

سجہ معمول (۱)

سجہ کرم 7 نمبر

سجہ کرم 13 نمبر

حضور و عیال و محل ~~تعمیرات~~ ارفاق

تاریخ سجہ کرم : 94, 2, 2 96, 9, 6 1401, 9, 20

تاریخ سجہ کرم : 94, 3, 19

فصل اول: مقدمه

شیمی علم است که با شناسایی ترکیب اجزاء و تبدیل مواد به یکدیگر سروکار دارد.

شیمی به طور کلی به چند بخش تقسیم می‌شود: 1. شیمی آلی 2. شیمی معدنی 3. شیمی تجزیه

4. شیمی فیزیک 5. بیوشیمی 6. نانوشیمی

مفاهیم پایه و محم در شیمی

ماده: هر چیزی که شکلی داشته باشد و فضا را اشغال کند.

جرم: اندازه مقدار ماده را می‌گویند.

وزن: نیروی گرانشی اعمال شده توسط زمین به اجسام را وزن می‌گویند.

* جرم یک جسم ثابت است ولی وزن آن متغیر می‌باشد زیرا وزن یک جسم به فاصله آن تا مرکز زمین بستگی دارد.

$w = m \cdot g$ \rightarrow **وزن گرانشی**

عنصر: موادی هستند که از یک نوع اتم ساخته شده باشند. مثلاً آهن (Fe)، اکسیژن (O_2)، متغیر می‌باشد (گاز) (5g)

هر عنصری که خالص باشد و در توافقی همانند آن باشد، متغیر می‌شود. این عناصر را عناصر می‌گویند. عناصر به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: 1. فلزات 2. نافلزات 3. شبه فلزات

${}_{112}^{Uub}$ ununbium

به کار برده می‌شود.

نام یک عنصر در زبان‌های مختلف، ممکن است متفاوت باشد، اما نماد آن یکسان است. مثلاً نیتروژن در زبان فرانسوی، ازت (Azote) و در زبان آلمانی، اشتیک اشتوف (stickstoff) خوانده می‌شود. ولی

در تمام زبان‌ها نماد آن N است. ①

اغلب عناصر شیمیایی عناصر به نام انگلیسی آن ها نزدیک است اما نام برخی از عناصر از نام لاتین آن ها گرفته شده است مانند:

نام فارسی	نام لاتین	نماد
آنتیمون	stibium	Sb
مس	cuprum	Cu
طلا	Aurum	Au
سرب	plumbum	Pb
آهن	Ferrum	Fe
جیوه	Hydrargyrum	Hg
پتاسیم	Kalium	K
نقره	Argentum	Ag
سدیم	Natrium	Na
قلع	Stannum	Sn

* عادتگستنی (W) از نام آلمان آن یعنی

ولفرام (Wolfram) گرفته شده است.

کاربرد تجاری گسترده یک فلز نه فقط به فراوانی آن، بلکه به قابل دسترس بودنش

نیز بستگی دارد. برخی از عناصر (مانند مس قلع و سرب) چندان فراوان نیستند اما

ذخایر طبیعی وجود دارند و به آن قابل استخراج هستند ولی برخی عناصر دیگر هستند که فراوانند

(مانند پتاسیم، روی، یوم و زیرکونیم) اما کاربرد زیادی ندارند علی آس پرانگندگی ذخایر آن ها

طبیعت یا دشواری و گران استخراج این عناصر از کانه ها پان است

ترکیب: موارد هستند که از دو یا چند نوع اتم با نسبت های ثابت تشکیل شده اند. مانند آب H_2O ، CO_2

قانون نسبت های معین (law of definite proportion): یک ترکیب خالص همیشه شامل عناصر معینی با

نسبت جرمی ثابت است. مثلاً آب، همیشه از هیدروژن و اکسیژن با نسبت ۱۱.۱۹/۱۰۰ هیدروژن و ۸۸.۸۱

اکسیژن تشکیل می شود.

مجموعه خالص (pure substance): یک عنصر یا یک ترکیب را هم خالص می نامند. نمک طعام NaCl

مخلوط (mixture): از دو یا چند ماده خالص عیناً مخلوط و ترکیب اجزای آن متفاوت است. آب نمک

مخلوط همگن (Homogeneous mixture): مخلوط همگن، یکنواخت است و به آن محلول هم می گویند، هوا، آب نمک (solution)

مخلوط ناهمگن (Heterogeneous mixture): یکنواخت نیست و اجزای مختلف آن از لحاظ فیزیکی متمایزند مانند مخلوط براده آهن و ماسه

فاز (phase): بخشی از ماده که از لحاظ فیزیکی قابل تشخیص باشد و از نظر ترکیب اجزاء و خواص نیز یکنواخت باشد



را فاز می گویند.

مواد همگن فقط یک فاز دارند، اما مواد ناهمگن، بیشتر از یک فاز دارند. فازهای موجود در مخلوط های ناهمگن دارای



مرزهای مشخص اند و به آن فاز قابل تشخیص هستند. آب - یخ در روغن

تغییرات فیزیکی: تغییراتی هستند که منجر به تولید اجزای جدید نمی شود مانند تغییر حالت (مانند ذوب کردن یک جامد و تبخیر یک مایع)

یا تغییر در شکل یا حالت اجزاء ماده.

* روش های فیزیکی (مانند صاف کردن و تغیر) را می توان برای جداسازی اجزای یک مخلوط به کار گرفت.

تغییرات شیمیایی: تبدیلی ها هستند که طی آن ها مواد به مواد دیگر تبدیل می شوند.

واحد های اصلی: طول (m)، جرم (kg)، زمان (s)، دما (کلوین K)، مدت زمان (s)

مقدار جرم (mol)، شدت نور (candela cd)

واحد های تکمیلی: زاویه مسطح (رادیان rad)، زاویه جرمی (استرادیان sr)

واحد های فرعی: به کمک روابط مصری از واحدهای اصلی بدست می آیند. مثلاً واحد حجم در SI (m^3)

$F = m \cdot a$

$\begin{matrix} N \\ \uparrow \\ F \end{matrix}$
 $\begin{matrix} kg \\ \uparrow \\ m \end{matrix}$
 $\begin{matrix} m/s^2 \\ \uparrow \\ a \end{matrix}$

سرعت $\frac{m}{s}$

یک نیوتن نیروی است که به جرم 1 kg، شتاب برابر با $1 m/s^2$ می دهد.

$1N = 1kg \cdot m \cdot s^{-2}$

$1L = 1dm^3 = 1000 cm^3$

برخی واحدها در کنار واحدهای اصلی SI به کار می روند مانند لیتر به جای حجم:

* پیشوندهای مربوط به واحدها در نگاه نزدیک (SI):

- دکا (10)، هکتو (10²)، کیلو (10³)، مگا (10⁶)، گیگا (10⁹)، ترا (10¹²)
- دسی (10⁻¹)، سانتی (10⁻²)، میلی (10⁻³)، میکرو (10⁻⁶)، نانو (10⁻⁹)، پیکو (10⁻¹²)

ارقام با معنی (Significant Figures):

هر سنجشی با محدودی با عدم قطعیت همراه است. درستی و دقت یک اندازه گیری به محدودیت ابزار مورد استفاده و مهارت آزمایشگر بستگی دارد. دقت یک اندازه گیری را با ^{تعداد} ارقام به کار رفته برابر نسبت آن نشان می دهند. مثلاً جرم یک جسم بوسیله دو کزنر با دقت متفاوت به صورت 15.2 و 15.2801 بدست آمده است.

که اولی سه رقم با معنی و دومی شش رقم با معنی دارد.

برای تعیین تعداد ارقام با معنی در یک اندازه گیری، می توان قواعد زیر را به کار برد:

1. صفرهایی که برای تعیین محل اعشار به کار می روند با معنی نیستند. فرض کنید که فاصله بین دو نقطه برابر 3 cm بدست آمده است. این مقدار را به صورت 0.03m نیز می توان نمایش داد: $3cm = 0.03m$

هر دو مقدار دارای یک رقم با معنی هستند. صفرهای مربوط به مقدار دوم، فقط برای مشخص کردن محل ممیز به کار می رود و با معنی نیستند. دقت یک اندازه گیری با تغییر واحدها افزایش نمی یابد.

صفحات که نتیجه اندک گیر با بند با معنی هستند. عدد ۰.۰۰۵۰۳۰ دارای چهار رقم با معنی است. صفحاتی که بعد از ۵ قرار دارند با معنی هستند. اما صفحاتی پیش از ۵ با معنی نیستند زیرا فقط برابر مشخص کردن محل ممیز اضافه شده اند.

برابر مشخص کردن محل ممیز از توان ۱۰ استناد می کنیم، بنابراین در تعیین شمار ارقام با معنی عددی مانند ۶۰۰ و توان به یکی از صورت های زیر نمایش داده:

$$6.00 \times 10^2 \text{ — رقم با معنی}$$

$$6.0 \times 10^2 \text{ — دو رقم با معنی}$$

$$6 \times 10^2 \text{ — یک رقم با معنی}$$

اگر عمل ممیز در عددی مانند ۶۰۰ مشخص شده باشد در آن صورت تمام ارقام پیش از ممیز با معنی هستند. اگر از

ممیز استناد شده باشد ارقام صفحات با معنی خواهند بود. در نتیجه:

۶۰۰ — رقم با معنی
۶۰۰ — دو رقم با معنی
۶۰۰ — یک رقم با معنی

۲. مقدار معینی، مانند آنیم که از تعریف عبارت ها حاصل می شوند (مقیاس اند)، مثلاً یک لیتر (۱L) برابر با ۱۰۰۰ ml است. مقدار ۱۰۰۰ را می توان همراه با مقدار بی نهایت رقم با معنی (صفر) پس از ممیز دانست.

۳. گاهی شکل ارقام حاصل از یک محاسبه پس از شمار ارقام با معنی است. در این موارد با استناد از قواعد زیر می توان نتیجه گیری مناسب را با شمار ارقام با معنی، کرد کرد:

الف) اگر رقم بعد از آفرین عددی که باید حفظ شود کوچک تر از ۵ باشد، تمام ارقام ناخواسته را حذف می کنیم و در آفرین عدد تغییر نمی دهیم.

۳.۶۲۴۷ → ۳.۶۲ — رقم با معنی

ب) اگر رقم بعد از آفرین عددی که باید حفظ شود بزرگ تر از ۵ یا ۵ باشد، با ارقام بعد از آن با بند و آفرین عدد را با یک جمع می کنیم و تمام ارقام ناخواسته را کنار می گذاریم.

۷.۵۶۴۷ → ۷.۵۶۵ — چهار رقم با معنی

۶.۲۵۰۱ → ۶.۳ — دو رقم با معنی

ج) اگر رقم بعد از آفرین رقمی که قرار است حفظ شود 5 باشد و پس از آن رقمی نباشد یا فقط صفر باشد، 5 را حذف می‌کنیم و آفرین رقم را در صورتی که فرد باشد یا یک جمع و در صورتی که زوج باشد بدون تغییر می‌گذاریم. در چنین مواردی آفرین رقم گردند. زوج حواله عدد بود، صفر را یک عدد زوج به حساب می‌آوریم.

$$3.250 \rightarrow 3.2$$

زوج رقم با معنی

$$8.105 \rightarrow 8.10$$

زوج رقم با معنی

$$7.635 \rightarrow 7.64$$

زوج رقم با معنی

4. نتیجه یک عمل جمع یا یا پنج تفریق باید با همان تعداد ارقام اعشاری موجود در عدد دارای کمترین رقم اعشاری گزارش شود.

$$161.032$$

$$5.6$$

$$199.0844 \rightarrow 199.1$$

یک رقم بعد از ممیز

$$32.4524$$

$$199.0844$$

5. یا پنج یک عمل ضرب یا تقسیم را برابر تعداد ارقام با معنی مربوط به نادقیق ترین عبارت به کار رفته در محاسبه کردن کنید.

