

فکس

مؤسسه آموزش فرهنگی



شیمی ۳

بخش اول:

واکنش‌های شیمیایی و استوکیومتری

WWW.KONKURIST.COM



FORUM.KONKURIST.COM

MOSHAVERE.KONKURIST.COM

بخش اول

واکنش‌های شیمیایی استوکیومتری

تغییرات فیزیکی و شیمیایی

تغییر فیزیکی:

در تغییر فیزیکی تنها حالت فیزیکی ماده دچار تغییر می‌شود و ساختار ذره‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن تغییری نمی‌کند.

تغییر شیمیایی:

در تغییر شیمیایی ساختار ذرات تشکیل‌دهنده، تغییر می‌کند.

نکته: فیزیکی و شیمیایی بودن واکنش‌ها یک طیف است و ممکن است یک واکنش بیشتر جنبه‌ی شیمیایی یا بیشتر جنبه‌ی فیزیکی داشته باشد.

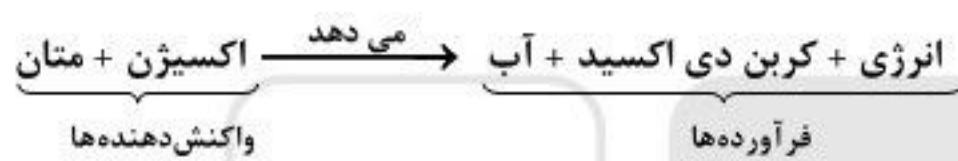
نکته: واکنش‌های شیمیایی ممکن است با آزاد کردن انرژی به صورت نور، گرما یا صوت همراه باشند و تولید یک گاز، تشکیل یک رسوب یا یک تغییر رنگ را در پی داشته باشند.

نمایش واکنش‌های شیمیایی

واکنش شیمیایی:

توصیفی است برای یک تغییر شیمیایی که طی آن یک یا چند ماده‌ی شیمیایی به یک یا چند ماده‌ی شیمیایی دیگر تبدیل می‌شوند.

معادله‌ی نوشتاری: معادله‌ای که به وسیله‌ی آن واکنش شیمیایی توصیف می‌شود. مثال:



• معادله واکنش شیمیایی

معادله‌ی نمادی: معادله‌ای که در آن برای نمایش اتم‌ها و مولکول‌های شرکت کننده در یک واکنش از نمادها و فرمول‌های شیمیایی استفاده می‌شود. مثال:



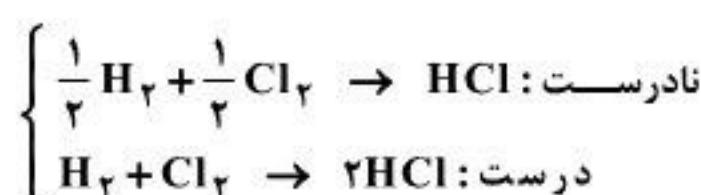
• همه‌ی واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند، بدین معنی که در طی یک واکنش شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بلکه پس از انجام واکنش همان اتم‌ها به شیوه‌ی دیگری به هم متصل می‌شوند.

موازنی واکنش‌های شیمیایی

• **معادله موازن نشده:** از آن جایی که در یک واکنش شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود بلکه پس از انجام واکنش همان اتم‌ها به شیوه‌ی دیگری به هم متصل می‌شوند، پس تعداد اتم‌ها در دو طرف معادله باید یکسان باشد. در غیر این صورت معادله‌ی واکنش را «موازن نشده» می‌گویند.

• **معادله موازن شده:** به معادله‌ی شیمیایی‌ای گفته می‌شود که تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله یکسان باشد.

• بر طبق قرارداد ضرایب موجود در یک معادله‌ی شیمیایی موازن شده، بایستی کوچک ترین عدد صحیح (غیرکسری) ممکن باشد. مثال:



• **روش وارسی:** روشی گام به گام است که با کمک آن می‌توان یک معادله‌ی شیمیایی را به صورت ساده‌تولی موازن کرد.

درس نامه‌ی «موازنی و اکنش‌های شیمیایی»

گام اول: معادله‌ی موازننده‌ی واکنش را بنویسید. این معادله نشان‌دهنده‌ی فرمول شیمیایی درست واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌هاست. سپس تعداد اتم‌های هر عنصر را در دو طرف معادله بشمارید.

گام دوم: با وارد کردن ضرایب مناسب، تعداد اتم‌های عنصرهایی را موازن کنید که در طرف راست یا چپ معادله فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارد.

گام سوم: با شمارش تعداد اتم هر یک از عنصرهای موجود در دو طرف معادله جدید و به کار بودن ضرایب مناسب، تعداد اتم‌های دیگر عنصرها را موازن کنید.

گام چهارم: در صورت پیدایش ضرایب کسری در معادله‌ی واکنش، همه‌ی ضرایب را در کوچک‌ترین عدد ممکن ضرب کنید؛ به نحوی که همه‌ی ضرایب به عده‌های صحیح تبدیل شوند. باز دیگر برابری تعداد اتم‌های هر عنصر را در دو طرف معادله امتحان کنید.

