



خلاصه درس شیمی ۳- فصل اول (استوکیومتری)

در برخی کشورها، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی، به طور مستقیم به خاک تزریق می کنند.

LED: دیود نشر دهنده نور

تغییر فیزیکی: ذوب، تبخیر و میعان

تغییر شیمیایی: زنگ زدن آهن، سوختن کاغذ، ترش شدن شیر، هضم غذا و تنفس

واکنش شیمیایی	طی آن، یک یا چند ماده شیمیایی بر هم اثر می گذارند و مواد شیمیایی تازه ای تولید می کنند. با مبادله انرژی همراه است.
---------------	---

معادله نوشتاری: نام واکنش دهنده، سمت چپ و فرآورده ها، سمت راست نوشته می شود و اطلاعات بیش تری در اختیار نمی گذارد.

معادله نمادی: اگر برای نوشتن معادله یک واکنش از نمادها و فرمول های شیمیایی مواد شرکت کننده استفاده شود، در این صورت

معادله به دست آمده معادله نمادی است.

نمادها برای نشان دادن حالت فیزیکی: جامد (s)، مایع (l)، گاز (g) و محلول (aq)



پتاسیم نیترات سرب (II) کرومات سرب (II) نیترات پتاسیم کرومات

در واکنش دو محلول با یکدیگر، هنگامی واکنش انجام می شود که یک رسوب ایجاد شود.

معادله شیمیایی	نمایش فرمول شیمیایی
	حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فرآورده ها
	شرایط لازم برای انجام واکنش را در اختیار می گذارد.
	اطلاعاتی مانند چگونگی و ترتیب مخلوط کردن واکنش دهنده ها و نکته های ایمنی در بر ندارد.

→ می دهد.	معنای برخی عبارتها یا نمادهای مورد استفاده در معادله های شیمیایی
→ Δ : واکنش دهنده ها گرم می شوند.	
→ 20 atm : واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می شود.	
→ 1200°C : واکنش در دمای 1200°C انجام می شود.	
→ Pd: پالادیوم به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود.	

موازنه واکنش شیمیایی (روش واریسی): معمولاً به ترکیبی که دارای بیش ترین تعداد اتم است، ضریب ۱ می دهند، سپس با توجه به

تعداد اتم های این ترکیب، ضرایبی را به مواد دیگر می دهند تا تعداد اتم های هر عنصر، در دو سوی معادله برابر شود.

انرژی فعال سازی: اغلب برای آغاز یک واکنش به مقدار انرژی نیاز است. به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی، انرژی

فعال سازی می گویند. دادن گرما، تابش نور، ایجاد جرقه، تخلیه الکتریکی یا وارد آوردن یک شوک، مانند زدن ضربه یا افزایش ناگهانی

فشار، این انرژی را تأمین می کند.

کانال شیمی کنکور آقای جعفری: @Jafari_shimi

در معادله موازنه شده ضریب ۱ را نمی نویسیم و ضریب هایی که برای موازنه مواد می نویسیم، باید کوچک ترین عدد صحیح (غیر کسری) ممکن باشد.

ضریب های موجود در معادله موازنه شده، هم معنی مول و هم معنی مولکول می دهند. مثلاً $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ یک مول (یا مولکول) اکسیژن با دو مول (یا مولکول) هیدروژن واکنش می دهد و دو مول (یا مولکول) بخار آب تولید می کند.

سوختن: یک ماده به سرعت و شدت با اکسیژن ترکیب می شود و علاوه بر آزاد کردن مقدار زیادی انرژی به صورت نور و گرما، اغلب ترکیب های اکسیژن دار به وجود می آید.	انواع واکنش های شیمیایی
سنتز یا ترکیب: چند ماده بر هم اثر کرده، فرآورده (ها)ی تازه ای با ساختار پیچیده تر تولید می کند.	
تجزیه: در آن یک ماده به مواد ساده تری تبدیل می شوند.	
جابجایی (جاننشینی یا جایگزینی) یگانه: جای یک عنصر یا یون، در دو ماده، عوض می شود.	
جابجایی دوگانه: معمولاً دو محلول با هم واکنش می دهند و تولید رسوب یا آب می کنند.	

برخی از واکنش ها متعلق به یک دسته نیستند و ویژگی های بیش از یک دسته را دارند.

اگر با آزاد شدن نور و گرمای زیادی همراه باشد، سوختن است.	$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$
اگر به آرامی و بدون شعله با اکسیژن هوا ترکیب شود، واکنش اکسایش است.	

