

ترکیب های یونی: فرمول نویسی و نام گذاری - منبع کتاب شیمی عمومی ترو

نام گذاری ترکیب های یونی دوتایی شامل فلزی که بیش از یک نوع یون تشکیل می دهد

برای این نوع فلزها پس از نوشتن نام کاتیون، بار آن به صورت عددهای رومی (درون پرانتز) با توجه به بار آن در ترکیب مورد نظر، نوشته می شود. برای مثال، دو کاتیون Fe^{2+} و Fe^{3+} را به صورت زیر تشخیص می دهیم.



روش نام گذاری ترکیب های یونی دوتایی شامل فلزی که بیش از یک نوع یون تشکیل می دهد، به صورت زیر است:

ریشه نام آنیون (نافلز) + ید	بار کاتیون (فلز) به صورت عددهای رومی درون پرانتز	نام کاتیون (فلز)
-----------------------------	---	------------------

شما می توانید بار کاتیون فلز را با توجه به حاصل جمع بار آنیون و در نظر داشتن این که حاصل جمع بارها در ترکیب باید صفر باشد، تعیین کنید. جدول مقابل برخی فلزهایی که در اغلب ترکیب های خود، بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می دهند را نشان می دهد. برای مثال، در $CrBr_3$ ، برای این که این ترکیب با داشتن سه آنیون Br^- ، از نظر بار خنثی باشد، باید کاتیون کروم بار $3+$ داشته باشد. نام این کاتیون:



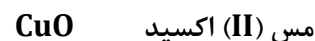
نام کامل ترکیب یونی $CrBr_3$ به صورت زیر است.



به طور مشابه، در CuO ، باید بار کاتیون مس $2+$ باشد تا با داشتن بار $2-$ ، بار ترکیب یونی، خنثی باشد. بنابر این نام کاتیون:

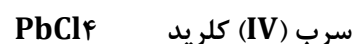


نام کامل ترکیب CuO به صورت زیر است.



تمرین نام ترکیب $PbCl_4$ را بنویسید.

راه حل برای خنثی بودن ترکیب با داشتن چهار آنیون Cl^- ، بار کاتیون سرب باید $4+$ باشد. نام $PbCl_4$ ، نام کاتیون، سرب، به دنبال آن بار کاتیون درون پرانتز (IV)، و نام ریشه آنیون، کلر با پسوند - ید. نام این ترکیب سرب (IV) کلرید است.



برای مرور نام ترکیب FeS را بنویسید.

برای مرور فرمول شیمیایی، وانادیم (V) اکسید را بنویسید.

برخی فلزها که کاتیون های متفاوت می سازند		
فلز	یون	نام
کروم	Cr^{2+}	کروم (II)
	Cr^{3+}	کروم (III)
آهن	Fe^{2+}	آهن (II)
	Fe^{3+}	آهن (III)
کبالت	Co^{2+}	کبالت (II)
	Co^{3+}	کبالت (III)
مس	Cu^+	مس (I)
	Cu^{2+}	مس (II)
قلع	Sn^{2+}	قلع (II)
	Sn^{4+}	قلع (IV)
سرب	Pb^{2+}	سرب (II)
	Pb^{4+}	سرب (IV)

ترکیب های مولکولی: فرمول نویسی و نام گذاری (این بخش مربوط به فصل دوم شیمی دهم است.)

در مقابل ترکیب های یونی، فرمول یک ترکیب مولکولی نمی تواند به آسانی از عنصرهای سازنده آن تعیین شود زیرا ترکیب عنصرهای مشابه می تواند ترکیب های مولکولی مختلفی بسازد، که هر کدام فرمول متفاوتی دارند. برای مثال، کربن و اکسیژن هر دو ترکیب CO و CO₂ را می سازند، و از هیدروژن و اکسیژن دو ترکیب H₂O و H₂O₂ وجود دارد. نیتروژن و اکسیژن تمام ترکیب های: NO، NO₂، N₂O، N₂O₃، N₂O₄ و N₂O₅ را تشکیل می دهند. در ادامه نام گذاری ترکیب های مولکولی بر اساس فرمول آن ها و نوشتن فرمول شیمیایی بر اساس نام این ترکیب ها را بررسی می کنیم.

نام گذاری ترکیب های مولکولی

مشابه با ترکیب های یونی، برخی ترکیب های مولکولی نام های رایج دارند. برای مثال، H₂O و NH₃، نام های متداول آب و آمونیاک دارند. به هر حال، تعداد زیادی ترکیب های مولکولی وجود دارد - میلیون ها عدد - که نیازمند یک روش نام گذاری سیستماتیک است.

نخستین مرحله در نام گذاری ترکیب های مولکولی شناخت آن ها از یک دیگر است. به یاد دارید که ترکیب های مولکولی در دو گروه شامل، دو نافلز و بیش از دو نافلز می باشند. در این قسمت، روش نام گذاری ترکیب های مولکولی دوتایی (شامل دو عنصر) شرح داده می شود. نام این ترکیب ها به صورت زیر تعیین می شود:

پیشوند	نام عنصر اول	پیشوند	ریشه نام عنصر دوم + ید
--------	--------------	--------	------------------------

هنگامی که نام یک ترکیب مولکولی را می نویسیم، همچنین وقتی فرمول آن را می نویسیم، نخست لیست می کنیم بیشتر عنصرهای مانند فلزها را (سمت چپ و پایین جدول تناوبی). به طور کلی، ابتدا عنصر با شماره گروه کوچکتر در جدول تناوبی را می نویسیم. اگر دو عنصر در گروه یکسان قرار داشته باشند، ابتدا عنصری که پایینتر است، دارد نوشته می شود، سپس عنصر با شماره گروه بزرگتر را می نویسیم. پیشوندها برای هر عنصر تعداد اتم های آن را نشان می دهد.

۱ = مونو	۶ = هگزا
۲ = دی	۷ = هپتا
۳ = تری	۸ = اوکتا
۴ = تترا	۹ = نونا
۵ = پنتا	۱۰ = دکا

اگر فقط یک عدد از عنصر نخست در فرمول باشد، معمولاً پیشوند مونو حذف می شود. برای مثال، در مولکول NO₂، عنصر نخست نیتروژن است که پیشوند مونو از آن حذف می شود، به دنبال آن پیشوند دی برای نمایش دو اتم اکسیژن و ریشه نام عنصر دوم، اکس، با - ید در انتها نوشته می شود. نام این ترکیب نیتروژن دی اکسید است.

نیتروژن دی اکسید NO₂

ترکیب N₂O را نام گذاری می کنیم، برخی اوقات به این ترکیب گاز خنده آور گفته می شود. بر خلاف مثال قبل از پیشوند -دی قبل از نیتروژن برای نشان دادن دو اتم نیتروژن استفاده می کنیم و قبل از اکسید نیز پیشوند مونو برای نشان دادن یک اتم اکسیژن نوشته می شود. نام این ترکیب دی نیتروژن مونو اکسید است.

دی نیتروژن مونو اکسید N₂O

تمرین نام هر ترکیب را بنویسید.

(آ) Ni_2 (ب) PCl_5 (پ) P_4S_{10}

پاسخ (آ) نام ترکیب، نام عنصر نخست، نیتروژن، به دنبال آن ریشه نام عنصر دوم، ید، با پیشوند -تری برای نشان دادن سه اتم و پسوند -ید پس از نام ریشه عنصر دوم است.

Ni_2 نیتروژن **تری** یدید

(ب) نام ترکیب، نام عنصر نخست، فسفر، به دنبال آن ریشه نام عنصر دوم، کلر، با پیشوند -پنتا برای نشان دادن پنج اتم و پسوند -ید پس از نام ریشه عنصر دوم است.

PCl_5 فسفر **پنتا** کلرید

(پ) نام ترکیب، نام عنصر نخست، فسفر با پیشوند -تترا برای نشان دادن چهار اتم، به دنبال آن ریشه نام عنصر دوم، سولف، با پیشوند -دکا برای نشان دادن ده اتم و پسوند -ید پس از نام ریشه عنصر دوم است.

P_4S_{10} **تترا** فسفر **دکا** سولفید

برای مرور نام ترکیب N_2O_5 را بنویسید.

برای مرور بیشتر فرمول مولکولی فسفر تری برومید را بنویسید.

تمرین های پایانی درس

۱ ترکیب های زیر را در دو دسته یونی و مولکولی تقسیم بندی کنید.

(آ) CO_2 (ب) NiCl_2 (پ) NaI (ت) PCl_3 (ث) CF_2Cl_2
(ج) CCl_4 (چ) PtO_2 (ح) SO_2

۴ نام هر یک از ترکیب های یونی زیر را بنویسید.

(آ) Mg_3N_2 (ب) KF (پ) Na_2O (ت) Li_2S (ث) CsF (ج) KI
(چ) SnCl_4 (ح) PbI_2 (خ) Fe_2O_3 (ر) CrCl_2

۷ نام هر یک از ترکیب های مولکولی زیر را بنویسید.

(آ) CO (ب) NI_3 (پ) SiCl_4 (ت) CCl_4
(ث) SO_3 (ج) SO_2 (چ) BrF_5 (ح) NO

۱۰ فرمول هر یک از ترکیب های مولکولی زیر را بنویسید.

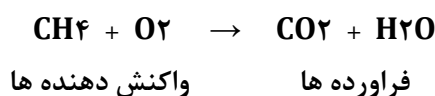
(آ) فسفر تری کلرید (ب) کلر مونو اکسید (پ) دی گوگرد تترا فلوئورید (ت) فسفر پنتا فلوئورید
(ث) بور تری برومید (ج) دی کلر مونو اکسید (چ) زنون تترا فلوئورید

۱۱ ترکیب های زیر را نام گذاری کنید.

(آ) SrCl_2 (ب) MnO_2 (پ) P_2S_5 (ت) SeCl_4 (ث) B_2Cl_2
(ج) BaCl_2 (چ) CrCl_3 (ح) I_2O_5 (خ) XeO_3

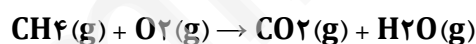
معادله واکنش و موازنه واکنش های شیمیایی – منبع کتاب شیمی عمومی ترو

تجزیه گرمایی یک واکنش شیمیایی است، فرایندی که در آن یک یا بیشتر از یک ماده به یک یا بیشتر از ماده دیگر تبدیل می شوند. در واکنش های شیمیایی ترکیب ها ساخته شده و یا تغییر می کنند. برای مثال، از واکنش هیدروژن با اکسیژن، آب تولید می شود. واکنش سوختن نوعی واکنش خاص است که در آن یک ماده با اکسیژن می سوزد و یک یا بیشتر از یک ترکیب اکسیژن دار تولید می کند. همچنین از واکنش سوختن، گرما آزاد می شود. گرمای آزاد شده در برخی واکنش های سوختن منبع مهم تامین انرژی مورد نیاز ما است. برای مثال، گرمای سوختن بنزین، گازهای حاصل از سوختن آن را درون سیلندر خودرو منبسط می کند که منجر به وارد آوردن فشار به پیستون و حرکت خودرو می شود. ما از گرمای تولید شده از سوختن گاز طبیعی برای پختن غذا و گرم کردن منازل استفاده می کنیم. واکنش شیمیایی را به وسیله معادله شیمیایی نشان می دهیم. برای مثال، سوختن گاز طبیعی را به وسیله معادله زیر نشان می دهیم.