$$152.06 \times 0.24 = 36.4944 \rightarrow 36.$$

مثال * تعداد ارقام با معنی در هر یک از اعداد زیر را مشخص کنید:

$$0.0400 \text{ (سه رقم)}$$

(د)

$$600.05 \text{ (پنج رقم)}$$

$$0.129 \text{ (سه رقم)}$$

$$600 \text{ (یک رقم)}$$

$$100,000 \text{ (یک رقم)}$$

مثال * محاسبه زیر را انجام داده و پاسخ های خود را با تعداد صحیح ارقام با معنی بیان کنید:

$$(6.03 \times 10^{-2}) - (3.06 \times 10^{-3})$$

$$= 0.05724 = 57.24 \times 10^{-3}$$

$$5.72 \times 10^{-2}$$

(ب)

$$(1.25 \times 10^6) + (1.273 \times 10^5)$$

$$= 1377300 = 1.38 \times 10^6$$

(الف)

$$(7.613 \times 10^8) (1.0132 \times 10^{-21})$$

$$= 7.7134916 \times 10^{-13} = 7.713 \times 10^{-13}$$

(ج)

$$(1.552 \times 10^{-2}) / (1.6 \times 10^3)$$

$$= 0.0000097 = 9.7 \times 10^{-6}$$

(د)

تقریباً * وابسته زیر را انجام داد و پاسخ های خود را با تعداد صحیح ارقام با معنی بیان کنید

$$(6.50 \times 10^{-7}) - (9.325 \times 10^{-9})$$

$$= 64067 = 6.41 \times 10^{-7}$$

(2)

$$(1.5 \times 10^2)(1.333 \times 10^{-5})$$

$$= 0.0019995 = 2.0 \times 10^{-4}$$

(1)

$$1.58 / (3.276 \times 10^{-5})$$

$$= 48229.54823 = 4.82 \times 10^4$$

(4)

$$(1.65 \times 10^9) + (6.72 \times 10^7)$$

$$= 1717200000 = 1.72 \times 10^9$$

(3)

(Conversion factor)

* در بسیاری از مسائل شیان لازم است تبدیل و ابعاد صورت گرفته که این کار با استفاده از یک یا چند تبدیل انجام می شود.

$$1.0 \text{ ft} \times \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 3.048 \text{ m}$$

مثال * هافه چند متر است ؟

* اگر رول وزن از واحدهای SI استفاده می کرد. عنوان کتابی، سبب هزار فرسنگ زیر دریا، به چه صورتی در آید ؟

پایه را با سبب رقم با معنی با واحد SI که کوچک ترین عدد آن بزرگتر از یک باشد بیان کنید. یک فرسنگ برابر 3.45 مایل

$$20000 \text{ فرسنگ} \times \frac{3.45 \text{ مایل}}{1 \text{ فرسنگ}} \times \frac{1609 \text{ m}}{1 \text{ مایل}} = 111000000 \text{ m} = 1.11 \times 10^8 \text{ m}$$

پس باید این عدد یا به یکای متر 10^6 m یا یکای متر 10^8 m تبدیل شود و از آنجا که عدد ما 10^8 m است و باید پاسخ بزرگتر از یک

$$1.11 \times 10^8 \text{ m} \times \frac{1 \text{ Mm}}{10^6 \text{ m}} = 1.11 \times 10^2 \text{ Mm} = 111 \text{ Mm}$$

باشد پس آن را به یکای متر تبدیل می کنیم.

(Furlong) تقریباً *

* یک فرلانگ به صورت یک هشتم مایل تعریف می شود یک مرسش فرلانگ چند کیلومتر است ؟
پایه خود را با سبب رقم با معنی بدست آورید.

$$1 \text{ mile} = 5280 \text{ ft}$$

$$1 \text{ فرلانگ} \times \frac{1 \text{ mile}}{8 \text{ فرلانگ}} \times \frac{5280 \text{ ft}}{1 \text{ mile}} \times \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}$$

$$\times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 1.207008 \text{ km} = 1.21 \text{ km}$$

مضایب تبدیل را از دهنده‌ها نیز می‌توان بدست آورد. براساس مثال یک مکس نیکل، 75٪ مس و 25٪ نیکل است. برای ترتیب در 100 گرم مکس، 75٪ مس و 25٪ نیکل وجود دارد. بنابراین

برابر این آلیاژ روابط زیر وجود دارد:

$$100 \text{ g مکس} \equiv 75.0 \text{ g Cu}$$

$$100.0 \text{ g مکس} \equiv 25.0 \text{ g Ni}$$

$$75.0 \text{ g Cu} \equiv 25.0 \text{ g Ni}$$

* چقدر مکس نیکل باید به 50.0٪ مس اضافه شود تا آلیاژ 50٪ نیکل در بالا بدست آید؟ مثال

$$50.0 \text{ g Cu} \times \frac{25.0 \text{ g Ni}}{75.0 \text{ g Cu}} = 16.666 \text{ g Ni} = 16.7 \text{ g Ni}$$

* نقره استرلینگ، آلیاژی 92.5٪ مس و 7.5٪ نقره است. با استفاده از 3.00 کیلوگرم نقره، چقدر استرلینگ می‌توان ساخت؟ مثال

نقره 92.5 kg \equiv استرلینگ 100.0 kg

$$3.00 \text{ kg Ag} \times \frac{100.0 \text{ kg استرلینگ}}{92.5 \text{ kg Ag}} = 3.24 \text{ kg استرلینگ}$$

* آلیاژ برنج سفید شامل 60.0٪ مس، 25.0٪ زینک و 15.0٪ نیکل است. با 1.00 kg Cu، 35.0 g Zn و 200.0 g Ni، چقدر مکس از این آلیاژ می‌توان تهیه کرد؟ (-) چقدر مکس از هر یک از این فلزات خالص بر جای می‌ماند؟
اول باید واکنش (دهنده) محدود کننده را مشخص کنیم. در این جا نیکل محدود کننده است. تمرین

$$200.0 \text{ g Ni} \times \frac{25.0 \text{ g Zn}}{15.0 \text{ g Ni}} = 333 \text{ g Zn}$$

$$200.0 \text{ g Ni} \times \frac{60.0 \text{ g Cu}}{15.0 \text{ g Ni}} = 800 \text{ g Cu}$$

$$200.0 \text{ g Ni} \times \frac{100.0 \text{ g مکس}}{15.0 \text{ g Ni}} = 1333 \text{ g مکس}$$

$$1000.0 \text{ g Cu} - 800.0 \text{ g Cu} = 200.0 \text{ g Cu}$$

$$35.0 \text{ g Zn} - 333 \text{ g Zn} = 16.7 \text{ g Zn}$$

چگالی: از نسبت هائی است که به صورت گسترده‌ای در فیزیکی به کار می‌رود. چگالی یک ماده، جرم آن ماده در واحد حجم است. (density)

$$d = \frac{m}{V} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{g}{\text{cm}^3} \text{ or } \frac{kg}{m^3}$$

یکای چگالی معمولاً برابر با $\frac{g}{\text{cm}^3}$ یا $\frac{kg}{m^3}$ است و برابر گازها اغلب به صورت $\frac{g}{L}$ بیان می‌شود.

$$1L = 1000.0 \text{ cm}^3 \text{ و } 1L = 1000.0 \text{ mL} \Rightarrow 1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

* جرم زمینی $5.976 \times 10^{24} \text{ kg}$ و حجم زمینی $1.083 \times 10^{21} \text{ m}^3$ است، چگالی میانگین زمین را بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب می‌یابید.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{5.976 \times 10^{24} \text{ kg}}{1.083 \times 10^{21} \text{ m}^3} = 5.518 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right)^3 = 5.518 \frac{g}{\text{cm}^3}$$

* چگالی هوای خشک در شرایط معینی 1.205 g/L است. جرم هوای موجود در یک اتاق به عرض 3.658 m ، طول 4.572 m و ارتفاع 2.438 m چقدر است؟

$$V = 3.658 \text{ m} \times 4.572 \text{ m} \times 2.438 \text{ m} = 40.774 \text{ m}^3$$

$$40.774 \text{ m}^3 \times \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right)^3 \times \frac{1L}{1000 \text{ cm}^3} = 40774 \text{ L}$$

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 1.205 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{m \text{ g}}{40774 \text{ L}} \Rightarrow m = 49133 \text{ g} = 4.91 \times 10^4 \text{ g}$$

هر اتم از اکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده است که اکترون ها دارای بار منفی و پروتون ها دارای بار مثبت و نوترون ها، خنثی هستند.

* به تعداد پروتون های حاتم عدد اتم گفته می شود و با نماد Z ، نمایی دان می شود.

* به پروتون ها و نوترون ها هسته ای یک اتم نولئون گفته می شود به تعداد کل پروتون ها و نوترون ها یک اتم عدد جرم می گویند (Nucleon)
 ~~در هسته~~

و با نماد A ، نمایی دان می شود

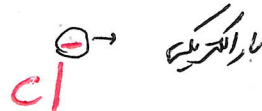
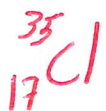
$$A = \text{تعداد نوترون ها} + \text{تعداد پروتون ها} = Z + \text{تعداد نوترون ها}$$

* عدد جرم برابر با تعداد نولئون ها یک هسته و نه جرم هسته است. با وجود این، عدد جرم تقریباً جرم اتمی را به دست می دهد.

ولید جرم اتمی (u) بیان می کند زیر جرم اکترون ها بسیار کم و در مقابل پروتون ها و نوترون ها قابل چشم پوشی است.

$$\text{جرم اکترون} \approx 9.1 \times 10^{-28} \text{ و جرم پروتون و نوترون} \approx 1.67 \times 10^{-24}$$

* اتم هر عنصر با نماد شیمیایی آن عنصر مشخص می شود و عدد اتم آن عنصر در پایین سمت چپ و عدد جرم در بالا سمت چپ آن قرار داده می شود. در بالا سمت راست بار الکتریکی یون و در پایین سمت راست تعداد اتم ها موجود در یک مولکول مشخص می شود.



$$Z = 29 \quad \text{تعداد پروتون}$$

* در اتم $^{63}_{29}\text{Cu}$ ، چند پروتون، نوترون و اکترون وجود دارد؟

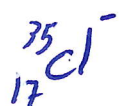
$A = 63$ در اتم خنثی تعداد پروتون و اکترون با هم برابر است. بنابراین 29 اکترون دارد.

$$A = Z + \text{تعداد نوترون} \Rightarrow 63 - 29 = \text{تعداد نوترون} \Rightarrow 34 = \text{تعداد نوترون}$$

* نماد عنصر پتاسیم (K) دارای 19 پروتون، 22 نوترون و 19 اکترون را بنویسید.



* ذره ی باردار که دارای یک یا چند اتم باشد، یون نامیده می شود. یون یک اتم، در اثر اضافه شدن یا کم شدن یک یا چند



اکترون از یک اتم به دست می آید. بار الکتریکی یک یون در بالا سمت راست نماد یون آورده می شود.

ترکیب اجزاء الف) یون $^{27}_{13}Al^{3+}$ و ب) $^{32}_{16}S^{2-}$ را مشخص کنید.

الف) $10 = 13 - 3 =$ تعداد الکترون $14 =$ تعداد نوترون $\Rightarrow A = 27$ تعداد پروتون $Z = 13$

ب) $18 = 16 + 2 =$ تعداد الکترون $16 =$ تعداد نوترون $\Rightarrow A = 32$ تعداد پروتون $Z = 16$

* اگر بار یک یون مثبت باشد به تعداد بار مثبت از عدد اتمی (تعداد پروتون) کم می کنیم تعداد الکترون یون بدست می آید.
و اگر بار منفی باشد به تعداد بار منفی به پروتون ها آن افزوده می شود تا تعداد الکترون ها آن بدست آید.

* نماد الف) یک یون فلئوئر (نماد F) که ترکیب از 9 پروتون و 10 نوترون دهته و 10 الکترون دهته باشد
ب) یک یون آهن (Fe) که شامل 26 پروتون، 3 نوترون دهته و 24 الکترون دهته باشد را بنویسید.

الف) $^{19}_9F^{-}$

ب) $^{56}_{26}Fe^{2+}$

تمرین * با توجه به جدول تناوبی الف) S^{2-} و ب) Ga^{3+} دارای چند الکترون، پروتون و نوترون هستند.

$^{70}_{31}Ga^{3+}$ $P = 31$
 $N = 39$
 $e = 28$

$^{79}_{34}S^{2-}$ $P = 34$
 $N = 45$
 $e = 36$

جدول تناوبی:

قانون تناوبی عناصر: وقتی عناصر بر مبنای ترتیب افزایش عدد اتمی مطالعه شوند شباهت خواص آن ها به صورت تناوبی تکرار می شود.

عناصری که در یک سطر افقی در جدول تناوبی قرار دارند، یک پریود یا تناوب را تشکیل می دهند. در جدول تناوبی هفت تناوب وجود دارد که در تناوب اول دو عنصر و در تناوب های بعدی ترتیب 8، 8، 18، 18، 32 و 32 عنصر وجود دارد.
در جدول تناوبی، عناصری که زیر یک خط قرار دارند یک گروه یا خانواده را تشکیل می دهند در جدول تناوبی 18 گروه وجود دارد.