MgO به شکل لایه ای ترد و سفید رنگ، روی فلز براق Mg تشکیل می شود.

$NH_3(g) + HCl(g) \rightarrow NH_4Cl(s)$ گرد سفید رنگ واکنش های بسپارش یا پلیمر شدن، مثل پلی پروپن، پلی اتن و پلی تترا فلئورو اتن (تفلون) پلی پروپن \leftarrow برای تولید ریسمان	سنتز
$CaCO_3(s) \rightarrow CO_2(g) + CaO(s)$ آمونیم دی کرومات $(NH_4)_2Cr_2O_7 \leftarrow$ جامدی بلوری و نارنجی رنگ	تجزیه
$Cl_2(g) + 2KBr(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + Br_2(aq)$ Be ، تنها عنصر قلیایی خاکی است که با آب یا بخار آب داغ واکنش نمی دهد و پایین تر از $600^\circ C$ نیز در هوا اکسایش نمی یابد.	جابجایی یگانه
$Pb(NO_3)_2(aq) + 2KI(aq) \rightarrow PbI_2(s) + 2KNO_3(aq)$ تهیه رسوب $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$ تهیه آب $AgNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + KNO_3(aq)$ رسوب سفید رنگ	جابجایی دوگانه

رنگ برخی از ترکیبات:

گرد Fe	گوگرد (S)	$NaCl$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	PbI_2	$Fe(OH)_3$	Ag_2CrO_4	$K_2Cr_2O_7$
سیاه	زرد	سفید	سفید	زرد	قرمز قهوه ای	قرمز قهوه ای	قرمز

استوکیون (به معنای عنصر) + مترون (به معنای سنجش)	استوکیومتری
بخشی از شیمی است که با نسبت مقدار عنصرها در ترکیبها و نیز ارتباط کمی میان مقادیر مواد شرکت کننده در واکنش های شیمیایی (واکنش دهنده ها و فرآورده ها) سروکار دارد.	
با استفاده از آن می توان بین واکنش دهنده ها و فرآورده ها یک ارتباط کمی برقرار کرد.	
در محاسبه های استوکیومتری، تنها از معادله موازنه شده واکنش استفاده می شود.	

مول: به مقدار 6.02×10^{23} عدد ذره (مولکول، اتم یا یون) یک مول از آن ذره می گویند.

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \leftarrow (N_A) \text{ عدد آووگادرو}$$

$$6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \leftarrow \text{ثابت آووگادرو}$$

اتم گرم (جرم یک مول اتم)
 مولکول گرم (جرم یک مول مولکول) \leftarrow به جای همگی می توانیم از **mol** استفاده کنیم.
 یون گرم (جرم یک مول یون)

* در ترکیب های یونی، مولکول وجود ندارد، به همین دلیل به جای واژه مولکول گرم از واژه جرم مولی، برای آن ها استفاده می شود.

فرمول مولکولی: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

برای محاسبه جرم مولی یک ترکیب، جرم تک تک اتم های موجود در ترکیب مورد نظر را با هم جمع می کنیم.

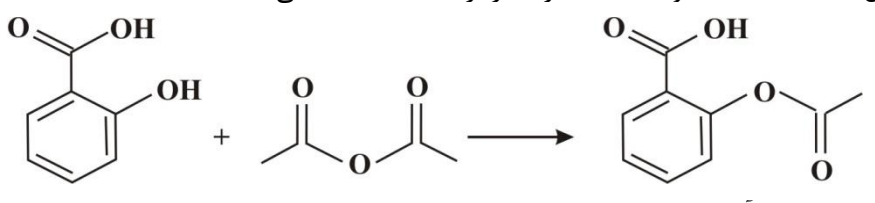
تبدیل تعداد مول به گرم یا برعکس:

$$\text{جرم (g)} \times \frac{1}{\text{جرم مولی}} = \text{تعداد مول (mol)}$$

$$\text{جرم (g)} = \text{تعداد مول (mol)} \times \frac{1}{\text{جرم مولی}}$$

مثال: $3/5 \text{ mol}$ مس چند گرم است؟ $222/4 \text{ g Cu} = 3/5 \text{ mol Cu} \times \frac{63/55 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}}$? $\text{g Cu} = 3/5 \text{ mol Cu} \times \frac{63/55 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}}$

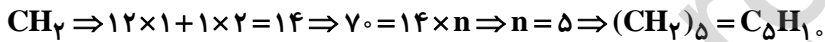
* مس یک فلز سکه زنی است.

