



# شیمی

## پاورتست

PowerTest

دہم

محمد حسین انوشہ • محمد حسن محمدزادہ مقدم



مہروماہ

به یاد زنده یاد خشایار کجوری  
فرزند همکار گرامی خانم امینی هنجنی  
دانش آموز مستعد و مهربانی که تقدیر فرصت  
شرکت در کنکور را به او نداد. روانش شاد.

## مقدمه



این کتاب برای استفاده دانش آموزان سال دهم تألیف شده است. با استفاده از این کتاب، می‌توانید پایه‌های درس شیمی خود را مستحکم کرده و مفاهیم بنیادی شیمی دبیرستان را به خوبی فهمیده و یاد بگیرید و تا انتهای دوره دبیرستان، مشکلی با درس شیمی نداشته باشید.

■ **روند آموزشی کتاب:** در تألیف این کتاب، تمام تلاش خود را به کار گرفتیم تا کتابی فراهم شود که:

- ۱ کتاب درسی را به طور کامل پوشش دهد.
- ۲ اهداف آموزشی کتاب درسی رعایت شده و مطلبی خارج از چارچوب این اهداف، مطرح نشود.
- ۳ دسته‌بندی مطالب ارائه شده در درس‌نامه‌ها، مناسب تدریس در کلاس دهم باشد.
- ۴ نکات تستی و روش‌های کوتاه برای حل سؤال‌ها به طور کامل ارائه شود
- ۵ تست‌ها به ترتیب از ساده به دشوار چیدمان شود و تعداد تست‌های متوسط و دارای استاندارد غالب کنکور، بیشترین باشد.

■ **تست‌ها:** در مجموع، بیش از ۶۰۰ تست در سه فصل این کتاب ارائه شده است.

این تست‌ها شامل تست‌های تألیفی و هم‌چنین، تست‌های کنکور تا سال ۹۸ هستند. ما همه سعی خود را به کار گرفتیم که ضمن این که تست‌ها کامل بوده و نیاز یک دانش آموز مستعد و کوشای سال دهم را به طور کامل برآورده کنند، علف هرزی هم توی آن‌ها نباشد. توجه داشته باشید که در کنکور در درس شیمی، تاکنون تستی از مطالب «آیا می‌دانید؟» مطرح نشده (مگر یکبار: سال ۱۳۸۴، که یک سؤال از مباحث «بیشتر بدانید» مطرح شده بود، ولی سازمان سنجش آن یک سؤال را هم حذف کرد) و به همین دلیل، ما هم هیچ تستی از مباحث مربوط به «آیا می‌دانید؟» ارائه نکرده‌ایم.

■ **آزمون‌های عبارات:** در انتهای هر فصل از کتاب، حدود ۱۰ آزمون عبارات «درست - نادرست» ارائه شده که بررسی آن‌ها، موجب تسلط شما به متن کتاب درسی و مفاهیم آن خواهد شد. در هر یک از سه فصل، این آزمون‌ها مبحث‌بندی شده هستند و آزمون عبارات انتهایی هر فصل، از کل آن فصل طراحی شده است. این آزمون‌ها منحصر به فرد و بسیار مفید هستند.

■ **پاسخ تشریحی:** در تألیف پاسخ تشریحی تست‌ها، تلاش بسیاری کردیم که ضمن این که برای فهمیدن حتی دانش آموزان ضعیف‌تر کافی باشند، اما بیخودی عریض و طویل هم نباشند.

ضمن ارائه پاسخ‌های تشریحی، تعداد قابل توجهی «نکته»، «ترفند محاسباتی»، «دام آموزشی» و ... نوشته شده است.

■ **حرف آخر:** برنامه ما برای این کتاب این بود که بی‌آن که حجم آن، خیلی زیاد شود، به اندازه کافی درسنامه‌های مفهومی و نکات تستی و تست‌های مفید و آموزشی داشته باشد. انصافاً به آنچه می‌خواستیم، رسیدیم: حجم مناسب، تعداد تست مناسب و کافی، آموزش مفاهیم و نکات: کافی و کامل.

## تقدیر و تشکر از:

- کل مهروماهی‌های نازنین که در آماده شدن و رسیدن این کتاب به دست شما به‌نحوی دست داشته‌اند.
- مدیر عامل خوش فکر مهروماه، جناب آقای احمد اختیاری که مانند همیشه از ما حمایت کرده‌اند
- مدیر اجرایی قدرتمند مهروماه، آقای حسن امین‌ناصري
- مدیر پخش محترم مهروماه، آقای عباس گودرزی
- سرکار خانم سمیرا سیاوشی (مدیر تولید)، آقای میلاد صفایی (مدیر فنی) و خانم الهام پیلوایه (صفحه‌آرای توانمند و مهربان) و سایر عزیزان گروه تولید مهروماه، که انصافاً بهترین گروه تولید خاورمیانه و دور و نزدیک را تشکیل می‌دهند.
- آقایان محسن فرهادی (مدیر دوست‌داشتنی واحد هنری)، تایماز کاویانی (طراح بی‌نظیر گرافیک کتاب)
- آقای امیر انوشه (مدیریت قدرتمند سایت مهروماه)، آقای علی نظیف (مدیر زحمتکش روابط عمومی مهروماه) و آقای صادقی (ناظر چاپ مهروماه)

اساتید توانمند و گرانقدر شیمی کشور که در تأمین محتوای آموزشی و تست‌های این کتاب و یا در ویرایش و بازسازی آن، نقش ارزشمندی داشته‌اند، از جمله:

- آقای دکتر مصطفی صابونی (استاد بزرگوار و دوست قدیمی و مهربانم)
- آقای دکتر ماشاالله سلیمانی (مدیر شیمی آزمون‌های گزینه «۲» و استاد زبردست شیمی)
- آقای محمد علی زیرک (یار و همراه قدیمی و پشتیبان همیشگی‌ام)
- آقای دکتر مرتضی رضایی‌زاده (دوست مهربان و توانمندم)
- سرکار خانم فخرالسادات امینی هنجنی (تهران)
- سرکار خانم بهناز نصیری (تهران)
- دکتر فیض‌الله کریمی (خوزستان)
- آقای سعید رستگار (تبریز)
- آقای ابوالفضل امیر اعظمی (گرگان)
- آقای بهروز مجیدی (کردستان)
- آقای جلال حسینی‌علی (قزوین)
- آقای جلال نوری (آذربایجان)
- آقای مسعود حیدریان (کرج)
- آقای محمد رضا طهرانچی (کرج)
- آقای سیف‌الله فرامرزی (تهران)
- آقای رضا جعفری فیروز آبادی (تهران)
- آقای دکتر علی علوی نیک (تهران)

که همگی از سرمایه‌های گرانقدر آموزش شیمی کشور هستند.

در پایان، لازم می‌دانم تقدیری ویژه از آقای دکتر محمد حسن محمدزاده مقدم کرده باشم که در سطر به سطر تألیف این کتاب، همراه من بودند. مؤلف و استاد جوانی که بی‌تردید یکی از ستارگان آینده آموزش شیمی کشور خواهند بود.

# فهرست

## فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

۹

|    |                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۱۰ | ۱ پیدایش کیهان و عناصرها                                              |
| ۱۲ | ۲ عدد اتمی، عدد جرمی و نماد همگانی اتم                                |
| ۱۳ | ۳ ایزوتوپها و رادیوایزوتوپها                                          |
| ۱۹ | ۴ طبقه‌بندی عناصرها                                                   |
| ۲۰ | ۵ جرم اتمی عناصرها                                                    |
| ۲۵ | ۶ شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها                                       |
| ۲۷ | ۷ نور، کلید شناخت جهان                                                |
| ۳۰ | ۸ کشف ساختار اتم                                                      |
| ۳۲ | ۹ عددهای کوانتومی اصلی و فرعی - توزیع الکترون در لایه‌ها و زیرلایه‌ها |
| ۳۷ | ۱۰ لایه ظرفیت و موقعیت عناصرها در جدول دوره‌ای                        |
| ۴۱ | ۱۱ ساختار اتم و رفتار آن                                              |
| ۴۴ | ۱۲ آرایش الکترونی یون‌ها                                              |
| ۴۶ | ۱۳ واکنش میان یک عنصر فلزی با یک عنصر نافلزی - تشکیل پیوند یونی       |
| ۴۹ | ۱۴ واکنش میان دو عنصر نافلزی - تشکیل پیوند کووالانسی (اشتراکی)        |
| ۵۲ | آزمون عبارات فصل ۱                                                    |
| ۵۹ | پاسخ‌نامه تشریحی                                                      |
| ۷۶ | پاسخ آزمون عبارات                                                     |
| ۸۱ | پاسخ‌نامه کلیدی                                                       |

۸۳

## فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ۸۴ | ۱ نگاهی به هواکره                    |
| ۹۴ | ۲ نام‌گذاری ترکیب‌های یونی و مولکولی |
| ۹۶ | ۳ ساختار لوویس                       |

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۹۹  | ۴ اکسیدها در فراورده‌های سوختن                   |
| ۱۰۱ | ۵ رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی                   |
| ۱۰۲ | ۶ واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم          |
| ۱۰۸ | ۷ چه بر سر هواکره می‌آوریم؟                      |
| ۱۱۱ | ۸ اوزون، دگرشکلی از اکسیژن در هواکره             |
| ۱۱۳ | ۹ رفتار گازها                                    |
| ۱۱۹ | ۱۰ استوکیومتری در واکنش‌های گازی                 |
| ۱۲۳ | ۱۱ تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت |
| ۱۲۵ | ◀ آزمون عبارات فصل ۲                             |
| ۱۳۰ | ◀ پاسخ‌نامه تشریحی                               |
| ۱۴۹ | ◀ پاسخ آزمون عبارات                              |
| ۱۵۱ | ◀ پاسخ‌نامه کلیدی                                |

## ۱۵۳

## فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۱۵۴ | ۱ سامانه‌های تشکیل‌دهنده سیاره زمین و منابع آب - همراهان ناپیدای آب |
| ۱۵۹ | ۲ محلول و مقدار حل‌شونده‌ها - قسمت در میلیون - درصد جرمی و ...      |
| ۱۶۵ | ۳ غلظت مولی (مولار)                                                 |
| ۱۷۰ | ۴ انحلال‌پذیری                                                      |
| ۱۷۷ | ۵ استوکیومتری واکنش‌ها در حالت محلول                                |
| ۱۸۲ | ۶ رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی - نیروهای بین مولکولی |
| ۱۸۸ | ۷ آب و دیگر حلال‌ها                                                 |
| ۱۹۲ | ۸ ردپای آب در زندگی - اسمز - اسمز معکوس                             |
| ۱۹۶ | ◀ آزمون عبارات فصل ۳                                                |
| ۲۰۲ | ◀ پاسخ‌نامه تشریحی                                                  |
| ۲۲۳ | ◀ پاسخ آزمون عبارات                                                 |
| ۲۲۶ | ◀ پاسخ‌نامه کلیدی                                                   |

## قسمت اول: پیدایش کیهان و عناصرها

### سه پرسش بنیادی انسان



دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند، با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و ارسال نمایند. این شناسنامه‌ها می‌توانند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشند.

### زمین، مشتری و عنصرهای موجود در آن‌ها

با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره‌های سامانه خورشیدی و مقایسه آن با عنصرهای سازنده خورشید، می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عناصرها دست یافت.

مقایسه ۸ عنصر فراوان زمین و مشتری:

در رابطه با ۸ عنصر فراوان تشکیل‌دهنده سیاره‌های زمین و مشتری به نکات زیر توجه کنید:

#### نکته

۱. فراوان‌ترین عنصر سیاره مشتری، هیدروژن (H) و پس از آن، هلیوم (He) است.

۲. فراوان‌ترین عنصر سیاره زمین، آهن (Fe) و پس از آن، اکسیژن (O) است.

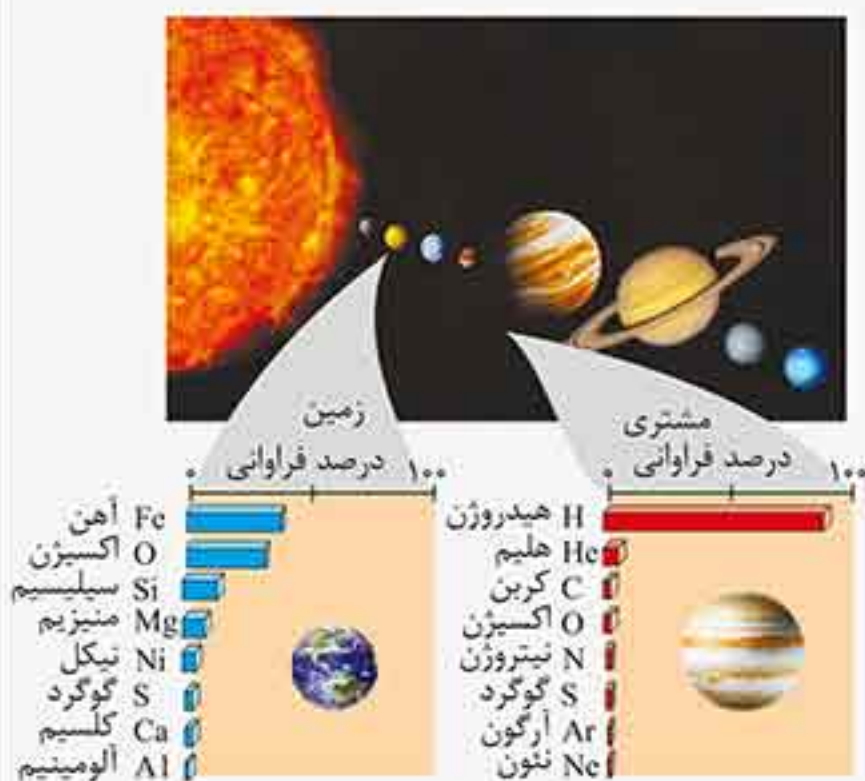
۳. سیاره مشتری فاقد عنصر فلزی است، اما از هشت عنصر فراوان کره زمین، پنج عنصر (Fe و Mg, Ni, Ca, Al) فلز هستند.

۴. سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز و سیاره زمین، بیشتر از جنس سنگ است.