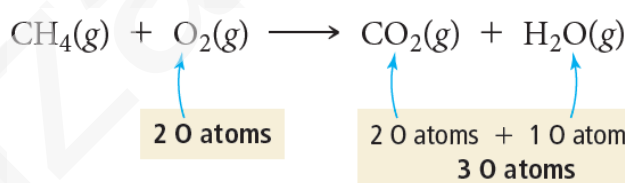


مواد در سمت چپ معادله واکنش دهنده ها و مواد سمت راست معادله فراورده ها می باشند. اغلب حالت هر یک از واکنش دهنده ها و فراورده ها درون پرانتز پس از فرمول شیمیایی هر ماده نوشته می شود.

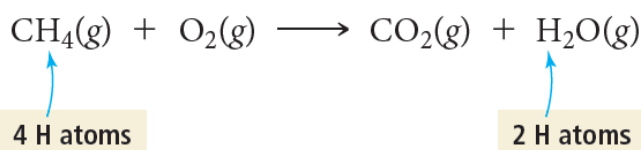
حالت واکنش دهنده ها و فراورده ها در معادله شیمیایی واکنش	
نماد اختصاری	حالت ماده
(g)	گاز
(l)	مایع
(s)	جامد
(aq)	محلول (محلول آبی)



نماد (g) به این معناست که مواد شرکت کننده در واکنش به حالت گاز هستند. جدول مقابل به طور مختصر نماد حالت های مواد را در واکنش ها نشان می دهد. اما هنوز معادله نشان داده شده برای سوختن گاز طبیعی کامل نیست، با دقت در معادله واکنش، می توانیم موارد زیر را مشاهده کنیم.



در سمت چپ معادله واکنش دو اتم اکسیژن وجود دارد، اما در سمت راست معادله سه اتم اکسیژن هست. بنابر این، واکنش را دوباره می نویسیم، قانون پایستگی جرم نقض شده است زیرا تعداد اتم های اکسیژن در دو سمت معادله واکنش برابر نیستند. همچنین توجه داشته باشید که در سمت چپ معادله چهار اتم هیدروژن، ولی در سمت راست فقط دو اتم هیدروژن دیده می شود.

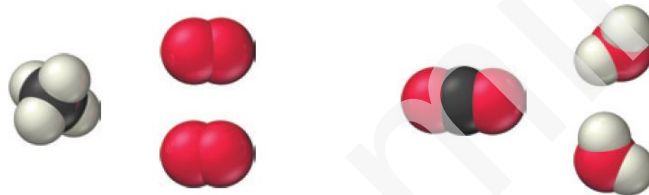
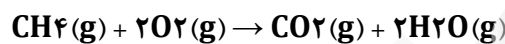


دو اتم هیدروژن کم است، دوباره قانون پایستگی جرم نقض شده است. برای این که بتوانیم این واکنش را کامل کنیم – نوشتن معادله یک واکنش باید آنچه را روی میدهد را نشان دهد – باید معادله واکنش موازنه شود. ما نیاز داریم تا ضریب های مواد را تغییر دهیم (عددهایی را که قبل از فرمول های شیمیایی وجود دارند)، اما نباید عددهایی را که به صورت زیر نویس هستند (عددهایی که در فرمول شیمیایی کنار نماد اتم ها قرار دارند) تغییر داد. مطمئن شوید تعداد هر نوع اتم در سمت چپ معادله واکنش با تعداد

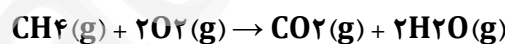
همان نوع اتم در سمت راست معادله واکنش برابرند. در معادله واکنش نباید اتم های دیگری به جز همان اتم ها که در واکنش شرکت دارند اضافه کنید و نباید هیچ نوع اتمی را از معادله حذف کنید. مواد شرکت کننده در واکنش باید حفظ شوند.

هنگامی که برای موازنه معادله واکنش در سمت واکنش دهنده ها و فراورده ها ضریب هایی را اضافه می کنیم، تعداد مولکول ها را تغییر می دهیم، اما نوع مولکول ها تغییر نمی کند. برای موازنه معادله واکنش سوختن متان، قبل از O_2 در سمت واکنش دهنده ها ضریب ۲ قرار می دهیم، و قبل از H_2O در سمت فراورده ها نیز ضریب ۲ قرار می گیرد.

برای موازنه واکنش نباید زیروندهای اتم ها در فرمول شیمیایی را تغییر داد، زیرا با تغییر زیروندها نوع ماده عوض می شود، در صورتی که با تغییر ضریب قبل از فرمول شیمیایی تعداد مولکول های آن ماده تغییر می کند. برای مثال، $2H_2O$ ، دو مولکول آب را نشان می دهد، اما H_2O_2 ، مولکول هیدروژن پراکسید را نشان خواهد داد، یک ترکیب کاملاً متفاوت



اکنون معادله واکنش موازنه است زیرا، تعداد هر نوع از اتم ها در دو سمت معادله با هم برابرند. معادله موازنه شده سوختن متان به ما می گوید، یک مولکول CH_4 با دو مولکول O_2 واکنش داده و یک مولکول CO_2 به همراه دو مولکول H_2O تولید می شود. معادله موازنه شده را به وسیله جمع کردن تعداد هر نوع اتم در دو سمت معادله واکنش باز بینی می کنیم.



واکنش دهنده ها	فراورده ها
۱ اتم C ($1 \times CH_4$)	۱ اتم C ($1 \times CO_2$)
۴ اتم H ($1 \times CH_4$)	۴ اتم H ($2 \times H_2O$)
۴ اتم O ($2 \times O_2$)	۴ اتم O ($1 \times CO_2 + 2 \times H_2O$)

تعداد هر نوع اتم در دو سمت معادله برابر است – معادله موازنه می باشد.

می توانیم تعداد زیادی معادله واکنش را به روش آزمون و خطا موازنه کنیم. در هر حال برخی راهبردها می تواند مفید باشد. برای مثال، ابتدا اتم ها در موادی که پیچیده تر هستند موازنه شده و اتم ها در مواد ساده تر (همچون عنصرهای خالص) در انتها موازنه شوند.

مثال های زیر نشان می دهد که چگونه معادله واکنش های شیمیایی موازنه می شوند. راهبردهای کلی در سمت راست نشان داده شده اند، و کابرد این قواعد در سمت چپ آورده شده است. این رویه برای موازنه قابل انعطاف بوده و نیاز نیست حتماً مراحل به ترتیب اجرا شوند.

موازنه معادله واکنش	مثال معادله موازنه شده واکنش بین کبالت (III) اکسید جامد و کربن جامد که فراورده های آن کبالت جامد و گاز کربن دی اکسید است را بنویسید.								
۱ با نوشتن فرمول شیمیایی هر یک از واکنش دهنده ها و فراورده ها، معادله واکنش را می نویسیم.	$\text{Co}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Co}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$								
۲ ابتدا اتم ها در ماده ای که پیچیده تر است، موازنه می شوند. همیشه اتم ها در این ترکیب ها قبل از اتم ها در عنصرهای آزاد موازنه شوند.	موازنه را با اکسیژن شروع می کنیم. $\text{Co}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Co}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ۲ اتم O ۳ اتم O برای موازنه اتم های O، قبل از Co_2O_3 ضریب ۲ و قبل از CO_2 ضریب ۳ قرار می دهیم. $2\text{Co}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Co}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ ۶ اتم O ۶ اتم O								
۳ در انتها تعداد اتم ها را در عنصری که به حالت آزاد وجود دارد، موازنه کنید. موازنه اتم های عنصر آزاد با تنظیم ضریب ها	موازنه اتم های Co $2\text{Co}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Co}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ ۱ اتم Co ۴ اتم Co برای موازنه Co، قبل از $\text{Co}(\text{s})$ ضریب ۴ قرار می دهیم. $2\text{Co}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow 4\text{Co}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ ۴ اتم Co ۴ اتم Co موازنه اتم های C $2\text{Co}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow 4\text{Co}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ ۳ اتم C ۱ اتم C برای موازنه C، قبل از $\text{C}(\text{s})$ ضریب ۳ قرار می دهیم. $2\text{Co}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow 4\text{Co}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$								
۴ اگر در معادله موازنه شده ضریب های کسری وجود دارد، به وسیله ضرب معادله در مخرج کسر ضریب های کسری را حذف کنید.	در این مثال، اجرای این مرحله نیاز نیست. به مرحله ۵ می رویم.								
۵ معادله موازنه شده را به وسیله جمع کردن تعداد هر نوع اتم در دو سمت معادله بازبینی کنید.	$2\text{Co}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow 4\text{Co}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ <table border="1" data-bbox="295 1608 853 1821"><thead><tr><th>چپ</th><th>راست</th></tr></thead><tbody><tr><td>۴ اتم Co</td><td>۴ اتم Co</td></tr><tr><td>۶ اتم O</td><td>۶ اتم O</td></tr><tr><td>۳ اتم C</td><td>۳ اتم C</td></tr></tbody></table> معادله واکنش موازنه است.	چپ	راست	۴ اتم Co	۴ اتم Co	۶ اتم O	۶ اتم O	۳ اتم C	۳ اتم C
چپ	راست								
۴ اتم Co	۴ اتم Co								
۶ اتم O	۶ اتم O								
۳ اتم C	۳ اتم C								
برای مرور	معادله موازنه شده واکنش بین سیلیسیم دی اکسید جامد و کربن جامد که فراورده های آن سیلیسیم کاربید (SiC) جامد و گاز کربن مونو اکسید است را بنویسید.								