به طور طبیعی در پوست درخت بید یافت می شود.	آسپرین
مصرف محلولی از گرد پوست درخت بید، سبب کاهش تب و لرز در بیماران مبتلا به مالاریا می شود.	
از واکنش سالیسیلیک اسید و استیک انیدرید در آزمایشگاه به دست می آیند:	
	
سالیسیلیک اسید + استیک انیدرید → آسپرین	
برای کاهش تب، التهاب، تپش های قلب و سکنه مصرف می کنند.	
فرمول مولکولی آن $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_6$ است.	

کانال شیمی کنکور آقای جعفری: @Jafari_shimi

فرمول تجربی: ساده‌ترین نسبت مولی عنصرهای سازنده یک ترکیب را مشخص می‌کند و از طریق تجزیه عنصری به دست می‌آید.
فرمول مولکولی: برای به دست آوردن فرمول مولکولی، هم به فرمول تجربی و هم به جرم مولی ترکیب مورد نظر احتیاج داریم.
 مثلاً فرمول تجربی CH_2 باشد و جرم مولی آن ۷۰ در این صورت:

$n \times \text{جرم فرمول تجربی} = \text{جرم فرمول مولکولی}$



* در ترکیب‌های یونی، فرمول شیمیایی ترکیب با فرمول تجربی آن، یکسان است

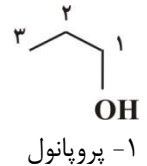
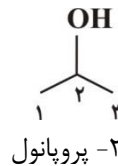
* شیمی‌دان‌ها، جرم اتم‌ها و مولکول‌ها را با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جرمی به دست می‌آورند.

* **تجزیه عنصری:** روشی است که طی آن نوع عنصرهای تشکیل‌دهنده و درصد جرمی هر یک از آن‌ها در ترکیب شیمیایی یاد شده تعیین می‌شود.

* الکل‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی است که یک یا تعداد بیش‌تری گروه عاملی هیدروکسیل ($-\text{OH}$) روی زنجیره کربنی خود دارند و برخی مانند اتیلن گلیکول (۱ و ۲- اتان دی‌آل) و گلیسرین (۱ و ۲ و ۳- پروپان تری‌آل)، به ترتیب دو و سه گروه عاملی دارند.

متانول: معروف به الکل چوب است و از گرم کردن چوب در غیاب اکسیژن تا دمای 400°C به دست می‌آید. (CH_3OH)

اتانول: الکل میوه نام دارد و در اثر تخمیر قندها و کربوهیدرات‌های موجود در میوه‌ها توسط آنزیم‌ها تولید می‌شود. ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
 الکل‌های راست زنجیر هم‌کربن را با مشخص کردن شماره اتم کربنی مشخص می‌کنند که گروه هیدروکسیل به آن متصل شده است.



مثال: تجزیه عنصری ۱- پروپانول نشان می‌دهد که این ترکیب آلی ۶۰٪ کربن، ۳/۱۴٪ و ۲۶/۶٪ اکسیژن تشکیل شده است. فرمول تجربی این ترکیب کدام است؟

برای یافتن ساده‌ترین نسبت مولی عنصرها، تعداد مول هر عنصر را به تعداد مول عنصری که مقدار آن از همه کم‌تر است، تقسیم می‌کنیم.

$$6.0 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} = 0.5 \text{ mol C}$$

$$2.6/6 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16 \text{ g O}} = 0.17 \text{ mol O}$$

$$1.3/4 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1 \text{ g H}} = 1.3/4 \text{ mol H}$$

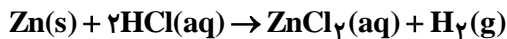
* هنگام انجام محاسبه، برای یافتن ساده‌ترین نسبت مولی عنصرها، عدد نهایی به دست آمده را می‌توانیم حداکثر تا تقریباً یک دهم گرد کنید. مثلاً $5/0.9 \approx 5$ و $4/9.1 \approx 5$

$$\left. \begin{array}{l} \text{C: } \frac{0.5 \text{ mol C}}{0.17} = 2.9 \text{ mol C} \\ \text{H: } \frac{1.3/4 \text{ mol H}}{0.17} = 7.9 \text{ mol H} \\ \text{O: } \frac{0.17 \text{ mol O}}{0.17} = 1 \text{ mol O} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{C}_3\text{H}_8\text{O}$$

K_2CO_3 (پتاسیم کربنات) ← تولید شیشه‌های لوازم الکتریکی

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ ← ماده‌ای معطر و خوش طعم موجود در آناناس

استوکیومتری واکنش: با استفاده از نسبت‌های مولی، می‌توان تعداد مول فراورده‌های به‌دست آمده از واکنش با تعداد مول واکنش‌دهنده‌های مورد نیاز را به‌دست آورد.