در سمت چپ جدول تناوبی فلزات و در سمت راست آن نافلزات قرار دارند. فلزات و عناصری با جلاوی مشخص هستند که گرما و الکتریسیته را به خوبی هدایت می کنند و نیز چکش خوارند و یک نافلز، عموماً به جلاویست که رسانای ضعیف برای

گرمای الکتریکی نیست و در حالت جامد، نشت می‌دهد.

* گرمای اول جدول تناوب فلزات قلیایی و گرمای دوم را فلزات قلیایی خاکی می‌نامند.

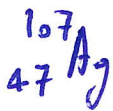
لا تاندها: عناصر با اعداد اتمی 58 تا 71 که در ردیف هشتم جدول تناوب بعد از 8 تا نیمه
الا تاندها می‌گویند که آن‌ها را در پایین جدول تناوب قرار می‌دهند.

اکتیدها: عناصر با اعداد اتمی 9 تا 103 که در ردیف هفتم جدول تناوب بعد از اکتیم (89 Ac) قرار می‌گیرند را
اکتیدها می‌گویند که آن‌ها را در پایین جدول تناوب قرار می‌دهند.

ایزوتوپ: اتم‌هایی که دارای عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت باشند، ایزوتوپ نامیده می‌شوند. مانند $^{37}_{17}\text{Cl}$ ، $^{35}_{17}\text{Cl}$

خواص شیمیایی یک اتم عمدتاً به تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های آن اتم بستگی دارد، بنابراین ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای
خواص شیمیایی بسیار شبیه هستند.

* نماد دوازده ایزوتوپ نقره ($Z=47$ ، $A=107$) را بنویسید که یکی از آن‌ها 62 نوترون و دیگری 60 نوترون دارد.



* فراوانی ایزوتوپ‌های مختلف هر عنصر متفاوت است مثلاً حدود 76٪ اتم‌های کلر $^{35}_{17}\text{Cl}$ (با جرم 34.97)

و حدود 24٪ اتم‌های کلر $^{37}_{17}\text{Cl}$ (با جرم 36.97) است.

و جمع اعداد بدست می‌آید.

* میانگین وزنی هر عنصر که برابر با جرم اتمی هر ایزوتوپ در فراوانی نسبی آن ایزوتوپ

مع آید.

$$^{35}_{17}\text{Cl} \quad \text{فراوانی} \quad \text{جرم} \quad (0.76) (34.97) = 26.57$$

$$^{37}_{17}\text{Cl} \quad (0.24) (36.97) = 8.87$$

$$\hline 35.45$$

* **مثال** وزن اتمی منیزیم را با چهار رقم با معنی بدست آورید! این عنصر شامل ^{24}Mg 78.99٪ اتمی و ^{25}Mg (جرم)

^{26}Mg 11.01٪ اتمی و $^{24.98\text{u}}$ (جرم) ^{25}Mg 10.00٪ اتمی و $^{23.99\text{u}}$ (جرم)

$^{25.98\text{u}}$ است.

$$(0.7899)(23.99) = 18.95\text{u}$$

$$(0.1000)(24.99\text{u}) = 2.50\text{u}$$

$$(0.1101)(25.98\text{u}) = \underline{2.86\text{u}}$$

$$24.31\text{u}$$

* **تمرین** و آنادیم در طبیعت به صورت مخلوطی از دو ایزوتوپ وجود دارد: ^{143}Nd با جرم اتمی 142.9098 و ^{145}Nd با جرم اتمی 144.9126.

وزن اتمی و آنادیم 144.9126 است. درصد فراوانی حرکت از این دو ایزوتوپ چقدر است؟

$$x(142.9098) + (1-x)(144.9126) = 144.9126$$

$$142.9098x + 144.9126 - 144.9126x = 144.9126$$

$$-0.0028x = -0.0028 \Rightarrow x = 0.0028$$

$$^{143}\text{Nd} \text{ 0.25\% و } ^{145}\text{Nd} \text{ 99.75\% می باشند}$$

اعداد کوانتومی: (quantum numbers)

اوربیتال: فضای اطراف هسته که احتمال حضور الکترون در آن بیش از 90٪ است.

هر یک از الکترون های یک اتم با مجموعه ای از چهار عدد کوانتومی مشخص می شود که به صورت تقریبی بیانگر لایه لایه فرعی، اوربیتال و اسپین الکترون هستند.

عدد کوانتومی اصلی (n): این عدد مشخص کننده لایه یا تراز است که الکترون به آن تعلق دارد.

(principal quantum number)

هرچه مقدار n بزرگتر باشد، لایه از هسته دورتر است و از آنجا که الکترون در آن لایه بالاتر است.

(orbital quantum number)

عدد کوانتومی اوربیتالی: این عدد مشخص می‌کند که الکترون مورد نظر در کدام لایه فرعی قرار دارد و آن را با l نشان می‌دهند.

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

$$s, p, d, f, g, h, \dots$$

هر لایه فرعی به اندازه $2l + 1$ اوربیتال دارد.

(magnetic orbital quantum number)

عدد کوانتومی مغناطیسی اوربیتالی: این عدد جهت گیری اوربیتال‌ها در فضا را نشان می‌دهد و آن را با m_l نشان می‌دهند.

اوربیتال s به صورت کره است بنابراین m_l برای آن صفر است، m_l برای لایه فرعی p ، $+1, 0, -1$ و برای d ، $+2, +1, 0, -1, -2$ می‌باشد.

(magnetic spin quantum number)

عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین: این عدد چرخش الکترون‌ها به دور خودش را نشان می‌دهد و آن را با m_s نشان می‌دهند و اگر چرخش الکترون به دور خودش به صورت ساعتگرد باشد آن را با $+\frac{1}{2}$ و اگر به صورت پادساعتگرد باشد با $-\frac{1}{2}$ نمایش می‌دهند.

(exclusion principle of pauli)

اصل طرد پاولی: مجموعه چهار عدد کوانتومی برای دو الکترون در یک اتم نمی‌تواند یکسان باشد.

* مقادیر چهار عدد کوانتومی را برای آخرین الکترون اتم‌های Na ، Sc ، P بدست آورید. ابتدا از مقادیر

m_s و m_l استفاده کنید $n=3, l=0, m_l=0, m_s=+\frac{1}{2}$ Na $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^1$

Sc $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^1, 4s^2$ $n=3, l=2, m_l=+2, m_s=+\frac{1}{2}$

2	1	0	1	2
1				

P $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^3$

1	0	1
1	1	1

$n=3, l=1, m_l=+1, m_s=+\frac{1}{2}$

* در حالت پایه As (الف) چند الکترون دارای عدد کوانتوم $l=1$ است؟ $15e^-$ (ب) چند الکترون دارای عدد کوانتوم

$m_l=0$ است؟ $15e^-$ (ج) چند الکترون دارای عدد کوانتوم $m_l=-1$ است؟ $7e^-$

$33As$ $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^3, 3d^1/4s^2, 4p^3$ $L=1 \rightarrow p \rightarrow 15e^-$

1111

* آرایش الکترون نوع دارد. شود!

* قاعده هوند (Hund's rule): ترتیب پر شدن الکترون ها در لایه ها فرعی که پس از یک اوربیتال دارند به صورتی است که ابتدا در هر اوربیتال یک الکترون قرار گرفته و تا زمانی که اوربیتال ها نیمه پر شوند پس اوربیتال ها شروع به پر شدن می کنند. پس الکترون ها در حقیقت زودتر پر می شوند.

برابر تأیید قاعده هوند از اندازه گیری ها در مقاطع استفاده می شود.

(paramagnetic substance) اجسام پارامغناطیسی: اجسام هستند که دارای الکترون ها در حقیقت زودتر هستند.

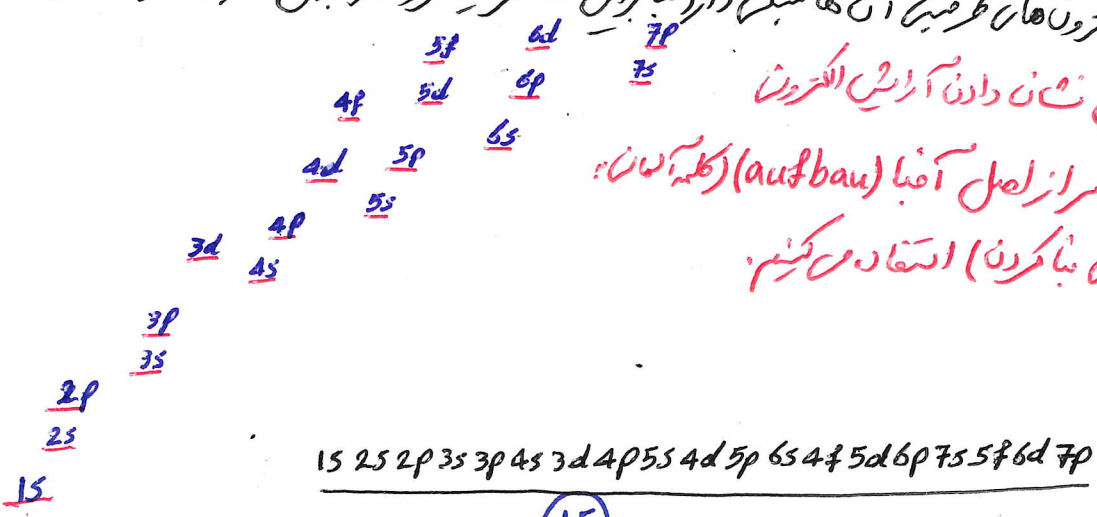
(diamagnetic substance) اجسام دیامغناطیسی: اجسام هستند که تمام الکترون ها در آن حقیقت زودتر باشند.

اجسام پارامغناطیسی جذب می شوند و می توانند که این کار را بر اثر الکترون ها در حقیقت زودتر صورت می دهند.

خاصیت دیامغناطیسی در تمام مواد وجود دارد اما در صورتی وجود الکترون ها در حقیقت زودتر به وسیله اثر پارامغناطیسی پوشانده می شود.

بروز ترین لایه یک اتم را لایه ظرفیتی و الکترون ها موجود در آن را الکترون ها ظرفیتی گویند. خواص شیمیایی عناصر به الکترون ها ظرفیتی آن ها بستگی دارد بنابراین عناصر یک گروه در جدول تناوبی دارای خواص مشابه هستند.

برای نشان دادن آرایش الکترون عناصر از اصل آفبا (aufbau) (کلمه آلمانی: معنی بنا کردن) استفاده می کنیم.



سوال ۴ الف) آرایش الکترون گونه های زیر در حالت پایه مشخص کنید. (-) در هر یک از اتم ها تعداد الکترون های زوج شده را مشخص کنید

- a) $_{56}\text{Ba}$ $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^2, 4p^6, 4d^{10}$ $15s^2, 5p^6$ $16s^2$
 b) $_{82}\text{Pb}$ $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^2, 4p^6, 4d^{10}; 4f^{14}/5s^2, 5p^6, 5d^{10}$ $16s^2, 6p^2$
 c) $_{39}\text{Y}$ $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^2, 4p^6, 4d^1$ $15s^2$
 d) $_{54}\text{Xe}$ $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^2, 4p^6, 4d^{10}$ $15s^2, 5p^6$
 e) $_{79}\text{Au}$ $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^2, 4p^6, 4d^{10}; 4f^{14}/5s^2, 5p^6, 5d^9$ $16s^1$
 f) $_{52}\text{Te}$ $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^{10}/4s^2, 4p^6, 4d^{10}$ $15s^2, 5p^4$
 (n) (n)

تمرین ۴ الف) آرایش الکترون گونه های زیر در حالت پایه مشخص کنید. (-) در هر یک از اتم ها الکترون های زوج شده را مشخص کنید

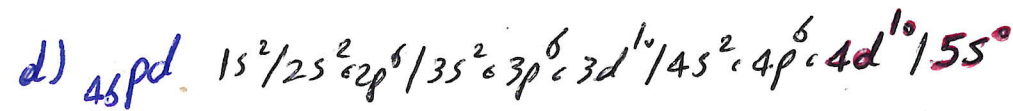
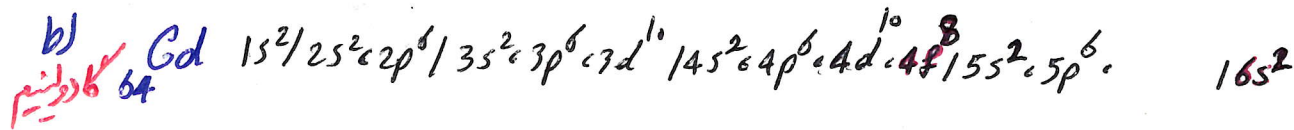
- a) $_{37}\text{Rb}$
 b) $_{51}\text{Sb}$
 c) $_{25}\text{Mn}$
 d) $_{29}\text{Cu}$
 e) $_{60}\text{Nd}$

۴ در بخش موارد آرایش الکترون عناصر از اصل آفتاب پدید می آید زیرا با پرتوهای پر انرژی برخی از الکترون ها فرعی باقی می ماند

پایدارترین پرتوی در عناصر مورد سوال:
 $_{24}\text{Cr}$ $1s^2/2s^2, 2p^6/3s^2, 3p^6, 3d^4$ $3d^5/4s^1$

باقی پرتوهای 3d پایدارترین پرتو هستند

تمرین ۱: آرایش الکترونی عناصر زیر را رسم کنید.



