

قدر هدایای زمینی را بدانیم

أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّيْلَ سَخَّرَ لَكُمْ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ... ﴿٢٠﴾

آیا نریدید فراوان آنچه را در آسمان ها و زمین است مسخر شما کرده و نعمت های آشکار و پنهان خود را به طور فراوان بر شما ارزانی داشته است.

سوره ی لقمان، آیه ی ۲۰

نقش شیمی در تولید و فراوری مواد غذایی چیست؟

مواد در زندگی ما نقشی شگرف و مؤثر دارند. با یک بررسی اجمالی در می یابیم که صنایع گوناگون مانند غذا، پوشاک، حمل و نقل، ساختمان، ارتباطات و هر بخش از زندگی ما کم و بیش تحت تأثیر مواد قرار دارد. اغراق نیست اگر بگوییم گسترش فناوری به میزان دسترسی به مواد مناسب وابسته است، به طوری که کشف و درک خواص یک ماده جدید پرچم دار توسعه ی فناوری است. زندگی کنونی ما به منابع تجدیدپذیری همچون هوا، آب های سطحی، گیاهان، حیوانات و از طرفی دیگر به منابع تجدیدناپذیری مانند نفت، زغال سنگ و بسیاری از مواد معدنی دیگر وابسته است منابعی که منشأ بسیاری از آن ها سنگ کره و خاک است.

در واقع می توان گفت مواد چه طبیعی و چه مصنوعی از کره زمین به دست می آیند. زمین به طور غیر منتظره سرشار از موادی معدنی است که بی هیچ منتهی به ما هدیه شده است، هر چند که این منابع به طور یکسان توزیع نشده اند. معدن شناسان بیش از ۴۴۰۰ گونه ی مختلف مواد معدنی را شناسایی کرده اند و براین باورند که این تنوع در کره ی زمین از دیگر سیاره های همسایه بیشتر است. شگفت آور است اگر بدانید در هر سال بیش از ۷۰ میلیارد تن از منابع انرژی، سوخت های فسیلی، فلز و منابع معدنی از زمین استخراج می شود که تقریباً حدود ۱۰ تن برای هر نفر در جهان است. در میان مواد معدنی فلزی بیش از ۹۵٪ وسایل فلزی را آهن تشکیل می دهد.

جالب است بدانید که:

- میزان مصرف سدیم و آهن حدود ۱۰۰ الی ۱۰۰۰ میلیون تن در سال است.
- مقدار مصرف سالیانه ی نیتروژن، گوگرد، پتاسیم و کلسیم حدود ۱۰ الی ۱۰۰ میلیون تن می باشد که برای بازپروری خاک یا تولید کود شیمیایی استفاده می شود. عناصری مانند روی، مس، آلومینیوم و سرب با مصرف جهانی سالانه در حدود ۳ الی ۱۰ میلیون تن از دیگر مواد معدنی استخراج شده از کره زمین هستند.
- زغال سنگ فراوان ترین سوخت فسیلی است. در حال حاضر مصرف جهانی آن بیش از ۷۸۰۰ میلیون تن در سال است که توسط بخش های مختلف مانند تولید برق، آهن و فولاد، سیمان و به عنوان سوخت استفاده می شود. زغال سنگ از بقایای گیاهانی که میلیون ها سال قبل رشد کرده اند، در اعماق زمین در اثر حرارت و فشار زیاد تولید شده است.
- این مواد تنها بخش کوچکی است که نشان می دهد منابع و مواد معدنی بخشی جدایی ناپذیر از زندگی ما را تشکیل می دهند. به طوری



که کشورهایی که در شناسایی و استخراج یا واردات و استفاده‌ی درست از منابع موفق‌ترند، رشد کرده به شکوفایی اجتماعی می‌رسند. بسیاری از این مواد در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شوند و کانی آنها باید برای استخراج فلز موردنظر فراوری شود. شکل حضور عنصرها در طبیعت به واکنش‌پذیری آنها وابسته است.

۲ الگوها و روندها در رفتار مواد و عنصرها

عنصرها بر اساس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها به سه دسته‌ی فلز، نافلز و شبه‌فلز تقسیم می‌شوند.

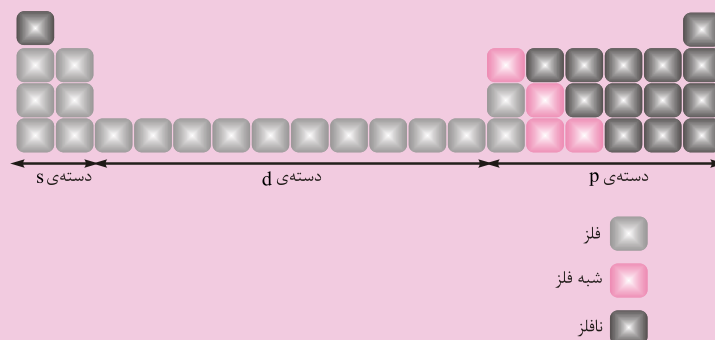
فلزها	نافلزها
عموماً سطح براق و درخنده‌ای دارند.	عموماً سطحی کدر دارند.
قابلیت شکل‌پذیری و ورق شدن دارند. (چکش‌خوارند)	در اثر ضربه می‌شکنند. (چکش‌خوار نیستند)
رسانای خوبی برای جریان برق و گرما هستند.	عموماً رسانای جریان هستند.
در شرایط مناسب الکترون از دست می‌دهند.	در شرایط مناسب الکترون می‌گیرند.

شبه‌فلزها برخی خواص فلزها و برخی خواص نافلزها را دارند. به‌عنوان مثال درخنده و نیمه‌رسانا هستند ولی شکل‌پذیر نیستند و در واکنش‌های شیمیایی الکترون از دست نمی‌دهند. (نیمه‌رساناها گروهی از مواد هستند که رسانایی الکتریکی آنها از فلزها کمتر است و به‌طور کامل رسانا نیستند.) در واقع خواص فیزیکی شبه‌فلزها بیشتر به فلزها شبیه بوده در حالیکه رفتار شیمیایی آنها همانند نافلزها است.

یادآوری:

در شیمی دهم آموختید که جدول دوره‌ای عنصرها براساس افزایش عدد اتمی تنظیم شده است. همچنین می‌دانید که تعداد الکترون‌های آفرین لایه در اتم عنصرهای یک گروه برابر است. این امر موجب شده است رفتار شیمیایی عنصرهای یک گروه مشابه باشد. این جدول شامل ۷ دوره (ردیف افقی) و ۱۸ گروه (ستون عمودی) است.

در شکل زیر دسته‌بندی عناصر را در چهار دوره‌ی اول جدول تناوبی مشاهده می‌کنید. در یک دسته‌بندی عناصر به سه دسته‌ی فلز، نافلز و شبه‌فلز و در یک دسته‌بندی به سه دسته‌ی s، p و d براساس آرایش الکترونی آخرین تراز در حال پر شدن آنها تقسیم شده‌اند. نوع رفتار هر عنصر را می‌توان با دانستن دسته‌ی آن پیش‌بینی کرد.

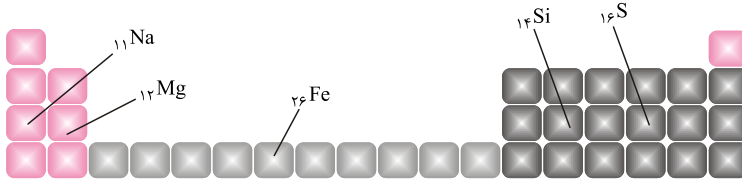


- بیش از ۸۰ درصد عناصر جدول فلز هستند.

همانطور که در این جدول دیده می‌شود در یک دوره از چپ به راست خواص فلزی کاهش و خواص نافلزی افزایش می‌یابد.

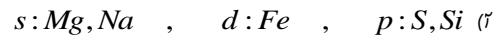
مثال ۱) با توجه به جدول زیر که قسمتی از جدول دوره‌ای عنصرهاست، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

(مرتبط با صفحه ۷ کتاب درسی - مرتبط با با هم بیندیشیم)

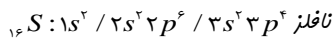
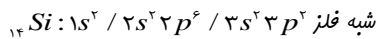
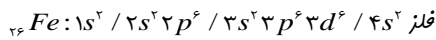
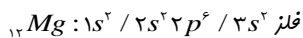
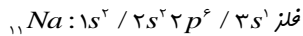


۲) هر عنصر نشان داده شده به کدام دسته (s, p, d) تعلق دارد؟
ب) آرایش الکترونی این عنصرها را نوشته و فلز یا نافلز بودن آنها را تعیین کنید.

پاسخ

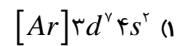
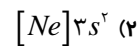
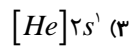
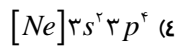


ب)



مثال ۲) اتم کدام عنصر تمایل به جذب الکترون دارد؟

(مرتبط با صفحه ۷ کتاب درسی - مرتبط با با هم بیندیشیم)

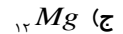
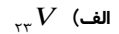


پاسخ

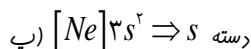
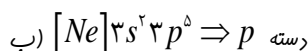
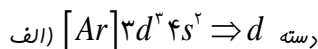
گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ فلز و گزینه‌ی ۴ نافلز است.
گزینه ۴ صحیح است.