مثال: واکنش روبه‌رو را در نظر بگیرید:

(آ) از واکنش 2mol روی با هیدروکلریک اسید، چند مول گاز هیدروژن تولید می‌شود؟

$$? \text{ mol H}_2 = 2 \text{ mol Zn} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 2 \text{ mol H}_2$$

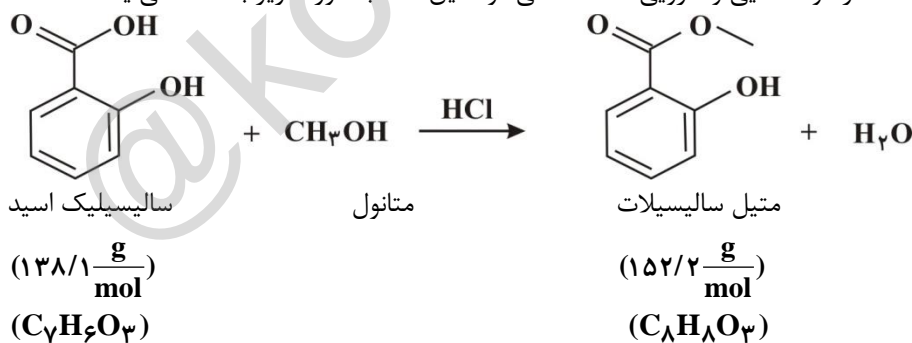
(ب) برای تولید 3mol روی کلرید به چند مول هیدروکلریک اسید نیاز است؟

$$? \text{ mol HCl} = 3 \text{ mol ZnCl}_2 \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol ZnCl}_2} = 6 \text{ mol HCl}$$

روابط جرمی - جرمی در محاسبه‌های استوکیومتری:

برای محاسبه مقدار جرم فراورده (های) حاصل از یک واکنش یا جرم مورد نیاز از واکنش‌دهنده (ها) برای تولید جرم مشخصی از یک فراورده، می‌توان از روابط استوکیومتری استفاده کرد. در چنین مواردی، معادله شیمیایی موازنه شده واکنش، مبنای محاسبه‌های کمی قرار می‌گیرد. استوکیومتری واکنش‌ها بر حسب مول تقسیم می‌شود، بنابراین ابتدا باید به وسیله جرم مولی، جرم ماده داده شده را به مول تبدیل کرد \leftarrow از مول این ماده به مول ماده دیگر می‌رسیم \leftarrow به وسیله جرم مولی ماده، به جرم ماده مورد نظر می‌رسیم.

مثال: متیل سالیسیلات به‌عنوان طعم‌دهنده در مواد غذایی و دارویی، استفاده می‌شود، این ماده به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:



چند گرم سالیسیلیک اسید برای تولید 325g متیل سالیسیلات لازم است؟

$$? \text{ g C}_7\text{H}_6\text{O}_3 = 325 \text{ g C}_8\text{H}_8\text{O}_3 \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_8\text{O}_3}{152/2 \text{ g C}_8\text{H}_8\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6\text{O}_3}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6\text{O}_3} \times \frac{138/1 \text{ g C}_7\text{H}_6\text{O}_3}{1 \text{ mol C}_7\text{H}_6\text{O}_3} = 294/9 \text{ g C}_7\text{H}_6\text{O}_3$$

در صد خلوص مواد: در صنعت و آزمایشگاه، اغلب واکنش‌دهنده‌ها ناخالص‌اند. به بیان دیگر افزون به ماده شیمیایی مورد نظر، برخی ترکیب‌های دیگر نیز در آن‌ها وجود دارند. شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان خلوص یک نمونه، از درصد خلوص استفاده می‌کنند. بنابراین، در حین کار در آزمایشگاه و صنعت برای تأمین مقدار معینی از یک ماده خالص، همواره باید مقدار بیش‌تری از ماده ناخالص در دسترس را به کار برد.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100$$

* یکی از روش‌های تولید گاز کلر در آزمایشگاه، واکنش دادن هیدروکلریک اسید با منگنز (IV) اکسید طبق معادله زیر است:



مثال: برای تهیه 2g گاز کلر، به چند گرم نمونه ناخالص MnO_2 با خلوص 90% نیاز است؟ (ناخالصی‌ها در واکنش شرکت نمی‌کنند.)