استوکیومتری (Stoichiometry):

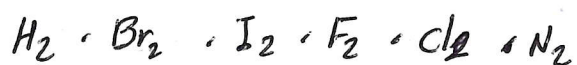
ماده‌ای که از علم شیمی است که با رابطه‌ی کمّی بین عناصر در شکل ترکیبات و همچنین، روابط بین عناصر و ترکیبات دیگر در واکنش‌های شیمیایی سروکار دارد.

مولکول: ذره‌ای متشکل از دو یا چند اتم است که حکم به یکدیگر متصل شده‌اند.
گازهای نجیب (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) تنها عناصر هستند که به صورت تک اتمی هستند.

فرمول شیمیایی (chemical formula) یا فرمول مولکولی (molecular formula):

فرمول شیمیایی یک جسم **فرمولی** است که تعداد و نوع اتم‌های موجود در یک مولکول از ماده را نشان می‌دهد.
مانند H_2O

در عناصر مولکولی، تمام اتم‌ها یک ن اند، مثلاً از **عناصر** O_2 در طبیعت به صورت مولکول دواتمی وجود دارند مانند O_2 .



برخی از عناصر، مولکول‌های **چند اتمی** متشکل می‌دهند مانند P_4, S_8 .

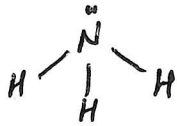
فرمول مولکولی یک ترکیب، فقط بیانگر تعداد و نوع اتم‌های موجود در یک مولکول از آن ترکیب است و چیزی در مورد چگونگی اتصال اتم‌ها به یکدیگر به ما نمی‌گوید.

فرمول ساختاری (Structural formula): این فرمول علاوه بر تعداد و نوع اتم‌های تشکیل دهنده

یک مولکول، نحوه اتصال اتم‌ها در آن را نیز نشان می‌دهد.



در فرمول ساختاری، آرایش مقایسه اتم‌های یک مولکول نشان داده می‌شود. مثلاً شکل مقایسه آمونیاک، در



است که در فرمول ساختاری نشان داده شده است.

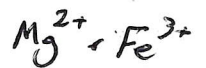
یون‌ها (ions): ذرات متعلق از یک اتم یا گروهی از اتم‌ها که بار الکتریکی داشته باشند یا در این می‌باشد.

که دو نوع می‌باشند:

1) کاتیون (cation): کاتیون‌ها دارای بار مثبت هستند زیرا یک یا چند الکترون از دست داده‌اند.

2) آنیون (Anion): آنیون‌ها دارای بار منفی هستند زیرا یک یا چند الکترون گرفته‌اند.

یون‌های تک‌اتمی (monoatomic ions): یون‌هایی هستند که از یک اتم تشکیل شده‌اند مانند O^{2-} ، Cl^-



به طور کلی کاتیون‌ها یک اتم یا گروهی از اتم‌ها را نشان می‌دهند که بار مثبت دارند و آنیون‌ها یک اتم یا گروهی از اتم‌ها را نشان می‌دهند که بار منفی دارند.

یون‌های چنداتمی (polyatomic ions): یون‌هایی هستند که بیش از یک اتم دارند مانند NO_3^-

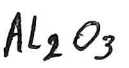
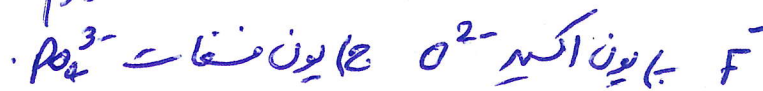


برای نوشتن فرمول ترکیب = یون ابتدا کاتیون سمت چپ نوشته می‌شود و آنیون سمت راست قرار می‌گیرد پس بار کاتیون

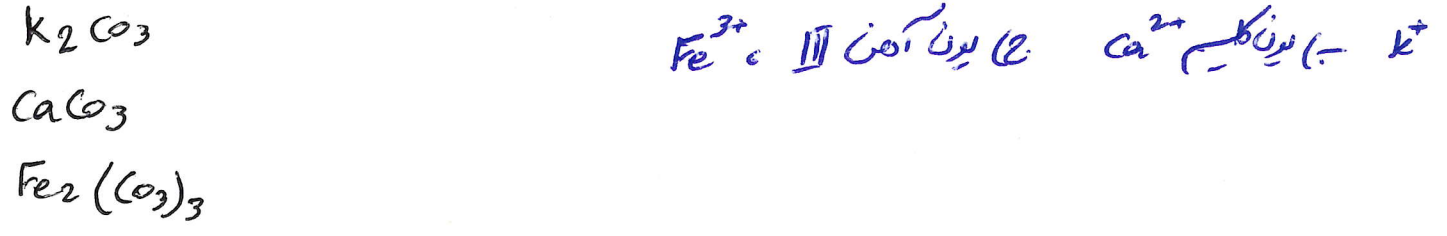
را اندیس آنیون و بار آنیون را اندیس کاتیون قرار می‌دهیم پس اگر اندیس‌ها قابلیت ساده شدن داشته باشند

ساده می‌کنیم.

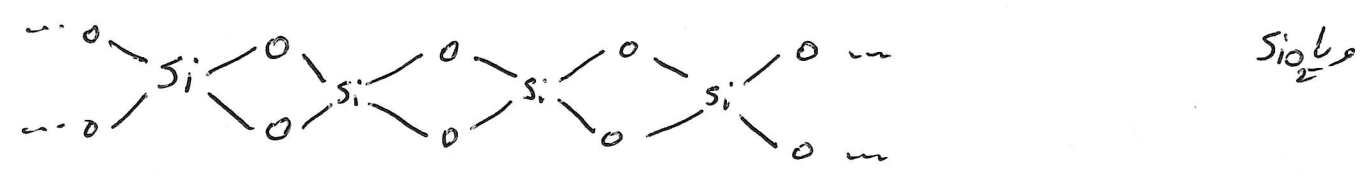
مثال فرمول ترکیب حاصل از واکنش یون آلومینیوم Al^{3+} ، با هر یک از یون‌های زیر را بنویسید. (الف) یون فلورید



تجربہ فرمول ترکیب حاصل کروا کر یوں کرنا ہے CO_3^{2-} ، یا مرکب از یوں ہاں زیر را بنویسید۔ (انہ یوں نہیں)



برخی ترکیبات = ویا عناصر ہر قسم ہاں موجود دارند کہ نہ مولکولی ہستند و نہ یونی۔ مثلاً الیاس ٹ مل تعداد زیادہ از اتم ہاں کریں
 اسے کہ ہر وسیلہ پیوند کووالانسی بہ ہم متصل اند، بنابراین بطور الیاس راں کران یک مولکول بسیار بزرگ ہے جیسے آکسید۔



فرمول تجربی (Empirical Formula): سادہ ترین نسبت اتم ہاں شکل دھندہ ہر یک مادہ راں

بعض از ترکیبات = مولکولی، فرمول مولکولی و فرمول تجربی یک ن دارند مانند H_2SO_4 ، H_2O ، CO_2 ، NH_3
 اما در بسیاری از ترکیبات = مولکولی، فرمول مولکولی و فرمول تجربی متفاوت اند۔ مانند N_2H_4 ، C_6H_6 کہ فرمول تجربی آن ہاں NH_2 ، CH ہاں ہاں۔

فرمول یک ترکیب یونی (مانند $NaCl$ یا $BaCl_2$)، سادہ ترین نسبت یون ہاں موجود در یک بطور از ترکیب را بدست دھند۔ فرمول اغلب ترکیبات یونی، ہاں فرمول تجربی است۔

برخی ترکیبات یونی دارای فرمول ہاں قابل گاہی بہ عبارت ہاں سادہ تر ہستند مانند Na_2O_2 یا Na_2O کہ فرمول تجربی آن NaO ہاں ہاں۔

وزن فرمول (Formula weight): مجموع وزن ہاں اتمی عام اتم ہاں مربوط بہ فرمول آن
 جم است۔
 $H_2O \equiv 2(1.0) + 16.0 = 18.0$

اگر فرمول مورد نظر بہ یک جسم مولکولی مربوط ہاں وزن فرمول را وزن مولکولی (Molecular weight) کہ فرمول آب، وزن فرمول و وزن مولکولی یکساں است و برای ترکیبات یونی مانند $BaCl_2$ ، وزن فرمول

وزن مولکول بگیریم زیرا مولکول $BaCl_2$ وجود خارجی ندارد.

* وزن فرمول آلومینیوم سولفات $Al_2(SO_4)_3$ را حساب کنید. اوزان اتمی را با یک رقم اعشاری به کار ببرید.

$Al (27.0) \quad S (32.1) \quad O (16.0)$

$$2(27.0) + 3(32.1) + 12(16.0) = 342.3$$

مول (mole): به تعداد عدد آووگادرو (6.022×10^{23} ذره (اتم، یون یا مولکول)) یک مول گفته می‌شود.

* در 125 گرم آلومینیوم چند مول Al وجود دارد؟

$$125 \text{ g } Al \times \frac{1 \text{ mol } Al}{27.0 \text{ g } Al} = 4.63 \text{ mol } Al$$

* چند گرم سولفات آلومینیوم $Al_2(SO_4)_3$ برابر با 0.2500 mol H_2SO_4 است؟

$$0.2500 \text{ mol } H_2SO_4 \times \frac{98.08 \text{ g } H_2SO_4}{1 \text{ mol } H_2SO_4} = 24.52 \text{ g } H_2SO_4$$

* تعداد اتم‌های کربن موجود در یک قیراط انس را محاسبه کنید؟ انس، کربن خالص است و یک قیراط دقیقاً 0.2 گرم است.

چون دقیقاً است هر تعداد رقم با آن همان

$$0.2000 \text{ g C} \left(\frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} \right) \left(\frac{6.022 \times 10^{23} \text{ C}}{1 \text{ mol C}} \right) = 1.003 \times 10^{22} \text{ اتم C}$$

درصد آهن در کربن: برای بدست آوردن درصد یک عنصر در یک ترکیب مجموع جرم اتم‌های آن عنصر در ترکیب به جرم کل ترکیب تقسیم و درصد ضرب می‌شود.

$$\text{dFe} = 55.8 \text{ g}$$

$$\text{mol O} = 16.0 \text{ g}$$

* درصد Fe در Fe_2O_3 را با سه رقم با معنی محاسبه کنید.

$$\frac{111.6 \text{ g } Fe}{159.6 \text{ g } Fe_2O_3} \times 100 = 69.92 \% Fe$$

مثال ۲
* نیتروژن ترکیب با کربن، هیدروژن و اکسیژن است. اگر عناصر به وزن ۲.۵ گرام نیتروژن از هم جدا
اکسجن سوزاند شود و CO_2 ۶.۷۸ g، H_2O ۱.۹۴ g، و ۰.۴۳۲ g N_2 از سوختن بدست می آید.