موازنی و اکنش‌های شیمیایی به روش وارسی:

- در «روش وارسی» مرحله‌های اول و چهارم فرقی نمی‌کند فقط مرحله‌ی دوم و سوم به این قرار است: انتخاب ترکیبی که «بیشترین تعداد اتم» را دارد. این ترکیب می‌تواند یک واکنش‌دهنده یا فرآورده باشد. موازنی کردن را از عنصری در این ترکیب آغاز می‌کنیم که بیشترین تعداد اتم‌ها را دارد. این عنصر نباید H و O باشد. در ضمن یون‌های چند اتمی موجود در دو طرف معادله را به صورت یک ترکیب واحد درنظر بگیرید و سپس آن‌ها را موازنی کنید.

نکته‌اول: در اغلب موارد برای آسان شدن موازنی می‌توانید ابتدا فلز، سپس نافلز و بعد هیدروژن (H) و در آخر اکسیژن (O) را موازنی کنید.

نکته‌دوم: چه با روش وارسی و چه با روش قبلی موازنی و اکنش فرقی نمی‌کند. بنابراین با هر کدام که راحت‌تر هستید کار کنید.

تذکر: پیشنهاد می‌شود به منظور سرعت بخشیدن به موازنی کردن یک معادله شیمیایی از نوشتن تعداد اتم‌ها برای تک‌تک عنصرها در زیر معادله‌ی واکنش خودداری کنید و پس از شمارش در صورت یکسان بودن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف، تنها با گذاشتن علامت ✓ روی ترکیب‌های تشکیل شده از آن عنصر، برابری تعداد اتم‌های آن عنصر را مشخص کنید.

نکته‌سوم: در شمارش تعداد عنصرها در هر طرف معادله‌ی واکنش اگر یون‌های چند اتمی را به صورت یک ترکیب واحد درنظر گرفته‌اید نباید تعداد اتم‌های موجود در آن یون‌های چند اتمی را هم بشمارید. برای مثال در معادله‌ی $3\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$ برای موازنی تعداد اتم‌های اکسیژن نمی‌شماریم.



مفاهیم و نکات:

- از یک معادله‌ی شیمیایی، می‌توان به فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها و نیز شرایط لازم برای انجام واکنش پی برد. اما اطلاعاتی چون چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش‌دهنده‌ها و نکات ایمنی حاصل نمی‌شود. در اینجا به تعدادی از این موارد اشاره می‌کنیم:

بعضی عبارت‌ها یا نمادهای مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی

معنا	نماد
تولید می‌کند یا می‌دهد.	\rightarrow
واکنشی که در آن فرآورده‌ها نیز می‌توانند به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند (حالت تعادلی)، نتیجه‌ی نهایی مخلوطی از فرآورده‌ها و واکنش‌دهنده‌هاست.	\rightleftharpoons
واکنش‌دهنده‌ها گرم شده‌اند.	$\xrightarrow{\Delta}$ یا $\xrightarrow{\Delta}$
فشاری که در آن واکنش انجام می‌شود.	$\xrightarrow{20\text{ atm}}$
دماهی که در آن واکنش انجام می‌شود.	$\xrightarrow{1200^\circ\text{C}}$
نماد یا فرمول شیمیایی یک کاتالیزگر	$\xrightarrow{\text{Pd}}$

معنای نمادهای به کار رفته در معادله‌های شیمیایی

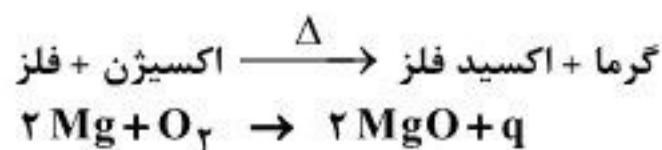
معنا	نماد
جامد	(s)
گاز	(g)
مایع	(l)
محلول آبی	(aq)

انواع واکنش‌های شیمیایی:

- تمام واکنش‌های شیمیایی را می‌توان در پنج دسته‌ی واکنش‌های شیمیایی سوختن، ترکیب، تجزیه، جابه‌جایی (جانشینی یا جایگزینی) یگانه و جابه‌جایی دوگانه تقسیم‌بندی کرد.

درس‌نامه‌ی «واکنش سوختن»

- واکنش سوختن: واکنشی است که طی آن یک ماده به سرعت با اکسیژن ترکیب و طی آن مقدار زیادی انرژی به صورت نور و گرما آزاد می‌شود.
- امروزه هنوز هم از واکنش سوختن برای تولید انرژی استفاده می‌کنند، زیرا سوخت‌های فسیلی اصلی ترین و ارزان‌ترین منبع تولید انرژی هستند.
- به عنوان مثال واکنش سوختن نوار منیزیم که با آزاد شدن نور و گرمای زیاد همراه است.



یادآوری: البته Mg به آرامی و بدون شعله نیز با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود. در این واکنش هم MgO تولید می‌شود، ولی این فرآیند را سوختن نمی‌نامیم. به این نوع واکنش اکسایش می‌گویند.