۵. در میان ۸ عنصر فراوان دو سیاره، عنصرهای اکسیژن (O) و گوگرد (S) مشترک هستند.

۶. درصد فراوانی تمام عنصرهای سیاره زمین کمتر از ۵٪ است. در حالی که، در سیاره مشتری، درصد فراوانی هیدروژن بیش از ۵۰٪ است.

۷. عنصر گوگرد در هردو سیاره در رتبه ششم قرار دارد.

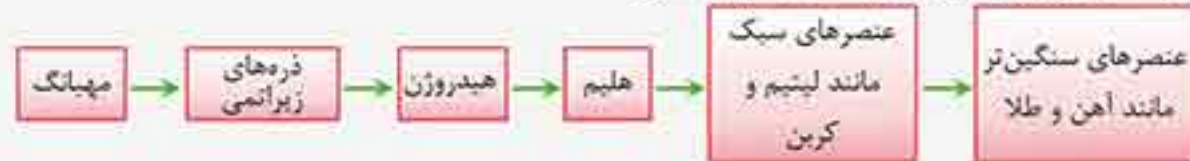


### روند پیدایش کیهان و تشکیل عناصرها

سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (معروف به مه‌بانگ) همراه بوده است. وقوع مه‌بانگ با آزاد شدن انرژی عظیمی همراه بوده و منجر به تشکیل ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون گردید و به دنبال آن، عنصر هیدروژن و پس از آن، عنصر هلیوم پدید آمد.



- با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولیدشده، متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی پدید آمدند و بعدها، سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.
- درون ستاره‌ها (همانند خورشید) در دماهای بسیار بالا و شرایط ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. این واکنش‌ها موجب تشکیل عنصرهای سنگین‌تر از عنصرهای سبک‌تر شدند. به همین دلیل، ستاره‌ها را باید کارخانه تولید عنصرها دانست.
- نور خیره‌کننده خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیوم در واکنش‌های هسته‌ای است.
- انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای به قدری زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند.
- مراحل تشکیل عنصرها در جهان را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



#### ۱. کدام گزینه نادرست است؟

- سیاره مشتری، بیشتر از جنس گاز و سیاره زمین، بیشتر از جنس سنگ است.
- عنصرهای اکسیژن و گوگرد در هر دو سیاره مشتری و زمین جزو هشت عنصر فراوان هستند.
- ووایجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را تهیه و ارسال کنند.
- پاسخ به پرسش‌های «هستی چگونه پدید آمده است؟» و «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» در قلمرو علوم تجربی نمی‌گنجد.

#### ۲. کدام مورد از عبارت‌های زیر در مورد سیاره‌های زمین و مشتری درست است؟

- فراوان‌ترین عنصر سیاره زمین و مشتری به ترتیب آهن (Fe) و هلیوم (He) است.
- در سیاره زمین، درصد فراوانی منیزیم (Mg) بیشتر از سیلیسیم (Si) است.
- هشتمین عنصر فراوان در دو سیاره زمین و مشتری به ترتیب آلومینیم (Al) و نئون (Ne) است.
- درصد فراوانی عنصر هیدروژن در سیاره مشتری، بسیار بیشتر از سیاره زمین است.

(۱) ا، ب (۲) پ، ت (۳) ب، پ، ت (۴) فقط ت

#### ۳. شکل مقابل مربوط به فراوانی عنصرهای سازنده کدام سیاره در منظومه شمسی است؟ کدام یک از



- مشتری، آهن و سیلیسیم
- مشتری، هیدروژن و کربن
- زمین، آهن و سیلیسیم
- زمین، هیدروژن و کربن

#### ۴. کدام گزینه در مورد چگونگی پیدایش عنصرها درست است؟

- پس از مهبانگ، ابتدا هیدروژن به عنوان نخستین عنصر و سپس ذره‌های زیراتمی پا به عرصه جهان گذاشت.
- با کاهش دما و متراکم شدن گازهای هیدروژن و هلیوم، مجموعه‌های گازی به نام سحابی شکل گرفتند.
- درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهند.
- سحابی‌ها کارخانه تولید عنصرها هستند، زیرا پس از متلاشی شدن، عنصرهای تشکیل‌دهنده آن‌ها در فضا پراکنده می‌شوند.

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

- نور خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیوم در واکنش‌های هسته‌ای است.
- انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای تقریباً با انرژی آزادشده در واکنش‌های شیمیایی، برابر است.
- درون ستاره‌ها طی واکنش‌های هسته‌ای از عنصرهای سنگین‌تر، عنصرهای سبک‌تر پدید می‌آیند.
- سر آغاز کیهان با وقوع مهبانگ همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی مصرف شده است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

#### ۶. کدام گزینه در مورد روند تشکیل عنصرها درست است؟

- انفجار مهیب -> پیدایش ذره‌های زیر اتمی -> هیدروژن -> هلیوم -> عنصرهای سبک: لیتیم، آهن -> عنصرهای سنگین: کربن، طلا
- مهبانگ -> پیدایش ذره‌های زیر اتمی -> هلیوم -> هیدروژن -> عنصرهای سبک: لیتیم، آهن -> عنصرهای سنگین: کربن، طلا
- انفجار مهیب -> پیدایش ذره‌های زیر اتمی -> هیدروژن -> هلیوم -> عنصرهای سبک: لیتیم، کربن -> عنصرهای سنگین: آهن، طلا
- مهبانگ -> هیدروژن -> پیدایش ذره‌های زیر اتمی -> هلیوم -> عنصرهای سبک: لیتیم، کربن -> عنصرهای سنگین: آهن، طلا

#### ۷. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

- تصویر سحابی عقاب توسط فضاییمای ووایجر ۱ گرفته شده است.
- مقایسه درصد فراوانی ۶ عنصر فراوان سیاره زمین به صورت:  $Fe > O > Si > Mg > Ni > S$  است.
- مقایسه درصد فراوانی ۶ عنصر فراوان مشتری به صورت:  $H > C > He > O > S > N$  است.
- فراوان‌ترین عنصر سیاره مشتری، دومین عنصری است که پس از مهبانگ پا به عرصه جهان گذاشت.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

## قسمت دوم: عدد اتمی، عدد جرمی و نماد همگانی اتم

❖ عدد اتمی: به تعداد پروتون در هسته اتم هر عنصر، عدد اتمی آن عنصر گفته می‌شود. اگر نماد عنصر E باشد، عدد اتمی آن را با Z نشان داده و در سمت چپ و پایین نماد عنصر می‌نویسند:  ${}_Z^A E$

❖ عدد جرمی: به مجموع تعداد پروتون و نوترون در هسته اتم هر عنصر، عدد جرمی آن عنصر گفته می‌شود. عدد جرمی با A نمایش داده شده و در سمت چپ و بالای نماد عنصر نوشته می‌شود:  ${}_Z^A E$

❖ نماد همگانی اتم: اتم یک عنصر با عدد اتمی Z و عدد جرمی A با نماد  ${}_Z^A E$  مشخص می‌شود.  ${}_Z^A E \Rightarrow \begin{cases} \text{تعداد پروتون} = Z \\ \text{تعداد الکترون} = Z \\ \text{تعداد نوترون} = A - Z \end{cases}$  نماد همگانی اتم

**مثال:** نماد عنصر آلومینیم که ۱۳ پروتون و ۱۴ نوترون دارد، عبارت است از:  ${}_{13}^{27} Al$

**مثال:** در اتم  ${}_{13}^{27} Al$  داریم:  $27 - 13 = 14$  = تعداد نوترون و  $13$  = تعداد الکترون = تعداد پروتون

**نکته**

❶ در هر اتم خنثی، تعداد الکترون با تعداد پروتون برابر است.

❷ اگر اتم عنصری n الکترون از دست دهد، یون (کاتیون) حاصل دارای  $(Z - n)$  الکترون بوده و با نماد کلی  $(E^{n+})$  نشان داده می‌شود.

❸ اگر اتم عنصری n الکترون بگیرد، یون (آنیون) حاصل دارای  $(Z + n)$  الکترون بوده و با نماد کلی  $(E^{n-})$  نشان داده می‌شود.

❹ اگر در مسائل اختلاف تعداد نوترون و پروتون  $(\Delta x)$  داده شد می‌توان از رابطه روبه‌رو برای محاسبه عدد اتمی استفاده کرد:  $Z = \frac{A - \Delta x}{2}$

❺ اگر در مسائل اختلاف تعداد نوترون و الکترون  $(\Delta y)$  یک کاتیون داده شود می‌توان از رابطه روبه‌رو استفاده کرد:  $Z = \frac{A - \Delta y + q}{2}$

❻ اگر در مسائل اختلاف تعداد نوترون و الکترون یک آنیون داده شود، دو حالت پیش می‌آید:

**حالت اول:** اختلاف داده شده بیشتر از قدرمطلق بار آنیون باشد. در این حالت می‌توان از رابطه روبه‌رو استفاده کرد:  $Z = \frac{A - \Delta y - q}{2}$

**حالت دوم:** اختلاف داده شده کمتر از یا برابر با قدرمطلق بار آنیون باشد. در این حالت نمی‌توان از رابطه قبل استفاده کرد. زیرا ممکن است تعداد نوترون کمتر از تعداد الکترون باشد. برای حل این گونه مسائل باید هم  $N - e = \Delta y$  و هم  $e - N = \Delta y$  را در نظر گرفت و با حل دستگاه معادلات و مجهولات جوابی که با شرایط مسئله سازگار است را به دست آورد.

**مثال:** اگر در یون  ${}^{195}X^{2+}$ ، اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۴۱ باشد، عدد اتمی عنصر X چقدر است؟  
**پاسخ:** روش اول: اگر تعداد پروتون، الکترون و نوترون را به ترتیب با Z، e و N نشان دهیم:

$$\begin{cases} N + Z = 195 \\ e = Z - 2 \\ N - e = 41 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N + Z = 195 \\ N - (Z - 2) = 41 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N + Z = 195 \\ N - Z = 39 \end{cases} \Rightarrow N = 117, Z = 78$$

$$Z = \frac{195 - 41 + 2}{2} = 78$$

**روش دوم:** با توجه به اینکه ذره مورد نظر کاتیون است، می‌توان از رابطه روبه‌رو عدد اتمی را محاسبه نمود:

**مثال:** اگر در یون  ${}^{127}A^{-}$  اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۲۰ باشد، عدد اتمی عنصر A کدام است؟  
**پاسخ:** اختلاف داده شده، بزرگتر از قدر مطلق بار است. بنابراین، با استفاده از رابطه داده شده داریم:  $Z = \frac{127 - 20 - 1}{2} = 53$

**مثال:** اگر در یون  ${}^{17}X^{2-}$ ، اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۱ باشد، عدد اتمی عنصر X چقدر است؟

**پاسخ:** از آنجایی که در آنیون داده شده، اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها کوچکتر از قدرمطلق بار  $(|-2| = 2)$  است نمی‌توان از فرمول داده شده استفاده کرد. برای حل یک بار  $e - N = 1$  و یک بار  $N - e = 1$  را در نظر گرفته و مسئله را حل می‌کنیم.

$$\begin{cases} N + Z = 17 \\ N - e = 1 \\ e = Z + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N + Z = 17 \\ N - (Z + 2) = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N + Z = 17 \\ N - Z = 3 \end{cases} \Rightarrow N = 10, Z = 7$$

ابتدا فرض می‌کنیم  $N - e = 1$  است:

این جواب، با شرایط مسئله سازگار نیست. زیرا عدد اتمی ۷ مربوط به عنصر نیتروژن است و در ادامه فصل خواهید خواند که یون پایدار نیتروژن به صورت  $N^{3-}$  است.

$$\begin{cases} N + Z = 17 \\ e - N = 1 \\ e = Z + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N + Z = 17 \\ Z + 2 - N = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N + Z = 17 \\ -N + Z = -1 \end{cases} \Rightarrow Z = 8$$

حال فرض می‌کنیم  $e - N = 1$  است:

این جواب با شرایط مسئله سازگار است. زیرا یون پایدار اکسیژن با (عدد اتمی ۸) به صورت  $O^{2-}$  است.

۲۹. در هر ساعت جرم یک ماده پرتوزا نصف می‌شود. اگر جرم اولیه ماده برابر ۱ گرم باشد، برای متلاشی شدن ۹۳/۷۵٪ از این ماده چند ساعت زمان لازم است؟

(ریاضی ۹۳)

- ۴ (۱)      ۵ (۲)      ۸ (۳)      ۱۰ (۴)

۳۰. دو نمونه آب موجود است. اگر در نمونه اول ایزوتوپ  $^1\text{H}$  و در نمونه دوم ایزوتوپ  $^2\text{H}$  در مولکول‌های آب به کار رفته باشد، چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

- (آ) جرم یکسانی از این دو نمونه، حجم یکسانی اشغال می‌کنند.  
(ب) خواص شیمیایی دو نمونه آب مشابه هم است.

(پ) نمونه دوم بر خلاف نمونه اول، شامل اتم‌های پرتوزای هیدروژن است.

(ت) شمار نوترون‌ها در نمونه  $^2\text{H}_2\text{O}$  بیشتر از شمار نوترون‌ها در نمونه  $^1\text{H}_2\text{O}$  است.

- ۱ (۱) ، ۱ (۲) ، ۱ (۳) ، ۲ (۴) ، ۳ (۵) ، ۴ (۶)

۳۱. عنصر کربن دارای سه ایزوتوپ  $^{12}\text{C}$ ،  $^{13}\text{C}$  و  $^{14}\text{C}$  و اکسیژن نیز دارای سه ایزوتوپ  $^{16}\text{O}$ ،  $^{17}\text{O}$  و  $^{18}\text{O}$  است. بر این اساس چند مولکول کربن مونوکسید ( $\text{CO}$ ) متفاوت از هم وجود دارد؟

- ۳ (۱)      ۶ (۲)      ۹ (۳)      ۱۲ (۴)

۳۲. از ترکیب دو ایزوتوپ پایدار هیدروژن با سه ایزوتوپ از نیتروژن، چند مولکول مختلف آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) می‌توان ساخت؟ (ساختار آمونیاک را به صورت  $\text{H}-\text{N}-\text{H}$  در نظر بگیرید.)

