



Amedeo Avogadro

مفاهیم اولیه واکنش‌های شیمیایی و موازنه

کتاب شیمی امسال، سومین کتاب درسی شیمی است که شما آن را مطالعه می‌کنید. در دو سال گذشته به اهمیت شیمی در مورد آب، هوا، منابع معدنی، منابع انرژی و ... پرداخته شد. اکنون می‌دانید که شیمی هر لحظه و هر جا در اطراف ما جریان دارد. ردپای شیمی در تولید مواد جدید، شامل داروهای ضدسرطان، سوخت‌های دوستدار محیط‌زیست، مواد هوشمند، انواع لوازم الکترونیکی (مانند LED^۱ و تلفن‌های همراه)، سفینه‌های فضایی و ... پررنگ‌تر از سایر علوم است. علاوه بر این، پیشرفت و گسترش شیمی می‌تواند سبب رشد و شکوفایی علوم دیگر مانند اقتصاد، پزشکی، کشاورزی، نظامی، زیست‌محیطی و ... شود. به عنوان مثال یکی از مهم‌ترین مشکلات پیش روی کشورهای جهان در هزاره سوم، تأمین غذای انسان‌ها است. گندم مهم‌ترین ماده‌ی غذایی است که اغلب کشورها تلاش می‌کنند تا در تولید آن به خودکفایی برسند. گندم مانند همه‌ی گیاهان برای رشد به منابع معدنی نیز نیاز دارد. افزودن منابع معدنی به صورت کودهای شیمیایی، سبب افزایش مقدار و کیفیت محصول می‌شود. البته کشاورزان علاوه بر کودهای شیمیایی، از انواع آفت‌کش هم استفاده می‌کنند. کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، شامل یک یا چند ماده‌ی شیمیایی هستند. مثلاً در برخی از کشورها، آمونیاک (NH_3) را به صورت مایع به عنوان کود شیمیایی، به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند. در سال ۱۳۹۰، کشاورزان ایرانی تقریباً ۱۴ میلیون تن گندم تولید کردند. این مقدار تولید که رقم بالایی محسوب می‌شود، مرهون پیشرفت علم شیمی است و موجب رشد بخش کشاورزی و اقتصادی در کشور نیز شده است. حال که با اهمیت شیمی آشنا شدید، چند پرسش مهم مطرح می‌شود:

- (۱) چگونه فرمول شیمیایی یک آفت‌کش و کود شیمیایی به دست می‌آید؟
 - (۲) برای تولید مقدار زیادی از یک آفت‌کش در کارخانه (مقیاس صنعتی)، چه مقدار از مواد اولیه باید با هم واکنش بدهند؟
 - (۳) به ازای هر هکتار از زمین کشاورزی به چند کیلوگرم کود شیمیایی نیاز داریم؟
- برای پاسخ به این پرسش‌ها و پرسش‌های مشابه، باید با واکنش‌های شیمیایی و علم استوکیومتری آشنا شوید.



شکل ۱- تزریق آمونیاک مایع به خاک به عنوان کود شیمیایی

تغییرات فیزیکی و شیمیایی

در سال‌های گذشته آموختید که تغییر در مواد به دو صورت فیزیکی و شیمیایی انجام می‌پذیرد:

- (۱) **تغییر فیزیکی:** در این نوع تغییر، ماهیت و نوع ماده تغییر نمی‌کند، بلکه حالت فیزیکی و ظاهر ماده دستخوش تغییر می‌شود. برای نمونه ذوب و انجماد، تبخیر و میعان، تصعید و چگالش همگی تغییرهای فیزیکی هستند.
 - (۲) **تغییر شیمیایی:** در این نوع تغییر، ماهیت و نوع ماده یا مواد کاملاً تغییر می‌کند و ماده یا مواد جدیدی تولید می‌شود. حالت فیزیکی مواد جدید می‌تواند متفاوت یا یکسان با مواد اولیه باشد. برای نمونه زنگ زدن آهن، ترش شدن شیر، سوختن کاغذ، هضم غذا و تنفس از جمله تغییرهای شیمیایی هستند.
- واکنش شیمیایی، توصیفی برای یک تغییر شیمیایی است. به عبارت دیگر واکنش شیمیایی، فرایندی است که طی آن یک یا چند ماده‌ی شیمیایی که می‌توانند عنصر یا ترکیب باشند، بر هم تأثیر می‌گذارند و مواد شیمیایی تازه‌ای ایجاد می‌کنند. واکنش‌های شیمیایی با مبادله‌ی انرژی نیز همراه هستند که در بعضی موارد محسوس و در بعضی موارد ناچیز است.
- تذکر:** تغییرهای فیزیکی نیز با مبادله‌ی انرژی همراه هستند. به عنوان نمونه فرایند تبخیر با مصرف گرما (انرژی) و میعان با تولید گرما (انرژی) همراه است.

۱- LED مخفف عبارت Light Emitting Diode به معنای دیود نثردهنده‌ی نور است.

مثال ۱: توضیح دهید که چرا تنفس، یک تغییر شیمیایی است.

پاسخ: با عمل نفس کشیدن (تنفس)، مولکول‌های اکسیژن (O_2) و گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) را به مولکول‌های کربن دی‌اکسید (CO_2) و بخار آب (H_2O) تبدیل می‌کنیم. با توجه به این که ماهیت شیمیایی مواد اولیه تغییر کرده است، با یک تغییر شیمیایی سروکار داریم.

مثال ۲: در شیمی سال دوم خواندیم، با گرم کردن نمک‌های آبپوشیده (متبلور) می‌توان بخار آب به دست آورد. آیا این فرایند را می‌توان مانند تبخیر یک تغییر فیزیکی دانست؟

پاسخ: خیر، تجزیه‌ی نمک‌های آبپوشیده در اثر گرما و تبدیل آن به نمک بدون آب (نمک خشک) و بخار آب، یک تغییر شیمیایی است، زیرا ماده‌ی اولیه به مواد جدیدی تبدیل می‌شود. در شیمی سال دوم آمده است، بلورهای آبی‌رنگ مس (II) سولفات پنج‌آبه (کات‌کبود) بر اثر گرما به بخار آب و گرد سفیدرنگ مس (II) سولفات تبدیل می‌شود. تغییر در ماهیت مواد، نشان‌دهنده‌ی تغییر شیمیایی است. دقت کنید که در تغییرات فیزیکی مانند تبخیر، ماهیت ماده تغییر نمی‌کند.

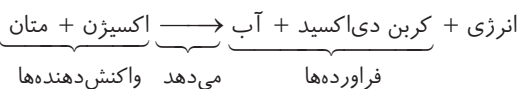


آقا اجازه! آیا تغییر رنگ، نشانه‌ی تغییر شیمیایی هستش؟ چون هم در تبدیل کات‌کبود به مس (II) سولفات، رنگ عوض می‌شه، هم پارسل فوننه بوریم که فلز سریم با گاز زردرنگ کبر ترکیب می‌شه و هلمر سفیدرنگ نمک فورآکی تولید می‌شه!

جواب: واقعیت این است که خیلی از تغییرهای شیمیایی مثل نمونه‌های فوق با تغییر رنگ همراه هستند، البته در بعضی از تغییرهای شیمیایی رنگ مواد تغییر نمی‌کند. به‌عنوان نمونه ید (I_2) در حالت جامد به رنگ خاکستری تیره است اما با تصعید (فرازش)، به گاز تبدیل می‌شود و در حالت گازی شکل به رنگ بنفش درمی‌آید. حتماً می‌دانید که تصعید ید، تغییر فیزیکی است.

شیوه‌های نمایش واکنش‌های شیمیایی

(۱) معادله‌ی نوشتاری: معادله‌ای است که نام واکنش‌دهنده‌ها در سمت چپ و نام فراورده‌ها در سمت راست آن نوشته می‌شود و اطلاعات بیش‌تری در اختیار ما قرار نمی‌دهد. به‌عنوان نمونه، واکنش سوختن کامل متان را در نظر بگیرید. این واکنش به تولید کربن دی‌اکسید، آب و آزاد کردن مقدار قابل توجهی انرژی می‌انجامد. در این صورت معادله‌ی نوشتاری این واکنش شیمیایی به‌صورت زیر است:



نکته: انرژی آزادشده در یک واکنش، جزو فراورده‌های واکنش به‌شمار نمی‌رود. به‌همین ترتیب، انرژی مورد نیاز برای انجام یک واکنش نیز جزو واکنش‌دهنده‌های واکنش به‌شمار نمی‌رود.

نتیجه: در معادله‌ی نوشتاری می‌توان به نوشتن نام مواد شرکت‌کننده در واکنش بدون ذکر حالت فیزیکی اکتفا کرد. البته واضح است که مشخص کردن حالت فیزیکی مواد، هیچ‌گونه ایرادی ندارد.

(۲) معادله‌ی نمادی: اگر برای نوشتن معادله‌های یک واکنش از نمادها و فرمول‌های شیمیایی مواد شرکت‌کننده استفاده شود، در این صورت معادله‌ای به‌دست می‌آید که به آن معادله‌ی نمادی می‌گویند. حالت فیزیکی هر ماده‌ی شرکت‌کننده نیز باید مشخص شود. معادله‌ی نمادی سوختن کامل متان به‌صورت زیر است:



اطلاعات موجود در یک معادله‌ی شیمیایی (معادله‌ی نمادی)

یک معادله‌ی نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، اطلاعات زیر را نیز در اختیار ما قرار می‌دهد:

- (آ) نسبت‌های مولی مواد شرکت‌کننده در واکنش** (در مبحث بعدی یعنی موازنه کردن معادله‌ی واکنش‌ها با آن آشنا خواهید شد).
- (ب) گرماده بودن یا گرماگیر بودن واکنش** که از محل قرارگیری نماد «q» در معادله‌ی واکنش مشخص می‌شود. برای واکنش‌هایی که گرماده هستند، q در سمت راست (کنار فراورده‌ها) و برای واکنش‌های گرماگیر، q در سمت چپ (کنار واکنش‌دهنده‌ها) نوشته می‌شود.
- (پ) شرایط لازم برای انجام واکنش**، مانند دمای انجام واکنش یا فشار انجام واکنش (این موارد روی فلش نوشته می‌شود).
- (ت) برگشت‌پذیر بودن (دوطرفه بودن) یا برگشت‌ناپذیر بودن (یک‌طرفه بودن) واکنش شیمیایی** (از نوع فلش واکنش مشخص می‌شود).



- آقا اجازه فب من پند تا سؤال داریم، یکی یکی هم می پرسیم؛ اول این که برای نشون دادن حالت فیزیکی مواد در معادله های شیمیایی چه نمادهایی داریم؟
جواب: به جدول مقابل دقت کن.

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

- آقا اجازه! محلول آبی و غیرآبی یعنی چی؟ و این که محلول ها مگه مایع نیستن؟ از کجا باید بدونیم چه وقت از نماد (l) استفاده کنیم و چه وقت از اون دوتای دیگه؟

جواب: پاسخ این دو تا سؤال به هم مربوط می شود. محلول آبی یعنی محلولی که از حل شدن یک ماده در آب به دست می آید و محلول غیرآبی، محلولی است که حلال آن، هر ماده ای به جز آب باشد. مثلاً محلول هایی که حلال آن ها، ترکیبات آلی مثل اتانول و استون هستند با نماد (sol) نشان داده می شوند. بنابراین محلول ها حداقل دارای دو نوع ماده ی متفاوت (حل شونده و حلال) هستند. به همین دلیل محلول ها جزو مواد خالص طبقه بندی نمی شوند، اما نماد (l) برای مایع خالص به کار می رود، یعنی ماده ای که از یک جزء تشکیل شده است. مثلاً در $C_2H_5OH(l)$ با اتانول خالص سروکار داریم، ولی در $C_2H_5OH(aq)$ محلول شامل اتانول و آب است.



- آقا اجازه! توضیحاتتون خیلی خوب بود، می ریم سراغ سؤال بعدی؛ شرایط لازم برای انجام واکنش رو به طوری نشون می دن؟ میشه مراقب پند تا مثال بزنین!

جواب: به نمادهای زیر و معنی آن ها دقت کن!

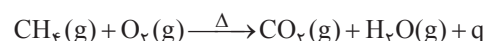
جدول ۲- معنای برخی نمادهای مورد استفاده در معادله های شیمیایی

معنا	نماد
برای انجام واکنش از پالادیم (Pd) به عنوان یک کاتالیزگر استفاده می شود.	\xrightarrow{Pd}
واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می شود.	$\xrightarrow{20\text{ atm}}$
واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجه ی سلسیوس انجام می شود.	$\xrightarrow{1200^\circ C}$
واکنش دهنده ها بر اثر گرم شدن با هم واکنش می دهند.	$\xrightarrow{\Delta}$



- آقا اجازه! بیفشید من به سؤال برید واسم پیش اومره نماد « Δ » به معنی گرمایگر بودن واکنش هستش؟

جواب: خیر! اغلب برای آغاز یک واکنش به مقداری انرژی نیاز است. به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی، انرژی فعال سازی می گویند. دادن گرما، تابش نور، ایجاد جرقه، تخلیه ی بار الکتریکی یا وارد آوردن یک شوک مانند زدن ضربه یا افزایش ناگهانی فشار این انرژی را تأمین می کند. « Δ » نوعی انرژی فعال سازی است که در شروع واکنش باید آن را تأمین کرد. اما « q » تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده ها و فراورده ها را پس از انجام واکنش مشخص می کند. واکنش های بسیاری وجود دارند که برای شروع به « Δ » نیاز دارند، اما گرماده هستند. مانند سوختن متان:



بنابراین گاز متان و اکسیژن صرفاً در صورت مجاورت با یکدیگر، واکنش نداده و نیاز به گرم شدن دارند. اما پس از واکنش مقدار زیادی گرما آزاد می کنند، به طوری که سطح انرژی فراورده ها پایین تر از سطح انرژی واکنش دهنده ها است. در واقع، برای سوختن متان که قسمت اصلی گاز شهری را تشکیل می دهد، نیاز به یک انرژی اولیه (انرژی فعال سازی) است که با یک کبریت یا شعله ی فندک تأمین می شود. در ادامه با سوختن متان، مقدار زیادی گرما آزاد می شود و از آن برای پخت و پز استفاده می شود.



