

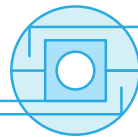
۲۸- اگر شمار الکترون‌های  $^{37}X^-$  و  $Y^{2+}$  با هم برابر باشد و مجموع ذرات زیراتمی با بار مثبت این دو یون، برابر عدد جرمی  $X$  باشد: الف) عدد اتمی  $X$  و  $Y$  را به دست آورید. ب) از میان عناصر جدول روبه‌رو، ایزوتوپ‌های  $X$  و  $Y$  را مشخص کنید.

گونه	$A^{2+}$	B	$C^-$
تعداد الکترون	۲۰	۲۰	۱۸
تعداد نوترون	۲۸	۲۲	۱۸

۲۹- در دو گونه  $X^+$  و  $^{127}Y^{2-}$  تعداد الکترون‌ها با هم برابر است. اگر تعداد نوترون‌های  $X$  دو واحد بیشتر از  $Y$  باشد: الف) عدد جرمی عنصر  $X$  را به دست آورید. ب) آیا اتم  $X$  و  $^{132}E$  می‌توانند ایزوتوپ هم باشند؟ چرا؟

۳۰- اگر در یون  $^{87}X^{2-}$  شمار پروتون‌ها، دو برابر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها باشد: الف) مجموع ذرات زیراتمی باردار اتم  $X$  را به دست آورید. ب) آیا اتم  $X$  می‌تواند یک رادیوایزوتوپ باشد؟ ب) نماد شیمیایی عنصر  $A$  را که دارای ۵۵ نوترون بوده و ایزوتوپ اتم  $X$  است بنویسید.

## طبقه‌بندی عنصرها



## فصل اول بخش دوم

مربوط به صفحه ۹ تا ۱۹ کتاب درسی

طبقه‌بندی عناصر کمک می‌کند که ۱۱۸ عنصر شناخته شده را با معیار و چیدمان خاصی در جدولی قرار دهیم؛ این جدول کمک می‌کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی‌های عنصرها به دست آوریم و بر اساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنیم.

### جدول دوره‌ای عنصرها

سیمای کلی جدول دوره‌ای عناصر به صورت زیر است:

۱ ۱ H هیدروژن ۱/۰۰۸	۲ ۲ He هلیوم ۴/۰۰۳											۱۳ ۵ B بور ۱۰/۸۰	۱۴ ۶ C کربن ۱۲/۰۱	۱۵ ۷ N نیتروژن ۱۴/۰۱	۱۶ ۸ O اکسیژن ۱۶/۰۰	۱۷ ۹ F فلورین ۱۹/۰۰	۱۸ ۱۰ Ne نئون ۲۰/۱۸														
۲ ۳ Li لیتیم ۶/۹۴	۴ ۴ Be برلیوم ۹/۰۱											۱۳ ۱۳ Al آلومینیم ۲۶/۹۸	۱۴ ۱۴ Si سیلیسیم ۲۸/۰۹	۱۵ ۱۵ P فسفر ۳۰/۹۷	۱۶ ۱۶ S گوگرد ۳۲/۰۷	۱۷ ۱۷ Cl کلر ۳۵/۴۵	۱۸ ۱۸ Ar آرگون ۳۹/۹۵														
۳ ۱۱ Na سدیم ۲۲/۹۹	۱۲ ۱۲ Mg منیزیم ۲۴/۳۱											۱۳ ۳۱ Ga گالیم ۶۹/۷۲	۱۴ ۳۲ Ge جرمانیم ۷۲/۶۴	۱۵ ۳۳ As آرسنیک ۷۴/۹۲	۱۶ ۳۴ Se سلنیم ۷۸/۹۶	۱۷ ۳۵ Br برم ۷۹/۹۰	۱۸ ۳۶ Kr کریپتون ۸۳/۸۰														
۴ ۱۹ K پتاسیم ۳۹/۱۰	۲۰ ۲۰ Ca کلسیم ۴۰/۰۸	۲۱ ۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴/۹۶	۲۲ ۲۲ Ti تیتانیوم ۴۷/۸۷	۲۳ ۲۳ V وانادیم ۵۰/۹۴	۲۴ ۲۴ Cr کروم ۵۲/۰۰	۲۵ ۲۵ Mn منگنز ۵۴/۹۴	۲۶ ۲۶ Fe آهن ۵۵/۸۵	۲۷ ۲۷ Co کوبالت ۵۸/۹۳	۲۸ ۲۸ Ni نیکل ۵۸/۶۹	۲۹ ۲۹ Cu مس ۶۳/۵۵	۳۰ ۳۰ Zn زینک ۶۵/۳۹	۳۱ ۳۱ Ga گالیم ۶۹/۷۲	۳۲ ۳۲ Ge جرمانیم ۷۲/۶۴	۳۳ ۳۳ As آرسنیک ۷۴/۹۲	۳۴ ۳۴ Se سلنیم ۷۸/۹۶	۳۵ ۳۵ Br برم ۷۹/۹۰	۳۶ ۳۶ Kr کریپتون ۸۳/۸۰														
۵ ۳۷ Rb روبیوم ۸۵/۴۷	۳۸ ۳۸ Sr استرانسیم ۸۷/۶۲	۳۹ ۳۹ Y ایتروم ۸۸/۹۱	۴۰ ۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱/۲۲	۴۱ ۴۱ Nb نیوبیم ۹۲/۹۱	۴۲ ۴۲ Mo مولیبدن ۹۵/۹۴	۴۳ ۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ ۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱/۱	۴۵ ۴۵ Rh رودیم ۱۰۱/۲۰	۴۶ ۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶/۴۰	۴۷ ۴۷ Ag قرص ۱۰۷/۹۰	۴۸ ۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲/۴۰	۴۹ ۴۹ In ایندیم ۱۱۴/۸۰	۵۰ ۵۰ Sn فلز ۱۱۸/۷۰	۵۱ ۵۱ Sb آنتیمون ۱۲۱/۸۰	۵۲ ۵۲ Te تلوریم ۱۲۷/۶۰	۵۳ ۵۳ I ید ۱۲۶/۹۰	۵۴ ۵۴ Xe زنون ۱۳۱/۳۰														
۶ ۵۵ Cs سزیم ۱۳۲/۹	۵۶ ۵۶ Ba باریم ۱۳۷/۳	۵۷ ۵۷ La لانتان ۱۳۸/۹۰	۵۸ ۵۸ Ce سرم ۱۴۰/۱۰	۵۹ ۵۹ Pr پراسئودیم ۱۴۰/۹۰	۶۰ ۶۰ Nd نئودیم ۱۴۴/۲۰	۶۱ ۶۱ Pm پرومتیم ۱۴۵	۶۲ ۶۲ Sm ساماریوم ۱۵۰/۴۰	۶۳ ۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲/۰۰	۶۴ ۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷/۳۰	۶۵ ۶۵ Tb تریبیم ۱۵۸/۹۰	۶۶ ۶۶ Dy دیسپروسیم ۱۶۲/۵۰	۶۷ ۶۷ Ho هولم ۱۶۴/۹۰	۶۸ ۶۸ Er اریتم ۱۶۷/۳۰	۶۹ ۶۹ Tm تولیم ۱۶۸/۹۰	۷۰ ۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳/۰۰	۷۱ ۷۱ Lu لوئورسیم ۱۷۴/۹۰	۷۲ ۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸/۵	۷۳ ۷۳ Ta تانالتان ۱۸۰/۹۰	۷۴ ۷۴ W تنگستن ۱۸۳/۸۰	۷۵ ۷۵ Re رنتگنیم ۱۸۶/۲۰	۷۶ ۷۶ Os اوسم ۱۹۰/۲۰	۷۷ ۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲/۲۰	۷۸ ۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵/۱	۷۹ ۷۹ Au طلا ۱۹۷/۰۰	۸۰ ۸۰ Hg جیوه ۲۰۰/۶۰	۸۱ ۸۱ Tl تالیم ۲۰۴/۳۰	۸۲ ۸۲ Pb سرب ۲۰۷/۲۰	۸۳ ۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹/۰۰	۸۴ ۸۴ Po پولونیم ۲۰۹	۸۵ ۸۵ At استاتین ۲۱۰	۸۶ ۸۶ Rn رادون ۲۲۲
۷ ۸۷ Fr فرانسیوم ۲۲۳	۸۸ ۸۸ Ra رادیوم ۲۲۶	۸۹ ۸۹ Ac آکتینیم ۲۲۷	۹۰ ۹۰ Th توریم ۲۳۲/۰۰	۹۱ ۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱/۰۰	۹۲ ۹۲ U اورانیم ۲۳۸/۰۰	۹۳ ۹۳ Np نپتونیم ۲۳۷	۹۴ ۹۴ Pu پلوتونیم ۲۴۴	۹۵ ۹۵ Am امریسیوم ۲۴۳	۹۶ ۹۶ Cm کوریوم ۲۴۷	۹۷ ۹۷ Bk برکلیوم ۲۴۷	۹۸ ۹۸ Cf کالیفرنیم ۲۵۱	۹۹ ۹۹ Es اینشتینیم ۲۵۲	۱۰۰ ۱۰۰ Fm فرمیوم ۲۵۷	۱۰۱ ۱۰۱ Md مندیلیوم ۲۵۸	۱۰۲ ۱۰۲ No نوبلیوم ۲۵۹	۱۰۳ ۱۰۳ Lr لوئورسیم ۲۶۰	۱۰۴ ۱۰۴ Rf رادرفوردیم ۲۶۱	۱۰۵ ۱۰۵ Db دانبیم ۲۶۸	۱۰۶ ۱۰۶ Sg سیبورگیم ۲۶۹	۱۰۷ ۱۰۷ Bh بوریم ۲۷۰	۱۰۸ ۱۰۸ Hs هاسیم ۲۷۷	۱۰۹ ۱۰۹ Mt ماتریوم ۲۷۶	۱۱۰ ۱۱۰ Ds دارمشتاتیم ۲۸۱	۱۱۱ ۱۱۱ Rg رونگتیم ۲۸۰	۱۱۲ ۱۱۲ Cn کوپرنتسیم ۲۸۵	۱۱۳ ۱۱۳ Nh نیوهونیم ۲۸۴	۱۱۴ ۱۱۴ Fl فلورینیم ۲۸۹	۱۱۵ ۱۱۵ Mc مکسکوویچ ۲۸۸	۱۱۶ ۱۱۶ Lv لیوورنیم ۲۹۳	۱۱۷ ۱۱۷ Ts تنسینه ۲۹۶	۱۱۸ ۱۱۸ Og اوگانسون ۲۹۴

۱ طبقه‌بندی عنصرها در قالب جدول دوره‌ای عنصرها، مزیت‌های زیادی دارد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

الف) دسترسی سریع و آسان به اطلاعات مربوط به عنصرها (ب) پیش‌بینی رفتار عنصرهای گوناگون (ب) به دست آوردن اطلاعات ارزشمند از ویژگی‌های عنصرها

۲ در این جدول هر عنصر با نماد شیمیایی ویژه‌ای نشان داده می‌شود که در این نماد، حرف اول نام لاتین عنصر را با حروف بزرگ انگلیسی و حرف بعدی را با حروف کوچک انگلیسی می‌نویسیم. نماد شیمیایی هر عنصر می‌تواند یک یا دوحرفی باشد:

چند عنصر با نماد یک‌حرفی	هیدروژن (H)	بور (B)	کربن (C)	اکسیژن (O)	نیتروژن (N)	فلورین (F)	فسفر (P)	گوگرد (S)	پتاسیم (K)
چند عنصر با نماد دوحرفی	هلیوم (He)	برلیوم (Be)	نئون (Ne)	سدیم (Na)	منیزیم (Mg)	آلومینیم (Al)	سیلیسیم (Si)	کلر (Cl)	آرگون (Ar)

## نکته

CO (که هر دو حرف آن بزرگ نوشته می‌شود) ترکیب کربن مونواکسید است، در حالی که Co (که حرف دوم برخلاف حرف اول کوچک نوشته شده است) عنصر کبالت است.

۳ در جدول دوره‌ای (تناوبی) امروزی، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند به طوری که جدول دوره‌ای عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ( $Z=1$ ) آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می‌شود.

۴ جدول دوره‌ای عنصرها شامل ۱۸ ستون یا گروه است. شماره این گروه‌ها از چپ به راست، از ۱ تا ۱۸ نام گذاری شده است.

۵ جدول دوره‌ای عنصرها شامل ۷ ردیف است که به هر ردیف از آن، دوره یا تناوب گفته می‌شود.

توجه → هر ردیف افقی جدول دوره‌ای که نشان‌دهنده چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است.  
→ هر ستون جدول که شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است.

## نکته

خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند مشابه است. برای مثال همهٔ عنصرهای گروه ۱۷، می‌توانند آنیونی با بار منفی یک ( $F^-$ ،  $Cl^-$  و ...) تشکیل دهند یا همهٔ عناصر واقع در گروه ۱ با کلر ترکیبی به فرمول کلی  $XCl$  (NaCl، LiCl، HCl و ...) و همهٔ عناصر گروه ۲ با کلر ترکیبی به فرمول کلی  $XCl_2$  ( $CaCl_2$ ،  $MgCl_2$ ،  $BeCl_2$  و ...) تشکیل می‌دهند. به طور کلی عناصر گروه ۱ و ۲ در ترکیب با نافلزها به ترتیب کاتیون  $X^+$  و  $X^{2+}$  تشکیل می‌دهند.

اشباه‌کنند خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره قرار دارند مشابه نیست. برای نمونه فسفر (P) و گوگرد (S) در یک دوره هستند ولی

یون پایدار آن‌ها مشابه نیست به طوری که یون پایدار فسفر،  $P^{3-}$  و یون پایدار گوگرد،  $S^{2-}$  است.