- علاوه بر سوختن هیدروکربن‌ها، واکنش فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی و نیز بعضی مواد دیگر با اکسیژن، از نوع سوختن هستند و با آزاد کردن گرما و نور شدید همراهند. بنابراین واکنش‌های زیر از واکنش‌های سوختن به شمار می‌روند:

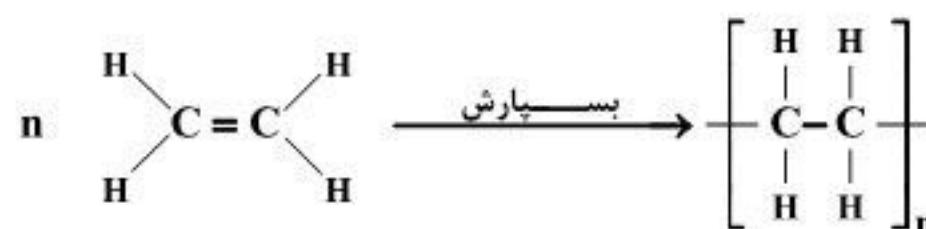
۱)	هیدروکربن	+	اکسیژن	$\xrightarrow{\Delta}$	کربن دی‌اکسید	+	آب	+	گرما
	CH_4	+	O_2	$\xrightarrow{\Delta}$	CO_2	+	$2\text{H}_2\text{O}$	+	q
۲)	فلزقلیایی	+	اکسیژن	$\xrightarrow{\Delta}$	اکسید فلز قلیایی	+	گرما		
	4Na	+	O_2	$\xrightarrow{\Delta}$	$2\text{Na}_2\text{O}$	+	q		
۳)	فلزقلیایی خاکی	+	اکسیژن	$\xrightarrow{\Delta}$	اکسید فلز قلیایی خاکی	+	گرما		
	2Mg	+	O_2	$\xrightarrow{\Delta}$	2MgO	+	q		
۴)	بسیاری از نافلزات	+	اکسیژن	\rightarrow	اکسید نافلزی	+	گرما		
	C	+	O_2	\rightarrow	CO_2	+	q		
	S	+	O_2	\rightarrow	SO_2	+	q		

درس‌نامه‌ی «واکنش ترکیب»

- واکنش ترکیب واکنشی است که در آن چند ماده با هم ترکیب می‌شوند و فرآورده‌ی یا فرآورده‌های تازه‌ای با ساختاری پیچیده‌تر تولید می‌کنند. دسته بندی زیر تعدادی از واکنش‌های ترکیبی مهم را معرفی می‌کند که دانستن آن‌ها در حل بعضی مسائل کمک می‌کند:

۱)	نافلز	+	اکسیژن	\rightarrow	(اکسید اسیدی) اکسید نافلز
	C	+	O_2	\rightarrow	CO_2
۲)	اکسید نافلز	+	آب	\rightarrow	اسید
	CO_2	+	H_2O	\rightarrow	H_2CO_3
۳)	فلز	+	اکسیژن	\rightarrow	(اکسید بازی) اکسید فلز
	4Na	+	O_2	\rightarrow	$2\text{Na}_2\text{O}$
۴)	اکسید فلز	+	آب	\rightarrow	(هیدروکسید فلز) باز
	Na_2O	+	H_2O	\rightarrow	2NaOH
۵)	اکسیدنافلز	+	اکسیدنافلز	\rightarrow	نمک
	Na_2O	+	SO_2	\rightarrow	Na_2SO_3
۶)	آمونیاک	+	اسید	\rightarrow	نمک آمونیوم
	2NH_3	+	H_2SO_4	\rightarrow	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
۷)	آمونیاک	+	هیدروژن‌هالید	\rightarrow	نمک آمونیوم‌هالید
	NH_3	+	HCl	\rightarrow	NH_4Cl
۸)	هیدروژن	+	اکسیژن	$\xrightarrow{\text{حرقه}}$	آب
	2H_2	+	O_2	$\xrightarrow{\text{حرقه}}$	$2\text{H}_2\text{O}$

۹) واکنش پلیمر شدن (بسپارش) که طی آن درشت مولکول هایی به نام پلیمر (بسپار) به دست می آیند نیز از جمله واکنش های ترکیبی است. هرگاه n مولکول کوچک (مونومر) با یکدیگر ترکیب شوند و یک مولکول بزرگ (پلیمر یا بسپار) تولید کنند، به این عمل پلیمر شدن (بسپارش) گویند که یک واکنش ترکیبی است.



در اینجا لازم می دانیم تعدادی از اکسیدهای نافلزی (اکسیدهای اسیدی) را که در ترکیب با آب، اسیدهای مشهور تولید می کنند به شما معرفی کنیم:

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$	کربنیک اسید
$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$	سولفورو اسید
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	سولفوریک اسید
$\text{N}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_2$	نیترو اسید
$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$	نیتریک اسید
$\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO}$	هیپوکلرو اسید
$\text{Cl}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO}_2$	کلرو اسید
$\text{Cl}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO}_3$	کلریک اسید
$\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO}_4$	پر کلریک اسید
$\text{P}_4\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_3$	فسفورو اسید
$\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4$	فسفریک اسید

۱- بد نیست بدانید H_2CO_3 و H_2SO_4 دو اسید ضعیف و تجزیه نمی‌ذیرند.

۲- NH_3 در آب یا هر مقابل مواد اسیدی با جذب H^+ به NH_4^+ (یون آمونیوم) تبدیل شده که در کنار یون منفی یا بینیان باقی مانده یک مادهٔ بیونی به وجود می‌آورد. بدینهی است در مقابل اسیدهای نمک و در مقابل آب، هیدروکسید آمونیوم به وجود می‌آورد:



درس نامه‌ی واکنش تجزیه

- واکنش تجزیه واکنشی است که در آن یک ماده به مواد ساده‌تری تبدیل می‌شود.
- واکنش‌های تجزیه قانون محدود نیستند، بنابراین باید واکنش‌هایی را که در کتاب درسی به آن‌ها اشاره شده است حفظ باشید.