- آقا اجازه! خیلی خوب بود، فیالم راحت شد، و اما آفرین سؤال؛ گفتید نوع فلش می تونه متفاوت باشه، یعنی چی؟

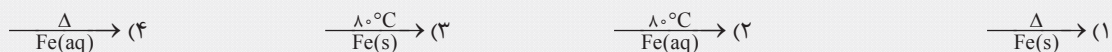
جواب: نماد « \longrightarrow » یعنی این که واکنش دهنده ها، فراورده ها را تولید می کنند (واکنش برگشت ناپذیر و یک طرفه).

اما نماد « \rightleftharpoons » یعنی علاوه بر این که واکنش دهنده ها، فراورده ها را تولید می کنند، فراورده ها هم می توانند واکنش دهنده ها را تولید کنند (واکنش برگشت پذیر و دوطرفه). مثل انجماد آب که برگشت آن ذوب یخ می باشد. البته در کتاب درسی و این کتاب، ما واکنش های دوطرفه را هم با نماد « \rightleftharpoons » نشان می دهیم. چون بحث واکنش های برگشت پذیر به سال آینده مربوط می شود. پس ما امسال فقط با تبدیل واکنش دهنده ها به فراورده ها سروکار داریم، حتی اگر فراورده ها هم بتوانند واکنش دهنده ها را تولید کنند.

تذکره ۱: کاتالیزگر، تنها سرعت انجام واکنش را افزایش می‌دهد و در واکنش مصرف نمی‌شود. یعنی پس از پایان واکنش، به همان مقدار اولیه در ظرف واکنش وجود دارد.

تذکره ۲: دما و فشاری که روی فلش قید می‌شود، دما و فشار اولیه‌ای است که واکنش‌دهنده‌ها باید در ابتدای واکنش داشته باشند و معنی آن این نیست که انجام واکنش، موجب ایجاد چنین دما و فشاری می‌شود.

مثال ۳: کدام نماد در مورد واکنشی که در محلول آبی در دمای ۸۰ درجه‌ی سلسیوس و در مجاورت فلز آهن به عنوان کاتالیزگر انجام می‌شود، درست است؟



پاسخ: هر چند واکنش در محلول آبی انجام می‌شود، اما حالت فیزیکی مواد شرکت‌کننده در واکنش را روی فلش نمایش نمی‌دهند. آن‌چه که مسلم است، آهن به عنوان یک کاتالیزگر، در این‌جا جامد است و در آب نیز حل نمی‌شود (تأیید گزینیه‌ی ۳).

نکته: معادله‌های شیمیایی اطلاعاتی مانند چگونگی و ترتیب مخلوط کردن واکنش‌دهنده‌ها و نکته‌های ایمنی را در بر ندارد.^۱ برای دستیابی به این موارد باید به شرح عملی اجرای آن واکنش شیمیایی مراجعه کرد. شرح عملی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی در منابع علمی معتبر یافت می‌شود.

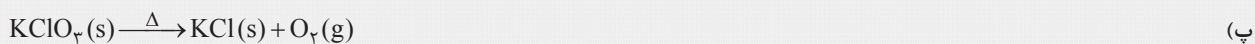
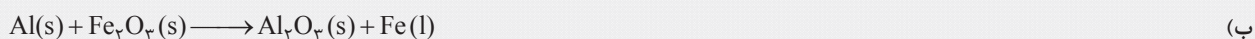
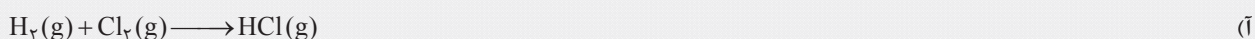
مثال ۴: در هر مورد معادله‌ی نمادی واکنش معرفی شده را بنویسید.

(آ) از واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر، گاز هیدروژن کلرید تولید می‌شود.

(ب) فلز آلومینیم و گرد آهن (III) اکسید با یکدیگر واکنش می‌دهند و نمک جامد آلومینیم اکسید و آهن مذاب تولید می‌کنند.

(پ) پتاسیم کلرات جامد در اثر گرما به پتاسیم کلرید جامد و گاز اکسیژن تجزیه می‌شود.

پاسخ:



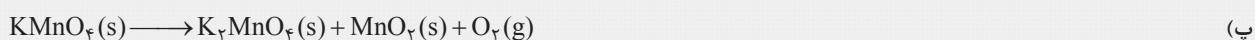
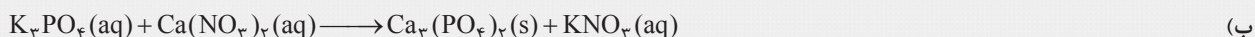
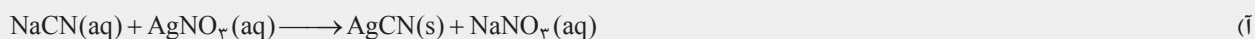
مثال ۵: معادله‌های نوشتاری زیر را به معادله‌های نمادی تبدیل کنید.

(آ) محلول سدیم نیترات + رسوب نقره سیانید \longrightarrow محلول نقره نیترات + محلول سدیم سیانید

(ب) محلول پتاسیم نیترات + رسوب کلسیم فسفات \longrightarrow محلول کلسیم نیترات + محلول پتاسیم فسفات

(پ) گاز اکسیژن + منگنز (IV) اکسید جامد + پتاسیم منگنات جامد \longrightarrow پتاسیم پرمنگنات جامد

پاسخ:



تذکره: همان‌طور که دیده می‌شود، در حالت کلی، منظور از محلول، محلول‌های آبی است و با نماد «aq» نشان داده می‌شود. هم‌چنین رسوب‌ها که همان مواد نامحلول در آب هستند با نماد «s» نمایش داده می‌شوند.

جدول ۳- نام و فرمول شیمیایی برخی از یون‌های چنداتی

نام	فرمول شیمیایی
سیانید	CN^-
نیترات	NO_3^-
فسفات	PO_4^{3-}
کلرات	ClO_3^-
پرمنگنات	MnO_4^-
منگنات	MnO_4^{2-}

یادآوری: برای نوشتن معادله‌های نمادی، باید فرمول‌نویسی ترکیب‌های شیمیایی یونی و

مولکولی را بلد باشید که آن را در بخش‌های ۳ و ۴ شیمی دوم خوانده‌اید. در صورتی که آن‌ها را

از خاطر برده‌اید، حتماً به کتاب شیمی ۲ مراجعه کنید. در جدول روبه‌رو یون‌های چنداتی را که

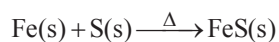
در دو مثال اخیر از آن‌ها استفاده شده است، آورده‌ایم:

۱- البته معادله‌های شیمیایی اطلاعاتی مانند میزان پیشرفت واکنش، سرعت واکنش و... را نیز در اختیار ما قرار نمی‌دهد که کتاب درسی، اشاره‌ای به این موارد نکرده است.

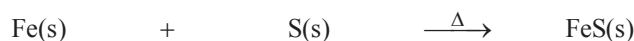
◀ موازنه‌ی معادله‌ی یک واکنش شیمیایی ▶

موازنه کردن^۱ معادله‌ی یک واکنش شیمیایی، در واقع اجرای همان قانون پایستگی جرم (پایستگی ماده) است. مطابق این قانون، ماده یا جرم نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود. پس در یک واکنش شیمیایی، مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است.

به‌عنوان نمونه فلز آهن با گوگرد واکنش می‌دهد و به آهن (II) سولفید تبدیل می‌شود.

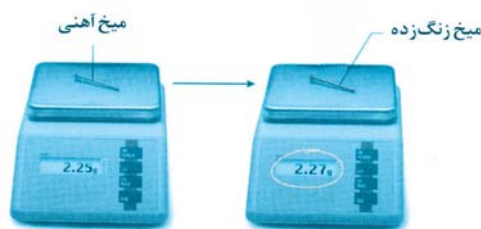


همان‌طور که در شکل می‌بینید، جرم فرآورده (آهن (II) سولفید) با مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها (آهن و گوگرد) برابر است.



شکل ۲- نمایش قانون پایستگی جرم در واکنش آهن و گوگرد

با توجه به شکل بالا، تشکیل ۲۲ گرم آهن (II) سولفید، از واکنش ۱۴ گرم آهن و ۸ گرم گوگرد، کاملاً مورد انتظار است. البته ممکن است در برخی واکنش‌ها جرم همه‌ی واکنش‌دهنده‌ها، به راحتی و با استفاده از ترازو قابل اندازه‌گیری نباشد. برای نمونه، میخ آهنی در مجاورت هوای مرطوب (شامل بخار آب و اکسیژن) به آرامی زنگ می‌زند.



شکل ۳- میخ آهنی در مجاورت هوای مرطوب زنگ می‌زند.

هرچند که نمی‌توان جرم بخار آب و اکسیژن را با ترازو اندازه گرفت، اما قانون پایستگی جرم می‌گوید که میخ آهنی به جرم ۲/۲۵ گرم، به میزان ۰/۰۲ گرم بخار آب و اکسیژن جذب کرده و به میخ زنگ‌زده با جرم ۲/۲۷ گرم تبدیل شده است.

مثال ۱: از واکنش زغال سنگ با بخار آب بسیار داغ، می‌توان گازهای متان و کربن دی‌اکسید تولید کرد. اگر ۷/۲ گرم زغال سنگ با ۱۰/۸ گرم بخار آب به‌طور کامل با هم واکنش دهند (به‌طوری که چیزی از آن‌ها باقی نماند) و ۴/۸ گرم گاز متان تولید شود، جرم گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده چند گرم خواهد بود؟

پاسخ: مطابق قانون پایستگی جرم خواهیم داشت:

مجموع جرم فراورده‌ها = مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها
 جرم گاز کربن دی‌اکسید + جرم گاز متان = جرم بخار آب + جرم زغال سنگ
 $(۴/۸)g - (۷/۲ + ۱۰/۸)g = ۱۳/۲g$

در واکنش‌های شیمیایی، نه اتمی به‌وجود می‌آید و نه اتمی از بین می‌رود، بلکه پس از انجام واکنش، همان اتم‌ها به شیوه‌های دیگری به‌هم متصل می‌شوند. به‌همین دلیل است که همه‌ی واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی ماده یا قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.^۲ همان‌طور که گفته شد موازنه کردن معادله‌ی یک واکنش شیمیایی، اجرای قانون پایستگی ماده (جرم) است.

به نظر شما چگونه می‌توان این قانون را برای موازنه کردن معادله‌ی یک واکنش شیمیایی اجرا کرد؟

پاسخ سؤال بعدی همه چیز را روشن می‌کند:

۱- balancing

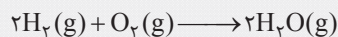
۲- در واکنش‌های هسته‌ای که جرم، قابل تبدیل به انرژی است، این قانون رعایت نمی‌شود.

مثال ۷: ما برای موازنه کردن معادله‌ی یک واکنش شیمیایی به دنبال چه چیزی هستیم؟

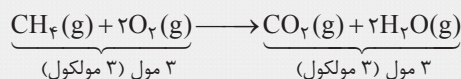
- (۱) می‌خواهیم مجموع تعداد مول‌های واکنش‌دهنده‌ها با مجموع تعداد مول‌های فراورده‌ها برابر باشد.
 (۲) می‌خواهیم مجموع تعداد مولکول‌های واکنش‌دهنده‌ها با مجموع تعداد مولکول‌های فراورده‌ها برابر باشد.
 (۳) می‌خواهیم مجموع تعداد اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها با مجموع تعداد اتم‌های فراورده‌ها برابر باشد.
 (۴) می‌خواهیم تعداد اتم‌های هر عنصر در سمت واکنش‌دهنده‌ها با تعداد اتم‌های همان عنصر در سمت فراورده‌ها برابر باشد.

پاسخ: برای گزینه‌های نادرست، مثال نقض می‌آوریم:

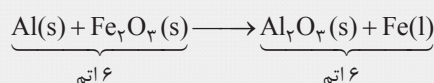
رد گزینه‌های (۱) و (۲): به معادله‌ی روبه‌رو که موازنه‌شده است دقت کنید:



در سمت چپ، ۳ مولکول یا ۳ مول از واکنش‌دهنده‌ها و در سمت راست ۲ مولکول یا ۲ مول فراورده وجود دارد. بنابراین ما برای موازنه کردن به دنبال برابری مجموع تعداد مول‌ها یا مولکول‌ها در دو سمت واکنش نیستیم. هر چند که در بعضی از واکنش‌های موازنه‌شده، این مورد به‌طور اتفاقی رخ می‌دهد. به مثال روبه‌رو توجه کنید.