مثال ۳) با رسم آرایش الکترونی معین کنید هر کدام از عنصرهای زیر به کدام دسته (s, p, d) تعلق دارد؟

(مرتبط با صفحه ۷ کتاب درسی - مرتبط با با هم بیندیشیم)



پاسخ





الف

ب

الف

- رسانای الکتریکی کمی دارد.
- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.
- در اثر خربه خورد نمی‌شود.

الف

- سطح آن تیره است.
- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.
- در اثر خربه خورد می‌شود.

الف

- رسانای الکتریکی کمی دارد.
- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.
- در اثر خربه خورد نمی‌شود.

الف

- رسانای گرمایی و الکتریکی بالایی دارد.
- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهد.
- حرارت خربه خورد می‌شوند.
- اما خورد نمی‌شود.

ب

- رسانای گرمایی و الکتریکی بالایی دارند.
- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهند.
- حرارت خربه خورد تغییر شکل می‌دهند ولی خورد نمی‌شوند.
- سطح درخشانی دارند.

ب

- جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند.
- حرارت واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارند یا می‌گیرند.
- حرارت خربه خورد می‌شوند.
- سطح آنها درخشان نبوده بلکه کمر است.

مثال ۴) در شکل‌های زیر، برخی عنصرهای گروه چهاردهم و دوره سوم جدول دوره‌ای عنصرها همراه با برخی ویژگی‌های آنها نشان داده شده است. با بررسی آنها به پرسش‌ها پاسخ دهید.
(مرتبط با صفحه ۷ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)

۱- در شکل «الف» سطح کدام عنصرها براق و صیقلی است؟

۲- در شکل «الف» کدام عنصرها ویژگی‌های مشترک بیشتری با یک‌دیگر دارند؟ (رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آنها شبیه هم هستند)

۳- شکل‌های «الف» و «ب» را با هم مقایسه کنید. رفتار کدام عنصرها شباهت بیشتری به هم دارند. نتیجه‌ی مقایسه‌ی خود را یادداشت کنید.

۴- با کامل کردن جدول به یک جمع بندی از یافته‌های خود بر سید و عنصرهای مشخص شده در بالا در سه دسته فلز، نافلز و شبه فلز قرار دهید.

خواص فیزیکی یا شیمیایی	C	Si	S	Na	Al	Sn	Cl	Mg	P	Pb	Ge
رسانایی الکتریکی	دارد										
رسانای گرمایی	ندارد										
سطح صیقلی											
چکش خواری											
تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون		اشتراک				دادن					

۵- در گروه ۱۴ از بالا به پایین، خصلت فلزی چه تغییری کرده است؟

۶- روند تغییر خصلت فلزی و نافلزی در دوره سوم جدول را بررسی کنید.

۷- پیش‌بینی کنید کدام عنصر در گروه اول جدول دوره‌ای خصلت فلزی بیشتری دارد؟

۸- عبارت زیر را با خط زدن واژه‌ی نادرست در هر مورد، کامل کنید.

در هر دوره‌ای از جدول دوره‌ای، از چپ به راست از خاصیت فلزی کاسته و به خاصیت نافلزی افزوده می‌شود. در گروه‌های ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ عنصرهای بالاتر خاصیت نافلزی بیشتر دارند زیرا از بالا به پایین خاصیت فلزی زیاد می‌شود.

پایین‌تر خاصیت نافلزی بیشتر دارند زیرا از بالا به پایین خاصیت فلزی زیاد می‌شود.



پاسخ ✓

۱- سیلیسیم، ژرمانیم، قلع، سرب فلز و شبه فلز هستند.

۲- سیلیسیم و ژرمانیم (شبه فلز) - قلع و سرب (فلز)

۳- عناصری که در یک گروه قرار دارند.

۴-

Ge	Pb	P	Mg	Cl	Sn	Al	Na	S	Si	C	خواص فیزیکی یا شیمیایی
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	رسانایی الکتریکی
-	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	-	ندارد	رسانای گرمایی
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	سطح صیقلی
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	پخش فواری
اشتراک	دادن	گرفتن	دادن	گرفتن	دادن	دادن	دادن	گرفتن	اشتراک	اشتراک	تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون

۵- فصلت فلزی از بالا به پایین افزایش می‌یابد.

۶- در هر ردیف از جدول دوره‌ای عناصرها و از چپ به راست، از خاصیت فلزی کاسته و بر خاصیت نافلزی افزوده می‌شود. در هر گروه عناصرهای پایین‌تر جدول خاصیت فلزی بیشتری دارند.

۷- فرانسیم یا سزیم

۸- فلزی تا فلزی، نافلزی بالاتر تا نافلزی، تا فلزی تا فلزی، تا فلزی تا فلزی

▼ مثال ۵) عنصر X یک شبه فلز است. جملات زیر را با کلمات فلز، نافلز و شبه فلز پر کنید.

(مرکب با صفحه ۷ کتاب درسی - مرکب با با هم بیندیشیم)

الف) عنصری که در جدول تناوبی زیر X قرار دارد نمی‌تواند یک باشد.

ب) عنصری که در جدول تناوبی در سمت راست عنصر X قرار دارد نمی‌تواند یک باشد.

ج) عنصری که در جدول تناوبی در سمت چپ عنصر X قرار دارد نمی‌تواند یک باشد.

د) عنصری که در جدول تناوبی بالای عنصر X قرار دارد نمی‌تواند یک باشد.

پاسخ ✓

الف) نافلز

ب) فلز

ج) نافلز

د) فلز

▼ مثال ۶) کدام ویژگی از ویژگی‌های منحصر به فرد فلزها است؟

(مرکب با صفحه ۱۲ کتاب درسی - مرکب با با هم بیندیشیم)

۱) رسانایی الکتریکی

۲) جامد بودن در شرایط عادی

۳) شکل پذیری و قابلیت ورقه و مفتول شدن

۴) درخشندگی



شبه فلزها نیز در فشنده هستند و رسانایی الکتریکی دارند.

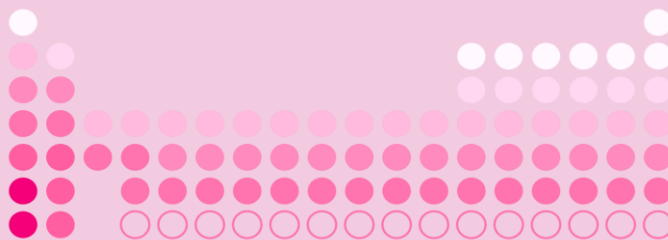
هم‌پنین شبه فلزها و نافلزها نیز ممکن است جامد باشند.

اما شکل پذیری و قابلیت ورقه و مفتول شدن نیز فواص منحصراً به فلزها است.

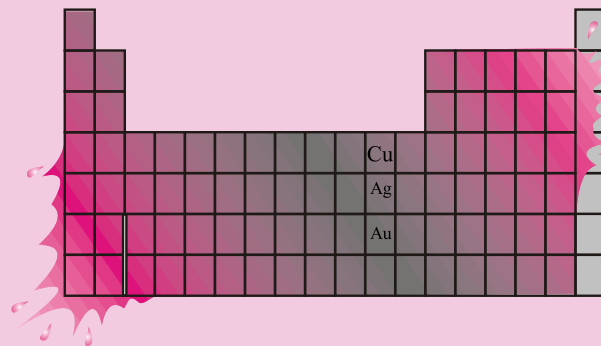
گزینه ۳ صحیح است.

- بیشتر عنصرهای دسته s ، p و d فلز هستند و نافلزها عموماً در دسته p قرار دارند.

- در جدول تناوبی از چپ به راست خواص فلزی کم‌رنگ‌تر و خواص نافلزی پررنگ‌تر می‌شود.



- در هر گروه از بالا به پایین خواص فلزی پررنگ‌تر و خواص نافلزی کم‌رنگ‌تر می‌شود. به‌عنوان مثال در گروه چهاردهم جدول تناوبی کربن، نافلز، سیلیسیم و ژرمانیم، شبه‌فلز و قلع و سرب، فلز هستند.



- به همین خاطر در گروه‌های فلزی از بالا به پایین واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد. (خصلت فلزی پررنگ‌تر می‌شود) و در گروه‌های نافلزی از بالا به پایین واکنش‌پذیری کاهش می‌یابد. (خصلت نافلزی کم‌رنگ‌تر می‌شود).

- فعال‌ترین فلزها در پایین سمت چپ جدول و فعال‌ترین نافلزها در بالای سمت راست جدول قرار دارند.

- تقسیم‌بندی دقیقی بین خصلت فلزی و نافلزی وجود ندارد بلکه با حرکت از چپ به راست در جدول تناوبی، افزایش در تمایل به پذیرش الکترون (خصلت نافلزی) و کاهش در احتمال از دست دادن یک یا چند الکترون (خصلت فلزی) برای یک اتم وجود دارد.

- از خواص شیمیایی یک فلز می‌توان واکنش‌پذیری زیاد، سهولت در از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون و از خواص فیزیکی آن می‌توان درخشش فلزی، چگالی زیاد، رسانایی گرمایی و الکتریکی بالا و شکل‌پذیری را نام برد.

- خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها به طور دوره‌ای تکرار می‌شود که به **قانون دوره‌ای عنصرها** معروف است.

