»:** اگر عنصر X در گروه دوم جدول تناوبی باشد فرمول ترکیب هیدروژن‌دار آن به صورت  $XH_2$  خواهد بود.

**گزینه «۴»:** ظرفیت عنصرهای گروه ۱۵ و ۱۶ در ترکیب با هیدروژن به ترتیب برابر ۳ و ۲ است:

(شماره گروه) - ۱۸ = ظرفیت عنصرهای گروه ۱۴ تا ۱۷ در ترکیب با هیدروژن

۱۴۱. **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 ( ${}_{21}B, {}_{53}A$ ) و در جدول دوره‌ای بین دو عنصر، ۳۱ عنصر قرار گرفته است.

$$\text{عنصر } 31 = (53 - 21) - 1 = \text{تعداد عنصرهای بین } {}_{21}B, {}_{53}A$$