رد گزینه‌ی (۳): در معادله‌ی واکنش زیر، مجموع اتم‌ها در دو سمت معادله با هم برابر است. یعنی مجموع تعداد اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها با مجموع

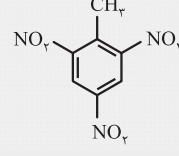
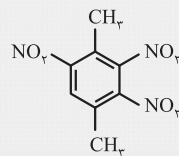
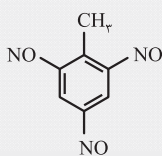
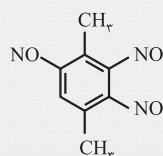


تعداد اتم‌های فراورده‌ها برابر است، اما معادله موازنه‌شده نیست:

نکته: برای موازنه کردن معادله‌ی یک واکنش شیمیایی، باید تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله یکسان باشد، در غیر این صورت، معادله موازنه‌نشده خواهد بود.

تذکر: هرچند با برابری تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله، مجموع تعداد اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها با مجموع تعداد اتم‌های فراورده‌ها برابر می‌شود، اما ممکن است، ضمن برابری تعداد اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها، تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر نباشد. به مثال نقض گزینه‌ی (۳)، مراجعه کنید.

مثال ۸: از سوختن ۴ مول TNT در ۲۱ مول اکسیژن، ۲۸ مول CO_2 ، ۶ مول N_2 و ۱۰ مول بخار آب تولید می‌شود. کدام یک از شکل‌های زیر به فرمول ساختاری TNT مربوط است؟



پاسخ: با توجه به داده‌های موجود در صورت تست، معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش به‌صورت زیر نوشته می‌شود:



مطابق قانون پایستگی جرم، باید تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله برابر باشد.

$$C: 4(TNT \text{ کربن‌های}) = 28 \times 1 \Rightarrow TNT = 7$$

$$H: 4(TNT \text{ هیدروژن‌های}) = 10 \times 2 \Rightarrow TNT = 5$$

$$N: 4(TNT \text{ نیتروژن‌های}) = 6 \times 2 \Rightarrow TNT = 3$$

$$O: 4(TNT \text{ اکسیژن‌های}) + (21 \times 2) = (28 \times 2) + (10 \times 1) \Rightarrow TNT = 6$$

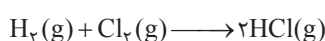
بنابراین فرمول مولکولی TNT به‌صورت $C_7H_5N_3O_6$ نوشته می‌شود. این فرمول فقط با ساختار نیمه‌گسترده‌ی گزینه‌ی (۱) مطابقت دارد. فرمول مولکولی گزینه‌های (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب، $C_8H_7N_3O_6$ ، $C_7H_5N_3O_3$ و $C_8H_7N_3O_3$ است.

بیان‌های نادرست از قانون پایستگی جرم

بیان نادرست ۱: در یک واکنش شیمیایی، باید تعداد مولکول‌های دو طرف معادله برابر باشد.

بیان نادرست ۲: در یک واکنش شیمیایی، باید تعداد مول‌های دو طرف معادله برابر باشد.

تذکر: الزامی به برابری تعداد مول‌های (مولکول‌های) مواد در دو طرف معادله‌ی یک واکنش شیمیایی نیست، هر چند در برخی از واکنش‌ها به‌طور تصادفی رخ می‌دهد. مانند:



بیان نادرست ۳: در یک واکنش شیمیایی، نه مولکولی به وجود می‌آید و نه مولکولی از بین می‌رود.

نادرستی این بیان کاملاً مشهود است. زیرا واکنش شیمیایی، توصیفی برای تغییرهای شیمیایی هستند. در تغییرهای شیمیایی مولکول‌های واکنش‌دهنده‌ها تغییر می‌کند و به مولکول‌های جدیدی (فراورده‌ها) تبدیل می‌شوند.

بیان نادرست ۴: اگر مجموع تعداد اتم‌ها در دو طرف معادله برابر باشد، قانون پایستگی جرم برقرار است. در مورد نادرستی این عبارت زیاد صحبت کرده‌ایم.

موازنه به روش واریسی

برای موازنه کردن معادله‌های شیمیایی، روش‌های گوناگونی وجود دارد. هرچند که میان این روش‌ها، تفاوت‌های مهمی وجود دارد، اما اساس همه‌ی این روش‌ها یکسان است. یکی از ساده‌ترین این روش‌ها که در کتاب درسی به آن اشاره شده، روش «واریسی» است. این واژه ترجمه‌ی واژه‌ی انگلیسی Inspection است. این روش به همان میزان که ساده است، همان‌قدر هم محدود و ناقص است. یعنی به کمک آن، حتی برخی از واکنش‌های کتاب درسی و کنکور نیز قابل موازنه شدن نیستند.

در روش واریسی، معمولاً به ترکیبی که دارای بیش‌ترین تعداد اتم است، ضریب ۱ اختصاص داده می‌شود. سپس با توجه به تعداد اتم‌های این ترکیب، ضرایبی را به مواد دیگر می‌دهند، تا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

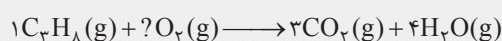
مثال ۹: معادله‌ی واکنش سوختن کامل پروپان را به روش واریسی موازنه کنید:



پاسخ: ابتدا به ترکیب C_3H_8 که دارای بیش‌ترین تعداد اتم است، ضریب ۱ می‌دهیم:



به این ترتیب، تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن در سمت چپ مشخص شده است که به ترتیب برابر ۳ و ۸ می‌باشد. حال اگر به H_2O ، ضریب ۴ و به CO_2 ضریب ۳ بدهیم، اتم‌های C و H موازنه می‌شوند.

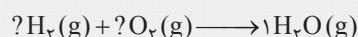
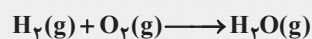


اکنون تعداد اتم‌های اکسیژن در سمت راست تعیین شده و برابر با ۱۰ است $((3 \times 2) + (4 \times 1))$. پس اگر به O_2 در سمت چپ، ضریب ۵ بدهیم، اتم‌های O نیز موازنه می‌شوند.



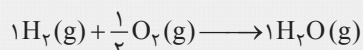
تذکر: در معادله‌های شیمیایی موازنه‌شده، ضریب ۱ نوشته نمی‌شود. به همین دلیل در آخر موازنه، ضریب ۱ مربوط به C_3H_8 را ننوشتیم. لطفاً ضرایب‌های ۱ را در انتهای موازنه حذف کنید. زیرا اگر وسط موازنه کردن، اقدام به حذف ضریب ۱ کنید یا ضریب ۱ را ننویسید می‌تواند موجب خطا شود و به اشتباه فکر کنید که آن ترکیب را هنوز موازنه نکرده‌اید.

مثال ۱۰: معادله‌ی سوختن گاز هیدروژن را موازنه کنید.

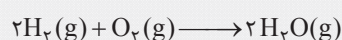


پاسخ: ابتدا به H_2O ، ضریب ۱ می‌دهیم:

حال تعداد اتم‌های H و O در سمت راست معادله مشخص شده است. اگر به H_2 ضریب ۱ و به O_2 ضریب $\frac{1}{2}$ بدهیم، تعداد اتم‌های هر دو عنصر در دو سمت معادله برابر می‌شود:



معادله‌ی فوق به صورتی که موازنه شده است (با ضریب کسری)، از نظر علمی درست است ولی برطبق یک قرارداد که شما موظف به پیروی از آن هستید، هر یک از ضرایب‌های به کار رفته در معادله‌ی موازنه‌شده باید کوچک‌ترین عدد صحیح (غیرکسری) ممکن باشند. بنابراین برای از بین بردن



ضریب کسری اکسیژن، همه‌ی ضرایب‌ها را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم:

آقا اجازه این قراردادی رو که گفتید قبول می‌دم که رعایت کنم، ولی فلسفه‌ی وجودی این قرارداد رو متوجه نمی‌شم از کجا اومده؟ یعنی به منطقی پیشش بوره؟

جواب: پاسخ همه‌ی دانش‌آموزان به یک سؤال باید یکسان باشد، نباید نیمی از بچه‌ها با ضریب کسری معادله‌ها را موازنه کنند و نیمی دیگر با ضریب صحیح. چون در خیلی از موارد (مخصوصاً کنکور) سؤال، مجموع ضرایب را از شما می‌خواهد و طبیعی است که با ضریب کسری به یک عدد و با ضریب صحیح به یک عدد دیگر می‌رسید. در واقع این قرارداد برای هماهنگی بیش‌تر و یکپارچه کردن پاسخ‌ها است.

«هر یک از ضرایب‌های به کار رفته در معادله‌ی موازنه‌شده، باید کوچک‌ترین عدد صحیح (غیرکسری) ممکن باشند.»

تذکر: همان‌طور که مشاهده می‌کنید، برای موازنه کردن یک معادله‌ی شیمیایی، فقط باید به هر ماده یک ضریب مناسب اختصاص دهیم، به‌طوری که تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله برابر شود. تغییر زیروندهای موجود در فرمول شیمیایی مواد، کاملاً نادرست است. در ضمن در بسیاری از موارد تغییر زیروندها، موجب پیدایش فرمول‌هایی می‌شود که هیچ‌گاه وجود خارجی نداشته‌اند. مثلاً تصور کنید، دانش‌آموزی معادله‌ی واکنش $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} \longrightarrow \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ را به صورت مقابل موازنه کند:



موادی با فرمول‌های Fe_2 و Al_2 وجود خارجی ندارند.

تفسیر یک معادله‌ی شیمیایی موازنه‌شده

در کتاب درسی آمده است که یک معادله‌ی شیمیایی موازنه‌شده به دو صورت تفسیر می‌شود:

(۱) ضریب‌ها را برحسب مول تفسیر کنید.

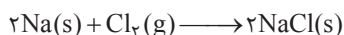
(۲) ضریب‌ها را برحسب مولکول تفسیر کنید.

برای نمونه واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$ به دو صورت تفسیر می‌شود:

(۱) دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول بخار آب تولید می‌کند.

(۲) دو مولکول هیدروژن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مولکول آب تولید می‌کند.

البته واقعیت این است که مفهوم مول خیلی بهتر از مولکول است و در مواردی مانند واکنش زیر، نمی‌توان ضریب‌ها را برحسب مولکول تفسیر کرد:

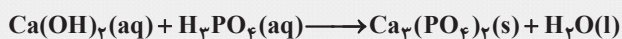


زیرا ترکیب‌های یونی مانند NaCl دارای مولکول نیستند و به‌صورت شبکه‌ی بلوری هستند. یعنی به‌کار بردن واژه‌ی «مولکول» برای برخی از ترکیب‌های شیمیایی نادرست است.

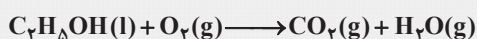
مثال ۱۱: واکنش‌های زیر را موازنه کنید.



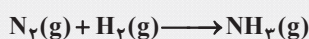
(آ)



(ب)

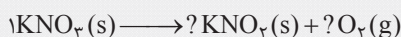


(پ)



(ت)

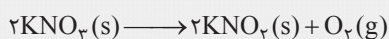
پاسخ: برای این مثال، پاسخ‌ها را خلاصه‌تر نوشته‌ایم.

(آ) اختصاص ضریب ۱ به KNO_3 

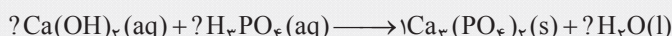
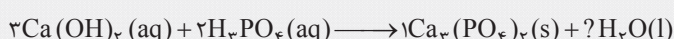
موازنه‌ی هم‌زمان اتم‌های K و N



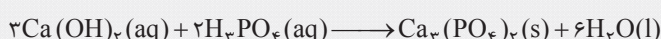
موازنه‌ی اتم O



ضرب کردن همه‌ی ضرایب در عدد ۲، برای از بین بردن ضریب کسری

(ب) اختصاص ضریب ۱ به $Ca_3(PO_4)_2$ 

موازنه‌ی هم‌زمان اتم‌های P و Ca



موازنه‌ی اتم H یا O

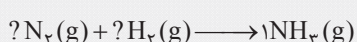
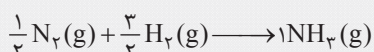
در آخر، هر کدام از اتم‌های H یا O را که موازنه کنید، اتم دیگر خودبه‌خود موازنه می‌شود.

(پ) اختصاص ضریب ۱ به C_2H_5OH 

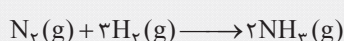
موازنه‌ی هم‌زمان اتم‌های C و H



موازنه‌ی اتم O

(ت) اختصاص ضریب ۱ به NH_3 

موازنه‌ی هم‌زمان اتم‌های H و N



ضرب کردن همه‌ی ضرایب در عدد ۲، برای از بین بردن ضریب کسری

موازنه با روش پیشنهادی گاج

تا این‌جا با روش واری برای موازنه کردن معادله‌ی واکنش‌های شیمیایی آشنا شدید. همان‌طور که گفته شد، روش واری، روش مطرح‌شده در کتاب درسی است، با این حال ممکن است با این روش نتوانید به همه‌ی سوال‌های آزمون‌های مختلف از جمله کنکور سراسری پاسخ دهید. مثلاً واکنش زیر که در کنکور سراسری مطرح شده است با روش واری قابل موازنه کردن نیست: $NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaCl + NaClO_3 + H_2O$ در واقع با دادن ضریب ۱ به $NaClO_3$ (ترکیبی که بیش‌ترین تعداد اتم را دارد) مشکلی حل نمی‌شود و همچنان تعداد اتم‌های Na، Cl و O در مواد دیگر قابل تعیین نیست.