مثال معادله موازنه شده سوختن گاز بوتان (C_4H_{10})، یک سوخت مورد استفاده در خوراک پزهای مسافرتی، که در آن ها گاز بوتان با گاز اکسیژن می سوزد و گاز کربن دی اکسید و بخار آب تولید می کند را بنویسید.	موازنه معادله واکنش								
$C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$	۱ با نوشتن فرمول شیمیایی هر یک از واکنش دهنده ها و فراورده ها، معادله واکنش را می نویسیم.								
موازنه اتم های C $C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ C اتم ۴ C اتم ۱ برای موازنه اتم های C، قبل از $CO_2(g)$ ضریب ۴ قرار می دهیم. $C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + H_2O(g)$ موازنه اتم های H $C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + H_2O(g)$ H اتم ۱۰ H اتم ۲ برای موازنه اتم های H، قبل از $H_2O(g)$ ضریب ۵ قرار می دهیم. $C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g)$ H اتم ۱۰ H اتم ۱۰	۲ ابتدا اتم ها در ماده ای که پیچیده تر است، موازنه می شوند. همیشه اتم ها در این ترکیب ها قبل از اتم ها در عنصرهای آزاد موازنه شوند.								
موازنه اتم های O $C_4H_{10}(g) + O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g)$ O اتم ۲ ۸O + ۵O = O اتم ۱۳ برای موازنه اتم های O قبل از $O_2(g)$ ضریب $\frac{13}{2}$ قرار می دهیم. $C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g)$ O اتم ۱۳ O اتم ۱۳	۳ در انتها تعداد اتم ها را در عنصری که به حالت آزاد وجود دارد، موازنه کنید. موازنه اتم های عنصر آزاد با تنظیم ضریب ها								
$[C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g)] \times 2$ $2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g)$	۴ اگر در معادله موازنه شده ضریب های کسری وجود دارد، به وسیله ضرب معادله در مخرج کسر ضریب های کسری را حذف کنید.								
$2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g)$ <table border="1" data-bbox="304 1749 863 1957"> <thead> <tr> <th>چپ</th><th>راست</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C اتم ۸</td><td>C اتم ۸</td></tr> <tr> <td>H اتم ۲۰</td><td>H اتم ۲۰</td></tr> <tr> <td>O اتم ۲۶</td><td>O اتم ۲۶</td></tr> </tbody> </table> معادله واکنش موازنه است.	چپ	راست	C اتم ۸	C اتم ۸	H اتم ۲۰	H اتم ۲۰	O اتم ۲۶	O اتم ۲۶	۵ معادله موازنه شده را به وسیله جمع کردن تعداد هر نوع اتم در دو سمت معادله بازبینی کنید.
چپ	راست								
C اتم ۸	C اتم ۸								
H اتم ۲۰	H اتم ۲۰								
O اتم ۲۶	O اتم ۲۶								
معادله موازنه شده سوختن گاز اتان (C_2H_6)، سوختی که قسمت کمی از گاز طبیعی را تشکیل می دهد، و گاز کربن دی اکسید و بخار آب تولید می کند را بنویسید.	برای مرور								

موازنه معادله های شیمیایی که ترکیب های یونی با یون های چند اتمی دارند

مثال معادله موازنه شده واکنش بین محلول آبی استرانسیم کلرید و محلول آبی لیتیم فسفات که منجر به تولید فراورده های استرانسیم فسفات جامد و محلول آبی لیتیم کلرید می شود را بنویسید.	
۱ با نوشتن فرمول شیمیایی هر یک از واکنش دهنده ها و فراورده ها، معادله واکنش را می نویسیم. $\text{SrCl}_2(\text{aq}) + \text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + \text{LiCl}(\text{aq})$	
۲ نخست یون فلزی (کاتیون) موازنه می شود. اگر در دو سمت معادله یک کاتیون چند اتمی وجود داشته باشد، آن را به عنوان یک ذره موازنه می کنیم. با کاتیون Sr^{2+} شروع می کنیم $\text{SrCl}_2(\text{aq}) + \text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + \text{LiCl}(\text{aq})$ ۱ یون Sr^{2+} ۳ یون Sr^{2+} برای موازنه Sr^{2+}، قبل از $\text{SrCl}_2(\text{aq})$ ضریب ۳ قرار می دهیم. $3\text{SrCl}_2(\text{aq}) + \text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + \text{LiCl}(\text{aq})$ ۳ یون Sr^{2+} ۳ یون Sr^{2+} موازنه Li^+ $3\text{SrCl}_2(\text{aq}) + \text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + \text{LiCl}(\text{aq})$ ۳ یون Li^+ ۱ یون Li^+ برای موازنه Li^+، قبل از $\text{LiCl}(\text{aq})$ ضریب ۳ قرار می دهیم. $3\text{SrCl}_2(\text{aq}) + \text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 3\text{LiCl}(\text{aq})$ ۳ یون Li^+ ۳ یون Li^+	
۳ مرحله دوم، موازنه یون های نافلزی (آنیون ها). اگر در دو سمت معادله یک آنیون چند اتمی وجود داشته باشد، آن را به عنوان یک ذره موازنه می کنیم. موازنه PO_4^{3-} $3\text{SrCl}_2(\text{aq}) + \text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 3\text{LiCl}(\text{aq})$ ۱ یون PO_4^{3-} ۲ یون PO_4^{3-} برای موازنه PO_4^{3-}، قبل از $\text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq})$ ضریب ۲ قرار می دهیم. $3\text{SrCl}_2(\text{aq}) + 2\text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 3\text{LiCl}(\text{aq})$ ۲ یون PO_4^{3-} ۲ یون PO_4^{3-} موازنه Cl^- $3\text{SrCl}_2(\text{aq}) + 2\text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 3\text{LiCl}(\text{aq})$ ۶ یون Cl^- ۳ یون Cl^- برای موازنه Cl^-، قبل از $\text{LiCl}(\text{aq})$ به جای ۳ عدد ۶ را جایگزین می کنیم. این کار موجب می شود تا یون های Li^+ نیز که در مراحل قبل برابر نشده بودند، موازنه شوند. $3\text{SrCl}_2(\text{aq}) + 2\text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 6\text{LiCl}(\text{aq})$ ۶ یون Cl^- ۶ یون Cl^-	

در موازنه این معادله شیمیایی، این مرحله نیاز نیست و به مرحله بعد می رویم.	۴ اگر در معادله موازنه شده ضریب های کسری وجود دارد، به وسیله ضرب معادله در مخرج کسر ضریب های کسری را حذف کنید.										
$3\text{SrCl}_2(\text{aq}) + 2\text{Li}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 6\text{LiCl}(\text{aq})$ <table border="1" data-bbox="304 456 863 786"> <thead> <tr> <th>چپ</th><th>راست</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۳ یون Sr^{2+}</td><td>۳ یون Sr^{2+}</td></tr> <tr> <td>۶ یون Li^+</td><td>۶ یون Li^+</td></tr> <tr> <td>۲ یون PO_4^{3-}</td><td>۲ یون PO_4^{3-}</td></tr> <tr> <td>۶ یون Cl^-</td><td>۶ یون Cl^-</td></tr> </tbody> </table> معادله واکنش موازنه است.	چپ	راست	۳ یون Sr^{2+}	۳ یون Sr^{2+}	۶ یون Li^+	۶ یون Li^+	۲ یون PO_4^{3-}	۲ یون PO_4^{3-}	۶ یون Cl^-	۶ یون Cl^-	۵ معادله موازنه شده را به وسیله جمع کردن تعداد هر نوع اتم در دو سمت معادله بازبینی کنید.
چپ	راست										
۳ یون Sr^{2+}	۳ یون Sr^{2+}										
۶ یون Li^+	۶ یون Li^+										
۲ یون PO_4^{3-}	۲ یون PO_4^{3-}										
۶ یون Cl^-	۶ یون Cl^-										
معادله موازنه شده واکنش بین محلول آبی سرب (II) نیترات و محلول آبی پتاسیم کلرید را که منجر به تولید سرب (II) کلرید جامد و محلول آبی پتاسیم نیترات می شود را بنویسید.	برای مرور										

بخش تمرین ها

سوال های تشریحی

- ۱ سولفوریک اسید (H_2SO_4) از اجزای سازنده باران اسیدی، از واکنش گاز آلاینده گوگرد دی اکسید با گاز اکسیژن و آب باران تولید می شود. معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را بنویسید. (توجه داشته باشید، این نمایش ساده شده واکنش است.)
 - ۲ نیتریک اسید (HNO_3) از اجزای سازنده باران اسیدی، از واکنش گاز آلاینده نیتروژن دی اکسید با گاز اکسیژن و آب باران تولید می شود. معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را بنویسید. (توجه داشته باشید، این نمایش ساده شده واکنش است.)
 - ۳ در آزمایشگاه، سدیم جامد به آب مایع افزوده شده و با انجام واکنش گاز هیدروژن و محلول آبی سدیم هیدروکسید تولید می شود. معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را بنویسید.
 - ۴ وقتی آهن زنگ می زند، آهن جامد با گاز اکسیژن واکنش می دهد و آهن (III) اکسید تولید می کند. معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را بنویسید.
 - ۵ معادله شیمیایی موازنه شده واکنش تخمیر قند سوکروز ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)، که در آن محلول آبی سوکروز با آب واکنش داده و محلول آبی اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) و گاز کربن دی اکسید تولید می کند را بنویسید.
 - ۶ معادله شیمیایی موازنه شده فرایند فوتوسنتز را که در آن گاز کربن دی اکسید و آب مایع در حضور کلروفیل واکنش داده و محلول آبی قند گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) و گاز اکسیژن تولید می کنند را بنویسید.
 - ۷ معادله شیمیایی موازنه شده هر یک از واکنش های زیر را بنویسید.
- a سرب (II) سولفید جامد با محلول آبی هیدروبرومیک اسید (HBr) واکنش می دهند و سرب (II) برومید جامد و گاز دی هیدروژن مونو سولفید تولید می شود.

b گاز کربن مونو اکسید با گاز هیدروژن واکنش می دهند و گاز متان (CH_4) و آب مایع تولید می شود.

c محلول آبی هیدروکلریک اسید (HCl) با منگنز (IV) اکسید جامد واکنش می دهند. فراورده های این واکنش محلول آبی منگنز (II) کلرید، آب مایع و گاز کلر می باشند.

d پنتان مایع (C_5H_{12}) با گاز اکسیژن واکنش داده و گاز کربن دی اکسید و آب مایع تولید می شود.

۸ معادله شیمیایی موازنه شده هر یک از واکنش های زیر را بنویسید.

a مس جامد با گوگرد جامد واکنش می دهند و مس (I) سولفید تولید می شود.

b آهن (III) اکسید جامد با گاز هیدروژن واکنش می دهند. در این واکنش، آهن جامد و آب مایع تولید می شود.

