

۱- بررسی مسائل فصل اول شیمی ۱۰:



✓ تیپ ۱): واکنش های هسته ای و رابطه اینیشتین

طی انجام واکنش های هسته ای مقداری از جرم ماده کاسته شده و به انرژی تبدیل می شود. مقدار انرژی به دست آمده از جرم ماده کاسته شده

$$E = mc^2$$

را می توانید از فرمول رو به رو به دست آورید:

m: جرمی از ماده که به انرژی تبدیل شده بر حسب کیلوگرم (kg)

C: سرعت نور در خلاء بر حسب متر بر ثانیه ($C = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$)

E: انرژی حاصل بر حسب ژول ($1 \text{ J} = 1 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-2}$)

در مسائل مربوط به این تیپ شما با دو حالت کلی از مسائل روبه رو می شوید:

حالت (۱): در این حالت جرمی از ماده که به انرژی تبدیل شده را به شما می دهند و از شما می خواهند انرژی حاصل یا کمیت های دیگر را به دست آورید.

حالت (۲): در این حالت جرم فرآورده ها و جرم واکنش دهنده ها را در واکنش های هسته ای می دهند. از آن جا که مقداری از جرم واکنش دهنده ها کسر شده و به انرژی تبدیل می شود، برای محاسبه مقدار ماده ای که طی واکنش به انرژی تبدیل می شود کافی است جرم فرآورده ها را از جرم واکنش دهنده ها کم کنید.

$$\Delta m = [\text{مجموع جرم فرآورده ها}] - [\text{مجموع جرم واکنش دهنده ها}]$$

✓ تیپ ۲): ذره های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی:

نوترون، پروتون و الکترون ذرات زیراتمی بوده که نوترون و پروتون درون هسته و الکترون اطراف هسته می باشد. به تعداد پروتون های هسته یک اتم عدد اتمی (Z) و به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های هسته یک اتم، عدد جرمی (A) گویند.

در این تیپ از مسائل از شما تعداد ذرات زیراتمی اتم ها و یا یون ها و یا مجموع ذرات زیراتمی اتم های یک مولکول را می خواهند. باید توجه داشت که تعداد پروتون ها و نوترون ها برای یک اتم خاص در حالت یونی و غیر یونی با یکدیگر برابر است اما تعداد الکترون ها در حالت اتمی برابر با تعداد پروتون ها بوده و در حالت یونی تعداد الکترون ها را می توان از رابطه روبه رو استفاده کرد:

نکته (۱): در هسته یک اتم، تعداد نوترون ها برابر یا بیش تر از پروتون ها است. ($n \geq p$) توجه کنید که هیدروژن معمولی (^1_1H) فاقد نوترون بوده و از این قاعده پیروی نمی کند.

نکته (۲): در حل تست ها از دو فرمول زیر نیز می توانید استفاده کنید:

$$\begin{aligned} \text{تفاوت تعداد نوترون و پروتون} \\ \text{فرمول ۱: } Z &= \frac{A - 2}{2} \\ \text{بار} + (\text{تفاوت تعداد الکترون و پروتون}) \\ \text{فرمول ۲: } Z &= \frac{A - 2}{2} \end{aligned}$$

✓ تیپ ۳: نیم عمر رادیو ایزوتوپها

نیم عمر مدت زمانی است که نیمی از هسته‌های موجود در یک نمونه رادیوایزوتوپ متلاشی می‌شوند. در این تیپ از مسائل به طور مثال به شما نیم عمر یک رادیوایزوتوپ داده و از شما می‌خواهند که با توجه به طی یک مدت زمان معین، چه مقدار از هسته‌های رادیوایزوتوپ متلاشی شده و یا چه مقدار از آن باقی می‌ماند. به منظور حل این تیپ از مسائل می‌توانید از روابط رو به رو استفاده کنید:

$$n = \frac{\Delta t}{T}, m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

n : تعداد کل نیم عمرها
 T : زمان نیم عمر رادیوایزوتوپ
 Δt : زمان کل فرایند
 m_0 : مقدار اولیه ماده پرتوزا
 m : مقدار ماده پرتوزای باقی مانده

توجه: بسیاری از مسائل این تیپ را می‌توان با کمک نمودار زیر نیز حل کرد. فقط کافی است ابتدا تعداد کل نیم عمرها را از رابطه $(n = \frac{\Delta t}{T})$ به دست آورد و سپس مقدار ماده باقی مانده، متلاشی شده و ... را محاسبه کرد.

$$m_0 \xrightarrow{\text{نیم عمر ۱}} \frac{m_0}{2} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۲}} \frac{m_0}{4} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۳}} \frac{m_0}{8} \xrightarrow{\text{نیم عمر ۴}} \dots$$

✓ تیپ ۴: درصد فراوانی و جرم اتمی میانگین

۱- ایزوتوپ‌های یک عنصر فراوانی متفاوتی دارند. برای مثال در یک نمونه طبیعی از لیتیم که شامل ۵۰ اتم Li است، ۳ تا از آن‌ها 6Li و ۴۷ تا دیگر 7Li می‌باشند که درصد فراوانی هر یک با توجه به رابطه زیر به ترتیب ۶٪ و ۹۴٪ به دست می‌آید:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } A(F) = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ های } A}{\text{تعداد کل ایزوتوپ ها}} \times 100$$

۲- با توجه به وجود ایزوتوپ‌های مختلف و تفاوت در فراوانی آن‌ها، برای گزارش جرم نمونه‌های طبیعی از اتم عنصرهای مختلف، جرم اتمی میانگین به کار می‌رود.

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + \dots + M_n F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}$$

میانگین به کار می‌رود.

\bar{M} : جرم اتمی میانگین

M_1, M_2, \dots, M_n و M_1, M_2, \dots, M_n : جرم اتمی هر ایزوتوپ

F_1, F_2, \dots, F_n : تعداد کسر فراوانی یا درصد فراوانی هر ایزوتوپ

نکته (۱): با توجه به رابطه بالا، مشخص است که هر یک از مقادیر F و M یا \bar{M} می‌تواند به عنوان خواسته مسئله قرار بگیرد. اگر درصد فراوانی ایزوتوپ، مورد خواسته مسئله واقع شد، باید توجه داشت که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر (۱۰۰) و مجموع کسر فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر (۱) می‌باشد.

نکته (۲): به منظور حل مسائل به روش تستی، می‌توان از رابطه زیر نیز استفاده کنید:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1) + \dots + \frac{F_n}{100} (M_n - M_1)$$

در این رابطه F_1, F_2, \dots, F_n و M_1, M_2, \dots, M_n درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها و M_1 جرم اتمی ایزوتوپ‌ها هستند.

✓ تیپ ۵: یکای جرم اتمی (amu) یا (u):

یکای جرم اتمی (amu یا u) برابر یک دوازدهم $(\frac{1}{12})$ جرم $({}^{12}C)$ است. بنابراین جرم $({}^{12}C)$ برابر ۱۲amu یا ۱۲u است و چون این اتم دارای ۱۲ ذره پروتون و نوترون می‌باشد، جرم هر نوترون و پروتون را به تقریب برابر (۱amu) می‌دانیم. اما جرم یک الکترون در مقایسه با نوترون و پروتون بسیار ناچیز و در حدود $(\frac{1}{1836})$ amu بوده که در بسیاری از مسائل با تقریب خوبی می‌توان از جرم الکترون‌ها صرف نظر کرد.

✓ تیپ ۶): شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها (mol):

۱- بهتر است به جای در نظر گرفتن ذره‌های یک ماده به صورت تک، آن‌ها را در دسته‌هایی شامل $10^{23} \times 6/0.2$ ذره قرار داد. هر دسته شامل $10^{23} \times 6/0.2$ از هر ذره (اعم از اتم، مولکول، یون و ...) را یک مول (mol) از آن ذره گویند. به جرم یک مول ($10^{23} \times 6/0.2$ عدد) از ذرات سازنده یک ماده بر حسب گرم، جرم مولی آن ذره گویند که یکای آن گرم بر مول ($g \cdot mol^{-1}$) است.

۲- به تساوی روبه‌رو برای اتم اکسیژن (^{16}O) توجه کنید: $1 \text{ mol } O = 6/0.2 \times 10^{23} \text{ atom } O = N_A \text{ atom } O = 16 \text{ g } O$

اما برای جرم یک اتم اکسیژن داریم: $1 \text{ atom } O \approx 16 \text{ amu} = 16 \times 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$

۳- برای حل بسیاری از مسائل، ابتدا باید داده‌های مسئله را به یکی از دو روش زیر به مول تبدیل کنید و سپس به حل تست بپردازید:

| | | |
|----------------|---|---|
| روش کسر تبدیل: | $\frac{1 \text{ mol}}{6/0.2 \times 10^{23}}$: تبدیل تعداد به مول | $\frac{1 \text{ mol}}{\text{جرم مولی}}$: تبدیل جرم ماده به مول |
| | $\frac{6/0.2 \times 10^{23}}{1 \text{ mol}}$: تبدیل مول به تعداد | $\frac{\text{جرم ماده}}{1 \text{ mol}}$: تبدیل مول به جرم ماده |

روش تناسب: حاصل هر سه کسر زیر برابر مول بوده که بسته به اطلاعات داده شده و خواسته مسئله، می‌توان از یک تساوی استفاده کرد:

$$\frac{\text{تعداد ذره ها}}{6/0.2 \times 10^{23}} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد مول}}{1}$$

۲- بررسی مسائل فصل دوم شیمی ۱۰:



✓ تیپ ۱): روند تغییر دما در هواکره

برای حل این تیپ از مسائل باید توجه داشت که در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر یک کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند. در تست‌های مختلف ممکن است عدد متفاوتی بدهند و باید به جای ۶، آن عدد را در رابطه قرار داد. و می‌توان برای حل تست‌ها از رابطه روبه‌رو استفاده کرد:

$$-\Delta h = \Delta T$$

همان تغییر دما در لایه مورد نظر است و در آن (T_1) دمای ابتدای لایه و (T_2) برابر دمای انتهای آن لایه است. (در تروپوسفر: $T_1 \approx 14^\circ\text{C}$, $T_2 \approx -55^\circ\text{C}$)
 h : ارتفاع لایه مورد نظر (در تروپوسفر $h \approx 11/5 \text{ km}$)

نکته ۱: تغییر دما در رابطه بالا حتماً باید بر حسب کلون باشد. برای تبدیل دما بر حسب درجه سلسیوس (θ) به دما بر حسب کلون (T) از رابطه روبه‌رو استفاده کنید:

$$T(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$$

نکته ۲: ارزش دمایی (1°C) برابر (1K) است. از این رو همیشه تغییر دما بر حسب درجه سلسیوس و کلون با یکدیگر برابر هستند. ($\Delta\theta = \Delta T$)
 ✓ تیپ ۲): خواص و رفتار گازها

گازها برخلاف مایع‌ها و جامدها، تراکم‌پذیر بوده و می‌توان با تغییر فشار، دما و مقدار مول، حجم آن‌ها را تغییر داد. طبق قانون گازها برای همه گازها نسبت $\left(\frac{P \times V}{n \times T}\right)$ مقدار ثابتی است. از این رو با تغییر هر یک از شرایط یک نمونه گازی، همه یا برخی دیگر از ویژگی‌های آن نمونه گازی نیز تغییر می‌کند

$$\frac{PV}{nT} = \text{ثابت}$$

مثال: برای یک نمونه گاز در فشار ثابت، با افزایش حجم، دما نیز افزایش می‌یابد.

نکته ۱: برای حل مسائل این تیپ، شرایط اولیه نمونه گاز را با زیروند (۱) و شرایط ثانویه نمونه گاز را با زیروند (۲) به صورت زیر نمایش می‌دهیم.

$$\frac{P_1 \times V_1}{n_1 \times T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{n_2 \times T_2}$$

(دقت کنید که دما حتماً بر حسب کلون باشد).

نکته ۲: در حل مسائل این تیپ، ممکن است با درصد تغییرات یک کمیت روبه‌رو شوید. در چنین شرایطی می‌توانید از رابطه زیر استفاده کنید. توجه داشته باشید اگر علامت درصد تغییرات مثبت بود، آن کمیت افزایش یافته و در صورت منفی بودن آن کمیت کاهش یافته است.

$$A \text{ تغییرات کمیت } A = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{\Delta A}{A} \times 100$$

درصد تغییرات کمیتی مانند A مقدار اولیه A

توجه: تست‌های این تیپ از مسائل، به شش حالت کلی زیر تقسیم می‌شوند.

حالت (۱): رابطه میان فشار و حجم یک نمونه گازی در دمای ثابت، به صورت رابطه زیر است:

$$\frac{P_1 \times V_1}{n_1 \times T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{n_2 \times T_2} \xrightarrow{T_1=T_2, n_1=n_2} P_1 V_1 = P_2 V_2$$

توجه: در دمای ثابت، حجم یک گاز با فشار آن رابطه عکس دارد.

حالت (۲): رابطه میان حجم و دما در فشار ثابت، به صورت زیر است. (در فشار ثابت، دما و حجم یک نمونه گازی با یکدیگر رابطه مستقیم دارند.)

$$\frac{P_1 \times V_1}{n_1 \times T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{n_2 \times T_2} \xrightarrow{P_1=P_2, n_1=n_2} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

حالت (۳): برای گازها در دما و فشار ثابت رابطه زیر برقرار است:

$$\frac{P_1 \times V_1}{n_1 \times T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{n_2 \times T_2} \xrightarrow{T_1=T_2, P_1=P_2} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

طبق قانون آووگادرو، در دما و فشار ثابت، یک مول از هر گازی حجم ثابت و مشخصی دارد و در این شرایط حجم یک گاز با مقدار مول آن رابطه مستقیم دارد.