هر خانهٔ جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. برای نمونه خانهٔ شمارهٔ هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد. برای هر عنصر، عددی به نام «جرم اتمی میانگین» هم در نظر گرفته می‌شود. این عدد میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های عنصر با در نظر گرفتن درصد فراوانی آن‌ها است.

با استفاده از جدول دوره‌ای می‌توان اطلاعاتی مانند شمارهٔ گروه، دوره، تعداد ذره‌های زیراتمی و ... را برای یک عنصر به دست آورد:

توجه موقعیت یا مکان هر عنصر در جدول دوره‌ای، شمارهٔ گروه و دورهٔ آن را مشخص می‌کند. به عنوان مثال عنصر فسفر (P) در ستون ۱۵ و ردیف سوم جدول قرار دارد، بنابراین در گروه ۱۵ و دورهٔ سوم قرار دارد.

نتیجه شمارهٔ خانهٔ هر عنصر در جدول تناوبی با عدد اتمی آن عنصر مطابقت دارد.

می‌دانیم خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، بسیار شبیه به هم است. به همین دلیل با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابهی تکرار می‌شود، به همین دلیل این جدول را جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها می‌نامیم.

برخی از گروه‌ها نام‌های خاصی دارند: گروه ۱ (قلیایی‌ها)، گروه ۲ (قلیایی خاکی‌ها)، گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) و گروه ۱۸ (گازهای نجیب یا بی‌اثر).

توجه عناصر گروه ۱۸ مانند هلیوم ( $He$ ) تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند، به همین دلیل به گازهای نجیب یا بی‌اثر معروف‌اند.

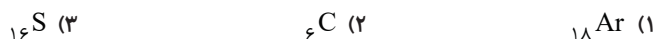
ایزوتوپ‌های یک عنصر معین در یک خانهٔ واحد از جدول تناوبی قرار دارند، به همین دلیل به ایزوتوپ‌های یک عنصر «هم‌مکان» نیز گفته می‌شود.

## مثال ۱۳

با توجه به جدول تناوبی عنصرها به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف) موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای آلومینیم ( $Al$ ، ۱۳)، کلسیم ( $Ca$ ، ۲۰)، منگنز ( $Mn$ ، ۲۵) و سلنیم ( $Se$ ، ۳۴) را تعیین کنید.

ب) هلیوم ( $He$ ، ۲)، عنصری است که تمایل به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارد. کدام یک از عنصرهای زیر رفتاری مشابه آن دارد؟ چرا؟

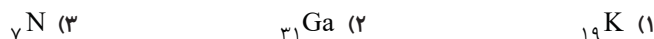


پ) اتم فلئور ( $F$ ، ۹) در ترکیب با فلزها به یون فلئورید ( $F^-$ ) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند

یون فلئورید تشکیل دهد؟ چرا؟



ت) از اتم آلومینیم ( $Al$ ، ۱۳)، یون پایدار  $Al^{3+}$  شناخته شده است. کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند به کاتیونی مشابه  $Al^{3+}$  در ترکیب‌ها تبدیل شود؟



عدد اتمی	۷
نماد شیمیایی	N
نام	نیتروژن
جرم اتمی میانگین	۱۴/۰۱

Fe	C	P	O	He
نام عنصر	آهن	کربن	فسفر	هلیوم
شمارهٔ گروه	۸	۱۴	۱۵	۱۶
شمارهٔ دوره	۴	۲	۳	۲
عدد اتمی	۲۶	۶	۱۵	۸

م خود را بیازمایید صفحهٔ ۱۳ کتاب درسی

**پاسخ الف)** با توجه به جدول،  $Al$  ۱۳ در دوره سوم و گروه ۱۳،  $Ca$  ۲۰ در دوره چهارم و گروه ۲،  $Mn$  ۲۵ در دوره چهارم و گروه ۷ و  $Se$  ۳۴ در دوره چهارم و گروه ۱۶ قرار دارد. **ب)**  $Ar$  ۱۸ - خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، بسیار شبیه به هم است. بنابراین  $Ar$  ۱۸ هم گروه با  $He$  ۲ بوده و خواص مشابه با آن دارد. **پ)**  $Br$  ۳۵ -  $Br$  ۳۵ با  $F$  ۹ هم گروه بوده و رفتاری مشابه با آن دارد، بنابراین می تواند یون پایدار  $Br^-$  تشکیل دهد. **ت)**  $Ga$  ۳۱ - هم گروه با  $Al$  ۱۳ بوده و می تواند یون پایدار  $Ga^{3+}$  ۳۱ تشکیل دهد.

### مثال ۱۴

جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید (در صورت نیاز از جدول تناوبی استفاده نمایید).  
 الف) عنصر  $As$  ۳۳ با عنصر  $(Fe/۲۶P/۱۵)$  در یک ردیف قرار دارد و خواص شیمیایی آن مشابه با عنصر  $(Sb/۳۴Se/۵۱)$  است.  
 ب) خانه پانزدهم در جدول تناوبی مربوط به عنصری از دوره (سوم / چهارم) و گروه (۱۳ / ۱۵) است.  
 پ) نیتروژن یون پایدار  $N^{3-}$  تشکیل می دهد. اتم  $(P/۱۵Se/۳۴)$  نیز مانند نیتروژن می تواند یون با بار (-۳) تشکیل دهد.  
 ت) جدول دوره ای عنصرها بر اساس افزایش (عدد جرمی / عدد اتمی) تنظیم شده و دارای (۱۸ / ۱۰) گروه است.  
 ث) عناصر  $O$  ۸،  $N$  ۷ و  $C$  ۶ در دوره (دوم / سوم) قرار دارند و عناصر  $Br$  ۳۵ و  $Cl$  ۱۷ با عنصر  $(At/۸۵Kr/۳۶)$  هم گروه هستند.  
**پاسخ الف)**  $Fe$  ۲۶ (ب) سوم - ۱۵ (پ)  $P$  ۱۵ (ت) عدد اتمی - ۱۸ (ث) دوم -  $At$  ۸۵ (در گروه ۱۷)

### جرم اتمی عنصرها

جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن ها با ترازوهای متفاوتی اندازه گیری می کنند. به عنوان مثال جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم یک هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق تر و یکای گرم می سنجند.  
**۱** ترازوهایی که برای اندازه گیری جرم مواد گوناگون به کار می روند، دقت اندازه گیری متفاوتی دارند. به عنوان مثال دقت باسکول های تنی تا یک صدم تن و دقت ترازوی زرگری تا یک صدم گرم است.

### نکته

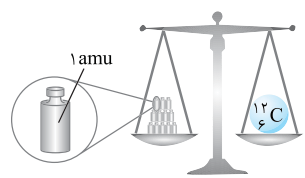
با استفاده از یک ترازوی مشخص می توان جرم اجسامی را اندازه گیری کرد که جرم آن ها با دقت ترازو برابر یا بیشتر از آن باشد. به عنوان مثال با استفاده از باسکول تنی نمی توان جرم یک هندوانه را اندازه گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه گیری این ترازو کمتر است.

**۲** اتم ها ریزتر از آن هستند که بتوان به طور مستقیم آن ها را مشاهده کرد یا جرم آن ها را اندازه گرفت. جرم یک اتم به اندازه ای ناچیز است که ترازویی وجود ندارد که دقت اندازه گیری اش کمتر از جرم یک اتم باشد تا بتوان به کمک آن، جرم یک اتم را اندازه گیری نمود.

**نوجه** به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم ها به کار می برند.

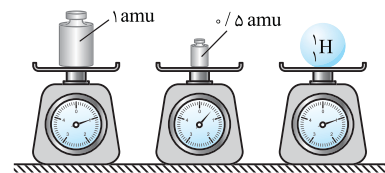
**۳** مطابق مقیاس جرم نسبی، جرم اتم ها را با وزنه ای می سنجند که جرم آن  $\frac{1}{12}$  جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ ( $^{12}C$ ) است. به این وزنه، یکای جرم اتمی ( $amu$ ) می گوئیم.

**نوجه** اگر جرم یک ایزوتوپ کربن-۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را  $1\text{amu}$  می نامیم.



$$\text{واحد جرم اتمی} \leftarrow \left( \text{جرم } ^{12}C \right) \frac{1}{12} = 1\text{amu}$$

**۴** جرم اتمی نسبی یک اتم یعنی اینکه جرم آن اتم چند برابر  $\frac{1}{12}$  جرم اتم  $^{12}C$  است. برای نمونه جرم  $^7Li$  برابر  $7\text{amu}$  است. این بدان معناست که جرم  $^7Li$  ۷۰٪ برابر،  $\frac{1}{12}$  جرم اتم  $^{12}C$  است.



**۵** اگر در ترازوی فرضی روبه رو، به جای ایزوتوپ کربن-۱۲ ( $^{12}C$ )، اتم هیدروژن ( $^1H$ ) قرار گیرد، جرم  $1/1008\text{amu}$  به دست می آید.

**۶** یکای جرم اتمی را با نماد  $u$  نیز نشان می دهند. برای نمونه جرم اتمی میانگین هیدروژن برابر با  $1/1008\text{amu}$  یا  $1/1008u$  است.

**نوجه** ایزوتوپ کربن-۱۲، پایدارترین ایزوتوپ کربن است.

### ذره های زیراتمی

الکترون، پروتون و نوترون را ذره های زیراتمی می نامیم. با تعریف  $amu$ ، شیمی دان ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره های زیراتمی را اندازه گیری کنند.

۱ جرم نسبی پروتون و نوترون را به تقریب  $1 \text{ amu}$  در نظر می‌گیریم. جرم دقیق پروتون  $1.0073 \text{ amu}$  و جرم دقیق نوترون  $1.0087 \text{ amu}$  است.

۲ جرم الکترون در مقایسه با پروتون و نوترون به قدری کمتر است که در محاسبه جرم اتم‌ها، از جرم الکترون‌ها صرف نظر می‌کنیم. به بیان دیگر جرم

نسبی الکترون را صفر در نظر می‌گیریم. جرم الکترون در حدود  $\frac{1}{2000} \text{ amu}$  ( $0.0005 \text{ amu}$ ) است.

۳ بار نسبی هر الکترون را  $(-1)$  و بار نسبی هر پروتون را  $(+1)$  در نظر می‌گیریم. نوترون ذره‌ای خنثی بوده و بار ندارد.

۴ در نماد ذره‌های زیراتمی، جرم نسبی ذره را در سمت چپ و بالای نماد ذره و بار نسبی آن را در سمت چپ و پایین نماد ذره درج می‌کنند. نماد الکترون، پروتون و نوترون به ترتیب به صورت  ${}_{-1}^0\text{e}$ ،  ${}_{+1}^1\text{p}$  و  ${}^1_0\text{n}$  است.

← جرم نسبی  $\frac{1}{+1}$  p

### نکته

عدد جرمی و جرم اتمی تعریف متفاوتی دارند به طوری که عدد جرمی مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته یک اتم بوده و همواره عددی صحیح است در حالی که جرم اتمی، جرم اتم برحسب واحد جرم اتمی ( $\text{amu}$ ) است. برای یک اتم می‌توانیم جرم اتمی را به تقریب معادل عدد جرمی آن در نظر بگیریم:

$${}_{19}^{39}\text{K} \longrightarrow \text{جرم اتمی پتاسیم} \approx 39 \text{ amu}$$

۵ اگر جرم پروتون و نوترون را  $1 \text{ amu}$  و جرم الکترون را ناچیز (صفر) در نظر بگیریم، جرم اتمی  ${}^7_3\text{Li}$  برابر  $7 \text{ amu}$  می‌شود درحالی که جرم اتمی عنصر لیتیم در جدول تناوبی برابر  $6.94 \text{ amu}$  است. دلیل این اختلاف این است که لیتیم ۲ ایزوتوپ طبیعی  ${}^6_3\text{Li}$  و  ${}^7_3\text{Li}$  دارد که در جدول تناوبی جرم اتمی میانگین با توجه به درصد فراوانی این دو ایزوتوپ نوشته شده است.

### مثال ۱۵

در هر یک از جمله‌های زیر واژه درست را از داخل کمانک‌ها انتخاب کنید.

الف)  $\text{amu}$  یکایی برای بیان (جرم / تعداد) اتم‌ها است.

ب) بر اساس قرارداد، جرم یک اتم کربن-۱۲ برابر با  $(12 \text{ amu} / 1 \text{ amu})$  است.

پ) جرم یک اتم هیدروژن به طور دقیق برابر  $(1.008 \text{ amu} / 1 \text{ amu})$  و جرم الکترون در حدود  $(\frac{1}{2000} \text{ amu} / \frac{1}{2000} \text{ amu})$  است.

ت) در نماد مربوط به ذرات زیراتمی، عدد سمت چپ و پایین (جرم نسبی / بار نسبی) را مشخص می‌کند.

ث) جرم اتم  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  (۱۲ برابر / ۲۴ برابر) جرم  $1 \text{ amu}$  است.

پاسخ الف) جرم ب)  $12 \text{ amu}$  پ)  $1.008 \text{ amu} - \frac{1}{2000} \text{ amu}$  ت) بار نسبی ث) ۲۴ برابر

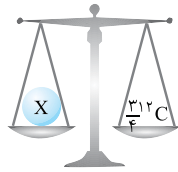
### مثال ۱۶

با توجه به شکل روبه‌رو به جای اتم X، کدام اتم از میان اتم‌های  ${}^1_1\text{H}$ ،  ${}^4_2\text{He}$ ،  ${}^9_4\text{Be}$  و  ${}^{19}_9\text{F}$  می‌تواند قرار بگیرد؟

پاسخ جرم اتم X،  $\frac{3}{4}$  برابر جرم اتم کربن-۱۲ است. از طرفی می‌دانیم جرم اتم X به تقریب برابر  $\text{amu}$  (عدد جرمی) است:

$$\text{amu} = X = 12 \times \frac{3}{4} = 9 \quad (\text{جرم } {}^{12}_6\text{C}) = \frac{3}{4} \times (\text{جرم } {}^{12}_6\text{C}) = \frac{3}{4} \times 12 \text{ amu} = 9 \text{ amu} \quad (\text{عدد جرمی})$$

بنابراین به جای اتم X، می‌توان  ${}^9_4\text{Be}$  را قرار داد.