درصد اجزاء نیتروژن را بدست آورید.

$$6.78 \text{ g CO}_2 \propto \frac{12.0 \text{ g C}}{44.0 \text{ g CO}_2} = 1.85 \text{ g C}$$

$$1.94 \text{ g H}_2\text{O} \propto \frac{2.02 \text{ g H}}{18.0 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.218 \text{ g H}$$

$$0.432 \text{ g N}$$

$$\frac{1.85 \text{ g C}}{2.5 \text{ g نیتروژن}} \times 100 = 74.0 \text{ C}$$

$$\frac{0.432 \text{ g N}}{2.5 \text{ g نیتروژن}} \times 100 = 17.3 \text{ N}$$

$$\frac{0.218 \text{ g H}}{2.5 \text{ g نیتروژن}} \times 100 = 8.72 \text{ H}$$

مثال ۳
* نقره سولفید Ag_2S در طبیعت به صورت کانی آبریزش وجود دارد که یکی از کانی های اصلی نقره است
از ۲۵۰.۰ گرمی نقره سولفید کانی که حاوی ۷۰.۰۰٪ آبریزش باشد. چند گرم نقره به صورت نقره بدست می آید.

$$250.0 \text{ g کانی} \propto \frac{70.00 \text{ g Ag}_2\text{S}}{100 \text{ g کانی}} \propto \frac{215.8 \text{ g Ag}}{247.9 \text{ g Ag}_2\text{S}} = 152.3 \text{ g Ag}$$

$1 \text{ mol Ag} = 107.9 \text{ g}$

مثال ۴
* سنگ معدن هماتیت، Fe_2O_3 است. سنگ معدن هماتیت به جز Fe_2O_3 ، شامل مادی نامحلول است.
کانگ نیزه باشد. اگر ۵.۰۰۰ kg این سنگ معدن شامل ۲.۷۸۴۵ kg Fe باشد. چند درصد

سنگ معدن Fe_2O_3 است؟

$$\frac{2.7845 \text{ kg Fe}}{5.000 \text{ kg سنگ معدن}} \propto \frac{159.6 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3}{111.6 \text{ kg Fe}} \times 100 = 79.64 \text{ Fe}_2\text{O}_3$$

مسئله بدست آوردن فرمول تجربی:

مثال

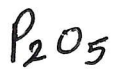
* فرمول تجربی ترکیب حاصل 43.6 g P و 56.4 g O را حساب کنید. اگر وزن مولکولی آن 284 باشد
فرمول مولکولی آن را پیدا کنید.

$$43.6 \text{ g P} \times \frac{1 \text{ mol P}}{31.0 \text{ g P}} = 1.41 \text{ mol P}$$

$$\frac{1.41}{1.41} = 1.00 \text{ P}$$

$$56.4 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g O}} = 3.53 \text{ mol O}$$

$$\frac{3.53}{1.41} = 2.50 \text{ O}$$



اعداد بدست آمده را در دوز به کمترین اعداد صحیح متحول کنید

وزن فرمول تجربی: $2(31.0) + 5(16.0) = 142$

$$\frac{\text{وزن فرمول مولکولی}}{\text{وزن فرمول تجربی}} = \frac{284}{142} = 2 \Rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$$

مثال

* ترکیب = باریتورات متق از باریتوریک اسید به عنوان داروی آرام بخش مورد استفاده قرار می گیرند. باریتوریک اسید

حاصل 37.50 g C، 3.15 g H، 21.87 g N و 31.47 g O است. فرمول

تجربی باریتوریک اسید چیست؟

$$37.50 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.0 \text{ g C}} = 3.125 \text{ mol C}$$

$$21.87 \text{ g N} \times \frac{1 \text{ mol N}}{14.0 \text{ g N}} = 1.56 \text{ mol N}$$

$$3.15 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.0 \text{ g H}} = 3.15 \text{ mol H}$$

$$31.47 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g O}} = 1.97 \text{ mol O}$$

$$\frac{3.125}{1.56} = 2 \text{ C} \times 2 = 4$$

$$\frac{1.56}{1.56} = 1 \text{ N} \times 2 = 2$$

$$\frac{3.15}{1.56} = 2 \text{ H} \times 2 = 4$$

$$\frac{1.97}{1.56} \approx 1.30 \times 2 \approx 3$$



نمونه
* در اثر سوختن نمونه‌ای از یک ترکیب که فقط شامل کربن، هیدروژن و نیتروژن است. 7.922 g CO₂ و 4.325 g H₂O، 0.840 g N₂ بدست آمده است. (این این ترکیب شامل چند مول از اتم‌های کربن اتم‌های هیدروژن و اتم‌های نیتروژن است؟ - با فرمول تجربی این ترکیب چیست؟ (ج) جرم نمونه سوزانده شده چقدر است؟

$$7.922 \text{ g CO}_2 \times \frac{12.0 \text{ g C}}{44.0 \text{ g CO}_2} = 2.16 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.0 \text{ g C}} = 0.18 \text{ mol C}$$

$$4.325 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{2.0 \text{ g H}}{18.0 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.48 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.0 \text{ g H}} = 0.48 \text{ mol H}$$

$$0.84 \text{ g N} \times \frac{1 \text{ mol N}}{14.0 \text{ g N}} = 0.06 \text{ mol N}$$

$$\frac{0.18}{0.06} = 3 \text{ C}$$

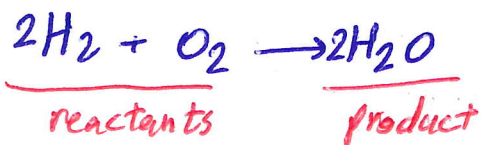
$$\frac{0.48}{0.06} = 8 \text{ H}$$

$$\frac{0.06}{0.06} = 1 \text{ N}$$



$$\text{جرم نمونه سوزانده شده} = 2.16 \text{ g C} + 0.48 \text{ g H} + 0.84 \text{ g N} = 3.48 \text{ g C}_3\text{H}_8\text{N}$$

معادله شیمیایی (chemical equation): نمایش یک واکنش شیمیایی (chemical reaction) است که نشان واکنش (ماده‌ها) (reactants) در سمت چپ و فرآورده‌ها (products) در سمت راست آن قرار می‌گیرند. و بین آن‌ها یک پیکان قرار می‌گیرد. مانند



قانون بقای جرم (law of conservation of mass): در یک معادله شیمیایی، تعداد اتم‌های سمت

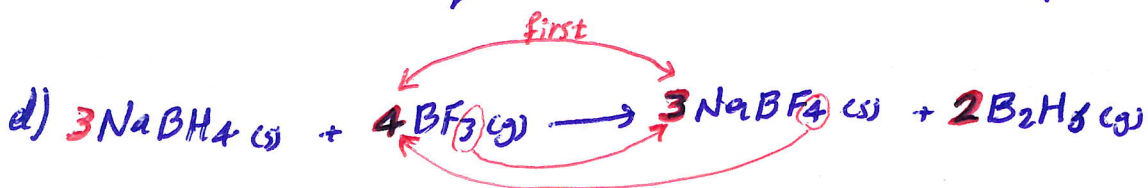
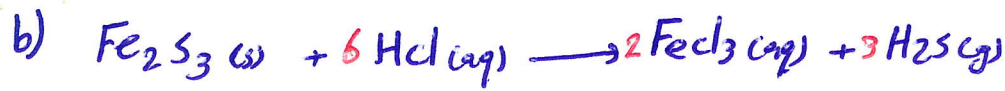
چپ معادله با تعداد اتم‌های طرف راست آن برابر باشد.
موازنه (balance): برای کردن تعداد اتم‌های سمت واکنش (ماده و فرآورده) در یک معادله شیمیایی برابر باشد.

به طور کلی برای موازنه یک معادله شیمیایی ابتدا فلزات پس نافلزات و پس از آن هیدروژن و اکسیژن را موازنه می‌کنند.

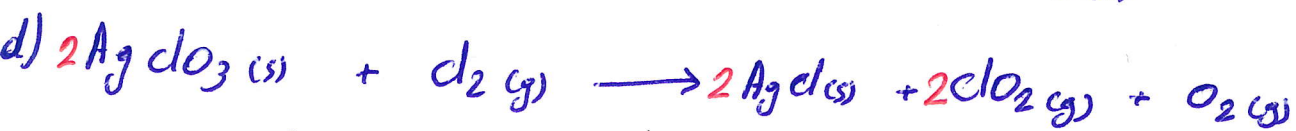
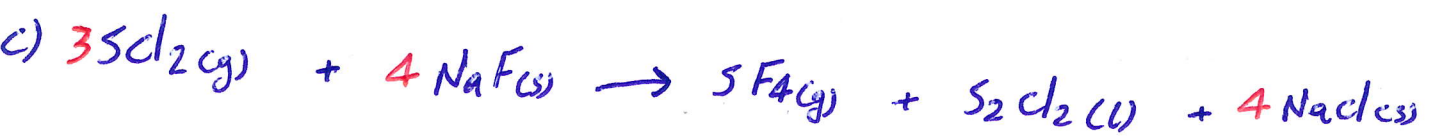
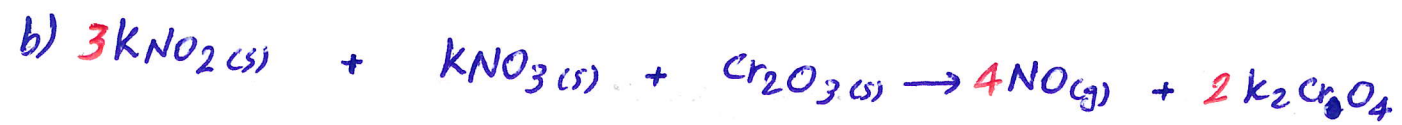
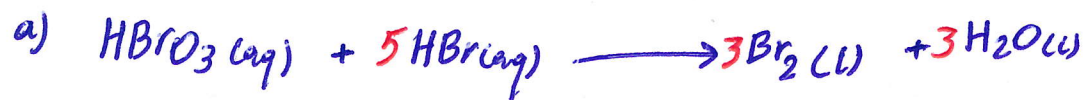
در یک معادله شیمیایی حالت فیزیکی اجسام (جامد، مایع، گاز و محلول) را با نمادهای زیر نمایش می‌دهند.

gas \rightarrow (g) گاز solid \rightarrow (s) جامد
liquid \rightarrow (l) مایع aqueous \rightarrow (aq) محلول

مثال
* معادله‌های شیمیایی زیر را موازنه کنید:



تمرین
* معادله‌های شیمیایی زیر را موازنه کنید.



* با عبور دادن بخار آب و $\text{H}_2\text{O}(g)$ از روی آهن و $\text{Fe}(s)$ ، گاز هیدروژن و یک اکسید آهن با فرمول

Fe_3O_4 تولید می‌شود. معادله موازنه نکرده این واکنش را بنویسید.



سوختن (Combustion): واکنش سریع بر فراز عناصر و ترکیبات با اکسیژن که با گرمای و نور همراه است

را سوختن یا احتراق می‌نامند

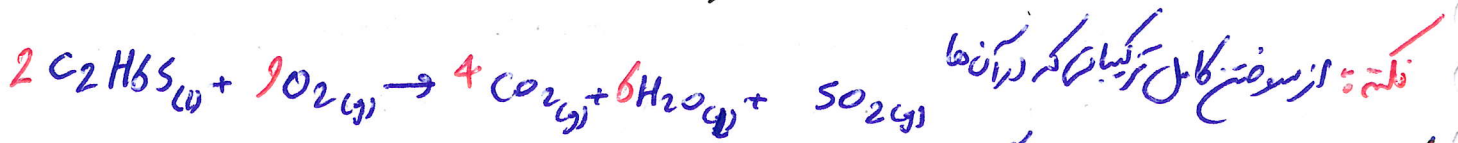
مثال: معادله شیمیایی مربوط به سوختن کامل اتان C_2H_6 در محاوره اکسیژن را بنویسید. و آن را موازنه کنید.