$$? \text{ g MnO}_2 = 2 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{70/9 \text{ g Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{86/9 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 24/5 \text{ g MnO}_2$$

$$\text{MnO}_2 \text{ ناخالص} = 24/5 \text{ g MnO}_2 \times \frac{100 \text{ g نمونه ناخالص}}{90 \text{ g MnO}_2} = 27/2 \text{ g}$$

واکنش‌ها:

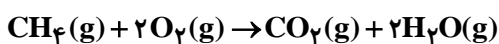
$\text{NaCN(aq)} + \text{AgNO}_3\text{(aq)} \rightarrow \text{AgCN(s)} + \text{NaNO}_3\text{(aq)}$	جاب‌جایی دوگانه
$2\text{K}_3\text{PO}_4\text{(aq)} + 3\text{Ca(NO}_3)_2\text{(aq)} \rightarrow \text{Ca}_3\text{(PO}_4)_2\text{(aq)} + 6\text{KNO}_3\text{(aq)}$	جاب‌جایی دوگانه
$2\text{KMnO}_4\text{(s)} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4\text{(s)} + \text{MnO}_2\text{(s)} + \text{O}_2\text{(g)}$	تجزیه
$\text{Al(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)} + \text{Fe(l)}$	جاب‌جایی یگانه (واکنش ترمیت)
$2\text{KClO}_3\text{(s)} \rightarrow 2\text{KCl(s)} + 3\text{O}_2$	تجزیه (کلرات‌ها)
$2\text{KNO}_3\text{(s)} \rightarrow 2\text{KNO}_2\text{(s)} + \text{O}_2\text{(g)}$	تجزیه (نیترات‌ها)
$\text{CaCO}_3\text{(s)} \rightarrow \text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$	تجزیه (کربنات‌ها)
$\text{Al}_2\text{(SO}_4)_3\text{(s)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3\text{SO}_3\text{(g)}$	تجزیه
$\text{Fe(s)} + \text{S(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS(s)}$	ترکیب
$\text{S(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{SO}_2\text{(g)}$	سوفتن
$4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$	اکسایش
$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{CH}_3 \end{array} \longrightarrow \left(\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ <p>پروپن پلی پروپن</p>	ترکیب: بسپارش (پلیمری شدن)
$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} \longrightarrow \left(\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right)_n$ <p>اتن پلی پروپن</p>	ترکیب: بسپارش (پلیمری شدن)
$n \begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{F} & & \text{F} \end{array} \longrightarrow \left(\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right)_n$ <p>پلی تترا فلئور اتن (تفلون)</p>	ترکیب: بسپارش (پلیمری شدن)
$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{(s)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 4\text{H}_2\text{O(g)} + \text{Cr}_2\text{O}_3\text{(s)}$	تجزیه

کانال شیمی کنکور آقای جعفری: @Jafari_shimi

روابط حجمی گازها در مناسبه‌های استوکیومتری:

گی لوساک \Leftarrow قانون نسبت‌های ترکیبی \Leftarrow در دما و فشار ثابت، گازها با نسبت‌های حجمی معینی با هم واکنش می‌دهند.

این نسبت‌ها به‌طور مستقیم با نسبت ضریب‌های آن‌ها در معادله موازنه شده واکنش متناسب است. مثلاً

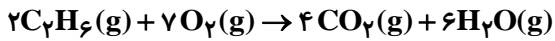
اگر همه مواد شرکت کننده در این واکنش در حالت گازی و در فشار و دمای یکسانی قرار داشته باشند می‌توان گفت که یک حجم گاز CH_4 با دو حجم گاز O_2 واکنش می‌دهد و یک حجم گاز CO_2 و دو حجم گاز H_2O تشکیل می‌شود.

قانون آووگادرو: در فشار و دمای یکسان، یک مول از گازهای مختلف حجم ثابت و برابری دارند.

حجم گازها تابعی از فشار و دمای آنها است از این رو معمولاً حجم گازها را در دمای 0°C (273K) و فشار 1atm (760mmHg) بیان می‌کنند. در این شرایط که به شرایط استاندارد (STP) معروف است، هر مول گاز حجمی برابر $22/4\text{L}$ را اشغال می‌کند. این حجم را حجم مولی گازها در شرایط STP می‌نامند.

در حل بعضی مسائل استوکیومتری مربوط به گازها می‌توان با استفاده از قانون نسبت‌های حجمی، ضریب تبدیل حجمی - حجمی مناسب را از روی معادله موازنه شده واکنش پیدا کرد.