- همه ۱۱۸ عنصر جدول دوره‌ای شناسایی و توسط آیوپاک تأیید شده است، به طوری که هیچ خانه‌ای در جدول خالی نیست. اگر عنصری با عدد اتمی بیشتر از ۱۱۸ ساخته شود به دسته‌بندی جدیدی برای عناصر احتیاج داریم. شارل ژانت شیمیدان فرانسوی در سال ۱۹۲۷ با کنار هم چیدن عنصرهای شناخته شده در زمان خود، الگویی ارائه کرد که بر اساس آن می‌توان عنصرهای با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸ را نیز طبقه‌بندی کرد. در این جدول امکان وجود زیرلایه g که به عنوان زیرلایه پنجم پس از زیرلایه‌های s ، p و d پر می‌شود وجود دارد. زیر لایه g گنجایش ۱۸ الکترون خواهد داشت.



۱ H هیدروژن ۱.۰۰۸	۲ He هلیوم ۴.۰۰۲																															
۳ Li لیتیم ۶.۹۴	۴ Be بیریم ۹.۰۱																															
۵ B بور ۱۰.۸۱	۶ C کربن ۱۲.۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴.۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶.۰۰	۹ F فلورین ۱۸.۹۹	۱۰ Ne نئون ۲۰.۱۸	۱۱ Na سدیم ۲۲.۹۹	۱۲ Mg منگنز ۲۴.۳۱																									
۱۳ Al آلومینیم ۲۶.۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸.۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰.۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲.۰۶	۱۷ Cl کلر ۳۵.۴۵	۱۸ Ar آرگن ۳۹.۹۵	۱۹ K پتاشیم ۳۹.۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰.۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴.۹۶	۲۲ Ti تیتانیوم ۴۷.۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰.۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲.۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴.۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵.۸۵	۲۷ Co کوبالت ۵۸.۹۳	۲۸ Ni نیکل ۵۸.۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳.۵۵	۳۰ Zn زینک ۶۵.۳۸	۳۱ Ga گالیم ۶۹.۷۲	۳۲ Ge گرمانیوم ۷۲.۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴.۹۲	۳۴ Se سلنیوم ۷۸.۹۶	۳۵ Br بروم ۷۹.۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳.۸۰	۳۷ Rb روبیوم ۸۵.۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷.۶۲							
۳۹ Y یتریم ۸۸.۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱.۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲.۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵.۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روثنیوم ۱۰۱.۰۷	۴۵ Rh رودنیوم ۱۰۱.۰۷	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶.۴۲	۴۷ Ag نقره ۱۰۷.۸۶	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲.۴۱	۴۹ In ایندیم ۱۱۴.۸۱	۵۰ Sn سنگین ۱۱۸.۷۱	۵۱ Sb آنتیمن ۱۲۱.۷۵	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷.۶۰	۵۳ I یود ۱۲۶.۹۰	۵۴ Xe کسین ۱۳۱.۲۹	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲.۹۰	۵۶ Ba باریم ۱۳۷.۳۲	۵۷ La لانتان ۱۳۸.۹۰	۵۸ Ce سربیم ۱۴۰.۹۰	۵۹ Pr پراسئودیم ۱۴۰.۹۰	۶۰ Nd نئودیم ۱۴۴.۲۴	۶۱ Pm پرمیتم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریوم ۱۵۰.۳۶	۶۳ Eu اورنیم ۱۵۲.۰۶	۶۴ Gd گادولیم ۱۵۷.۹۲	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸.۹۰	۶۶ Dy دیسمیوم ۱۶۲.۵۰	۶۷ Ho هولمیوم ۱۶۴.۹۰	۶۸ Er اریتم ۱۶۷.۲۶	۶۹ Tm تولمیوم ۱۶۸.۹۰	۷۰ Yb یتربیوم ۱۷۳.۰۴	
۷۱ Lu لوئسیوم ۱۷۵.۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸.۵۰	۷۳ Ta تانالتل ۱۸۰.۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳.۸۴	۷۵ Re رهنم ۱۸۶.۲۰	۷۶ Os اوسمیوم ۱۹۰.۲۰	۷۷ Ir ایریدیوم ۱۹۲.۲۲	۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵.۰۸	۷۹ Au طلا ۱۹۷.۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰.۵۹	۸۱ Tl تالیوم ۲۰۴.۳۸	۸۲ Pb سرب ۲۰۷.۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۸.۹۸	۸۴ Po پولونیوم [۲۰۹]	۸۵ At استانتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رانون [۲۲۲]	۸۷ Fr فرانسیوم [۲۲۳]	۸۸ Ra رایتم [۲۲۶]	۸۹ Ac آکتینوم [۲۲۷]	۸۹ Ac آکتینوم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم [۲۳۲]	۹۱ Pa پروتاکتینیم [۲۳۱]	۹۲ U اورانیوم [۲۳۸]	۹۳ Np نپتونیوم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیوم [۲۴۴]	۹۵ Am آمرسیوم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریوم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیوم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es ایسنتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مدلیوم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیوم [۲۵۹]
۱۰۳ Lr لورنسیوم [۲۶۰]	۱۰۴ Rf رافرفورم [۲۶۱]	۱۰۵ Db دایتم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیوم [۲۶۹]	۱۰۷ Bh بهرلیوم [۲۷۰]	۱۰۸ Hs هاسیوم [۲۷۱]	۱۰۹ Mt میتنریم [۲۷۲]	۱۱۰ Ds داریمشانیوم [۲۸۵]	۱۱۱ Rg روگنبرگیم [۲۸۶]	۱۱۲ Cn ککرونیوم [۲۸۷]	۱۱۳ Nh نیوهامپشایریم [۲۸۸]	۱۱۴ Fl فلوریم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مکسکوویچیم [۲۸۹]	۱۱۶ Lv لوورنویچیم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تسیگولیم [۲۹۴]	۱۱۸ Og وگانشایم [۲۹۴]	۱۱۹ ? [۲۹۴]	۱۲۰ ? [۲۹۴]															
دسته d																		دسته p										دسته s				
																		دسته f										دسته g				

مثال ۷) سزیم در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود. این ویژگی چه ارتباطی با جایگاه این عنصر در جدول دوره‌ای و خصیلت فلزی آن دارد؟

(مرتبط با صفحه ۱۲ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)



سزیم در پایین سمت چپ جدول قرار دارد و در نتیجه فلزی به شدت واکنش‌پذیر به حساب می‌آید. به همین خاطر در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود و فقط ترکیبات آن یافت می‌شود.

مثال ۸) کدام عنصر (فسفر، نقره، پتاسیم و یا زنون) انتخاب بهتری برای تولید سکه است؟ علت انتخاب خود را توضیح دهید.

(مرتبط با صفحه ۱۲ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)



نقره - زیرا در بین عناصر میانی جدول قرار دارد و واکنش‌پذیری آن بسیار کم است به همین خاطر سکه سالم می‌ماند. زنون به علت گاز بودن برای تولید سکه مناسب نیست. فسفر نافلز است پس در اثر ضربه فرم می‌شود. پتاسیم فلزی قلیایی و به شدت واکنش‌پذیر است پس از بین می‌رود.

مثال ۹) چه تعداد از عبارتهای داده شده نادرست است؟

(مرتبط با صفحه ۱۲ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)

- خواص فلزی در یک گروه با افزایش عدد اتمی افزایش می‌یابد.
- واکنش‌پذیری عنصرها در جدول تناوبی از چپ به راست کاهش می‌یابد.
- واکنش‌پذیرترین فلزها در پایین و سمت چپ جدول تناوبی قرار دارند.
- واکنش‌پذیری عنصرها در گروه‌های جدول دوره‌ای عنصرها از بالا به پایین افزایش می‌یابد.



پاسخ

موارد ب و د نادرست هستند.

در هر دوره از راست به چپ و در هر گروه از بالا به پایین واکنش‌پذیری فلزها افزایش و واکنش‌پذیری نافلزها کاهش پیدا می‌کند. بنابراین واکنش‌پذیری عنصرها در جدول رو به بالا و چپ افزایش می‌یابد. بنابراین واکنش‌پذیری فلزها در سمت چپ و در پایین جدول بیشتر است. واکنش‌پذیری فلزها در سمت راست و در بالا جدول کمتر است. واکنش‌پذیری فلزها در سمت چپ و در پایین جدول بیشتر است. واکنش‌پذیری فلزها در سمت راست و در بالا جدول کمتر است.

گزینه ۲ صحیح است.

اندازه‌ی اتم و واکنش‌پذیری آن

می‌دانیم که به دلیل تشابه آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت عناصر یک گروه، خواص شیمیایی آن‌ها مشابه است. این امر سبب می‌شود در حرکت منظم در طول یک گروه یا دوره، روندهای ویژه‌ای را در میان عنصرها مشاهده کنیم.

برای نمونه شدت واکنش فلزهای قلیایی با آب، با افزایش عدد اتمی افزایش می‌یابد. اما روند واکنش‌پذیری در گروه ۱۷ در مسیری وارونه مشاهده می‌شود. تغییرهای مشابه دیگری در جدول دوره‌ای قابل بررسی است. برای مثال، هر تناوب از سمت چپ با یک فلز قلیایی شروع می‌شود و با گذر از شبه‌فلز، به یک هالوژن در سمت راست می‌رسد.

در انتهای تناوب نیز آخرین عنصر، یک گاز نجیب است. عنصری که یا میل ترکیبی ندارد یا میل ترکیبی آن بسیار اندک است. واکنش‌پذیری یک عنصر با تعداد لایه‌های الکترونی اتم آن ارتباط دارد. به عبارت دیگر اندازه‌ی اتم‌ها می‌تواند در میزان واکنش‌پذیری آن‌ها نقش داشته باشد.