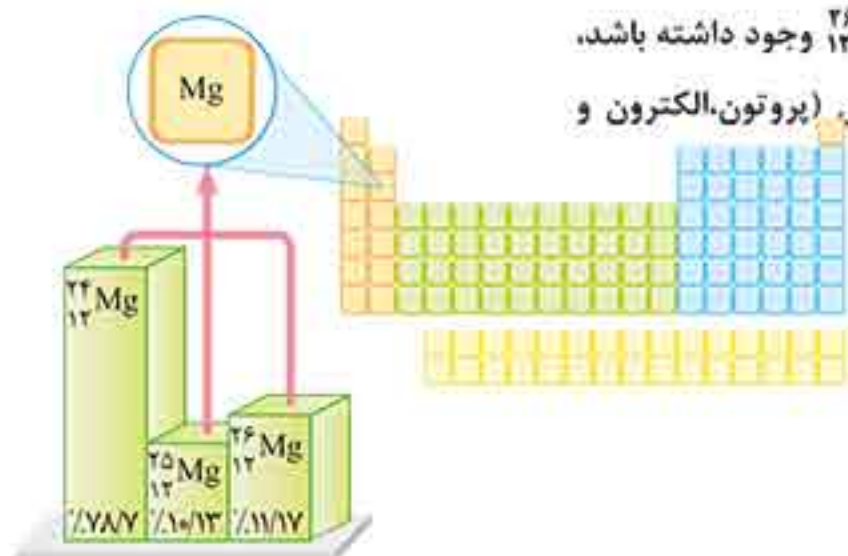


- ۸ (۱)      ۱۰ (۲)      ۱۲ (۳)      ۱۵ (۴)

۳۳. در یک نمونه آب که در ساختار مولکول‌های آن از سه ایزوتوپ هیدروژن ( $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$ ،  $^3\text{H}$ ) و سه ایزوتوپ اکسیژن ( $^{16}\text{O}$ ،  $^{17}\text{O}$ ،  $^{18}\text{O}$ ) استفاده شده است، چند نوع مولکول آب ( $\text{H}_2\text{O}$ ) می‌توان یافت که در هر مولکول آن، دست‌کم یک اتم پرتوزا وجود داشته باشد؟ ( $^2\text{H}$  و  $^{18}\text{O}$  پرتوزا هستند.)

- ۱۲ (۱)      ۹ (۲)      ۶ (۳)      ۳ (۴)

۳۴. با توجه به شکل زیر، اگر در یک قطعه از جنس منیزیم  $^{24}\text{Mg}$  اتم  $^{24}\text{Mg}$  وجود داشته باشد، تعداد اتم‌های  $^{24}\text{Mg}$  برابر ..... و مجموع شمار ذرات زیر اتمی (پروتون، الکترون و نوترون) سه اتم موجود در شکل برابر ..... است.



$$112.7/76 \times 10^{20} \quad (۱)$$

$$112.7/76 \times 10^{21} \quad (۲)$$

$$111.7/76 \times 10^{21} \quad (۳)$$

$$111.7/0.4 \times 10^{21} \quad (۴)$$

۳۵. با توجه به ایزوتوپ‌های  $^{12}\text{C}$  و  $^{13}\text{C}$  از کربن و  $^{32}\text{S}$ ،  $^{33}\text{S}$  و  $^{34}\text{S}$  از گوگرد، در یک نمونه طبیعی از  $\text{CS}_2$  چند نوع مولکول با جرم‌های مولکولی متفاوت وجود دارد؟

- ۷ (۱)      ۱۰ (۲)      ۱۲ (۳)      ۱۵ (۴)

۳۶. نسبت شمار نوترون به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟

(تجربی ۹۸)

- ۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۷ (۴)

۳۷. چند مورد از مطالب زیر، درباره  $^{99}\text{Tc}$  درست است؟

(خارج تجربی ۹۸)

- در تصویر برداری از غده تیروئید، کاربرد دارد.
- نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد.
- اندازه یون آن درست به اندازه یون یدید است و در تیروئید جذب می‌شود.
- زمان ماندگاری آن اندک است و نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و انبار کرد.

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

می‌توان از رابطه زیر نیز برای محاسبه جرم اتمی میانگین (M) استفاده کرد:

$$M = M_1 + \frac{F_2}{100}(M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100}(M_3 - M_1) + \dots$$

در این رابطه،  $M_1$  جرم اتمی ایزوتوپ سبک‌تر و  $F_2$ ،  $F_3$  و ... درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها یا جرم اتمی  $M_2$ ،  $M_3$  و ... هستند. توجه شود در این رابطه از درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر به طور مستقیم استفاده نمی‌شود.

**مثال:** نقره دارای دو ایزوتوپ به جرم‌های  $106/9$  و  $108/9$  است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر آن برابر  $52$  درصد باشد، جرم اتمی میانگین نقره کدام است؟

$$F_1 + F_2 = 100 \Rightarrow F_2 = 48$$

$$M = 106/9 + \frac{48}{100}(108/9 - 106/9) = 107/86$$

**پاسخ:** درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر است با:

با استفاده از رابطه روبه‌رو داریم:

۴۷. از میان عبارت‌های زیر، کدام مورد یا موارد درست است؟

(آ) یکای جرم اتمی برابر با جرم یک ایزوتوپ کربن -۱۲ است.

(ب) اتم‌ها بسیار ریزند و نمی‌توان آن‌ها مشاهده کرد؛ اما جرم آن‌ها را می‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری نمود.

(پ) جرم اتم  ${}^7_3\text{Li}$  در حدود ۷ برابر جرم ۱amu است.

(ت) نماد الکترون را به صورت  $e^{-}$  نشان می‌دهند.

(۱) فقط ت (۲) آ، ت (۳) فقط پ (۴) ب، پ

۴۸. کدام گزینه درست است؟

(۱) نماد پروتون و نوترون را به ترتیب به صورت  ${}^1_1\text{p}$  و  ${}^1_0\text{n}$  نمایش می‌دهند.

(۲) در نماد الکترون جرم و بار نشان داده شده به ترتیب نسبی و مطلق هستند.

(۳) جرم ذره‌های زیراتمی در مقایسه با amu به صورت  $c < p < \text{amu} < n$  است.

(۴) جرم الکترون در مقیاس amu ناچیز و در حدود  $0/005 \text{ amu}$  است.

۴۹. در ترازوی فرضی مقابل به جای وزنه‌ها، کدام گزینه به تقریب می‌تواند جایگزین شود؟

(۱) ۶ اتم  ${}^1_1\text{H}$

(۲) ۶ اتم  ${}^2_1\text{H}$

(۳) ۶ اتم  ${}^4_2\text{He}$

(۴) ۱۲ اتم  ${}^1_1\text{H}$

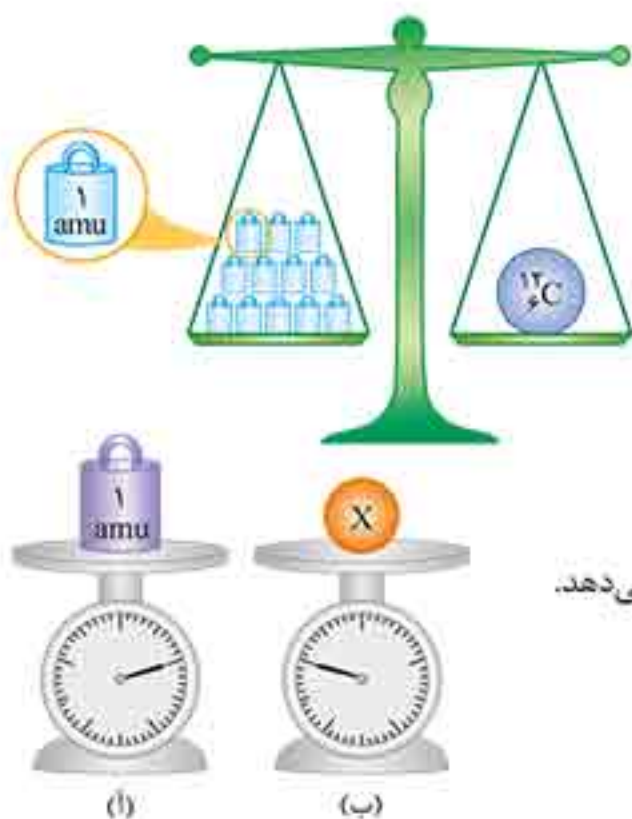
۵۰. با توجه به شکل روبه‌رو کدام گزینه درست است؟

(۱) جرم اتم X در مقیاس یکای جرم اتمی برابر  $5 \text{ amu}$  است.

(۲) اگر به جای اتم X یک اتم  ${}^4_2\text{He}$  قرار گیرد، ترازوی (ب) همان عدد قبلی را نشان می‌دهد.

(۳) جرم وزنه (آ) برابر جرم  $\frac{1}{6}$  ایزوتوپ  ${}^{12}_6\text{C}$  در مقیاس amu است.

(۴) جرم الکترون‌های  $125 \text{ amu}$  Hg برابر با جرم نشان داده شده در ترازوی (آ) است.



۵۱. جرم اتم‌های  ${}^1_1\text{H}$  و  ${}^{19}_9\text{F}$  در مقیاس  ${}^{12}_6\text{C}$  به ترتیب برابر  $1/008 \text{ amu}$  و  $19/00 \text{ amu}$  است. اگر مقیاس جرم اتمی را  ${}^1_1\text{H}$  قرار دهیم، جرم اتم  ${}^{19}_9\text{F}$  در مقیاس  ${}^1_1\text{H}$  چند amu خواهد بود؟

(۱)  $19/00$  (۲)  $19/08$  (۳)  $18/85$  (۴)  $18/25$

۵۲. نسبت جرم اتم کربن -۱۲ به جرم کلسیم برابر  $3/0$  و نسبت جرم اتم Al به اتم کربن -۱۲ برابر  $2/25$  است. نسبت جرم اتم Al به اتم Ca چقدر است؟

(۱)  $0/675$  (۲)  $0/625$  (۳)  $0/725$  (۴)  $0/775$

۵۳. چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازو با حساسیت  $0/1$  میلی‌گرم، قابل اندازه‌گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود  $9 \times 10^{-28} \text{ g}$  و بار الکتریکی آن  $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$  است.)

(۱)  $3/011 \times 10^{22}$ ،  $1/78 \times 10^4$  (۲)  $1/11 \times 10^{23}$ ،  $1/66 \times 10^4$

(۳)  $3/011 \times 10^{22}$ ،  $1/648 \times 10^4$  (۴)  $1/11 \times 10^{23}$ ،  $1/78 \times 10^4$

(ریاضی ۹۵)

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

(تجربی خارج ۸۵)



(۱)  $10/8, {}^{10}\text{B}, {}^{11}\text{B}$

(۲)  $10/8, {}^{11}\text{B}, {}^{10}\text{B}$

(۳)  $10/9, {}^{11}\text{B}, {}^{10}\text{B}$

(۴)  $10/9, {}^{10}\text{B}, {}^{11}\text{B}$

۶۴. اگر در طبیعت به ازای هر اتم  ${}^{41}\text{X}$ ، چهار اتم  ${}^{۴۰}\text{X}$  وجود داشته باشد، جرم اتمی میانگین عنصر X چقدر است؟

(۴)  $۴۰/۵$

(۳)  $۴۲/۵$

(۲) ۴۴

(۱) ۶۵

۶۵. با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب  $\text{A}_۲\text{X}_۳$  چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید.)

(خارج ریاضی ۹۵)

| ایزوتوپ | ${}^{۴۵}\text{A}$ | ${}^{۴۷}\text{A}$ | ${}^{۲۵}\text{X}$ | ${}^{۲۷}\text{X}$ |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| فراوانی | ۱۰                | ۹۰                | ۲۰                | ۸۰                |

(۴)  $۱۸۸/۷$

(۳)  $۱۹۸/۵$

(۲)  $۲۰۳/۴$

(۱)  $۲۱۳/۶$

(ریاضی ۹۶ - با تغییر جزئی)

۶۶. کدام عبارت درست است؟

(۱) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار پروتون‌ها به نوترون‌های آن‌ها برابر یا کمتر از  $\frac{۲}{۳}$  باشد ناپایدارند.

(۲) در یون  ${}^۷\text{Li}^+$ ، شمار الکترون‌ها برابر شمار نوترون‌هاست.

(۳) بیشتر اتم‌های کلر را ایزوتوپ‌های سنگین‌تر آن تشکیل می‌دهد.

(۴) اگر جرم اتم عنصری  $\frac{۲}{۲۳}$  برابر جرم اتم  ${}^{۱۲}\text{C}$  باشد، جرم اتمی آن amu ۱۶ است.