حالت (۴): بررسی گازها در شرایط استاندارد (STP):

حجمی را یک مول از هر گازی در دما و فشار معین اشغال می‌کند، حجم مولی گاز می‌نامند. حجم مولی گازها در فشار ۱ atm و دمای ۰°C (شرایط استاندارد) برابر ۲۲/۴ لیتر است. در حل مسائل این حالت می‌توانید از روش تناسب استفاده کنید.

| | | | | |
|--------------------|----------------|-----------------------|---------------|----------------|
| لیتر گاز (غیر STP) | لیتر گاز (STP) | تعداد ذره های گازی | جرم ماده گازی | مقدار مول گازی |
| ۲۲/۴ | ۲۲/۴ | 6.02×10^{23} | جرم مولی | ۱ |

حالت (۵): در برخی از مسائل دو یا تعداد بیشتری از ویژگی‌های گازها دچار تغییر می‌شود. در حل این گونه مسائل می‌توانید از رابطه کلی

$$\text{رابطه کلی: } \frac{P_1 \times V_1}{n_1 \times T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{n_2 \times T_2}$$

استفاده کنید:

حالت (۶): در برخی از مسائل، از شما چگالی یک نمونه گاز در شرایط معین خواسته می‌شود. برای حل چنین مسائلی کافیسست بدانید چگالی یک

$$\text{چگالی گازها (d): } = \frac{\text{جرم مولی (M)}}{\text{حجم مولی (V)}}$$

گاز، از تقسیم جرم مولی بر حجم مولی آن به دست می‌آید:

همچنین اگر نسبت چگالی یک گاز در شرایط گوناگون و یا نسبت چگالی دو گاز در شرایط یکسان یا متفاوت خواسته شود، می‌توانید از رابطه زیر (که

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{M_2}{M_1}$$

از رابطه قانون گازها و با توجه به تعریف چگالی به دست آمده) استفاده کنید:

✓ تیپ (۳): استوکیومتری واکنش

استوکیومتری واکنش بخشی از شیمی است که به ارتباط کمی میان مواد شرکت‌کننده در هر واکنش (واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها) می‌پردازد و به ما کمک می‌کند تا با استفاده از آن در آزمایشگاه و صنعت، بدانیم که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده به چه مقدار از هر واکنش‌دهنده نیاز است. برای حل این تیپ از مسائل می‌توانید از روش کسر تبدیل و یا تناسب استفاده کنید. در روش تناسب، از رابطه زیر می‌تواند کمک بگیرید:

| | | | | | | |
|--|--|---------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| چگالی $\left(\frac{g}{L}\right)$ گاز (STP) | لیتر گاز (غیر STP) | لیتر گاز (STP) | شمار مولکول ها یا اتم ها | جرم مولی \times ضریب | جرم \times ضریب | مول |
| $\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}$ | $\text{حجم مولی} \left(\frac{L}{\text{mol}}\right) \times \text{ضریب}$ | $22.4 \times \text{ضریب}$ | $NA \times \text{ضریب}$ | $\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}$ | $\text{جرم} \times \text{ضریب}$ | ضریب |

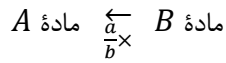
حالت (۱): روابط مولی - مولی

در این حالت به شما تعداد مول یک ماده را می‌دهند و تعداد مول ماده دیگری را می‌خواهند. می‌توانید با کمک ضرایب استوکیومتری، تعداد مول ماده خواسته شده را به دست آورید:

روش کسر تبدیل: واکنش فرضی $aA \rightarrow bB$ را در نظر بگیرید. برای تبدیل تعداد مول ماده A به تعداد مول ماده B یا برعکس به صورت زیر عمل

$$\text{تعداد مول} \xrightarrow{\times \frac{b}{a}} \text{تعداد مول}$$

می کنیم:



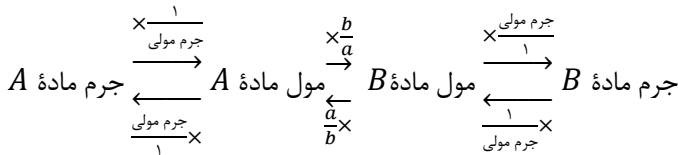
روش تناسب: برای تبدیل تعداد مول یک ماده به تعداد مول ماده دیگر به صورت زیر عمل می کنیم:

$$\frac{\text{تعداد مول ماده خواسته شده}}{\text{ضریب استوکیومتری}} = \frac{\text{تعداد مول ماده داده شده}}{\text{ضریب استوکیومتری}}$$

حالت (۲): روابط جرمی - جرمی

در این حالت به شما جرم یک ماده داده می شود و از شما جرم ماده دیگر خواسته می شود. برای حل ابتدا باید جرم ماده داده شده را به کمک جرم مولی آن ماده به مول تبدیل کنید. سپس به کمک ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده واکنش، تعداد مول ماده خواسته شده را به دست آورید. در انتها مول ماده خواسته شده را به کمک جرم مولی، به جرم آن تبدیل کنید.

روش کسر تبدیل: واکنش را به طور فرضی $aA \rightarrow bB$ در نظر بگیرید.



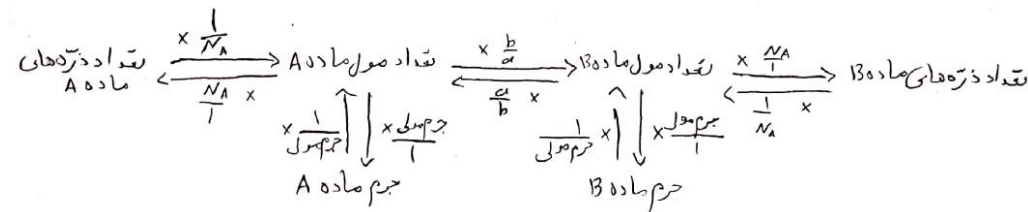
روش تناسب: برای حل این حالت، می توان از تساوی روبه رو استفاده کرد:

$$\frac{\text{جرم ماده خواسته شده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم ماده داده شده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

حالت (۳): روابط مولکولی و اتمی:

در این حالت به شما تعداد ذرات یک ماده داده می شود و مقدار مول، تعداد ذرات یا ماده دیگر را می خواهند یا برعکس. برای حل ابتدا باید به کمک عدد آووگادرو ($N_A = 6.02 \times 10^{23}$)، مقدار مول ماده داده شده را به دست آورید. سپس به کمک ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده واکنش، مقدار مول ماده خواسته شده را به دست آورید. چنانچه مسئله از شما تعداد ذرات را خواسته بود، از عدد آووگادرو استفاده کنید.

روش کسر تبدیل: واکنش را به طور فرضی $aA \rightarrow bB$ در نظر بگیرید.



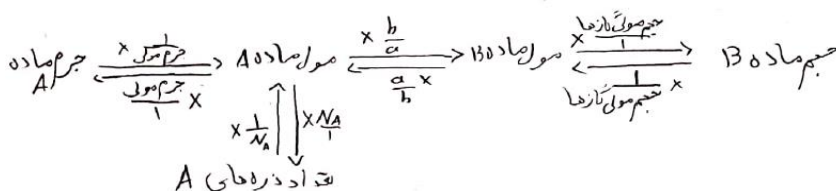
$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مولکول ها یا اتم ها}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

روش تناسب: برای حل مسائل این حالت، از تساوی روبه رو استفاده کنید:

حالت (۴): روابط مولی - حجمی به کمک حجم مولی گازها:

در این حالت به شما مول یا جرم و یا تعداد ذرات یک ماده را می دهند و حجم یک ماده گازی موجود در واکنش را می خواهند یا برعکس. ابتدا در حل اینگونه مسائل باید مول ماده گازی را به دست آورید و سپس به کمک حجم مولی آن، حجم گاز را به دست آورید.

روش کسر تبدیل: واکنش را به طور فرضی $aA \rightarrow bB$ در نظر بگیرید:



روش تناسب: برای حل مسائل این حالت، از تساوی زیر استفاده کنید:

$$\frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی} \left(\frac{L}{\text{mol}}\right) \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{شمار مولکول ها یا اتم ها}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

حالت (۵): روابط مولی - حجمی به کمک چگالی گازها:

در این حالت به شما تعداد مول، جرم یا تعداد ذرات یک ماده داده می شود و از شما حجم یک ماده گازی موجود در واکنش خواسته می شود و یا برعکس. در اینگونه مسائل در صورتی که چگالی گاز را بدهند (به جای حجم مولی)، کافی است با استفاده از اطلاعات مسئله ابتدا، جرم ماده گازی را به دست آورده و سپس با استفاده از چگالی، حجم گاز مورد نظر یافت می شود.

روش کسر تبدیل: برای محاسبه حجم یک ماده گازی، ابتدا جرم ماده گازی را به دست آورید و سپس به کمک چگالی $\left(\frac{g}{L}\right)$ ، حجم گاز را به دست

$$\begin{array}{c} \times \frac{1}{\text{چگالی}} \\ \longrightarrow \\ \text{حجم ماده گازی} \longleftarrow \text{جرم ماده گازی} \\ \longleftarrow \times \frac{\text{چگالی}}{1} \end{array}$$

آورید:

روش تناسب: برای حل مسائل این حالت می توانید از تساوی زیر استفاده کنید:

$$\frac{\text{چگالی} \left(\frac{g}{L}\right) \times \text{لیتر گاز (STP)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{شمار مولکول ها یا اتم ها}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

۳- بررسی مسائل فصل سوم شیمی: ۱



✓ تیپ (۱): انواع غلظت های محلول ها: به مقدار ماده حل شونده موجود در مقدار معینی از حلال یا محلول، غلظت محلول می گویند. غلظت های محلول ها، به روش های گوناگونی بیان می شوند:

حالت (۱): قسمت در میلیون (ppm): برای بیان غلظت محلول های بسیار رقیق به کار می رود. این کمیت نشان می دهد که در یک میلیون گرم از یک محلول، چند گرم حل شونده وجود دارد. (در رابطه زیر یکای جرم در صورت و مخرج باید یکسان باشد.)

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}}$$

نکته ۱: در حل مسائل می توانید به جای استفاده از رابطه بالا، از کسرهای تبدیل $\left(\frac{ppm}{10^6} \text{ غلظت یا } \frac{10^6}{ppm} \text{ غلظت}\right)$ نیز استفاده کنید.

نکته ۲: در محلول های آبی بسیار رقیق، جرم حل شونده در مقایسه با جرم آب، ناچیز بوده و می توان از آن صرف نظر کرد و چگالی محلول را برابر چگالی آب (1 g/mL) در نظر گرفت. بنابراین در مسائلی که حجم محلول را می دهند، رابطه زیر مناسب تر است:

$$ppm = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول (حلال)}}$$

نکته (۳): برای محاسبه غلظت ppm محلول حاصل از اختلاط ۲ یا چند محلول از یک حل شونده، می توانید از رابطه زیر استفاده کنید:

$$\text{غلظت ppm محلول} = \frac{\left(\text{غلظت ppm محلول ۱} \times \text{جرم محلول ۱}\right) + \left(\text{غلظت ppm محلول ۲} \times \text{جرم محلول ۲}\right) + \dots}{\text{جرم محلول ۱} + \text{جرم محلول ۲} + \dots}$$

حالت (۲): درصد جرمی (%w/w): غلظت بسیاری از محلول ها در صنعت، پزشکی، کشاورزی و ... به صورت درصد جرمی بیان می شوند. درصد جرمی بیان می کند که در صد گرم از یک محلول، چند گرم از ماده حل شونده وجود دارد. (در رابطه داده شده، یکای جرم در صورت و مخرج باید یکسان باشد.)

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلال} + \text{جرم حل شونده}} \times 100 = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

نکته ۱: در حل مسائل می توانید به جای استفاده از رابطه بالا، از کسرهای تبدیل $\left(\frac{\text{درصد جرمی}}{100} \text{ یا } \frac{100}{\text{درصد جرمی}}\right)$ استفاده کنید.

نکته ۲: برای تبدیل درصد جرمی به غلظت ppm یا برعکس می توانید از رابطه روبه رو استفاده کنید: $ppm = \text{غلظت} \times 10^4$

نکته ۳: برای محاسبه درصد جرمی محلول حاصل از اختلاط ۲ یا چند محلول با جرم و درصد جرمی متفاوت از یک حل شونده، می‌توانید از رابطه زیر استفاده کنید. (در رابطه زیر، یکای جرم همه محلول‌ها باید یکسان باشند.)

$$\text{درصد جرمی محلول نهایی} = \frac{(\text{درصد جرمی محلول ۱} \times \text{جرم محلول ۱}) + (\text{درصد جرمی محلول ۲} \times \text{جرم محلول ۲}) + \dots}{\text{جرم محلول ۱} + \text{جرم محلول ۲} + \dots}$$

حالت (۳): غلظت مولی (غلظت مولار یا مولاریته): بیان غلظت یک محلول به صورت (غلظت مولی) بسیار پرکاربردتر از دو حالت قبل است. غلظت

$$\text{مولی نشان می‌دهد که در یک لیتر محلول، چند مول حل شونده وجود دارد.} \quad \text{غلظت مولی (M)} = \frac{\text{مول حل شونده (n)}}{\text{لیتر محلول (V)}}$$

نکته ۱: در حل مسائل این حالت، می‌توانید به جای استفاده از رابطه بالا، از کسرهای تبدیل $\left(\frac{\text{غلظت مولی}}{1} \text{ یا } \frac{1}{\text{غلظت مولی}}\right)$ استفاده کنید.