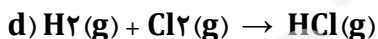
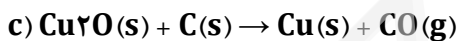
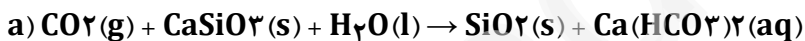
c گاز گوگرد دی اکسید با گاز اکسیژن واکنش می دهند و گاز گوگرد تری اکسید تولید می شود.

d گاز آمونیاک (NH_3) با گاز اکسیژن واکنش می دهند و گاز نیتروژن مونو اکسید به همراه بخار آب تولید می شود.

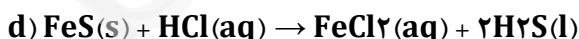
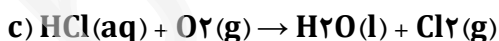
۹ معادله شیمیایی موازنه شده واکنش بین محلول آبی سدیم کربنات و محلول آبی مس (II) کلرید را که فراورده های آن، مس (II) کربنات جامد و محلول آبی سدیم کلرید هستند را بنویسید.

۱۰ معادله شیمیایی موازنه شده واکنش بین محلول آبی پتاسیم هیدروکسید با محلول آبی آهن (III) کلرید را که فراورده های آن، آهن (III) هیدروکسید و محلول آبی پتاسیم کلرید است را بنویسید.

۱۱ هر یک از معادله های شیمیایی زیر را موازنه کنید.



۱۲ هر یک از معادله های شیمیایی زیر را موازنه کنید.



اوزون - منبع کتاب مرجع شیمی میدلکمپ

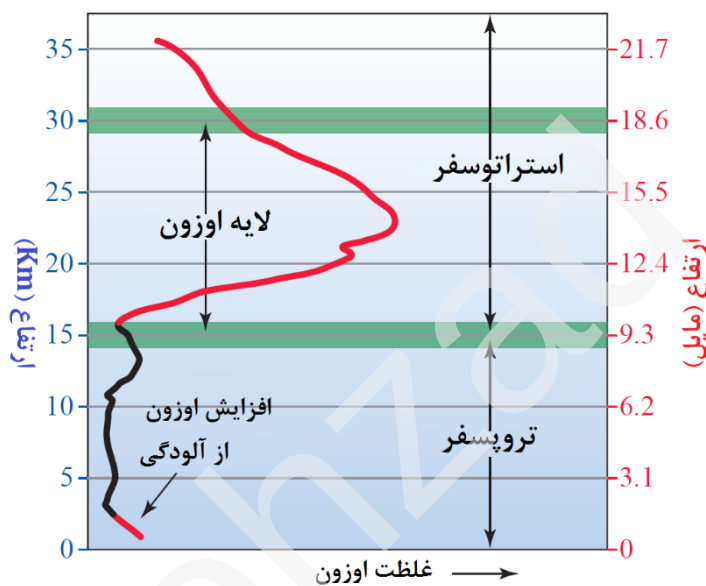
اوزون یک گاز اتمسفری است که در هر دو لایه تروپوسفر و استراتوسفر یافت می شود. اگر همواره نزدیک موتور الکتریکی جرقه زن یا در طوفان سهمگین با رعد و برق بوده اید، کمی اوزون استشمام کرده اید. بوی اوزون مشخص است، اما توصیف آن مشکل است. برخی بوی آن را با بوی گاز کلر مقایسه می کنند؛ برخی دیگر برای آن بوی چمن تازه را به یاد می آورند. انسان می تواند غلظت کمتر از ۱۰ قسمت در بیلیون (ppb)، از آن را شناسایی کند، یعنی ۱۰ مولکول اوزون در بین ۱ بیلیون مولکول. به همین دلیل، نام اوزون از واژه یونانی به معنای بودار گرفته شده است.

اوزون اکسیژنی است که از مولکول دو اتمی معمولی O_2 به شکل سه اتمی O_3 تغییر کرده است.، معادله شیمیایی ساده زیر، واکنش را به صورت خلاصه شده نشان می دهد:



برای انجام این واکنش باید انرژی مصرف شود. این موضوع نشان می دهد که چرا وقتی اکسیژن در معرض تخلیه الکتریکی قرار می گیرد اوزون تشکیل می شود. خواه از یک موتور الکتریکی یا از رعد و برق.

اوزون یک آلوتروپ اکسیژن است. آلوتروپ ها شامل دو یا بیشتر، شکل هایی از عنصر یکسان هستند که ساختار شیمیایی متفاوت و بنابر این خواص متفاوت دارند. آلوتروپ های O_2 و O_3 به طور مشخص ساختارهای مولکولی متفاوت دارند. این اختلاف دلیل تفاوت



❖ غلظت اوزون در ارتفاع های مختلف

خواص فیزیکی و شیمیایی دو آلوتروپ است. برای مثال، O_2 بی بو است. در فشار ۱ اتمسفر (atm)، تشکیل شده از گاز بی رنگ و در دمای $-183^\circ C$ مایع به رنگ آبی روشن، حالت فیزیکی اوزون در دمای $-112^\circ C$ از گاز به مایع آبی تیره تغییر می کند. همچنین O_3 واکنش پذیری شیمیایی بیشتری از O_2 دارد، به همین دلیل اغلب برای تصفیه آب و سفید کردن خمیر کاغذ و پارچه استفاده می شود. امروزه حتی به عنوان ماده بوگیر هوا در سالن های اجتماعات و به وسیله برخی هتل ها برای از بین بردن باقی مانده دود سیگار از اتاق ها استفاده می شود.

در تروپوسفر، ناحیه ای از اتمسفر که در آن زندگی می کنیم، در هر منطقه به طور نمونه بین ۲۰ تا ۱۰۰ مولکول اوزون در یک بیلیون مولکول و اتم در ترکیب هوا وجود دارد. بیشترین غلظت اوزون پیدا می شود در نزدیک سطح زمین، ناشی از ساز و کار (مکانیسم) مه دود فوتوشیمیایی، به طور میانگین فقط 0.8 ppm برای ۸ ساعت. اما در یک منطقه از اتمسفر به قدری زیان آور است، حتی اگر غلظت اوزون خیلی کم باشد، می تواند نسبت به دیگر عوامل اساسی باشد. در استراتوسفر، در ارتفاع ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر، در این ناحیه بیشترین اوزون برای تصفیه نور فرابنفش حاصل از خورشید است. غلظت اوزون در این منطقه قدری بیشتر از تروپوسفر است، اما هنوز خیلی کم است. در نهایت، حدود ۱۲۰۰۰ مولکول اوزون در هر یک بیلیون مولکول و اتم از گازهای سازنده اتمسفر در این لایه. بیشتر اوزون، حدود ۹۰٪ کل آن، در استراتوسفر یافت می شود. اصطلاح لایه اوزون اشاره دارد به بیشترین غلظت اوزون در ناحیه استراتوسفر. شکل بالا وابستگی مکان (ارتفاع) و غلظت اوزون را در اتمسفر نشان می دهد.

قوانین گازها - منبع کتاب اصول شیمی اتکینز

قانون بویل برای مقدار معین یک گاز در دمای ثابت، حجم گاز با فشار آن نسبت عکس دارد.

قانون بویل را این گونه می نویسیم

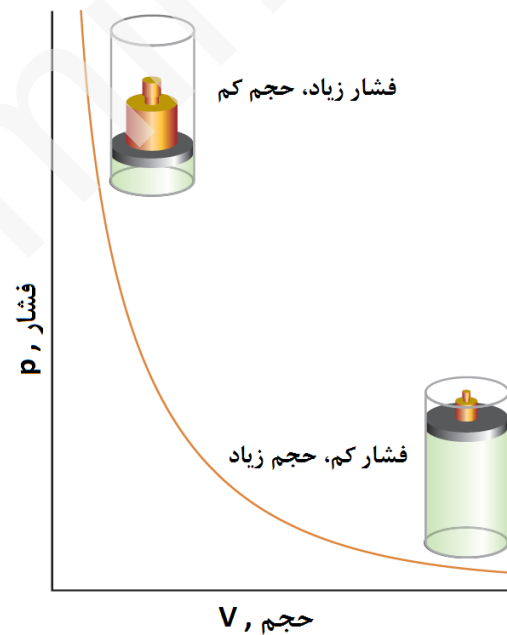
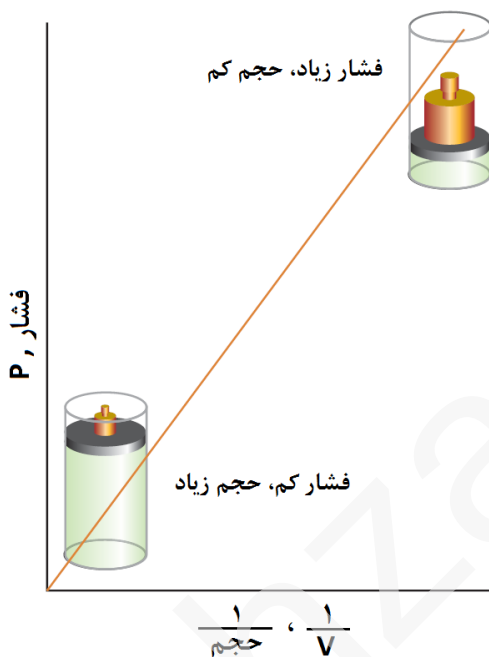
$$\text{فشار} \propto \frac{1}{\text{حجم}}$$

یا به عبارت ساده تر

$$V = \frac{\text{ثابت}}{p}$$

یا به صورت معادل آن

$$PV = \text{ثابت} \quad [n \text{ ثابت}] \quad \text{دما (T) و تعداد مول (n) مقدار ثابت}$$



هنگامی که نمودار فشار در برابر $\frac{1}{\text{حجم}}$ رسم شود، یک خط راست به دست می آید.

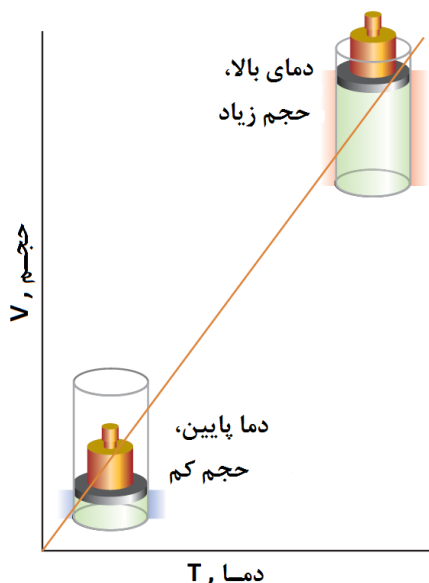
قانون بویل به طور خلاصه اثر فشار روی حجم مقدار معینی از یک گاز در دمای ثابت را نشان می دهد. با افزایش فشار یک نمونه گاز (افزایش وزنه ها روی پیستون)، حجم گاز کاهش می یابد.