۶۷. جرم مولکولی ترکیب  $\text{A}_۲\text{B}$  برابر  ${}^{۱۸}\text{X}$  است. با توجه به اطلاعات زیر، اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر A برابر ۲۱٪ باشد، تفاضل درصد فراوانی ایزوتوپ‌های سبک‌تر و سنگین‌تر عنصر B کدام است؟ ( ${}^{۱۷}\text{B} \approx ۱۷\text{amu}$ ,  ${}^{۱۶}\text{B} \approx ۱۶\text{amu}$ ,  ${}^{۲۲}\text{A} \approx ۲۲\text{amu}$ ,  ${}^{۲۳}\text{A} \approx ۲۳\text{amu}$ )

(۴) ۱۲

(۳) ۶۲

(۲) ۳۸

(۱) ۲۴

۶۸. عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ،  ${}^{۸۴}\text{A}$ ،  ${}^{۸۶}\text{A}$  و  ${}^{۸۸}\text{A}$  است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین آن برابر  $\frac{۸۶}{۴}$  باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(خارج تجربی ۹۵)

(۴) ۲۰، ۶۰

(۳) ۳۰، ۵۰

(۲) ۴۰، ۴۰

(۱) ۶۰، ۲۰

۶۹. عنصر  ${}^{۱۸}\text{X}$  با جرم اتمی میانگین  $۳۶/۸\text{g.mol}^{-۱}$  دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪ و دیگری ۱۸ نوترون و فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم نوترون و پروتون را یکسان و برابر ۱ amu در نظر بگیرید.) (خارج تجربی ۹۰)

(۴) ۲۴

(۳) ۲۳

(۲) ۲۲

(۱) ۲۱

۷۰. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم‌های ۱۴ amu و ۱۶ amu و جرم اتمی میانگین  $۱۴/۲\text{amu}$  است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک در آن کدام است؟

(ریاضی ۹۸)

(۴)  $\frac{۱}{۱۱}$

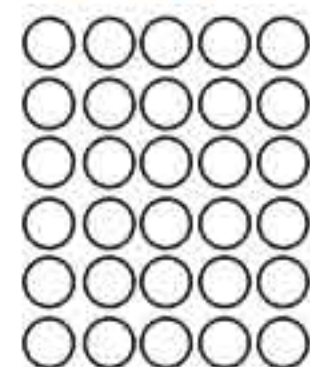
(۳)  $\frac{۱}{۱۰}$

(۲)  $\frac{۱}{۹}$

(۱)  $\frac{۱}{۸}$

۷۱. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴ amu و ۲۷ amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر  $\frac{۲۶}{۷}\text{amu}$  باشد، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به درستی نشان دهد؟

(خارج ریاضی ۹۸)



(۱) ۱۶

(۲) ۱۹

(۳) ۲۲

(۴) ۲۷



۹۴ کدام موارد از عبارت‌های زیر، درست است؟

- (آ) تعداد خطوط طیف نشری خطی هیدروژن و لیتیم در گستره مرئی با هم برابر است.  
 (ب) عنصرهای فلزی بر خلاف نافلزها دارای طیف نشری خطی هستند.  
 (پ) تمام خط‌های طیف نشری خطی عناصرها در ناحیه مرئی قرار دارد.  
 (ت) نمک‌های مس با قرار گرفتن در شعله، رنگ آبی شعله را به سبز تبدیل می‌کنند.

(۴) ب، ت

(۳) ب، پ

(۲) آ، ت

(۱) آ، ب

۹۵ طیف نشری خطی کدام اتم در ناحیه مرئی، از خطوط بیشتری تشکیل شده است؟

(۳) نئون

(۲) لیتیم

(۱) هلیوم

(۴) هیدروژن

(خارج ریاضی ۹۸)

## قسمت هشتم: کشف ساختار اتم

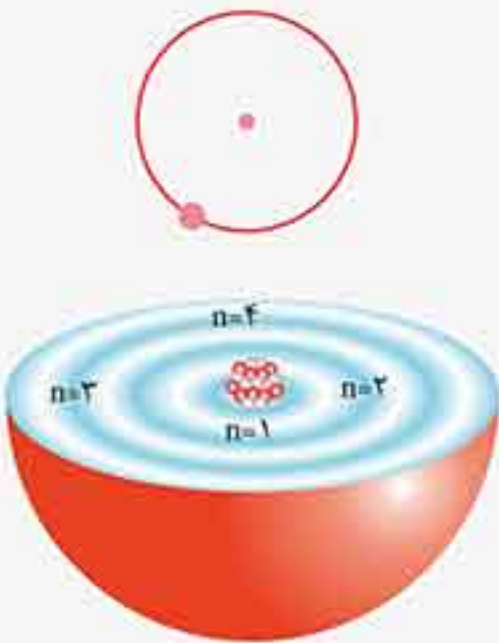
(صفحه ۲۴ تا ۲۷ کتاب درسی)

### مدل اتمی بور برای اتم هیدروژن

- نیلز بور با در نظر گرفتن اینکه الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد و همچنین تعداد و جایگاه نوارهای رنگی در طیف نشری خطی آن، مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کرد.
- این مدل با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی را توجیه کند. اما، توجیه طیف نشری خطی سایر اتم‌ها با استفاده از مدل اتمی بور ممکن نیست.

### مدل کوانتومی اتم

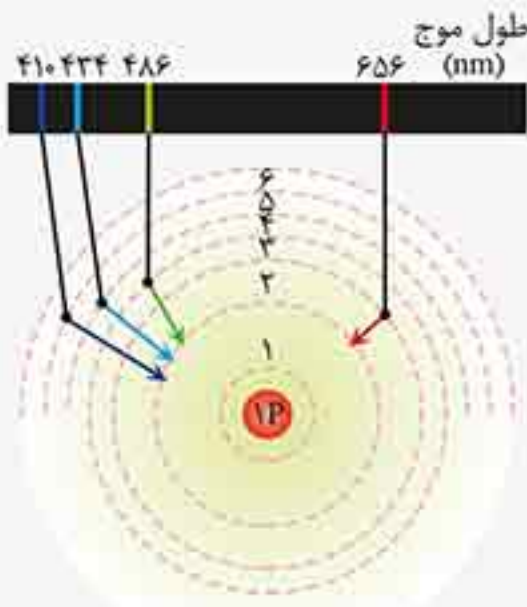
- دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عناصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها ساختار لایه‌ای برای اتم ارائه کردند. در این مدل، اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند.
- دادوستد انرژی هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم کوانتومی است و انرژی در پیمانه‌های معینی جذب یا نشر می‌شود. چنین ساختاری را مدل کوانتومی اتم می‌نامند.



- توجه:** در ساختار لایه‌ای، شماره هر لایه را با  $n$  نشان داده و لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند.
- هنگامی که الکترون مقدار معینی انرژی جذب می‌کند برانگیخته شده و به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شود. الکترون در این حالت، نسبت به حالت پایه، پرنرژی‌تر و ناپایدارتر است. برای الکترون، نشر نور مناسب‌ترین راه از دست دادن انرژی است.
  - الکترون برانگیخته با آزادسازی مقداری انرژی از طریق نشر نور، که در واقع برابر با اختلاف انرژی دو تراز انرژی است، به لایه‌های پایین‌تر منتقل می‌شود.
  - هر چه الکترون در لایه بالاتری قرار داشته باشد، انرژی بیشتری دارد. به عنوان مثال، الکترونی که در لایه  $n=4$  قرار دارد در مقایسه با الکترونی که در  $n=3$  قرار دارد، انرژی بیشتری دارد.
  - هرچه از هسته دورتر شویم، اختلاف انرژی دو لایه متوالی کم‌تر می‌شود. به عنوان مثال، انتقال الکترون از  $n=4$  به  $n=3$  در مقایسه با انتقال الکترون از  $n=5$  به  $n=4$ ، با آزادسازی انرژی بیشتری همراه است.
  - اگر در دو انتقال الکترونی مختلف، تفاوت دو لایه برابر باشد، انرژی مبادله شده در انتقال الکترون در حالتی بیشتر است که مقادیر  $n$  کوچک‌تر باشد. به عنوان مثال، انتقال الکترون از  $n=4$  به  $n=3$  در مقایسه با انتقال الکترون از  $n=5$  به  $n=4$  با آزادسازی انرژی بیشتری همراه است.

### طیف نشری خطی اتم هیدروژن

- تنها الکترون اتم هیدروژن در حالت پایه در  $n=1$  قرار دارد. هرگاه این الکترون انرژی جذب کند برانگیخته شده و به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شود.
- طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی دارای چهار نوار رنگی با طول موج‌های ۶۵۶، ۴۸۶، ۴۳۴، ۴۱۰ نانومتر است.
- چهار نوار رنگی مشاهده شده در طیف نشری خطی هیدروژن، انرژی آزاد شده مربوط به انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه  $n=2$  است.



| انتقال الکترونی | $n=3$ به $n=2$ | $n=4$ به $n=2$ | $n=5$ به $n=2$ | $n=6$ به $n=2$ |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| رنگ خط طیفی     | سرخ            | سبز            | آبی            | بنفش           |
| طول موج (nm)    | ۶۵۶            | ۴۸۶            | ۴۳۴            | ۴۱۰            |

❶ اگر آرایش الکترونی به زیرلایه s ختم شود و زیرلایه d ماقبل آخر در آرایش الکترونی وجود داشته باشد، خواهیم داشت:

[شمار الکترون‌های زیر لایه d ماقبل آخر] + [شمار الکترون‌های آخرین زیر لایه s] = شماره گروه

❷ اگر آرایش الکترونی به زیرلایه p ختم شود، خواهیم داشت:  $12 + [\text{شمار الکترون‌های آخرین زیر لایه p}] = \text{شماره گروه}$

☕ **مثال:** شماره دوره و گروه عنصرهای منیزیم، کبالت و گوگرد به صورت زیر است:

$_{12}\text{Mg}:[_{10}\text{Ne}]\text{rs}^2 \Rightarrow \text{شماره دوره} = 3, \text{شماره گروه} = 2$

$_{27}\text{Co}:[_{18}\text{Ar}]\text{rd}^5\text{rs}^2 \Rightarrow \text{شماره دوره} = 4, \text{شماره گروه} = 2 + 7 = 9$

$_{16}\text{S}:[_{10}\text{Ne}]\text{rs}^2\text{rp}^4 \Rightarrow \text{شماره دوره} = 3, \text{شماره گروه} = 4 + 12 = 16$

❸ در روش دوم می‌توان با استفاده از عدد اتمی، شماره دوره و گروه را تعیین کرد. برای این کار لازم است شماره دوره و عدد اتمی گازهای نجیب را حفظ باشید.

| شماره دوره | ۱               | ۲                | ۳                | ۴                | ۵                | ۶                |
|------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| گاز نجیب   | $_{2}\text{He}$ | $_{10}\text{Ne}$ | $_{18}\text{Ar}$ | $_{36}\text{Kr}$ | $_{54}\text{Xe}$ | $_{86}\text{Rn}$ |

تعیین دوره: با توجه به جدول فوق، می‌توان به راحتی شماره دوره عنصرها را با توجه به عدد اتمی آن‌ها تعیین کرد:



تعیین گروه:

❶ اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر ۱ یا ۲ واحد بیشتر از عدد اتمی یکی از گازهای نجیب باشد، شماره گروه آن به ترتیب برابر ۱ یا ۲ خواهد بود.

❷ اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر، بیش از دو واحد از عدد اتمی یکی از گازهای نجیب بیشتر باشد، شماره گروه آن به صورت زیر به دست می‌آید:  $[\text{عدد اتمی عنصر داده شده}] - [\text{عدد اتمی گاز نجیب هم‌دوره}] = 18 - [\text{شماره گروه}]$

☕ **مثال:** شماره دوره دو عنصر  $_{12}\text{X}$  و  $_{33}\text{A}$  را تعیین کنید.

$_{12}\text{X} \Rightarrow \begin{cases} \text{گاز نجیب دوره قبل} = _{10}\text{Ne} \\ \text{گاز نجیب هم‌دوره} = _{18}\text{Ar} \end{cases} \Rightarrow \text{اختلاف عدد اتمی} = 12 - 10 = 2 \Rightarrow \text{شماره گروه} = 2$

$_{33}\text{A} \Rightarrow \begin{cases} \text{گاز نجیب دوره قبل} = _{18}\text{Ar} \\ \text{گاز نجیب هم‌دوره} = _{36}\text{Kr} \end{cases} \Rightarrow \text{اختلاف عدد اتمی} = 36 - 33 = 3 > 2 \Rightarrow \text{شماره گروه} = 18 - (36 - 33) = 15$

🔔 **تذکر:** دو حالت استثناء زیر را به خاطر بسپارید:

عنصرهای با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ به دوره ششم و گروه ۳ تعلق دارند.

عنصرهای با عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲ به دوره هفتم و گروه ۳ تعلق دارند.

### تعیین عدد اتمی با استفاده از موقعیت عنصر در جدول تناوبی

❶ اگر عنصر متعلق به گروه ۱ یا ۲ باشد، عدد اتمی آن با افزودن ۱ یا ۲ واحد به عدد اتمی گاز نجیب دوره قبل از آن به دست می‌آید.

❷ اگر عنصر متعلق به گروه ۳ یا پس از آن باشد، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$[\text{شماره گروه عنصر مورد نظر}] - (18 - [\text{عدد اتمی گاز نجیب هم‌دوره}]) = \text{عدد اتمی}$

☕ **مثال:** عنصری در دوره دوم و گروه ۱۳ قرار دارد. عدد اتمی آن کدام است؟

$\begin{cases} \text{گاز نجیب دوره قبل} = _{2}\text{He} \\ \text{گاز نجیب هم‌دوره} = _{10}\text{Ne} \end{cases} \Rightarrow \text{عدد اتمی} = 10 - (18 - 13) = 5$

☕ **مثال:** عنصری در دوره پنجم و گروه ۸ قرار دارد. عدد اتمی آن کدام است؟

$\begin{cases} \text{گاز نجیب دوره قبل} = _{36}\text{Kr} \\ \text{گاز نجیب هم‌دوره} = _{54}\text{Xe} \end{cases} \Rightarrow \text{عدد اتمی} = 54 - (18 - 8) = 44$



۱۲۹. در اتم  $Ti_{22}$  ..... زیرلایه از الکترون اشغال شده است و الکترون‌های جای‌گرفته در بیرونی‌ترین زیرلایه آن، دارای عددهای کوانتومی  $n = \dots$  و  $l = \dots$  هستند. (عددها را از راست به چپ بخوانید.)

(ریاضی ۸۷)

- (۱) ۴، ۰ و (۲) ۳، ۰ و (۳) ۴، ۰ و (۴) ۳، ۰ و ۱

۱۳۰. در چند اتم عنصرهای واسطه تناوب چهارم، زیرلایه  $2d$  به ترتیب، نیمه‌پر و پر شده است؟

(ریاضی ۸۸)

- (۱) ۲، ۲ (۲) ۳، ۲ (۳) ۲، ۳ (۴) ۱، ۱

۱۳۱. در اتم کدام عنصر (به ترتیب از راست به چپ)، شمار الکترون‌های زیرلایه  $2d$  و  $2p$  برابر و در اتم کدام عنصر شمار الکترون‌های زیرلایه  $2d$  با شمار الکترون‌های زیرلایه  $4s$  برابر است؟

(ریاضی خارج ۹۵)

- (۱)  $Ti_{22}Fe_{26}$  (۲)  $Cr_{24}Fe_{26}$  (۳)  $Mn_{25}Cr_{24}$  (۴)  $Ti_{22}Cr_{24}$

۱۳۲. آرایش الکترونی لایه آخر کدام عنصر مشابه با آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم  $K_{19}$  است؟

(ریاضی ۹۸)

- (۱)  $A_{29}$  (۲)  $D_{26}$  (۳)  $X_{27}$  (۴)  $Z_{31}$

۱۳۳. کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

(ریاضی خارج ۹۸)

- (۱) آ، ت (۲) ب، پ (۳) آ، پ، ت (۴) آ، ب، ت
- (۱) سومین لایه الکترونی اتم، زیرلایه‌های  $3s$ ،  $3p$  و  $3d$  را دربردارد.  
 (ب) ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، 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)، زیرلایه‌های  $3s$  و  $3p$  از الکترون پر می‌شوند.