نکته ۲: برای تبدیل درصد جرمی یا غلظت ppm یک محلول به غلظت مولی یا برعکس، می‌توانید از روابط زیر استفاده کنید:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی محلول (g.mL}^{-1}) \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی (g.mol}^{-1})}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی محلول (g.mL}^{-1}) \times \text{غلظت ppm}}{10^3 \times \text{جرم مولی (g.mol}^{-1})}$$

نکته ۳: برای محاسبه غلظت مولی محلول حاصل از اختلاط دو یا چند محلول با حجم و غلظت مولی متفاوت از یک نوع حل شونده، می‌توانید از رابطه

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

زیر استفاده کنید. (یکای حجم همه محلول‌ها باید یکسان باشند.)

نکته ۴: برای تهیه محلول‌های رقیق می‌توان از رقیق کردن محلول‌های غلیظ‌تر استفاده کرد. بدین صورت که به حجم معینی از یک محلول غلیظ‌تر،

مقداری حلال اضافه می‌کنیم (بدون اضافه کردن حل شونده) تا غلظت مولی محلول کاهش یابد. برای رقیق کردن محلول‌های غلیظ می‌توانید از رابطه

زیر استفاده کنید:

$$M(\text{رقیق}) \times V(\text{رقیق}) = M(\text{غلیظ}) \times V(\text{غلیظ})$$

✓ تیپ (۲): انحلال پذیری: بیش‌ترین مقدار از یک حل شونده بر حسب گرم، که در دمای معین، در ۱۰۰ گرم حلال حل شود را انحلال پذیری گویند.

محلول‌ها را بر اساس میزان ماده حل شونده موجود در آن‌ها به سه دسته تقسیم می‌کنند:

الف) محلول سیرنشده: محلول‌هایی هستند که در دمای معین، می‌توانند مقدار بیش‌تری حل شونده را در خود حل کنند.

ب) محلول سیرشده: محلول‌هایی هستند که در دمای معین، نمی‌توانند مقدار بیش‌تری حل شونده را در خود حل کنند.

پ) محلول فراسیرشده: محلول‌هایی هستند که در دمای معین، مقدار حل شونده در آن‌ها بیش‌تر از انحلال پذیری آن‌ها در آن دما است.

در این تیپ از مسائل، شما با سه حالت کلی از مسائل مواجه هستید که در حل همه آن‌ها باید به مفهوم انحلال پذیری توجه داشته باشید:

حالت (۱): در این نوع مسائل، می‌توانید به کمک اطلاعات ارائه شده در مسئله، انحلال پذیری یک ماده را به دست آورید و یا جرم ماده حل شونده‌ای که

در مقدار معینی از یک محلول سیرشده وجود دارد را محاسبه کنید (همچنین در برخی از مسائل با توجه به انحلال پذیری یک حل شونده در محلول،

از شما غلظت‌های مولی، ppm و یا درصد جرمی آن را می‌خواهند.)

حالت (۲): یکی از عوامل مؤثر انحلال پذیری مواد در آب، دما است. در این نوع مسائل به کمک اطلاعات مسئله، نمودارها و یا جدول انحلال پذیری یک

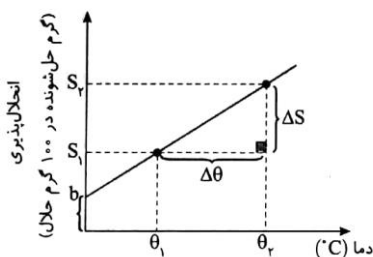
ماده، می‌توانید جرمی از حل شونده که در اثر تغییر دمای محلول رسوب می‌کند و خواسته‌هایی از این دست را محاسبه کنید.

نکته: برای موادی که رابطه انحلال پذیری آن‌ها با دما به صورت خطی است، می‌توانید معادله انحلال پذیری

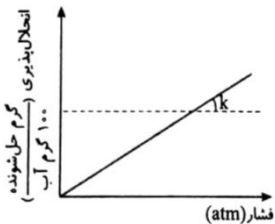
را به شکل زیر تعیین کنید:

$$S = a\theta + b \quad \text{معادله انحلال پذیری}$$

$$\text{شیب منحنی} : a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} \quad \text{عرض از مبدا منحنی: } b$$



حالت ۳: انحلال پذیری گازها: انحلال پذیری اغلب گازها در آب بسیار کم است. (به جز CO_2 و HCl که با مولکول های آب واکنش داده و انحلال پذیری آن ها از بسیاری دیگر از گازها بیشتر است.) در ادامه به بررسی اثر فشار و دما بر انحلال پذیری گازها می پردازیم:

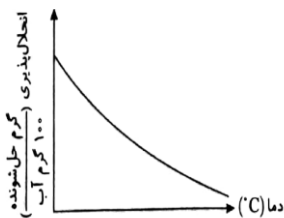


الف) اثر فشار بر انحلال پذیری گازها: در دمای ثابت، انحلال پذیری گازها با فشار گاز رابطه مستقیم دارد. انحلال پذیری همه گازها در فشار صفر اتمسفر برابر صفر است. نمودار انحلال پذیری گازها بر حسب فشار به صورت زیر است. (در دمای ثابت با n برابر شدن فشار گاز، انحلال پذیری آن نیز n برابر می شود.)

نکته: ویلیام هنری برای نخستین بار به رابطه میان فشار و انحلال پذیری گازها پی برد. رابطه ارائه شده توسط هنری (قانون هنری) به صورت $S = kP$ است که در آن S میزان انحلال پذیری، P فشار گاز و k ثابت هنری است که شیب نمودار انحلال پذیری گاز بر حسب دما است.

در مسائل این قسمت، به شما انحلال پذیری یک گاز در دما و فشار معین را می دهند و از شما می خواهند که انحلال پذیری همان گاز را در فشار دیگری به دست آورید که به کمک قانون هنری به سادگی می توانید این گونه مسائل را حل کنید.

ب) اثر دما بر انحلال پذیری گازها: در فشار ثابت، انحلال پذیری گازها با دما رابطه عکس دارد. به عبارت دیگر با افزایش دما، انحلال پذیری گازها در آب کاهش می یابد.



توجه: نمودار انحلال پذیری گازها بر حسب دما به صورت منحنی با شیب منفی است و در فشار ثابت با n برابر شدن دما، انحلال پذیری آن $\frac{1}{n}$ برابر نمی شود.

در مسائل مربوط به این قسمت، انحلال پذیری یک گاز در فشار ثابت و در دو دمای مختلف داده می شود و از شما خواسته می شود مقدار گاز آزاد شده در اثر افزایش دما و یا مقدار گاز لازم برای ایجاد محلول سیر شده در اثر کاهش دمای محلول را به دست آورید. (در بسیاری از مسائل، به دلیل انحلال پذیری کم گازها در آب، می توانید جرم محلول را تقریباً برابر جرم حلال در نظر بگیرید.)

✓ **تیپ ۳:** استوکیومتری محلول ها: در برخی از مسائل استوکیومتری، اطلاعاتی از یک محلول (مانند حجم، غلظت مولی و ...) را به شما می دهند و از شما حجم، غلظت مولی و یا ... مواد دیگر واکنش را می خواهند. بدین منظور، ابتدا باید به کمک روابط غلظت، مقدار مول ماده را به دست آورید. سپس با توجه به ضرایب استوکیومتری گونه ها در معادله موازنه شده، مقدار مول ماده خواسته شده را به دست آورید. در انتها با توجه به خواسته مسئله، مول را به خواسته مسئله تبدیل کنید.

روش کسر تبدیل: برای حل مسائل به این روش، از کسرهای تبدیل زیر استفاده کنید:

$$\left. \begin{aligned} & \text{غلظت مولی: محاسبه مقدار مول حل شونده از حجم محلول: } \frac{\text{غلظت مولی}}{1} \\ & \text{محاسبه حجم محلول از مقدار مول حل شونده: } \frac{1}{\text{غلظت مولی}} \\ & \text{درصد جرمی: محاسبه جرم حل شونده از جرم محلول: } \frac{\text{درصد جرمی}}{100} \\ & \text{محاسبه جرم محلول از جرم حل شونده: } \frac{100}{\text{درصد جرمی}} \\ & \text{ppm: محاسبه جرم حل شونده از جرم محلول: } \frac{\text{ppm}}{10^6} \\ & \text{محاسبه جرم محلول از جرم حل شونده: } \frac{10^6}{\text{ppm}} \end{aligned} \right\}$$

روش تناسب: برای حل مسائل به این روش، می توانید با توجه به داده ها و خواسته های مسئله و به کمک دو عدد از کسرهای زیر، مسئله را حل کنید:

$$\frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی (L/mol)} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{شمار اتم ها یا مولکول ها}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

$$\frac{\text{غلظت ppm} \times \text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب} \times 10^6} = \frac{\text{درصد جرمی} \times \text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب} \times 100} = \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول}}{\text{چگالی (g.L}^{-1}) \times \text{لیتر گاز (غیر STP)}} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$



بررسی مسائل فصل اول شیمی ۱:

✓ تیپ ۱: مسائل درصد خلوص: معمولاً مواد شیمیایی که در آزمایشگاه و صنعت استفاده می‌شوند، کاملاً خالص نیستند و افزون بر ماده شیمیایی مورد نظر، برخی مواد دیگر نیز در آن‌ها یافت می‌شود. خلوص مواد معمولاً بر حسب درصد به صورت زیر بیان می‌شود: (در رابطه زیر، یکای صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد).

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

نکته ۱: درصد خلوص یک ماده برابر مقدار گرم ماده موجود در ۱۰۰ گرم ماده ناخالص است.

نکته ۲: حین کار در آزمایشگاه و صنعت برای تأمین مقدار معینی از یک ماده خالص، همواره باید مقدار بیش‌تری از ماده ناخالص را به کار برد. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، برای حل مسائل استوکیومتری ابتدا باید مقدار مول ماده مورد نظر را به دست آورد و سپس به کمک ضرایب استوکیومتری گونه‌ها در معادله موازنه شده واکنش، مقدار مول مواد دیگر را به دست آوریم. حل مسائل درصد خلوص نیز مانند سایر مسائل استوکیومتری است، با این تفاوت که در این نوع مسائل به شما جرم یک ماده ناخالص را می‌دهند و از شما جرم یک ماده دیگر را می‌خواهند.

روش کسر تبدیل: برای تبدیل جرم ماده ناخالص به جرم ماده خالص از کسر تبدیل $\left(\frac{\text{درصد خلوص}}{100}\right)$ و برای تبدیل جرم ماده خالص به جرم ماده ناخالص

$$\begin{array}{ccc} \text{جرم ماده خالص} & \xrightarrow{\frac{\text{درصد خلوص}}{100}} & \text{جرم ماده ناخالص} \\ \text{جرم ماده ناخالص} & \xrightarrow{\frac{100}{\text{درصد خلوص}}} & \text{جرم ماده خالص} \end{array}$$

از کسر تبدیل $\left(\frac{100}{\text{درصد خلوص}}\right)$ استفاده می‌کنیم:

روش تناسب: برای حل مسائل استوکیومتری به این روش، می‌توانید از کسرهای زیر استفاده کنید.

در تست‌های مربوط به درصد خلوص با ضرب کردن کسر $\left(\frac{P}{100}\right)$ در سمتی از معادله که مربوط به ماده ناخالص است، به سادگی می‌توان به خواسته مسئله رسید.

$$\text{غلظت محلول} \times \text{حجم محلول (L)} = \text{چگالی} \left(\frac{g}{L}\right) \times \text{لیتر گاز (غیر STP)} = \text{لیتر گاز (غیر STP)} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4} = \frac{\text{شمار اتم‌ها یا مولکول‌ها}}{N_A} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{مول}} = \frac{\text{حجم مولی} \left(\frac{l}{mol}\right) \times \text{ضریب}}{\text{ضریب}}$$

✓ تیپ ۲: بازده درصدی: در بسیاری از واکنش‌ها که برای تهیه مواد شیمیایی به کار می‌رود، به دلایل مختلف (مانند کامل انجام نشدن واکنش‌ها، انجام واکنش‌های جانبی، عدم توانایی جدا کردن کامل فرآورده از مخلوط واکنش و ...) مقدار فرآورده (ها)ی به دست آمده کم‌تر از مقدار مورد انتظار (محاسبه‌های استوکیومتری) است. به مقدار فرآورده مورد انتظار در هر واکنش که از محاسبه‌های استوکیومتری به دست می‌آید، مقدار نظری و به مقدار فرآورده‌ای که در عمل به دست می‌آید، مقدار عملی می‌گویند. برای محاسبه مقدار عملی فرآورده تولید شده در یک واکنش، از مفهومی به نام بازده درصدی استفاده می‌کنیم: (در رابطه زیر، یکای صورت و مخرج باید یکسان باشند).

$$\text{بازده درصدی واکنش } (\%R) = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

روش کسر تبدیل: در حل مسائل بازده درصدی، اگر قرار است از مقدار واکنش‌دهنده‌ها به مقدار فرآورده‌ها برسید، باید از کسر $\left(\frac{\text{بازده درصدی}}{100}\right)$ و اگر قرار است از مقدار فرآورده‌ها به مقدار واکنش‌دهنده‌ها برسید، باید از کسر $\left(\frac{100}{\text{بازده درصدی}}\right)$ استفاده کنید. در برخی دیگر از مسائل، از شما بازده درصدی واکنش را می‌خواهند که برای حل آن‌ها باید مقدار نظری را محاسبه کرده و به کمک رابطه بازده درصدی، مسئله را حل کنید.