### جرم اتمی میانگین

۱ به میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر با در نظر گرفتن فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت، جرم اتمی میانگین می‌گوییم.

توجه جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عناصرها است.

۲ برای تعیین جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌های یک عنصر از رابطه روبه‌رو استفاده می‌کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

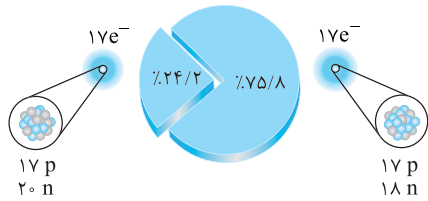
(جرم اتمی میانگین)

در این رابطه  $\bar{M}$ ، جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌ها،  $M_1$ ،  $M_2$  و ... جرم اتمی یا عدد جرمی ایزوتوپ‌ها و  $F_1$ ،  $F_2$  و ... فراوانی ایزوتوپ‌ها هستند.

توجه اگر فراوانی ایزوتوپ‌ها برحسب درصد بیان شود، مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها باید برابر ۱۰۰ باشد:

$$F_1 + F_2 + \dots = 100$$

مثال ۱۷



مر با هم ببیندیشیم صفحه ۱۵ کتاب درسی

شکل روبه‌رو ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد.

الف) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.

ب) جرم اتمی میانگین به دست آمده را با جرم اتمی کلر در جدول دوره‌ای مقایسه کنید.

پ) کدام ایزوتوپ پایدارتر است؟

پاسخ الف) جرم هر ایزوتوپ کلر را برابر عدد جرمی (مجموع شمار نوترون و پروتون) در نظر می‌گیریم. با توجه به شکل، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را داریم:

$${}^{35}_{17}\text{Cl}: M_1 = 35 \text{amu}, F_1 = 75/8, {}^{37}_{17}\text{Cl}: M_2 = 37 \text{amu}, F_2 = 24/2$$

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(35 \times 75/8) + (37 \times 24/2)}{75/8 + 24/2} = 35.48 \text{amu}$$

بنابراین داریم:

ب) جرم اتمی میانگین به دست آمده به تقریب همان جرم اتمی کلر در جدول دوره‌ای عنصرهاست.

پ) هرچه درصد فراوانی ایزوتوبی بیشتر باشد، پایدارتر است، بنابراین ایزوتوپ  ${}^{35}\text{Cl}$  به دلیل فراوانی بیشتر، پایدارتر است.

مثال ۱۸

اگر عنصر Ne دارای دو ایزوتوپ  ${}^{20}\text{Ne}$  و  ${}^{22}\text{Ne}$  باشد و جرم اتمی نشان داده شده در جدول دوره‌ای برای این عنصر برابر  $20.18 \text{amu}$  باشد:

الف) درصد فراوانی ایزوتوپ‌های Ne را به دست آورید.

ب) کدام ایزوتوپ Ne پایدارتر است؟

پ) آیا جمله «جرم اتمی میانگین Ne، به جرم ایزوتوپ با فراوانی بیشتر ثنوں، نزدیک‌تر است.» درست می‌باشد؟

پاسخ الف) درصد فراوانی ایزوتوپ  ${}^{20}\text{Ne}$  را  $F_1$  در نظر می‌گیریم، در نتیجه درصد فراوانی ایزوتوپ  ${}^{22}\text{Ne}$  برابر  $(100 - F_1)$  است:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 20.18 = \frac{(20 \times F_1) + (22 \times (100 - F_1))}{100} \Rightarrow F_1 = 91$$

الف)

بنابراین فراوانی  ${}^{20}\text{Ne}$  برابر ۹۱ درصد و فراوانی  ${}^{22}\text{Ne}$  برابر ۹ درصد است. ب) ایزوتوپ  ${}^{20}\text{Ne}$  که فراوانی بیشتری دارد، پایداری بیشتری نیز دارد.

پایداری ایزوتوپ با فراوانی آن رابطه مستقیم دارد. پ) بله، به طور کلی جرم اتمی میانگین یک عنصر، به جرم ایزوتوپ با فراوانی بیشتر، نزدیک‌تر است.

نکته

برای محاسبه ساده‌تر جرم اتمی میانگین می‌توانید از روابط زیر استفاده کنید: ( $M_1$  جرم ایزوتوپ سبک‌تر است).

• اگر عنصری دارای دو ایزوتوپ با درصد فراوانی  $F_1$  و  $F_2$  و جرم اتمی  $M_1$  و  $M_2$  باشد، داریم:  $\text{جرم اتمی میانگین} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100}$

• اگر عنصری دارای سه ایزوتوپ باشد، می‌توان نوشت:  $\text{جرم اتمی میانگین} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} + (M_3 - M_1) \times \frac{F_3}{100}$

مثال ۱۹

عنصر X دارای دو ایزوتوپ به جرم  $69/5 \text{amu}$  و  $69/9 \text{amu}$  است. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر  $69/72 \text{amu}$  باشد، درصد فراوانی

هر ایزوتوپ را به دست آورید.

پاسخ درصد فراوانی یکی از ایزوتوپ‌ها را برابر X و دیگری را برابر  $(100 - X)$  در نظر می‌گیریم:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 69/72 = \frac{(69/5 \times X) + (69/9 \times (100 - X))}{100} \Rightarrow X = 45$$

روش اول:

بنابراین فراوانی ایزوتوپ‌ها برابر ۴۵ و ۵۵ درصد است.

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow 69/72 = 69/5 + (69/9 - 69/5) \times \frac{F_2}{100} \Rightarrow F_1 = 45, F_2 = 55$$

روش دوم:

شمارش ذرها از روی جرم آنها

اتم‌ها بسیار کوچک و ریز هستند، به طوری که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و حتی با شمردن تک‌تک آنها، شمار آنها را به دست آورد؛ اما با استفاده از جرم یک نمونه ماده می‌توان شمار واحدهای موجود در آن را محاسبه کرد.

به عنوان مثال اگر بدانیم جرم ۱۰۰۰ دانهٔ برنج ۲۰ گرم است، می‌توان نتیجه گرفت که در یک کیسهٔ ۴۰ کیلویی برنج، ۲۰۰۰۰۰۰ دانهٔ برنج وجود دارد:

تعداد دانه‌های برنج	جرم برنج
۱۰۰۰ دانه	۲۰g
X دانه	۴۰۰۰۰g

$$\Rightarrow X = \frac{40000 \times 1000}{20} = 2000000 \text{ دانهٔ برنج}$$

این الگو نشان می‌دهد که چگونه می‌توان شمار اتم‌های موجود در یک نمونه عنصر را تعیین کرد.

**۱** با توجه به این که اتم‌ها بسیار کوچک هستند، اگر بخواهیم جرم یک اتم را برحسب گرم بیان کنیم، با عددهای بسیار کوچکی مواجه می‌شویم که کارکردن با این اعداد دشوار است. شیمی‌دان‌ها برای حل این مشکل کمیتی به نام **مول** را معرفی کردند.

**۲** به  $6.02 \times 10^{23}$  ذره از هر ماده، **یک مول** از آن ماده گفته می‌شود. برای نمونه، یک مول اتم سدیم شامل  $6.02 \times 10^{23}$  اتم سدیم یا یک مول آب ( $H_2O$ ) شامل  $6.02 \times 10^{23}$  مولکول آب است.

**توجه** اگر به جای یک اتم، یک مول اتم ( $6.02 \times 10^{23}$  اتم) را در نظر بگیریم، جرم یک مول اتم برحسب گرم، عدد خیلی کوچکی نبوده و کار کردن با آن در محاسبات دشوار نیست.

**۳** به عدد  $6.02 \times 10^{23}$ ، **عدد آووگادرو** گفته می‌شود. در واقع عدد آووگادرو نمایانگر تعداد ذرات موجود در یک مول از ماده است. عدد آووگادرو را با نماد  $N_A$  نشان می‌دهیم.

**۴** به جرم یک مول ذره (اتم، مولکول یا یون) برحسب گرم، جرم مولی آن می‌گوییم. یکای جرم مولی، گرم بر مول ( $g \cdot mol^{-1}$ ) است. به عنوان مثال وقتی می‌گوییم جرم مولی سدیم برابر ۲۳ گرم است، یعنی جرم یک مول اتم سدیم (شامل  $6.02 \times 10^{23}$  اتم سدیم) برابر ۲۳ گرم است.

### نکته

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

**۵** گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه است. این درحالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه و در عمل ناممکن است.

**توجه** جرم یک اتم آنقدر کوچک است که باید آن را برحسب واحد کربنی (amu) بسنجیم، اما جرم یک مول اتم ( $6.02 \times 10^{23}$  اتم) به اندازه‌ای هست که آن را برحسب گرم بیان کنیم.

### کسر تبدیل

**۱** با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آن‌ها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که برای هر هم‌ارزی می‌توان دو عامل (کسر) تبدیل نوشت. در کسرهای تبدیل، صورت و مخرج شامل اعدادی هم‌ارز با یک‌دوای متفاوت است؛ برای نمونه از هم‌ارزی  $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$  می‌توان دو کسر تبدیل زیر را نوشت:

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\div 1 \text{ m}} 1 = \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} & \text{(کسر تبدیل متر به سانتی‌متر)} \\ \xrightarrow{\div 100 \text{ cm}} \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1 & \text{(کسر تبدیل سانتی‌متر به متر)} \end{cases}$$

به عنوان مثال برای تبدیل ۲۲۵ سانتی‌متر به متر به صورت روبه‌رو عمل می‌کنیم:

$$225 \cancel{\text{cm}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{cm}}} = 2.25 \text{ m}$$

و اگر بخواهیم ۱/۷۴ متر را به سانتی‌متر تبدیل کنیم، داریم:

**توجه** کسرهای تبدیل از نظر ریاضی برابر ۱ است. به همین دلیل با ضرب کردن آن در یک کمیت، ارزش آن تغییر نمی‌کند.

**۲** برای حل مسائل به کمک «کسرهای تبدیل»، ابتدا عدد داده شده در مسئله را با ذکر یکای مربوطه می‌نویسیم و سپس باید کسر تبدیل مناسب را در این عدد ضرب کنیم. در صورت کسر تبدیل یکایی که باید به آن برسیم را می‌نویسیم و در مخرج کسر یکایی که باید حذف شود را قرار می‌دهیم. در کسر ایجاد شده در کنار مول (mol) عدد ۱، در کنار گرم (g)، جرم مولی و در کنار شمار ذره‌ها عدد  $6.02 \times 10^{23}$  قرار می‌دهیم:

یکایی که باید به آن برسیم  $\times$  عدد مربوط به صورت مسئله با ذکر یکای آن  
یکایی که باید حذف شود

**توجه** از هم‌ارزی‌های روبه‌رو می‌توان به چند کسر تبدیل مهم زیر رسید:

$\frac{1 \text{ mol}}{(g) \text{ جرم مولی}}$	یا	$\frac{(g) \text{ جرم مولی}}{1 \text{ mol}}$	،	$\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذره}}$	یا	$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذره}}{1 \text{ mol}}$
تبدیل جرم معین به مول		تبدیل مول به جرم		تبدیل تعداد به مول		تبدیل مول به تعداد

**اشتباه‌کننده** به تفاوت دو سؤال (ب) و (پ) توجه کنید. اگر شمار مول اتم را بخواهیم، نباید  $N_A$  را وارد محاسبات کنیم، پس حواستان باشد که سؤال از شما خواسته تعداد اتم را محاسبه کنید یا شمار مول اتم را.

