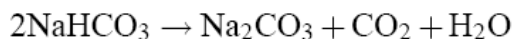
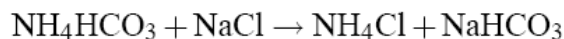
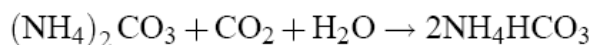
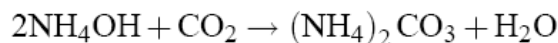
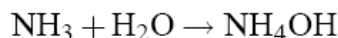
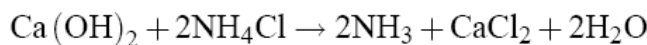
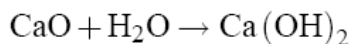
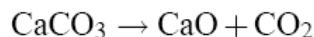
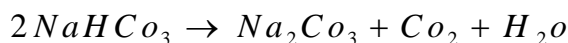
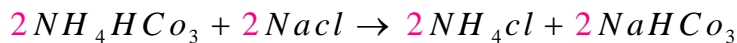
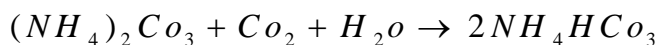
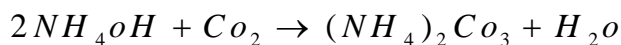
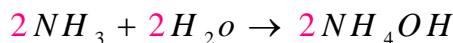
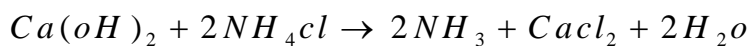
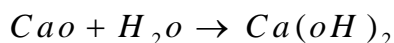


در فایل پیشین سوالی را به شرح زیر مطرح کردیم:

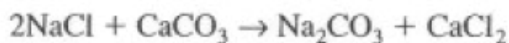
سوال مهم: فرمول‌های شیمیایی زیر به ترتیب مراحل فرآیند تولید Na_2CO_3 از CaCO_3 می‌باشد که به فرآیند "Solvay" معروف است. معادلات زیر را آن‌چنان موازنه کنید تا تولید یا مصرف NaHCO_3 , NH_4Cl , NH_3 , NH_4OH , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, در کل فرآیند برابر صفر باشد.



جواب: سوال فوق را یکی از دوستان شما با اطلاعات دبیرستان خود به شرح زیر حل نموده اند:



که درست می‌باشد و معادله کل این فرآیند بصورت زیر در می‌آید:



حالا به معرفی شیوه ای می‌پردازیم که در طی آن میتوان معادلات پیچیده و زیادی را بصورت یکجا موازنه نمود.

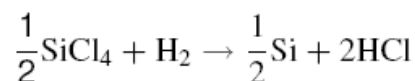
تا آخر این درس قراردادهای زیر را به خاطر می سپاریم که:

ضریب استوکیومتری ترکیب i ام میباشد که:	ν_i
<ul style="list-style-type: none"> • برای محصولات + است. • برای واکنش دهنده ها - است. 	
تعداد اتمهای عنصر h در ترکیب i ام	ε_{hi}

بنابر این یک فرمول شیمیایی هرگاه بنا به عنصر h موازنه شده باشد، خواهیم داشت:

$$\sum_i \varepsilon_{hi} \nu_i = 0 \quad (1)$$

به عنوان مثال برای Cl در واکنش از پیش موازنه شده ی زیر داریم:



$$(\varepsilon_{\text{Cl}, \text{HCl}} = 1) \text{ و } (\varepsilon_{\text{Cl}, \text{SiCl}_4} = 4)$$

$$\sum_i \varepsilon_{hi} \nu_i = 0$$

$$\varepsilon_{\text{Cl}, \text{SiCl}_4} \nu_{\text{SiCl}_4} + \varepsilon_{\text{Cl}, \text{HCl}} \nu_{\text{HCl}} = 4 \left(-\frac{1}{2} \right) + 1 (+2) = 0$$

برای موازنه هر معادله شیمیایی ، به ازای هر عنصر می توانیم معادله (1) را تکرار کنیم که در نهایت سیستمی از h معادله (تعداد عناصر) و l مجهول (تعداد ترکیب ها و عناصر آزاد) خواهیم داشت.