روش تناسب: در تست‌های بازده درصدی، با ضرب کردن کسر $\left(\frac{R}{100}\right)$ در سمتی از معادله که مربوط به واکنش‌دهنده‌ها است، به سادگی می‌توان به پاسخ مسئله دست یافت.

✓ تیپ ۳: استوکیومتری هیدروکربن‌ها: بخشی از سؤالات استوکیومتری، پیرامون هیدروکربن‌ها است. روند حل سؤالات استوکیومتری هیدروکربن‌ها، تفاوتی با بخش‌های قبلی ندارد و برای حل این مسائل، علاوه بر مهارت در محاسبات استوکیومتری، باید اطلاعات خوبی از شیمی آلی، برخی ویژگی‌های هیدروکربن‌ها (فرمول مولکولی انواع هیدروکربن‌ها، نام آن‌ها و ...) و واکنش‌های این مواد نیز داشته باشید.

مثال: برای سوختن کامل ۰/۵ مول از یک آلکین به ۶۴ گرم گاز اکسیژن نیاز داریم. در صورت سوختن کامل ۲۰ لیتر از این هیدروکربن با چگالی

$$1/6 \text{ g.L}^{-1} \text{ ، چند گرم بخار آب تولید می شود؟ } (C = 12, O = 16, H = 1 : \text{g.mol}^{-1})$$

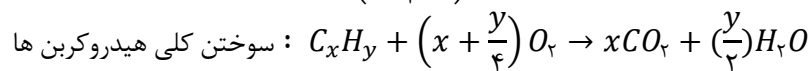
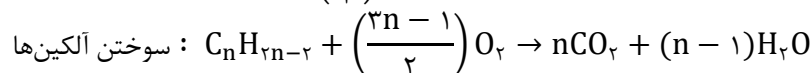
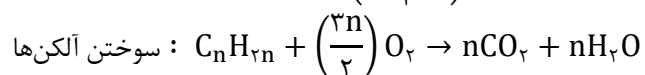
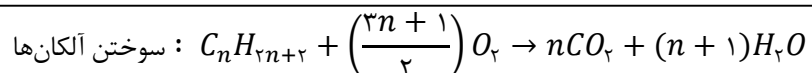
$$28/84$$

$$48/8 (3)$$

$$57/6 (2)$$

$$36/4 (1)$$

نکته: معادله واکنش سوختن کامل هیدروکربن‌ها به صورت زیر است؛ (پیشنهاد می شود که آن‌ها را به خاطر بسپارید.)



۵- بررسی مسائل فصل دوم شیمی: ۱:



✓ تیپ ۱: گرما، ظرفیت گرمایی، ظرفیت گرمایی ویژه:

گرما (Q): هم‌ارز با مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل تفاوت در دما از جسم با دمای بالاتر به جسم بادمای کم‌تر جاری می‌شود. گرمای مبادله

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = m \cdot c \cdot \Delta T$$

شده در هر واکنشی از رابطه رو به رو بدست می‌آید:

Q: مقدار گرمای مبادله شده (برحسب ژول یا کالری)

m: جرم نمونه ماده (برحسب گرم)

ΔT و $\Delta\theta$: تغییر دمای نمونه (برحسب درجه سلسیوس یا کلونین)

c: ظرفیت گرمایی ویژه (بسته به یکای سایر کمیت‌ها، می‌تواند برحسب $J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$ و $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$ و $cal \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$ و $cal \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$ و یا ... باشد).

توجه ۱: یکای گرما در (SI) ژول (J) است اما برای بیان گرما گاهی از کالری (cal) نیز استفاده می‌شود.

$$(1 \text{ cal} = 4/18 \text{ J} \approx 4/2 \text{ J})$$

توجه ۲: ارزش دمایی ($1^\circ C$) برابر (۱K) است. از این رو همواره در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند، ($\Delta T = \Delta\theta$) است.

ظرفیت گرمایی (C): مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک نمونه ماده به اندازه یک درجه سلسیوس را ظرفیت گرمایی آن ماده گویند. یکای آن بسته به یکای سایر کمیت‌ها می‌تواند ($J \cdot K^{-1}$ و $J \cdot ^\circ C^{-1}$ و $cal \cdot K^{-1}$ و $cal \cdot ^\circ C^{-1}$) و یا ... باشد.

$$\text{ظرفیت گرمایی (C)} = m \cdot c = \frac{Q}{\Delta\theta} = \frac{Q}{\Delta T}$$

ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه) (c): مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از یک نمونه ماده به اندازه‌ی یک درجه سلسیوس را،

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه آن ماده می‌نامند. } \text{ظرفیت گرمایی ویژه (c)} = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

توجه ۳: ظرفیت گرمایی یک ماده در دما و فشار ثابت به جنس (نوع ماده) و مقدار آن بستگی دارد. در حالی که ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده در دما و فشار ثابت فقط به جنس (نوع ماده) بستگی دارد.

مسائل مربوط به این تیپ را به چهار حالت کلی تقسیم می‌کنیم:

حالت (۱): در این نوع مسائل، یکی از پارامترهای Q ، m ، c ، C و یا $\Delta\theta$ را می‌خواهند. با توجه به فرمول‌های زیر می‌توان مسائل را به سادگی

$$\text{حل کرد. } Q = C \cdot \Delta\theta \text{ و } C = m \cdot c \text{ و } Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

حالت (۲): در برخی از مسائل، از دو یا چند ماده گرما گرفته و یا به آن‌ها گرما می‌دهند. برای حل این نوع مسائل، کافی است گرمای مبادله شده

$$\text{توسط هر ماده را حساب کرده و سپس آن‌ها را با هم جمع کنید. } Q_{\text{کل}} = Q_A + Q_B + \dots + Q_n$$

حالت (۳): در برخی از مسائل، دو یا چند ماده با دماهای مختلف کنار یکدیگر قرار گرفته و با یکدیگر گرما مبادله می‌کنند. از آن‌جا که مقدار

گرمایی که ماده (مواد) گرم‌تر از دست می‌دهند برابر با مقدار گرمایی است که ماده (مواد) سردتر می‌گیرند، می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$Q_A + Q_B + \dots + Q_n = 0$$

حالت (۴): در برخی از مسائل، ابتدا باید با کمک روابط استوکیومتری، جرم یک ماده را به دست آورید و سپس با قرار دادن آن در فرمول $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$ ، گرمای مبادله شده را به دست آورید. (یا برعکس)

تیپ ۲: آنتالپی یا محتوای انرژی:

۱- شیمی دان‌ها انرژی کل یک سامانه (مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل همه ذرات یک سامانه) را هم ارز آنتالپی یا محتوای انرژی آن سامانه دانسته و می‌توان گفت هر سامانه در دما و فشار معین، آنتالپی معینی دارد.

۲- هنگام انجام واکنش در دما و فشار ثابت، محتوای انرژی (آنتالپی) تغییر می‌کند. در این شرایط تغییر آنتالپی به صورت مبادله گرما است. در واقع تغییر آنتالپی (ΔH و یا Q_p) هم ارز با مقدار گرمایی است که در فشار ثابت با محیط پیرامون داد و ستد می‌شود.

$$\Delta H (\text{واکنش}) = H (\text{مواد فراورده}) - H (\text{مواد واکنش دهنده}) = Q_p$$

نکته: برای واکنش‌های برگشت پذیر داریم: ($\Delta H_{\text{رفت}} = -\Delta H_{\text{برگشت}}$)

در مسائل این تیپ، به شما جرم، حجم و یا ... یک یا تعدادی از مواد واکنش را داده و آنتالپی واکنش و یا همان گرمای مبادله شده در واکنش را می‌خواهند. شما می‌توانید با یکی از دو روش تناسب و یا کسر تبدیل، مسئله را حل کنید.

روش کسر تبدیل: برای تبدیل مقدار مول یکی از مواد شرکت کننده در واکنش به گرمای مبادله شده از کسر تبدیل $\left(\frac{\Delta H}{\text{ضرب استوکیومتری ماده}}\right)$ و برای

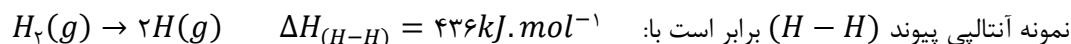
تبدیل گرمای مبادله شده در واکنش به مقدار مول یکی از مواد، از کسر تبدیل $\left(\frac{\text{ضرب استوکیومتری ماده}}{\Delta H}\right)$ استفاده کنید.

روش تناسب: در این قسمت یک کسر $\left(\frac{|Q|}{|\Delta H|}\right)$ به کسرهای قبلی اضافه کرده و داریم: (Q همان مقدار گرمای مبادله شده به ازای مقدار خاصی از یک ماده شرکت کننده در واکنش است.)

| | | | | |
|--|--|---|--|---|
| $\frac{\text{مول}}{\text{ضرب}}$ | $= \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}$ | $= \frac{\text{تعداد اتم ها و یا مولکول ها}}{N_A \times \text{ضرب}}$ | $= \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22.4 / 4 \times \text{ضرب}}$ | $= \frac{\text{لیتر گاز (غیر STP)}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضرب}}$ |
| $= \frac{\text{گاز (STP)} \times \text{چگالی گاز (g.L}^{-1}\text{)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}$ | $= \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضرب}}$ | $= \frac{\text{جرم محلول} \times \text{درصد جرمی محلول}}{100 \times \text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}$ | $= \frac{ Q }{ \Delta H }$ | |

تیپ ۳: آنتالپی پیوند:

به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی (کووالانسی) بین دو اتم در حالت گازی و تبدیل آن‌ها به اتم‌های گازی جدا از هم، آنتالپی پیوند گفته می‌شود. از آن جا که آنتالپی پیوند برای یک مول پیوند اشتراکی است، یکای آن کیلوژول بر مول ($KJ \cdot mol^{-1}$) است. برای



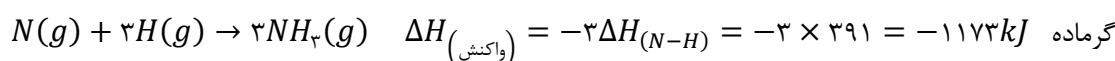
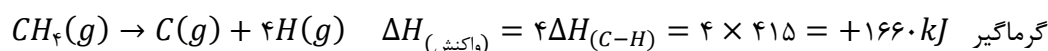
نکته: برای مولکول‌های چند اتمی مانند NH_3 ، CH_4 و ... که اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل است، به کار بردن واژه میانگین آنتالپی پیوند مناسب تر است. زیرا در این مولکول‌ها، آنتالپی همه پیوندها یکسان نیست.

از آنتالپی پیوند (یا میانگین آنتالپی پیوند) می‌توان برای تعیین آنتالپی یک واکنش نیز استفاده کرد. در این روش تصور می‌شود که طی یک واکنش، پیوندهای اشتراکی در مولکول‌های مواد واکنش دهنده شکسته شده و تعدادی پیوند جدید میان اتم‌ها تشکیل می‌شود تا مولکول‌های فراورده پدید

$$\Delta H_{(\text{واکنش})} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده}]$$

در حل مسائل مربوط به این تیپ، با دو حالت کلی از مسائل روبه‌رو می‌شویم. برای حل مسائل این تیپ شما باید در رسم فرمول ساختاری و یا ساختار لوویس انواع مولکول‌ها مسلط باشید.

حالت (۱): در برخی از مسائل، واکنش داده شده فقط مربوط به شکستن یا فقط مربوط به تشکیل پیوند است. برای نمونه داریم:



حالت (۲): در اغلب مسائل این تیپ، در واکنش داده شده ضمن شکستن تعدادی پیوند در آن، تعدادی پیوند نیز تشکیل می‌شود. در چنین مسائلی، می‌توانید از رابطه زیر استفاده کنید:

$$\Delta H_{\text{(واکنش)}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده}]$$

توجه: برای آسان‌تر شدن محاسبات در مسائل این حالت، اگر پیوندی عیناً در واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها تکرار شده بود، آن را ساده کنید تا محاسبات شما ساده‌تر شود.

✓ تیپ ۴: ارزش سوختنی:

ارزش سوختنی یک ماده غذایی، مقدار انرژی حاصل از اکسایش کامل یک گرم از آن ماده در بدن است که معمولاً برحسب $kJ \cdot g^{-1}$ بیان می‌شود. سه ترکیب کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها، منابعی برای تأمین انرژی بوده (در بدن اکسایش می‌یابند) و ارزش سوختنی آن‌ها به صورت روبه‌رو است:

$$17 kJ \cdot g^{-1} = \text{کربوهیدرات‌ها} , \quad 17 kJ \cdot g^{-1} = \text{پروتئین‌ها} , \quad 38 kJ \cdot g^{-1} = \text{چربی‌ها}$$

مسائل مربوط به این تیپ به دو حالت کلی زیر تقسیم می‌شوند. توجه داشته باشید که طراحان برای دشوارتر جلوه دادن مسائل، معمولاً از یکاهای متفاوتی استفاده می‌کنند.