مثال: حجم اکسیژن مورد نیاز و نیز حجم‌های CO_2 و H_2O تولید شده در هنگام سوختن کامل $1/5\text{L}$ گاز اتان:

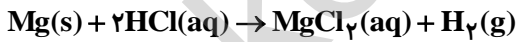


$$\text{مورد نیاز } \text{O}_2 \text{ حجم } 1/5\text{L C}_2\text{H}_6 \times \frac{7\text{LO}_2}{2\text{LC}_2\text{H}_6} = 5/25\text{LO}_2$$

$$\text{تولید شده } \text{H}_2\text{O} \text{ حجم } 1/5\text{L C}_2\text{H}_6 \times \frac{6\text{LH}_2\text{O}}{2\text{LC}_2\text{H}_6} = 4/5\text{LH}_2\text{O}$$

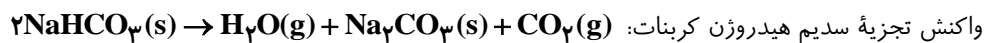
$$\text{تولید شده } \text{CO}_2 \text{ حجم } 1/5\text{L C}_2\text{H}_6 \times \frac{4\text{LCO}_2}{2\text{LC}_2\text{H}_6} = 3\text{LCO}_2$$

مثال: در شرایط استاندارد چند لیتر گاز H_2 از واکنش $4/8\text{g}$ منیزیم با مقدار اضافی هیدروکلریک اسید تولید می‌شود؟

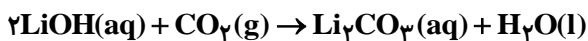
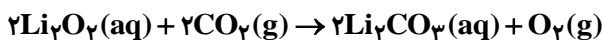


$$4/8\text{g Mg} \times \frac{1\text{mol Mg}}{24\text{g Mg}} \times \frac{1\text{mol H}_2}{1\text{mol Mg}} \times \frac{22/4\text{LH}_2}{1\text{mol H}_2} = 4/48\text{LH}_2$$

در مواردی که واکنش در شرایطی غیر از STP انجام می‌شود می‌توان با استفاده از چگالی گازها، مقدار جرم آنها را به حجم یا برعکس تبدیل کرد.



برای تصفیه هوای درون فضاپیماها مطابق واکنش‌های زیر از تأثیر کربن دی‌اکسید بر لیتیم پراکسید یا لیتیم هیدروکسید استفاده می‌شود: در بین این دو واکنش اول مناسب‌تر است چون اکسیژن مورد نیاز برای تنفس فضانوردان را تأمین می‌کند.



* هر فضانورد در طی شبانه‌روز به‌طور متوسط 2mol کربن دی‌اکسید تولید می‌کند. اگر از واکنش اول برای تصفیه هوا استفاده شود و در این واکنش همه کربن دی‌اکسید تولید شده به مصرف برسد، مقدار اکسیژن تولید شده در یک شبانه‌روز چند لیتر خواهد بود؟ (چگالی اکسیژن

$$1/4 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$? \text{LO}_2 = 2\text{mol CO}_2 \times \frac{1\text{mol O}_2}{2\text{mol CO}_2} \times \frac{32\text{g O}_2}{1\text{mol O}_2} \times \frac{1\text{LO}_2}{1/4\text{g O}_2} = 228/5\text{LO}_2$$

* واکنش ترمیت: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Fe}(\text{l})$. از آهن مذاب تولید شده برای جوشکاری استفاده می‌کنند.

واکنش دهنده محدودکننده:

* اگر برای واکنش $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ ، ۲ مول هیدروژن را با ۲ مول اکسیژن واکنش دهیم ، ابتدا ۲ مول H_2 با یک مول O_2 واکنش می‌دهند و $2\text{mol } H_2O$ تولید می‌کند و از طرفی ۱ مول O_2 هنوز باقی مانده که می‌تواند واکنش دهد اما دیگر هیدروژنی وجود ندارد که بتواند با اکسیژن واکنش دهد و آب تولید کند. پس در این جا هیدروژن محدودکننده است.

* در حالت کلی به واکنش دهنده‌ای که به‌طور کامل مصرف می‌شود، واکنش دهنده محدودکننده می‌گویند.

* هر چند نسبت‌های مولی مواد در واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی جرم به دست می‌آید اما در آزمایشگاه و صنعت می‌توانیم به‌طور اختیاری مقدار یکی از واکنش دهنده‌ها را کم‌تر از مقدار استوکیومتری آن به کار ببریم تا از مصرف کامل آن اطمینان حاصل کنیم.