بنابراین شما ناگزیر به یاد گرفتن یک روش بهتر هستید. روشی که در زیر مطرح می‌شود، نه برای همه‌ی واکنش‌های موجود در تاریخ شیمی! بلکه برای اغلب آن‌ها به‌ویژه واکنش‌هایی که برای ورود به دانشگاه با آن‌ها روبه‌رو خواهید شد، مفید و کاربردی است. این روش را، «روش پیشنهادی گاج» نام‌گذاری کرده‌ایم.

◀ مراحل موازنه با روش پیشنهادی گاج

روش زیر، اگرچه برای موازنه‌ی تمام واکنش‌های شیمیایی جوابگو نیست، ولی این قول را به شما می‌دهیم که با این روش بتوانید تمام واکنش‌های کتاب درسی و کنکور را موازنه کنید.

۱) مهم‌ترین مرحله در موازنه‌ی واکنش‌های شیمیایی، انتخاب عنصر آغازگر برای موازنه است. اگر عنصر آغازگر موازنه، عنصر مناسبی نباشد، معادله‌ی واکنش موازنه نمی‌شود یا موازنه‌ی آن زمان زیادی می‌برد.

۲) همیشه موازنه را از عنصری آغاز کنید که در هر طرف معادله فقط در ساختار یک ماده وجود داشته باشد.

مثال: به معادله‌ی واکنش مقابل نگاه کنید.

$$?Cl_2 + ?NaOH \longrightarrow ?NaCl + ?NaClO_3 + ?H_2O$$

 عنصرهای Cl، Na و O در سمت راست معادله، در ساختار دو ماده وجود دارند و هیچ‌کدام برای شروع موازنه عنصر مناسبی نیستند. ولی عنصر H در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده وجود دارد، به‌طوری که در سمت چپ، فقط در ساختار NaOH و در سمت راست، فقط در ساختار H₂O وجود دارد و برای شروع موازنه، عنصر مناسبی است.

۳) اگر چند عنصر در دو طرف معادله، فقط در ساختار یک ترکیب وجود داشته باشند، موازنه را با عنصری آغاز کنید که در ترکیب پیچیده‌تری قرار داشته و دارای زیروند بزرگ‌تری باشد. ترکیب پیچیده‌تر، ترکیبی است که دارای تعداد اتم‌های بیش‌تری است.

مثال: به معادله‌ی واکنش مقابل نگاه کنید.

$$?KNO_3 + ?C + ?S \longrightarrow ?K_2S + ?CO_2 + ?N_2$$

 تمامی عنصرهای K، O، N، C و S در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده وجود دارند و از این لحاظ کاملاً شرایط یکسانی دارند. پس موازنه را از اکسیژن آغاز می‌کنیم که در ترکیب پیچیده‌تر KNO₃ دارای زیروند بزرگ‌تری است.

۴) **جمع‌بندی:** عنصر آغازگر موازنه عنصری است که:

شرط اول: در هر طرف معادله، فقط در ساختار یک ماده باشد.

اگر چند عنصر دارای شرط اول باشند، شرط دوم را لحاظ می‌کنیم.

شرط دوم: دارای زیروند بزرگ‌تر در ترکیب پیچیده‌تر باشد.

مثال: به معادله‌ی واکنش مقابل نگاه کنید.

$$?Ca(OH)_2 + ?H_3PO_4 \longrightarrow ?Ca_3(PO_4)_2 + ?H_2O$$

 عنصرهای Ca و P در هر طرف معادله، فقط در ساختار یک ماده هستند. در این میان موازنه را با Ca آغاز می‌کنیم که در ترکیب پیچیده‌تر Ca₃(PO₄)₂ دارای زیروند بزرگ‌تری نسبت به P است.

آقایابازها! عنصر O در ترکیب پیچیده‌تر Ca₃(PO₄)₂ دارای زیروند بزرگ‌تری است. چرا شما می‌گید که باید موازنه را از Ca آغاز کنیم؟

جواب: دقت کن که شرط اول انتخاب عنصر آغازگر موازنه، عنصری است که در هر طرف معادله فقط در ساختار یک ماده باشد. اگرچه عنصر O دارای زیروند بزرگ‌تر در ترکیب پیچیده‌تر است، ولی در سمت چپ و راست معادله در ساختار دو ماده دیده می‌شود. پس موازنه را با عنصر Ca آغاز می‌کنیم که در هر طرف معادله فقط در ساختار یک ماده وجود دارد.

۵) با انتخاب ضرایب مناسب در دو طرف معادله برای عنصر آغازگر، آن را موازنه می‌کنیم.

مثال: به معادله‌ی واکنش انفجار نیتروگلیسرین توجه کنید.

$$?C_3H_5(NO_3)_3 \longrightarrow ?CO_2 + ?H_2O + ?N_2 + ?O_2$$

 عنصرهای C، H و N در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده قرار دارند. در این میان اتم‌های H در ترکیب پیچیده‌تر C₃H₅(NO₃)₃ دارای زیروند بزرگ‌تری هستند. پس موازنه را با عنصر H آغاز می‌کنیم. با انتخاب ضریب ۲ برای C₃H₅(NO₃)₃ و ضریب ۵ برای H₂O تعداد اتم‌های H در دو طرف معادله با هم برابر می‌شود.
 اکنون در هر طرف معادله ۱۰ اتم H وجود دارد.

۶) موازنه‌ی واکنش را با عنصرهایی ادامه می‌دهیم که فقط دارای یک ضریب مجهول (?) هستند. چنانچه عنصری در معادله‌ی واکنش دارای دو یا بیش از دو ضریب مجهول باشد، نمی‌توانید موازنه را با آن عنصر ادامه دهید.

مثال: در قسمت شماره‌ی ۵، موازنه‌ی واکنش انفجار نیتروگلیسرین به این‌جا رسید.

$$2C_3H_5(NO_3)_3 \longrightarrow ?CO_2 + 5H_2O + ?N_2 + ?O_2$$

 اکنون نمی‌توانیم موازنه‌ی واکنش را با اتم‌های O ادامه دهیم. زیرا اتم‌های O در دو ماده‌ی CO₂ و O₂ دارای ضریب مجهول هستند، ولی اتم‌های C فقط در CO₂ و اتم‌های N فقط در N₂ دارای ضریب مجهول می‌باشند. پس می‌توان موازنه را با اتم‌های C یا N ادامه داد.

نکته: موادی که ضریب آن‌ها هنوز مشخص نشده است، دارای ضریب مجهول (?) هستند و نباید ضریب‌های مجهول را برابر (۱) فرض کنید. متأسفانه این اشکال بزرگ توسط بسیاری از دانش‌آموزان در طول موازنه انجام می‌شود.

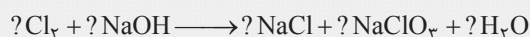
برای پرهیز از این اشتباه متداول توصیه می‌شود که علامت مجهول (?) را پشت موادی که هنوز ضریب آن‌ها مشخص نشده، قرار دهید تا ضریب‌های نامعلوم را به اشتباه برابر (۱) در نظر نگیرید و به محض پیدا شدن ضریب هر ماده، ضریب معلوم را به جای علامت ? قرار دهید.

(۷) اگر در هنگام موازنه، ضریب ماده‌ای یک عدد کسری شد، در همان مرحله (نه در انتهای موازنه) تمام ضریب‌های مشخص شده را در مخرج کسر موردنظر ضرب می‌کنیم تا ضریب کسری به عدد صحیح تبدیل شود. در این شرایط، شمارش و موازنه‌ی سایر عنصرها آسان‌تر انجام می‌شود و از کسری شدن سایر ضریب‌ها جلوگیری می‌شود.

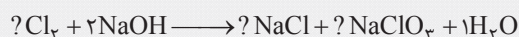
مثال ۱۲: مجموع ضرایب واکنش $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ پس از موازنه کدام است؟

(۱) ۱۲ (۲) ۱۴ (۳) ۱۶ (۴) ۱۸

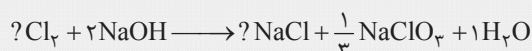
پاسخ: با توجه به مطالب بالا، معادله‌ی واکنش ارائه شده در صورت تست را موازنه می‌کنیم.



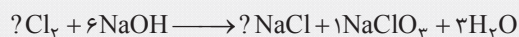
عنصرهای Cl، Na و O در سمت راست معادله، در ساختار دو ماده وجود دارند و هیچ کدام برای شروع موازنه عنصر مناسبی نیستند. ولی عنصر H در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده وجود دارد، به طوری که در سمت چپ، فقط در ساختار NaOH و در سمت راست، فقط در ساختار H_2O وجود دارد و برای شروع موازنه، عنصر مناسبی است. با انتخاب ضریب ۱ برای H_2O و ضریب ۲ برای NaOH تعداد اتم‌های H موازنه می‌شود.



موازنه را با عنصرهایی ادامه می‌دهیم که فقط دارای یک ضریب مجهول هستند. عنصر Na در مواد NaCl و NaClO_3 دارای ضریب مجهول است. عنصر Cl در مواد Cl_2 ، NaCl و NaClO_3 دارای ضریب مجهول است، ولی تعداد اتم‌های O فقط در NaClO_3 مجهول است. پس موازنه را با اتم‌های O ادامه می‌دهیم. با انتخاب ضریب $\frac{1}{3}$ برای NaClO_3 تعداد اتم‌های O نیز موازنه می‌شود.



ضریب NaClO_3 یک عدد کسری است. در همین مرحله تمام ضریب‌های مشخص شده را در ۳ ضرب می‌کنیم تا ضریب کسری $\frac{1}{3}$ به عدد صحیح تبدیل شده و شمارش و موازنه‌ی سایر عنصرها آسان‌تر انجام شود.



موازنه را با عنصری ادامه می‌دهیم که فقط دارای یک ضریب مجهول است. باز هم نمی‌توان موازنه را با اتم‌های Cl ادامه داد. زیرا عنصر Cl دارای دو ضریب مجهول در Cl_2 و NaCl می‌باشد، ولی تعداد اتم‌های Na فقط در NaCl مجهول است. پس موازنه را با Na ادامه می‌دهیم. با انتخاب ضریب ۵ برای NaCl، تعداد اتم‌های Na در دو طرف معادله برابر می‌شود.



در پایان تعداد اتم‌های Cl را موازنه می‌کنیم. در سمت راست معادله، ۶ اتم Cl وجود دارد، پس به Cl_2 ضریب ۳ می‌دهیم.

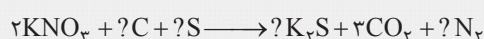


گزینه‌ی (۴) $\Rightarrow 3 + 6 + 5 + 1 + 3 = 18$ = مجموع ضرایب معادله‌ی موازنه شده

مثال ۱۳: در واکنش $\text{KNO}_3 + \text{C} + \text{S} \longrightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{CO}_2 + \text{N}_2$ پس از موازنه، نسبت ضریب CO_2 به ضریب KNO_3 کدام است؟

(۱) $\frac{4}{5}$ (۲) $\frac{3}{2}$ (۳) $\frac{2}{5}$ (۴) $\frac{5}{2}$

پاسخ: تمامی عنصرهای K، O، N، C و S در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده وجود دارند و از این لحاظ کاملاً شرایط یکسانی دارند. پس موازنه را از اکسیژن آغاز می‌کنیم که در ترکیب پیچیده‌تر KNO_3 دارای زیروند بزرگ‌تری است. با انتخاب ضریب ۲ برای KNO_3 و



ضریب ۳ برای CO_2 تعداد اتم‌های O موازنه می‌شود.

در سمت چپ معادله، ۲ اتم K و ۲ اتم N وجود دارد، پس به K_2S و N_2 ضریب ۱ می‌دهیم.

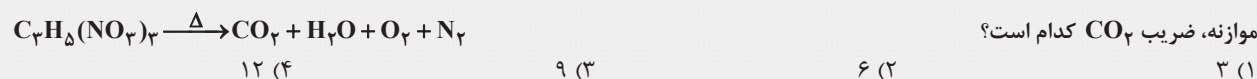


در سمت راست معادله، ۳ اتم C و ۱ اتم S وجود دارد، پس در سمت چپ به C ضریب ۳ و به S ضریب ۱ می‌دهیم.



بنابراین نسبت ضریب CO_2 به ضریب KNO_3 برابر $\frac{3}{2}$ می‌باشد.