## قسمت دهم: لایه ظرفیت و موقعیت عنصرها در جدول دوره‌ای

(صفحة ۳۳۲ و ۳۳۳ کتاب درسی)

### لایه ظرفیت اتم‌ها

◀ لایه ظرفیت یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کند. به الکترون‌های این لایه، الکترون‌های ظرفیت اتم گفته می‌شود.

در عنصرهای اصلی (دسته‌های  $s$  و  $p$ )، الکترون‌های آخرین لایه الکترونی همان الکترون‌های ظرفیت هستند. اما، در عنصرهای واسطه (دسته  $d$ )، علاوه بر الکترون‌های آخرین لایه، الکترون‌های زیرلایه  $d$  لایه ماقبل آخر نیز جزء الکترون‌های ظرفیت محسوب می‌شوند. در تعیین الکترون‌های ظرفیت سه حالت رخ می‌دهد:

**حالت اول:** اگر آرایش الکترونی به زیرلایه  $s$  ختم شود و زیرلایه  $d$  ماقبل آخر در آرایش الکترونی وجود نداشته باشد، خواهیم داشت:

شمار الکترون‌های آخرین زیر لایه  $s$  = شمار الکترون‌های ظرفیت

**حالت دوم:** اگر آرایش الکترونی به زیرلایه  $s$  ختم شود و زیرلایه  $d$  ماقبل آخر در آرایش الکترونی وجود داشته باشد، خواهیم داشت:

[شمار الکترون‌های زیر لایه  $d$  ماقبل آخر] + [شمار الکترون‌های آخرین زیر لایه  $s$ ] = شمار الکترون‌های ظرفیت

**حالت سوم:** اگر آرایش الکترونی به زیرلایه  $p$  ختم شود خواهیم داشت:

[شمار الکترون‌های آخرین زیر لایه  $s$ ] + [شمار الکترون‌های آخرین زیر لایه  $p$ ] = شمار الکترون‌های ظرفیت

**مثال:** شمار الکترون‌های ظرفیتی سدیم، وانادیم و گالیم به صورت زیر است:

$_{11}Na: [_{10}Ne]3s^1 \Rightarrow$  تعداد الکترون‌های ظرفیت = ۱

$_{23}V: [_{18}Ar]3d^3 4s^2 \Rightarrow$  تعداد الکترون‌های ظرفیت = ۲ + ۳ = ۵

$_{31}Ga: [_{18}Ar]3d^{10} 4s^2 4p^2 \Rightarrow$  تعداد الکترون‌های ظرفیت = ۲ + ۲ = ۴

**توجه:** آرایش الکترونی اتم خنثی هیچ عنصری به زیرلایه  $d$  ختم نمی‌شود.

### تعیین موقعیت عنصرها در جدول تناوبی

◀ دو روش برای تعیین دوره و گروه وجود دارد:

◀ در روش اول از آرایش الکترونی اتم استفاده می‌کنیم.

تعیین دوره: بزرگترین عدد کوانتومی اصلی ( $n$ ) در آرایش الکترونی یک اتم، برابر با شماره دوره عنصر مورد نظر است.

تعیین گروه:

❶ اگر آرایش الکترونی به زیرلایه  $s$  ختم شود و زیرلایه  $d$  ماقبل آخر در آرایش الکترونی وجود نداشته باشد، خواهیم داشت:

شمار الکترون‌های آخرین زیر لایه  $s$  = شماره گروه



☒

۱. سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز و سیاره زمین بیشتر از جنس سنگ است.
۲. در جهان هستی، عناصرها به صورت همگون توزیع شده‌اند.
۳. رادیو ایزوتوپ‌ها ناپایدار و ساختگی هستند.
۴. تنها ایزوتوپ پایدار هیدروژن، ایزوتوپی است که نوترون ندارد.
۵. اورانیم نخستین عنصر ساخته شده در راکتور هسته‌ای است.
۶. باتوجه به موقعیت هر عنصر در جدول دوره‌ای، عدد جرمی آن قابل تعیین است.
۷. اختلاف عدد اتمی آخرین عنصر واسطه دوره چهارم با عدد اتمی اولین عنصر واسطه دوره پنجم برابر ۹ است.
۸. نماد نوترون به صورت  ${}^0_1n$  نشان داده می‌شود.
۹. جرم ۳ اتم  ${}^{81}_{35}\text{Br}$  در حدود ۲۰ برابر جرم کربن-۱۲ است.
۱۰. تعداد الکترون ظرفیتی  $\text{Fe}$  با تعداد الکترون موجود در آخرین زیرلایه  $\text{X}^{2-}$  یکسان است.
۱۱. هر اتم  $\text{Cr}$  ۲۴ دو برابر اتم کربن-۱۲ جرم دارد.
۱۲. هرچه طول موج نور کوتاه‌تر باشد، انرژی آن بیشتر است.
۱۳. انرژی پرتوهای ایکس در مقایسه با پرتوهای گاما، کم‌تر و در مقایسه با پرتوهای فرابنفش بیشتر است.
۱۴. پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج کوتاه‌تر، انحراف بیشتری هنگام عبور از منشور پیدا می‌کنند.
۱۵. هر پرتوی که طول موج آن، بلندتر از پرتو دارای رنگ بنفش باشد، در محدوده نور مرئی قرار دارد.
۱۶. لایه  $n$  ام گنجایش  $2n^2$  الکترون را دارد.
۱۷. زیرلایه دارای عدد کوانتومی فرعی  $l$  حداکثر  $4l+2$  الکترون می‌تواند در خود جای دهد.
۱۸. از نظر تراز انرژی:  $6s < 4f < 5d < 6p$

۱۹. عدد اتمی عنصر گروه ۱۳ از دوره پنجم جدول دوره‌ای برابر ۴۹ است.
۲۰. لایه ظرفیت اتم‌های  $A$  و  $B$  ۲۳ و ۵۱ تعداد الکترون یکسانی دارد.
۲۱. اگر دومین عنصر دسته  $S$  از دوره پنجم با پنجمین عنصر دسته  $P$  از دوره چهارم وارد واکنش شوند، یک ترکیب یونی پدید می‌آید.

|   |   |  |  |  |  |  |  |  |    |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|----|
| ۱ |   |  |  |  |  |  |  |  | ۱۸ |
| A | ۲ |  |  |  |  |  |  |  | B  |
| C | D |  |  |  |  |  |  |  | J  |
| K | L |  |  |  |  |  |  |  | R  |
| S | T |  |  |  |  |  |  |  | Z  |

۲۲. با توجه به عناصر مشخص شده در شکل روبه‌رو، در ۷ عنصر همه زیرلایه‌های اشغال شده، پر هستند.
۲۳. با توجه به عناصر مشخص شده در شکل زیر، در ۷ عنصر زیرلایه نیمه‌پر وجود دارد.
۲۴. ۷ عنصر از عناصر مشخص شده در شکل روبه‌رو، به دسته  $S$  وجود دارد.

۲۵. لایه الکترونی چهارم شامل ۴ زیرلایه است که در مجموع گنجایش ۳۲ الکترون را دارد.
۲۶. در لایه الکترونی سوم الکترونی با عدد کوانتومی  $l=3$  وجود ندارد.
۲۷. تعداد الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه  $X$  و  $Y$  ۲۹ و ۴۹ یکسان است.
۲۸. لایه الکترونی چهارم در اتم گاز نجیب دوره پنجم پر است.
۲۹. عدد اتمی عنصر گروه ۱۴ از دوره پنجم برابر ۵۰ است.
۳۰. فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از  $A$  با  $B$  به صورت  $B_2A_3$  است.



# پاسخ نامه تشریحی

**استراتژی حل:** در یون منفی، تعداد پروتون به اندازه بار یون از تعداد الکترون کمتر است. از این طریق، تعداد پروتون یون  $X^{2-}$  را به دست آورده و با تعداد نوترون جمع می کنیم تا عدد جرمی عنصر  $X$  (مجموع شمار پروتون و نوترون) مشخص شود.

$$Z = 10 - 2 = 8$$

$$n = 8, p = 8 \Rightarrow A = n + p \Rightarrow A = 16 \Rightarrow X \rightarrow {}^{16}_8O$$

**استراتژی حل:** در هر یون مثبت، تعداد الکترون به اندازه بار یون، کمتر از تعداد پروتون (عدد اتمی) است.

بنابراین می توان نوشت:

تعداد پروتون (عدد اتمی) برابر است با:

$$Z = 46 + 2 = 48$$

$$A = Z + N = 48 + 64 = 112$$

**فصل اول سوال:** یون های  ${}^{56}_{26}Fe^{2+}$  و  ${}^{15}_7P^{3-}$  به ترتیب ۱۸ و ۲۴ الکترون دارند که اختلاف شمار الکترون های این دو یون برابر ۶

است. یون  ${}^{27}_{13}Al^{3+}$  دارای ۱۰ الکترون و ۱۴ نوترون است که اختلاف شمار آن ها ۴ است. بنابراین اختلاف شمار الکترون های دو گونه اول بیشتر از اختلاف شمار نوترون و

الکترون یون  $Al^{3+}$  است.

**فصل دوم سوال:**

$${}^{80}_{35}Br^- \Rightarrow \frac{A}{n} = \frac{A_0}{A_0 - 25} = 1/2$$

$${}^{40}_{20}Ca^{2+} \Rightarrow \frac{A}{e} = \frac{40}{18} = 2/2$$

**روش اول:** می توان با تشکیل دستگاه دو معادله و دو مجهول، عدد اتمی عنصر را به دست آورد:

$$\begin{cases} N - Z = 5 \\ N + Z = 55 \end{cases} \Rightarrow 2N = 60 \Rightarrow N = 30 \Rightarrow Z = 55 - 30 = 25$$

**روش دوم:** عدد جرمی عنصر برابر ۵۵ و اختلاف تعداد پروتون و نوترون آن برابر ۵ است. بنابراین از رابطه زیر برای به دست آوردن عدد اتمی عنصر  $X$  استفاده می کنیم:

$$Z = \frac{A - \Delta x}{2}$$

$$\Rightarrow \text{عدد اتمی} = \frac{55 - 5}{2} = 25$$

**روش اول:** می توان با تشکیل دستگاه دو معادله و دو مجهول، عدد اتمی را به دست آورد:

$$N - e = 42 \Rightarrow N - (Z - 3) = 42 \Rightarrow N - Z = 39$$

$$\Rightarrow \begin{cases} N - Z = 39 \\ N + Z = 197 \end{cases} \Rightarrow 2N = 236 \Rightarrow N = 118, Z = 79$$

**روش دوم:** از آنجایی که اختلاف نوترون و الکترون در یک کاتیون داده شده است می توان با استفاده از رابطه زیر عدد اتمی را تعیین کرد:

$$Z = \frac{A - \Delta y + q}{2} = \frac{197 - 42 + 3}{2} = 79$$

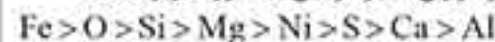
۱. پاسخ پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علوم تجربی نمی گنجد. لذا پاسخ پرسش های «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ پدیده های طبیعی چرا و چگونه رخ می دهند؟» در قلمرو علوم تجربی است.

۲. عبارت های (ب) و (ت) درست اند.

**پدرسی عبارت های نادرست:**

(ا) فراوان ترین عنصر سیاره زمین و مشتری به ترتیب آهن و هیدروژن هستند.

(ب) مقایسه درصد فراوانی ۸ عنصر فراوان زمین به صورت زیر است:



۳. باتوجه به عنصرهای سازنده که عمدتاً گازی هستند، شکل مربوط به سیاره مشتری است. در این سیاره عناصر، H، He، C و فراوان ترین عنصرها هستند بنابراین گزینه «۲» درست است.



۴. **پدرسی گزینه های نادرست:**

(ا) پس از مهیالک، ابتدا ذره های زیراتمی و سپس عنصرهای هیدروژن و هلیوم شکل گرفتند.

(۳) درون ستاره ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه واکنش های هسته ای رخ می دهد.

(۴) ستاره ها (نه سحابی) کارخانه تولید عنصرها هستند.

۵. فقط عبارت (ا) درست است.

**پدرسی عبارت های نادرست:**

(ب) انرژی آزاد شده در واکنش های هسته ای بسیار بیشتر از انرژی آزاد شده در واکنش های شیمیایی است.

(پ) دقیقاً برعکس! درون ستاره ها طی واکنش های هسته ای عنصرهای سنگین تر از عنصرهای سبک تر ساخته می شوند.

(ت) طی مهیالک، انرژی عظیمی آزاد شده است نه مصرفا.

۶. سراغ کیهان با انفجار مهیب (مهیالک) و آزاد شدن انرژی بسیار زیاد همراه بوده است. پس از پدید آمدن ذره های زیراتمی، عنصر هیدروژن و در ادامه عنصر هلیوم شکل گرفتند.



درون ستاره ها و طی واکنش های هسته ای عنصرهای سبک مانند لیتیم و کربن تشکیل شدند. در ستاره های با دمای بیشتر، شرایط برای تشکیل عنصرهای سنگین مانند آهن و طلا فراهم آمد.

۷. فقط عبارت (ب) درست است.

**پدرسی عبارت های نادرست:**

(ا) تصویر سحابی عقاب توسط تلسکوپ هابل گرفته شده است.