فرض کنید فشار و حجم مقدار معینی از یک گاز در شروع آزمایش P_1 و V_1 باشند، همچنین در شروع آزمایش، ثابت P_1V_1 در پایان آزمایش فشار و حجم برابرند با P_2 و V_2 ، اما P_2V_2 همان مقدار ثابت می باشند (در صورتی که دما تغییر نکند). می توانیم بنویسیم.

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

برای تغییرات در دمای ثابت

هنگامی که در فشار ثابت (ثابت نگاه داشتن وزنه روی پیستون)، دمای یک گاز افزایش یابد و حجم آن بتواند تغییر کند، با افزایش دمای گاز، حجم آن زیاد می شود. نمودار تغییر حجم گاز نسبت به دما به صورت خط راست است.



قانون شارل برای مقدار معینی از یک گاز در فشار ثابت، حجم گاز با دمای آن به صورت خطی تغییر می کند (رابطه مستقیم دارد).

اگر از دمای کلوین (T)، استفاده کنیم قانون شارل را می توانیم به صورت زیر بنویسیم.

$$\text{دمای کلوین} \times \text{مقدار ثابت} = \text{حجم}$$

یا

$$V = T \times \text{ثابت} \rightarrow \text{ثابت} = \frac{V}{T}$$

قانون آووگادرو در شرایط یکسان دما و فشار، تعداد معینی از مولکول های گاز، صرف نظر از ماهیت شیمیایی آن (نوع گاز)، حجم یکسان اشغال می کند.

به طور کلی، قانون آووگادرو با عبارت حجم مولی V_m بیان می شود، حجمی که یک مول از مولکول های یک گاز اشغال می کنند:

$$V_m = \frac{V}{n} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{حجم}}{\text{مقدار}} = \text{حجم مولی}$$

$$V = n \cdot V_m$$

پس می توانیم بنویسیم

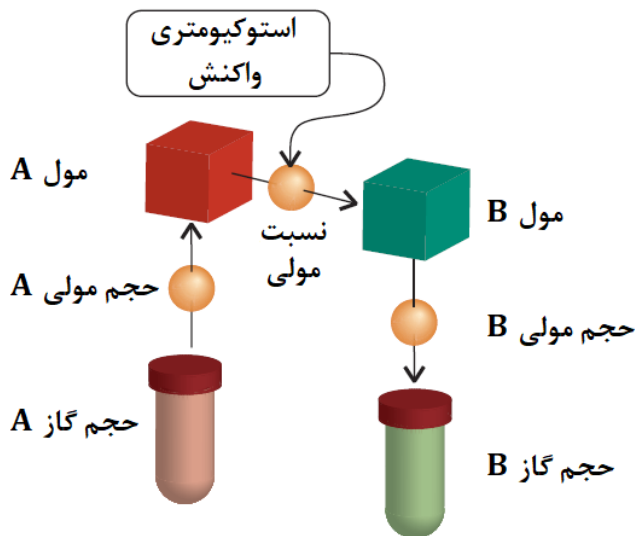
حجم مولی تمام گازها در دمای 0°C و فشار 1 atm نزدیک به $22 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ می باشد. ($22/4$ لیتر در نظر گرفته می شود. م)

به طور خلاصه در بسیاری موارد هر یک از این خواص با مدل مولکولی گازها سازگار است. مولکول ها با فاصله از یک دیگر در حرکت دائمی هستند. قانون بویل با این مدل مولکولی سازگار است، زیرا افزایش تراکم تعداد مولکول ها در یک منطقه معین موجب افزایش تعداد برخوردهای مولکولی با دیواره ظرف می شود. در نتیجه، فشار افزایش می یابد. اثر دما روی فشار یک گاز در حجم ثابت ظرف به یک ویژگی جدید اشاره می کند: با افزایش سرعت متوسط مولکول ها، هر یک از مولکول ها تعداد برخوردها بیشتر داشته و با نیروی بیشتری به دیواره ظرف ضربه می زنند. بنابر این، اعمال فشار بیشتر موجب افزایش دما در حجم ثابت می شود.

تمرین های پایانی درس

- ۱ شباهت ها و تفاوت های بین یک گاز و یک مایع را وقتی در یک ظرف جای می گیرند را شرح دهید.
- ۲ شرح دهید چگونه حجم یک نمونه گاز تغییر می کند وقتی هر یک از سه خاصیت زیر به طور جداگانه با ثابت ماندن دو خاصیت دیگر افزایش می یابد.
(آ) فشار (ب) دما (پ) مقدار گاز
- ۳ چرا وقتی ۱ مول N_2 و ۱ مول O_2 با هم در یک ظرف ۲۰ لیتری قرار می گیرند فشار مساوی دارند؟ آیا جرم این دو نمونه گاز در این حالت برابر است؟ توضیح دهید چرا جرم این دو نمونه گاز برابر یا متفاوت است و اگر متفاوت است کدام نمونه گاز جرم بیشتری دارد؟
- ۴ در رابطه قانون گازها دما بر حسب کلوین بیان می شود. دماهای زیر را به کلوین تبدیل کنید.
(آ) $45^{\circ}C$ (ب) $-28^{\circ}C$ (پ) $230^{\circ}C$
- ۵ نمونه ای از گاز نئون (Ne)، در فشار ۳۰۰ torr حجمی برابر با ۱۰/۰ L دارد. اگر در دمای ثابت، حجم این گاز را به ۲۰/۰ L کاهش دهیم، فشار نهایی آن چقدر خواهد شد؟
پاسخ ۱۵۰ torr
- ۶ یک مخزن نگهداری اکسیژن در بیرون محوطه ساختمان نصب شده و فشار گاز درون آن در ساعت ۶ که دمای هوا $10^{\circ}C$ می باشد، صبح ۲۰ atm است. فشار این گاز درون این مخزن را در ساعت ۶ بعد از ظهر که دما به $30^{\circ}C$ می رسد، حساب کنید.
پاسخ ۲۱/۴ atm
- ۷ تعداد مول های گاز درون یک بالون به حجم ۳۴ L در فشار ثابت از ۳/۲ مول به ۵/۳ مول افزایش می یابد. حجم بالون محتوی گاز در این حالت چقدر است؟ (دما ثابت می ماند).

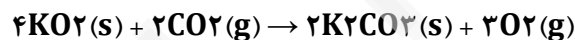
استوکیومتری واکنش گازها - منبع کتاب اصول شیمی اتکینز



می توانیم از ترکیب قانون گازها و ثابت مول برای محاسبه حجم گاز مصرف شده یا تولید شده در واکنش استفاده کنیم. برای مثال، ممکن است نیاز داشته باشیم تا حجم گاز کربن دی اکسید حاصل از سوختن یک سوخت فسیلی، یا حجم گاز اکسیژن مورد نیاز برای واکنش با هموگلوبین در سلول های قرمز خون را حساب کنیم. ما به ترکیب محاسبات مول - مول با تبدیل مول های، مولکول های گاز در حجمی که اشغال کرده اند، نیاز داریم. نمودار نشان داده شده، راهکار استوکیومتری برای تبدیل حجم گاز را نشان می دهد.

مثال محاسبه جرم واکنشگر مورد نیاز با حجم معینی از یک گاز

کربن دی اکسیدی که به طور مصنوعی به وسیله فضانوردان در فضاپیماها و خدمه زیردریایی ها تولید می شود، باید از هوای درون فضاپیما و زیر دریایی خارج شود و اکسیژن جای آن را بگیرد. در زیر دریایی ها دستگاهی طراحی شده که از پتاسیم سوپر اکسید KO_2 استفاده می کند، چون KO_2 با کربن دی اکسید واکنش داده و اکسیژن تولید می کند.



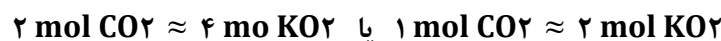
جرم KO_2 مورد نیاز برای واکنش با ۵۰ لیتر گاز کربن دی اکسید در دمای $0^\circ C$ و فشار 1 atm را حساب کنید.

انتظار داریم حجم ۵۰ لیتر کربن دی اکسید در شرایط معمولی حدود ۲ مول CO_2 باشد و بر اساس استوکیومتری واکنش حدود ۴ مول KO_2 نیاز است. چون جرم مولی KO_2 در حدود 71 g.mol^{-1} می باشد، گمان می کنیم جواب نزدیک به ۲۸۰ گرم باشد.

نقشه مفهومی حجم گاز داده شده را به مول تبدیل می کنیم (با استفاده از حجم مولی)، سپس مول های کربن دی اکسید را به مول های KO_2 تبدیل می کنیم (با استفاده از نسبت های مولی)، و سپس جرم KO_2 را حساب می کنیم.

راه حل حجم مولی گاز کربن دی اکسید در شرایط واکنش (شرایط استاندارد)، 22.4 در نظر گرفته می شود.

نسبت استوکیومتری بین CO_2 و KO_2 را از معادله شیمیایی موازنه شده واکنش بدست می آوریم.



جرم مولی KO_2 را پیدا می کنیم.

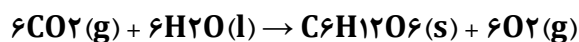
$$39/10 + 2 \times (16/00) \text{ g.mol}^{-1} = 71/10 \text{ g.mol}^{-1}$$

تبدیل حجم CO_2 به جرم KO_2

$$\text{جرم } KO_2 = (50 \text{ L } CO_2) \times \left(\frac{1 \text{ mol } CO_2}{22.4 \text{ L } CO_2} \right) \times \left(\frac{2 \text{ mol } KO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \right) \times \left(\frac{71.1 \text{ g } KO_2}{1 \text{ mol } KO_2} \right) = 37/41 \text{ g } KO_2$$

ارزیابی ۲۹۰ گرم KO_2 ، به جرمی که پیش بینی کرده بودیم (۲۸۰ گرم) نزدیک است.

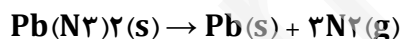
تمرین حجم گاز کربن دی اکسید مورد نیاز برای این که گیاهان بتوانند ۱/۰۰ گرم گلوکز $C_6H_{12}O_6$ را در فرایند فوتوسنتز بسازند حساب کنید. واکنش در فشار ۱ atm و دمای $25^\circ C$ انجام می گیرد و حجم مولی کربن دی اکسید در شرایط آزمایش ۲۴/۴۷ لیتر است.