مثال ۱۴: نیتروگلیسرین از جمله مواد منفجره‌ی بسیار حساسی است که بر اثر اندکی گرما طی واکنش زیر تجزیه می‌شود. در این واکنش پس از موازنه، ضریب CO_2 کدام است؟



پاسخ: عنصرهای C، H و N در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده وجود دارند. در این میان اتم‌های H در ترکیب پیچیده‌تر $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ دارای زیروند بزرگ‌تری هستند. پس موازنه را با عنصر H آغاز می‌کنیم. با انتخاب ضریب ۲ برای $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ و ضریب ۵ برای H_2O تعداد اتم‌های H در دو طرف معادله با هم برابر می‌شود.

$$2\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{\Delta} ?\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + ?\text{O}_2 + ?\text{N}_2$$

اکنون نمی‌توانیم موازنه را با اتم‌های O ادامه دهیم. زیرا اتم‌های O در دو ماده‌ی CO_2 و O_2 دارای ضریب مجهول هستند، ولی اتم‌های C فقط در CO_2 و اتم‌های N فقط در N_2 دارای ضریب مجهول می‌باشند. پس می‌توان موازنه را با اتم‌های C یا N ادامه داد. با انتخاب ضریب ۶ برای CO_2 و ضریب ۳ برای N_2 تعداد اتم‌های C و N نیز موازنه می‌شود.

$$2\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{\Delta} 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + ?\text{O}_2 + 3\text{N}_2$$


آقا! بازمه ضریب CO_2 معلوم شد. پس می‌تونیم گزینه‌ی ۲ رو علامت بزنینم و نیازی به ادامه‌ی موازنه نیست.

جواب: هیچ موازنه‌ای را نیمه‌کاره رها نکنید. شاید همان ماده‌ای که ظاهراً ضریبش برای شما اهمیتی ندارد، دارای ضریب کسری شود و مجبور شوید ضریب همه‌ی مواد را تغییر دهید. پس به ادامه‌ی موازنه توجه کن.

در سمت چپ معادله، تعداد اتم‌های O برابر $2 \times 3 \times 3 = 18$ می‌باشد. با توجه به 6CO_2 و $5\text{H}_2\text{O}$ در سمت راست معادله، اگر به O_2 ضریب $\frac{1}{2}$ بدهیم، تعداد اتم‌های اکسیژن در سمت راست نیز برابر ۱۸ می‌شود.

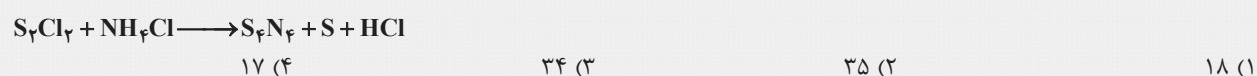
$$2\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{\Delta} 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 3\text{N}_2$$

برای از بین رفتن ضریب کسری $\frac{1}{2}$ ، همه‌ی ضرایب را در ۲ ضرب می‌کنیم.

$$4\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{\Delta} 12\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 6\text{N}_2$$

بنابراین ضریب CO_2 در معادله‌ی موازنه‌شده برابر ۱۲ می‌باشد و گزینه‌ی (۴) پاسخ تست است.

مثال ۱۵: در واکنش زیر پس از موازنه، مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در واکنش کدام است؟



پاسخ: اتم‌های N و H در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده حضور دارند، ولی اتم‌های N زیروند بزرگ‌تری در ترکیب پیچیده‌تر S_2N_4 دارند. پس موازنه را با اتم‌های N آغاز می‌کنیم. برای این منظور به S_2N_4 ضریب ۱ و به NH_4Cl ضریب ۴ می‌دهیم:

$$?\text{S}_2\text{Cl}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 1\text{S}_2\text{N}_4 + ?\text{S} + ?\text{HCl}$$

در این مرحله موازنه را فقط می‌توان با اتم‌های H ادامه داد. زیرا اتم‌های H فقط دارای یک ضریب مجهول در HCl هستند. در سمت چپ معادله، ۱۶ اتم H وجود دارد، پس به HCl ضریب ۱۶ می‌دهیم.

$$?\text{S}_2\text{Cl}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 1\text{S}_2\text{N}_4 + ?\text{S} + 16\text{HCl}$$

اتم‌های Cl فقط در S_2Cl_2 دارای ضریب مجهول هستند، پس موازنه را با اتم‌های Cl ادامه می‌دهیم. در سمت راست ۱۶ اتم Cl وجود دارد، با توجه به وجود $4\text{NH}_4\text{Cl}$ در سمت چپ، باید به S_2Cl_2 ضریب ۶ بدهیم.

$$6\text{S}_2\text{Cl}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 1\text{S}_2\text{N}_4 + ?\text{S} + 16\text{HCl}$$

اکنون می‌توان اتم‌های S را نیز موازنه کرد. در سمت چپ ۱۲ اتم S وجود دارد، با توجه به وجود $1\text{S}_2\text{N}_4$ در سمت راست باید به S ضریب ۸ بدهیم.

$$6\text{S}_2\text{Cl}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 1\text{S}_2\text{N}_4 + 8\text{S} + 16\text{HCl}$$

گزینه‌ی (۲) $\Rightarrow 35 = 6 + 4 + 1 + 8 + 16$ = مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در واکنش

مثال ۱۶: مجموع ضرایب ترکیب‌های موجود در واکنش زیر پس از موازنه کدام است؟



پاسخ: عنصر آغازگر موازنه، اتم‌های اکسیژن هستند، زیرا اتم‌های اکسیژن در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده قرار دارند و در ترکیب پیچیده‌تر $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ دارای زیروند بزرگ‌تری هستند. با انتخاب ضریب ۱ برای $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ و ضریب ۷ برای H_2O تعداد اتم‌های اکسیژن موازنه می‌شود.

$$1\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + ?\text{HCl} \longrightarrow ?\text{KCl} + ?\text{CrCl}_3 + ?\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$$

موازنه را به‌ترتیب با اتم‌های K، Cr، H و Cl ادامه می‌دهیم.

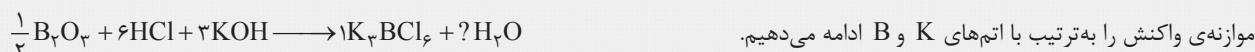
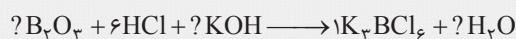
$1\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$

پاسخ نهایی این تست یک نکته‌ی ظریف دارد. باید توجه کنید که کلر (Cl_2) یک عنصر است و ترکیب به‌شمار نمی‌رود. بنابراین ضریب عنصر Cl_2 را با ضریب ترکیب‌های موجود در واکنش جمع نمی‌کنیم. گزینه‌ی (۱) $\Rightarrow 26 = 1 + 14 + 2 + 2 + 7$ = مجموع ضرایب ترکیب‌های موجود در واکنش

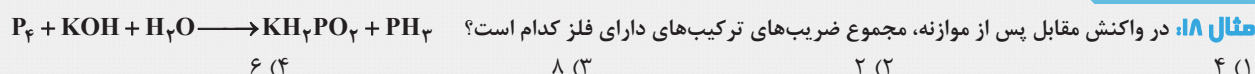
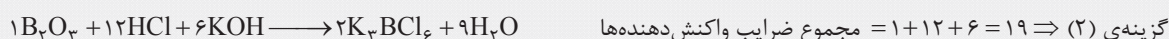
مثال ۱۷: در معادله‌ی واکنش زیر پس از موازنه، مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها کدام است؟



پاسخ: اتم‌های Cl در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده هستند، ضمن این‌که در ترکیب پیچیده‌تر K_3BCl_6 زیروند بزرگ‌تری دارند. بنابراین موازنه را با اتم‌های Cl آغاز می‌کنیم. با انتخاب ضریب ۱ برای K_3BCl_6 و ضریب ۶ برای HCl تعداد اتم‌های Cl موازنه می‌شود.



تمام ضرایب مشخص شده در ۲ ضرب می‌کنیم تا ضریب کسری $\frac{1}{2}$ از بین برود. در سمت چپ معادله، ۱۸ اتم H وجود دارد، پس به H_2O در سمت راست ضریب ۹ می‌دهیم.



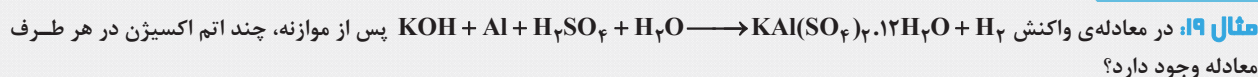
پاسخ: فقط اتم‌های K در هر سمت معادله در ساختار یک ماده حضور دارند، پس موازنه را با اتم‌های K آغاز می‌کنیم. با انتخاب ضریب ۱ برای KH_2PO_4 و KOH تعداد اتم‌های K موازنه می‌شود.

در این مرحله، موازنه را فقط با اتم‌های O می‌توان ادامه داد. زیرا اتم‌های O فقط دارای یک ضریب مجهول در H_2O هستند. با انتخاب ضریب ۱ برای H_2O ، تعداد اتم‌های O در دو سمت معادله برابر می‌شود.

اکنون اتم‌های H فقط یک ضریب مجهول در PH_3 دارند. پس موازنه را با اتم‌های H ادامه می‌دهیم. در سمت چپ معادله، ۳ اتم H وجود دارد، با توجه به وجود KH_2PO_4 در سمت راست، باید به PH_3 ضریب $\frac{1}{3}$ بدهیم.

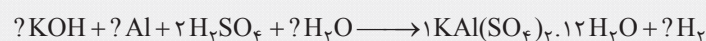
تمام ضرایب را در ۳ ضرب می‌کنیم تا ضریب کسری $\frac{1}{3}$ از بین برود.

در پایان، با انتخاب ضریب ۱ برای P_4 تعداد اتم‌های P نیز موازنه می‌شود. ترکیب‌های دارای فلز، KOH و KH_2PO_4 هستند و مجموع ضرایب آن‌ها $3 + 3 = 6$ می‌باشد. (گزینه‌ی ۴)

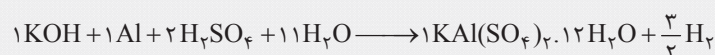


پاسخ: نمک‌های متبلور مانند $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ بر روی هم، یک ماده‌ی واحد به‌شمار می‌روند. ضریب ۱۲ فقط در تعداد اتم‌های H_2O ضرب می‌شود ولی اگر ضریبی پشت $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ قرار گیرد، در کل ترکیب ضرب می‌شود. برای مثال $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ دارای $24 = 12 \times 2$ اتم هیدروژن و دارای $20 = (4 \times 2) + 12$ اتم اکسیژن است.

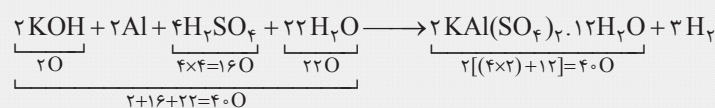
اتم‌های H و O در هر طرف معادله در ساختار بیش از یک ماده حضور دارند ولی اتم‌های K، Al و S در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده حضور دارند. در این میان موازنه را با اتم‌های S آغاز می‌کنیم، زیرا در ترکیب پیچیده‌تر $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ دارای زیروند بزرگ‌تری نسبت به K و Al است. با انتخاب ضریب ۱ برای $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ و ضریب ۲ برای H_2SO_4 تعداد اتم‌های S موازنه می‌شود.



موازنه را به‌ترتیب با اتم‌های K، Al، O و H ادامه می‌دهیم.



در پایان، همه‌ی ضرایب را در ۲ ضرب می‌کنیم تا ضریب کسری $\frac{3}{2}$ از بین برود.



همان‌طور که مشاهده می‌کنید در هر طرف معادله ۴۰ اتم اکسیژن وجود دارد. (گزینه‌ی ۴)

پرسش‌های جلسه اول

؟

۱

جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.
 (آ) در برخی از کشورها، را به‌عنوان کود شیمیایی به‌طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.
 (ب) کشاورزان برای تولید گندم بیش‌تر و مرغوب‌تر، سالانه از مقدار زیادی و انواع استفاده می‌کنند.
 (پ) فرمول شیمیایی یون منگنات به‌صورت و یون پرمنگنات به‌صورت است.
 (ت) یک معادله‌ی شیمیایی اطلاعاتی مانند و را دربر ندارد.
 (ث) به انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی، می‌گویند.
 (ج) برای رسیدن به یک معادله‌ی شیمیایی موازنه‌شده، باید تعداد در دو سوی معادله یکسان باشد.
 (چ) برای موازنه‌ی معادله‌های شیمیایی به روش وارسی، معمولاً به ترکیبی که است، ضریب ۱ می‌دهند.
 (ح) مطابق قرارداد ضریب‌های به‌کار رفته در معادله‌ی موازنه‌شده، باید باشند.
 (خ) هضم غذا و تنفس نمونه‌هایی از تغییرهای به‌شمار می‌آیند.

۲

هریک از عبارت‌های زیر را با انتخاب گزینه‌ی صحیح کامل کنید.
 (آ) در فرایند (زنگ زدن آهن - تصعید ید) ماهیت ذره‌ها تغییر نمی‌کند.
 (ب) در معادله‌ی (نوشتاری - نمادی) نام واکنش‌دهنده‌ها در سمت چپ و نام فراورده‌ها در سمت راست نوشته می‌شود.
 (پ) نماد « $\xrightarrow{500^{\circ}\text{C}}$ » نشان می‌دهد که (واکنش در دمای 500°C انجام می‌شود - با انجام واکنش، دما به 500°C می‌رسد).
 (ت) قبل از موازنه‌ی یک معادله‌ی شیمیایی، تعداد (مولکول‌ها - عنصرها) در دو سمت معادله، برابر است.
 (ث) طبق قانون پایستگی جرم، نه (اتمی - مولکولی) از بین می‌رود و نه (اتمی - مولکولی) به‌وجود می‌آید.
 (ج) در یک تغییر شیمیایی، حالت فیزیکی مواد (باید تغییر کند - می‌تواند تغییر نکند).