انواع مهم واکنش تجزیه

۱)	بی کربنات فلز	$\xrightarrow{\Delta}$	کربنات فلز	+	آب	+	کربن دی اکسید
	2NaHCO_3	$\xrightarrow{\Delta}$	Na_2CO_3	+	H_2O	+	CO_2
۲)	کربنات فلز	$\xrightarrow{\Delta}$	اکسید فلز	+	کربن دی اکسید		
	CaCO_3	$\xrightarrow{\Delta}$	CaO	+	CO_2		
۳)	کلرات فلز	$\xrightarrow{\Delta}$	کلرید فلز	+	اکسیژن		
	2KClO_3	$\xrightarrow{\Delta}$	2KCl	+	O_2		
۴)	نیترات فلز	$\xrightarrow{\Delta}$	نیتریت فلز	+	اکسیژن		
	2KNO_3	$\xrightarrow{\Delta}$	2KNO_2	+	O_2		
۵)	اکسید برخی فلزها	$\xrightarrow{\Delta}$	فلز	+	اکسیژن		
	2HgO	$\xrightarrow{\Delta}$	2Hg	+	O_2		
۶)	اسید اکسیژن دار	$\xrightarrow{\Delta}$	آب	+	اکسید نافلز		
	H_2CO_3	$\xrightarrow{\Delta}$	H_2O	+	CO_2		

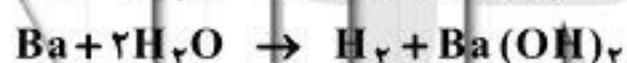
۷)	نمک متبلور (آب دار)	$\xrightarrow{\Delta}$	نمک بی آب	+	آب
	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\xrightarrow{\Delta}$	BaCl_2	+	$2\text{H}_2\text{O}$
۸)	آب	$\xrightarrow{\text{برقکافست}}$	هیدروژن	+	اکسیژن
	$2\text{H}_2\text{O}$	$\xrightarrow{\text{برقکافست}}$	2H_2	+	O_2
۹)	نمک مذاب	$\xrightarrow{\text{برقکافست}}$	فلز	+	نافلز
	$2\text{NaCl}_{(l)}$	$\xrightarrow{\text{برقکافست}}$	2Na	+	Cl_2
۱۰)	اسید	$\xrightarrow{\Delta}$	هیدرونیوم	+	بنیان اسید
	H_2SO_4	$\xrightarrow{\Delta}$	H^+	+	HSO_4^-
۱۱)	باز	$\xrightarrow{\Delta}$	هیدروکسید	+	کاتیون فلزی
	NaOH	$\xrightarrow{\Delta}$	OH^-	+	Na^+

درس نامه‌ی «واکنش جابه‌جایی یگانه»

در واکنش جابه‌جایی یگانه یک عنصر جایگزین عنصر یا یون دیگری در یک ترکیب می‌شود.

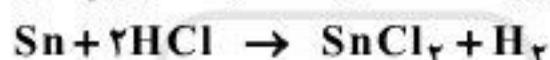
توجه: یک اصل کلی: اگر یک واکنش جابه‌جایی یگانه در جهتی انجام پذیر باشد، در خلاف آن انجام نمی‌گیرد. بدینهی است اگر عنصری بخواهد جانشین عنصر دیگری در یک ترکیب گردد باید قدرت بیشتری از آن داشته باشد، در غیر این صورت واکنش انجام نمی‌گیرد. پس اگر عنصر قوی‌تر جای عنصر ضعیفتر را گرفت دیگر عکس این واکنش امکان ندارد.

واکنش‌های زیر از واکنش‌های جابه‌جایی یگانه‌ی مهم به شمار می‌روند:

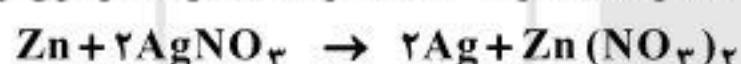


توجه: واکنش پذیری فلزهای دیگر با آب کمتر از فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی است.

هیدروژن + نمک فلز \rightarrow اسید + برخی فلزها (۲)

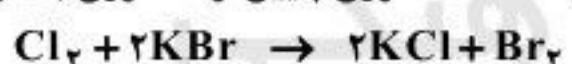


نمک فلز قوی‌تر + فلز ضعیفتر \rightarrow نمک فلز ضعیفتر + فلز قوی‌تر (۳)

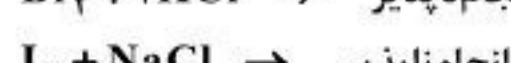


توجه: منظور از فلز قوی‌تر، فلز الکترون دهنده‌تر می‌باشد.

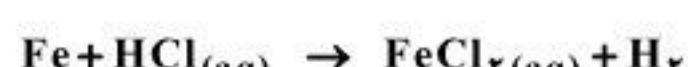
هالوژن پایین‌تر + نمک هالوژن بالاتر \rightarrow نمک هالوژن پایین‌تر + هالوژن بالاتر (۴)



نکته: هر هالوژن بالاتر در جدول تناوبی، می‌تواند جانشین هالوژن پایین‌تر در ترکیب محلول شده و آن را از ترکیب خارج نماید. این در حالی است که هالوژن پایین‌تر نمی‌تواند هالوژن بالاتر از خود را از ترکیب محلول خارج کرده و جانشین آن شود. برای مثال واکنش زیر انجام ناپذیر است.