(ب) مقایسه درصد فراوانی عنصرهای سیاره مشتری:



(ت) فراوان ترین عنصر سیاره مشتری هیدروژن است. اما دومین عنصری که با به عرصه جهان گذشت هلیوم نام دارد.

**تذکره:** در موازنه، نباید زیروندهای مواد (مانند:  $\text{O}_2$ ،  $\text{CaCl}_2$ ،  $\text{PH}_3$  و ...) در واکنش را تغییر داد.

**مثال:** معادله سوختن بوتان را موازنه کنید.



**مرحله ۱:** ابتدا علائم مجهول را قرار می‌دهیم:

**مرحله ۲:** چون عنصر اکسیژن در سمت راست معادله واکنش در ساختار دو ماده قرار دارد نمی‌تواند عنصر شروع کننده موازنه باشد. دو عنصر H و C می‌توانند عنصر شروع کننده موازنه باشند. عنصر H را به دلخواه انتخاب می‌کنیم.

**مرحله ۳:** با قرار دادن ضریب ۱ برای  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ، اتم‌های H را در دو طرف معادله واکنش موازنه می‌کنیم.



حال باید به موازنه C بپردازیم. با قرار دادن ضریب ۴ برای  $\text{CO}_2$  عنصر C موازنه می‌شود.



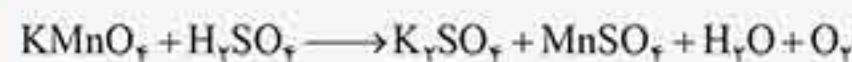
در ادامه، تعداد اتم O در سمت راست معادله برابر ۱۳ است. با قرار دادن ضریب  $\frac{13}{2}$  برای  $\text{O}_2$  این عنصر نیز موازنه می‌شود.



در پایان، از آن‌جا که ضریب همه مواد باید کوچک‌ترین عدد صحیح ممکن باشد، پس ضرایب به دست آمده را در عدد ۲ (مخرج کسر) ضرب می‌کنیم:



**مثال:** واکنش زیر را موازنه کنید.

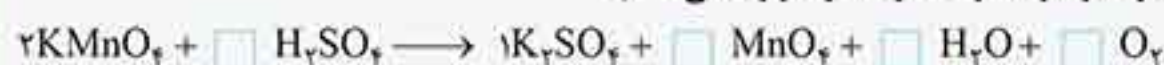


**مرحله ۱:** ابتدا علائم مجهول را قرار می‌دهیم:

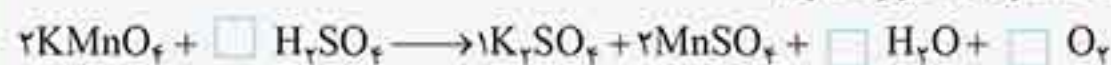


**مرحله ۲:** از بین عنصرهای K، O، Mn، H، S عنصرهای O و S نمی‌توانند شروع کننده موازنه باشند. از بین عنصرهای باقی‌مانده، عنصر K را به دلخواه به عنوان عنصر شروع کننده موازنه انتخاب می‌کنیم.

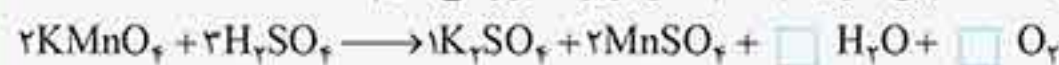
**مرحله ۳:** ضریب ترکیب  $\text{K}_2\text{SO}_4$  را برابر ۱ در نظر گرفته و عنصر K را موازنه می‌کنیم:



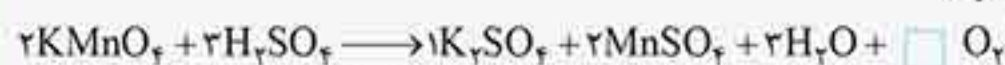
سپس، ضریب  $\text{MnSO}_4$  را برابر ۲ قرار می‌دهیم تا عنصر Mn موازنه شود.



در سمت راست معادله واکنش، تعداد اتم‌های S برابر ۳ است. پس ضریب  $\text{H}_2\text{SO}_4$  را برابر ۳ قرار می‌دهیم:



با قرار دادن ضریب ۳ برای  $\text{H}_2\text{O}$ ، اتم‌های H موازنه می‌شوند:



در سمت چپ معادله واکنش، ۲۰ اتم O وجود دارد. مجموع اتم‌های O موجود در ترکیب‌های  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ،  $\text{MnSO}_4$  و  $\text{H}_2\text{O}$  برابر ۱۵ است. بنابراین، با قرار دادن ضریب  $\frac{5}{2}$  برای  $\text{O}_2$  این عنصر نیز موازنه می‌شود.



در نهایت، با ضرب کردن تمامی ضریب‌ها در ۲، معادله موازنه شده به دست می‌آید:



### موازنه واکنش‌های دارای ذره‌های باردار

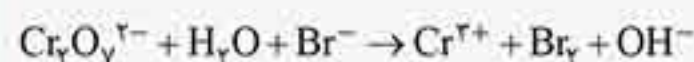
در واکنش‌هایی که گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش دارای بار الکتریکی نیز هستند (مانند  $\text{Cl}^-$ ،  $\text{MnO}_4^-$  و ...) باید علاوه بر موازنه جرم، موازنه بار الکتریکی نیز انجام شود. به عبارت دیگر، در یک واکنش شیمیایی باید تعداد بار الکتریکی در دو طرف معادله واکنش موازنه باشد.

برای موازنه این دسته از واکنش‌ها به صورت زیر عمل می‌شود:

۱) بدون در نظر گرفتن بار گونه‌ها، به روش واری موازنه را تا حد امکان انجام می‌دهیم.

۲) با استفاده از قاعده «برابری مجموع بارهای الکتریکی در دو طرف معادله واکنش» موازنه را ادامه می‌دهیم.

**مثال:** واکنش زیر را موازنه کنید.



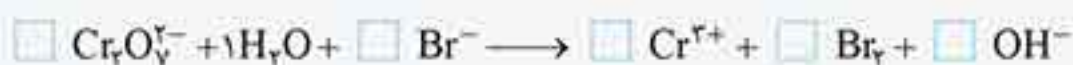


**مرحله ۱:** ابتدا علائم مجهول را قرار می‌دهیم.

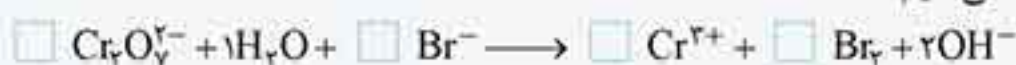


**مرحله ۲:** O نمی‌تواند عنصر شروع‌کننده موازنه باشد. از بین عنصرهای Cr، H و Br، عنصر H در هر دو طرف معادله در یک ترکیب قرار گرفته است. بنابراین، H را به عنوان عنصر شروع‌کننده موازنه انتخاب می‌کنیم.

**مرحله ۳:** ضریب  $\text{H}_2\text{O}$  را برابر ۱ قرار می‌دهیم:



با قرار دادن ضریب ۲ برای  $\text{OH}^-$  عنصر هیدروژن را موازنه می‌کنیم:



برای موازنه O باید ضریب  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  را برابر  $\frac{1}{2}$  قرار دهیم.



با ضرب کردن طرفین معادله و اکسایش در ۲ ضریب کسری حذف می‌شود.



با قرار دادن ضریب ۲ برای  $\text{Cr}^{3+}$  عنصر کروم موازنه می‌شود:



همان‌طور که مشاهده می‌شود ضریب عنصر برم در هر دو طرف معادله مجهول است! برای ادامه موازنه می‌توان از موازنه بار الکتریکی کمک گرفت. بدین ترتیب که ضریب هر گونه را در بار الکتریکی آن (با در نظر گرفتن علامت بار) ضرب کرده و مجموع بار الکتریکی در دو طرف را با هم برابر قرار می‌دهیم:



$$1 \times (-2) + a \times (-1) = 2 \times (+3) + 1 \times (-1) \Rightarrow -2 - a = -1 \Rightarrow a = 1$$



حال می‌توان با موازنه اتم برم ضریب مجهول b را به دست آورد:

**۸۷.** از میان عبارات‌های زیر، چند مورد درست است؟

(آ) در هر تغییر شیمیایی از یک یا چند ماده شیمیایی، ماده (مواد) تازه‌ای تولید می‌شود.

(ب) تغییر رنگ ایجاد شده در شکر در اثر گرما، نشان‌دهنده یک تغییر فیزیکی است.

(پ) تغییرهای شیمیایی برخلاف تغییرهای فیزیکی، با مبادله انرژی همراهند.

(ت) هضم غذا و تنفس، تغییر شیمیایی ولی ذوب شدن یخ، تغییر فیزیکی است.

(ث) تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر مزه و بو یا آزادسازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی تولید نور و صدا همراه باشد.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

**۸۸.** از میان عبارات‌های زیر، چند مورد نادرست است؟

(آ) معادله نوشتاری سوختن کامل کربن به صورت «کربن دی‌اکسید → اکسیژن + کربن» است.

(ب) معادله نمادی، علاوه بر نماد و فرمول شیمیایی، می‌تواند حالت فیزیکی و اطلاعاتی درباره شرایط واکنش را نیز ارائه نماید.

(پ) معادله نمادی، شرح عملی اجرای واکنش و نکات ایمنی انجام واکنش را بیان می‌کند.

(ت) در معادله نمادی برای نمایش حالت فیزیکی محلول آبی از نماد (l) و مواد مایع از نماد (aq) استفاده می‌شود.

(ث) هر تغییر شیمیایی فقط شامل یک واکنش شیمیایی است که با یک معادله نشان داده می‌شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

**۸۹.** تمام گزینه‌های زیر درست هستند به جز:

(۱) نماد  $\text{Pd}$  نشان می‌دهد که برای انجام واکنش از فلز پالادیم (Pd) به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

(۲) نماد  $1200^\circ\text{C}$  نشان می‌دهد که واکنش در دمای  $1200^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس انجام می‌شود.

(۳) نماد  $2\text{atm}$  نشان می‌دهد که واکنش در فشار  $2\text{atm}$  اتمسفر انجام می‌شود.

(۴) نماد  $\Delta$  نشان می‌دهد که واکنش گرماگیر است.

**۹۰.** از میان عبارات‌های زیر، چند مورد درباره قانون پایستگی جرم در واکنش‌های شیمیایی نادرست است؟

(آ) اتم‌ها به وجود نمی‌آیند و از بین نمی‌روند، ولی نوع مولکول‌ها دچار تغییر می‌شود.

(ب) مجموع تعداد اتم‌های موجود در مواد واکنش‌دهنده با مجموع تعداد اتم‌های موجود در فراورده‌ها برابر است.

(پ) مجموع تعداد مول مواد واکنش‌دهنده با مجموع تعداد مول مواد فراورده برابر است.

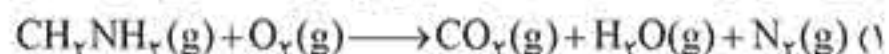
(ت) مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



۹۹. در واکنش:  $C_2N_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2C_2O_4(aq) + NH_3(g)$ ، پس از موازنه، نسبت ضریب مولی  $H_2O$  به  $C_2N_2$  کدام است؟  
(۱) ۲۵/۰ (۲) ۵/۰ (۳) ۲ (۴) ۴

۱۰۰. در واکنش ارائه شده در کدام گزینه پس از موازنه، مجموع ضریب‌های مولی مواد شرکت‌کننده در واکنش بیشتر است؟



۱۰۱. مجموع ضریب‌های مولی مواد در واکنش:  $H_3PO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \longrightarrow H_2O(l) + Ca_3(PO_4)_2(s)$  پس از انجام موازنه چقدر است؟  
(ریاضی ۸۶)

(۱) ۱۲ (۲) ۱۱ (۳) ۱۴ (۴) ۱۳

۱۰۲. مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادله واکنش:  $Li_2O(aq) + CO_2(g) \longrightarrow O_2(g) + Li_2CO_3(aq)$  پس از انجام موازنه کدام است؟

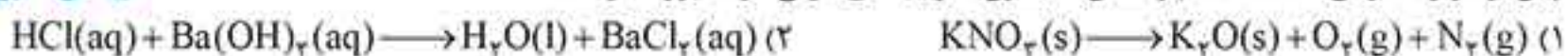
(ریاضی خارج ۸۶)

(۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۸ (۴) ۹

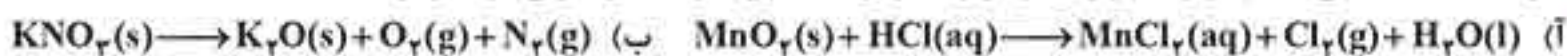
۱۰۳. مجموع ضریب‌های مولی فراورده‌ها در واکنش:  $KNO_3(s) \longrightarrow K_2O(s) + O_2(g) + N_2(g)$  پس از موازنه کدام است؟ (ریاضی ۸۸)

(۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۸ (۴) ۹

۱۰۴. پس از موازنه کردن معادله واکنش، مجموع ضریب‌های مولی مواد، بزرگ‌تر است؟ (ریاضی خارج ۸۸)



۱۰۵. در معادله شیمیایی کدام دو واکنش پس از موازنه کردن، مجموع ضریب‌های مولی مواد برابر است؟ (تجربی ۹۰)



(۱) آ، ت (۲) ب، ت (۳) ب، پ (۴) آ، ب

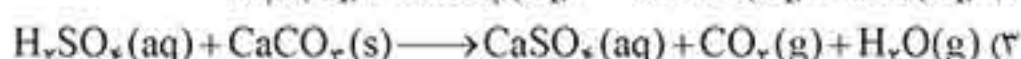
۱۰۶. مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادله واکنش:  $Na_2O(s) + CO_2(g) + H_2O(g) \longrightarrow NaHCO_3(s)$  پس از انجام موازنه چقدر است؟ (ریاضی ۹۰)

(۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۸ (۴) ۵

۱۰۷. در واکنش:  $2Cu(s) + aHNO_3(aq) \longrightarrow 2Cu(NO_3)_2(aq) + bA(g) + 4H_2O(l)$ ،  $a$  و  $b$  به ترتیب از راست به چپ برابر ..... و ..... است.  $A$  گاز ..... است. (ریاضی خارج ۹۳)