تمرین واکنش گازهای هیدروژن H_2 و اکسیژن O_2 ، آب مایع H_2O تولید می کند. این واکنش در سلول های سوختی در سفینه های فضایی برای تولید برق انجام می گیرد. در صورتی که ۱۰۰/۰ لیتر گاز اکسیژن در دمای $25^\circ C$ و فشار ۱ atm در واکنش مصرف شود، چند گرم آب تولید خواهد شد؟ (حجم مولی O_2 در شرایط واکنش ۲۴/۴۷ لیتر است.)

وقتی مایع یا جامد به گاز تبدیل می شود، ممکن است تا هزاران برابر افزایش حجم داشته باشیم. حجم مولی گازها در شرایط معمولی (دما و فشار اتاق) نزدیک به 25 L.mol^{-1} است، در حالی که یک مول از مایعات و جامدها فقط حدود چند ده میلی لیتر حجم اشغال می کنند. به عنوان مثال، حجم مولی آب در دمای $25^\circ C$ فقط 18 mL.mol^{-1} می باشد. به دیگر بیان، یک مول از مولکول های گاز در دمای $25^\circ C$ و فشار ۱ atm، بیش از ۱۰۰۰ برابر حجم نسبت به ۱ مول ماده در حالت مایع یا جامد اشغال می کند.

افزایش حجم فراورده های گازی تولید شده در واکنش شیمیایی حتی بیشتر است، به خصوص وقتی مولکول های گاز تولید شده چند برابر مولکول های واکنش دهنده باشد، مانند تولید گازهای CO یا CO_2 حاصل از سوختن سوخت. هنگامی که سرب آزید $Pb(N_3)_2$ ، که به عنوان چاشنی مواد منفجره استفاده می شود، ضربه می خورد، ناگهان حجم زیادی گاز نیتروژن آزاد می شود.



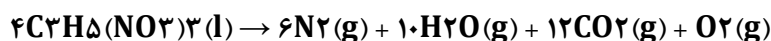
انفجار یک گونه مشابه که در آن از سدیم آزید NaN_3 استفاده می شود، برای پر کردن کیسه هوای خودروها کاربرد دارد. در اثر انفجار چاشنی الکتریکی وقتی وسیله نقلیه در اثر تصادف ناگهان متوقف می شود، واکنش شروع شده و گاز N_2 کیسه را پر می کند.

حجم مولی (در شرایط معین دما و فشار) برای تبدیل مقدار یک واکنش دهنده یا فراورده در واکنش های شیمیایی، به حجم گاز استفاده می شود.

تمرین های پایان درس

۱ فریند هابر برای تولید آمونیاک یکی از مهمترین فرایندهای صنعتی برای زندگی بهتر انسان ها است. این فرایند به طور گسترده در تولید فراورده های کشاورزی، همچنین صنایع پلیمر و دیگر محصولات کاربرد دارد. برای تهیه یک تن ($1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$) آمونیاک NH_3 ، چه حجمی از گاز هیدروژن (بر حسب لیتر) مورد نیاز است. شرایط واکنش را STP در نظر بگیرید.

۲ نیتروگلیسرین که یک مایع حساس به ضربه است، به وسیله واکنش زیر منفجر می شود.



حجم کل گازهای تولید شده در این واکنش را حساب کنید، در صورتی ۱ پوند (۴۵۴ گرم) نیتروگلیسرین منفجر شود. فرض کنید واکنش در شرایط STP انجام گرفته است.

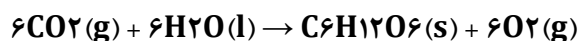
۳ در کدام حالت حجم گاز کربن دی اکسید تولید شده از سوختن متان CH_4 ، بیشتر است؟ شرایط واکنش را STP فرض کنید.

(آ) سوختن ۲/۰۰ لیتر CH_4 (ب) سوختن ۲/۰۰ گرم CH_4

۴ در کدام حالت حجم گاز کربن دی اکسید تولید شده از سوختن اتن C_2H_4 ، بیشتر است؟ شرایط واکنش را STP فرض کنید.

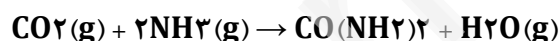
(آ) یک لیتر $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ (ب) ۱/۲۰ گرم $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$

۵ از طریق یک سری واکنش های آنزیمی، طبق واکنش زیر کربن دی اکسید و آب در شرایط فوتوسنتز به گلوکز و اکسیژن تبدیل می شوند.



حجم هوای مورد نیاز برای تولید ۱۰/۰ گرم گلوکز در شرایط طبیعی (فشار ۱ atm و دمای 25°C) را حساب کنید. ۲۰٪ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می دهد و حجم مولی گاز کربن دی اکسید در شرایط واکنش ۲۴/۴۷ لیتر است.

۶ اوره $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ، یک ترکیب طبیعی است که نخستین بار توسط فردریچ وهلر در سال ۱۸۲۸ میلادی از گرما دادن آمونیوم سیانات تهیه شد. سنتز اوره با این روش از این نظر مهم بود که نخستین بار یک ترکیب آلی از مواد غیر آلی (معدنی)، تهیه شد. اوره را همچنین می توان از واکنش کربن دی اکسید با آمونیاک طبق معادله زیر تهیه کرد.



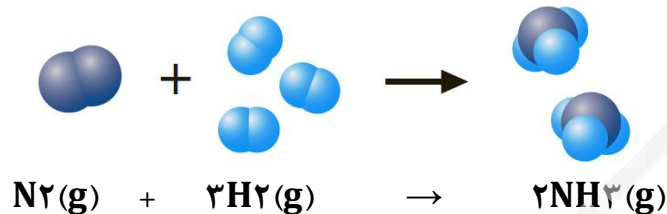
چه حجمی از CO_2 و NH_3 ، برای تولید ۲/۵۰ کیلوگرم اوره نیاز است؟ فرض کنید واکنش به طور کامل انجام می گیرد و شرایط واکنش STP است.

استوکیومتری: روابط کمی در واکنش های شیمیایی – منبع کتاب شیمی عمومی ایننگ

استوکیومتری واکنش، محاسبه مقادیر واکنش دهنده ها و فراورده های موجود در واکنش های شیمیایی است. استوکیومتری واکنش بر اساس معادله شیمیایی و ارتباط بین جرم و مول است. چنین محاسباتی در بیشتر اندازه گیری های کمی در شیمی اهمیت دارند. در ادامه، از فرایند هابر برای تولید آمونیاک در صنعت برای نمایش محاسبات استوکیومتری استفاده می کنیم.

مفهوم مول در یک معادله شیمیایی

در فرایند هابر برای تهیه آمونیاک NH_3 ، نیتروژن (از هواکره) با هیدروژن در دما و فشار بالا واکنش می دهند.



هیدروژن معمولاً از گاز طبیعی یا نفت تهیه می شود که پرمهزینه است. بر همین اساس، هزینه تولید هیدروژن بر تولید آمونیاک تاثیر می گذارد. بنابر این، یک سوال مهم این است، چه مقدار هیدروژن برای تولید مقدار معینی آمونیاک مصرف می شود؟ برای مثال، چه مقدار هیدروژن نیاز است تا ۹۰۷ کیلوگرم آمونیاک تولید شود؟ مشابه این نوع سوال را در پژوهش های شیمیایی و صنعتی می بینیم.

برای پاسخ به چنین سوال های کمی، باید نخست به معادله شیمیایی موازنه شده نگاه کنیم. یک مولکول N_2 و سه مولکول H_2 واکنش می دهند و دو مولکول NH_3 تولید می شود (به مدل مولکولی بالا نگاه کنید). مشابه این مقادیر برای عددهای بزرگتر نیز درست است. برای مثال، $6/022 \times 10^{23}$ مولکول N_2 با $3 \times 6/022 \times 10^{23}$ مولکول H_2 واکنش داده و $2 \times 6/022 \times 10^{23}$ مولکول NH_3 تولید می شود. عبارت آخر را می توان به صورت علمی این گونه بیان کرد: ۱ مول N_2 با ۳ مول H_2 واکنش می دهند و ۲ مول NH_3 تولید می شود.

شما می توانید یک معادله شیمیایی را به هر دو صورت، تعداد مولکول ها (یا تعداد یون ها یا تعداد واحد فرمولی)، و یا تعداد مول ها، بنا به نیاز خود تفسیر کنید.

چون مول را می توان به جرم تبدیل کرد، شما همچنین می توانید معادله شیمیایی را بر حسب جرم تفسیر کنید. جرم مولی N_2 ، H_2 و NH_3 به ترتیب $28/0 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $2/02$ و $17/0$ است. بنابر این ۲۸/۰ گرم N_2 با $3 \times 2/02$ گرم H_2 واکنش می دهند و $2 \times 17/0$ گرم NH_3 تولید می کنند.

خلاصه این سه تفسیر را در زیر مشاهده می کنید.

$\text{N}_2(\text{g})$	+	$3\text{H}_2(\text{g})$	$\rightarrow$	$2\text{NH}_3(\text{g})$	
۱ مولکول N_2	+	۳ مولکول H_2	$\rightarrow$	۲ مولکول NH_3	(تفسیر مولکولی)
۱ مول N_2	+	۳ مول H_2	$\rightarrow$	۲ مول NH_3	(تفسیر مولی)
۲۸/۰ گرم N_2	+	$3 \times 2/02$ گرم H_2	$\rightarrow$	$2 \times 17/0$ گرم NH_3	(تفسیر جرمی)

فرض کنید شما می خواهید بدانید چند گرم نیتروژن اتمسفری برای واکنش با $6/06$ گرم $(2/02 \times 3)$ گرم، هیدروژن نیاز است. از معادله تشکیل شده در بالا می بینید پاسخ $28/0$ گرم N_2 است. این معادله را برای یک مول نیتروژن اتمسفری تنظیم می کنیم. دوباره سوال اولیه را بخوانیم، شما می پرسید چه مقدار هیدروژن (بر حسب کیلوگرم) برای تولید 907 کیلوگرم آمونیاک در روش هابر لازم است. راه حل این مسئله به تعداد مول های شرکت کننده در واکنش متناسب با ضریب های معادله شیمیایی موازنه شده وابسته است. در ادامه روشی برای حل این نوع مسئله ها را شرح می دهیم.