**مثال ۲۶**

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.  $(H=1, C=12, N=14, O=16, Al=27, S=32; g.mol^{-1})$

(الف)  $4 \times 10^{-4}$  مول گاز  $SO_3$  چه تعداد مولکول  $SO_3$  دارد؟  
 (ب) در  $1/5$  مول استون  $(C_3H_6O)$ ، چند گرم استون وجود دارد؟  
 (پ)  $2/40.8 \times 10^{22}$  مولکول  $Al_2O_3$ ، چند گرم است؟  
 (ت) در  $6/6$  گرم آمونیوم سولفات  $((NH_4)_2SO_4)$  چند اتم وجود دارد؟

$$4 \times 10^{-4} \text{ mol } SO_3 \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} SO_3}{1 \text{ mol } SO_3} = 24/0.8 \times 10^{19} SO_3$$

**پاسخ (الف)**

(ب) ابتدا جرم مولی  $C_3H_6O$  را به دست می‌آوریم:

$$C_3H_6O = 3(12) + 6(1) + 1(16) = 58 g.mol^{-1}$$

$$1/5 \text{ mol } C_3H_6O \times \frac{58 g C_3H_6O}{1 \text{ mol } C_3H_6O} = 8.7 g C_3H_6O$$

(پ) ابتدا جرم مولی  $Al_2O_3$  را به دست می‌آوریم:

$$Al_2O_3 = 2(27) + 3(16) = 102 g.mol^{-1}$$

$$2/40.8 \times 10^{22} Al_2O_3 \times \frac{1 \text{ mol } Al_2O_3}{6/0.2 \times 10^{23} Al_2O_3} \times \frac{102 g Al_2O_3}{1 \text{ mol } Al_2O_3} = 4/0.8 g Al_2O_3$$

(ت) ابتدا جرم مولی آمونیوم سولفات را محاسبه می‌کنیم:

$$(NH_4)_2SO_4 = 2(14) + 8(1) + 1(32) + 4(16) = 132 g.mol^{-1}$$

$$6/6 g (NH_4)_2SO_4 \times \frac{1 \text{ mol } (NH_4)_2SO_4}{132 g (NH_4)_2SO_4} \times \frac{15 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol } (NH_4)_2SO_4} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = 4/515 \times 10^{23} \text{ atom}$$

**نمونه سؤالات امتحانی**



**فصل اول  
بخش دوم**

**۳۱** در هر یک از جملات زیر، واژه درست را از داخل کمانک انتخاب کنید (در صورت نیاز از جدول تناوبی استفاده نمایید).

- (الف) شماره خانه هر عنصر با (عدد اتمی / عدد جرمی) آن برابر است.  
 (ب) هر ردیف (عمودی / افقی) جدول تناوبی را که نشان دهنده چیدمان عناصر بر حسب افزایش (عدد جرمی / عدد اتمی) است، دوره می‌نامیم.  
 (پ) همه عناصر گروه ۱۷ می‌توانند آنیونی با بار (منفی یک / منفی دو) تشکیل دهند زیرا خواص (فیزیکی / شیمیایی) عنصرهای یک گروه مشابه است.  
 (ت) عنصر  ${}_{32}Ge$  خواص شیمیایی مشابه عنصر  $({}_{14}Si / {}_{13}Al)$  دارد و با عنصر  $({}_{17}Cl / {}_{25}Mn)$  در یک ردیف قرار دارد.  
 (ث) هلیوم ( ${}_{2}He$ )، مانند  $({}_{10}Ne / {}_{9}F)$ ، عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد.  
 (ج) جرم نسبی اتم‌ها در مقایسه با جرم اتم  $({}_{12}C / {}_{1}H)$  تعیین می‌شود.  
 (چ) نماد ذره زیراتمی نوترون به صورت  $({}_{0}n / {}_{1}n)$  و جرم آن کمی (کمتر / بیشتر) از یک amu است.

(ح) ۵ مول آلومینیم  $({}_{13}Al)$ ،  $(135 / 65)$  گرم جرم دارد.

**۳۲** درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید و دلیل نادرست بودن عبارتهای نادرست را بنویسید.

- (الف) با استفاده از جدول تناوبی می‌توان اطلاعاتی همچون عدد اتمی، نماد شیمیایی و عدد جرمی عناصر را مشخص کرد.  
 (ب) در جدول تناوبی امروزی، عنصرها بر اساس افزایش جرم اتمی سازمان‌دهی می‌شوند.  
 (پ) خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، مشابه یکدیگر است.  
 (ت) جرم اتم  ${}_{1}H$  با  $\frac{1}{12}$  جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ برابر است.

(ث) اگر جرم عنصری ۲۴ amu باشد، بدین معنی است که جرم آن، ۲۴ برابر جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ است.

(ج) جرم اتمی میانگین یک عنصر، به جرم ایزوتوپی نزدیک‌تر است که بیشترین فراوانی را در طبیعت دارد.

۳۳- هریک از عبارتهای داده شده در ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد. آن را تشخیص داده و به هم وصل کنید. (۳ مورد از ستون B اضافی است.)

ستون A	ستون B
الف) واحد جرم اتمی	a) $0.0005$ amu (f)
ب) جرم تقریبی الکترون	b) ۱۸ (g) $0.0005$ amu
پ) نماد ذره زیراتمی خارج هسته	c) ${}^4_2\text{He}$ (h) ${}^{36}_{36}\text{Kr}$
ت) گاز نجیب هم دوره با ${}^{33}_{33}\text{As}$	d) ${}^{-1}_1\text{e}$ (i) ${}^1_0\text{n}$
ث) تعداد دوره‌های جدول تناوبی امروزی	e) ۷
ج) بیشترین جرم را در میان ذرات زیراتمی دارد.	

۳۴- جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

الف) به جرم یک مول از هر ماده‌ای، ..... آن ماده می‌گوییم.  
 ب) یک amu، ..... برابر جرم ایزوتوپ ..... است.  
 پ) جرم نسبی ذره‌های زیراتمی ..... و ..... با هم برابر است.  
 ت) تعداد اتم‌های  $0.5$  مول  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$  با تعداد اتم‌های  $0.5$  مول  ${}^7_3\text{Li}$  برابر .....  
 ث) نسبت جرم نسبی  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$  به جرم نسبی  ${}^8_8\text{O}$  برابر ..... است.  
 ج) رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه ..... است.

۳۵- در هر مورد به کمک جدول دوره‌ای، نام و نماد شیمیایی عنصر مورد نظر را بنویسید.

الف) گروه ۱۷، دوره سوم	ب) گروه ۱، دوره چهارم	پ) گروه ۳، دوره چهارم
ت) گروه ۱۶، دوره سوم	ث) گروه ۱۲، دوره چهارم	ج) گروه ۸، دوره چهارم

۳۶- با استفاده از واژه‌های داده شده، عبارتهای زیر را کامل کنید. (۴ واژه اضافی است.)

${}^{54}_{54}\text{Xe}$  -  ${}^{36}_{36}\text{Kr}$  -  ${}^{38}_{38}\text{Sr}$  - گروه ۵ - دوره -  ${}^{37}_{37}\text{Rb}$  -  ${}^{12}_{12}\text{Mg}$  - گروه ۱۵ -  ${}^{19}_{19}\text{K}$  - گروه -  ${}^{54}_{54}\text{Xe}$

الف) هر ۳ عنصر N، O و F در یک ..... قرار دارند.  
 ب) ..... با عنصر نیتروژن شروع می‌شود.  
 پ) هر ۳ عنصر Cl، Br و F در یک ..... قرار دارند.  
 ت) عنصر ..... هم گروه  ${}^{11}_{11}\text{Na}$  بوده و در دوره چهارم قرار دارد.  
 ث) عنصر ..... با ۳۸ پروتون در گروه دوم قرار دارد.  
 ج) گاز نجیب ..... در دوره پنجم قرار دارد.

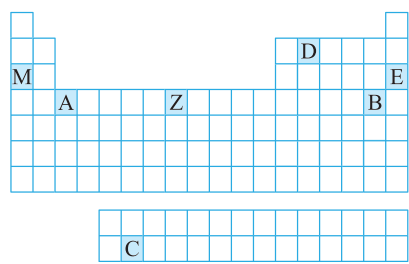
۳۷- اکسیژن و نیتروژن به ترتیب یون‌های پایدار  $\text{O}^{2-}$  و  $\text{N}^{3-}$  تشکیل می‌دهند. با توجه به اتم‌های موجود در کادر زیر:

${}^{52}_{52}\text{Te}$  -  ${}^{33}_{33}\text{As}$  -  ${}^{34}_{34}\text{Se}$  -  ${}^{15}_{15}\text{P}$  -  ${}^{16}_{16}\text{S}$  -  ${}^{31}_{31}\text{Ga}$  -  ${}^{53}_{53}\text{I}$  -  ${}^9_9\text{F}$

الف) کدام اتم‌ها مانند اکسیژن یون با بار  $(-2)$  تشکیل می‌دهند؟  
 ب) کدام اتم‌ها مانند نیتروژن یون با بار  $(-3)$  تشکیل می‌دهند؟

۳۸- با توجه به جدول مقابل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) عنصر B در کدام دوره و گروه قرار دارد؟  
 ب) کدام عنصرها در یک دوره قرار دارند؟  
 پ) خواص شیمیایی عنصر  ${}^{14}_{14}\text{Si}$  با خواص شیمیایی کدام عنصر مشابه است؟  
 ت) عدد اتمی عنصر C برابر چند است؟  
 ث) نام، نماد شیمیایی، شماره گروه و شماره دوره عنصر Z و A را بنویسید.

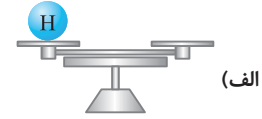
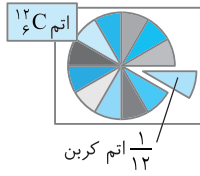


۳۹- موارد داده شده را به ترتیب افزایش جرم نسبی (amu) مرتب کنید.

هیدروژن -  $1$  amu - نوترون - الکترون - پروتون

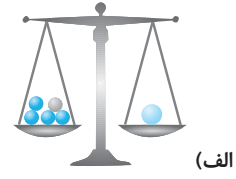
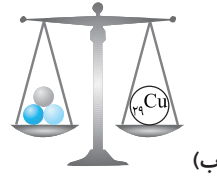
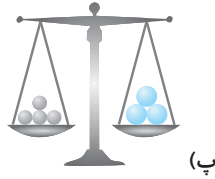


۴۰ در کفه هر یک از ترازوهای زیر، چند برش از شکل مقابل را باید قرار دهیم تا سطح دو کفه ترازو یکسان شود؟



۴۱ با توجه به جرم اتمی عنصرها، کدام شکل(ها) درست رسم شده‌اند؟

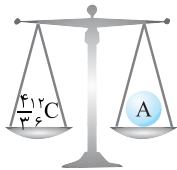
اتم  $^1_1\text{H}$ ، اتم  $^{16}_8\text{O}$  و اتم  $^{12}_6\text{C}$



۴۲ با توجه به ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی، جدول زیر را کامل کنید.

جرم (amu)	بار نسبی	جرم نسبی	نماد	ذره‌های زیراتمی
۰/۰۰۰۵	..... a .....	..... b .....	..... c .....	..... d .....
۱/۰۰۷۳	..... e .....	..... f .....	$^1_1\text{p}$	..... g .....
..... h .....	۰	۱	..... i .....	..... j .....

۴۳ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



$^{20}_{10}\text{Ne}$

$^{16}_8\text{O}$

الف) با توجه به شکل مقابل عنصر A کدام است؟

$^9_4\text{Be}$

$^4_2\text{He}$

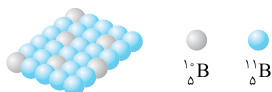
ب) جرم اتمی کدام عنصر،  $\frac{1}{3}$  جرم نسبی  $^{12}_6\text{C}$  است؟

$^{37}_{17}\text{Cl}$

$^{35}_{17}\text{Cl}$

پ) فراوانی کدام ایزوتوپ کلر برابر  $\frac{2}{24}$  است؟

۴۴ عنصر مس از دو ایزوتوپ  $^{63}\text{Cu}$  و  $^{65}\text{Cu}$  تشکیل شده است. اگر درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۴۰ درصد باشد، جرم اتمی میانگین این عنصر چند amu است؟

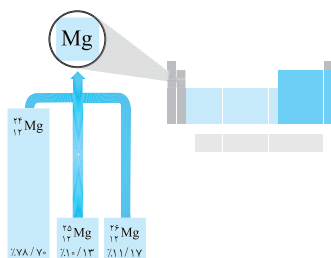


۴۵ با توجه به شکل روبه‌رو که اتم‌های بور را در یک نمونه بور طبیعی نمایش می‌دهد:

الف) کدام ایزوتوپ عنصر بور پایدارتر است؟

ب) جرم اتمی میانگین بور را به دست آورید.


۴۶ عنصر فرضی X دو ایزوتوپ به جرم‌های  $106/9\text{amu}$  و  $108/9\text{amu}$  دارد. با توجه به شکل مقابل جرم اتمی میانگین عنصر X را به دست آورید (پایداری ایزوتوپ سنگین‌تر بیشتر است).



۴۷ با توجه به شکل مقابل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) در خانه‌ای از جدول دوره‌ای که به عنصر منیزیم تعلق دارد، چه عددی به عنوان جرم اتمی منیزیم نوشته می‌شود؟

ب) مفهوم هم‌مکانی را توضیح دهید.

پ) پایداری ایزوتوپ‌های منیزیم را با هم مقایسه کنید.

۴۸ اتم X دارای دو ایزوتوپ است. اگر جرم اتمی ایزوتوپ سبک برابر  $4\text{amu}$ ، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر، ۲۰ درصد کمتر از فراوانی

ایزوتوپ سبک‌تر و جرم اتمی میانگین X برابر  $4\frac{1}{6}\text{amu}$  باشد، جرم اتمی ایزوتوپ سنگین را برحسب amu به دست آورید.

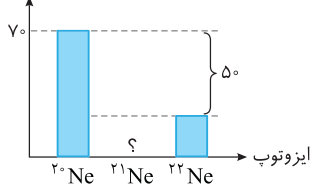
تمرین دوره‌ای صفحه ۴۲ کتاب درسی

۴۹ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) پتاسیم سه ایزوتوپ با نمادهای  $^{39}\text{K}$ ،  $^{40}\text{K}$  و  $^{41}\text{K}$  دارد. با توجه به جرم اتمی میانگین پتاسیم در جدول دوره‌ای عناصرها، مشخص کنید که بیشترین درصد فراوانی مربوط به کدام ایزوتوپ است؟

ب) برم دو ایزوتوپ با نمادهای  $^{79}\text{Br}$  (با جرم اتمی  $78.92\text{amu}$ ) و  $^{81}\text{Br}$  (با جرم اتمی  $80.92\text{amu}$ ) دارد و جرم اتمی میانگین آن برابر با  $79.9\text{amu}$  است. آیا نتیجه‌گیری مقابل درست است؟ چرا؟ «درصد فراوانی ایزوتوپ‌های برم تقریباً برابر است.»

درصد فراوانی (%)



۵۰ با توجه به شکل مقابل:

الف) درصد فراوانی  $^{21}\text{Ne}$  را به دست آورید.