(۱)  $NO$ ، ۲، ۸ (۲)  $NO_2$ ، ۲، ۸ (۳)  $NO$ ، ۴، ۱۰ (۴)  $NO_2$ ، ۴، ۱۰

۱۰۸. مجموع ضریب‌های مولی مواد در واکنش پس از موازنه کردن برابر ۱۲ است؟ (تجربی خارج ۹۳-با تغییر)



۱۰۹. در واکنش:  $PH_3(g) + O_2(g) \longrightarrow P_2O_5(s) + H_2O(l)$  تفاوت مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها با مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها پس از موازنه کدام است؟ (ریاضی داخل ۹۵-با تغییر)

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۱۱۰. در واکنش  $CaCN_2(s) + H_2O(l) \longrightarrow CaCO_3(s) + NH_3(g)$ ، مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد پس از موازنه معادله کدام است؟ (ریاضی خارج ۹۵-با تغییر)

(۱) ۹ (۲) ۸ (۳) ۷ (۴) ۶

۱۱۱. در واکنش:  $CH_4(g) + NH_3(g) + O_2(g) \longrightarrow HCN(g) + H_2O(g)$ ، پس از موازنه، ضریب استوکیومتری چند ماده با یکدیگر برابر است؟ (تجربی خارج ۹۶)

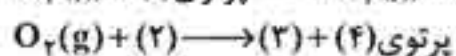
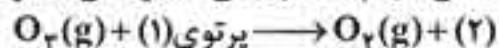
(۱) ۵ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۱۲. نسبت شمار مول‌های آب به شمار مول‌های  $O_2$  در معادله واکنش سوختن:  $PH_3(g) + O_2(g) \longrightarrow P_2H_4(s) + H_2O(g)$  پس از موازنه، کدام است؟ (تجربی داخل ۹۷)

(۱)  $\frac{3}{4}$  (۲)  $\frac{3}{5}$  (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴)  $\frac{2}{5}$

### ۱۳۴. کدام گزینه درست است؟

- (۱) پایداری مولکول‌های اکسیژن از مولکول‌های اوزون بیشتر است.  
 (۲) گاز اکسیژن بر خلاف گاز اوزون در حالت فیزیکی مایع، بی‌رنگ است.  
 (۳) از گاز اکسیژن همانند گاز اوزون می‌توان برای از بین بردن جانداران ذره‌بینی استفاده کرد.  
 (۴) با سرد کردن مخلوط گازی حاوی مولکول‌های اکسیژن و اوزون، ابتدا اوزون به حالت مایع در می‌آید.
۱۳۵. واکنش‌های زیر به نقش حفاظتی اوزون موجود در لایه استراتوسفر مربوط می‌شوند. برای تکمیل فرایندهای انجام‌شده، به جای شماره‌های (۱) و (۳) و (۴)، به ترتیب چه نمادها یا کلماتی باید نوشته شود؟



(۱) فرابنفش،  $\text{O}(\text{g})$ ، فروسرخ (۲) فروسرخ،  $\text{O}(\text{g})$ ، فرابنفش (۳) فرابنفش،  $\text{O}^-(\text{g})$ ، فروسرخ (۴) فروسرخ،  $\text{O}^-(\text{g})$ ، فرابنفش

### ۱۳۶. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

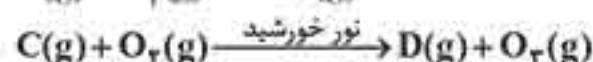
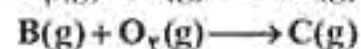
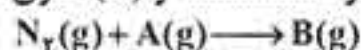
- (آ) واکنش‌پذیری متفاوت مولکول‌های اکسیژن و اوزون را می‌توان به ساختار متفاوت آن دو نسبت داد.  
 (ب) مولکول‌های اوزون در تروپوسفر برخلاف استراتوسفر، آلاینده‌ای سمی و خطرناک به شمار می‌آید.  
 (پ) بر اثر تابش فرابنفش خورشید به مولکول‌های اوزون در لایه استراتوسفر، از غلظت این گاز به مرور زمان کاسته می‌شود.  
 (ت) مجموعه واکنش‌های لایه اوزون را می‌توان به صورت  $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$  نشان داد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

### ۱۳۷. کدام گزینه نادرست است؟

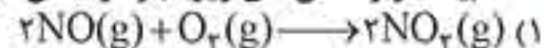
- (۱) در ناحیه‌ای که رعد و برق ایجاد می‌شود به دلیل دمای بسیار بالا اکسیدهای نیتروژن تشکیل می‌شود.  
 (۲) از واکنش بین گاز اکسیژن و نیتروژن درون موتور خودرو و در دمای بالا اکسیدهای نیتروژن به وجود می‌آیند.  
 (۳) رنگ قهوه‌ای روشن هوای آلوده کلان‌شهرها به دلیل وجود گازهای  $\text{NO}$  و  $\text{CO}$  است.  
 (۴) واکنش  $\text{NO}_2(\text{g})$  با  $\text{O}_3(\text{g})$  در برابر نور خورشید به تشکیل گاز اوزون می‌انجامد.

### ۱۳۸. با توجه به واکنش‌های (موازنه نشده) زیر به تشکیل اوزون تروپوسفری مربوط می‌شوند (D) نمایانگر گاز ..... و (C) گازی ..... است.



(۱)  $\text{N}_2$ ، بی‌رنگ (۲)  $\text{NO}$ ، بی‌رنگ (۳)  $\text{N}_2$ ، قهوه‌ای رنگ (۴)  $\text{NO}$ ، قهوه‌ای رنگ

### ۱۳۹. کدام یک از واکنش‌های زیر، جزء واکنش‌های مربوط به تشکیل اوزون تروپوسفری نیست؟



## قسمت نهم: رفتار گازها

(صفحه ۷۷ تا ۸۰ کتاب درسی)

### برخی ویژگی‌های گازها

- ◀ گازها شکل و حجم معینی ندارند؛ بلکه به شکل ظرف محتوی آن در می‌آیند و همه فضای ظرف را اشغال می‌کنند. از این رو، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است.
- ◀ در جدول زیر مقایسه میان خواص ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز را مشاهده می‌کنید:

| حجم معین | شکل معین | جرم معین | تراکم‌پذیر |
|----------|----------|----------|------------|
| ندارد    | ندارد    | دارد     | است        |
| دارد     | ندارد    | دارد     | نیست       |
| دارد     | دارد     | دارد     | نیست       |

- ◀ حجم یک نمونه گاز به، تعداد مول، دما و فشار وابسته است.

### رابطه حجم یک نمونه گاز با فشار آن



- ◀ در دمای ثابت، هرچه فشار نمونه معینی از گاز بالاتر باشد، حجم آن کمتر است. بنابراین، در دمای ثابت، حجم یک نمونه گاز با فشار آن رابطه وارون دارد به طوری که می‌توان نوشت:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad \text{در دمای ثابت}$$

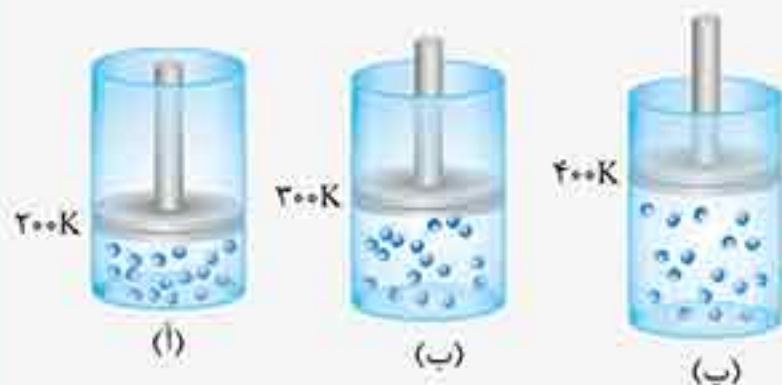
شکل مقابل نیز رابطه حجم یک نمونه گاز با فشار آن را (در دمای ثابت) به خوبی نشان می‌دهد. با افزایش فشار حجم یک نمونه معین گاز در دمای ثابت کاهش، و با کاهش فشار حجم آن افزایش می‌یابد.

### رابطه حجم یک نمونه گاز با دمای آن

در فشار ثابت، با افزایش دمای گاز، حجم آن نیز بیشتر می‌شود. بنابراین، در فشار ثابت، بین حجم یک نمونه گاز و دمای آن، رابطه مستقیم دارد، به طوری که می‌توان نوشت:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (T: \text{دما برحسب کلوین})$$

**توجه:** در رابطه فوق،  $T$  دمای گاز برحسب کلوین است و اگر دما برحسب درجه سلسیوس مشخص شده باشد، با افزودن عدد  $273$  به دمای سلسیوس، می‌توان دمای کلوین را به دست آورد. شکل مقابل نیز رابطه حجم یک نمونه گاز با دمای آن را (در فشار ثابت) به خوبی نشان می‌دهد:



دمای گاز (برحسب کلوین) در ظرف (ب)،  $\frac{3}{4}$  برابر ظرف (پ) و  $\frac{3}{4}$  برابر ظرف (آ) است. بنابراین، حجم گاز در ظرف (ب)،  $\frac{3}{4}$  و برابر ظرف (پ) و  $\frac{3}{4}$  برابر ظرف (آ) است.

### رابطه حجم یک نمونه گاز با دما و فشار آن

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

برای یک نمونه گاز می‌توان نوشت:

**مثال:** یک نمونه گاز نیتروژن در دمای  $27^\circ\text{C}$  و فشار یک اتمسفر،  $2.0\text{L}$  حجم دارد. اگر دمای این نمونه گاز را به  $177^\circ\text{C}$  و فشار آن را به دو اتمسفر برسانیم، حجم آن به چند لیتر می‌رسد؟

$$\begin{cases} T_1 = 27 + 273 = 300\text{K} \\ P_1 = 1\text{atm} \\ V_1 = 2.0\text{L} \end{cases} \quad \begin{cases} T_2 = 177 + 273 = 450\text{K} \\ P_2 = 2\text{atm} \\ V_2 = ?\text{L} \end{cases}$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 2.0}{300} = \frac{2 \times V_2}{450} \Rightarrow V_2 = 1.5\text{L}$$



نکته

توجه شود که  $T_1$  و  $T_2$  در این رابطه، باید برحسب کلوین جایگذاری شوند. اما در مورد واحد فشار و حجم در دو طرف معادله محدودیتی وجود ندارد. تنها کافی است واحدهای فشار ( $\text{atm}$ ،  $\text{pa}$  و ...) و حجم ( $\text{mL}$ ،  $\text{m}^3$  و ...) در دو طرف معادله یکسان باشند.

### رابطه حجم گاز با تعداد مول آن در دما و فشار ثابت

در دما و فشار ثابت، با افزایش تعداد مول گاز، حجم آن افزایش می‌یابد. بنابراین، در دما و فشار ثابت، بین حجم یک نمونه گاز و تعداد مول آن، رابطه مستقیم وجود دارد، به طوری که می‌توان نوشت:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

قانون آووگادرو در ارتباط با حجم گازها: در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.

### حجم مولی گازها در شرایط STP

به دمای صفر درجه سلسیوس ( $273\text{K}$ ) و فشار یک اتمسفر، شرایط STP گفته می‌شود. در شرایط STP حجم یک مول از هر گازی برابر  $22.4$  لیتر (یا  $22400$  میلی‌لیتر) است. به عبارت دیگر، حجم مولی گازها در شرایط STP برابر  $22.4$  لیتر است. می‌توان از کسر تبدیل  $\frac{1\text{mol}}{22.4\text{L}}$  یا  $\frac{22.4\text{L}}{1\text{mol}}$  در مسائل استفاده کرد.

**مثال:** گرم گاز نیتروژن در شرایط STP موجود است. اگر دمای گاز را به  $546^\circ\text{C}$  و فشار آن را به  $1/5$  اتمسفر برسانیم، حجم گاز به چند لیتر می‌رسد؟

**پاسخ:** مقدار گاز دقیقاً برابر یک مول بوده و در شرایط STP،  $22.4$  لیتر حجم دارد.

$$\begin{cases} P_1 = 1\text{atm} \\ T_1 = 0^\circ\text{C} = 273\text{K} \\ V_1 = 22.4\text{L} \end{cases} \quad \begin{cases} P_2 = 1/5\text{atm} \\ T_2 = 546^\circ\text{C} = (546 + 273)\text{K} = 819\text{K} \\ V_2 = ?\text{L} \end{cases}$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 22.4}{273} = \frac{1/5 \times V_2}{819} \Rightarrow V_2 = 44.8\text{L}$$





اگر  $M_1$  و  $V_1$  به ترتیب، غلظت مولی و حجم محلول غلیظ‌تر و  $M_2$  و  $V_2$  به ترتیب غلظت مولی و حجم محلول رقیق‌تر باشد، می‌توان نوشت:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

بدیهی است که  $V_2$  از افزودن حجم آب اضافه‌شده به  $V_1$  به دست می‌آید. به عبارت دیگر می‌توان نوشت:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 (V_1 + V_{H_2O})$$

**مثال:** به دو لیتر محلول ۴ مولار سدیم هیدروکسید چند لیتر آب باید افزوده شود تا محلول ۰/۰۸ مولار سدیم هیدروکسید به دست آید؟

$$4 \times 2 = 0.08(2 + V_{H_2O}) \Rightarrow V_{H_2O} = 98L$$

**مثال:** برای تهیه ۵ لیتر محلول ۰/۰۴ مولار سدیم هیدروکسید، چند میلی‌لیتر محلول ۱۰ مولار سدیم هیدروکسید را با چند میلی‌لیتر آب باید مخلوط کنیم؟

$$\frac{M_1 \cdot V_1}{\text{غلظت}} = \frac{M_2 \cdot V_2}{\text{رقیق}} \Rightarrow 10 \times V_1 = 0.04 \times 5 \Rightarrow V_1 = 0.02L = 20mL \Rightarrow V_{H_2O} = (5 \times 1000)mL - 20mL = 4980mL$$

**توجه:** یکای حجم برای دو محلول غلیظ و رقیق در رابطه  $M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$  باید یکسان باشد.