موازنه نگرانی

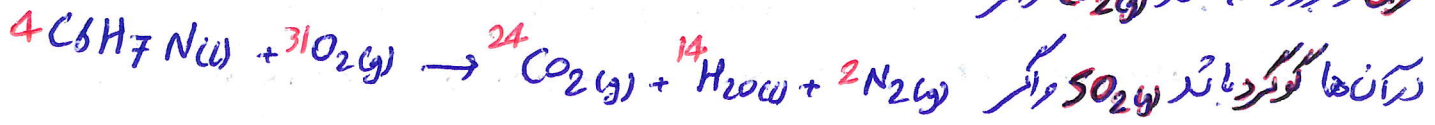
تمرین: برای سوختن کامل هر یک از ترکیبات زیر در اکسیژن معادله را بنویسید. (الف) در متیل سولفید $C_2H_6S(l)$

(ب) آنیلین $C_6H_7N(l)$ (ج) سیلوکلزان $C_6H_{12}(l)$

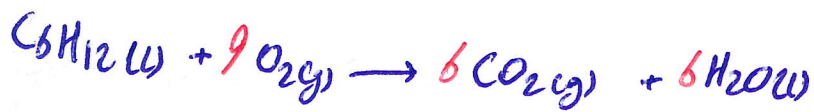


نکته: از سوختن کامل ترکیبات که در آن‌ها

کربن وجود داشته باشد CO_2 و اگر



در آن‌ها گوگرد باشد SO_2 و اگر



نیتروژن باشد N_2 و اگر هیدروژن

وجود داشته باشد H_2O تولید می‌شود

مثال: برای واکنش با 5.00 mol اتان C_2H_6 چند مول O_2 لازم است. معادله واکنش به صورت زیر است:



$$5.00 \text{ mol } C_2H_6(g) \times \frac{7 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } C_2H_6} = 17.5 \text{ mol } O_2$$

مثال

* مکرر الزام واکنش زیر را بنویسید که در آن:

الف) برای واکنش با 25.0 g از MnO_2 چند گرم HCl لازم است. (ب) در این واکنش چند گرم Cl_2 تولید می‌شود؟

$$1 \text{ mol } MnO_2 = 86.9 \text{ g}$$

$$1 \text{ mol } Cl_2 = 71.0 \text{ g}$$

$$1 \text{ mol } HCl = 36.5 \text{ g}$$

$$25.0 \text{ g } MnO_2 \times \frac{1 \text{ mol } MnO_2}{86.9 \text{ g } MnO_2} \times \frac{4 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } MnO_2} \times \frac{36.5 \text{ g } HCl}{1 \text{ mol } HCl} = 42.0 \text{ g } HCl$$

$$25.0 \text{ g } MnO_2 \times \frac{1 \text{ mol } MnO_2}{86.9 \text{ g } MnO_2} \times \frac{1 \text{ mol } Cl_2}{1 \text{ mol } MnO_2} \times \frac{71.0 \text{ g } Cl_2}{1 \text{ mol } Cl_2} = 20.4 \text{ g } Cl_2$$

واکنش دهنده محدود کننده (Limiting reactant): اگر در یک واکنش مقدار یک واکنشگر از نسبت

استوکیومتری لازم برای واکنش باشد، خود را از واکنش دهند. واکنشگر آن به پایان رسد و با پایان یافتن آن واکنش متوقف می شود بنابراین آن واکنش دهنده محدود کننده گفته می شود.

برای پیدا کردن واکنش دهنده محدود کننده، در یک مسئله ابتدا مول تمام واکنش دهندگان را محاسبه می کنیم پس مقدار مول هر یک از واکنش دهندگان را بر ضریب استوکیومتری خودشان تقسیم می کنیم. این مقدار برای هر کدام از واکنش دهندگان کمتر بود آن واکنش دهنده محدود کننده خواهد بود.

مثبت تولید فلز را برابر با مقدار واکنش دهنده محدود کننده انجام می دهیم.

مثال

* از 4.00 g NH_3 و 14.0 g F_2 ، چند گرم N_2F_4 می توان به طور نظری تهیه کرد؟ معادله شیمیایی واکنش به صورت زیر است:



$$1\text{mol NH}_3 = 17.0\text{g} \quad , \quad 1\text{mol F}_2 = 38.0\text{g F}_2 \quad , \quad 1\text{mol N}_2\text{F}_4 = \frac{104}{2} \text{g N}_2\text{F}_4$$

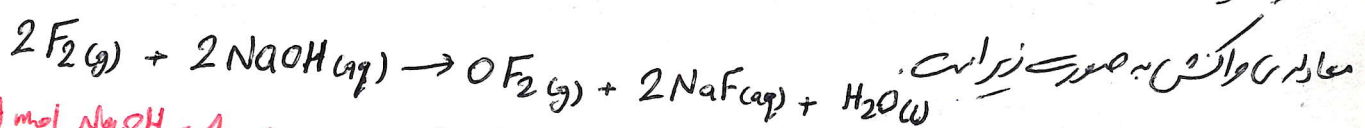
$$4.00\text{g NH}_3 \times \frac{1\text{mol NH}_3}{17.0\text{g NH}_3} = 0.235\text{mol NH}_3 \quad \frac{0.235}{2} = 0.118$$

$$14.0\text{g F}_2 \times \frac{1\text{mol F}_2}{38.0\text{g F}_2} = 0.368\text{mol F}_2 \quad \frac{0.368}{5} = 0.0736$$

واکنش دهنده محدود کننده

$$0.368\text{mol F}_2 \times \frac{1\text{mol N}_2\text{F}_4}{5\text{mol F}_2} \times \frac{104\text{g N}_2\text{F}_4}{1\text{mol N}_2\text{F}_4} = 7.65\text{g N}_2\text{F}_4$$

* بهترین مقدار $\text{F}_2(g)$ که می توان از 2.50 g $\text{F}_2(g)$ و 2.50 g $\text{NaOH}(aq)$ تهیه کرد چقدر است؟



$$1\text{mol NaOH} = 40\text{g}$$

$$1\text{mol F}_2 = 38\text{g}$$

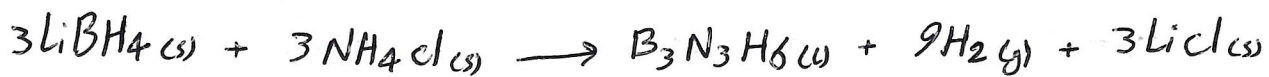
$$1\text{mol OF}_2 = 54\text{g}$$

بازده درصدي (percent yield): در اغلب واکنش ها مقدار واقعی فرآورده بدست آمده کمتر از

مقدار محاسبه شده است. بازده درصدي به صورت زیر تعریف می شود:

$$\text{بازده درصدي} = \frac{\text{مقدار واقعی}}{\text{مقدار نظري}} \times 100$$

مثال
* در آزمایشی، 5.00 g LiBH₄ با مقدار زیادی NH₄Cl ترکیب شده و 2.16 g B₃N₃H₆ بدست آمده است. معادله واکنش به صورت زیر است:

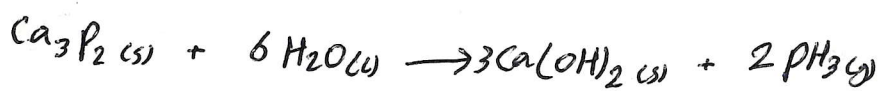


بازده درصدي B₃N₃H₆ چقدر است؟
1 mol LiBH₄ = 23.79 g ، 1 mol B₃N₃H₆ = 80.52

$$5.00 \text{ g LiBH}_4(s) \times \frac{1 \text{ mol LiBH}_4}{23.79 \text{ g LiBH}_4} \times \frac{1 \text{ mol B}_3\text{N}_3\text{H}_6}{3 \text{ mol LiBH}_4} \times \frac{80.52 \text{ g B}_3\text{N}_3\text{H}_6}{1 \text{ mol B}_3\text{N}_3\text{H}_6} = 5.64 \text{ g B}_3\text{N}_3\text{H}_6$$

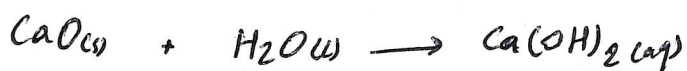
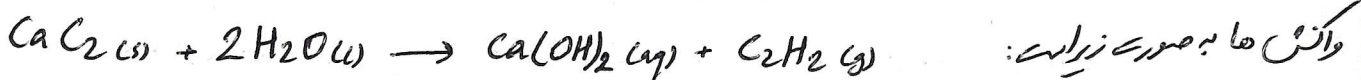
$$\% \text{yield} = \frac{2.16}{5.64} \times 100 = 38.12\%$$

تمرین
* در آزمایشی 6.00 g Ca₃P₂ با مقدار زیادی H₂O ترکیب شده و 1.40 g PH₃ بدست آمده است. معادله واکنش به صورت زیر است:



بازده درصدي PH₃ چقدر است؟

مثال
* یک نمونه 7.69 گرم شامل مخلوطی از CaC₂ و CaO با مقدار زیادی آب ترکیب می شود. معادله این



جذب C₂H₂ حاصل از این واکنش 2.34 g است. واکنش را کامل فرض کنید و درصد CaC₂ را در این مخلوط محاسبه کنید.

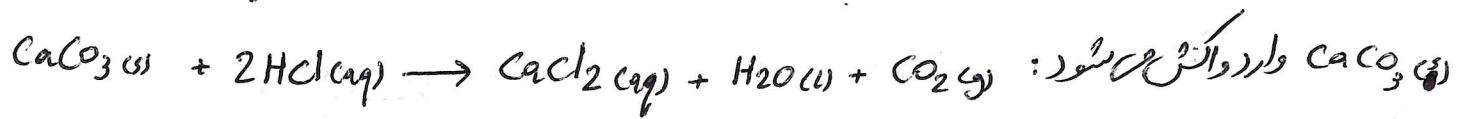
$$1 \text{ mol C}_2\text{H}_2 = 26.04 \text{ g} \quad 1 \text{ mol CaC}_2 = 64.10 \text{ g}$$

$$2.34 \text{ g C}_2\text{H}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{26.04 \text{ g C}_2\text{H}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaC}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} \times \frac{64.10 \text{ g CaC}_2}{1 \text{ mol CaC}_2} = 5.76 \text{ g CaC}_2$$

$$\frac{5.76 \text{ g CaCl}_2}{7.69 \text{ g غوطه}} \times 100 = \%74.90$$

تمرین

* یک نمونه ۱۰.۰۰ گرمی شامل مخلوطی از CaCO_3 و CaSO_4 به مقدار زیاد HCl(aq) افزوده شد.



اما CaSO_4 واکنش نمی دهد. حجم CO_2 تولید شده ۱.۵۰ لیتر است. واکنش را کامل فرض کنید و در هر دو CaCO_3 را در این مخلوط محاسبه کنید.

مثال

* نمونه ای از مخلوط CaCO_3 و NaHCO_3 گرم شده و این ترکیب به تجزیه شده اند:



از تجزیه این نمونه ۱۷.۶ گرم CO_2 و ۲.۷۰ گرم H_2O به دست آمده است. چه مقدار از مخلوط اولیه CaCO_3 است؟

$$2.70 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 25.2 \text{ g NaHCO}_3$$

$$25.2 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{44.0 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 6.6 \text{ g CO}_2$$

گرم CO_2 در واکنش دوم

$$17.6 \text{ g} - 6.6 \text{ g} = 11.0 \text{ g CO}_2$$

گرم CO_2 در واکنش اول

$$11.0 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44.0 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{100.0 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 25.02 \text{ g CaCO}_3$$

$$\text{مجموع وزن غوطه} = 25.02 + 25.2 = 50.22 \text{ g}$$

$$\frac{25.02}{50.22} \times 100 = \%49.82 \text{ CaCO}_3$$

مولاریته (molarity): تعداد مول هائى ماده در حل شدن
 سکن $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$ می باشد

مثال
 * برای تهیه هر یک از محلول های زیر چند گرم ماده در حل شدن باید به کار برد؟ (الف) 100.0 mL محلول 0.6000 M (NaOH) (ب)

(ج) 1.500 L KIO_3 0.6000 M (د) 250.0 mL AgNO_3 0.1000 M

(الف) $100.0 \text{ mL NaOH} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.6000 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{40.0 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 24.0 \text{ g NaOH}$

(ب) $1.500 \text{ L KIO}_3 \times \frac{0.6000 \text{ mol KIO}_3}{1 \text{ L KIO}_3} \times \frac{214.0 \text{ g KIO}_3}{1 \text{ mol KIO}_3} = 192.6 \text{ g KIO}_3$

(ج) $250.0 \text{ mL AgNO}_3 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.1000 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ L AgNO}_3} \times \frac{169.87 \text{ g AgNO}_3}{1 \text{ mol AgNO}_3} = 4.247 \text{ g AgNO}_3$

تمرین
 * برای تهیه هر یک از محلول های زیر چند گرم ماده در حل شدن باید به کار برد؟ (الف) KMnO_4 500.0 mL (ب)

0.2000 M BaCl_2 25.00 mL (ج) 1.500 M KOH 2.00 L (د) 0.0200 M

مولاریته محلول نهایی
 مولاریته محلول اول (غلظت)

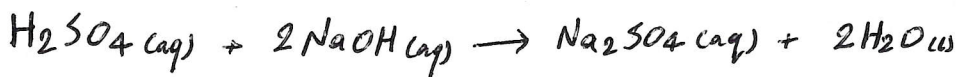
برای رقیق کردن محلول ها از فرمول $n_1 V_1 = n_2 V_2$ استفاده می شود

مثال
 * برای تهیه 500.0 mL محلول 3.00 M HCl چه حجم از 5.00 M HCl باید به کار برد؟

$$n_1 V_1 = n_2 V_2 \Rightarrow 3 \times 500 = 5 \times x \Rightarrow x = 300 \text{ mL}$$

مثال
 * برای واکنش با 50.0 mL محلول 0.150 M H_2SO_4 ، مطابق معادله زیر، چه حجم از محلول 0.750 M NaOH لازم است؟

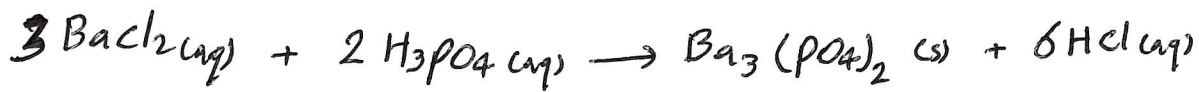
پاسخ؟



$$50.0 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.150 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ L NaOH}}{0.750 \text{ mol NaOH}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} =$$

20.0 mL NaOH

مثال
 * از افزودن $H_3PO_4(aq)$ به 125 mL از محلول $BaCl_2$ ، 3.26 g $Ba_3(PO_4)_2$ رسوب می کند
 مولاریته محلول $BaCl_2$ چقدر است؟ معادله واکنش به صورت زیر است .