* انتخاب محدودکننده در صنعت به عوامل متعددی مانند قیمت، سهولت کاربرد و ... بستگی دارد. برای مثال در واکنش

$2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2$ از کربن به‌عنوان واکنش دهنده اضافی استفاده می‌کنند چون ارزان‌تر است.

* مقدار فرآورده تولید شده به مقدار محدودکننده بستگی دارد.

برای پیدا کردن محدودکننده باید ابتدا مقدار واکنش دهنده‌ها را به مول تبدیل کنیم و مول آن‌ها را تقسیم بر ضریب استوکیومتری شان کنیم. هر کدام که این مقدار برای آن‌ها کم‌تر بود، واکنش دهنده محدودکننده است.

مثال: طبق واکنش زیر از واکنش کامل 356g CO و 65g H_2 چند گرم متانول به دست می‌آید؟ 



ابتدا محدودکننده را پیدا می‌کنیم:

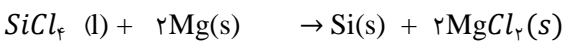
$$\left. \begin{aligned} 356\text{g CO} \times \frac{1\text{mol CO}}{28\text{g CO}} &= 12.71\text{mol CO} \\ 65\text{g H}_2 \times \frac{1\text{mol H}_2}{2\text{g H}_2} &= 32.5\text{mol H}_2 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \div \\ \text{ضریب} \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} 12.71 \\ 16.25 \end{array}$$

در نتیجه CO محدودکننده است.

$$12.71\text{mol CO} \times \frac{1\text{mol } CH_3OH}{1\text{mol CO}} \times \frac{32\text{g } CH_3OH}{1\text{mol } CH_3OH} = 406.72\text{g } CH_3OH$$

* متانول (CH_3OH): به عنوان یک حلال صنعتی و واکنش دهنده مناسب برای تولید بسیاری از مواد شیمیایی در صنعت شناخته می‌شود. به تازگی در برخی کشورها به‌عنوان یک سوخت تمیز برای خودروها به کار می‌رود.

* سیلیسیم خالص تولید شده در واکنش زیر در تراشه‌های الکترونیکی و در سلول‌های خورشیدی به کار می‌روند.



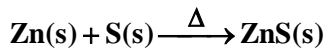
بازده واکنش‌های شیمیایی:

در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مقدار فرآورده‌های به دست آمده کم‌تر از مقدار محاسبه شده است. مقدار فرآورده مورد انتظار از محاسبه‌های استوکیومتری، مقدار نظری واکنش است در حالی که مقدار عملی یعنی مقدار فرآورده‌ای که در عمل تولید می‌شود، اغلب کم‌تر از مقدار نظری

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

شیمی‌دان‌ها همواره در جهت افزایش بازده درصدی فرایندهای صنعتی و آزمایشگاهی تلاش می‌کنند، با این حال بازده اغلب واکنش‌ها کم‌تر از صد در صد است.

مثال: برای تولید روی سولفید از واکنش روبه‌رو استفاده می‌شود. در یک آزمایش 36 g روی را با 3 g گوگرد واکنش داده‌اند و مقدار $42/5\text{ g}$ روی سولفید به‌دست آورده‌اند. بازده درصدی این واکنش را حساب کنید.



$$36\text{ g Zn} \times \frac{1\text{ mol Zn}}{65\text{ g Zn}} = 0/554\text{ mol Zn} \quad 0/554$$

ضریب \rightarrow

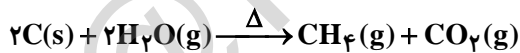
در نتیجه روی محدودکننده است.

$$30\text{ g S} \times \frac{1\text{ mol S}}{32\text{ g S}} = 0/9375\text{ mol S} \quad 0/9375$$

$$0/554\text{ mol Zn} \times \frac{1\text{ mol ZnS}}{1\text{ mol Zn}} \times \frac{97\text{ g ZnS}}{1\text{ mol ZnS}} = 53/72\text{ g ZnS} \quad \text{مقدار نظری}$$

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}} \times 100 \Rightarrow \text{بازده درصدی واکنش} = \frac{42/5\text{ g}}{53/72\text{ g}} \times 100 = 79/11\%$$

مثال: طبق واکنش زیر در صورتی که بازده درصدی واکنش 85% باشد چند کیلوگرم متان از واکنش 2 kg زغال سنگ با مقدار اضافی بخار آب به‌وجود می‌آید؟



$$2\text{ kg C} \times \frac{1\text{ mol C}}{12\text{ g C}} \times \frac{1\text{ mol CH}_4}{2\text{ mol C}} \times \frac{16\text{ g CH}_4}{1\text{ mol CH}_4} = 1/33\text{ kg CH}_4 \quad \text{مقدار نظری}$$

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{مقدار عملی}} \times 100 \Rightarrow 85 = \frac{1/33\text{ kg CH}_4}{\text{مقدار عملی}} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار عملی} = 1/13\text{ kg CH}_4$$

* اتر به دسته‌ای از ترکیبات آلی گفته می‌شود که در ساختار آن‌ها یک اتم اکسیژن به دو اتم کربن متصل شده است. دی‌متیل اتر $(\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3)$ ساده‌ترین اتر است.