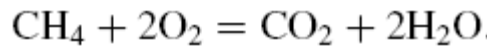
مثال: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ دارای 3 عنصر C, O, H و 4 ترکیب میباشد. پس سیستم 3 معادله و 4 مجهول زیر را با کمک معادله (1) مینویسیم:

$$\begin{aligned} \text{C} : & 1\nu_{\text{CH}_4} + 0\nu_{\text{O}_2} + 1\nu_{\text{CO}_2} + 0\nu_{\text{H}_2\text{O}} = 0 \\ \text{H} : & 4\nu_{\text{CH}_4} + 0\nu_{\text{O}_2} + 0\nu_{\text{CO}_2} + 2\nu_{\text{H}_2\text{O}} = 0 \\ \text{O} : & 0\nu_{\text{CH}_4} + 2\nu_{\text{O}_2} + 2\nu_{\text{CO}_2} + 1\nu_{\text{H}_2\text{O}} = 0 \end{aligned}$$

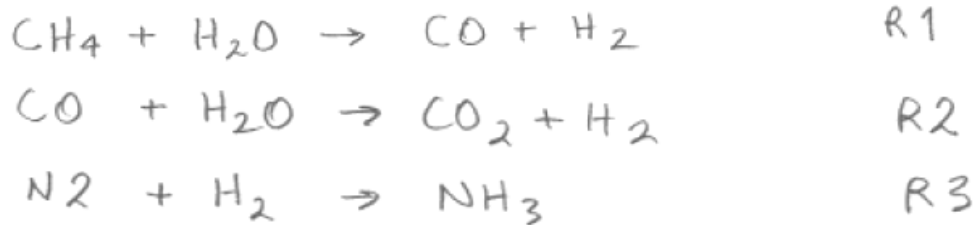
حالا با نسبت دادن عددی دلخواه به یکی از مجهولات , دستگاه فوق را حل میکنیم. توجه داشته باشید که مجهولی را به عنوان پایه انتخاب کنید که به نظر بیاید کار شما را آسان کند!

را به عنوان پایه در نظر می‌گیریم. جواب‌ها به صورت زیر خواهند بود: $\nu_{CH_4} = -1$

$$\nu_{O_2} = -2, \nu_{CO_2} = 1, \nu_{H_2O} = 2$$



تمرین (2): سلسله معادلات زیر که برای تولید آمونیاک در یک فرآیند به کار می‌رود را به شیوه بالا موازنه کنید.



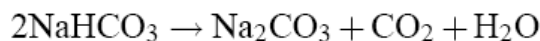
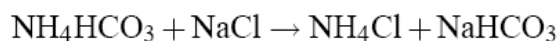
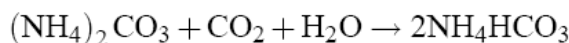
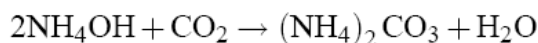
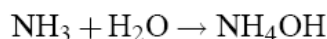
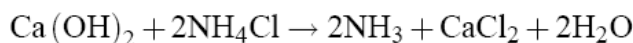
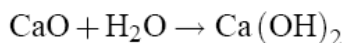
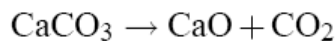
جواب در فایل جواب‌ها موجود است.

***نکته مهم:** صرفاً موازنه تک تک معادلات شیمیایی نمی‌تواند پاسخگوی نیازهای ما در یک فرآیند شیمیایی باشد. زیرا در یک فرآیند شیمیایی تلاش می‌کنیم تا:

- تولید محصول مورد نیاز و بازدهی را افزایش و تولید محصولات جانبی را کاهش دهیم. یعنی: ضریب استوکیومتری محصول مورد نظر نسبت به باقی محصولات (در واکنش کل فرآیند که مجموع تک تک واکنشهاست) بزرگ شود.
- مصرف ماده بسیار گرانی را در کل واکنش به صفر برسانیم. ضریب استوکیومتری واکنش دهنده مورد نظر در واکنش کل فرآیند که مجموع تک تک واکنشهاست, برابر صفر شود.
- تولید ماده ای سمی و مضر برای محیط زیست را به صفر برسانیم. ضریب استوکیومتر محصول مضر در واکنش کل فرآیند که مجموع تک تک واکنشهاست, برابر صفر شود.

برای رسیدن به این اهداف سوالی را که در اول این فایل مطرح شده را حل می‌نماییم و توضیحات لازم را در آنجا ارائه می‌دهیم.

مرور تمرین (1): فرمولهای شیمیایی زیر به ترتیب مراحل فرآیند تولید Na_2CO_3 از CaCO_3 میباشد که به فرآیند " Solvay " معروف است. معادلات زیر را آنچنان موازنه کنید تا تولید یا مصرف NaHCO_3 , NH_4Cl , NH_3 , NH_4OH , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, در کل فرآیند برابر صفر باشد.