ب) جرم اتمی میانگین  $^{20}\text{Ne}$  را حساب کنید.

۵۱ عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های  $14\text{amu}$  و  $16\text{amu}$  و جرم اتمی میانگین  $14.2\text{amu}$  است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به شمار اتم‌های ایزوتوپ سبک در این نمونه از عنصر X را به دست آورید.

۵۲ عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ  $^{84}\text{A}$ ،  $^{85}\text{A}$  و  $^{88}\text{A}$  است:

الف) جدول زیر را کامل کنید.

ایزوتوپ	جرم اتمی	درصد فراوانی	جرم اتمی میانگین
$^{84}\text{A}$	.....	٪۲۰	۸۶/۴
$^{86}\text{A}$	.....	.....	
$^{88}\text{A}$	.....	.....	

ب) در یک نمونه طبیعی از عنصر A به ازای هر ایزوتوپ  $^{84}\text{A}$ ، چند ایزوتوپ  $^{85}\text{A}$  و چند ایزوتوپ  $^{88}\text{A}$  وجود دارد؟

۵۳ عنصر اوروپیم ( $^{151}\text{Eu}$ ) با جرم اتمی میانگین  $151.97\text{amu}$  دارای دو ایزوتوپ است. اگر یکی از ایزوتوپ‌ها دارای ۸۸ نوترون و فراوانی  $51/5$  درصد باشد، شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر را به دست آورید.

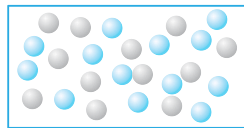
۵۴ در نمونه‌ای از عنصر X، سه ایزوتوپ  $^{49}\text{X}$ ،  $^{50}\text{X}$  و  $^{52}\text{X}$  وجود دارد. اگر به ازای هر ۵ عنصر X، ۲ ایزوتوپ  $^{50}\text{X}$  در این نمونه یافت شود و فراوانی ایزوتوپ  $^{52}\text{X}$ ، چهار برابر فراوانی  $^{49}\text{X}$  باشد، جرم اتمی میانگین X را به دست آورید.

۵۵ عنصر A در دوره چهارم و گروه هفدهم جدول دوره‌ای عناصرها با جرم اتمی میانگین  $79.9\text{amu}$  قرار دارد. این عنصر دو ایزوتوپ با ۴۴ و ۴۵ نوترون دارد:

الف) عدد اتمی عنصر A را بنویسید. (با ذکر دلیل)

ب) نماد ایزوتوپ پایدارتر عنصر A را بنویسید.

۵۶ عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ پایدار است. اگر جرم اتمی ایزوتوپ با فراوانی بیشتر برابر  $109\text{amu}$  و جرم اتمی ایزوتوپ دیگر برابر  $107\text{amu}$  باشد:



الف) درصد فراوانی ایزوتوپ پایدارتر را به دست آورید.

ب) جرم اتمی میانگین عنصر X را محاسبه کنید.

۵۷ اگر هیدروژن دارای ایزوتوپ‌های  $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$ ، کربن دارای ایزوتوپ‌های  $^{12}\text{C}$ ،  $^{13}\text{C}$  و  $^{14}\text{C}$  و اکسیژن دارای ایزوتوپ‌های  $^{16}\text{O}$  و  $^{17}\text{O}$  باشد، اختلاف جرم سنگین‌ترین و سبک‌ترین مولکول متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) چند amu است؟ (جرم هر پروتون و نوترون را  $1\text{amu}$  در نظر بگیرید.)

۵۸ درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.

الف) در آزمایشگاه معمولاً اندازه‌گیری جرم، با یکای جرم اتمی صورت می‌گیرد.

ب) شمارش تعداد اتم‌های موجود در یک نمونه از ماده به‌طور مستقیم، با هیچ دستگاهی امکان‌پذیر نیست.

پ) یکای جرم اتمی بر مبنای amu و یکای جرم مولی، گرم بر مول است.

ت) اگر به تعداد  $N_A$  اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم نمونه ۱ گرم است.

ث) یک مول لیتیم شامل  $6.02 \times 10^{23}$  اتم لیتیم است.

ج) یک مول گاز اکسیژن شامل  $6.02 \times 10^{23}$  اتم اکسیژن است.

۵۹- با توجه به هر یک از عبارتهای زیر، واژه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. ( $Mg=24, Al=27, Fe=56, Cu=64: g.mol^{-1}$ )

الف) یک مول اتم  ${}^4_2He$  شامل  $(6/0.2 \times 10^{23} - 1/20.4 \times 10^{24})$  الکترون است.

ب)  $3/0.1 \times 10^{23}$  اتم  ${}^3_1H$  شامل  $(3/0.1 \times 10^{23} - 6/0.2 \times 10^{23})$  نوترون است.

پ) تعداد اتمهای ۱ مول منیزیم (برابر با - بیشتر از) تعداد اتمهای ۱ مول آلومینیم است.

ت) یکای جرم اتمی، یکای بسیار (بزرگی - کوچکی) برای جرم به شمار می آید.

ث) جرم  $0.5$  مول آهن (بیشتر - کمتر) از جرم  $0.5$  مول مس است.

ج) تعداد اتمهای ۶ گرم منیزیم (برابر با - کمتر از) تعداد اتمهای ۱۶ گرم مس است.

۶۰- در هر مورد شمار مولهای مس را در نمونه داده شده به دست آورید. ( $O=16, Cu=64: g.mol^{-1}$ )

الف)  $1/6$  گرم مس (ب)  $18/0.6 \times 10^{22}$  اتم مس (پ)  $7/2$  گرم  $Cu_2O$

۶۱- در هر مورد جرم نمونه داده شده را به دست آورید. ( $H=1, O=16, Al=27, Zn=65, Ag=108: g.mol^{-1}$ )

الف)  $0.4$  مول نقره ( $Ag$ ) (ب)  $3/612 \times 10^{23}$  اتم روی ( $Zn$ )

پ)  $4/816 \times 10^{22}$  مولکول آب ( $H_2O$ ) (ت)  $1/5$  مول آلومینیم اکسید ( $Al_2O_3$ )

۶۲- در هر مورد تعداد اتمها را در نمونه داده شده به دست آورید. ( $Ca=40: g.mol^{-1}$ )

الف)  $0.8$  مول فسفر (ب)  $14$  گرم کلسیم (ت)  $9/0.3 \times 10^{24}$  مولکول  $CH_4$

۶۳- در هر مورد تعداد مولکول  $SO_2$  را در نمونه داده شده به دست آورید. ( $S=32, O=16: g.mol^{-1}$ )

الف)  $16$  گرم  $SO_2$  (ب) نمونه ای از  $SO_2$  شامل  $0.75$  مول اتم اکسیژن

(پ) نمونه ای از  $SO_2$  شامل  $42/14 \times 10^{21}$  اتم

۶۴- به پرسشهای زیر پاسخ دهید. ( $N=14: g.mol^{-1}$ )

الف)  $1/25$  مول گاز نیتروژن چند گرم دارد؟ (ب)  $27/0.9 \times 10^{23}$  اتم نیتروژن شامل چند مول گاز نیتروژن است؟

پ)  $9/8$  گرم گاز نیتروژن شامل چند مول نیتروژن است؟ (ت)  $9/8$  گرم گاز نیتروژن شامل چند اتم نیتروژن است؟

ث)  $0.75$  مول گاز نیتروژن شامل چند اتم نیتروژن است؟ (ج)  $15/0.5 \times 10^{22}$  اتم نیتروژن در چند گرم گاز نیتروژن وجود دارد؟

۶۵- در مورد مولکول اتانول ( $C_2H_5O$ ) به پرسشهای زیر پاسخ دهید. ( $H=1, C=12, O=16: g.mol^{-1}$ )

الف) جرم مولی این ترکیب چند گرم بر مول است؟ (ب) در  $13/8$  گرم اتانول چند اتم کربن وجود دارد؟

پ) در  $13/8$  گرم اتانول چند اتم وجود دارد؟ (ت)  $9/0.3 \times 10^{23}$  اتم هیدروژن در چند گرم اتانول وجود دارد؟

۶۶- در هر مورد جرم مولی ترکیب یا عنصر معرفی شده را به دست آورید.

الف) ترکیبی که  $0.6$  مول از آن  $58/8$  گرم جرم دارد. (ب) مولکولی که  $9/0.3 \times 10^{22}$  از آن،  $12$  گرم جرم دارد.

۶۷- نمونههای زیر را برحسب کاهش تعداد اتم موجود در نمونه، مرتب کنید. ( $H=1, C=12: g.mol^{-1}$ )

الف)  $3/0.1 \times 10^{22}$  مولکول  $CO_2$  (ب)  $0.5$  مول  $H_2O$

پ)  $0.6$  گرم  ${}^3_1H$  (ت)  $3/2$  گرم  $CH_4$

۶۸- نمونههای زیر را برحسب کاهش تعداد مول موجود در نمونه مرتب کنید. ( $O=16, S=32, Ca=40: g.mol^{-1}$ )

الف)  $25$  گرم کلسیم (ب)  $50$  گرم  $SO_2$

پ)  $3/0.1 \times 10^{23}$  مولکول فلئوئور (ت)  $9/0.3 \times 10^{22}$  اتم لیتیم

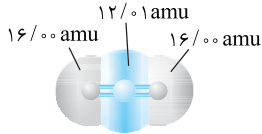
۶۹- به پرسشهای زیر پاسخ دهید. ( $H=1, C=12, N=14, O=16, Na=23, Mg=24, Al=27: g.mol^{-1}$ )

الف) تعداد اتمها در  $1$  گرم از کدام عنصر بیشتر است؟  کربن  نیتروژن

ب) تعداد اتمها در  $1$  گرم از کدام ترکیب بیشتر است؟   $NaOH$    $NO_2$

پ) در تعداد اتمهای برابر، جرم کدام عنصر بیشتر است؟  آلومینیم  منیزیم

۷۰ دانش‌آموزی با استفاده از مدل فضاپرکن کربن دی‌اکسید مطابق شکل روبه‌رو، توانست جرم یک مولکول از آن را برحسب amu به درستی محاسبه کند.



تمرین دوره‌ای صفحه ۴۲ کتاب درسی

الف) روش کار او را توضیح دهید.

ب) جرم یک مول از مولکول نشان داده شده چند گرم است؟ چرا؟

پ) جرم مولی کربن دی‌اکسید را با استفاده از داده‌ها در جدول دوره‌ای به دست آورید.

ت) با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای عنصرها، جرم مولی هریک از ترکیب‌های زیر را برحسب  $\text{g.mol}^{-1}$  به دست آورید.



۷۱ گرافیت دگرشکلی از کربن است. در سده شانزدهم میلادی، تکه بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری آن، مردم می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آنکه می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده همچنان به سرب مداد معروف است. در ۳۶٪ گرم گرافیت خالص، چند مول کربن و چند اتم کربن وجود دارد؟

تمرین دوره‌ای صفحه ۴۲ کتاب درسی

۷۲ تعداد اتم موجود در چند گرم  $\text{SO}_3$  با تعداد اتم موجود در ۴٪ مول  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  برابر است؟

( $\text{O}=16, \text{S}=32; \text{g.mol}^{-1}$ )

## فصل اول بخش دوم



در هر بخش یک یا دو سؤال اول تمرین‌های مهارت، مربوط به دوره تمام مطالب گذشته (از ابتدای کتاب تا اینجا) است.

۷۳ درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.

الف) فراوان‌ترین عنصرهای گازی در سیاره‌های مشتری و زمین به ترتیب هیدروژن و اکسیژن است.

ب) در اتم  ${}^{45}\text{X}$  اگر تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۳ باشد، عدد اتمی عنصر X برابر ۲۲ است.

پ) در ایزوتوپ‌های یک عنصر، مقدار  $A-n$  برخلاف مقدار  $A+Z$ ، یکسان است.

ت) دو عنصر A و B که در دوره‌های متفاوتی قرار دارند و اختلاف عدد اتمی آن‌ها با گاز نجیب دوره خود، برابر است، خواص شیمیایی مشابه دارند.

ث) نسبت جرم الکترون‌ها به جرم یون  ${}^{16}\text{O}^{2-}$  برابر  $3/125 \times 10^{-4}$  است.

ج) جرم پنج اتم کربن ( ${}^{12}\text{C}$ ) برابر جرم یک اتم نیکل ( ${}^{60}\text{Ni}$ ) است.

چ) در ۷۵٪ مول یون  ${}^{40}\text{Ca}^{2+}$ ، به تقریب  $9/0.3 \times 10^{24}$  الکترون وجود دارد.

۷۴ با توجه به شکل مقابل که بخشی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد،

در هریک از جملات زیر واژه مناسب را از داخل کمانک انتخاب کنید.

الف) عنصر کروم ( ${}_{24}\text{Cr}$ ) با عنصر F (هم‌دوره / هم‌گروه) است.

ب) اختلاف عدد اتمی دو عنصر A و X برابر  $(12/11)$  است.

پ) خواص شیمیایی دو عنصر (E و A / C و B) مشابه است.

ت) عنصر E با عنصر شماره (۹ / ۱۰) هم‌گروه است و (می‌تواند / نمی‌تواند) همانند عنصر G، یون پایدار با بار (-۱) تشکیل دهد.

ث) اتم X می‌تواند یون پایدار ( $\text{X}^{3+}/\text{X}^{2+}$ ) تشکیل دهد.

ج) عنصر G دارای دو ایزوتوپ طبیعی است که فراوانی ایزوتوپ (سبک‌تر / سنگین‌تر) آن، بیشتر است.