حالت (۱): در مسائل مربوط به این حالت، ارزش سوختنی یک ماده غذایی و یا انرژی حاصل از سوختن آن را می‌خواهند:

$$\left. \begin{array}{l} \text{— انرژی کربوهیدرات‌ها : ارزش سوختنی کربوهیدرات‌ها} \times \text{درصد جرمی کربوهیدرات‌ها} \times \text{جرم ماده} \\ \text{— انرژی چربی : ارزش سوختنی چربی} \times \text{درصد جرمی چربی} \times \text{جرم ماده} \\ \text{— انرژی پروتئین : ارزش سوختنی پروتئین} \times \text{درصد جرمی پروتئین} \times \text{جرم ماده} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{انرژی حاصل از سوختن} \\ \text{(رو یا اکسایش) یک ماده شامل :} \end{array}$$

اما ارزش سوختنی یک ماده مطابق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\left[\begin{array}{l} \text{درصد جرمی چربی} \\ \times \\ \text{ارزش سوختنی چربی} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{درصد جرمی پروتئین} \\ \times \\ \text{ارزش سوختنی پروتئین} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{درصد جرمی کربوهیدرات} \\ \times \\ \text{ارزش سوختنی کربوهیدرات} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{انرژی حاصل از سوختن ماده} \\ \text{جرم ماده} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{ارزش سوختنی} \\ \text{یک ماده} \end{array} \right]$$

حالت (۲): در برخی از مسائل، مدت زمان انجام یک فعالیت و سؤالاتی مشابه آن پرسیده می‌شود که با توجه به آهنگ مصرف انرژی به راحتی می‌توان این مسائل را حل کرد.

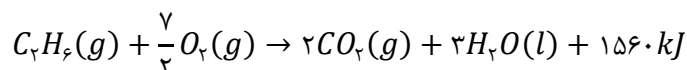
مثال: آهنگ مصرف انرژی در پیاده‌روی یک فردی، برابر $(190 kcal \cdot h^{-1})$ است. اگر ارزش سوختنی شکلات $19 kJ \cdot g^{-1}$ باشد، مصرف ۲۱ گرم

شکلات، انرژی لازم برای چند دقیقه پیاده‌روی این فرد فراهم می‌شود؟ $(1 cal \simeq 4/2 J)$

۱۰ min -۱ ۲۰ min -۲ ۳۰ min -۳ ۴۰ min -۴

✓ تیپ ۵: آنتالپی سوختن:

آنتالپی سوختن یک ماده هم‌ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به‌طور کامل می‌سوزد. یکای آنتالپی سوختن $kJ \cdot mol^{-1}$ است. برای نمونه آنتالپی سوختن اتان در دمای $25^{\circ}C$ ، برابر -1560 کیلوژول بر مول است.



$$\Delta H_{\text{سوختن}}(C_2H_6) = -1560 kJ \cdot mol^{-1}$$

مسائل این قسمت شباهت زیادی به مسائل آنتالپی دارد. در این مسائل آنتالپی سوختن یک ماده داده می‌شود و از شما گرمای حاصل از سوختن جرم، حجم و یا ... مشخصی از آن ماده خواسته می‌شود. برای حل مسائلی از این دست کافی است داده‌های مسئله را به مول تبدیل کنید و به کمک معادله موازنه شده واکنش، خواسته‌های مسئله را به دست آورید.

نکته ۱: در اثر سوختن کامل ترکیب‌های آلی، اتم‌های کربن آن ترکیب آلی به (CO_2) ، اتم‌های هیدروژن آن به (H_2O) ، اتم‌های گوگرد آن به (SO_2) ، اتم‌های نیتروژن آن به (N_2) تبدیل می‌شوند. اتم‌های اکسیژن نیز به تنهایی محصول خاصی را تولید نمی‌کنند و فقط به اتم‌های دیگر متصل می‌شوند. (به صورت CO_2 و H_2O و ...)

نکته ۲: در حل تست‌ها به شرایط انجام واکنش (دما، فشار و ...) توجه ویژه داشته باشید. زیرا برای نمونه در دمای اتاق و فشار یک اتمسفر، حالت فیزیکی آب مایع است و نباید آن را گاز در نظر بگیرید. همچنین در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر (شرایط STP)، حالت فیزیکی آب جامد و یا مایع است و به هیچ عنوان نباید آن را گاز در نظر گرفت.

✓ تیپ ۶: گرماسنج:

یکی از روش‌های تعیین ΔH واکنش به صورت مستقیم و تجربی، استفاده از گرماسنج لیوانی است. از این وسیله برای اندازه‌گیری گرمای واکنش در فشار ثابت ($Q_p = \Delta H$) استفاده می‌شود. برای محاسبه گرمای یک واکنش با استفاده از گرماسنج لیوانی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- ۱- مقدار معینی از آب یا محلول را درون گرماسنج ریخته و دمای اولیه آن را اندازه می‌گیریم.
- ۲- ماده دوم را به محلول موجود در گرماسنج اضافه کرده و پس از انجام واکنش، دمای پایانی را اندازه‌گیری می‌کنیم.
- ۳- با استفاده از رابطه $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$ ، گرمای مبادله شده در واکنش در فشار ثابت محاسبه می‌شود که در آن c ظرفیت گرمایی ویژه محتویات گرماسنج و $\Delta\theta$ اختلاف دمای قبل و بعد انجام واکنش است.

توجه: در برخی مسائل، از گرمای جذب شده توسط ماده‌ی حل شده در آب یا از گرمای جذب شده توسط اجزای گرماسنج صرف نظر می‌شود.

✓ تیپ ۷: قانون هس (جمع پذیری گرمای واکنش‌ها):

طبق قانون هس، اگر معادله‌ی واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آوریم، ΔH واکنش یادشده را نیز می‌توان از جمع جبری مقادیر ΔH همه واکنش‌های تشکیل دهنده آن به دست آوریم. در مسائل این تیپ معمولاً به شما چند واکنش داده شده و از شما خواسته می‌شود که ΔH یک واکنش دیگر را به دست آورید که به این منظور کافی است با تغییر دادن و جمع کردن واکنش‌های داده شده، به واکنش مورد نظر برسید. در حل مسائل قانون هس به دو نکته توجه کنید:

۱- اگر معادله یک واکنش معکوس (وارونه) شود، مقدار ΔH واکنش نیز باید قرینه شود.

۲- اگر معادله یک واکنش در عددی ضرب شود، ΔH واکنش نیز باید در همان عدد ضرب شود.

برای رسیدن به معادله واکنش هدف، استراتژی‌های مختلفی وجود دارد که به بررسی آن‌ها می‌پردازیم:

حالت (۱): به منظور سرعت بخشیدن در حل مسائل، ابتدا سراغ موادی در واکنش هدف بروید که فقط در یک واکنش موجود باشند و واکنش داده شده را با واکنش هدف تطبیق داده و تغییرات لازم را اعمال کنید اما اگر حین انجام تغییرات به ماده‌ای رسیدید که در دو یا چند واکنش وجود داشت، باید مجموع تغییرات را طوری لحاظ کنید که به ضریب آن ماده در واکنش هدف برسید.

حالت (۲): گاهی اوقات برای تغییر دادن یک واکنش باید ماده‌ای را انتخاب کنیم که در واکنش هدف وجود ندارد و باید با تغییرات لازم، آن را از واکنش‌های داده شده حذف کنیم.

نکته: برای محاسبه واکنش‌هایی که در آن‌ها واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها قابلیت سوختن دارند، می‌توان از رابطه‌ی زیر نیز استفاده کرد. این رابطه از قانون هس بدست آمده است.

$$\Delta H_{\text{(واکنش)}} = [\text{مجموع آنتالپی سوختن در مواد واکنش دهنده}] - [\text{مجموع آنتالپی سوختن در مواد فراورده}]$$

✓ تیپ ۸: سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت کننده در واکنش:

۱- سرعت تولید یا مصرف یک ماده شرکت کننده در واکنش در گستره زمانی قابل اندازه‌گیری را سرعت متوسط آن ماده می‌گوییم و آن را با \bar{R} نمایش می‌دهیم.

۲- یکای سرعت متوسط تولید و یا مصرف یک ماده در واکنش شیمیایی را می‌توان برحسب یکاهای متفاوتی بیان کرد. واکنش فرضی $aA \rightarrow bB$ را در نظر بگیرید.

الف) سرعت متوسط برحسب تغییر مول بر زمان: سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت کننده در واکنش‌ها، در هر حالتی که باشند (جامد، مایع و گاز) را می‌توان بر حسب تغییر مول در واحد زمان بیان کرد:

$$\bar{R}(B) = \frac{\Delta n(B)}{\Delta t} \quad \text{در فراورده ها} \quad \text{و} \quad \bar{R}(A) = -\frac{\Delta n(A)}{\Delta t} \quad \text{در واکنش دهنده ها}$$

ب) سرعت متوسط بر حسب تغییر غلظت در واحد زمان: سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت کننده در واکنشها در حالت گازی یا محلول را می توان بر حسب تغییر غلظت در واحد زمان بیان کرد: (این یکا برای بیان سرعت مواد جامد و مایع خالص کاربرد ندارد زیرا در فشار و دمای معین، غلظت جامدات و مایعات خالص، ثابت است.)

$$\bar{R}(B) = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{\Delta n(B)}{V \cdot \Delta t} \quad \text{در فراورده ها} \quad \text{و} \quad \bar{R}(A) = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta n(A)}{V \cdot \Delta t} \quad \text{در واکنش دهنده ها}$$

پ) سرعت متوسط بر حسب تغییر حجم در واحد زمان: سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت کننده در واکنشها در حالت گازی را می توان بر حسب تغییر حجم در واحد زمان بیان کرد: $\bar{R}(B) = \frac{\Delta V(B)}{\Delta t}$ در فراورده ها و $\bar{R}(A) = -\frac{\Delta V(A)}{\Delta t}$ در واکنش دهنده ها مسائل سرعت متوسط بسیار متنوع هستند و در برخورد با این مسائل، با چهار حالت کلی روبه رو می شویم:

حالت (۱): در برخی مسائل، به شما یکی ویژگی از ماده داده می شود و سرعت متوسط تولید یا مصرف همان ماده بر حسب همان ویژگی یا یک ویژگی دیگر از شما خواسته می شود.

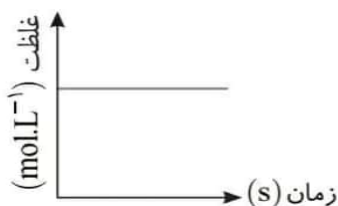
حالت (۲): در برخی از مسائل، اطلاعات یک ماده شرکت کننده در واکنش را به شما می دهند اما سرعت متوسط یک ماده دیگر را می خواهند. توجه داشته باشید که سرعت متوسط تولید یا مصرف یک ماده با ضریب آن ماده در معادله موازنه شده واکنش متناسب است. (برای واکنش فرضی

$$aA \rightarrow bB \quad \text{داریم:} \quad \frac{\bar{R}(A)}{a} = \frac{\bar{R}(B)}{b} \quad \text{یا} \quad \frac{\bar{R}(A)}{\bar{R}(B)} = \frac{a}{b}$$

حالت (۳): در برخی از مسائل، سرعت متوسط تولید یا مصرف یک ماده داده شده و از شما خواسته می شود تا زمان انجام واکنش، حجم ظرف واکنش، غلظت اولیه یا نهایی یک ماده و یا ... را به دست آورید.

حالت (۴): در برخی از مسائل، اطلاعات مسئله تحت عنوان یک نمودار یا یک جدول داده شده و از شما تنها سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده را می خواهند. توجه داشته باشید که در نمودار واکنشهای برگشتناپذیر، زمان پایان واکنش لحظه ای است که حداقل مقدار یکی از واکنش دهنده ها، صفر شده و منحنی سایر مواد شرکت کننده در واکنش به صورت افقی دربیاید. همچنین اگر اطلاعات یک مسئله به صورت جدول بود، لحظه پایان واکنش، نخستین لحظه ای است که غلظت یا مقدار مواد شرکت کننده در واکنش تغییر نکند و ثابت بماند.

توجه: نمودار غلظت - زمان مواد جامد یا مایع ناخالص به صورت رو به رو است:



تیپ ۹: سرعت واکنش:

شیب نمودار (غلظت - زمان) و (مول - زمان) برای هر یک از شرکت کننده ها در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آنها است. به طوری که اگر ضریب استوکیومتری شرکت کننده ها یکسان نباشد، سرعت متوسط آنها متفاوت خواهد بود. شیمی دانها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از مفهومی به نام سرعت واکنش استفاده می کنند. واکنش فرضی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ را در نظر بگیرید. برای چنین واکنشی

$$\Delta H_{\text{(واکنش)}} = \frac{\bar{R}(A)}{a} = \frac{\bar{R}(B)}{b} = \frac{\bar{R}(C)}{c} = \frac{\bar{R}(D)}{d} \quad \text{می توان نوشت:}$$

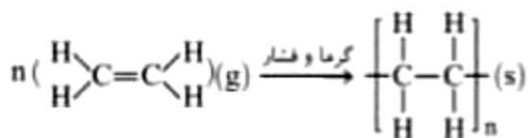
در مسائل محاسبه سرعت واکنش، کافی است سرعت متوسط تولید یا مصرف یک ماده را محاسبه کرده و مقدار آن را به ضریب استوکیومتری اش تقسیم کنید. همچنین در برخی دیگر از مسائل ممکن است سرعت واکنش را به شما بدهند اما از شما مدت زمان واکنش، حجم ظرف واکنش، غلظت یا مقدار اولیه و نهایی مواد شرکت کننده در واکنش و یا بخواهند.



۶- بررسی مسائل فصل سوم شیمی ۱:

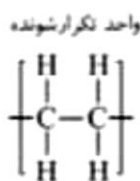
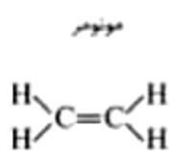
✓ تیپ ۱: واکنش پلیمری شدن:

به واکنشی که در آن مولکول‌های کوچک (مونومر) در شرایط مناسب به یکدیگر متصل شده و مولکول‌های با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد تولید می‌کنند، واکنش پلیمری شدن می‌گویند. پلیمرهای ساختگی را بر اساس نوع مونومرها و نحوه تهیه آن‌ها به دو دسته افزایشی و تراکمی تقسیم می‌کنند. در این جا به بررسی پلیمرهای افزایشی می‌پردازیم.