۳

درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.
 (آ) در معادله‌ی نوشتاری، نماد فراورده‌ها در سمت راست واکنش نوشته می‌شود.
 (ب) افزودن منابع معدنی به‌صورت کودهای شیمیایی، تنها باعث افزایش کیفیت محصول می‌شود و در مقدار محصول تغییری ایجاد نمی‌کند.
 (پ) نماد « $\xrightarrow{\Delta}$ » نشان می‌دهد که با یک واکنش گرماگیر سروکار داریم.
 (ت) فسفات، کلرات و سیانید از جمله آنیون‌های اکسیژن‌دار هستند.
 (ث) انرژی فعال‌سازی برخی واکنش‌ها با مواردی نظیر تابش نور، ایجاد جرقه و یا وارد آوردن یک شوک مانند ضربه تأمین می‌شود.
 (ج) همواره برای آغاز یک واکنش به مقداری انرژی نیاز است که انرژی فعال‌سازی نامیده می‌شود.

۴

نوع تغییر (فیزیکی یا شیمیایی) هر یک از فرایندهای زیر را با بیان دلیل، مشخص کنید.
 (آ) $\text{C(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
 (ب) $\text{C}_{10}\text{H}_8(\text{s}) \longrightarrow \text{C}_{10}\text{H}_8(\text{g})$

۵

هریک از مفاهیم و واژه‌های زیر را تعریف کنید.
 (آ) معادله‌ی نوشتاری
 (ب) معادله‌ی نمادی
 (پ) قانون پایستگی جرم

۶

چهار دانش‌آموز معادله‌ی واکنش $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$ را به‌صورت‌های زیر موازنه کرده‌اند. درستی یا نادرستی هر کدام از معادله‌ها را با بیان دلیل مشخص کنید.

(آ) $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$

(ب) $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$

(پ) $4\text{Na}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 4\text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow 4\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + 2\text{O}_2(\text{g})$

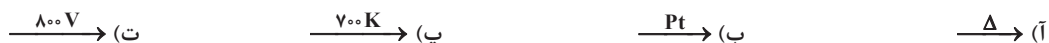
(ت) $2\text{Na}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$

۷

مشخص کنید در هر مورد کدام تغییر، فیزیکی و کدام یک از نوع شیمیایی است؟
 (آ) تنفس
 (ب) رسیدن میوه
 (ج) ترش شدن شیر
 (خ) خشک شدن لباس‌های مرطوب
 (ز) تقطیر نفت خام
 (ث) هضم غذا
 (ح) سوختن کاغذ
 (ذ) بخار شدن ید در دمای اتاق
 (ت) زنگ زدن آهن
 (چ) انحلال شکر در آب
 (د) برق‌کافت

۸

معنی هریک از نمادهای زیر که در معادله‌های شیمیایی از آن‌ها استفاده می‌شود، چیست؟



۹

در هر مورد، معادله‌ی نمادی واکنش معرفی شده را بنویسید.

(آ) رسوب فرو هیدروکسید + محلول لیتیم کلرید \longrightarrow محلول فرو کلرید + محلول لیتیم هیدروکسید(ب) گاز اتین + محلول کلسیم هیدروکسید \longrightarrow آب + کلسیم کاربید جامد(پ) گاز کربن دی‌اکسید + آب + محلول کلسیم سولفیت \longrightarrow سولفورو اسید + کلسیم کربنات جامد

۱۰

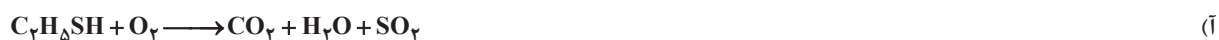
آیا ممکن است مجموع تعداد اتم‌ها در دو سوی یک معادله‌ی شیمیایی یکسان باشد، ولی معادله‌ی شیمیایی موازنه نشده باشد؟

۱۱

یک مول آسپارتام ($\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$) با دو مول آب واکنش داده و یک مول آسپارتیک اسید ($\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_4$)، یک مول متانول و یک مول فنیل آلانین تولید می‌شود. فرمول مولکولی فنیل آلانین را به دست آورید.

۱۲

هریک از معادله‌های شیمیایی زیر را موازنه کنید.



پاسخ پرسش‌های جلسه اول

۱

- (آ) آمونیاک مایع (ب) کود شیمیایی - آفت کش (پ) $\text{MnO}_4^- - \text{MnO}_4^{2-}$ (ت) چگونگی و ترتیب مخلوط کردن واکنش دهنده‌ها - نکته‌های ایمنی (ث) حداقل - انرژی فعال سازی (ج) اتم‌های هر عنصر (ح) کوچک‌ترین عدد صحیح (غیر کسری) ممکن (خ) شیمیایی

۲

- (آ) تصعید (ب) نوشتاری (پ) واکنش در دمای 50°C انجام می‌شود. (ت) عنصرها (ث) اتمی - اتمی (ج) می‌تواند تغییر نکند.

۳

- (آ) نادرست - در معادله‌ی نوشتاری، نام فراورده‌ها در سمت راست واکنش نوشته می‌شود.
 (ب) نادرست - افزودن منابع معدنی به صورت کودهای شیمیایی، سبب افزایش مقدار و کیفیت محصول می‌شود.
 (پ) نادرست - نماد « $\xrightarrow{\Delta}$ » نشان می‌دهد که واکنش دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.
 (ت) نادرست - آنیون سیانید (CN^-)، فاقد اتم اکسیژن است.
 (ث) درست
 (ج) نادرست - اغلب برای آغاز یک واکنش به مقداری انرژی نیاز است که انرژی فعال سازی نامیده می‌شود.

۴

آ) تغییر شیمیایی - زیرا ماهیت مواد تغییر کرده و ماده‌ی جدیدی تشکیل شده است.
ب) تغییر فیزیکی - زیرا فقط حالت فیزیکی ماده تغییر کرده و ماده‌ی جدیدی تشکیل نشده است.

۵

آ) معادله‌ای است که نام واکنش‌دهنده‌ها (سمت چپ) و فراورده‌های (سمت راست) واکنش را مشخص می‌کند و اطلاعات بیش‌تری در اختیار نمی‌گذارد.
ب) اگر برای نوشتن معادله‌ی یک واکنش از نمادها و فرمول‌های شیمیایی مواد شرکت‌کننده استفاده شود، در این صورت معادله‌ای به‌دست می‌آید که به آن معادله‌ی نمادی می‌گویند. در این معادله حالت فیزیکی هر ماده‌ی شرکت‌کننده نیز باید مشخص شود.
پ) جرم (اتم) نه به‌وجود می‌آید و نه از بین می‌رود. بنابراین در یک واکنش شیمیایی، جرم واکنش‌دهنده‌ها با جرم فراورده‌ها برابر است.

۶

آ) نادرست - زیرا زیروند O در Na_2CO_3 از ۳ به ۲ تغییر داده شده است.
ب) نادرست - زیرا ضریب O_2 به صورت کسری است.
پ) نادرست - زیرا ضرایب مواد قابلیت ساده شدن دارند، یعنی ضرایب به‌کار رفته، کوچک‌ترین عدد صحیح ممکن نیستند.
ت) درست - زیرا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر است. از طرفی هر یک از ضرایب‌های به‌کار رفته، کوچک‌ترین عدد صحیح ممکن هستند.

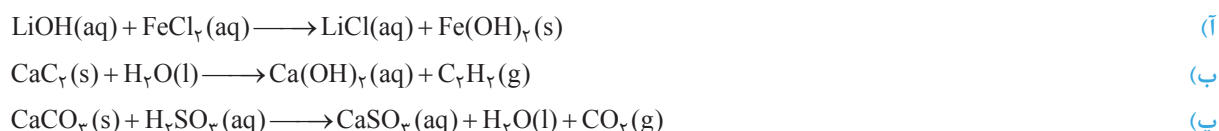
۷

تغییر فیزیکی: چ / خ / ذ / ر
تغییر شیمیایی: آ / ب / پ / ت / ث / ج / ح / د

۸

آ) واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.
ب) برای انجام واکنش از پلاتین (Pt) به‌عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.
پ) واکنش در دمای 700°K انجام می‌شود.
ت) واکنش با ولتاژ 800 ولت انجام می‌شود.

۹



۱۰

بله، به عنوان نمونه در واکنش $\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ، مجموع تعداد اتم‌ها در هر سمت معادله برابر ۶ است، ولی واکنش موازنه‌شده نیست. زیرا تعداد اتم‌های Al و Fe در دو سوی معادله برابر نیست. در یک معادله‌ی موازنه‌شده، باید تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله، یکسان باشد.

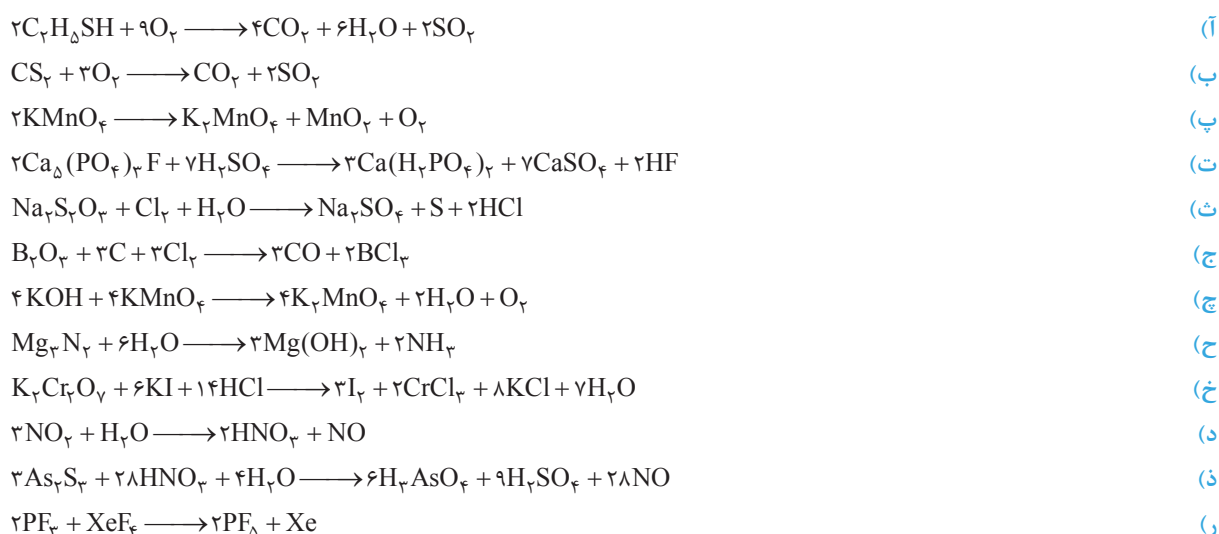
۱۱

مطابق اطلاعات سؤال می‌توان نوشت:
X، همان فنیل آلانین است. با استفاده از قانون پایستگی جرم می‌توان نوشت:

$$\text{X: } \begin{cases} \text{C: } (1 \times 14) = (1 \times 4) + (1 \times 1) + \text{C} \Rightarrow \text{C} = 9 \\ \text{H: } (1 \times 18) + (2 \times 2) = (1 \times 7) + (1 \times 4) + \text{H} \Rightarrow \text{H} = 11 \\ \text{N: } (1 \times 2) = (1 \times 1) + \text{N} \Rightarrow \text{N} = 1 \\ \text{O: } (1 \times 5) + (2 \times 1) = (1 \times 4) + (1 \times 1) + \text{O} \Rightarrow \text{O} = 2 \end{cases}$$

بنابراین فرمول مولکولی فنیل آلانین به‌صورت $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$ خواهد بود.

۱۲



تست‌های جلسه اول

۱. چه تعداد از موارد زیر، جزو تغییرهای شیمیایی دسته‌بندی می‌شوند؟

زنگ زدن آهن - ترش شدن شیر - هضم غذا - سوختن کاغذ - تنفس

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

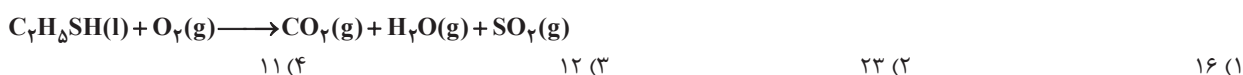
۲. معنای نمادهای Δ و $\xrightarrow{\text{Pd}}$ که در معادله‌های شیمیایی از آن‌ها استفاده می‌شود، در کدام گزینه به‌درستی آمده است؟

- (۱) واکنش در جهت مستقیم گرم‌گیر است - برای انجام واکنش از پالادیم به‌عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.
- (۲) واکنش در جهت مستقیم گرم‌گیر است - هدف از انجام واکنش، تولید فلز پالادیم است.
- (۳) واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند - برای انجام واکنش از پالادیم به‌عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.
- (۴) واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند - هدف از انجام واکنش، تولید فلز پالادیم است.