راه حل : پس از آنکه تک تک معادلات فوق را موازنه نمودید، جدولی را به شرح زیر تهیه کنید:

ماده	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Net
	ν_{i1}	ν_{i2}	ν_{i3}	ν_{i4}	ν_{i5}	ν_{i6}	ν_{i7}	ν_{i8}	$\nu_{i, \text{net}} = \sum \nu_{ik}$
CaCO_3	-1								-1
CaO	+1	-1							0
CO_2	+1				-1	-1		+1	0
H_2O		-1	+2	-1	+1	-1		+1	+1
$\text{Ca}(\text{OH})_2$		+1	-1						0
NH_4Cl			-2				+1		-1
NH_3			+2	-1					+1
NH_4OH				+1	-2				-1
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$					+1	-1			0
NH_4HCO_3						+2	-1		+1
NaCl							-1		-1
NaHCO_3							+1	-2	-1
CaCl_2			+1						+1
Na_2CO_3								+1	+1

مجموع
واکنش

• منظور از $R(1)$ واکنش اول است و الی آخر.

همانگونه که از ستون سمت راست جدول پیداست تنها تولید و مصرف 2 ماده در کل واکنش برابر صفر میباشد. (کدام دو ماده؟)

* مرور یک نکته مهم:

ضریب استوکیومتری ماده ای در یک واکنش اگر:

1. مثبت باشد یعنی آن ماده تولید شده است.
2. منفی باشد یعنی آن ماده مصرف شده است.
3. صفر باشد یعنی تولید و مصرف آن برابر صفر است. (یا در واکنش ها شرکت نکرده و یا ذره حد واسط بوده است.)

حالا میخواهیم تولید یا مصرف NH_4Cl , NH_3 , NH_4OH , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ و NaHCO_3 در کل فرآیند برابر صفر باشد. پس ضریب استوکیومتری آنها در کل واکنش باید معادل صفر گردد.

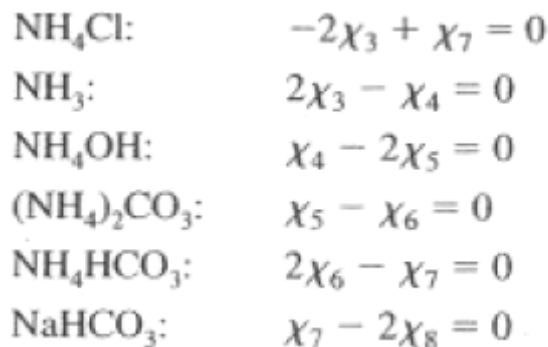
این چنین عمل میکنیم:

ضرایبی با عنوان χ_k را تعریف می کنیم که در آن k شماره واکنش است. برای هر ماده ای که می خواهیم ضریب استوکیومتری صفر پیدا کند فرمول زیر را اعمال میکنیم:

$$\nu_{i,\text{net}} = \sum_k \chi_k \nu_{ik} = 0$$

وحشت نکنید! خیلی ساده است!

در مثال بالا این چنین میشود:



حالا این معادلات را حل میکنیم:

$$\chi_3 = \chi_5 = \chi_6 = \chi_8 = 1$$

$$\chi_4 = \chi_7 = 2$$

و χ های بدست آمده را در ستون واکنش خودش (مثلا χ_4 را در ستون **R4**) ضرب میکنیم. خواهیم داشت:

Compound	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Net
	ν_{i1}	ν_{i2}	ν_{i3}	$\chi_4 \nu_{i4}$	ν_{i5}	ν_{i6}	$\chi_7 \nu_{i7}$	ν_{i8}	$\nu_{i,net} = \sum \chi_k \nu_{ik}$
CaCO ₃	-1								-1
CaO	+1	-1							0
CO ₂	+1				-1	-1		+1	0
H ₂ O		-1	+2	-2	+1	-1		+1	0
Ca(OH) ₂		+1	-1						0
NH ₄ Cl			-2				+2		0
NH ₃			+2	-2					0
NH ₄ OH				+2	-2				0
(NH ₄) ₂ CO ₃					+1	-1			0
NH ₄ HCO ₃						+2	-2		0
NaCl							-2		-2
NaHCO ₃							+2	-2	0
CaCl ₂			+1						+1
Na ₂ CO ₃								+1	+1

میبینی؟ ضریب های استوکیومتری صفر شدند! و واکنش کل فرآیند رو میشه اینجوری نوشت:



سوال !! گاهی وقت ها همیشه χ هایی پیدا کرد. آن وقت چه باید کرد؟

جواب مهندسی: برای اینکه به هدف خودمون برسیم باید به دنبال واکنش های اضافی برویم یا محصول مورد نظر رو از طریق دیگه ای تولید کنیم .

جواب غیر مهندسی: می‌گیم: بیخیال! خوبه همین جوری!

یک توصیه دوستانه از من. شما !! برای 3-4 تا معادله همون راه حل دبیرستانی خودتونو اجرا کنین. این وظیفه من بود تا تکنیک های مهندسی رو به شما معرفی کنم بلکه روزی به دردتون بخورند! این تموم شد ... بریم سراغ ادامه درس .