در شیمی دهم آموختید که مطابق مدل کوانتومی، اتم را مانند کره‌ای در نظر می‌گیرند که الکترون‌ها پیرامون هسته و در لایه‌های الکترونی در حال حرکت‌اند. بنابراین می‌توان برای هر اتم شعاعی در نظر گرفت و آن را اندازه‌گیری کرد. بدیهی است که شعاع اتم‌های مختلف یکسان نیست.



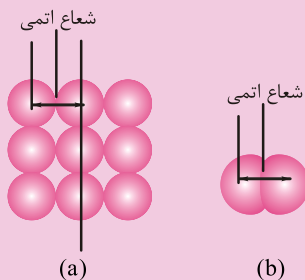
ب



الف

مقایسه نسبی شعاع اتمی لیتیم (الف) و پتاسیم (ب)

تعیین اندازه اتم همانند جرم آن بسیار دشوار است. برای این کار، می‌توان از روش‌های گوناگون استفاده کرد. در این روش‌ها اندازه‌ی یک اتم با توجه به شعاع آن برحسب پیکومتر (pm) تعیین می‌شود. برای مثال، تصویرهای زیر دو روش برای تعیین شعاع اتمی عنصر کلر را نشان می‌دهد.

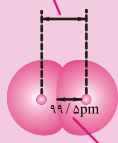


(a) به نصف فاصله‌ی میان هسته‌ی دو اتم مشابه که بین آنها پیوند شیمیایی وجود ندارد، شعاع وان‌دروالسی گفته می‌شود.

(b) به نصف فاصله‌ی میان هسته‌ی دو اتم مشابه در یک مولکول دو اتمی شعاع کووالانسی می‌گویند.

طول پیوند کووالانسی،
به فاصله میان هسته‌های دو اتم یکسان در پیوند کووالانسی گفته می‌شود.

طول پیوند کووالانسی



شعاع کووالانسی

▼ **مثال ۱۰** با توجه به جایگاه عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم (فلزهای قلیایی) در جدول دوره‌ای، پیش‌بینی کنید. در واکنش با گاز کلر، اتم‌های کدام یک آسان‌تر الکترون از دست خواهد داد؟ چرا؟

(مرتبط با صفحه ۱۲ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)

Li
Na
K

پاسخ ✓ از بالا به پایین در هر گروه با افزایش تعداد لایه‌ی الکترونی و افزایش شعاع اتمی تمایل اتم برای از دست دادن الکترون بیشتر می‌شود. بنابراین ترتیب تمایل برای از دست دادن الکترون در سه اتم یادشده به صورت زیر خواهد بود:
لیتیم > سدیم > پتاسیم

▼ **مثال ۱۱** تولید نور، آزاد سازی گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز نشانه‌هایی از تغییر شیمیایی هستند. هر چه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده بیشتر باشد، واکنش شیمیایی سریع‌تر و شدیدتر بوده و واکنش دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد. تصویر زیر واکنش این فلزها با گاز کلر را در شرایط یکسان نشان می‌دهد. آیا داده‌های این تصویر پیش‌بینی شما را تأیید می‌کند؟ (راهنمایی: هر چه ماده‌ای سریع‌تر و شدیدتر واکنش بدهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد).

(مرتبط با صفحه ۱۲ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)



پاسخ ✓ بله - شرت تولید نور در این سه طرف نشان می‌دهد که واکنش پذیری پتاسیم از سدیم و سدیم از لیتیم بیشتر است.

▼ **مثال ۱۲** به نظر شما آیا جمله «هر چه شعاع اتمی یک فلز بزرگ‌تر باشد، آسان‌تر الکترون از دست می‌دهد.» درست است؟ چرا؟

(مرتبط با صفحه ۱۲ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)

پاسخ ✓ بله -

زیرا با افزایش شعاع، توان هسته برای جذب الکترون‌های آفرین لایه کاهش می‌یابد و الکترون آسان‌تر از اتم جدا می‌شود.

▼ **مثال ۱۳** جدول زیر را کامل کنید و توضیح دهید بین شمار لایه‌های الکترونی با شعاع اتم چه رابطه‌ای وجود دارد.

(مرتبط با صفحه ۱۲ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)

نماد شیمیایی عنصر	Li	Na	K
آرایش الکترونی فشرده			
نماد آخرین زیرلایه			
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم			
شعاع اتم (pm)	۱۵۲	۱۸۶	۲۳۱



پاسخ ✓

هر چه تعداد لایه‌های الکترونی بیشتر باشد شعاع اتم بیشتر است.

نماد شیمیایی عنصر	${}_{3}Li$	${}_{11}Na$	${}_{19}K$
آرایش الکترونی فشرده	$[He]2s^1$	$[Ne]3s^1$	$[Ar]4s^1$
نماد آفرین زیر لایه	$2s^1$	$3s^1$	$4s^1$
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتم (pm)	۱۵۲	۱۸۶	۲۳۱

مثال ۴) با توجه به جدول زیر، پیش بینی کنید کدام اتم یک از فلزهای گروه دوم جدول دوره‌ای در واکنش با نافلزها، آسان‌تر به کاتیون M^{2+} تبدیل می‌شود. چرا؟

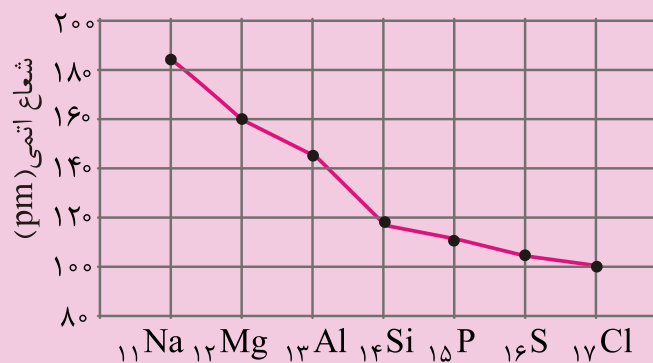
(مرکب با صفحه ۱۳ کتاب درسی - مرکب با با هم بیندیشیم)

نام و نماد شیمیایی فلز	Mg (منیزیم)	Ca (کلسیم)	Sr (استرانسیم)
شعاع اتمی (pm)	۱۶۰	۱۹۷	۲۱۵

پاسخ ✓

 Sr (استرانسیم) زیرا شعاع اتمی بیشتری دارد و راحت‌تر الکترون از دست می‌دهد.

همان طور که دیدید شعاع اتمی عنصرها در یک گروه و از بالا به پایین به دلیل افزایش تعداد لایه‌های الکترونی افزایش می‌یابد. اما شعاع یک اتم علاوه بر تعداد لایه‌های الکترونی به عوامل دیگری نیز وابسته است. در هر تناوب با افزایش عدد اتمی، تعداد لایه‌های الکترونی اضافه نمی‌شود اما با افزایش تعداد پروتون‌های هسته، جاذبه‌ی آن بر الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت بیشتر می‌شود در نتیجه لایه‌ی ظرفیت با نیروی قوی‌تری به سمت هسته جذب و بنابراین شعاع اتمی کم می‌شود.



فلزها برای رسیدن به آرایش پایدار گاز نجیب، معمولاً الکترون از دست می‌دهند. به عبارت دیگر واکنش‌پذیری یک فلز به میزان تمایل آن از دست دادن الکترون ارتباط دارد. به همین خاطر با افزایش شعاع اتمی در فلزها، تمایل به از دست دادن الکترون و در پی آن واکنش‌پذیری بیشتر می‌شود. اما نافلزها برخلاف فلزها در واکنش‌های شیمیایی تمایل به جذب الکترون و تبدیل شدن به آنیون دارند. برای مثال نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) با گرفتن یک الکترون به آنیون با یک بار منفی (یون هالید) تبدیل می‌شوند. بنابراین انتظار می‌رود هر چه یک نافلز شعاع کوچکتری داشته باشد تمایل بیشتری به جذب الکترون داشته، واکنش‌پذیرتر باشد.



مثال ۱۵ (الف) جدول زیر را کامل کنید.

(مرتبط با صفحه ۱۳ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)

نماد شیمیایی عنصر	${}_{9}F$	${}_{17}Cl$	${}_{35}Br$
آرایش الکترونی فشرده			
نماد آخرین زیرلایه			
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم			
شعاع اتم (pm)	۷۱	۹۹	۱۱۴

ب) پیش بینی کنید در شرایط یکسان کدام هالوژن واکنش پذیرتر است. چرا؟

در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودروها، از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

پ) در جدول زیر شرایط واکنش این نافلزها با گاز هیدروژن نشان داده شده است. با توجه به آن، مشخص کنید آیا پیش‌بینی شما درست است؟

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای ${}^{\circ}C -20$ به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای ${}^{\circ}C 20$ واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از ${}^{\circ}C 40$ واکنش می‌دهد.

ت) توضیح دهید خصلت نافلزی با شعاع اتمی چه رابطه‌ای دارد؟

پاسخ (الف)

نماد شیمیایی عنصر	${}_{9}F$	${}_{17}Cl$	${}_{35}Br$
آرایش الکترونی فشرده	$[He]2s^2 2p^5$	$[Ne]3s^2 3p^5$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^5$
نماد آخرین زیرلایه	$2p^5$	$3p^5$	$4p^5$
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتم (pm)	۷۱	۹۹	۱۱۴

ب) هر چه هالوژن شعاع اتمی کمتری داشته باشد تمایل آن به جذب الکترون و تبدیل شدن به آنیون بیشتر و در نتیجه واکنش پذیرتر است. پس از نظر واکنش پذیری فلوئور از کلر و کلر از برم و واکنش پذیرتر است.