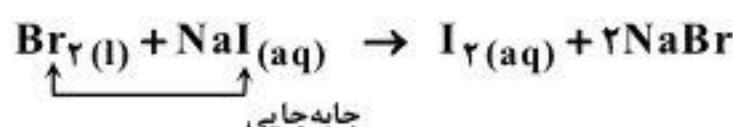
نکته: در مورد فلزهای چند ظرفیتی بد نیست بدانید که دو اسید هیدروکلریک اسید (HCl) و سولفوریک اسید (H_2SO_4) با ظرفیت کمتر فلزات ترکیب می‌شوند که این واکنش هم از نوع جابه‌جایی یگانه است. برای مثال Fe که ظرفیت ۲ و ۳ دارد در واکنش با HCl با ظرفیت ۲ ترکیب می‌شود:



درس نامه‌ی «جابه‌جایی دوگانه»

- در این نوع واکنش جای دو عنصر در دو ترکیب با هم عوض می‌شود.

تذکرہ: نکته‌ای که هم در واکنش جابه‌جایی یگانه هم در جابه‌جایی دوگانه باید به آن دقیق کرد این است که همیشه دو عنصری که با هم جابه‌جا می‌شوند باید شبیه هم باشند (یعنی هر دو فلز باشند یا هر دو نافلز)، مثلاً:



مهترین انواع واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه:

۱)	اسید	+	باز	→	نمک	+	آب
	HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H ₂ O
۲)	اسید	+	اکسید بازی (فلزی)	→	نمک	+	آب
	2HCl	+	Na ₂ O	→	2NaCl	+	H ₂ O
۳)	باز	+	اکسید اسیدی (نافلزی)	→	نمک	+	آب
	2NaOH	+	SO ₃	→	Na ₂ SO ₄	+	H ₂ O
۴)	اسید	+	نمک	→	اسید جدید	+	نمک جدید
	HBr	+	KCl	→	HCl	+	KBr
۵)	باز	+	نمک	→	باز جدید	+	نمک جدید
	NaOH	+	KCl	→	KOH	+	NaCl
۶)	نمک	+	نمک	→	نمک جدید	+	نمک جدید
	Pb(NO ₃) ₂	+	2KI	→	PbI ₂	+	2KNO ₃

تذکرہ: عناصر با هر ظرفیتی که در سمت چپ معادله شرکت کرده‌اند با همان ظرفیت در سمت راست معادله نیز حضور دارند.

نکته: شرط انجام پذیری واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه، تولید آب یا گاز و یا یک مادهٔ نامحلول یا رسوب است. مثلاً در مورد شماره‌ی ۶ شرط انجام پذیری تولید یک نمک رسوب است.

استوکیومتری؛ روابط کمی در واکنش‌های شیمیایی

استوکیومتری بخشی از شیمی است که با نسبت مقدار عنصرها در ترکیب‌ها و نیز ارتباط‌های کمی بین مقدار مواد شرکت کننده در واکنش‌های شیمیایی (واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها) سروکار دارد.

برای محاسبه‌های استوکیومتری از معادلهٔ موازن‌شدهٔ واکنش استفاده می‌کنیم. در ضمن همان‌طور که می‌دانید معادله‌های شیمیایی نشان‌دهندهٔ فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها و نیز نسبت ترکیبی بین آن‌هاست.

درس نامه‌ی «روش تناسب برای حل مسائل در شیمی»

جدول مانندی که مشاهده می‌کنید عبارت است از روابط بین جرم، حجم، تعداد مول و تعداد ذره‌ی تشکیل‌دهندهٔ مقدار مشخصی از یک ماده:

اطلاعات ثابت:	مول	جرم مولی g	6×10^{23}	حجم مولی V
	1	M		
متغیر:	تعداد مول n	جرم ماده به g m	تعداد ذره‌ی تشکیل‌دهنده x	حجم ماده V

تذکرہ: در مورد حجم مولی اگر شرایط مسئله STP بود که همان L ۲۲/۴ یا ۲۲۴۰۰ mL یا cc یا cm^۳ می‌گذارید و گرنه که در مسئله داده خواهد شد. بین هر دو ستونی از این جدول می‌توان تناسب بست و بدون نیاز به تبدیل به مول می‌توان مستقیماً عمل کرد.

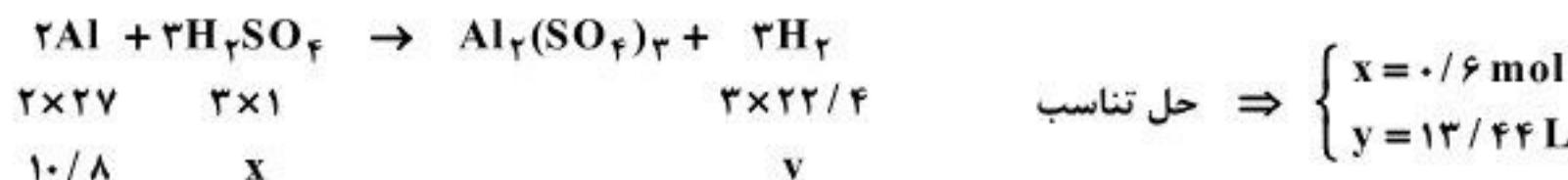
* اگر یک واکنش شیمیایی را نوشته و موازن‌های کنیم می‌توانیم بگوییم که همهٔ ضرایب در یک مول ضرب هستند (تمام ضرایب را می‌توان در عدد ۱ ضرب کرد)، هم چنین می‌دانیم یک مول از هر ماده معادله‌ایی برحسب g و یا در صورت گاز بودن برحسب حجم می‌تواند داشته باشد که در صورت ضرورت می‌توان از آن استفاده کرد:

مثال:



بر حسب اطلاعات داده شده در مسئله برای هر ماده به طور مستقل و بدون نیاز به تبدیل به مول، در صورت حجم و جرم بودن اطلاعات، با گذاشتن معادل به جای این ۱ مول‌ها می‌توان خواستهٔ مسئله را پیدا کرد.