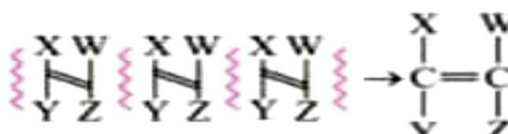
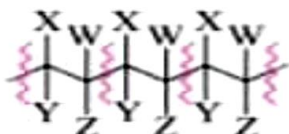
نکته ۱: پلیمرهای افزایشی، پلیمرهایی هستند که مونومرهای سازنده آن‌ها در زنجیر کربنی خود دارای پیوند دوگانه کربن - کربن ($\text{C} = \text{C}$) هستند. در واکنش تولید پلیمرهای افزایشی، جرم پلیمر حاصل برابر مجموع جرم مونومرهای سازنده است؛ زیرا در این واکنش‌ها، به جز پلیمر مورد نظر، فرآورده دیگری حاصل نمی‌شود. برای نمونه داریم:

نکته ۲: در برخی مسائل لازم است که شما بتوانید به کمک ساختار مونومر، ساختار واحد تکرار شونده یا پلیمر را تعیین کنید. به این منظور کافی



است پیوند ($\text{C} = \text{C}$) موجود در مونومر را به پیوند ($\text{C} - \text{C}$) تبدیل کرده و آن را داخل کروشه یا پرانتز قرار دهید و زیروند n را در سمت راست و پایین آن بنویسید. در پلیمرهای افزایشی فرمول شیمیایی مونومر و واحد تکرار شونده یکسان است. اما مونومر دارای پیوند ($\text{C} = \text{C}$) بوده در حالی که واحد تکرار شونده دارای پیوند ($\text{C} - \text{C}$) است.

نکته ۳: در برخی دیگر از مسائل، ساختار یک پلیمر داده می‌شود و برای حل مسئله لازم است که شما ابتدا فرمول شیمیایی، فرمول ساختاری و ... مونومر را تعیین کنید. به این منظور، پیوندهای ($\text{C} - \text{C}$) زنجیر اصلی را یکی در میان به صورت شکسته در نظر بگیرید و پیوند ($\text{C} - \text{C}$) را به پیوند ($\text{C} = \text{C}$) تبدیل کنید. برای نمونه داریم:



نکته ۴: برای تبدیل ساختار واحد تکرار شونده به ساختار مونومر آن، کافی است پرانتز و زیروند موجود در ساختار واحد تکرار شونده را حذف کرده و پیوند ($\text{C} - \text{C}$) را به پیوند ($\text{C} = \text{C}$) تبدیل کنید.

مسائل مربوط به این تیپ، به چهار حالت کلی تقسیم می‌شوند:

حالت (۱): رابطه جرم مولی یک پلیمر با تعداد واحدهای تکرار شونده: همان‌طور که قبلاً ذکر شد، جرم پلیمرهای افزایشی برابر با مجموع جرم مونومرهای سازنده آن‌ها است. یعنی اگر پلیمری دارای n واحد تکرار شونده باشد، جرم مولی پلیمر n برابر جرم واحد تکرار شونده یا مونومر است:

$$\text{جرم مولی مونومر} \times n = \text{جرم مولی پلیمر}$$

همچنین امکان دارد جرم یک پلیمر داده شود و تعداد اتم‌های یک عنصر یا پیوندهای خاصی مورد سؤال واقع شود. در این صورت، با استفاده از جرم مولی پلیمر، تعداد واحد تکرار شونده را به دست آورید و سپس با توجه به فرمول مولکولی و ساختاری واحد تکرار شونده یا مونومر سازنده آن، به خواسته مسئله می‌رسیم.

حالت (۲): محاسبه درصد جرمی یک عنصر در پلیمر یا مونومر: برای محاسبه درصد جرمی یک عنصر در یک پلیمر یا مونومر به سادگی

$$\text{درصد جرمی عنصر } X \text{ در ترکیب} = \frac{\text{جرم عنصر } X}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100$$

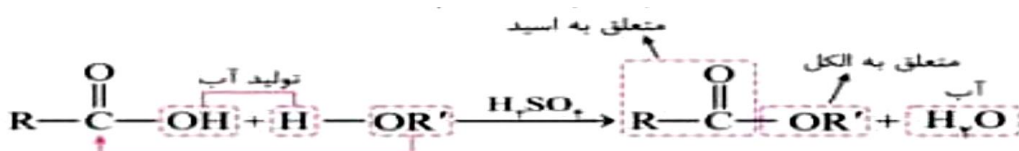
می‌توانید از رابطه رو به رو استفاده کنید:

حالت (۳): در واکنش‌های پلیمری شدن از نوع افزایشی، از واکنش شمار زیادی از مونومرها، تنها یک فراورده ایجاد می‌شود که جرم مولی آن‌ها اغلب ده‌ها هزار گرم بر مول است. اگر بازده درصدی چنین واکنش‌هایی ۱۰۰ درصد باشد، جرم پلیمر تولید شده برابر مجموع جرم مونومرهای مصرفی خواهد بود. در این قسمت معمولاً مسائل مربوط به استوکیومتری چنین واکنش‌هایی مطرح می‌شود.

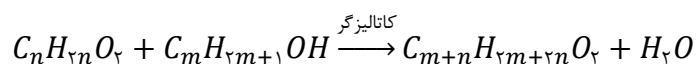
حالت (۴): واکنش سوختن پلیمرهای افزایشی: بسیاری از پلیمرها مانند سایر ترکیب‌های آلی، توانایی سوختن دارند. در اثر سوختن کامل پلیمرها، همه اتم‌های کربن آن‌ها به کربن دی‌اکسید تبدیل شده و همه اتم‌های هیدروژن آن‌ها به بخار آب تبدیل می‌شوند. پس با توجه به مقدار CO_2 و H_2O تولید شده می‌توانیم به ترتیب مقدار کربن و هیدروژن موجود در پلیمر را به دست آوریم. در اثر سوختن پلیمرهایی که در ساختار خود اتم‌های گوگرد و نیتروژن دارند، در محصولات به ترتیب گازهای SO_2 و N_2 نیز مشاهده می‌شود. حضور اکسیژن در ساختار پلیمرها، تفاوتی در محصولات ایجاد نمی‌کند.

تیپ (۲): استر و آمید:

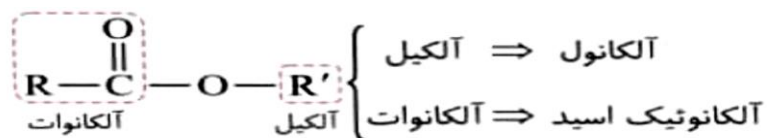
۱- واکنش استری شدن: استرها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در آن‌ها گروه عاملی استری ($-COO-$) وجود دارد. استرها را می‌توان از واکنش الکل‌ها ($R'OH$) و کربوکسیلیک اسیدها ($RCOOH$) در شرایط مناسب تهیه کرد. در این واکنش، OH از کربوکسیلیک اسید و H از الکل جدا شده و به یکدیگر متصل می‌شوند. در این واکنش‌ها علاوه بر مولکول‌های استر، مولکول‌های آب نیز تولید می‌شوند. (این واکنش‌ها در محیط اسیدی مانند حضور H_2SO_4 و ... انجام می‌شوند)



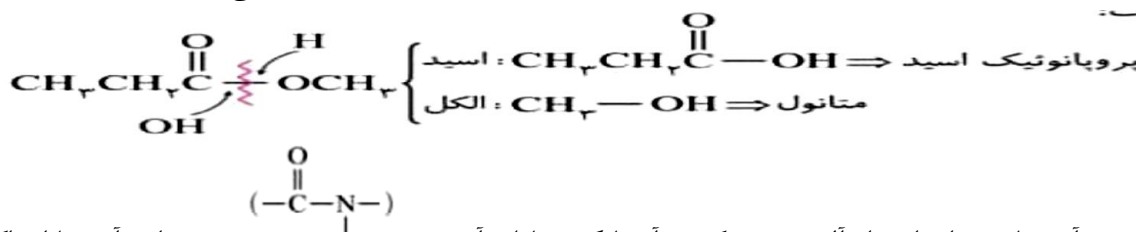
توجه: معادله نوشتاری و نمادی واکنش استری شدن به صورت رو به رو است: آب + استر $\xrightarrow{\text{کاتالیزگر}}$ الکل + کربوکسیلیک اسید



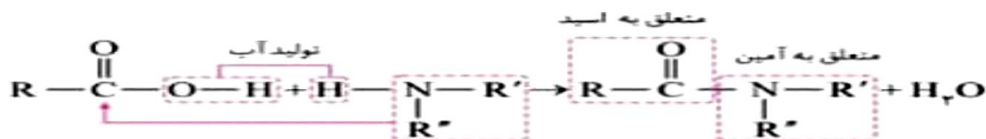
در حل برخی مسائل، لازم است که الکل و کربوکسیلیک اسید سازنده یک استر را تشخیص دهید. برای این کار، با دو حالت روبه‌رو می‌شوید: الف) نام استر را بدهند: نام کلی استرها به صورت (آلکیل آلکانوات) است. (آلکیل) از بخش الکلی و (آلکانوات) از بخش اسیدی می‌آید.



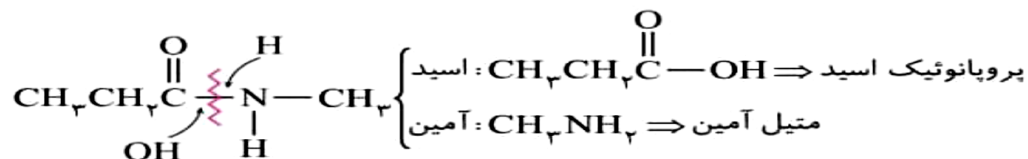
ب) ساختار استر را بدهند: کافی است پیوند ($C-O$) را شکسته و به O یک اتم هیدروژن و به C یک گروه OH اضافه کنید. به این عملیات، آبکافت استر گویند. استرها در شرایط مناسب با آب واکنش داده و به الکل و کربوکسیلیک اسید سازنده خود تبدیل می‌شود. به مثال زیر توجه کنید:



۲- واکنش آمیدی شدن: آمیدها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در آن‌ها گروه عاملی آمیدی وجود دارد. آمیدها از واکنش آمین‌ها با کربوکسیلیک اسیدها تولید می‌شوند. در این واکنش، OH از کربوکسیلیک اسید و H از آمین جدا شده و به یکدیگر متصل می‌شوند و آب نیز تولید می‌کنند. پس دقت کنید که آمین شرکت کننده در این واکنش‌ها باید حداقل یک اتم هیدروژن داشته باشد.



نکته: آمیدها نیز همانند استرها، در شرایط مناسب با آب واکنش می‌دهند. در این صورت به آمین و اسید سازنده خود تبدیل می‌شوند (فرایند آبکافت) برای این منظور کافی است پیوند (C - N) را شکسته و به N یک اتم H و به C یک گروه OH اضافه کنید. برای مثال داریم:



در بیش تر مسائل مربوط به این تیپ، اطلاعاتی در مورد واکنش دهنده‌ها یا فراورده‌ها داده شده و از شما مقدار مول، جرم، تعداد ذرات سازنده و یا... را می‌خواهند. در واقع بیش تر مسائل این تیپ، به صورت استوکیومتری است.

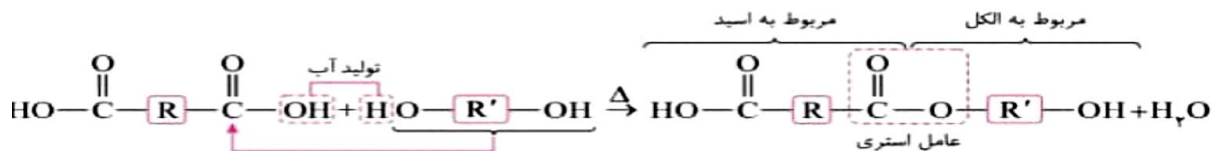
✓ تیپ (۳): پلی استرها

پلی استرها از واکنش کربوکسیلیک اسیدهای دو عاملی (دی اسیدها) و الکل‌های دو عاملی (دی الکل‌ها) در شرایط مناسب تولید می‌شوند. ساختار کلی الکل‌ها و کربوکسیلیک اسیدهای دو عاملی به صورت زیر است:

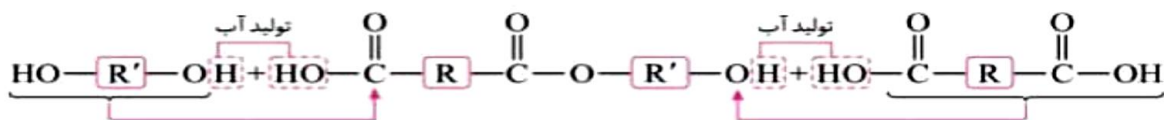


۱- واکنش‌های پلی استری شدن همانند واکنش‌های استری شدن هستند. با این تفاوت که به صورت زنجیروار تکرار می‌شوند. در ادامه مراحل تولید پلی استر را توضیح می‌دهیم:

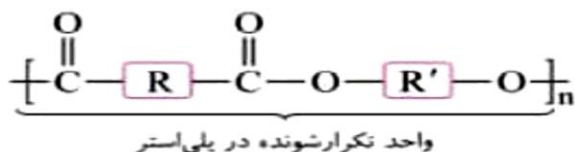
مرحله (۱): در این مرحله، یکی از گروه‌های الکل دو عاملی با یکی از گروه‌های کربوکسیلیک اسید دو عاملی ترکیب شده و گروه عاملی استری به همراه آب تولید می‌کنند. در ساختار استر ساخته شده، همچنان یک گروه عاملی اسیدی و یک گروه عاملی الکی موجود است. بنابراین استر حاصل می‌تواند همچنان با یک اسید و یک الکل واکنش دهد.