پ) بله - همانطور که در جدول دیده می‌شود شرایط واکنش با هیدروژن در گروه هالوژن‌ها از بالا به پایین دشوارتر می‌شود. یعنی به عبارت دیگر واکنش پذیری هالوژن از بالا به پایین کاهش می‌یابد.

ت) هر چه شعاع اتمی کمتر باشد فصلت نافلزی بیشتر است، زیرا تمایل به جذب الکترون بیشتر است.

مثال ۱۶ (الف) در هر یک از موارد زیر معین کنید ویژگی بیان شده در مورد کدام عنصر بیشتر است؟

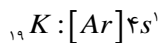
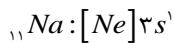
(مرتبط با صفحه ۱۳ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببیند)

الف) شعاع اتمی: ${}_{11}Na$ و ${}_{19}K$

ب) خواص نافلزی: ${}_{16}S$ و ${}_{17}Cl$

پ) واکنش پذیری: ${}_{11}Na$ و ${}_{12}Mg$

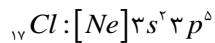
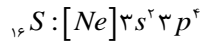
ت) شعاع اتمی: ${}_{9}F$ و ${}_{8}O$



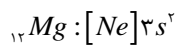
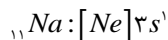
پاسخ ✓

(الف)

با توجه به اینکه سدیم سه لایه و پتاسیم چهار لایه‌ی الکترونی دارد شعاع پتاسیم از سدیم بیشتر است.
(ب)

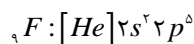
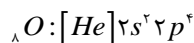


با توجه به اینکه در جدول دوره‌ای عناصر ${}_{17}\text{Cl}$ در سمت راست ${}_{16}\text{S}$ قرار دارد و شعاع اتمی کلر از گوگرد کمتر است فصلت نافلز Cl از S بیشتر است.
(پ)



با توجه به اینکه در جدول دوره‌ای عناصر Mg در سمت راست Na قرار دارد و از چپ به راست فصلت فلزی کم می‌شود واکنش پذیری Mg کمتر از Na است.
(ت)

(می‌توان گفت چون شعاع Mg کمتر از Na است، میل آن به از دست دادن الکترون کمتر و در نتیجه فعالیت فلزی آن کمتر است.)
(ت)



با توجه به اینکه در جدول دوره‌ای عناصر F در سمت راست O قرار دارد و از چپ به راست شعاع اتمی کاهش می‌یابد، شعاع F کمتر از O است.
(ب)

مثال ۱۷) چه تعداد از عبارتهای داده شده نادرست است؟

(مرتبط با صفحه ۱۳ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببینید)

(الف) واکنش کلر و هیدروژن فقط در دمای بالاتر از 200°C درجه‌ی سلسیوس است.

(ب) در جدول دوره‌ای عناصر واکنش پذیری همه‌ی عناصر از بالا به پایین افزایش می‌یابد.

(پ) واکنش پذیری یک فلز به میزان تمایل آن به از دست دادن الکترون بستگی دارد.

(ت) شعاع اتمی سدیم از لیتیم بیشتر و از منیزیم کمتر است.

۴ (ع)

۳ (ب)

۲ (پ)

۱ (ت)

پاسخ ✓

(الف) واکنش کلر و هیدروژن در دمای اتاق به آهستگی صورت می‌گیرد. (نادرست)

(ب) واکنش پذیری فلزها از بالا به پایین افزایش می‌یابد و واکنش پذیری نافلزها از بالا به پایین کاهش پیدا می‌کند. (نادرست)
(پ) درست است.

(ت) شعاع اتمی سدیم از لیتیم بیشتر است (در جدول پایین‌تر از لیتیم قرار دارد) و از منیزیم نیز بیشتر است. (در جدول در سمت چپ منیزیم قرار دارد).
بنابراین سه مورد (نادرست) است.

گزینه ۳ صحیح است.

مثال ۱۸) در جدول مقابل شعاع اتمی دو عنصر نوشته شده است؟ شعاع اتمی کلر کدام عدد می‌تواند باشد؟

(مرتبط با صفحه ۱۳ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببینید)

	F ۷۱
S ۱۰۲	Cl ?

۱۰۲ (ع)

۶۸ (ب)

۹۹ (پ)

۱۰۸ (ت)

پاسخ ✓

شعاع اتمی کلر باید بیشتر از ۷۱ و کمتر از ۱۰۲ باشد بنابراین فقط گزینه ۲ می‌تواند نمایش دهنده‌ی شعاع اتمی کلر باشد.

گزینه ۲ صحیح است.

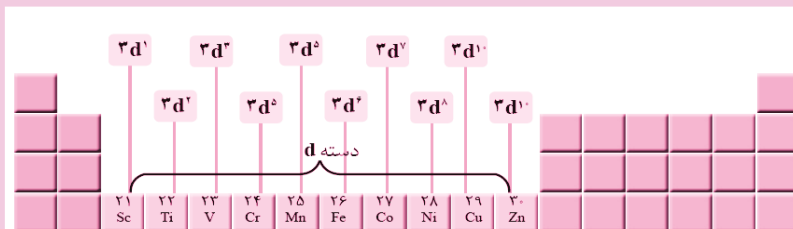


اگرچه همه فلزها در حالت‌های کلی رفتارهای مشابهی دارند، اما تفاوت‌های قابل توجهی میان آن‌ها وجود دارد، به طوری که هر فلز رفتارهای ویژه‌ی خود را دارد. برای نمونه فلز سدیم نرم است و با چاقو بریده می‌شود و به سرعت در هوا تیره می‌شود. اما آهن فلزی محکم است و از آن برای ساخت در و پنجره فلزی استفاده می‌شود. این فلز با اکسیژن در هوای مرطوب به کندی واکنش می‌دهد و به زنگ آهن تبدیل می‌شود. این در حالی است که طلا در گذر زمان جلای فلزی خود را حفظ می‌کند و همچنان خوش رنگ و درخشان باقی می‌ماند. فلزهای دسته‌ی d نیز رفتاری شبیه فلزهای دسته‌ی s و p دارند. آنها نیز رسانای جریان الکتریکی و گرما هستند، چکش خوارند و قابلیت ورقه شدن دارند. فلزهای دسته‌ی d را فلزهای واسطه و فلزهای دسته‌ی s و p را فلزهای اصلی می‌نامند.

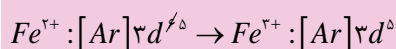
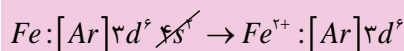
دنیایی رنگی با عنصرهای دسته d

۳

یکی از ارزنده‌ترین و قدیمی‌ترین صنایع ایران شیشه‌گری بوده است و استفاده از شیشه‌های رنگی در ایران از قدمت زیادی برخوردار است. تنوع رنگ در شیشه‌ها یا سنگهای قیمتی به دلیل وجود کاتیون‌های فلزهای واسطه در آن‌ها است. تنها مقدار کمی از کاتیون‌های فلزهای واسطه رنگ پشم و زمرد را سبز، فیروزه را سبز-آبی و یاقوت را به رنگ سرخ درمی‌آورد. اولین سری از عنصرهای واسطه در ردیف چهارم جدول دوره‌ای عنصرها قرار دارند و دارای عدد اتمی ۲۱ تا ۳۰ هستند. در این دسته از فلزها زیرلایه‌ی $3d$ در حال پرشدن است.



رفتار شیمیایی متناسب با آرایش الکترونی آن‌ها باعث می‌شود این فلزها در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها، کربنات‌ها و ... وجود داشته باشند. برای مثال آهن دارای دو اکسید به فرمول‌های FeO و Fe_2O_3 است. در این دو ترکیب آهن به شکل کاتیون‌های Fe^{2+} (آهن (II)) و Fe^{3+} (آهن (III)) وجود دارد. از آنجا که عناصر دسته‌ی d همگی فلز هستند و فلزها به هنگام تشکیل یون مثبت، الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایه‌ی خود را از دست می‌دهند بنابراین آرایش یون‌های Fe^{2+} و Fe^{3+} به صورت زیر خواهد بود:



بررسی آرایش الکترونی عنصرهای واسطه نشان می‌دهد که اغلب این فلزها با تشکیل کاتیون، به آرایش هشتایی گاز نجیب دست نمی‌یابند. عنصرها در گروه‌های اصلی با گرفتن یا از دست دادن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب می‌رسند. در شیمی دهم آموختید که اتم عنصرهای گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با به‌دست آوردن الکترون و تولید آنیون، آرایشی همانند آرایش گاز نجیب هم دوره‌ی خود پیدا می‌کنند.

شماره‌ی گروه	۱۵	۱۶	۱۷
نماد یون پایدار	X^{3-}	X^{2-}	X^{-}

اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با از دست دادن الکترون و به ترتیب با تشکیل یون‌های X^+ و X^{2+} به آرایش گار نجیب پیش از خود می‌رسند. دست‌یابی به آرایش الکترونی پایدار از مهم‌ترین دلایل یافتن عنصرها به صورت ترکیب در طبیعت است. اگر چه فلزهای واسطه هنگام تشکیل یون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند اما واکنش‌پذیری زیاد آن‌ها سبب شده، ترکیب‌های گوناگونی از این فلزها در طبیعت وجود داشته باشد. از آنجا که اغلب این کاتیون‌ها به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند، این یون‌ها یا ترکیبات دارای فلزهای واسطه، نور در ناحیه‌ی مرئی را جذب و نشر می‌کنند و رنگ‌های بسیار زیبا به وجود می‌آورند. به‌عنوان مثال با عبور نور سفید از یک یاقوت طول موج‌های بلندتر آن یعنی رنگ قرمز بازتاب می‌شود.