مثال: $\text{Al} 10/8 \text{ g}$ با چند مول H_2SO_4 ترکیب شده و چند L گاز در شرایط STP تولید می‌کند؟ ($\text{Al} = 27 \text{ g/mol}$)



روابط مولی - مولی در محاسبه‌های استوکیومتری

استوکیومتری فرمولی

- با استفاده از فرمول شیمیایی، نسبت تعداد اتم‌های (مول‌های) یک عنصر در یک ترکیب را به تعداد اتم‌های (مول‌های) عناصر دیگر نشان می‌دهد.
به عنوان مثال:

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}_2} \text{ یا } \frac{1}{2} = \frac{\text{تعداد اتم‌های C در یک مول CO}_2}{\text{تعداد اتم‌های O در یک مول CO}_2} = \frac{\text{تعداد مول‌های C در یک مول CO}_2}{\text{تعداد مول‌های O در یک مول CO}_2} = \text{C:O} = 2:1$$

استوکیومتری واکنش

- یک معادلهٔ موازن شده که رابطهٔ کمی بین شمار ذره‌های واکنش‌دهنده‌(ها) و فرآورده‌(ها) را نشان می‌دهد.
به عنوان مثال:



این معادلهٔ نشان می‌دهد که:

برای سوختن کامل هر مولکول متان به دو مولکول اکسیژن نیاز است و طی واکنش، ۱ مولکول CO_2 و ۲ مولکول H_2O تولید می‌شود.
بنابراین در این واکنش نسبت مولی اکسیژن به متان ۲ به ۱ است:

$$\frac{2 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol CH}_4} = \text{نسبت مولی اکسیژن به متان}$$

با استفاده از نسبت‌های مولی می‌توان تعداد مول فرآورده‌(ها)ی به دست آمده از واکنش یا تعداد مول واکنش‌دهنده‌(ها)ی مورد نیاز را به دست آورد. هم‌چنین می‌توان تعداد مول واکنش‌دهنده‌(ها)ی لازم را برای تولید تعداد مول مشخصی از فرآورده‌(ها) محاسبه کرد.

روابط جرمی - جرمی در محاسبه‌های استوکیومتری

- جرم مولکولی متوسط هر ترکیب از جمع جرم متوسط اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن به دست می‌آید.
- هنگامی که از روابط جرمی - جرمی در محاسبه‌های استوکیومتری استفاده می‌شود، از آن جا که استوکیومتری واکنش‌ها بر حسب مول تفسیر می‌شود، ابتدا با استفاده از جرم مولکولی ماده، داده‌های جرمی را به مولی تبدیل کرده و سپس با استفاده از نسبت‌های مولی، مقدار خواسته شده محاسبه می‌شود و سرانجام در صورت نیاز، مقدار جرم با استفاده از جرم مولکولی به دست می‌آید.

روابط مولی - جرمی

- طبق روش کتاب با تبدیل کردن جرم به مول و سپس با به کار بردن ضرایب و نسبت‌های داده شده در معادلهٔ موازن شده واکنش، خواستهٔ مسئله به دست می‌آید و اگر خواستهٔ نهایی جرم و داده‌ی مسئله مول باشد بر عکس این راه را طی می‌کنیم.
اما بر طبق روش تناسب هیچ فرقی با مسایل دیگر نمی‌کند و بدون نیاز به تبدیل به مول مستقیماً با یک تناسب ساده مسئله حل می‌شود.

خلومن مواد:

- مواد مورد استفاده در آزمایشگاه یا صنعت کاملاً خالص نیستند و معمولاً مقادیر مختلفی ناخالصی به همراه دارند. خلوصی که معمولاً به صورت درصد بیان می‌شود مقدار گرم ماده‌ی خالص موجود در 100 g ماده‌ی ناخالص است:

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

درصد خلوص \times جرم موردنیاز از ماده‌ی ناخالص = جرم موردنیاز از ماده‌ی خالص

- به عنوان مثال وقتی می‌گویند منگنز دی‌اکسید 90% ، یعنی در هر 100 g منگنز دی‌اکسید ناخالص، 90 g منگنز دی‌اکسید خالص وجود دارد.

روابط حجمی گازها در محاسبه‌های استوکیومتری

- محاسبه‌های کمی حجمی در گازها برپایه‌ی کارهای ژوف لوبی گی‌لوساک بنا شده و نتایج آزمایش‌های او به صورت «قانون نسبت‌های ترکیبی گی‌لوساک» درآمده است: «در دما و فشار ثابت، گازها در نسبت‌های حجمی معین با هم واکنش می‌دهند.» که البته این نسبت‌ها به طور مستقیم با نسبت ضریب‌های آن‌ها در معادله‌ی موازن‌شده‌ی واکنش متناسب است.