پس از آنکه مجموعه واکنش های شیمیایی را که در یک واحد شیمیایی انجام میشوند را به طور کامل و بنا به نظرمون موازنه کردیم , این سوال پیش میاد که خوب چه سودی در این کار هست؟

1. تخمین بزنیم که برای تولید جرم مشخصی از محصول مورد نظر:
 - چه جرمی از هر یک از واکنش دهنده ها مورد نیاز است.
 - هزینه مواد اولیه را بدست بیاوریم.
2. به ازای جرم مشخصی از محصول مورد نظر , جرم محصولات جانبی را محاسبه کنیم.
3. تخمین ساده ای را از بازده این فرآیند بدست بیاوریم.

تعاریف جرم اتمی/جرم مولکولی / و جرم مولی را به خاطر دارید؟ اگر جواب منفی است, آنها را مرور کنید.

اقتصاد اتم چیست و چگونه محاسبه میشود؟

مقیاسی بسیار ساده و ابتدایی است که برای محاسبه تقریبی بازده استفاده می‌شود و با FAE نمایش داده می‌شود و عبارتست از:

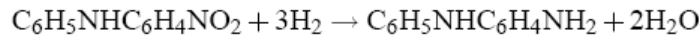
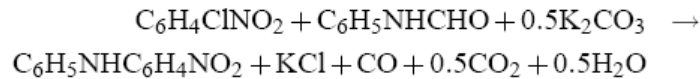
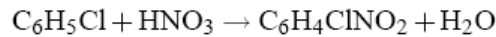
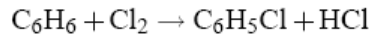
$$\text{Fractional atom economy} = \frac{\text{جرم محصول دلخواه}}{\text{جرم کل واکنش دهنده ها}} = \frac{\nu_p M_p}{\sum_{\text{All reactants}} \nu_i M_i}$$

* یکی دیگر از جنبه های اقتصادی که بسیار مورد توجه است تفاوت قیمت محصولات و مواد اولیه می‌باشد که به اقتصاد فرآیند شهرت دارد.

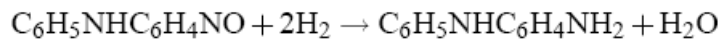
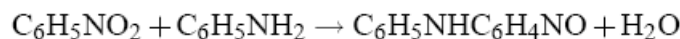
**** قیاس / Basis** مقدار یا شدت جریانی است که ابعاد یک فرآیند را به ما نشان میدهد. این عدد میتواند واقعی باشد، در حالی که در اکثر فرآیندها برای راحتی در محاسبات basis را یک عدد فرضی در نظر میگیرند و تمام محاسبات را بنا به آن عدد انجام میدهند. سپس تمامی اعداد را در ضریب مقایسه SF ضرب میکنیم تا اعداد واقعی بدست بیایند.

مثلا شما برای تولید آمونیک شدت جریان ورود نیتروژن به رآکتور شیمیایی را برابر 100 lb/hr فرض میکنید و آن را به عنوان Basis انتخاب میکنید. این در حالی است که ورود شدت جریان نیتروژن به رآکتور برابر 2243 lb/hr میباشد. در این حالت ضریب مقایسه که با SF نمایش داده میشود برابر میشود با: 2243/100

تمرین (3): 4- آمینو دو فنیل آمین (4-aminodophenylamine, C₆H₅NHC₆H₄NH₂) برای ساختن موادی استفاده میشود که سایش لاستیک ها را کم میکند. در شیوه سنتی تولید این ماده که با نام اختصاری 4-ADPA شناخته میشود؛ 4 واکنش شیمیایی زیر شرکت داشتند:



ولی در سال 1990 شیوه ای دیگر ابداع شد و امروزه در صنعت نیز بطور گسترده ای استفاده میشود. این شیوه نوین تنها دارای 2 واکنش شیمیایی می باشد:



تفاوت اقتصاد اتم این 2 فرآیند چقدر است؟ جدول زیر را در صورت نیاز استفاده کنید.

Compound	M_f	Compound	M_f
C_6H_6	78	$C_6H_5NO_2$	123
Cl_2	71	$C_6H_5NH_2$	93
HNO_3	63	H_2	2
C_6H_5NHCHO	121	$C_6H_5NHC_6H_4NH_2$	184
K_2CO_3	138		
H_2	2		
$C_6H_5NHC_6H_4NH_2$	184		

جواب این سوال به همراه سوالات اضافی و جوابشان در فایل بعدی خواهد بود. برای درک بهتر مطالب این فایل حتما سوالات فایل بعدی را حل نمایید. اگر سوالی هم داشتین میتونین به من ایمیل بزنین.

« تهیه کننده: صبا معتمد شریعتی

Email: s.shariati@gmail.com

ضرایب معادله آنتوان برای 5000 ماده !!



IrChe Toolbar ...