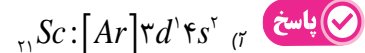


نکته: در کاتیون‌های فلزهای واسطه فقط کاتیون اولین فلز واسطه در هر دوره با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب می‌رسد.

مثال ۱۹) اسکاندیم (${}_{21}Sc$) از فلزهای واسطه کمیابی است که در تجهیزات خانگی مانند تلویزیون رنگی و شیشه وجود دارد. (مرتبط با صفحه ۱۶ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببینید)

آرایش الکترونی اتم این فلز را بنویسید.

ب) نماد یون پایدار این فلز Sc^{3+} است. با نوشتن آرایش الکترونی این یون بررسی کنید آیا این یون به آرایش گاز نجیب می‌رسد؟



ب) $[Ar]: Sc^{3+}$ به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد.

مثال ۲۰) جدول زیر را کامل کنید.

(مرتبط با صفحه ۱۶ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببینید)

فلز / یون	آرایش الکترونی	فلز / یون	آرایش الکترونی
${}_{28}Ni$	$[Ar] 3d^8 4s^2$	${}_{24}Cr$
Ni^{2+}	Cr^{2+}	$[Ar] 3d^4$
Ni^{3+}	Cr^{3+}

پاسخ ✓

فلز / یون	آرایش الکترونی	فلز / یون	آرایش الکترونی
${}_{28}Ni$	$[Ar] 3d^8 4s^2$	${}_{24}Cr$	$[Ar] 3d^5 4s^1$
${}_{28}Ni^{2+}$	$[Ar] 3d^8$	${}_{24}Cr^{2+}$	$[Ar] 3d^4$
${}_{28}Ni^{3+}$	$[Ar] 3d^7$	${}_{24}Cr^{3+}$	$[Ar] 3d^3$

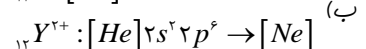
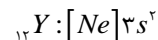
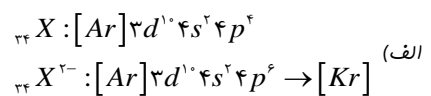
مثال ۲۱) آرایش الکترونی یون پایدار هر یک از عناصر فرضی زیر را نوشته مشخص کنید به آرایش الکترونی کدام گاز نجیب می‌رسند؟

(مرتبط با صفحه ۱۶ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببینید)

ب) ${}_{12}Y$

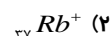
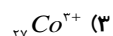
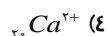
الف) ${}_{34}X$

پاسخ ✓



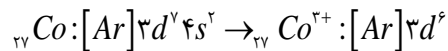
مثال ۲۲) ترکیبات حاصل از کدام یون، رنگی می‌باشد؟

(مرتبط با صفحه ۱۶ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببینید)





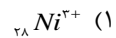
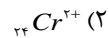
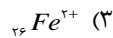
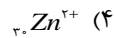
گزینه‌های او ۴ (به آرایش آرگون می‌رسند) و گزینه‌ی ۲ به (آرایش کریپتون می‌رسد) رنگی نیستند. کبالت فلزی واسطه است که کاتیون‌های رنگی تشکیل می‌دهد.



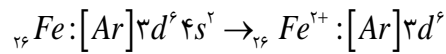
گزینه ۳ صحیح است.

▼ مثال ۲۳) تعداد الکترون‌های $3d$ و $3p$ در کدام یون داده شده برابر است؟

(مرتبط با صفحه ۱۶ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببینید)



با توجه به اینکه تراز $3p$ زودتر از $3d$ و با گرفتن ۴ الکترون پر می‌شود تعداد الکترون‌های $3p$ و $3d$ وقتی برابر خواهد شد که $3d$ نیز ۴ الکترون داشته باشد.



گزینه ۳ صحیح است.

پیوند با صنعت

طلا فلزی گران‌بها است که افزون بر ویژگی‌های مشترک فلزها، ویژگی‌های منحصر به فرد نیز دارد. فلز طلا به اندازه‌ای چکش خوار و نرم است که چند گرم از آن را می‌توان با چکش کاری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تبدیل کرد. به همین دلیل ساخت برگه‌ها و رشته سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا) به راحتی امکان‌پذیر است.

رسانایی الکتریکی بالای طلا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون، همچنین واکنش ندادن آن با گازهای موجود در هوا کره و مواد موجود در بدن انسان همراه با بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی از جمله ویژگی‌های خاص طلاست. هر چند طلا در طبیعت به شکل فلزی و عنصری خود نیز یافت می‌شود، اما مقدار آن در معادن طلا بسیار کم است به طوری که برای استخراج مقدار کمی از آن باید حجم انبوهی خاک معدن استفاده کرد. به همین دلیل پسماند زیادی تولید می‌شود. برای نمونه، در تولید مقدار طلای مورد نیاز برای ساخت یک عدد حلقه‌ی عروسی حدود سه تن پسماند ایجاد می‌شود. از این رو استخراج طلا همانند دیگر فعالیت‌های صنعتی آثار زیان‌بار زیست‌محیطی بر جای می‌گذارد. مجتمع طلای موته در اصفهان و زرشوان در آذربایجان غربی از منابع استخراج طلا در ایران هستند.

انسان و استخراج فلز

۴

سالهاست که انسان‌ها فن‌آوری استخراج فلز از سنگ معدن، استخراج الیاف و رنگ از منابع گیاهی، ساخت شیشه از شن و ماسه و سرامیک از خاک رس را کشف کرده و در حال بهره‌برداری‌اند. پوسته‌ی زمین، منبع اصلی فلزها است. ترکیب این فلزها در سنگ کره و حتی آب دریا نیز دیده می‌شود. به عناصر یا ترکیب‌های آن‌ها که به طور طبیعی در پوسته‌ی زمین وجود دارند، مواد معدنی می‌گویند. در بعضی نقاط، مواد معدنی حاوی درصد بسیار بالایی از یک فلز خاص هستند و استخراج فلز از آن می‌تواند سودآوری داشته باشد، این مواد معدنی به نام سنگ معدن شناخته می‌شوند.



عنصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می‌شوند؟

اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند، هر چند برخی نافلزها مانند اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و ... به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند و وجود نمونه‌هایی از فلزهای نقره، مس و پلاتین نیز در طبیعت گزارش شده است. البته در میان فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

آهن (Fe) یکی از فراوان‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده‌ی سنگ‌هاست که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را در بین فلزهای گوناگون دارد. در کشور ما نیز مصرف آهن بسیار زیاد است. مهارت انسان در استفاده از آهن، قدمتی بیش از ۳۰۰۰ سال دارد.

با این حال، گسترش کاربرد آن به قرن ۱۴ باز می‌گردد؛ زمانی که کوره‌های ذوب، جایگزین کوره‌های آهن‌گری شد.

آهن در طبیعت اغلب به شکل اکسید یافت می‌شود و برای استفاده از آهن باید آنرا از سنگ معدن استخراج کنیم. یکی از حوزه‌های پرکاربرد و اقتصادی علم شیمی، یافتن راه‌های گوناگون و مناسب برای استخراج و تولید عنصرها از طبیعت است.

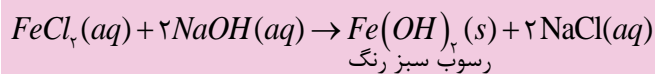
چگونه می‌توان فلز موجود در یک نمونه را شناسایی کرد؟

برای اثبات وجود یک فلز در یک نمونه می‌توانیم از رسوب‌هایی که فلز مورد نظر تولید می‌کند استفاده کنیم کافی است مقداری از نمونه‌ی مورد نظر را به کمک آب یا یک اسید به صورت محلول دربیآوریم، سپس با اضافه کردن محلول حاوی آنیونی که با کاتیون فلز مورد نظر رسوب می‌دهد وجود یا عدم وجود کاتیون مورد نظر را در محلول ثابت کنیم.

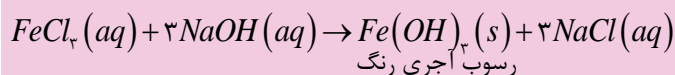
به عنوان مثال کاتیون‌های آهن با یون هیدروکسید رسوب تشکیل می‌دهند.

$Fe(OH)_3$ رسوبی سبز رنگ و $Fe(OH)_2$ رسوبی قرمز آجری رنگ است.

حال اگر به محلول مشکوک به دارا بودن یون‌های Fe^{2+} مقدار اندکی محلول سدیم هیدروکسید اضافه کنیم تولید رسوب سبز رنگ $Fe(OH)_2$ حضور یون‌های Fe^{2+} را در محلول اثبات می‌کند. به عنوان مثال واکنش آهن (II) کلرید و سدیم هیدروکسید:



به همین ترتیب از این واکنش می‌توان برای اثبات وجود یون‌های Fe^{3+} در یک محلول استفاده نمود:



اگر مقداری زنگ آهن را در هیدروکلریک اسید حل کنیم سپس به آن مقدار کمی محلول سدیم هیدروکسید بیفزاییم رسوبی آجری رنگ حاصل می‌شود. تولید این رسوب نشان می‌دهد در زنگ آهن کاتیون آهن به صورت Fe^{3+} حضور دارد.