۷۵ عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ  ${}^{51}\text{A}$ ،  ${}^{52}\text{A}$  و  ${}^{54}\text{A}$  و جرم اتمی میانگین آن برابر  $51/8 \text{ amu}$  است. اگر فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ ۶ برابر

فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ باشد، در نمونه‌ای از عنصر A به جرم ۶۰۰ گرم، چند گرم ایزوتوپ  ${}^{52}\text{A}$  وجود دارد؟

۷۶ با توجه به جدول زیر، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید (عدد جرمی را برابر جرم اتمی یا یکای amu در نظر بگیرید).

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

الف) اختلاف جرم مولی سنگین‌ترین و سبک‌ترین ترکیب با فرمول  $\text{A}_p\text{X}_3$  را به دست آورید.

ب) جرم مولکولی ترکیب  $\text{A}_p\text{X}_3$ ، چند amu است؟

پ)  $10/17$  گرم  $\text{A}_p\text{X}_3$ ، شامل چه تعداد اتم است؟

## آزمون جامع (۱) فصل اول

صفحات پاسخ: ۲۶۶ تا ۲۶۷

این قسمت جنبه جمع‌بندی داره و از هر قسمت چندتا سؤال فوب آورده‌یم، مثل آزمون‌ها، نمره هر قسمت از حل سؤال در پاسخ مشخص شده تا بتونی حساب کنی که چه نمره‌ای می‌گیری.

ردیف	توجه: استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.	بارم
۱	در هر یک از جمله‌های زیر، واژه درست را از داخل کمانک‌ها انتخاب کنید. الف) ایزوتوپ‌های یک عنصر از این نظر با هم تشابه دارند. (خواص فیزیکی وابسته به جرم - تعداد پروتون‌های موجود در هسته) ب) جرم ذره زیراتمی با بار نسبی مثبت، از جرم آن بیشتر است. ( $1 \text{ amu} - \text{H}$ ) پ) در طیف نشری خطی هیدروژن نور حاصل از این انتقال بلندترین طول موج را دارد. ( $n=2$ به $n=3$ - $n=2$ به $n=6$ ) ت) مجموع الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l=0$ و $l=1$ در آن، برابر $20$ است. ( ${}_{29}\text{Cu} - {}_{27}\text{Co}$ ) ث) نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در این ترکیب یونی برابر $2$ است. (باریم اکسید - لیتیم سولفید)	۱/۲۵
۲	درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را مشخص کنید. شکل درست عبارات‌های نادرست را بنویسید. الف) از بین دو سیاره زمین و مشتری، سیاره بزرگ‌تر عمدتاً از گاز تشکیل شده است. ب) تعداد عنصرهای دوره دوم با تعداد عنصرهای دوره سوم برابر و چهار برابر تعداد عنصرهای دوره اول است. پ) مقایسه انرژی پرتوهای الکترومغناطیس به صورت «فرابنفش < ایکس < نور مرئی < پرتوهای فرسرخ» است. ت) انرژی زیرلایه‌ها به $(n+1)$ وابسته است و هر چه این مقدار برای زیرلایه‌ای بزرگ‌تر باشد، زودتر از الکترون اشغال می‌شود.	۱/۵
۳	به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. الف) از بین موارد روبه‌رو ایزوتوپ‌ها را مشخص کنید. $A^+$ $\begin{cases} e=18 \\ n=21 \end{cases}$ , $D$ $\begin{cases} Z=12 \\ n=14 \end{cases}$ , $X$ $\begin{cases} p=19 \\ n=23 \end{cases}$ , $E^{2+}$ $\begin{cases} e=10 \\ n=12 \end{cases}$ ب) در کدام شکل اتم در حالت برانگیخته قرار دارد؟ پ) از میان زیرلایه‌های $4s$ , $3d$ , $3p$ و $4p$ ، کدام زیرلایه(ها) بعد از زیرلایه‌ای با $l=0$ و $n=4$ ، از الکترون اشغال می‌شود (می‌شوند)؟ ت) اگر ترکیبی به فرمول شیمیایی $A_p Y$ ، یک ترکیب یونی باشد، آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم $Y$ را بنویسید.	۱/۵
۴	در ذره ${}^{45}_{13}\text{X}^{3+}$ ، اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها $6$ است: الف) عدد اتمی عنصر $X$ را به دست آورید. ب) لایه ظرفیت عنصر $X$ را مشخص کرده و شماره گروه آن را بنویسید. پ) آیا این یون به آرایش پایدار هشت‌تایی گاز نجیب رسیده است؟ چرا؟	۱/۵
۵	عنصر $X$ دارای سه ایزوتوپ ${}^{64}\text{X}$ ، ${}^{66}\text{X}$ و ${}^{68}\text{X}$ است. اگر فراوانی دو ایزوتوپ اول به ترتیب $50\%$ و $28\%$ و جرم اتمی میانگین این عنصر برابر با $65/44 \text{ amu}$ باشد، تعداد نوترون‌های ایزوتوپ ${}^A\text{X}$ را به دست آورید.	۱
۶	ترکیب $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ را در نظر بگیرید: الف) جرم مولی این ترکیب را محاسبه کنید. ب) $25^\circ$ مول از این ترکیب شامل چند گرم است و چه تعداد اتم نیتروژن دارد؟	۱/۵
۷	شکل زیر قسمتی از جدول تناوبی عنصرها را نشان می‌دهد: الف) آخرین زیرلایه در آرایش الکترونی کدام عنصر(ها) نیمه‌پر است؟ ب) فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از دو عنصر $A$ و $E$ را بنویسید. پ) آرایش الکترون - نقطه‌ای $D$ و یون پایدار آن را بنویسید. ت) کدام یک از این عنصرها، تمایلی به شرکت در واکنش‌های شیمیایی ندارد؟ چرا؟	۱/۲۵

این قسمت جنبهٔ جمع‌بندی دارد و از هر قسمت چند تا سؤال فوب آورده‌یم. مثل آزمون‌ها، نمرهٔ هر قسمت از حل سؤال در پاسخ مشخص شده تا بتوانی حساب کنی که چه نمره‌ای می‌گیری.

## آزمون جامع (۱) نیم‌سال دوم

صفحات پاسخ: ۲۸۷ تا ۲۸۹

ردیف	توجه: استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.	بارم
۱	در هر مورد از بین دو واژهٔ داده شده، واژهٔ مناسب را برای کامل کردن جمله‌های زیر انتخاب کنید. الف) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها (برابر یا بیشتر - برابر یا کمتر) از ۱/۵ باشد ناپایدارند. ب) تراکم مولکول‌ها در لایهٔ تروپوسفر نسبت به سایر لایه‌ها (کمتر - بیشتر) است. پ) گرافیت و الماس (ایزوتوپ - آلوتروپ) محسوب می‌شوند، زیرا شکل‌های مختلف بلوری از عنصر کربن هستند. ت) با (افزایش - کاهش) دما، انحلال‌پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد. ث) میزان انحلال‌پذیری کلسیم‌سولفات در آب در دمای $25^{\circ}\text{C}$ ، از $(1 - 0/01)$ گرم در ۱۰۰ گرم آب کمتر است.	۱/۲۵
۲	درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید و در صورت نادرست بودن، شکل درست عبارت‌های نادرست را در پاسخ‌نامه بنویسید. الف) اگر جرم $N_A$ تا اتم اکسیژن ۱۶ گرم باشد، جرم یک مولکول اکسیژن برابر $32 \text{ amu}$ است. ب) بر اساس قانون پایستگی جرم، مجموع تعداد اتم‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها برابر است. پ) پلاستیک‌های سبز، پلیمرهایی هستند که در ساختار آن‌ها تنها اتم‌های کربن و هیدروژن وجود دارد. ت) در دمای معین، الزاماً هر چه گشتاور دوقطبی یک مولکول بزرگ‌تر باشد، میزان انحلال‌پذیری آن در آب، بیشتر نیست. ث) هنگامی که میوه‌های خشک درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خودبه‌خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیوارهٔ سلولی به محیط غلیظ می‌روند.	۱/۵
۳	به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: الف) اگر شمار الکترون‌های یون $X^{2-}$ ، نصف عدد جرمی آن باشد، اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌های اتم عنصر $X$ را به دست آورید. ب) اگر یون عنصر $Y$ دارای ۷۹ پروتون، ۱۱۸ نوترون و ۷۶ الکترون باشد، کدام عبارت‌های زیر درست‌اند؟ (۱) عدد جرمی عنصر $Y$ برابر ۱۹۴ است. (۲) بار الکتریکی یون عنصر $Y$ برابر $(3-)$ است. (۳) فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از یون عنصر $Y$ و یون پایدار گوگرد به صورت $Y_3S_4$ است. پ) در میان ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، فراوانی کدام ایزوتوپ از بقیه کمتر است؟ ت) در میان پرتوهای گاما، فرابنفش و فرسورخ کدام پرتو، طول موج بلندتری دارد؟	۱/۲۵
۴	آرایش آخرین زیرلایهٔ پرشده در عناصر $A$ و $B$ به ترتیب $3p^3$ و $3d^3$ است و عنصر $C$ در دورهٔ چهارم و گروه دوم قرار دارد: الف) کدام عنصر(ها) با تشکیل یون به آرایش گاز نجیب پس از خود می‌رسد (می‌رسند)؟ ب) آرایش الکترونی عنصر $B$ را بنویسید. پ) در آرایش الکترونی عنصر $C$ چند الکترون با $l=0$ وجود دارد؟ ت) مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایهٔ ظرفیت عنصر $A$ را به دست آورید.	۱/۵
۵	در هر مورد با انجام محاسبات لازم به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید. الف) برم دو ایزوتوپ با نمادهای $^{79}\text{Br}$ (با جرم اتمی $78/92 \text{ amu}$ ) و $^{81}\text{Br}$ (با جرم اتمی $80/92 \text{ amu}$ ) دارد. اگر جرم اتمی میانگین برم برابر $79/9 \text{ amu}$ باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ پایدار را به دست آورید. ب) شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون‌های مثبت موجود در $16/6$ گرم سدیم‌نیتريد است؟ ( $N=14, Na=23, Mg=24, S=32; \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	۱/۷۵
۶	معادلهٔ نوشتاری و نمادی مقابل را در نظر بگیرید: سدیم‌اکسید + آهن $\rightarrow$ آهن (II) اکسید + سدیم واکنش (۱) $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ واکنش (۲) الف) معادلهٔ نمادی و موازنه شدهٔ واکنش (۱) را بنویسید. ب) در اثر واکنش سدیم اکسید با آب pH محلول حاصل چگونه است؟ <input type="checkbox"/> بیشتر از ۷ <input type="checkbox"/> کمتر از ۷ پ) در واکنش (۲) نماد $\text{H}_2\text{SO}_4$ به چه معناست؟	۱

ب) گونه B دارای ۲۰ الکترون و در نتیجه ۲۰ پروتون است. بنابراین با اتم Y ایزوتوپ هم هستند. گونه C<sup>-</sup> دارای ۱۸ الکترون است در نتیجه اتم C. ۱۷ الکترون و ۱۷ پروتون دارد و ایزوتوپ اتم X است.

۲۹ الف) تعداد الکترون‌های  $Z_1 X^+$  و  $Z_2 Y^{2-}$  برابر است:

$$\begin{cases} e_X = Z_1 - 1 \\ e_Y = Z_2 + 2 \end{cases} \Rightarrow Z_1 - 1 = Z_2 + 2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 + 3$$

شمار نوترون‌های X، دو واحد بیشتر از شمار نوترون‌های Y است:

$$\begin{cases} n_X = A_1 - Z_1 \\ n_Y = 127 - Z_2 \end{cases} \Rightarrow A_1 - Z_1 = 127 - Z_2 + 2$$

بنابراین:

$$A_1 - Z_1 = 129 - Z_2 \xrightarrow{Z_1 = Z_2 + 3} A_1 - Z_2 - 3 = 129 - Z_2$$

$$A_1 = 132$$

ب) خیر. زیرا عدد جرمی X با عدد جرمی اتم E برابر است در حالی که ایزوتوپ‌ها عدد جرمی متفاوتی دارند.

۳۰ الف) در یون  $X^{2-}$  عدد جرمی برابر ۸۷ و شمار پروتون‌ها، دو برابر اختلاف نوترون‌ها و الکترون‌ها است:

الف) بنابراین مجموع ذرات زیراتمی باردار (p و e) گونه  $X^{2-}$  برابر ۷۰ (۳۴+۳۶) است.

$$\begin{cases} n+p=87 \\ p=2(n-e) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n+p=87 \\ 2n-3p=4 \end{cases} \Rightarrow p=34, n=53$$

ب) شمار نوترون‌ها و پروتون‌های اتم X به ترتیب برابر ۵۳ و ۳۴ است و نسبت نوترون به پروتون در آن بیشتر از ۱/۵ است. بنابراین به احتمال زیاد اتم X یک رادیوایزوتوپ است:

$$\frac{n}{p} = \frac{53}{34} \approx 1/56$$

ب) عنصر A ایزوتوپ X است. بنابراین شمار پروتون‌های (عدد اتمی) آن برابر شمار پروتون‌های اتم X است و چون ۵۵ نوترون دارد. عدد جرمی (n+p) آن برابر ۸۹ است. در نتیجه نماد شیمیایی عنصر A به صورت  $A_{89}^{144}$  است.

۳۱ الف) عدد اتمی (ب) افقی - عدد اتمی (پ) منفی یک - شیمیایی (ت)  $^{14}_{14}\text{Si}$  -  $^{25}_{25}\text{Mn}$  (ث)  $^{10}_{10}\text{Ne}$  (ج)  $^{12}_{12}\text{C}$  (ح) بیشتر ۱۳

۳۲ الف) نادرست. اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند بنابراین در جدول تناوبی جرم اتمی میانگین گزارش می‌شود نه عدد جرمی. ب) نادرست. در جدول تناوبی امروزی عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازمان‌دهی می‌شوند. پ) نادرست. خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک گروه از جدول تناوبی جای دارند، مشابه یکدیگر است.