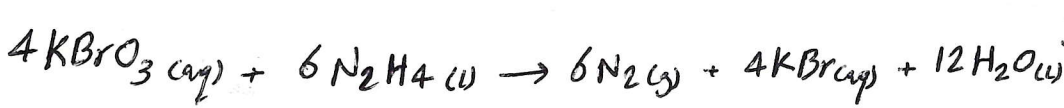


$$3.26 \text{ g } Ba_3(PO_4)_2 \times \frac{1 \text{ mol } Ba_3(PO_4)_2}{601.93 \text{ g } Ba_3(PO_4)_2} \times \frac{3 \text{ mol } BaCl_2}{1 \text{ mol } Ba_3(PO_4)_2} = 0.016 \text{ mol } BaCl_2$$

$$125 \text{ mL } BaCl_2 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.125 \text{ L } BaCl_2$$

$$\frac{0.016 \text{ mol } BaCl_2}{0.125 \text{ L}} = 0.128 \text{ M}$$

تمرین
 * چه حجمی از محلول 1.35 M $KBrO_3$ برای واکنش با 2.500 g $N_2H_4(l)$ لازم است؟ معادله واکنش به صورت زیر است



شیمی گرمایی (Thermochemistry): با مطالعه گرما می‌توان آزاد شده یا جذب شده به وسیله فرایندها
فیزیکی و شیمیایی سروکار دارد.

دما (Temperature): اندازه سردی یا گرمی یک جسم است. دما، خاصیتی از ماده است که جهت جریان
خود بخود گرما را مشخص می‌کند. هنگامی که بین دو جسم با دماهای متفاوت، تماس برقرار می‌شود، گرما از جسم گرم‌تر به جسم
سردتر انتقال می‌یابد تا آنکه هر دو به دما یکسان برسند.

اندازه‌گیری دما:

اغلب ما برای در اثر افزایش دما، منبسط می‌شوند. دمای جوی، به گونه‌ای ظاهر شده است تا از اسباب جوی
برای اندازه‌گیری دما استفاده شود.

مقیاس دما سلیسیوس با فرض 0°C به دما انجماد آب و 100°C به دما جوش آب در شرایط معارفه استوار
است. هنگامی که یک دمای در مخلوط آب و یخ قرار می‌گیرد، ارتفاع جوی در لوله باقی می‌ماند. 0°C مشخص می‌شود
زمانی که دمای در دما استاندارد جوی در آب جوش قرار داده می‌شود، سطح جوی در لوله موئین بالای آب
و محل قرار گرفتن آن را باقی می‌ماند. 0°C دما مشخص می‌گردد. فاصله بین این دو نقطه، ثابت را به 100 تقسیم
می‌کنند تا هر یک 1°C دما را مشخص می‌کنند. با استفاده از درجه‌های دما، اندازه‌گیری
بالاتر از 100°C و پایین‌تر از 0°C نیز مدیوم می‌شود.

روش‌های مقدار اندازه‌گیری دما:

الف) ولتاژ حاصل از اتصال دو هادی غیر یکسان، با دما تغییر می‌کند و به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری دما به کار
می‌رود (اثر ترمو الکتریکی).

ب) برای خاصیت تغییر مقاومت الکتریکی با دما (ظاهر شده که به ترمیستور Thermistor موسوم است).

ج) دو فلز نازک فلزی که از یک انتهای یکدیگر متصل باشند، در اثر تغییر دما با هم می‌کنند و متغیر منبسط می‌شوند.

د) دماهای بالا را با دستگاه پیرومتر که براساس شدت تشعشع از زیر فروس از یک جسم داغ استوار است می‌نهند.

$$T_F = 1.8T_C + 32$$

$$\Delta F = \Delta R$$

$$T_F = 1.8T_K - 460$$

$$\Delta C = \Delta K$$

$$T_R = 1.8T_C + 492$$

$$T_K = T_C + 273$$

$$\Delta R = 1.8T_K$$

$$T_R = T_F + 460$$

* دمای طبیعی بدن $98.6^\circ F$ است. این دما بر حسب (الف) درجه ک (ب) درجه س (ج) درجه ر مقدار است.

$$98.6 = 1.8T_K - 460 \Rightarrow 1.8T_K = 98.6 + 460 \Rightarrow T_K = 310.30$$

$$98.6 = 1.8T_C + 32 \Rightarrow 1.8T_C = 98.6 - 32 \Rightarrow T_C = 37.0$$

$$T_R = 98.6 + 460 = 558.6$$

گرمای ویژه (specific heat): مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک جسم به میزان $1^\circ C$ می‌باشد.

ظرفیت گرمایی (heat capacity): مقدار گرمای لازم برای بالا بردن دمای یک جسم به میزان $1^\circ C$.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow \text{تغییر دما}$$

* گرمای ویژه نیکل $0.44 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$ است. اگر 50.0 گرم نیکل نمونه 32.3 گرمی از نیکل در دما

$$Q = 50.0 J$$

$23.25^\circ C$ دارد. دمای بخار این نمونه چقدر است؟

$$c = 0.44 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 50.0 J = 32.3 \times 0.44 \times (T_2 - 23.25)$$

$$m = 32.3 g$$

$$50.0 - 14.21 = T_2 - 23.25 \Rightarrow T_2 = 35.79 + 23.25$$

$$T_1 = 23.25^\circ C$$

$$T_2 = 59.04^\circ C \leftarrow \text{است.}$$

$$T_2 = ?$$

تفصیل کرد

گرمای آزاد شده یا جذب شده به وسیله واکنش‌هایی که در فشار ثابت انجام می‌شوند را آنتالپی می‌نامند و آن را با نماد

$$q_p = H$$

H نشان می‌دهند.

ΔH یک واکنش از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Delta H_{\text{reaction}} = \Delta H_{\text{products}} - \Delta H_{\text{reactants}}$$

* واکنش‌هایی که در آن‌ها گرما آزاد می‌شود را گرمازا (exothermic) می‌نامند. برای این واکنش‌ها

آنتالپی فرآورده‌ها کمتر از آنتالپی واکنش دهنده‌هاست بنابراین $\Delta H < 0$.

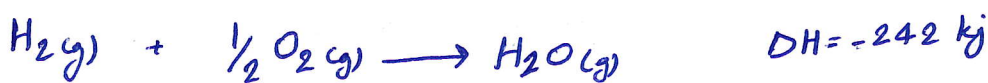
* واکنش‌هایی که گرما را می‌گیرند گرماگیر (endothermic) می‌نامند برای این واکنش‌ها، آنتالپی فرآورده‌ها

بیشتر از آنتالپی واکنش دهنده‌هاست. بنابراین $\Delta H > 0$.

* آنتالپی مواد شیمیایی به دما، فشار و حالت فیزیکی آن‌ها بستگی دارد. مقادیر ΔH در شرایط دمای 25°C و فشار یک اتمسفر استاندارد می‌شوند.

* در محاسبات ΔH ، بر خلاف معمول، از ضرایب کسری نیز می‌توان برای موازنه واکنش‌های شیمیایی استفاده کرد.

* حالت حرکت از مواد شرکت‌کننده در واکنش، باید در معادله واکنش مشخص شود.



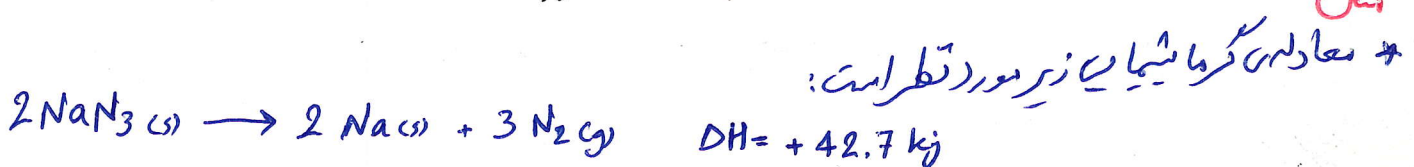
* هنگامی که یک واکنش برعکس شود، علامت ΔH تغییر خواهد کرد.



* اگر ضرایب مواد در یک معادله شیمیایی را در ضرایب ضرب کنیم، مقدار ΔH نیز باید در همان ضرایب ضرب شود.

یا برعکس تقسیم

مثال

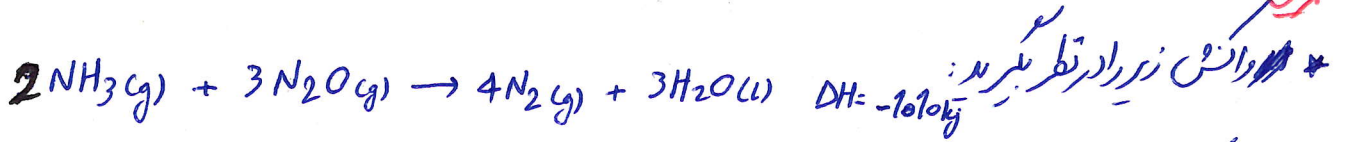


الف) مقدار ΔH برای تهیه 1.50 kg $\text{N}_2(\text{g})$ چقدر است؟ (ب) با 125 kg گرما چند گرم NaN_3 تجزیه

$$1.5 \text{ kg N}_2 \times \frac{1000 \text{ g N}_2}{1 \text{ kg N}_2} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{28 \text{ g N}_2} \times \frac{42.7 \text{ kJ}}{3 \text{ mol N}_2} = 762.5 \text{ kJ}$$

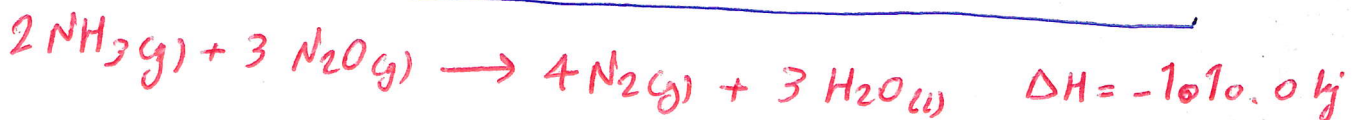
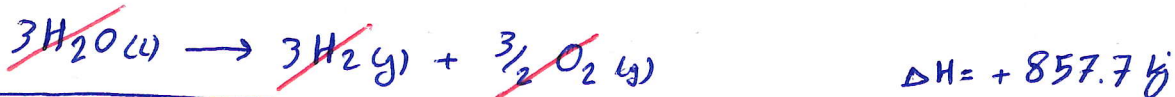
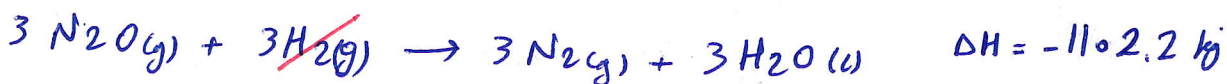
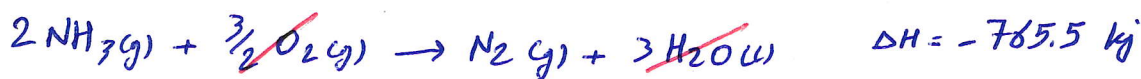
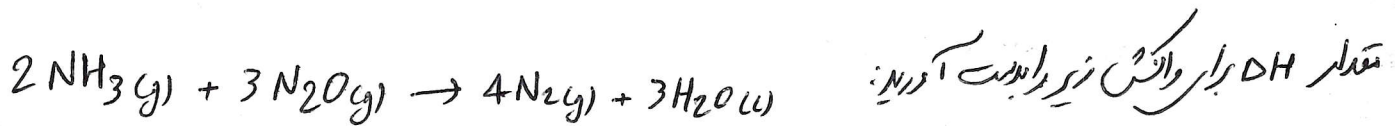
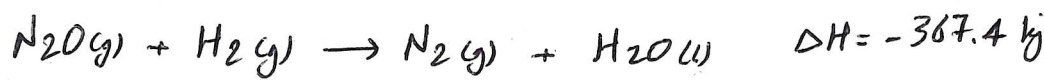
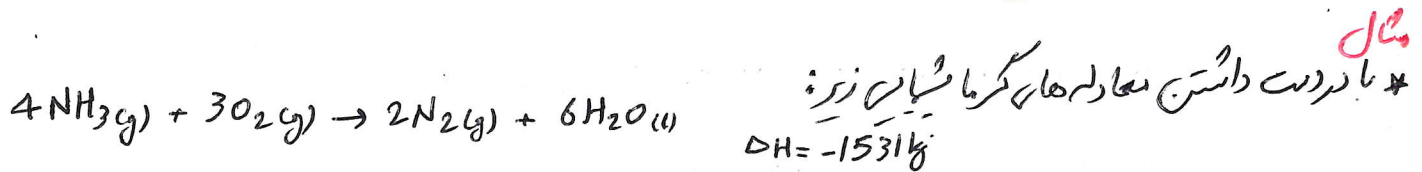
محسوس.