▼ مثال ۲۴) اگر سرب (II) یدید رسوبی زردرنگ باشد با محلول کدامیک از موارد زیر می‌توان وجود یون‌های سرب (II) را در یک محلول تأیید کرد؟

(مرتبط با صفحه ۱۹ کتاب درسی - مرتبط با کاوش کنید)

الف) $Pb(NO_3)_2$ ب) NaI پ) I_2

پاسخ ✓

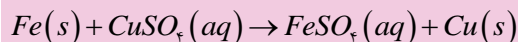
مورد "ب" زیرا یون یدید در NaI با یون سرب (II) در محلول رسوب زردرنگ تشکیل می‌دهند.

چگونه می‌توان یک فلز را از سنگ معدن آن استخراج نمود؟

واکنش‌پذیری یک فلز، تمایل آن را برای انجام واکنش‌های شیمیایی نشان می‌دهد. هر چه فلز واکنش‌پذیرتر باشد تمایل آن برای انجام واکنش بیشتر است.



برای نمونه اگر یک میخ آهنی را در محلول آبی رنگ مس (II) سولفات بیندازیم پس از گذشت مدتی طبق واکنش زیر رنگ محلول رفته رفته تغییر کرده فلز مس تولید می‌شود:



این آزمایش نشان می‌دهد تمایل آهن برای انجام واکنش بیشتر از مس است زیرا این واکنش برگشت‌پذیر نیست و در حقیقت مس حاصل تمایلی برای شرکت در واکنش مشابه ندارد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اگر در واکنش یک فلز با یک نمک، کاتیون‌های فلز بتوانند جانشین کاتیون‌های نمک شوند، واکنش-پذیری اتم فلز از اتم فلز به کار رفته در نمک بیشتر است.

▼ مثال ۲۵) در جدول زیر واکنش‌پذیری سه گروه از فلزها با هم مقایسه شده است. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

(مرتبط با صفحه ۲۰ کتاب درسی - مرتبط با با هم بیندیشیم)

واکنش‌پذیری			رفتار
ناچیز	کم	زیاد	
مس، نقره، طلا	آهن، روی	سدیم، پتاسیم	نام فلز

الف) در شرایط یکسان کدام فلزها برای تبدیل شدن به کاتیون تمایل بیشتری دارند؟

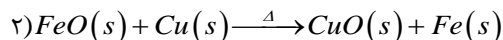
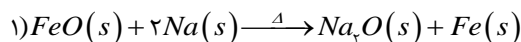
ب) در شرایط یکسان کدام فلز در هوای مرطوب، سریع‌تر واکنش می‌دهد؟



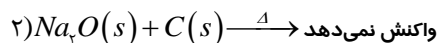
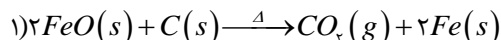
پ) تأمین شرایط ننگ‌داری کدام فلزها دشوارتر است؟ چرا؟

ت) درباره‌ی درستی جمله زیر نخست گفت‌وگو نموده سپس بر اساس آن مشخص کنید کدام واکنش انجام می‌شود. چرا؟

"به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است."



ث) در هر یک از واکنش‌های زیر، واکنش‌پذیری مواد واکنش‌دهنده را با مواد فرآورده مقایسه کنید.



پاسخ ✓

الف) سدیم و پتاسیم

ب) Na

پ) سدیم و پتاسیم - زیرا واکنش‌پذیری آنها زیاد است و به سرعت واکنش می‌دهند.

ت) این جمله صحیح است زیرا نشان می‌دهد واکنش‌دهنده‌ها تمایل بیشتری برای انجام واکنش نسبت به فرآورده‌ها دارند.

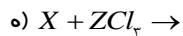
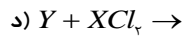
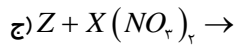
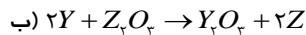
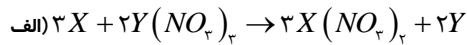
واکنش ۱ انجام می‌شود زیرا سدیم فعال‌تر از آهن است و می‌تواند جانشین کاتیون‌های آهن شود در حالی که مس واکنش‌پذیری کمتری نسبت به آهن دارد به همین خاطر واکنش ۲ انجام نمی‌شود.

ث) واکنش‌پذیری کربن از آهن بیشتر ولی از سدیم کمتر است.



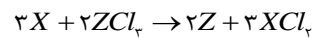
مثال ۲۶) با توجه به انجام شدن واکنش‌های "الف" و "ب" پیش‌بینی کنید واکنش‌های "ج" و "د" و "ه" انجام می‌شوند یا خیر؟

(مرتبط با صفحه ۲۰ کتاب درسی - مرتبط با با هم ببیندیشیم)

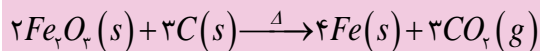


پاسخ

هیچ یک از واکنش‌های "ج" و "د" انجام نمی‌شوند. زیرا واکنش‌پذیری Z و Y از X کمتر است اما واکنش "ه" با توجه به اینکه واکنش‌پذیری X از Z بیشتر است انجام می‌گیرد:



واکنش‌پذیری هر عنصر به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی و تبدیل شدن به یک ترکیب است. به همین خاطر هرچه واکنش‌پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن فلز دشوارتر است زیرا تمایل آن برای باقی ماندن به حالت ترکیب بیشتر است. اکنون می‌توانیم بررسی کنیم که چطور می‌توان به عنوان مثال آهن را از سنگ معدن هماتیت (Fe_2O_3) استخراج نمود. همان‌طور که در دو قسمت آخر مثال ۲۵ مشاهده کردید می‌توان از واکنش Fe_2O_3 با کربن یا سدیم آهن را استخراج نمود. از آنجا که دسترسی به کربن آسان‌تر است و صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه مانند همه‌ی شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از کربن استفاده می‌شود.



در شیمی دهم با روش محاسبه مقدار فراورده از مقدار مشخصی واکنش‌دهنده آشنا شدید.

براساس همان روابط می‌توان حساب کرد که به ازای مصرف مقدار معینی Fe_2O_3 ، تولید چه مقدار آهن انتظار می‌رود.

یادآوری:

برای محاسبه مقدار فراورده از مقدار مشخصی واکنش‌دهنده به صورت زیر عمل می‌شود:

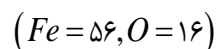
۱- تبدیل مقدار واکنش‌دهنده به مول (به کمک کسر تبدیل واحد داده شده به مول)

۲- تبدیل مول واکنش‌دهنده به مول فراورده (به کمک نسبت ضرایب)

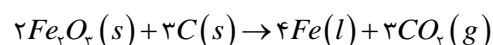
۳- تبدیل مول فراورده به واحد خواسته شده (به کمک کسر تبدیل مول به واحد مورد نظر)

مثال ۲۷) اگر در واکنش استخراج آهن از سنگ معدن هماتیت، از ۲۰ تن سنگ معدن آهن استفاده شود، چند تن آهن مذاب تولید می‌شود؟

(مرتبط با صفحه ۲۰ کتاب درسی - مشابه نمونه حل شده)



پاسخ



$$? \text{ ton Fe} = 20 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1^{\circ} \text{ g}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1^{\circ} \text{ g}} = 14 \text{ ton Fe}$$



۵ دنیای واقعی واکنش‌ها

واکنش‌های شیمیایی همیشه مطابق آنچه انتظار می‌رود پیش نمی‌روند. در واقع معمولاً مقدار محصولی که در عمل در یک واکنش تولید می‌شود کمتر از مقدار است که با محاسبات انتظار تولید آن را داریم. مقدار فرآورده‌ای که در عمل تولید می‌شود را مقدار عملی و مقدار فرآورده‌ای که با محاسبات انتظار تولید آن می‌رود را مقدار نظری می‌نامند. همان‌طور که گفته شد معمولاً مقدار عملی یک فرآورده کمتر از مقدار نظری آن است زیرا ممکن است واکنش‌دهنده‌ها به طور کامل در واکنش شرکت نکرده باشند یا با مقداری ناخالصی همراه باشند. شیمی‌دان‌ها برای مشخص کردن میزان ماده‌ی خالص موجود در یک نمونه از مفهوم درصد خلوص استفاده می‌کنند.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده کل (ناخالص)}} \times 100$$

▼ **مثال ۲۸** آهنی که از کوره بلند به دست می‌آید به آهن خام معروف است و از آن برای تولید فولاد استفاده می‌شود. درصد کربن در فولادهای مختلف با توجه به نوع کاربرد آن متفاوت است.

(مرتبط با صفحه ۲۳ کتاب درسی - مرتبط با مفهوم درصد خلوص و پیوند با ریاضی)

آ نوعی فولاد که برای ساخت بدنه خودرو و در صنعت ماشین‌سازی استفاده می‌شود دارای ۰/۲۵٪ کربن است. در ۱۰۰ گرم از این آهن، چند گرم آهن خالص و چند گرم ناخالصی (کربن) وجود دارد؟
 ب) درصد خلوص آهن به کار رفته در بدنه خودرو را ۹۹/۷۵٪ گزارش می‌دهند. این عدد به چه معنایی است؟
 پ) چاقو و چکش را از فولادی با درصد کربن بیشتر می‌سازند. اگر یک چاقو به جرم ۲۰۰ گرم دارای ۲ گرم کربن باشد، درصد خلوص آهن در این چاقو را محاسبه کنید.