ت) نادرست. جرم اتم  $^1_1\text{H}$  اندکی بیشتر از  $\frac{1}{11}$  جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ (۱ amu) است. ث) نادرست. اگر جرم عنصری ۲۴ amu باشد.

بدین معنی است که جرم آن ۲۴ برابر،  $\frac{1}{11}$  جرم کربن-۱۲ است. ج) درست.

۳۳ الف) f (amu) ب) a (amu) پ) d (e<sup>-</sup>)

ت) h (Kr) (ث) e (v) (ج) i (n)

۳۴ الف) جرم مولی (ب)  $\frac{1}{11}$  - کربن-۱۲ ( $^{12}_6\text{C}$ ) ب) نوترون و پروتون

ت) است (در هر دو نمونه تعداد اتم‌ها برابر  $5N_A$  است.)

ث)  $\frac{5}{4}$  ( $\frac{20}{16} = \frac{5}{4}$ ) ج) گرم

ب) پایدارترین ایزوتوپ پلونیوم،  $^{210}_{84}\text{Po}$  است که دارای ۸۴ پروتون و ۱۲۶ نوترون است:

$$\frac{n}{p} = \frac{126}{84} = 1/5$$

۲۴ الف) به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا، رادیوایزوتوپ می‌گویند. ب) نسبت شمار نوترون به پروتون را به دست می‌آوریم:

$$^{222}_{86}\text{Rn}: p=86, n=222-86=136 \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{136}{86} = 1/58 > 1/5$$

$$^{119}_{50}\text{Sn}: p=50, n=119-50=69 \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{69}{50} = 1/38 < 1/5$$

بنابراین  $^{222}_{86}\text{Rn}$  می‌تواند رادیوایزوتوپ باشد. ب) ناپایدارترین ایزوتوپ

هیدروژن،  $^1_1\text{H}$  است که ۱ پروتون و ۰ نوترون دارد:  $\frac{n}{p} = \frac{0}{1} = 0$ . سنگین‌ترین

ایزوتوپ طبیعی هیدروژن  $^3_1\text{H}$  است که ۲ نوترون دارد. بنابراین نسبت خواسته شده برابر  $\left(\frac{3}{1}\right)^3$  است.

۲۵ الف) a) گلوکز معمولی (b) گلوکز حاوی اتم پرتوزا (c) گلوکز حاوی اتم پرتوزا (d) توده سرطانی (e) آشکارساز پرتو (b) گلوکز حاوی اتم پرتوزا از طریق تزریق وارد بدن بیمار می‌شود و وقتی به مقدار معینی گلوکز معمولی و گلوکز حاوی اتم پرتوزا در پیرامون توده سرطانی تجمع یابد، امکان تصویربرداری پزشکی فراهم می‌شود. ب) به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند. ت) دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که سیگاری هستند، به سرطان ریه دچار می‌شوند.

۲۶ الف) مرگ ستاره، اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در ستاره، در فضا پراکنده شوند. ب)  $^{235}_{92}\text{U}$  - کمتر از

۷۰ درصد پ) ۳ ایزوتوپ ( $^1_1\text{H}$ ،  $^2_1\text{H}$  و  $^3_1\text{H}$ ) با توجه به درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت می‌توان به میزان پایداری آن پی برد. به طوری که هر چه درصد فراوانی ایزوتوپ در نمونه طبیعی بیشتر باشد، ایزوتوپ مورد نظر پایدارتر است و برعکس. ث) با توجه به کم بودن نیم عمر ایزوتوپ  $^{99}_{43}\text{Tc}$  نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را تهیه و به مدت طولانی نگاه‌داری کرد، بلکه هر جا که نیاز باشد، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند. ج) فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است که در این فرایند درصد فراوانی یک ایزوتوپ در مخلوط ایزوتوپ‌های آن افزایش می‌یابد. ج) زیرا این پسماندها هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک هستند.

۲۷ الف) بیشتر ب) با گذشت زمان - تراکم - گازی پ) بیشتر ۸۶

$$^{209}_{83}\text{X}^{3-}: n=126, n+p=209 \Rightarrow p=83 \Rightarrow e=86$$

$$\text{ت) } ^{98}_{45}\text{F} - ^{100}_{45}\text{E}$$

$$(p+e=90 \xrightarrow{p=e} p=45, n-p=10 \Rightarrow n=55 \Rightarrow A=100)$$

ث) الکترون - پروتون

$$^{129}_{52}\text{A}^{2-}: p=52, e=54, n=77 \Rightarrow n-e=77-54=23$$

$$^{27}_{13}\text{B}^{3+}: p=13, e=10, n=14 \Rightarrow p+e=13+10=23$$

۲۸ الف) اگر شمار الکترون‌های دویون  $Z_1 X^-$  و  $Z_2 Y^{2+}$  با هم برابر باشد، داریم:

$$Z_1 + 1 = Z_2 - 2 \Rightarrow Z_2 - Z_1 = 3 \quad (I)$$

$$Z_1 + Z_2 = 37 \quad (II) \quad \text{مجموع پروتون‌های این دو گونه برابر ۳۷ است:}$$

الف) با استفاده از روابط (I) و (II)،  $Z_1$  و  $Z_2$  به ترتیب برابر ۱۷ و ۲۰ است.

۴۶ با توجه به اینکه گفته شده که پایداری ایزوتوپ سنگین تر، بیشتر است می توان نتیجه گرفت که فراوانی ایزوتوپ سنگین تر، بیشتر است. در شکل در کل ۲۰ اتم X داریم که ۸ اتم آن ایزوتوپ  $^{106}\text{X}$  (ایزوتوپ سبک تر) و ۱۲ اتم آن  $^{108}\text{X}$  (ایزوتوپ سنگین تر) است: روش اول:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(106/9 \times 8) + (108/9 \times 12)}{20} = 108/1 \text{ amu}$$

روش دوم:  $\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100}$

$$= 106/9 + (108/9 - 106/9) \times \frac{12}{20} = 108/1 \text{ amu}$$

۴۷ الف) در جدول دوره های عناصر جرم اتمی میانگین آن ها نوشته می شود:

روش اول:  $\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3}$

$$= \frac{(24 \times 78/7) + (25 \times 10/13) + (26 \times 1/17)}{100} = 24/32 \text{ amu}$$

روش دوم:  $\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} + (M_3 - M_1) \times \frac{F_3}{100}$

$$= 24 + (1) \times \frac{10/13}{100} + (2) \times \frac{1/17}{100} = 24/32 \text{ amu}$$

ب) همه ایزوتوپ های یک عنصر به دلیل این که عدد اتمی یکسان دارند، تنها یک مکان را در جدول دوره های عناصر اشغال می کنند، به همین دلیل به ایزوتوپ های یک عنصر، هم مکان می گوئیم. پایداری ایزوتوپ ها با فراوانی آن ها رابطه مستقیم دارد:  $^{24}\text{Mg} > ^{25}\text{Mg} > ^{26}\text{Mg}$

۴۸ مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ برابر ۱۰۰ و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین تر، ۲۰ درصد کمتر از ایزوتوپ سبک تر است:

$$\begin{cases} F_2 = F_1 - 20 \\ F_1 + F_2 = 100 \end{cases} \Rightarrow F_1 + F_1 - 20 = 100 \Rightarrow F_1 = 60, \quad F_2 = 40$$

روش اول:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(40 \times 60) + (M_2 \times 40)}{100} = 41/6 \text{ amu}$$

$$\Rightarrow M_2 = 44 \text{ amu}$$

روش دوم:  $\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100}$

$$\Rightarrow 41/6 = 40 + (M_2 - 40) \times \frac{40}{100} \Rightarrow M_2 = 44 \text{ amu}$$

۴۹ الف)  $^{39}\text{K}$  - پتاسیم سه ایزوتوپ با نمادهای  $^{40}\text{K}$ ،  $^{39}\text{K}$  و  $^{41}\text{K}$

دارد که با توجه به جرم اتمی میانگین پتاسیم در جدول دوره های عناصر که برابر  $39/1 \text{ amu}$  است می توان نتیجه گرفت جرم اتمی میانگین پتاسیم به جرم اتمی ایزوتوپ سبک تر، نزدیک تر است. بنابراین درصد فراوانی ایزوتوپ سبک تر بیشتر است. ب) بله.

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 79/9 = \frac{78/92 \times F_1 + 80/92 \times (100 - F_1)}{100}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_1 = 51 \\ F_2 = 49 \end{cases} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{49}{51} = 0/96 \approx 1$$

بنابراین درصد فراوانی ایزوتوپ های برم تقریباً برابر است.

۳۵ الف)  $^{17}\text{Cl}$  (ب)  $^{19}\text{K}$  (پ)  $^{21}\text{Sc}$  (ت)  $^{16}\text{S}$  (ث)  $^{30}\text{Zn}$  (ج)  $^{56}\text{Fe}$

۳۶ الف) دوره (ب) گروه ۱۵ (پ) گروه (ت)  $^{19}\text{K}$  (ث)  $^{38}\text{Sr}$  (ج)  $^{54}\text{Xe}$

۳۷ الف)  $^{16}\text{S}$ ،  $^{34}\text{Se}$  و  $^{52}\text{Te}$  در گروه ۱۶ جدول دوره های قرار داشته و

یون پایدار با بار (-۲) تشکیل می دهند. (ب)  $^{15}\text{P}$  و  $^{33}\text{As}$  در گروه ۱۵ جدول دوره های قرار داشته و یون پایدار با بار (-۳) تشکیل می دهند.

۳۸ الف) دوره چهارم و گروه ۱۷ (ب) E و M (دوره سوم) / Z، B و A (دوره چهارم) (پ)  $^{14}\text{Si}$  و D در گروه ۱۴ قرار داشته و خواص شیمیایی مشابه دارند.

(ت)  $^{90}\text{Th}$  (دیف پایین جدول به ترتیب از عدد اتمی «۵۷ تا ۷۰» و «۸۹ تا ۱۰۲» است. (ث) عنصر A: اسکاندیم،  $^{21}\text{Sc}$  (گروه ۳ - دوره چهارم) / عنصر Z: آهن،  $^{56}\text{Fe}$  (گروه ۸ - دوره چهارم)

۳۹

الکترون  $> 1 \text{ amu} >$  پروتون  $>$  هیدروژن  $>$  نوترون  
 $1/1836 \text{ amu}$   $1/1836 \text{ amu}$   $1/1836 \text{ amu}$   $1/1836 \text{ amu}$

۴۰ الف) ۱ برش (جرم اتم  $^1\text{H}$  تقریباً برابر  $\frac{1}{12}$  جرم کربن-۱۲ است.)

(ب) ۷ برش (جرم اتمی هر اتم معین معادل عدد جرمی آن بر حسب amu است.)

(پ) ۱۹ برش ( $^{19}\text{F}$ ،  $^{16}\text{O}$ ،  $^{12}\text{C}$ ،  $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$ ،  $^3\text{H}$ ،  $^{16}\text{O}$ ،  $^{18}\text{O}$ ،  $^{238}\text{U}$  برش)

۴۱ الف) درست. در کفه سمت راست ترازو، یک اتم  $^{16}\text{O}$  با جرم

$16 \text{ amu}$  و در کفه سمت چپ ترازو، ۴ اتم  $^1\text{H}$  و یک اتم  $^{12}\text{C}$  در مجموع با

جرم  $16 \text{ amu}$  داریم، بنابراین دو کفه ترازو جرم برابر دارند. (ب) نادرست. در کفه سمت راست  $^{64}\text{Cu}$  داریم که جرم آن قطعاً بیشتر از  $29 \text{ amu}$  است در حالی که مجموع جرمها در کفه سمت چپ ترازو برابر  $29 \text{ amu}$  است.

توجه) در  $^{64}\text{Cu}$  عدد اتمی برابر ۲۹ است نه عدد جرمی. در اغلب اتمها (به

جز  $^1\text{H}$ ) عدد جرمی بیشتر از عدد اتمی است ( $A = Z + n$ ).

(پ) درست. در کفه سمت راست ۳ اتم اکسیژن با مجموع جرم  $48 \text{ amu}$  و در کفه سمت چپ ترازو ۴ اتم  $^{12}\text{C}$  با مجموع جرم  $48 \text{ amu}$  داریم.

۴۲ a) -۱ (b)  $^{16}\text{O}$  (c)  $^{-1}\text{e}$  (d) الکترون (e) +۱ (f)  $^1\text{H}$  (g) پروتون

(h)  $^{18}\text{Ar}$  (i)  $^1\text{n}$  (j) نوترون

۴۳ الف)  $^{16}\text{O}$  -  $\frac{4}{3} \times (12 \text{ amu}) = 16 \text{ amu}$  -  $^4\text{He}$   $\frac{4}{3} \times (12 \text{ amu}) = 16 \text{ amu}$

(ب)  $^{37}\text{Cl}$  - کلر دو ایزوتوپ در طبیعت دارد. ( $^{35}\text{Cl}$  با درصد فراوانی  $75/8$  و  $^{37}\text{Cl}$  با درصد فراوانی  $24/2$ )

۴۴ درصد فراوانی  $^{65}\text{Cu}$  برابر ۴۰ درصد است بنابراین درصد فراوانی  $^{63}\text{Cu}$  برابر ۶۰ درصد ( $100 - 40 = 60$ ) است:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{63 \times 60 + 65 \times 40}{100} = 63/8 \text{ amu}$$

۴۵ الف) ایزوتوپ با فراوانی بیشتر، پایدارتر است به همین دلیل در میان ایزوتوپ های بور،  $^{11}\text{B}$  پایدارتر است. (ب) در نمونه داده شده در مجموع ۳۰

اتم بور داریم که شامل ۲۴ اتم  $^{11}\text{B}$  و ۶ اتم  $^{10}\text{B}$  است:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{10 \times 6 + 11 \times 24}{30} = 10/8 \text{ amu}$$



**توجه:** اختلاف جرم ایزوتوپ‌ها و جرم اتمی میانگین برای هر دو ایزوتوپ تقریباً برابر است. به همین دلیل می‌توان گفت که به تقریب فراوانی این دو ایزوتوپ برابر است. در حالت کلی جرم اتمی میانگین به جرم ایزوتوپ با فراوانی بیشتر، نزدیک‌تر است.