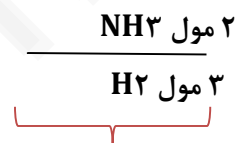
مقدار ماده در یک واکنش شیمیایی

در شرح موازنه واکنش های شیمیایی دیدیم که چگونه می توان مقدار ماده در واکنش را از معادله واکنش موازنه شده به دست آورد. ضریب ها در معادله می تواند واکنش را بر حسب مول تفسیر کند، و برای مثال، با استفاده از این تفسیر می توانید با داشتن مول های واکنش دهنده ها، مول های فراورده ها را محاسبه کنید. همچنین، می توانید این گونه مسئله ها را بر حسب جرم توسعه داده و جرم واکنش دهنده ها و فراورده ها را حساب کنید.

دوباره فرایند هابر برای تولید گاز آمونیاک را در نظر بگیرید. فرض کنید مخلوطی از H_2 و N_2 در اختیار دارید و در این مخلوط $4/8$ مول H_2 با N_2 واکنش می دهد و NH_3 تولید می شود. از این مقدار H_2 ، چند مول فراورده (NH_3) تولید می شود؟ برای پاسخ به سوال هایی مشابه این سوال، فرض کنید مخلوط شامل مقدار کافی از واکنش دهنده دیگر (در این جا N_2) نیز هست.

معادله موازنه شده واکنش انجام شده در فرایند هابر به ما می گوید 3 مول H_2 ، 2 مول NH_3 تولید می کند. می توانید این نسبت ها را به صورت کسر تبدیل بیان کنید.

این کسرهای تبدیل ساده می گویند نسبت
مولی NH_3 به H_2 در این واکنش 2 به 3 است.



تبدیل مول H_2 به مول NH_3

در این کسر تبدیل مقادیر دیگری از H_2 را نیز می توان برای تبدیل مقدار H_2 به مقدار NH_3 با استفاده از معادله شیمیایی موازنه شده به کار برد. توجه داشته باشید در کسر تبدیلی که می نویسید، مقداری را که می خواهید تبدیل کنید در پایین یعنی مخرج کسر (3 مول H_2)، و مقداری را که می خواهید در تبدیل به آن برسید را در بالا یعنی صورت کسر (2 مول NH_3) می نویسید.

برای محاسبه مقدار NH_3 حاصل از $4/8$ مول H_2 ، شما $4/8$ مول H_2 را می نویسید و آن را در کسر تبدیلی که به آن رسیدید ضرب می کنید.

$$4.8 \text{ mol } H_2 \times \frac{2 \text{ mol } NH_3}{3 \text{ mol } H_2} = 3.2 \text{ mol } NH_3$$

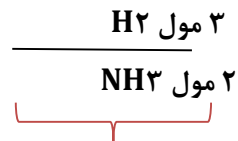
توجه کنید چگونه در جواب به دست آمده برای مول NH_3 ، یکای مول H_2 حذف می شود. در این محاسبه، مول های واکنش دهنده را به مول های فراورده تبدیل کردید.

مول فراورده $\rightarrow$ مول واکنش دهنده

این نتیجه یک محاسبه ساده مول واکنش دهنده مورد نیاز برای تعیین مول فراورده است. شما یک محاسبه ریاضی تبدیل مول فراورده از مول واکنش دهنده انجام دادید.

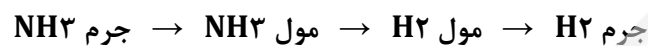
مول واکنش دهنده $\rightarrow$ مول فراورده

برای نوشتن کسر تبدیل، به معادله شیمیایی موازنه شده مراجعه کنید، کمیتی را که تبدیل می کنید در پایین و کمیتی را که با تبدیل به دست می آید را در بالا قرار دهید.



تبدیل مول NH_3 به مول H_2

حالا مسئله ای را که در قسمت قبل مطرح شد در نظر بگیرید: چند کیلوگرم هیدروژن برای واکنش با ۹۰۷ کیلوگرم آمونیاک در فرایند هابر نیاز است؟ معادله شیمیایی موازنه شده مستقیماً مول های مواد را نشان می دهد، و جرم مواد را نشان نمی دهد. بنابراین، این، نخست باید جرم آمونیاک را به مول آن تبدیل کرده، سپس مول های آمونیاک را به مول های هیدروژن تبدیل کنید. در پایان، مول های هیدروژن را به جرم هیدروژن تبدیل می کنید.



قبلاً آموخته اید که چگونه جرم را به مول تبدیل کنید و برعکس.

محاسبه تبدیل ۹۰۷ کیلوگرم NH_3 ، یا $9.07 \times 10^5 \text{ g NH}_3$ گرم NH_3 ، به مول NH_3 به صورت زیر است.

$$9.07 \times 10^5 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17.0 \text{ g NH}_3} = 5.34 \times 10^4 \text{ mol NH}_3$$

تبدیل جرم (بر حسب گرم) NH_3 به مول NH_3

حالا مول NH_3 را به مول H_2 تبدیل می کنیم.

$$5.34 \times 10^4 \text{ mol NH}_3 \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol NH}_3} = 8.01 \times 10^4 \text{ mol H}_2$$

تبدیل مول NH_3 به مول H_2

در پایان، مول H_2 را به گرم H_2 تبدیل می کنیم.

$$8.01 \times 10^4 \text{ mol H}_2 \times \frac{2.02 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 1.62 \times 10^5 \text{ g H}_2$$

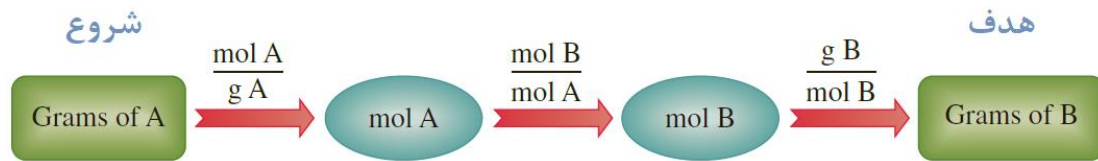
تبدیل مول H_2 به جرم (بر حسب گر) H_2

نتیجه این که برای تهیه ۹۰۷ کیلوگرم NH_3 ، نیاز به $1.62 \times 10^5 \text{ g H}_2$ یا ۱۶۲ کیلوگرم H_2 است.

یک بار دیگر با کسر تبدیل های مجزا احساس راحتی کنید. می توانید این نوع محاسبات را در یک مرحله به وسیله ضرب متوالی کسر تبدیل ها به صورت زیر انجام دهید.

$$9.07 \times 10^5 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17.0 \text{ g NH}_3} \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol NH}_3} \times \frac{2.02 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 1.62 \times 10^5 \text{ g H}_2 \text{ (or 162 kg H}_2\text{)}$$

توجه داشته باشید که یکای مخرج کسر در هر کسر تبدیل به وسیله یکای صورت کسر در کسر تبدیل پیش از آن حذف می شود. شکل زیر نمودار این نوع محاسبات را نشان می دهد.



❖ مراحل یک محاسبه استوکیومتری در یک واکنش جرم ماده A را به مول ماده A تبدیل می کنید، سپس به مول ماده دیگر B، و در پایان به جرم ماده B تبدیل می کنید.

در زیر دو مثال متفاوت از این نوع محاسبات نشان داده شده است.

مثال ارتباط مقدار واکنش دهنده با مقدار فراورده	
	هماتیت نام این کانی آهن از لغت یونانی به معنای خون گرفته شده است، که به خاطر رنگ آن می باشد.
هماتیت Fe_2O_3 یکی از کانی های مهم آهن است، (شکل بالا) از واکنش هماتیت با کربن مونو اکسید CO در کوره بلند می توان فلز آهن را به صورت آزاد استخراج کرد. کربن مونو اکسید در کوره به وسیله سوختن ناقص کربن تولید می شود. واکنش انجام شده به صورت زیر است. $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ از یک کیلوگرم Fe_2O_3، چند گرم آهن به دست می آید؟	تسلط بر مفاهیم در یک معادله شیمیایی موازنه شده، ضریب ها رابطه مول ها را بین واکنش دهنده ها و فراورده ها را نشان می دهند. این ارتباط می تواند برای تبدیل، هنگامی که محاسبات انجام می گیرند استفاده شود. روش حل مسئله بر اساس: • مول ها معادله شیمیایی موازنه شده را شرح می دهند. • جرم مولی • معادله شیمیایی موازنه شده • تحلیل ابعادی (یکاهای) • قواعد برای اعداد اصلی و گرد کردن
راهکار حل مسئله این محاسبات برای تبدیل مقدار Fe_2O_3 به مقدار Fe است. در انجام این محاسبه، مقدار CO کافی برای واکنش با Fe_2O_3 وجود دارد. یک ویژگی این نوع محاسبات این است که باید از معادله شیمیایی موازنه شده برای تبدیل مول های ماده داده شده به مول های مواد دیگر استفاده کرد. بنابر این، نخست جرم Fe_2O_3، $(1/0 \times 10^3 \text{ g Fe}_2\text{O}_3)$ را به مول آن تبدیل کنید. سپس، از معادله شیمیایی موازنه شده برای تبدیل مول های Fe_2O_3 به مول های Fe استفاده کنید. در پایان، مول های Fe را به جرم (بر حسب گرم) Fe تبدیل کنید. راهکار حل این مسئله در نمودار زیر نشان داده شده است.	

شروع g Fe₂O₃ ➔ mol Fe₂O₃ ➔ mol Fe ➔ g Fe	هدف
راه حل محاسبات به صورت زیر است. $1.00 \times 10^3 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{55.8 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 698 \text{ g Fe}$	
تمرین سدیم فلزی نرم است، این فلز فعال به سرعت با آب واکنش داده، گاز هیدروژن و محلول سدیم هیدروکسید NaOH تولید می کند. چند گرم سدیم فلزی نیاز است تا در این واکنش ۷/۸۱ گرم هیدروژن تولید شود؟ (به خاطر داشته باشید ابتدا معادله شیمیایی موازنه شده را بنویسید.)	