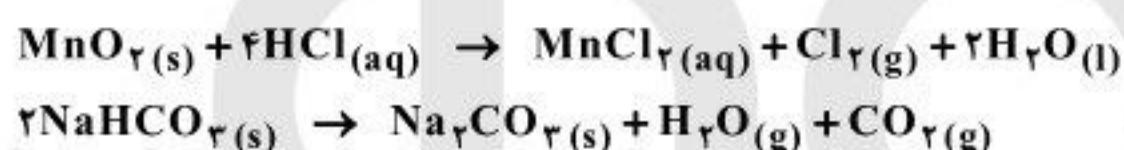
به عنوان مثال: در واکنش: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_{(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ از آنجا که همه‌ی مواد شرکت‌کننده در واکنش در حالت گازی و در فشار و دمای یکسانی قرار دارند می‌توان گفت که یک حجم گاز CH_4 با دو حجم گاز O_2 واکنش می‌دهد و یک حجم گاز CO_2 و دو حجم گاز H_2O تشکیل می‌شود. همان‌طور که می‌بینید این نسبت‌ها به‌طور مستقیم با نسبت ضریب‌های آن‌ها در معادله‌ی موازن‌شده‌ی واکنش متناسب است.

- از قانون گی‌لوساک می‌توان نتیجه گرفت: در فشار و دمای ثابت، یک مول از گازهای مختلف، حجم ثابت و برابری دارند. این حجم را که «حجم مولی گازها در شرایط STP» می‌نامند، در دمای 0°C و فشار 1 atm (273 K) (760 mmHg) برابر با $22/4\text{ L}$ می‌باشد. در حل برخی از مسایل استوکیومتری گازها، می‌توان با استفاده از قانون نسبت‌های حجمی، از ضریب تبدیل حجمی - حجمی و یا با استفاده از حجم مولی، ضریب تبدیل مولی - حجمی مناسب را به‌دست آورده و از روی آن مقدار ماده‌ی موردنتظر را بدست آورده. در مواردی که واکنش در شرایطی غیر از STP انجام می‌شود می‌توان با استفاده از چگالی گازها مقدار جرم آن‌ها را به حجم (یا به عکس) تبدیل کرد. همان‌طور که می‌دانید

$$\frac{(m)}{(V)} \text{ جرم} = \frac{(p)}{(m)} \text{ چگالی}$$

(واحد جرم و حجم بر حسب واحد داده شده برای چگالی تعیین می‌شود).

- در محاسبات استوکیومتری بهتر است این واکنش‌ها را بلد باشید:



درس نامه‌ی «واکنش‌دهنده‌ی محدود کننده»

- واکنش‌دهنده‌ی محدود کننده، ترکیبی است که در هنگام انجام واکنش شیمیایی به مقداری کمتر از مقدار استوکیومتری وجود دارد و زودتر از واکنش‌دهنده‌های دیگر به مصرف می‌رسد و بنابراین تعیین کننده‌ی مقدار پیشرفت واکنش و واکنش فرآورده‌ی تولید شده خواهد بود.
- قیمت مواد، یک عامل بسیار مهم در انتخاب واکنش‌دهنده‌ی محدود کننده است. برای حل مسائل مرتبط با واکنش‌دهنده‌ی محدود کننده از یکی از دو روش زیر استفاده می‌کنیم:

روش اول: بدون این‌که اول تبدیل به مول کنیم و بعد سایر مراحل را طی کنیم، مستقیماً با یک تناسب مقایسه را انجام دهیم.

روش دوم:

مرحله‌ی اول: تبدیل جرم یا حجم داده شده به تعداد مول آن‌ها

$$n = \frac{m}{M} = \frac{(جرم ماده)}{(جرم مولی)} = \frac{V}{V} = \frac{(حجم ماده)}{(حجم مولی)}$$

تذکرہ: جرم مولی همیشه یکسان است ولی حجم مولی در شرایط متفاوت یکسان نیست. حجم مولی در شرایط STP برابر $22/4\text{ L}$ و یا 22400 cm^3 یا 22400 mL می‌باشد. در غیر این صورت در مسایل حجم مولی داده می‌شود.

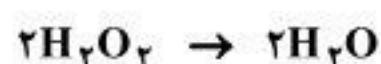
مرحله‌ی دوم: تقسیم تعداد مول‌های بدست آمده به ضرایب آن‌ها در معادله‌ی موازن‌شده‌ی واکنش.

مرحله‌ی سوم: هر ماده‌ای که عدد بدست آمده‌ی حاصل از تقسیم برای آن کمتر بود، آن واکنش‌دهنده‌ی محدود کننده است و باید محاسبات را براساس آن انجام داد.

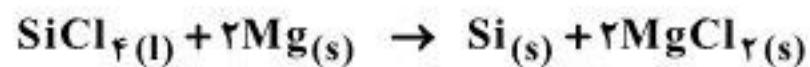
تذکرہ: در مرحله دوم نیاز به انجام کامل تقسیم ناچند رقم اعشار نیست. در بسیاری از مسائل به‌طور حدودی می‌توان به سرعت، واکنش‌دهنده محدود کننده را تشخیص داد.