**۵۰ الف)** با توجه به شکل درصد فراوانی  $^{22}\text{Ne}$  و  $^{20}\text{Ne}$  به ترتیب برابر  $70\%$  و  $30\%$  است. بنابراین درصد فراوانی  $^{21}\text{Ne}$  برابر  $10\%$  درصد است. (ب)

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{100} = \frac{(20 \times 70) + (21 \times 10) + (22 \times 20)}{100} = 20.5 \text{ amu}$$

**۵۱**

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 14/2 = \frac{14F_1 + 16(100 - F_1)}{100} \Rightarrow F_1 = 90\%, F_2 = 10\% \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{9}$$

**۵۲ الف)**

جرم اتمی میانگین	درصد فراوانی	جرم اتمی	ایزوتوپ
۸۶/۴	۲۰٪	۸۴	$^{84}\text{A}$
	۴۰٪	۸۶	$^{86}\text{A}$
۸۸	۴۰٪	۸۸	$^{88}\text{A}$
	.....	.....	.....

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100 \xrightarrow{F_1=20} F_2 + F_3 = 80 \Rightarrow F_3 = 80 - F_2$$

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow 86/4 = \frac{84 \times 20 + 86 \times F_2 + 88 \times (80 - F_2)}{100} \Rightarrow F_2 = 40\%, F_3 = 80 - F_2 = 40\%$$

(ب) با توجه به درصد فراوانی ایزوتوپ‌های A می‌توان نتیجه گرفت که فراوانی  $^{86}\text{A}$  و  $^{88}\text{A}$  با هم برابر بوده و فراوانی این دو ایزوتوپ، ۲ برابر فراوانی  $^{84}\text{A}$  است؛ بنابراین به ازای هر ایزوتوپ  $^{84}\text{A}$ ، ۲ ایزوتوپ  $^{86}\text{A}$  و ۲ ایزوتوپ  $^{88}\text{A}$  وجود دارد.

**۵۳**

$$\begin{cases} 63 \text{Eu} \Rightarrow p = 63 \\ n = 88 \end{cases} \Rightarrow A = n_1 + p = 88 + 63 = 151$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 151 \text{Eu} \\ 63 \end{cases}, \begin{cases} A_2 \\ 63 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_1 = 51/5 \\ F_2 = 100 - 51/5 = 48/5 \end{cases}$$

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 151/97 = \frac{151 \times 51/5 + A_2 \times 48/5}{100}$$

$$\Rightarrow A_2 = 153 \Rightarrow \begin{cases} n_2 + p = 153 \\ n_2 = 90 \end{cases}$$

**۵۴** اگر فراوانی ایزوتوپ‌های  $^{49}\text{X}$ ،  $^{50}\text{X}$  و  $^{52}\text{X}$  را به ترتیب با  $F_1$ ،  $F_2$  و  $F_3$  نشان دهیم، داریم:

$$\begin{cases} F_1 + F_2 + F_3 = 100 \\ F_2 = 4F_1 \\ F_3 = 2 \times 100 = 200 \end{cases} \xrightarrow{F_2=4F_1} F_1 + 4F_1 + 4F_1 = 100 \Rightarrow \begin{cases} F_1 = 12 \\ F_2 = 48 \end{cases}$$

حال می‌توانیم جرم اتمی میانگین را محاسبه کنیم:

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{100} = \frac{(49 \times 12) + (50 \times 48) + (52 \times 48)}{100} = 50.84 \text{ amu}$$

**۵۵ الف)** گاز نجیب دوره چهارم  $\text{Kr}$  است. عدد اتمی عناصر گروه ۱۷ یک واحد کمتر از عدد اتمی گاز نجیب هم‌دوره خود است بنابراین عدد اتمی A برابر ۳۵ است. (ب) با توجه به اینکه عدد اتمی A برابر ۳۵ است، عدد جرمی ایزوتوپ‌های آن برابر ۷۹ ( $44 + 35 = 79$ ) و ۸۰ ( $45 + 35 = 80$ ) است:

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 79/9 = \frac{79 \times F_1 + 80(100 - F_1)}{100} \Rightarrow F_1 = 10\%, F_2 = 90\%$$

بنابراین اختلاف درصد فراوانی ایزوتوپ‌های A برابر ۸۰ درصد ( $90 - 10 = 80$ ) است. (ب) ایزوتوپ با فراوانی بیشتر یعنی  $^{80}\text{A}$ ، ایزوتوپ پایدارتر عنصر A است.

**۵۶ الف)** با توجه به شکل در مجموع ۲۵ اتم A داریم که شامل ۱۳ اتم  $^{12}\text{A}$  و ۱۲ اتم  $^{13}\text{A}$  است، بنابراین فراوانی ایزوتوپ  $^{12}\text{A}$  بیشتر بوده و پایدارتر است:  $13 \times 100 = 52\%$  درصد فراوانی ایزوتوپ پایدارتر

$$\text{جرم اتمی عنصر X} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{107 \times 12 + 109 \times 13}{25} = 108.8/4$$

**۵۷** برای محاسبه جرم سبک‌ترین مولکول متانول از سبک‌ترین ایزوتوپ‌ها یعنی  $^1\text{H}$ ،  $^{12}\text{C}$  و  $^{16}\text{O}$  و برای محاسبه جرم سنگین‌ترین مولکول متانول از سنگین‌ترین ایزوتوپ‌ها یعنی  $^3\text{H}$ ،  $^{13}\text{C}$  و  $^{17}\text{O}$  استفاده می‌کنیم:

$$\text{جرم سبک‌ترین مولکول } \text{CH}_3\text{OH} = 1 \times 16 + 1 \times 12 + 4 \times 1 = 32 \text{ amu}$$

$$\text{جرم سنگین‌ترین مولکول } \text{CH}_3\text{OH} = 1 \times 17 + 1 \times 14 + 4 \times 3 = 43 \text{ amu}$$

بنابراین اختلاف جرم اتمی دو مولکول برابر ۱۱ amu است.

**۵۸ الف)** نادرست. در آزمایشگاه معمولاً اندازه‌گیری جرم با یکای گرم انجام می‌شود. (ب) درست. (پ) درست. (ت) درست. (۶/۰۲۳ × ۱۰<sup>۲۳</sup>) اتم هیدروژن، یک گرم است (ث) درست. (ج) نادرست. یک مول گاز اکسیژن شامل ۲ مول اتم اکسیژن است. بنابراین تعداد اتم‌های اکسیژن در گاز اکسیژن برابر  $2N_A = 12/04 \times 10^{23}$  است.

$$\text{الف) } (1/204 \times 10^{24} \text{ هر مول } ^4\text{He} \text{، دو مول الکترون دارد.})$$

(ب)  $6/02 \times 10^{23}$  (هر اتم  $^3\text{H}$ ، ۲ نوترون دارد.) برابر با (مول‌های برابر از اتم‌های برابر، تعداد اتم برابر دارند.) (ت) کوچکی (ث) کمتر  $(\frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{1}{\Delta \text{mol}} = 32 \text{ g}$  و  $\frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1}{\Delta \text{mol}} = 28 \text{ g})$

$$\text{ج) برابر با } (\text{Mg} : 6 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24 \text{ g Mg}} \times \frac{N_A \text{ Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = \frac{N_A}{4})$$

$$(\text{Cu} : 16 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} \times \frac{N_A \text{ Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = \frac{N_A}{4})$$

**۶۰**

$$\text{الف) } 1/6 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} = 0.025 \text{ mol Cu}$$

$$\text{ب) } 18/06 \times 10^{22} \text{ Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{6/02 \times 10^{23} \text{ Cu}} = 0.3 \text{ mol Cu}$$

## پاسخ‌نامه آزمون جامع (۱) فصل اول

ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
۱	الف) تعداد پروتون‌های موجود در هسته (۰/۲۵) ب) $1 \text{ amu}$ (ذرهٔ زیراتمی با بار مثبت $p=1/0073 \text{ amu}$ ) (۰/۲۵) ت) ${}_{27}\text{Co}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ (۰/۲۵) ث) لیتیم سولفید ( $\text{Li}_2\text{S}$ ) (۰/۲۵)	۱/۲۵
۲	الف) درست (۰/۲۵) ب) نادرست (۰/۲۵) - مقایسهٔ انرژی پرتوهای الکترومغناطیس به صورت مقابل است: (۰/۲۵) ت) نادرست (۰/۲۵) - هر چه $n+1$ زیرلایه‌ای کمتر باشد، زودتر از الکترون اشغال می‌شود. (۰/۲۵)	۱/۵
۳	الف) $A$ و $X$ (۰/۲۵) $E$ و $D$ (۰/۲۵) ت) $\ddot{Y} \cdot \ddot{O} \cdot \ddot{O} \cdot \ddot{Y}$ (۰/۲۵)	۱/۵
۴	الف) $\begin{cases} p-3=e \\ n-p=3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n+p=45 \\ n-p=3 \end{cases} \xrightarrow{(0/25)} n=24, p=21 \Rightarrow Z=21$ ب) ${}_{21}\text{X}: [1s^2 \text{Ar}] 3d^1 4s^2 \rightarrow 3d^1 4s^2$ (۰/۲۵)، شمارهٔ گروه $s+d=3$ (۰/۲۵) پ) بله (۰/۲۵) - زیرا عنصر $X$ با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش هشت‌تایی (گاز نجیب آرگون) می‌رسد. (۰/۲۵)	۱/۵
۵	الف) $\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{64 \times 50 + 66 \times 28 + A \times 22}{100} = 65/44$ (۰/۲۵) $\Rightarrow A = 68$ (۰/۲۵) $\Rightarrow A = n + p \Rightarrow 68 = n + 30 \Rightarrow n = 38$ (۰/۲۵)	۱
۶	الف) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 2(\text{N}) + 8(\text{H}) + 1(\text{S}) + 4(\text{O}) = 2(14) + 8(1) + 1(32) + 4(16) = 132 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (۰/۲۵) ب) $? \text{ g} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \frac{132 \text{ g A}}{1 \text{ mol A}} \times \frac{33 \text{ g A}}{1 \text{ mol A}} = 33 \text{ g A}$ ، تعداد $\text{N} = \frac{3}{1} \times 1 \times 10^{23}$ (۰/۲۵)	۱/۵
۷	الف) $\text{K} (4s^1)$ و $\text{E} (4p^3)$ (۰/۲۵) ب) $\text{A}_2\text{E}_3$ (۰/۲۵) پ) $\ddot{\text{D}} \cdot \ddot{\text{D}} \cdot \ddot{\text{D}}^{2-}$ (۰/۲۵) (D در گروه ۱۶ قرار دارد). ت) $\text{L}$ (۰/۲۵) - زیرا در گروه ۱۸ قرار دارد و آرایش لایهٔ ظرفیت آن هشت‌تایی (کاملاً پر) است و تمایلی به مبادلهٔ الکترون یا اشتراک الکترون و انجام واکنش ندارد. (۰/۲۵)	۱/۲۵
۸	الف) شکل (۲) (۰/۲۵) - زیرا هر چه انرژی یک خط بیشتر باشد فاصلهٔ آن با خط مجاورش باید کمتر باشد. (۰/۲۵) ب) $a = \text{بنفش}$ (۰/۲۵)، $b = 3$ (۰/۲۵)	۱
۹	الف) $\text{Cs}$ در گروه یک قرار دارد و با از دست دادن یک الکترون و تبدیل شدن به یون $\text{Cs}^+$ به آرایش پایدار گاز نجیب $\text{Xe}$ می‌رسد. (۰/۵) ب) $\text{Te}$ در گروه ۱۶ قرار دارد و با گرفتن ۲ الکترون و تبدیل شدن به یون $\text{Te}^{2-}$ به آرایش پایدار گاز نجیب $\text{Xe}$ می‌رسد. (۰/۵) $\text{Cs}^+ + \text{Te}^{2-} \rightarrow \text{Cs}_2\text{Te}$ (۰/۲۵) پ) آرایش لایهٔ ظرفیت $\text{Cu}$ به صورت $3d^1 4s^1$ است، بنابراین آرایش لایهٔ ظرفیت نقره که با $\text{Cu}$ هم‌گروه بوده و در دورهٔ پنجم قرار دارد به صورت $4d^1 5s^1$ است. (۰/۲۵) ت) $n+l=1(5+0)+1(4+2)=65$ (۰/۲۵)	۱/۲۵
۱۰	الف) ترکیب $\text{B} (\text{Z}_5)$ یونی است (۰/۲۵) زیرا در آن یک فلز الکترون‌های لایهٔ ظرفیت خود را به یک نافلز منتقل کرده است. (۰/۲۵) ب) فرمول شیمیایی ترکیب $\text{A}$ به صورت $\text{Y}_3\text{P}_4$ است (۰/۲۵) و نسبت شمار کاتیون به آنیون در آن برابر $\frac{3}{4}$ است. (۰/۲۵) پ) $\ddot{\text{Cl}} - \ddot{\text{X}} - \ddot{\text{Cl}}:$ $\quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \ddot{\text{Cl}}:$ (۰/۲۵)	۱/۲۵