مرحله (۲): در این مرحله یک الکل دو عاملی و یک اسید دو عاملی دیگر با استر تولید شده در مرحله اول واکنش داده و یک استر سه عاملی به همراه دو مولکول آب تولید می‌شود.

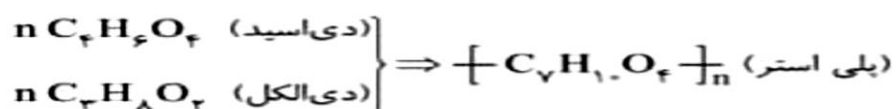


مرحله (۳): با ادامه این روند در نهایت مولکول‌هایی با زنجیر بلند شامل تعداد زیادی گروه استری تولید می‌شود که پلی استر نامیده می‌شود. فرمول مولکولی یک پلی استر به صورت زیر است:

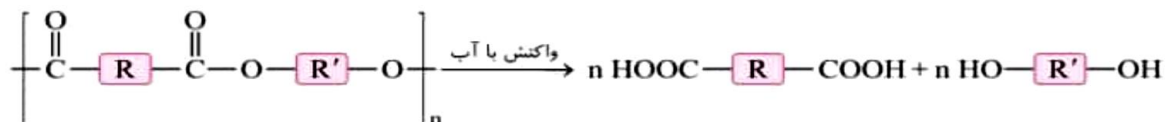


نکته: در واکنش‌های پلی استری شدن، به ازای ایجاد هر گروه استری، یک مولکول آب تولید می‌شود. از آنجا که در هر واحد تکرار شونده ۲ گروه استری وجود دارد، بنابراین در پلی استری با n واحد تکرار شونده، ۲n گروه استری وجود دارد و حدود ۲n مولکول آب نیز تولید می‌شود.

- ۲- مراحل رسم ساختار واحد تکرار شونده پلی استر با استفاده از ساختار الکل ها و اسیدهای دو عاملی به شکل زیر است:
- مرحله (۱): اسید دو عاملی و الکل را از چپ به راست کنار هم قرار می دهیم.
- مرحله (۲): از اسید هر دو گروه (OH) و از الکل هر دو اتم (H) را حذف می کنیم.
- مرحله (۳): این دو گروه را پیوند یگانه به هم متصل کرده و پلی استر تولید شده را داخل نماد $[]_n$ می گذاریم.
- نکته:** برای نوشتن سریع فرمول مولکولی واحد تکرار شونده پلی استر به صورت زیر عمل می کنیم:
- مرحله (۱): تعداد اتم های هر عنصر در فرمول شیمیایی اسید و الکل دو عاملی را با هم جمع می کنیم.
- مرحله (۲): از فرمول شیمیایی حاصل ۴ اتم هیدروژن و ۲ اتم اکسیژن (به اندازه دو مولکول آب) کم می کنیم.
- برای نمونه داریم:



۳- پلی استرها در شرایط مناسب با آب واکنش داده (آبکافت) و به مونومرهای سازنده خود یعنی الکل و اسید دو عاملی تبدیل می شوند. به این فرآیند آبکافت می گویند.



در بیش تر مسائل این قسمت، اطلاعاتی در مورد واکنش دهنده ها یا فرآورده ها داده شده و از شما می خواهند که مقدار مول، جرم و یا یک یا چند ماده دیگر را به دست آورید. در واقع بیش تر مسائل این قسمت از مبحث استوکیومتری مطرح می شود.

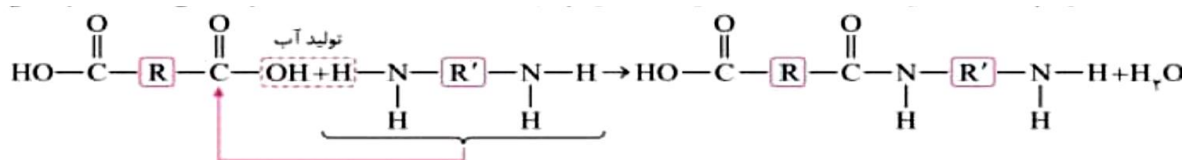
تیپ (۴): پلی آمیدها

پلی آمیدها از واکنش کربوکسیلیک اسیدهای دو عاملی (دی اسیدها) و آمین های دو عاملی (دی آمین ها) در شرایط مناسب تولید می شوند. ساختار کلی آمین ها و اسیدهای دو عاملی به صورت زیر است:

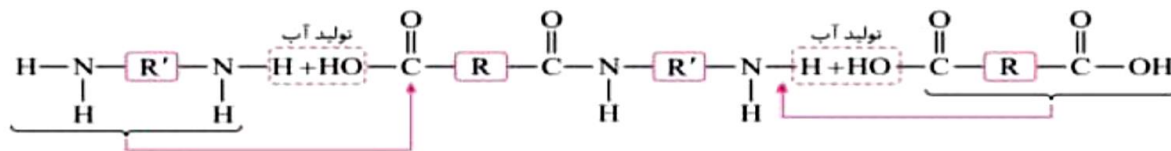


۱- واکنش های پلی آمیدی شدن همانند واکنش های آمیدی شدن هستند. با این تفاوت که به صورت زنجیروار تکرار می شوند. در ادامه مراحل تولید پلی آمید را توضیح می دهیم:

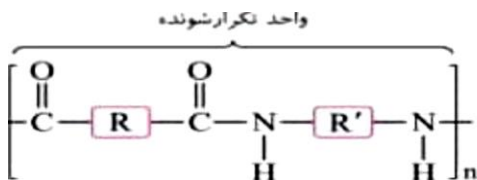
مرحله (۱): در این مرحله، یک عامل از اسید با یک عامل از آمین ترکیب شده و ضمن تشکیل یک گروه آمیدی، یک مولکول آب نیز تولید می شود. از آن جا که در ساختار آمید تولید شده، همچنان یک گروه اسیدی و یک گروه آمینی وجود دارد، بنابراین آمید حاصل می تواند همچنان با یک اسید و یک آمین دو عاملی واکنش دهد.



مرحله (۲): در این مرحله یک آمین دو عاملی و یک اسید دو عاملی دیگر با آمید تولید شده در مرحله قبل واکنش داده و یک آمید سه عاملی به همراه دو مولکول آب تولید می شوند.



مرحله (۳): با ادامه این روند در نهایت مولکول‌هایی با زنجیر بلند شامل تعداد زیادی گروه آمیدی تولید می‌شود که پلی آمید نام دارد. فرمول ساختاری کلی یک پلی آمید به صورت زیر است:



نکته: در واکنش‌های پلی آمیدی شدن، به‌ازای ایجاد هر گروه آمیدی، یک مولکول آب تولید می‌شود. در هر واحد تکرار شونده ۲ گروه آمیدی وجود دارد. بنابراین در پلی آمیدی با n واحد تکرار شونده، حدود $2n$ گروه آمیدی وجود دارد و حدود $2n$ مولکول آب تولید می‌شود.

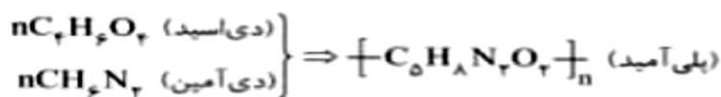
۲- مراحل رسم ساختار واحد تکرار شونده پلی آمید با استفاده از ساختار اسید و آمین دو عاملی به صورت زیر است:

- مرحله (۱): اسید و آمین دو عاملی را به ترتیب از چپ به راست کنار هم قرار می‌دهیم.
- مرحله (۲): از اسید هر دو گروه (OH) و از هر اتم نیتروژن آمینی، یک اتم (H) را حذف می‌کنیم.
- مرحله (۳): این دو گروه را با پیوند یگانه به هم وصل کرده و پلی آمید تولید شده را داخل نماد $[]_n$ می‌گذاریم.

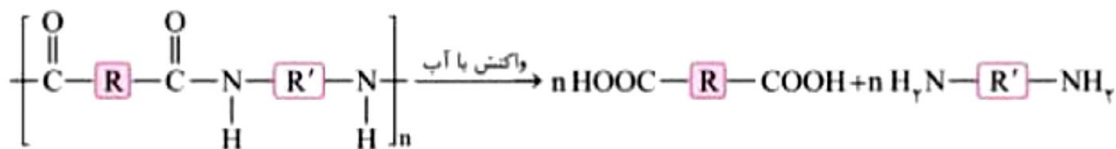
نکته: برای نوشتن سریع فرمول مولکولی واحد تکرار شونده پلی آمید به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- مرحله (۱): تعداد اتم‌های هر عنصر در فرمول شیمیایی اسید و آمین را با هم جمع می‌کنیم.
- مرحله (۲): از فرمول شیمیایی حاصل ۴ اتم هیدروژن و ۲ اتم اکسیژن (به اندازه دو مولکول آب) کم می‌کنیم.

برای مثال داریم:



۳- پلی آمیدها در شرایط مناسب با آب واکنش داده و به مونومرهای سازنده خود یعنی اسید دو عاملی و آمین دو عاملی تبدیل می‌شود. به این فرآیند، آبکافت می‌گویند.

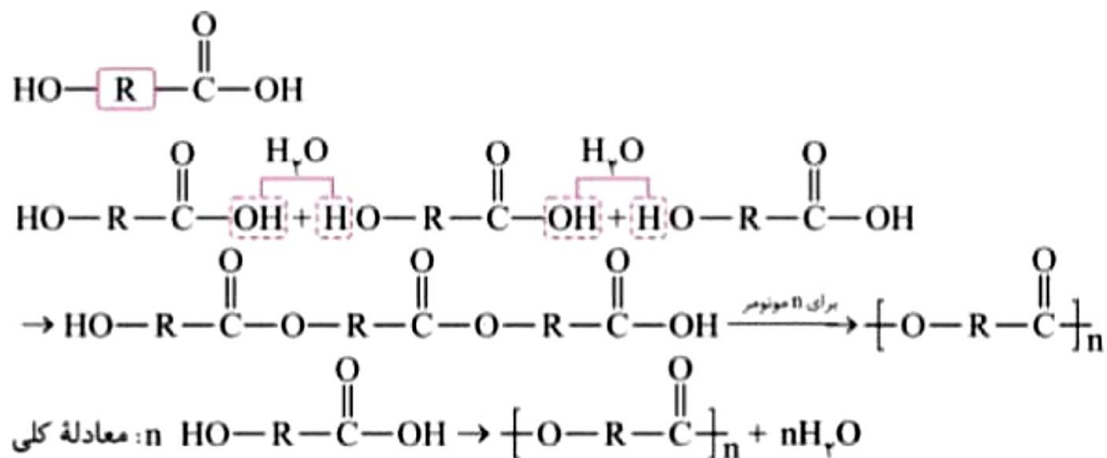


در بیش تر مسائل این قسمت، اطلاعاتی در مورد واکنش دهنده‌ها یا فرآورده‌ها داده شده و از شما خواسته می‌شود تا مقدار مول، جرم و یا یک یا چند ماده دیگر را به دست آورید. در واقع بیش تر مسائل این قسمت از مبحث استوکیومتری است.

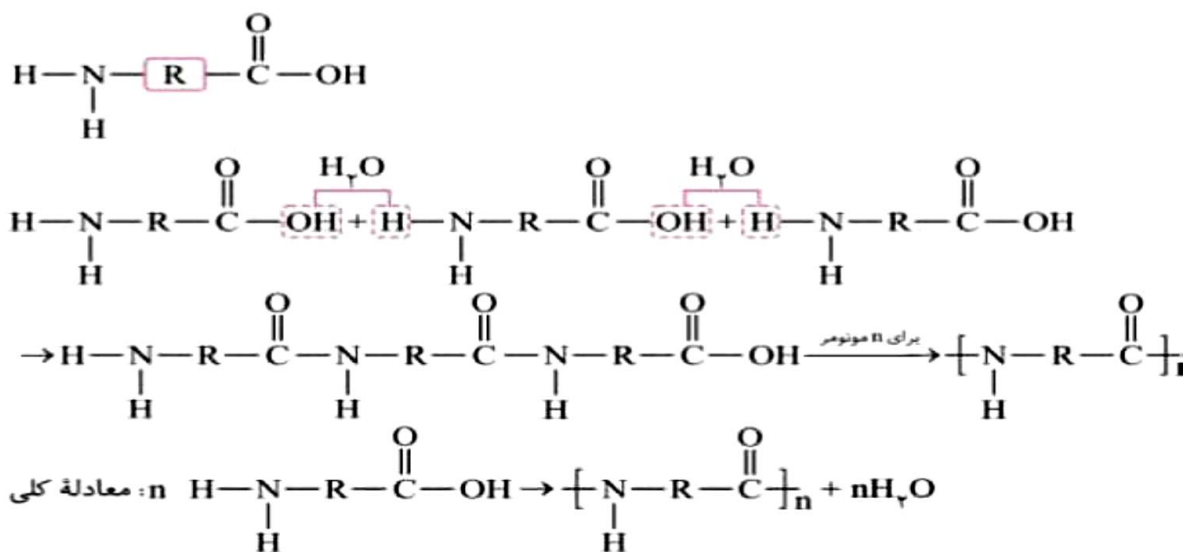
پلی استرها و پلی آمیدها با یک مونومر سازنده:

اگر در ساختار مونومرها، هم‌زمان گروه عاملی اسیدی و گروه عاملی الکلی وجود داشته باشد، در اثر پلیمر شدن آن‌ها، پلی استر تولید می‌شود. همچنین اگر در ساختار مونومرها، هم‌زمان گروه عاملی اسیدی و گروه عاملی آمیدی وجود داشته باشد، در اثر پلیمر شدن آن‌ها، پلی آمید تولید می‌شود.