۶۸. کدام گزینه نادرست است؟

(۱) غلظت مولی برابر با تعداد مول‌های حل‌شونده در یک لیتر محلول است.

(۲) اندازه‌گیری جرم یک مایع آسان‌تر از حجم یک مایع است.

(۳) مبنای محاسبات کمی در شیمی، مول است.

(۴) محلول یک مولار سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد که در هر لیتر از این محلول ۱ مول سدیم هیدروکسید حل شده است.

۶۹. با افزودن مقداری ..... به یک محلول در حجم ثابت، غلظت محلول افزایش می‌یابد و با افزودن مقداری ..... به محلول با غلظت معین، غلظت محلول کاهش می‌یابد.

(۱) حل‌شونده - حل‌شونده (۲) حل‌شونده - حلال (۳) حلال - حل‌شونده (۴) حلال - حلال

۷۰. برای تهیه محلول ۰/۵ مولار سدیم نیترات به کدام صورت می‌توان عمل کرد؟

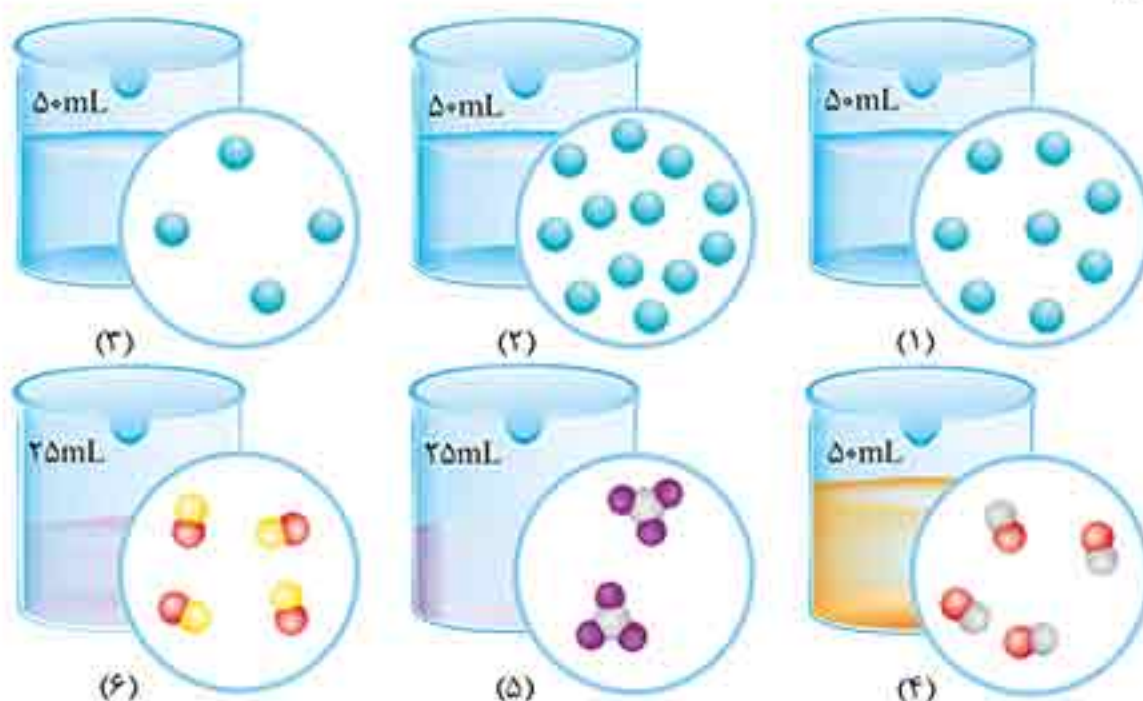
(۱) ۴۲/۵ گرم سدیم نیترات را در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب خالص حل کنیم.

(۲) ۲۱/۲۵ گرم سدیم نیترات را وارد ظرفی کرده و به آن ۵۰۰ میلی‌لیتر آب خالص اضافه کنیم.

(۳) ۲۱/۲۵ گرم سدیم نیترات را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۵۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم.

(۴) ۸۵ گرم سدیم نیترات را در مقداری آب حل کرده و حجم محلول را به ۱۰۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم.

۷۱. با توجه به شکل‌های زیر که محلول‌های آبی (۱) تا (۶) را نشان می‌دهد، اگر هر ذره حل‌شونده هم ارز ۰/۲ مول باشد، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟



(آ) غلظت مولی محلول شماره (۳) از سایر محلول‌ها بیشتر است.

(ب) غلظت مولی محلول‌های (۳) و (۵) یکسان است.

(پ) غلظت مولی محلول‌های (۱) و (۴) به ترتیب برابر ۳/۲ و ۱/۶ مول بر لیتر است.

(ت) با اضافه کردن ۱۱۰ میلی‌لیتر آب به محلول (۴)، غلظت محلول حاصل ۰/۵ مول بر لیتر می‌شود.

(۱) ۴ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۱

## قسمت چهارم: انحلال پذیری

### انحلال پذیری مواد جامد در آب

**تعریف:** به مقدار ماده حل شونده بر حسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل شده و محلول سیر شده پدید می آورد، انحلال پذیری آن ماده در دمای آزمایش گفته می شود.

رابطه مربوط به محاسبه انحلال پذیری در کتاب درسی نیامده (۱)، ولی از تعریف آن قابل استنباط است. همان طور که در کتاب درسی سال های گذشته هم به همین صورت بوده است، ولی بارها در کنکور مورد سؤال قرار گرفت.

$$\text{انحلال پذیری} = \frac{\text{جرم حل شونده بر حسب گرم}}{\text{جرم حلال بر حسب گرم}} \times 100$$

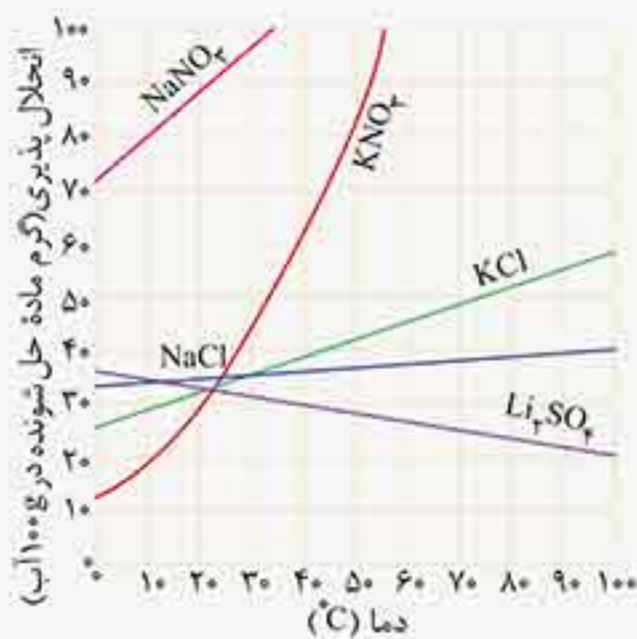
**مثال:** اگر در دمای معینی، ۲۵۰ گرم از محلول سیر شده یک نمک شامل ۵۰g از آن نمک باشد، انحلال پذیری آن نمک در این دما برابر چند گرم است؟

$$\text{انحلال پذیری} = \frac{50}{250 - 50} \times 100 = 25g$$

**مواد محلول، کم محلول و نامحلول:** مواد حل شونده براساس میزان انحلال پذیری در آب، به سه دسته تقسیم بندی می شوند: مواد محلول، مواد کم محلول و مواد نامحلول.

| مواد نامحلول | مواد کم محلول | مواد محلول        |
|--------------|---------------|-------------------|
| ۰/۰۱g        | ۱g            | مواد انحلال پذیری |

چند مثال مهم از مواد محلول، کم محلول و نامحلول در آب (که باید حفظ شوند کنید):  
 مواد محلول: شکر - اتانول - استون - همه ترکیب های یونی حاوی نیترات - همه ترکیب های فلزهای قلیایی  
 مواد نامحلول: کلسیم فسفات - نقره کلرید - باریم سولفات - هگزان - ید  
 مواد کم محلول: کلسیم سولفات



### تغییر انحلال پذیری نمک ها با تغییر دما

همان طور که نمودار روبه رو نشان می دهد، انحلال پذیری نمک ها در آب با تغییر دما دچار تغییر می شود، البته شدت این تغییرات برای نمک های مختلف، متفاوت است. مثلاً در مورد سدیم کلرید، با تغییر دما، انحلال پذیری آن تغییر چندانی نمی کند، اما در مورد پتاسیم نیترات، تغییر انحلال پذیری آن نسبت به تغییر دما، بسیار زیاد است.

در ارتباط با نمودار تغییرات انحلال پذیری نمک ها نسبت به دما، مسائل متنوعی قابل طرح است. پنج تیپ شناخته شده و رایج از این مسائل را در اینجا ارائه می کنیم. نظیر تمامی این مسائل به دفعات در کنکورهای گذشته مطرح شده اند.

**مثال:** با توجه به نمودار انحلال پذیری - دما، در دمای ۹۰°C در حدود چند گرم پتاسیم کلرید را باید در ۴۰۰ گرم آب حل کنیم تا محلول سیر شده آن حاصل شود؟

**پاسخ:** انحلال پذیری KCl در دمای ۹۰°C، در حدود ۵۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین:

$$400g H_2O \times \frac{55g KCl}{100g H_2O} = 220g KCl$$

**مثال:** با استفاده از نمودار انحلال پذیری - دما، در دمای ۹۰°C، ۶۲ گرم محلول سیر شده KCl شامل چند گرم KCl است؟

**پاسخ:** به ازای هر (۱۰۰ + ۵۵) یا ۱۵۵ گرم محلول سیر شده، ۵۵ گرم نمک در محلول وجود دارد. بنابراین:

$$62g (\text{محلول}) \times \frac{55g KCl}{155g (\text{محلول})} = 22g KCl$$

**مثال:** با توجه به نمودار انحلال پذیری - دما، در دمای ۹۰°C با استفاده از ۳۳ گرم KCl چند گرم محلول سیر شده آن را می توان تهیه کرد؟

**پاسخ:** در این دما، هر ۵۵ گرم KCl در ۱۰۰ گرم آب حل شده و ۱۵۵ گرم محلول سیر شده پدید می آورد. بنابراین:

$$55g (\text{نمک}) \Rightarrow 155g (\text{محلول}) \Rightarrow 33g (\text{نمک}) \times \frac{155g (\text{محلول})}{55g (\text{نمک})} = 93g (\text{محلول})$$

# پاسخنامه کلیدی آزمون عبارات فصل ۳

| آزمون اول |   | ۶         | ✓ | آزمون چهارم |   | ۱۵        | ✓ | ۲۰         | ✓ | ۹  | ✓ |
|-----------|---|-----------|---|-------------|---|-----------|---|------------|---|----|---|
| ۱         | × | ۷         | ✓ | ۱           | ✓ | ۱۶        | × | ۲۱         | ✓ | ۱۰ | ✓ |
| ۲         | × | ۸         | × | ۲           | ✓ | ۱۷        | ✓ | ۲۲         | ✓ | ۱۱ | × |
| ۳         | × | ۹         | × | ۳           | × | ۱۸        | ✓ | ۲۳         | × | ۱۲ | ✓ |
| ۴         | ✓ | ۱۰        | ✓ | ۴           | ✓ | ۱۹        | ✓ | ۲۴         | ✓ | ۱۳ | ✓ |
| ۵         | ✓ | ۱۱        | × | ۵           | ✓ | ۲۰        | × | ۲۵         | × | ۱۴ | × |
| ۶         | ✓ | ۱۲        | ✓ | ۶           | × | آزمون ششم |   | آزمون هفتم |   | ۱۵ | × |
| ۷         | × | ۱۳        | × | ۷           | ✓ | ۱         | ✓ | ۱          | ✓ | ۱۶ | ✓ |
| ۸         | × | آزمون سوم |   | ۸           | ✓ | ۲         | × | ۲          | × | ۱۷ | ✓ |
| ۹         | × | ۱         | × | ۹           | × | ۳         | ✓ | ۳          | ✓ | ۱۸ | ✓ |
| ۱۰        | ✓ | ۲         | ✓ | ۱۰          | × | ۴         | ✓ | ۴          | ✓ | ۱۹ | × |
| ۱۱        | ✓ | ۳         | × | آزمون پنجم  |   | ۵         | ✓ | ۵          | × | ۲۰ | × |
| ۱۲        | × | ۴         | ✓ | ۱           | × | ۶         | ✓ | ۶          | × | ۲۱ | ✓ |
| ۱۳        | × | ۵         | ✓ | ۲           | × | ۷         | ✓ | ۷          | ✓ | ۲۲ | × |
| ۱۴        | × | ۶         | ✓ | ۳           | ✓ | ۸         | ✓ | ۸          | × | ۲۳ | ✓ |
| ۱۵        | × | ۷         | ✓ | ۴           | × | ۹         | ✓ | ۹          | × | ۲۴ | × |
| ۱۶        | × | ۸         | ✓ | ۵           | × | ۱۰        | × | ۱۰         | ✓ | ۲۵ | ✓ |
| ۱۷        | × | ۹         | × | ۶           | × | ۱۱        | ✓ | آزمون هشتم |   |    |   |
| ۱۸        | ✓ | ۱۰        | ✓ | ۷           | × | ۱۲        | ✓ | ۱          | × |    |   |
| ۱۹        | × | ۱۱        | ✓ | ۸           | × | ۱۳        | × | ۲          | ✓ |    |   |
| آزمون دوم |   | ۱۲        | ✓ | ۹           | ✓ | ۱۴        | ✓ | ۳          | × |    |   |
| ۱         | × | ۱۳        | × | ۱۰          | × | ۱۵        | ✓ | ۴          | ✓ |    |   |
| ۲         | ✓ | ۱۴        | ✓ | ۱۱          | × | ۱۶        | ✓ | ۵          | × |    |   |
| ۳         | × | ۱۵        | × | ۱۲          | × | ۱۷        | × | ۶          | ✓ |    |   |
| ۴         | ✓ | ۱۶        | × | ۱۳          | ✓ | ۱۸        | ✓ | ۷          | × |    |   |
| ۵         | ✓ | ۱۷        | × | ۱۴          | ✓ | ۱۹        | × | ۸          | × |    |   |