۳. کدام یک از مطالب زیر، درست است؟

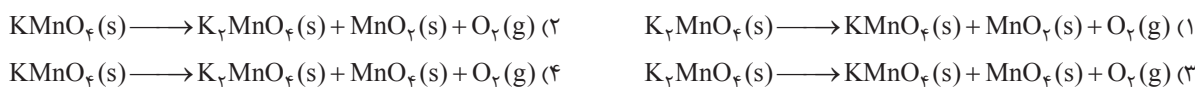
- (۱) نماد (aq) برای انواع محلول‌ها به کار می‌رود.
- (۲) ترتیب مخلوط کردن واکنش‌دهنده‌ها از روی معادله‌ی شیمیایی قابل تشخیص نیست.
- (۳) میخ آهنی در مجاورت هوای مرطوب به سرعت زنگ می‌زند.
- (۴) از واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر، هیدروکلریک اسید تولید می‌شود.

۴. مجموع ضرایب مولی واکنش‌دهنده‌ها در واکنش زیر (پس از موازنه) کدام است؟

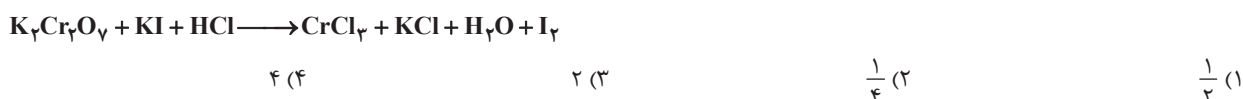


۵. معادله‌ی نمادی واکنش زیر، به کدام صورت درست است؟

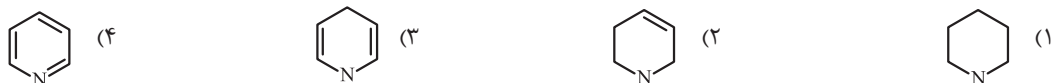
گاز اکسیژن + منگنز (IV) اکسید جامد + پتاسیم منگنات جامد \longrightarrow پتاسیم پرمنگنات جامد



۶. در معادله‌ی واکنش زیر، پس از موازنه نسبت ضریب H_2O به ضریب HCl کدام است؟



۷. از سوختن ۴ مول پیریدین، ۲۰ مول کربن دی‌اکسید، ۱۰ مول بخار آب و ۴ مول نیتروژن دی‌اکسید تولید می‌شود. کدام یک از ساختارهای زیر را می‌توان به پیریدین نسبت داد؟ (پیریدین یک ترکیب آلی است که در آن اکسیژن وجود ندارد.)



۸. از دست دادن آب تبلور نمک‌های آب‌پوشیده بر اثر گرما، یک تغییر است، زیرا

- (۱) شیمیایی - ماهیت فراورده‌ها با ماهیت واکنش‌دهنده تفاوت دارد.
- (۲) شیمیایی - با مبادله‌ی انرژی همراه است.
- (۳) فیزیکی - فقط یک فرآیند تبخیر در آن رخ می‌دهد.
- (۴) فیزیکی - حالت فیزیکی نمک آب‌پوشیده و نمک خشک یکسان است.

۹. چه تعداد از موارد زیر، جزو اطلاعات موجود در یک معادله‌ی شیمیایی است؟

- (پ) نکته‌های ایمنی واکنش
- (ب) شرایط لازم برای انجام واکنش
- (پ) چگونگی و ترتیب مخلوط کردن واکنش‌دهنده‌ها
- (ت) شرح عملی اجرای واکنش
- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۱۰. کدام یک از مطالب زیر، درست است؟

- (۱) گرما دادن به نمک‌های آب‌پوشیده و تولید بخار آب از آن‌ها و نیز تنفس از جمله تغییرهای شیمیایی هستند.
- (۲) نماد « $\xrightarrow{700^\circ\text{C}}$ » در یک واکنش به معنی آن است که با انجام واکنش، دمای فراورده‌ها ۷۰۰ درجه‌ی سلسیوس می‌شود.
- (۳) همواره برای افزایش سرعت یک واکنش، به مقداری انرژی نیاز است که به آن انرژی فعال‌سازی می‌گویند.
- (۴) در فرایند سوختن کاغذ، شیوه‌ی اتصال اتم‌ها به یکدیگر و نوع اتم‌ها تغییر می‌کند.

۱۱. مجموع ضرایب ترکیب‌های موجود در معادله‌ی واکنش مقابل، پس از موازنه کدام است؟

$$I_2O_5 + HCl \longrightarrow ICl_3 + Cl_2 + H_2O$$

 ۱۹ (۱) ۱۷ (۲) ۲۰ (۳) ۱۸ (۴)

۱۲. در کدام یک از واکنش‌های زیر، پس از موازنه ضریب اکسیژن عدد بزرگ‌تری است؟

$$N_2O_5 \longrightarrow NO_2 + O_2$$
 (۲)
$$KNO_3 \longrightarrow K_2O + N_2 + O_2$$
 (۱)

$$KOH + KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + H_2O + O_2$$
 (۴)
$$NO_2 \longrightarrow NO + O_2$$
 (۳)

۱۳. در واکنش روبه‌رو پس از موازنه، نسبت ضریب سولفوریک اسید به ضریب آب کدام است؟

$$H_2SO_4 + HI \longrightarrow H_2S + H_2O + I_2$$

 ۱ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

۱۴. کدام عبارت را برای توصیف واکنش مقابل، پس از موازنه‌ی معادله‌ی آن نادرست می‌دانید؟

$$Al + NaOH + H_2O \longrightarrow NaAl(OH)_4 + H_2$$

 (۱) مجموع ضرایب مولی عنصرها برابر ۵ است.
 (۲) نسبت ضریب مولی آب به هیدروژن برابر ۲ است.
 (۳) مجموع ضرایب مولی ترکیبات دارای فلز برابر ۶ است.
 (۴) مجموع ضرایب مولی واکنش‌دهنده‌ها، بزرگ‌تر از مجموع ضرایب مولی فراورده‌ها است.

۱۵. مجموع ضرایب مولی مواد در معادله‌ی روبه‌رو، پس از موازنه کدام است؟

$$KClO_3 + C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow KCl + CO_2 + H_2O$$

 ۳۹ (۱) ۴۰ (۲) ۴۱ (۳) ۴۲ (۴)

۱۶. مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیب‌های موجود در واکنش مقابل، پس از موازنه کدام است؟

$$KNO_3 + C + S \longrightarrow K_2S + CO_2 + N_2$$

 ۶ (۱) ۷ (۲) ۹ (۳) ۱۱ (۴)

۱۷. مجموع ضرایب معادله‌ی واکنش $Na_2SO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + SO_2 + H_2O$ پس از موازنه کدام است؟
 ۶ (۱) ۷ (۲) ۸ (۳) ۹ (۴)

۱۸. مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در واکنش $KI + KIO_3 + HCl \longrightarrow I_2 + KCl + H_2O$ پس از موازنه کدام است؟
 ۱۲ (۱) ۱۶ (۲) ۱۸ (۳) ۲۴ (۴)

۱۹. در معادله‌ی واکنش $KClO_3 + NaI + HCl \longrightarrow KCl + I_2 + NaCl + H_2O$ پس از موازنه، نسبت مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها به مجموع ضرایب فراورده‌ها کدام است؟
 ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴)

۲۰. در معادله‌ی واکنش مقابل پس از موازنه، مجموع ضرایب اجزای واکنش کدام است؟

$$KOH + KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + O_2 + H_2O$$

 ۱۵ (۱) ۱۴ (۲) ۹ (۳) ۸ (۴)

۲۱. در معادله‌ی واکنش $KBrO_3 + N_2H_4 \longrightarrow N_2 + KBr + H_2O$ پس از موازنه، مجموع ضرایب فراورده‌ها کدام است؟
 ۵ (۱) ۹ (۲) ۱۱ (۳) ۱۶ (۴)

۲۲. کدام نماد، درست معرفی شده است؟

- (۱) \xrightarrow{Pd} : برای انجام شدن واکنش از سرب به‌عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.
- (۲) $\xrightarrow{120^\circ C}$: واکنش در دمای بالاتر از $120^\circ C$ درجه‌ی سلسیوس انجام می‌شود.
- (۳) $\xrightarrow{\Delta}$: واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها بر اثر گرم شدن با یکدیگر واکنش می‌دهند.
- (۴) $\xrightarrow{2\text{ atm}}$: واکنش در فشار 2°atm اتمسفر انجام می‌شود.

۲۳. در کدام گزینه، نسبت تعداد اتم‌ها به تعداد عنصرهای تشکیل‌دهنده برابر ۲ است؟
 (۱) آمونیوم دی‌کرومات (۲) سدیم فسفات (۳) آمونیوم سولفات (۴) پتاسیم پرمنگنات

۲۴. در معادله‌ی واکنش زیر پس از موازنه، نسبت ضریب O_2 به ضریب واکنش‌دهنده کدام است؟

$$C_3H_8(NO_3)_3 \longrightarrow CO_2 + H_2O + N_2 + O_2$$

 ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۵. از واکنش دو مول آمونیاک با یک مول کربن دی‌اکسید، یک مول اوره و یک مول آب تولید می‌شود. در هر واحد از فرمول تجربی اوره چند اتم وجود دارد؟
 ۴ (۱) ۵ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴)

پاسخ تست‌های جلسه اول

۱- (۴) تمام موارد، جزو تغییرهای شیمیایی دسته‌بندی می‌شوند. زیرا در همه‌ی آن‌ها ماهیت مواد تغییر می‌کند و مواد جدیدی به‌وجود می‌آید.

۲- (۳) به جدول زیر توجه کنید.

نماد	معنا
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن واکنش می‌دهند.
\xrightarrow{Pd}	برای انجام واکنش از پالادیم به‌عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

۳- (۲) بررسی سایر گزینه‌ها:

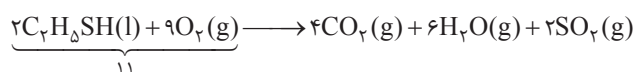
(۱) نماد (aq) تنها برای محلول‌های آبی به‌کار می‌رود.

(۳) میخ آهنی در مجاورت هوای مرطوب به آرامی زنگ می‌زند.

(۴) از واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر، گاز هیدروژن کلرید تولید می‌شود.

۴- (۴) به C_2H_5SH ضریب ۱ می‌دهیم، به این ترتیب، CO_2 ، H_2O و SO_2 به‌ترتیب ضرایب ۲، ۳ و ۱ اختیار می‌کنند. اکنون در سمت راست ۹ اتم

اکسیژن وجود دارد، بنابراین ناچاریم به O_2 ، ضریب $\frac{9}{2}$ بدهیم و سپس همه‌ی ضرایب را در عدد ۲ ضرب کنیم:



۵- (۲) فرمول شیمیایی آنیون‌های منگنات و پرمنگنات به‌ترتیب به‌صورت MnO_4^- و MnO_4^{2-} است. با توجه به این که یون پتاسیم به‌صورت K^+

است، فرمول پتاسیم منگنات و پتاسیم پرمنگنات نیز به‌ترتیب به‌صورت K_2MnO_4 و $KMnO_4$ خواهد بود. از طرفی فرمول ترکیب

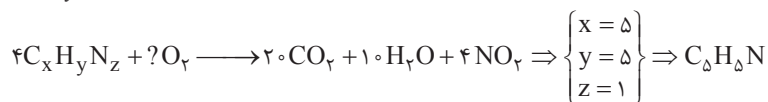
منگنز (IV) اکسید به‌صورت MnO_2 درست است و ترکیب خنثای MnO_4 وجود ندارد.

۶- (۱) از آن‌جا که عنصر H در سمت چپ فقط در HCl و در سمت راست هم فقط در H_2O وجود دارد، برای موازنه شدن، ضریب HCl

باید ۲ برابر ضریب H_2O باشد. بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{1}{2}$ است. نیازی به موازنه کردن واکنش نیست.

۷- (۴) از آن‌جا که در فراورده‌ها عنصرهای C، O، H و N وجود دارد و پیریدین فاقد اکسیژن است؛ می‌توان فرمول آن را به‌صورت $C_xH_yN_z$

در نظر گرفت:



به این ترتیب، گزینه‌ی (۴) پاسخ این تست است. فرمول گزینه‌ی (۳) به‌صورت C_5H_6N است.

۸- (۱) تبدیل نمک آب‌پوشیده به نمک خشک و بخار آب یک تغییر شیمیایی است؛ زیرا نوع و ماهیت واکنش‌دهنده با نوع و ماهیت فراورده‌ها

متفاوت است. به‌عنوان نمونه، مس (II) سولفات پنج آبه به‌صورت بلورهای آبی‌رنگ و مس (II) سولفات خشک به‌صورت پودر سفیدرنگ



است.

۹- (۴) از بین موارد مطرح‌شده، تنها «شرایط لازم برای انجام واکنش» را می‌توان جزو اطلاعات موجود در معادله‌ی شیمیایی واکنش دانست و

بقیه‌ی موارد از روی معادله‌ی شیمیایی مشخص نیست.

۱۰- (۱) بررسی سایر گزینه‌ها:

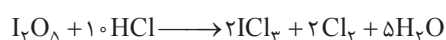
(۲) نماد « $\xrightarrow{70^\circ C}$ » در یک واکنش به معنی آن است که واکنش در دمای 70° درجه‌ی سلسیوس انجام می‌شود. در واقع برای انجام

واکنش، باید واکنش‌دهنده‌ها به این دما برسند.