دی‌اتیل اتر $(\text{H}_5\text{C}_2-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5)$ شناخته شده‌ترین اتر است. این مایع فرار و آتش‌گیر در گذشته به‌عنوان بی‌هوش کننده کاربرد گسترده‌ای داشت، اما به دلیل اثر نامطلوب آن روی مجاری تنفسی و احتمال آتش‌گیری و انفجار امروزه به ندرت از آن استفاده می‌شود.



کیسه‌های هوا:

هنگام برخورد شدید خودرو، کیسه‌هایی که در جلوی خودرو تعبیه شده‌اند، به سرعت از گاز پر می‌شوند و از برخورد سرنشینان به شیشه و قسمت جلوی اتاق، جلوگیری به عمل می‌آورند.

تولید گاز در این کیسه‌ها به علت انجام سریع یک واکنش شیمیایی است. حسگرهایی در قسمت جلوی خودرو تعبیه شده‌اند که در هنگام برخورد شدید، فعال می‌شوند و باعث منفجر شدن یک کلاهک انفجاری کوچک می‌شوند. این انفجار، انرژی مورد نیاز برای آغاز واکنشی را فراهم می‌سازد که مولد گاز نام دارد.

گازی که به سرعت کیسه‌ها را پر می‌کند، گاز نیتروژن (N_2) است. این گاز از واکنش تجزیه‌ای زیر فراهم می‌شود:

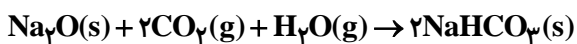


(سدیم آزید)

این واکنش به تنهایی نمی‌تواند باعث پر شدن ناگهانی کیسه‌ها شود به‌علاوه در این واکنش سدیم فلزی نیز تولید می‌شود که ماده فعال (واکنش‌پذیر) و خطرناکی است برای حل این مشکل از واکنش بسیار سریع آهن (III) اکسید با سدیم فلزی استفاده می‌شود:

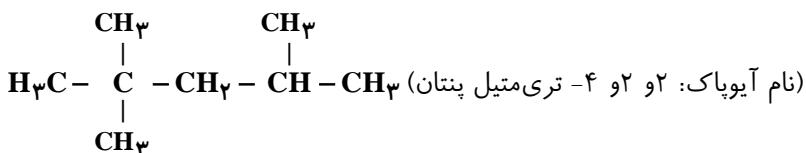


این واکنش دما را به طور ناگهانی تا بیش از یکصد درجه بالا می‌برد و باعث انبساط سریع گاز درون کیسه‌ها می‌شود. سدیم اکسید حاصل در اثر مجاورت با کربن دی‌اکسید و رطوبت هوا به سدیم هیدروژن کربنات که ماده‌ای بی‌خطر است تبدیل می‌شود.



افزایش کارایی موتورها:

بنزین یک ماده شیمیایی ساده نیست و مخلوطی از چند هیدروکربن متفاوت با ۵ تا ۱۲ اتم کربن است. به‌طور میانگین می‌توان بنزین مورد استفاده از خودروها را ایزواکتان خالص (با ۸ اتم کربن) در نظر گرفت و معادله نمادی سوختن بنزین را برای آن به‌صورت زیر نوشت:



دو واکنش‌دهنده باید در یک نسبت نزدیک به نسبت‌های استوکیومتری با هم واکنش دهند. بنابراین راه مناسب به‌سوزی موتور، تنظیم عملی نسبت هوا به سوخت است. اگر هر کدام از واکنش‌دهنده‌ها به مقدار بیش‌تر از نسبت استوکیومتری استفاده شود. موتور کارایی خوبی نخواهد داشت و حتی ممکن است خاموش شود. کارکرد ناقص موتور خودرو که به‌واسطه سوختن ناقص بنزین به وقوع می‌پیوندد، نه تنها باعث کاهش توان خودرو می‌شود بلکه مصرف سوخت را بالا می‌برد و این خود افزایش آلودگی هوا را در پی خواهد داشت.