مثال ارتباط مقدار دو واکنش دهنده یا مقدار دو فراورده	
امروزه کلر به وسیله تجزیه الکتریکی سدیم کلرید تهیه می شود. قبلاً کلر به وسیله گرما دادن هیدروکلریک اسید HCl با منگنز دی اکسید MnO₂، یک کانی منگنز، تهیه می شد. در آزمایشگاه می توان مقدار کمی کلر را از این واکنش تهیه کرد. $\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnCl}_2(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ چند گرم HCl با ۵/۰۰ گرم منگنز دی اکسید واکنش می دهد؟	تسلط بر مفاهیم در یک معادله شیمیایی موازنه شده، ضریب ها رابطه مول ها را بین واکنش دهنده ها و فراورده ها را نشان می دهند. این ارتباط می تواند برای تبدیل وقتی محاسبات انجام می گیرند استفاده شود. روش حل مسئله بر اساس: • مول ها معادله شیمیایی موازنه شده را شرح می دهند. • جرم مولی • معادله شیمیایی موازنه شده • تحلیل ابعادی (یکاهای) • قواعد برای اعداد اصلی و گرد کردن
راهکار حل مسئله هنگامی که حل مسئله ای مشابه این تمرین را شروع می کنید، توجه داشته باشید و تعیین کنید کدام مقادیر در معادله شیمیایی موازنه شده در نظر گرفته شده اند. در این جا دو واکنش دهنده دارید، که به نسبت ۴ مول HCl و ۱ مول MnO₂ دیده می شوند. در پاسخ این سوال به ارتباط بین HCl و MnO₂ توجه می کنیم. راهکار حل این مسئله در نمودار زیر نشان داده شده است.	
شروع g MnO₂ ➔ mol MnO₂ ➔ mol HCl ➔ g HCl هدف	

راه حل شما مقدار داده شده را می نویسد (۵/۰۰ گرم MnO_2) و این مقدار را به مول تبدیل می کنید، سپس به مول خواسته شده (مول HCl) می رسید. در پایان از مول HCl به جرم (بر حسب گرم) HCl می رسید. محاسبات به صورت زیر است:

$$5.00 \text{ g MnO}_2 \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{86.9 \text{ g MnO}_2} \times \frac{4 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol MnO}_2} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 8.40 \text{ g HCl}$$

تمرین کانی آسفالریت روی سولفید (ZnS) است و یکی از مهمترین منابع فلز روی می باشد. نخستین مرحله در فرایند استخراج Zn از این کانی گرما دادن آن در حضور اکسیژن و تبدیل آن به روی اکسید ZnO و گوگرد دی اکسید SO_2 است. اگر $5/00 \times 10^3$ کیلوگرم روی سولفید در این واکنش شرکت کند، چند کیلوگرم گاز اکسیژن مصرف می شود؟ (نخست معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را بنویسید.)

تمرین جوزف پریستلی شیمی دان انگلیسی اکسیژن را در سال ۱۷۷۴ به وسیله گرما دادن جیوه (II) اکسید HgO تهیه کرد. فرآورده دیگر این واکنش فلز جیوه است. اگر ۶/۴۷ گرم اکسیژن جمع آوری شده باشد، چند گرم فلز جیوه تولید می شود؟

کنترل مفاهیم

واکنش اصلی سوختن زغال چوب و واکنش: $\text{C(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ می باشد. در مورد این معادله شیمیایی کدام موارد زیر درست اند؟ چرا؟

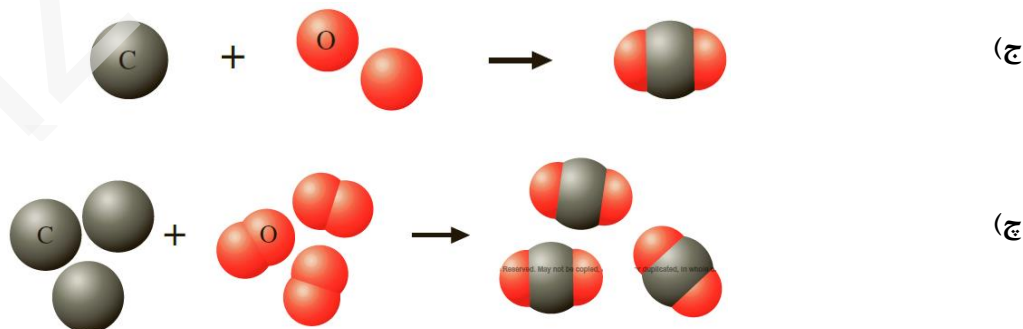
(آ) ۱ اتم C با ۱ مولکول اکسیژن واکنش می دهد و ۱ مولکول CO_2 تولید می کند.

(ب) ۱ گرم کربن با ۱ گرم O_2 واکنش می دهد و ۲ گرم CO_2 تولید می کند.

(پ) ۱ گرم C با ۵/۰ گرم O_2 واکنش می دهد و ۱ گرم CO_2 تولید می کند.

(ت) ۱۲ گرم C با ۳۲ گرم O_2 واکنش می دهد و ۴۴ گرم CO_2 تولید می کند.

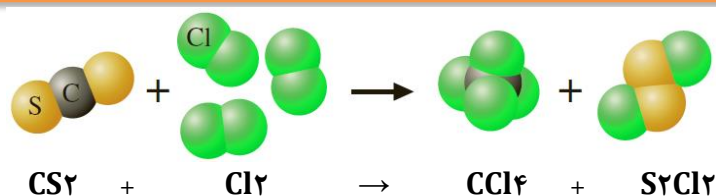
(ث) ۱ مول C با ۵/۰ مول O_2 واکنش می دهد و ۱ مول CO_2 تولید می کند.



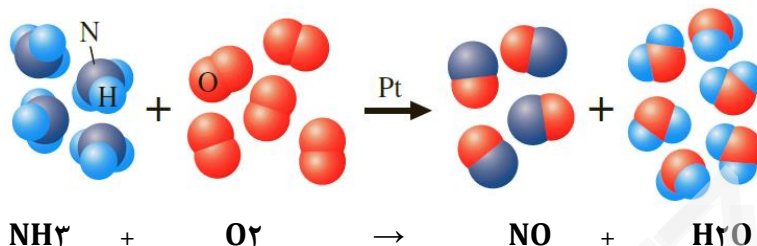
تمرین

۱. اتیلن C_2H_4 در اکسیژن می سوزد و کربن دی اکسید CO_2 و آب تولید می کند. تفسیر معادله واکنش را به صورت مولکولی، مولی و جرمی، در زیر معادله واکنش بنویسید.

۲. کربن تتراکلرید CCl_4 یک حلال و ماده اولیه ساختن فلوئورو کربن ها و یک ماده محرک است. در زیر، نمایش مولکولی واکنشی را نشان می دهد که فرآورده آن کربن تتراکلرید CCl_4 است.



حساب کنید چند گرم کربن دی سولفید CS_2 ، برای واکنش با ۶۲/۷ گرم کلر Cl_2 لازم است. پاسخ ۲۲/۳۷ گرم CS_2
۳. بر اساس واکنش زیر که مدل مولکولی آن نشان داده شده است، مقدار زیادی آمونیاک در حضور کاتالیزگر پلاتین می سوزد و نیتروژن مونو اکسید تولید می شود. این واکنش نخستین مرحله از تولید نیتریک اسید است.



فرض کنید ظرفی دارای ۵/۵ گرم NH_3 در اختیار داریم. چند گرم O_2 برای واکنش با آن نیاز است؟ پاسخ ۱۲/۹۴ گرم O_2
۴. وقتی دی نیتروژن پنتا اکسید N_2O_5 ، (یک جامد سفید رنگ) گرما داده می شود، به نیتروژن دی اکسید و اکسیژن تجزیه می شود. اگر نمونه ای از N_2O_5 در اثر تجزیه ۱/۳۸ گرم O_2 تولید کند، چند گرم NO_2 تشکیل خواهد شد؟ پاسخ ۷/۹۳ گرم

$$2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$$

۵. فلز مس با محلول نیتریک اسید واکنش می دهد. فرض کنید واکنش انجام شده به صورت زیر است. اگر در پایان واکنش ۵/۵۸ گرم $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ مصرف شده باشد، چند گرم نیتروژن مونو اکسید NO تولید خواهد شد؟ پاسخ ۰/۵۹ گرم

$$3\text{Cu}(\text{s}) + 8\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

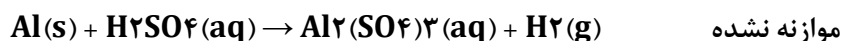
۶. معادله واکنش سوختن پروپن C_3H_6 به صورت زیر است. جرم CO_2 تولید شده هنگامی که ۲/۴۵ گرم C_3H_6 در اکسیژن اضافی می سوزد را حساب کنید. پاسخ ۷/۶۹

$$2\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + 9\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$

۷. در واکنش فسفر سفید P_4 (یکی از دگرشکل های فسفر) با Cl_2 فراورده واکنش PCl_5 است. جرم Cl_2 افزوده شده در واکنش را حساب کنید در صورتی که ۰/۵۷۶ گرم P_4 واکنش دهد. پاسخ: ۳/۲۵



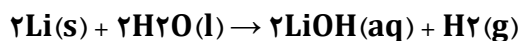
۸. فلز آلومینیم با سولفوریک اسید H_2SO_4 واکنش می دهد، و آلومینیم سولفات و گاز هیدروژن تولید می شود. جرم آلومینیم مصرف شده وقتی ۱۳/۲ گرم هیدروژن H_2 تولید می شود را محاسبه کنید. پاسخ: ۱۱۸



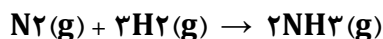
۹. فلز لیتیم با اکسیژن واکنش می دهد و لیتیم اکسید تولید می شود. چند گرم لیتیم اکسید تولید خواهد شد، هنگامی که ۰/۴۵ گرم لیتیم با اکسیژن اضافی در واکنش شرکت کنند. پاسخ: ۰/۹۷



۱۰. چند میلی لیتر گاز هیدروژن بوسیله واکنش 0.223 گرم فلز لیتیم با آب تولید می شود؟ فراورده دیگر واکنش LiOH است و واکنش در شرایط STP انجام می گیرد.



۱۱. چه حجمی از گاز هیدروژن برای واکنش با $2/4$ لیتر گاز نیتروژن در واکنش تهیه آمونیاک مصرف می شود؟ پاسخ: $7/2$ لیتر



راهکار حل مسئله های استوکیومتری واکنش های شیمیایی با استفاده از نقشه مفهومی

مراحل محاسبه واکنش دهنده ها و فراورده ها در واکنش های شیمیایی:

۱. موازنه معادله واکنش
۲. تبدیل جرم داده شده واکنش دهنده یا فراورده به مقدار مول آن
۳. استفاده از معادله موازنه شده برای تنظیم نسبت های مولی مناسب
۴. استفاده از نسبت های مولی مناسب برای محاسبه تعداد مول ماده مورد نظر
۵. تبدیل مول ماده مورد نظر به گرم در صورتی که لازم باشد

نقشه مفهومی برای حل مسئله های استوکیومتری واکنش های شیمیایی در زیر نشان داده شده است