(۳) اغلب برای آغاز یک واکنش به مقداری انرژی نیاز است که به آن انرژی فعال‌سازی می‌گویند.

(۴) در هیچ تغییری (فیزیکی یا شیمیایی)، نوع اتم‌ها تغییر نمی‌کند.

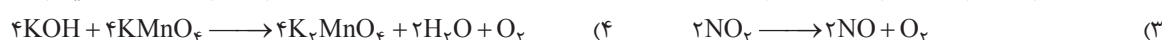
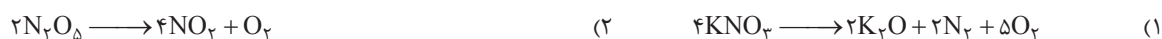
۱۱- (۴) موازنه را با I شروع می‌کنیم. سپس به‌ترتیب با O و H ادامه می‌دهیم و در نهایت Cl را موازنه می‌کنیم. در آن صورت خواهیم داشت:



$$1 + 10 + 2 + 5 = 18$$

Cl_2 عنصر است نه ترکیب! بنابراین مجموع ضرایب ترکیب‌های موجود در معادله برابر ۱۸ می‌باشد.

۱۲- (۱) معادله‌ی موازنه‌شده‌ی هر چهار واکنش در زیر آمده است:



۱۳- (۱)

از آنجا که اکسیژن در سمت چپ فقط در سولفوریک اسید (H_2SO_4) و در سمت راست فقط در آب (H_2O) وجود دارد، می‌توانیم فقط با موازنه کردن اکسیژن، نسبت ضریب این دو ماده را پیدا کنیم. کافی است ضریب آب، ۴ برابر ضریب سولفوریک اسید باشد تا اتم‌های اکسیژن در دو سمت موازنه شده باشد. برای پاسخ به این تست نیازی به موازنه کردن بقیه‌ی عناصر نیست.

۱۴- (۳)

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش موردنظر به‌صورت مقابل است:
 $2Al + 2NaOH + 6H_2O \longrightarrow 2NaAl(OH)_4 + 3H_2$
 مشخص است که مجموع ضرایب مولی ترکیبات دارای فلز ($NaOH, NaAl(OH)_4$) برابر ۴ است. (دقت کنید که Al ، ترکیب نیست، بلکه عنصر است!)

۱۵- (۲)

با دادن ضریب ۱ به $C_{12}H_{22}O_{11}$ و موازنه کردن اتم‌های C و H ، می‌توانیم اتم O را نیز موازنه کنیم. در انتها نیز K و Cl موازنه می‌شوند.



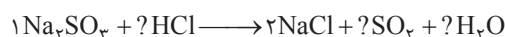
۱۶- (۱)

موازنه را با K آغاز و سپس با S, O, N و C ادامه می‌دهیم. در نتیجه واکنش به‌صورت زیر موازنه می‌شود:

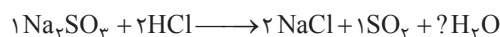


۱۷- (۲)

اتم‌های O در سمت راست معادله در ساختار دو ماده‌ی SO_4 و H_2O قرار دارند، پس اکسیژن نمی‌تواند عنصر آغازگر موازنه باشد. سایر عناصر در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده قرار دارند. در این میان موازنه را با اتم‌های Na آغاز می‌کنیم که در ترکیب پیچیده‌تر Na_2SO_3 دارای زیروند بزرگ‌تری است. با انتخاب ضریب ۱ برای Na_2SO_3 و ضریب ۲ برای $NaCl$ تعداد اتم‌های Na موازنه می‌شود.



در این مرحله می‌توانیم موازنه را با اتم‌های S و Cl ادامه دهیم، زیرا هر کدام فقط دارای یک ضریب مجهول در کل معادله هستند. با انتخاب ضریب ۱ برای SO_4 و ضریب ۲ برای HCl تعداد اتم‌های S و Cl نیز موازنه می‌شود.



با انتخاب ضریب ۱ برای H_2O ، تعداد اتم‌های H و O نیز موازنه می‌شود.



۱۸- (۴)

اتم‌های O در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده حضور دارند، ضمن این‌که در ترکیب پیچیده‌تر KIO_3 دارای زیروند بزرگ‌تر نیز هستند، پس موازنه را با اتم‌های O آغاز می‌کنیم. با انتخاب ضریب ۱ برای KIO_3 و ضریب ۳ برای H_2O تعداد اتم‌های O موازنه می‌شود.

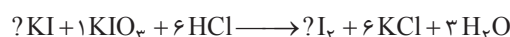


به‌جز اتم‌های H ، سایر اتم‌ها بیش از یک ضریب مجهول دارند، پس موازنه را فقط می‌توان با اتم‌های H ادامه داد. با انتخاب ضریب ۶



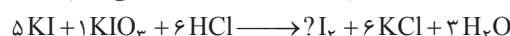
برای HCl تعداد اتم‌های H موازنه می‌شود.

در این مرحله فقط می‌توان اتم‌های Cl را موازنه نمود، چون اتم‌های Cl فقط یک ضریب مجهول در KCl دارند. برای موازنه‌ی

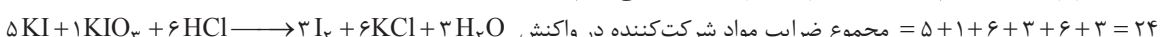


اتم‌های Cl به KCl ضریب ۶ می‌دهیم.

اکنون نوبت اتم‌های K است، زیرا اتم‌های K فقط یک ضریب مجهول در KI دارند. برای موازنه‌ی اتم‌های K به KI ضریب ۵ می‌دهیم.

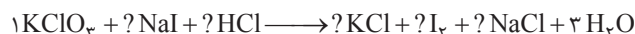


در سمت چپ معادله ۶ اتم I وجود دارد، پس به I_2 ضریب ۳ می‌دهیم.

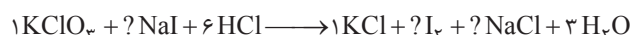


۱۹- (۱)

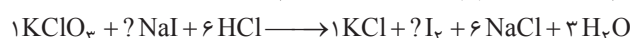
عنصر آغازگر موازنه باید در هر سمت معادله، فقط در ساختار یک ماده باشد. به‌جز Cl ، سایر عناصر این ویژگی را دارند. در این میان، اکسیژن در ترکیب پیچیده‌تر $KClO_3$ دارای زیروند بزرگ‌تری است. پس موازنه را با اتم‌های O آغاز می‌کنیم. با انتخاب ضریب ۱ برای $KClO_3$ و ضریب ۳ برای H_2O تعداد اتم‌های اکسیژن در دو طرف معادله موازنه می‌شود.



موازنه را با عنصرهایی ادامه می‌دهیم که فقط دارای یک ضریب مجهول (?) باشند. اتم‌های K فقط در KCl و اتم‌های H فقط در HCl دارای ضریب مجهول هستند. برای موازنه‌ی اتم‌های K به KCl ضریب ۱ و برای موازنه‌ی اتم‌های H به HCl ضریب ۶ می‌دهیم.

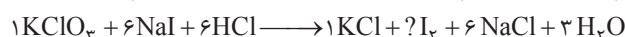


در این مرحله، اتم‌های Na و I دارای دو ضریب مجهول در دو طرف معادله هستند. ولی اتم‌های Cl فقط در $NaCl$ ضریب مجهول دارند، پس موازنه را با اتم‌های Cl ادامه می‌دهیم. با توجه به وجود ۷ اتم Cl در سمت چپ معادله و وجود ۱ اتم Cl در KCl در سمت راست

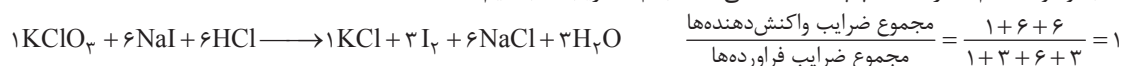


باید به $NaCl$ ضریب ۶ بدهیم.

باز هم نمی‌توان موازنه را با اتم‌های I ادامه داد، زیرا اتم‌های I دارای دو ضریب مجهول در NaI و I_2 هستند، ولی اتم‌های Na فقط در NaI ضریب مجهول دارند. پس موازنه را با Na ادامه می‌دهیم. برای موازنه‌ی اتم‌های Na باید به NaI ضریب ۶ بدهیم.

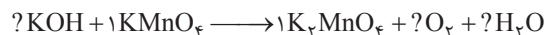


با توجه به وجود ۶ اتم I در سمت چپ معادله، کافی است به I_2 ضریب ۳ بدهیم.

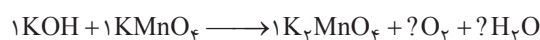


۲۰- (۱)

اتم‌های H و Mn در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده حضور دارند، ولی اتم‌های Mn در ترکیب پیچیده‌تر K_2MnO_4 وجود دارند. بنابراین موازنه را با اتم‌های Mn آغاز می‌کنیم. با انتخاب ضریب ۱ برای $KMnO_4$ و K_2MnO_4 تعداد اتم‌های Mn موازنه می‌شود.

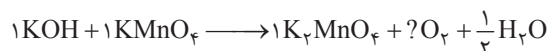


در این مرحله، موازنه را فقط با اتم‌های K می‌توان ادامه داد، زیرا اتم‌های K فقط یک ضریب مجهول در KOH دارند. با انتخاب ضریب ۱

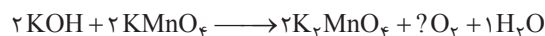


برای KOH تعداد اتم‌های K نیز موازنه می‌شود.

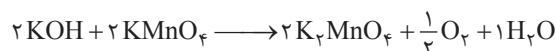
موازنه را با اتم‌های H ادامه می‌دهیم. در سمت چپ ۱ اتم H وجود دارد، پس به H_2O ضریب $\frac{1}{2}$ می‌دهیم.



تمام ضرایب مشخص شده را در ۲ ضرب می‌کنیم تا ضریب کسری $\frac{1}{2}$ از بین برود.



در سمت چپ ۱۰ اتم O وجود دارد. برای آن‌که تعداد اتم‌های O در سمت راست به ۱۰ برسد، باید به O_2 ضریب $\frac{1}{2}$ بدهیم.

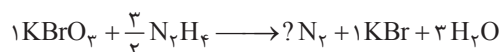
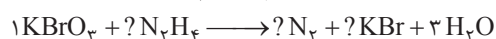


یک بار دیگر تمام ضرایب را در ۲ ضرب می‌کنیم تا ضرایب کسری از بین برود.



۲۱- (۳)

اتم‌های اکسیژن در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده حضور دارند و در ترکیب پیچیده‌تر $KBrO_3$ زیروند بزرگ‌تری دارند، بنابراین موازنه را با اتم‌های اکسیژن آغاز می‌کنیم. با انتخاب ضریب ۱ برای $KBrO_3$ و ضریب ۳ برای H_2O اتم‌های اکسیژن موازنه می‌شوند.



موازنه را به ترتیب با اتم‌های K و H ادامه می‌دهیم.

ضرایب مشخص شده را در ۲ ضرب می‌کنیم تا ضریب کسری $\frac{3}{2}$ از بین برود.



در پایان برای موازنه‌ی اتم‌های نیتروژن به N_2 ضریب ۳ می‌دهیم.



۲۲- (۴)

بررسی گزینه‌های نادرست:

(۱) Pd نماد عنصر پالادیم است نه سرب!

(۲) نماد « $\xrightarrow{1200^\circ C}$ » یعنی این‌که واکنش در دمای $1200^\circ C$ انجام می‌شود.

(۳) نماد « $\xrightarrow{\Delta}$ » یعنی این‌که واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم شدن با یکدیگر واکنش می‌دهند.

۲۳- (۴)

به جدول زیر دقت کنید.

نام ترکیب	آمونیم دی‌کرومات	سدیم فسفات	آمونیم سولفات	پتاسیم پرمنگنات
فرمول ترکیب	$(NH_4)_2Cr_2O_7$	Na_3PO_4	$(NH_4)_2SO_4$	$KMnO_4$
تعداد اتم‌ها	۱۹	۸	۱۵	۶
تعداد عنصرها	۴	۳	۴	۳
نسبت خواسته‌شده	$\frac{19}{4}$	$\frac{8}{3}$	$\frac{15}{4}$	۲

۲۴- (۱)

موازنه را با H آغاز می‌کنیم:



سپس C و N را موازنه می‌کنیم:

اکنون در سمت چپ، ۱۸ اتم O داریم ولی در سمت راست، تنها ۱۷ اتم O موازنه شده است. برای داشتن یک اتم دیگر از اکسیژن، باید

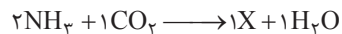
به O_2 ضریب $\frac{1}{2}$ بدهیم:



$$\frac{\text{ضریب } O_2}{\text{ضریب واکنش‌دهنده}} = \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

۲۵- (۴)

اوره را با X نمایش می‌دهیم. طبق اطلاعات سؤال می‌توان نوشت:



اکنون از مفهوم موازنه استفاده می‌کنیم. یعنی تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله باید برابر باشد. پس هر مول اوره باید دارای یک

مول کربن، یک مول اکسیژن، دو مول نیتروژن و چهار مول هیدروژن باشد:

واضح است که این فرمول شیمیایی، قابل ساده شدن نیست. یعنی فرمول تجربی اوره با فرمول مولکولی آن یکسان است و هر واحد فرمولی

از آن دارای ۸ اتم است.