چند مثال کاربردی:

- در دستگاه آب سنج هیدروژن و اکسیژن در مجاورت هم قرار گرفته و با زدن یک جرقه‌ی الکتریکی با هم واکنش می‌دهند، در نتیجه‌ی این واکنش آب تولید می‌شود:

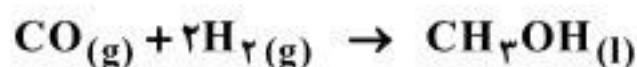


- سیلیسیم خالص را که در تراشه‌های الکترونیکی و نیز در سلول‌های خورشیدی به کار می‌برند از واکنش سیلیسیم تتراکلرید مایع و منیزیم بسیار خالص بر طبق واکنش زیر تهیه می‌کنند:

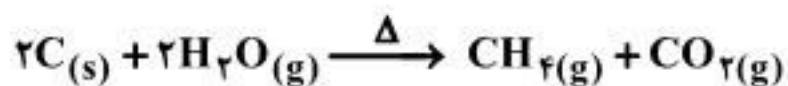


الف) یک حلال صنعتی پر مصرف

- متانول (CH_3OH) را به عنوان ب) واکنش دهنده‌ای مناسب برای تولید بسیاری از مواد شیمیایی در صنعت ج) و نیز در برخی کشورها به عنوان یک سوخت تمیز برای خودروها به کار می‌برند.
- متانول را می‌توان از واکنش کربن مونواکسید و هیدروژن به دست آورد:



- گاز متان را می‌توان از واکنش زغال سنگ با بخار آب بسیار داغ تهیه کرد:



بازده درصدی واکنش:

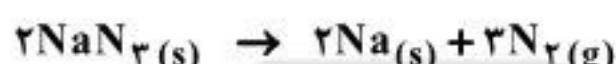
- «بازدهی درصدی واکنش» به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{مقدار فرآورده‌ای که در عمل تولید می‌شود}}{\text{مقدار فرآورده‌ای مورد انتظار از محاسبه‌های استوکیومتری}} \times 100 = \text{بازده درصدی واکنش}$$

 (مقدار فرآورده‌ی محدود نظری استوکیومتری) مقدار نظری
 در بیش‌تر موارد «مقدار عملی» خیلی کمتر از «مقدار نظری» است.
- برای محاسبه‌ی بازدهی درصدی باید مراحل زیر طی شوند:
 - ۱) تعیین واکنش دهنده‌ی محدود کننده
 - ۲) محاسبه‌ی مقدار نظری با استفاده از مقدار واکنش دهنده‌ی محدود کننده
 - ۳) محاسبه‌ی بازدهی درصدی با استفاده از رابطه‌ی بالا
- ضمناً در محاسبه‌ی بازدهی درصدی، واحد اندازه‌گیری مقدار عملی و نظری هر واحد باشد فقط به شرط این‌که برای هر دو یکسان باشد.
 مثلاً هر دو g یا هر دو mol یا هر دو L یا ...

استوکیومتری و زندگی

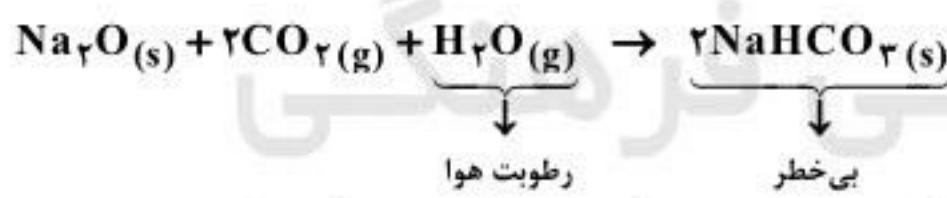
- استوکیومتری به‌ویژه در صنایع خودروسازی کاربردهای مهم و گسترده‌ای دارد. افزایش ایمنی ناشی از کاربرد کیسه‌های هوا در خودروها و بازدهی بالا ناشی از بهسوزی سوخت، به رعایت اصول استوکیومتری وابسته است.
- کارآیی سیستم کیسه‌های هوا به تولید گاز «نیتروژن» در کمترین زمان ممکن بستگی دارد. در هنگام برخورد شدید، حسگرهایی در جلوی خودرو فعال شده، باعث انفجار یک کلاهک انفجاری کوچک می‌شوند که این انفجار انرژی موردنیاز برای آغاز واکنش را در مخلوطی که «مولد گاز» نام دارد و فرآورده‌ای گازی تولید می‌کند، فراهم می‌آورد. گاز نیتروژن که به سرعت کیسه‌ها را پر می‌کند از واکنش تجزیه‌ی زیر به دست می‌آید:



- از آن‌جا که سدیم فلزی بسیار واکنش‌پذیر است و هم‌چنین این واکنش به تنها یکی «نمی‌تواند» باعث پرشدن ناگهانی کیسه‌ها شود، از واکنش زیر استفاده می‌شود: چون این واکنش گرماده بوده باعث انبساط سریع کیسه‌ها می‌شود:



- برای از بین بردن خطر اکسید بازی سدیم واکنش زیر انجام می‌شود:



- حجم گاز مورد نیاز برای پر کردن کیسه‌های هوا با حجم مشخص، به «چگالی» گاز وابسته است که آن هم به «دمای» بستگی دارد. کارآیی (بهسوزی) موتور خودرو به رعایت اصول استوکیومتری وابسته است.
- بنزین یک ماده‌ی شیمیایی ساده نیست و مخلوطی از چندین هیدروکربن متفاوت است که دارای ۵ تا ۱۲ اتم کربن هستند، به طور میانگین می‌توان بنزین مورد استفاده در خودروها را به صورت «ایزو اوکتان خالص» (با ۸ اتم کربن) درنظر گرفت و با واکنش زیر فرآیند سوختن کامل بنزین را نشان داد:



باید توجه کرد که راه مناسب بهسوزی موتور، تنظیم عملی نسبت هوا به سوخت است و نه اکسیژن به سوخت.