✓ پاسخ
 آ) در هر ۱۰۰ گرم از این نوع فولاد ۰/۲۵ درصد یعنی ۰/۲۵ گرم کربن وجود دارد؛

$$\text{جرم آهن خالص} = 100 - 0.25 = 99.75 \text{ g}$$

$$\text{جرم کربن} = 0.25 \text{ g}$$

ب) یعنی در هر ۱۰۰ گرم از این فولاد ۹۹/۷۵ گرم آهن وجود دارد.
 پ)

$$\text{درصد خلوص آهن} = \frac{\text{جرم آهن خالص}}{\text{جرم کل}} \times 100 = \frac{99.75}{100} \times 100 = 99.75\%$$

▼ **مثال ۲۹** سدیم کلرید (نمک خوراکی) در طبیعت به صورت کانهای هالیت یافت می‌شود. به طوری که در هر ۲۰۰ گرم از این نمونه، ۱۹۵ گرم سدیم کلرید وجود دارد. درصد خلوص برای این هالیت چند است؟

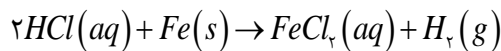
(مرتبط با صفحه ۲۳ کتاب درسی - مرتبط با مفهوم درصد خلوص و پیوند با ریاضی)

✓ پاسخ

$$\text{درصد خلوص} = \frac{195}{200} \times 100 = 97.5\%$$

▼ **مثال ۳۰** فلز آهن طبق واکنش زیر با هیدروکلریک‌اسید واکنش می‌دهد. تیغه‌ای فولادی به جرم ۱۰ گرم با درصد خلوص ۹۸/۵٪ را در مقدار کافی محلول هیدروکلریک‌اسید می‌اندازیم. حجم گاز هیدروژن تولید شده توسط دو دانش‌آموز محاسبه شده است. کدام روش درست است؟ چرا؟

(مرتبط با صفحه ۲۴ کتاب درسی - مرتبط با نمودار (بیا/ماید))



$$10gFe \times \frac{1molFe}{56gFe} \times \frac{1molH_2}{2molFe} \times \frac{22.4LH_2}{1molH_2}$$

$$9/85gFe \times \frac{1molFe}{56gFe} \times \frac{1molH_2}{2molFe} \times \frac{22.4LH_2}{1molH_2}$$

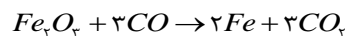
روش دوم - زیرا ۳۰ گرم آهن مورد استفاده به طور کامل آهن نیست و در واقع ۸۵ / ۹ گرم آهن و مابقی ناقصی است.

پاسخ ✓

مثال ۳۱) آهن (III) اکسید به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می‌رود. از واکنش ۱۰ کیلوگرم از این ماده با گاز کربن مونواکسید طبق معادله زیر، ۵۲۰۰ گرم آهن به دست آمده است. درصد خلوص آهن (III) اکسید را به دست آورید.

$$(Fe = 56g.mol^{-1}, O = 16g.mol^{-1})$$

(مرتبط با صفحه ۷۴ کتاب درسی - مرتبط با نمود را بنمایید)



پاسخ ✓

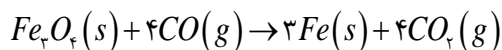
$$?gFe_2O_3 = 5200gFe \times \frac{1molFe}{56gFe} \times \frac{1molFe_2O_3}{2molFe} \times \frac{160gFe_2O_3}{1molFe_2O_3} = 7428/57gFe_2O_3$$

$$\text{خالص} = \frac{7428/57}{10000} \times 100 = 74/28\%$$

مثال ۳۲) مطابق واکنش زیر برای تهیه ۱۱/۲ تن آهن خالص چند گرم مگنتیت $Fe_3O_4(s)$ با خلوص ۵۰ درصد نیاز داریم؟ (ناخالصی‌ها بی‌اثرند و در واکنش شرکت نمی‌کنند.)

$$(Fe = 56g.mol^{-1}, O = 16g.mol^{-1})$$

(مرتبط با صفحه ۷۴ کتاب درسی - مرتبط با نمود را بنمایید - فراوانی امین ا)



پاسخ ✓

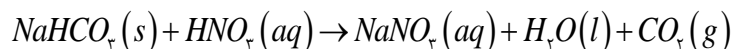
$$?gFe_3O_4 = 11/2tonFe \times \frac{10^6g}{1ton} \times \frac{1molFe}{56gFe} \times \frac{1molFe_3O_4}{3molFe} \times \frac{232gFe_3O_4}{1molFe_3O_4} = 1/546 \times 10^6 gFe_3O_4$$

$$\text{خالص} = \frac{\text{جرم ماده‌ی خالص}}{\text{جرم کل}} \times 100$$

$$50 = \frac{1/546 \times 10^6}{x} \times 100 \rightarrow x = 3/093 \times 10^6 gFe_3O_4$$

مثال ۳۳) از واکنش ۲/۱ گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص ۸۰ درصد با نیتریک‌اسید کافی، چند مول سدیم نیترات تشکیل می‌شود؟ (اسید بر ناخالصی اثر ندارد.) ($H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23g.mol^{-1}$)

(مرتبط با صفحه ۷۴ کتاب درسی - مرتبط با نمود را بنمایید - سراسری تهرانی ۹۶)



۰/۰۵ (۴)

۰/۰۲ (۳)

۰/۵ (۲)

۰/۲

پاسخ ✓

$$\text{خالص} = \frac{\text{جرم ماده‌ی خالص}}{\text{جرم ماده‌ی ناقص}} \times 100$$



$$80 = \frac{x}{2/1} \times 100 \rightarrow x = 1/68 \text{ g NaHCO}_3$$

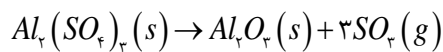
$$? \text{ mol NaNO}_3 = 1/68 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol NaNO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 0/02 \text{ mol NaNO}_3$$

گزینه ۳ صحیح است.

▼ مثال ۳۴) از حرارت دادن ۶/۸۴ گرم آلومینیوم سولفات با درصد خلوص ۸۰٪، چند لیتر گاز SO_3 با چگالی $1/69 \frac{\text{g}}{\text{L}}$ حاصل می‌شود؟

$$(Al = 27, S = 32, O = 16 \text{ g.mol}^{-1})$$

(مرتبط با صفحه ۲۴ کتاب درسی - مرتبط با نمود را ببینید - آزمون کانون ۹۳/۱/۷)



۴/۸ (۴)

۳/۶ (۳)

۲/۲۷ (۲)

۱/۲ (۱)



$$\text{فصل ۳ ماده‌ی قالم} = \frac{\text{فصل ۳ ماده‌ی قالم}}{\text{فصل ۳ ماده‌ی ناقالم}} \times 100 \rightarrow 80 = \frac{x}{6/84} \times 100 \rightarrow x = 5/472 \text{ g Al}_2(SO_4)_3$$

$$? \text{ L SO}_3 = 5/472 \text{ g Al}_2(SO_4)_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}_2(SO_4)_3}{342 \text{ g Al}_2(SO_4)_3} \times \frac{3 \text{ mol SO}_3}{1 \text{ mol Al}_2(SO_4)_3} \times \frac{1 \text{ g SO}_3}{80 \text{ g SO}_3} \times \frac{1 \text{ L SO}_3}{1/69 \text{ g SO}_3} = 2/27 \text{ L SO}_3$$

گزینه ۲ صحیح است.

همان طور که گفته شد در اغلب واکنش‌ها مقدار محصولی که در واکنش حاصل می‌شود (مقدار عملی) کمتر از مقدار محصولی است که با محاسبات استوکیومتری انتظار تولید آن را داریم (مقدار نظری).
شیمی‌دان‌ها برای مشخص کردن اینکه در یک واکنش از مقدار نظری چه مقدار آن در عمل تولید می‌شود از مفهوم بازده درصدی استفاده می‌کنند:

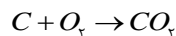
$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

بدین ترتیب بازده درصدی واکنش معمولاً عددی کمتر از ۱۰۰٪ خواهد بود.

به خاطر داشته باشید که مقدار نظری را می‌توان با محاسبات استوکیومتری به دست آورد در حالی که مقدار محصولی که در سؤال داده یا خواسته می‌شود مقدار عملی است.

▼ مثال ۳۵) واکنش سوختن کربن در هوای کافی را در نظر بگیرید در این فرایند علاوه بر کربن دی‌اکسید، مقداری گاز کربن مونوآکسید تشکیل می‌شود. در واقع این دو واکنش به طور همزمان رخ می‌دهند و اندکی اتم‌های کربن به CO و عمده‌ی آنها به CO_2 تبدیل می‌شوند. برای تولید کربن دی‌اکسید، مقداری زغال را طبق معادله زیر در هوا می‌سوزانیم.

(مرتبط با صفحه ۲۳ کتاب درسی - مرتبط با نمونه حل شده)



(ا) اگر قطعه‌ای زغال به جرم ۶ گرم طبق واکنش بالا بسوزد، انتظار دارید چند گرم گاز کربن دی‌اکسید تولید شود؟

(ب) اگر جرم کربن دی‌اکسید تولید شده در عمل (مقدار عملی) از مقدار محاسبه شده (مقدار نظری) کمتر و ۲۰ گرم باشد، علت این تفاوت را توضیح دهید.

(پ) آیا در عمل، تمام ۶ گرم کربن به گاز کربن دی‌اکسید تبدیل شده است؟ چرا؟

(ت) دانشمندان معتقدند که "اغلب واکنش‌ها، بازده ۱۰۰٪ ندارند." این عبارت به چه معنایی است؟

(ث) بازده درصدی تولید کربن دی‌اکسید در واکنش بالا را محاسبه کنید.