$$125 \text{ kJ} \times \frac{2 \text{ mol NaN}_3}{42.7 \text{ kJ}} \times \frac{65 \text{ g NaN}_3}{1 \text{ mol NaN}_3} = 380.56 \text{ g NaN}_3$$

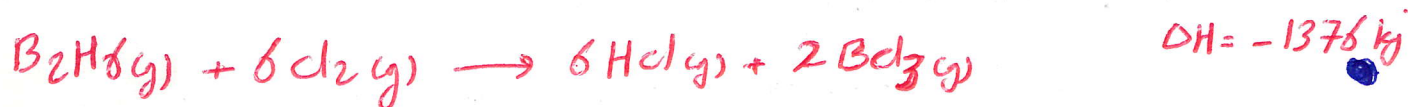
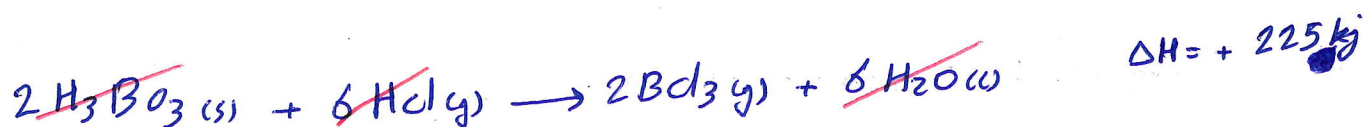
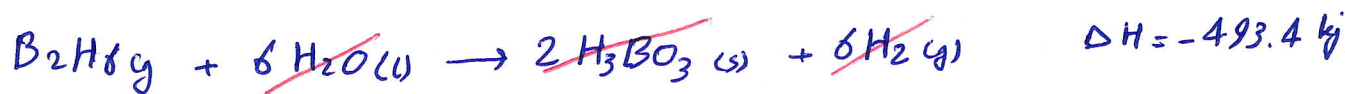
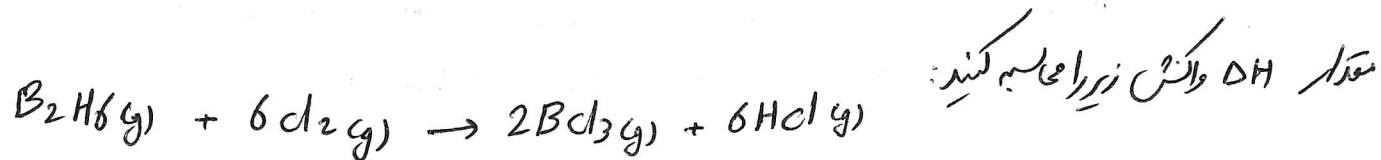
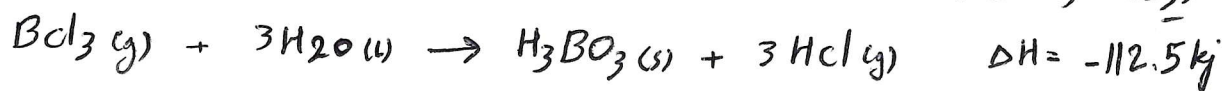


الف) از واکنش 50.0 g $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ با مقدار زیادی $\text{NH}_3(\text{g})$ چه مقدار گرما آزاد می‌شود؟ (ب) طی واکنش که 50.0 g $\text{N}_2(\text{g})$ تولید می‌شود، چه مقدار گرما آزاد می‌شود؟

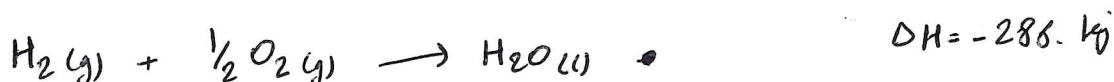
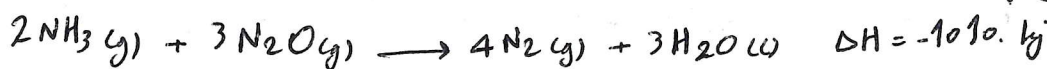
قانون هس (Law of Hess): اگر یک واکنش شیمیایی از مجموع دو یا چند واکنش دیگر بدست آید ΔH واکنش مورد نظر نیز از مجموع ΔH ها آن‌ها بدست می‌آید.



مثال ۲
* مقدار = زیر داده شده است :

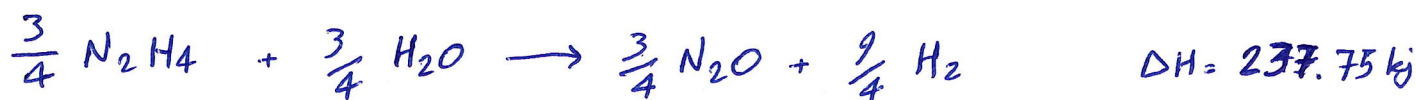


تمرین (مثال)
* مقدار = زیر داده شده است :



مقدار ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:





آنتالپی استاندارد تشکیل (ΔH_f°): مقدار ΔH مربوط به واکنشی است که در آن یک مول ماده‌ی مرکب در شرایط استاندارد (ترمودینامیک) (25°C , 1 atm) از عناصر سازنده‌ی خود، در پایدارترین حالت تشکیل می‌شود.

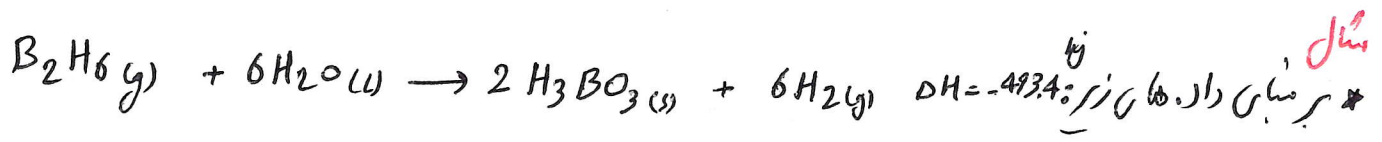
* برخی عناصر بیش از یک حالت دارند، هم عنصر به کار رفته برای بدست آوردن مقدار ΔH_f° ، پایدارترین فرم آن (دارای کمترین آنتالپی) در شرایط استاندارد ترمودینامیک است. مثلاً کربن به صورت الماس و گرافیت و فولرن (C_{60})

مربانند که گرافیت پایدارترین حالت آن است. یا اکسیژن به صورت O_2 و O_3 می‌باشد که O_2 پایدارتر است.

* برای عناصری که در طبیعت به صورت دواتمی هستند (H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 , I_2) آنتالپی فرم اتمی آن‌ها بیارای است. فرم پایدار هر یک از این عناصر، مولکول دواتمی آن‌هاست. مثلاً H_2 برای هیدروژن نه H .

* آنتالپی استاندارد تشکیل پایدارترین فرم یک عنصر در شرایط استاندارد ترمودینامیک برابر صفر است.

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ \text{ واکنش‌دهنده‌ها} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ فرآورده‌ها}$$



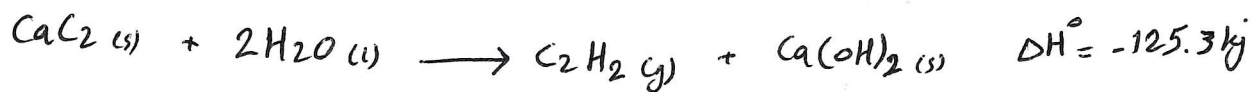
ΔH_f° مربوط به H_3BO_3 برابر -1088.7 kJ/mol و ΔH_f° برای H_2O نیز -285.9 kJ/mol است. آنتالپی تشکیل B_2H_6 را محاسبه کنید.

$$\Delta H^\circ = 2\Delta H_f^\circ(\text{H}_3\text{BO}_3) - [\Delta H_f^\circ(\text{B}_2\text{H}_6) + 6\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})]$$

$$-493.4 = 2(-1088.7) - [\Delta H_f^\circ(\text{B}_2\text{H}_6) + 6(-285.9)]$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{B}_2\text{H}_6) = +31.4 \text{ kJ/mol}$$

تمرین * با استفاده از معادله‌ی گرمایی زیر:



آنتالپی استاندارد $\text{CaC}_2(\text{s})$ را محاسبه کنید:

$$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -285.9 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) = +226.7 \text{ kJ/mol}$$

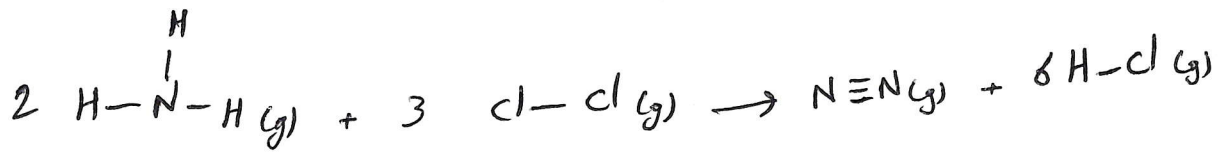
$$\Delta H_f^\circ(\text{Ca}(\text{OH})_2) = -986.59 \text{ kJ/mol}$$

انرژی پیوند (Bond dissociation energy): انرژی لازم برای شکستن یک پیوند شیمیایی را انرژی پیوند می‌نامند.

* تشکیل پیوند شیمیایی با آزاد شدن انرژی همراه است و برابر شکستن پیوند ها مقدار انرژی لازم است.

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_{\text{پیوند}}^\circ - \sum \Delta H_{\text{فراورده}}^\circ \quad (\text{واکنش دهنده‌ها})$$

مثال * با استفاده از انرژی پیوندها، مقدار ΔH برای واکنش زیر را محاسبه کنید:



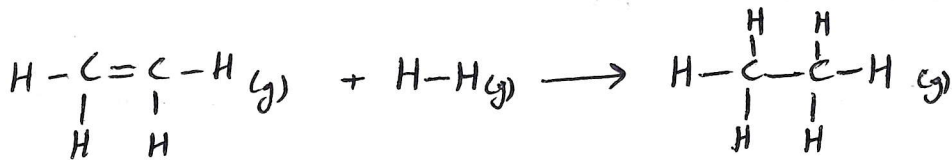
انرژی پیوند برای $\text{N}-\text{H}$ ، $389 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ، برای $\text{Cl}-\text{Cl}$ ، $243 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ، برای $\text{N} \equiv \text{N}$ ، $941 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ، و برای $\text{H}-\text{Cl}$ ، $431 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ می‌باشند.

$$\Delta H_{\text{پیوند}}^{\circ} (\text{واکنش دهندگان}) = 6(389 \text{ kJ}) + 3(243 \text{ kJ}) = 3063 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{پیوند}}^{\circ} (\text{فرآورده‌ها}) = 941 + 6(431) = 3527$$

$$\Delta H^{\circ} = 3063 - 3527 = -464 \text{ kJ}$$

تمرین * با استفاده از انرژی‌های متوسط پیوند، ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:



$$\text{C}-\text{H} \rightarrow 414$$

$$\text{C}=\text{C} \rightarrow 619$$

$$\text{H}-\text{H} \rightarrow 435$$

$$\text{C}-\text{C} \rightarrow 347$$