تشکیل پلی استر:



تشکیل پلی آمید:



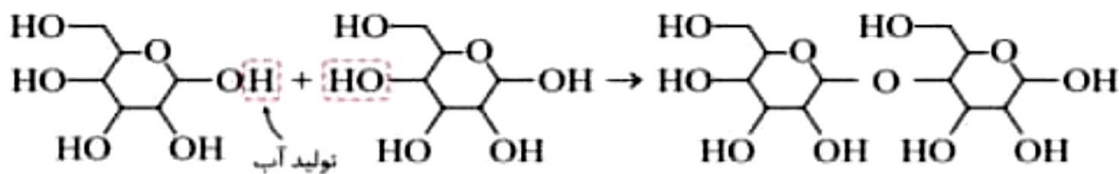
✓ تیپ (۵): پلی ساکاریدها:

به کربوهیدرات‌هایی مانند نشاسته و سلولز که از نوع پلیمر هستند، پلی ساکارید می‌گویند. پلی ساکاریدها از مونوساکاریدهایی مانند گلوکز تشکیل می‌شوند. برای مثال نشاسته پلیمری است که مونومرهای آن، مولکول‌های گلوکز هستند که به شیوه خاصی به یکدیگر متصل شده‌اند.

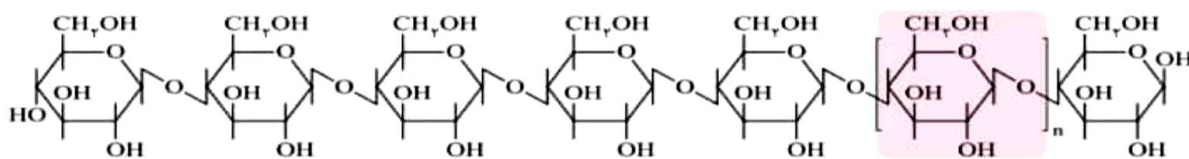
واکنش تولید پلی ساکاریدهایی که از گلوکز ساخته می‌شوند به صورت مقابل است:

۱- مراحل تولید پلیمر سلولز از مونومرهای گلوکز به صورت زیر است:

الف) دو مولکول گلوکز با از دست دادن یک مولکول آب به یکدیگر متصل می‌شوند.



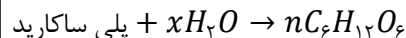
ب) با اتصال شمار زیادی از اتم‌های گلوکز به یکدیگر، پلیمر سلولز تولید می‌شود.



نکته ۱: جرم مولی پلی ساکاریدها از رابطه زیر به دست می آید:

$$\text{جرم مولی پلی ساکارید} = n \times (\text{جرم مولی گلوکز}) - x (\text{جرم مولی آب}) = 180n - 18x$$

نکته ۲: مولکول های نشاسته در شرایط مناسب به مونومرهای سازنده خود (گلوکز) تبدیل شده و مزه شیرین ایجاد می کنند:



۷- بررسی مسائل فصل اول شیمی ۲:

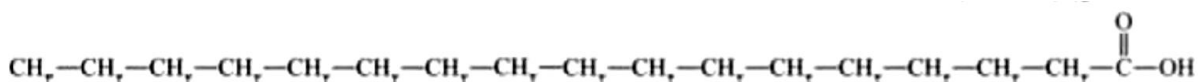


✓ تیپ (۱) - پاک کننده ها:

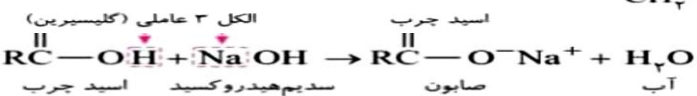
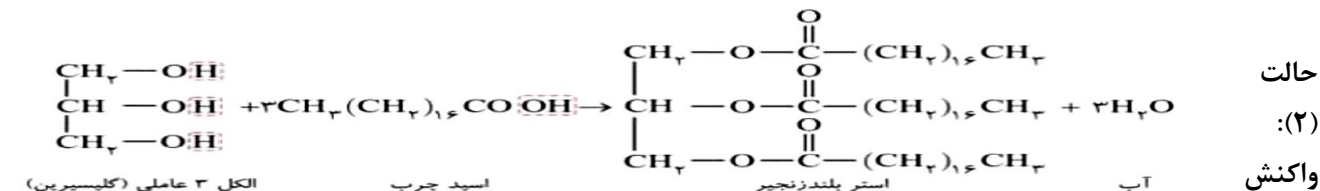
برای حل مسائل مربوط به این تیپ، باید به ساختار انواع پاک کننده ها، واکنش های تولید آن ها و همچنین واکنش آن ها با یون های موجود در آب سخت تسلط داشته باشید. پاک کننده های صابونی و غیر صابونی دو نمونه از پاک کننده هایی هستند که با ذرات آلودگی تنها برهم کنش بین ذره ای دارند و با آلاینده ها واکنش نمی دهند. مسائل این قسمت به چهار حالت کلی تقسیم می شوند:

حالت (۱): چربی ها: مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر (با جرم مولی زیاد) هستند.

الف) اسیدهای چرب: کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی هستند. اگر فرمول کلی این اسیدها $RCOOH$ باشد، زنجیر R عموماً بین ۱۴ تا ۱۸ اتم کربن دارد. اگر زنجیر کربنی R سیر شده باشد، می توان فرمول شیمیایی اسیدهای چرب را به صورت $C_nH_{2n+1}COOH$ یا $CH_3 - (CH_2)_n - COOH$ نمایش داد. برای مثال فرمول شیمیایی اسید چرب زیر به صورت $C_{16}H_{33}COOH$ یا $CH_3 - (CH_2)_{15} - COOH$ است.



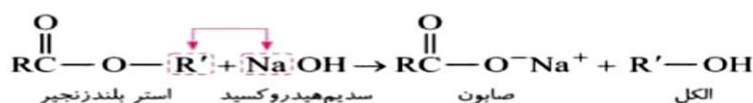
ب) استرهای بلند زنجیر: استرهایی با زنجیرهای بلند کربنی هستند. استرهای بلند زنجیر از واکنش الکل ها و اسیدهای چرب تولید می شوند. برای مثال داریم:



صابونی شدن: صابون جامد دارای فرمول شیمیایی $RCOONa$ است که در آن، R یک زنجیر هیدروکربنی بلند است.

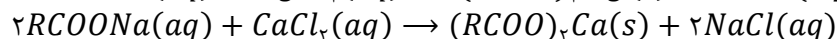
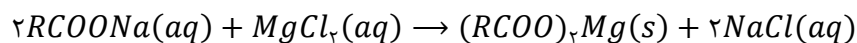
در صابون های مایع، به جای یون سدیم، یون پتاسیم (K^+) و یا آمونیوم (NH_4^+) قرار می دهیم. صابون جامد، به دو طریق تولید می شود:

الف) واکنش یک اسید چرب با سدیم هیدروکسید:

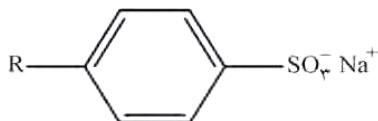


ب) واکنش یک استر بلند زنجیر با سدیم هیدروکسید:

حالت (۳): واکنش صابون با آب سخت: آب دریا و مناطق کویری که شور هستند، حاوی مقادیر چشمگیری از یونهای (Ca^{2+}) و (Mg^{2+}) هستند. به چنین آبهایی، آب سخت گفته می شود. صابون در آب سخت به خوبی کف نمی کند و قدرت پاک کنندگی آن کاهش می یابد، زیرا با یونهای موجود در آب سخت (Ca^{2+}, Mg^{2+}) رسوب داده و قدرت پاک کنندگی آن کاهش می یابد. معادله موازنه شده واکنش یونهای آب سخت با صابون به صورت زیر است:



حالت (۴): پاک کننده های غیرصابونی: شیمی دانها به کمک بنزن و دیگر مواد اولیه که از صنایع پتروشیمی به دست می آید، به مواد پاک کننده ای با قدرت پاک کنندگی بیش تر از صابون، دست یافتند. به این نوع پاک کننده ها پاک کننده غیرصابونی می گویند.



فرمول کلی این پاک کننده ها به صورت $RC_nH_{2n+5}SO_3^-Na^+$ است. در صورتی که زنجیر کربنی R سیر شده باشد، فرمول کلی به صورت $C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3^-Na^+$ و یا $C_{n+6}H_{2n+5}SO_3^-Na^+$ نشان داده می شود.

نکته: پاک کننده های غیرصابونی برخلاف پاک کننده های صابونی، در آب سخت واکنش نمی دهند و بنابراین خاصیت پاک کنندگی خود را حفظ می کنند.

✓ تیپ (۲) - درجه یونش:

اسیدها به هنگام حل شدن در آب به میزان متفاوتی یونیده می شوند. شیمی دانها برای بیان میزان یونش اسیدها از کمیتی به نام درجه یونش (α) استفاده می کنند. دامنه تغییرات درجه یونش از صفر تا یک است. ($0 \leq \alpha \leq 1$) توجه داشته باشید که گاهی به جای درجه یونش، می توان از درصد یونش استفاده کرد. ($100 \times \alpha$) درصد یونش (α)

نکته ۱: در مسائل مربوط به این تیپ، گاهی به شما درجه یونش یا درصد یونش داده شده و از شما غلظت، مقدار مول و یا ... هر یک از گونه های موجود در محلول خواسته می شود یا غلظت، مقدار مول و یا ... گونه ها قبل و بعد از یونش داده شده و از شما درجه یونش یا درصد یونش خواسته می شود. برای حل اینگونه مسائل، از روابط زیر و جدول مربوطه استفاده کنید:

| | $HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$ | | |
|---|---|----|----|
| غلظت، مقدار مول و یا تعداد گونه ها در نمونه اولیه | M | • | • |
| تغییر غلظت، مقدار مول و یا تعداد گونه ها | -x | +x | +x |
| غلظت، مقدار مول و یا تعداد گونه ها در نمونه نهایی | M-x | x | X |

روابط درجه یونش این اسید به صورت روبهرو است:

$$\text{درصد یونش } (\alpha) = \frac{x}{M} = \frac{[H^+]}{M} = \frac{[A^-]}{M}$$

$$[H^+] = [A^-] = M \cdot \alpha$$

در نتیجه می توانیم بنویسیم:

نکته ۲: اسیدها بر اساس میزان یونش در آب به دو دسته قوی و ضعیف تقسیم می شوند:

الف) اسیدهای قوی ($\alpha \approx 1$): در آب تقریباً به طور کامل یونیده شده و تقریباً همه مولکولهای آن به یونهای (H_3O^+) و آنیون اسید (A^-) تبدیل می شوند. HCl ، HBr ، HI و HNO_3 جزء اسیدهای قوی تک پروتون دار به حساب می آیند.

$$[H^+] = [A^-] = M \cdot \alpha \xrightarrow{\alpha \approx 1} [H^+] = [A^-] = M$$

ب) اسیدهای ضعیف ($\alpha < 1$): در آب به طور جزئی یونیده شده و عمدتاً به صورت مولکولی حل می شوند. در نتیجه تعداد اندکی از مولکولهای اسیدی به یونهای هیدرونیوم (H_3O^+) و آنیون اسید (A^-) تبدیل می شوند. HCN ، HF ، HNO_2 و کربوکسیلیک اسیدها جزء اسیدهای ضعیف تک پروتون دار هستند. یونش اسیدهای ضعیف در آب، جزء واکنش های تعادلی است.

✓ تیپ ۳: ثابت تعادل و مسائل آن:

واکنش‌های برگشت پذیر در شرایط مناسب می‌توانند به تعادل برسند و سامانه‌ای تعادلی را بوجود آورند. در سامانه‌های تعادلی، پس از برقراری تعادل غلظت مواد واکنش دهنده و فراورده ثابت می‌مانند و دچار تغییر نمی‌شوند. برای توضیح میزان پیشرفت یک سامانه تعادلی، از کمیتی به نام ثابت تعادل استفاده می‌کنیم. به نسبت غلظت فراورده‌ها که به توان ضریب استوکیومتری خود رسیده‌اند به غلظت واکنش دهنده‌ها که آن‌ها نیز به توان ضریب استوکیومتری خود رسیده‌اند، ثابت تعادل گویند.

$$K = \frac{[c]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad \text{در واکنش فرضی } aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \text{ داریم:}$$

نکته ۱: دقت کنید که در رابطه فوق، از غلظت‌های لحظه تعادل (غلظت‌های تعادلی) باید استفاده کنید.

نکته ۲: در رابطه ثابت تعادل فقط غلظت مواد گازی (g) و محلول (aq) را باید قرار دهید.

نکته ۳: یکای ثابت تعادل در معادله فرضی $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ به صورت زیر است:

$$K = \frac{[c]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \Rightarrow K \text{ یکای } = \frac{[\text{mol.l}^{-1}]^c [\text{mol.l}^{-1}]^d}{[\text{mol.l}^{-1}]^a [\text{mol.l}^{-1}]^b} = (\text{mol.l}^{-1})^{(c+d)-(a+b)}$$

نکته ۴: برای محاسبه ثابت تعادل می‌توان شمار مول‌ها را جداگانه نوشته و حجم را فقط یکبار در محاسبات قرار داد تا محاسبات ساده‌تر شود. برای نمونه، برای واکنش $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ داریم:

$$K = \frac{n_C^c \times n_D^d}{n_A^a \times n_B^b} \times V^{-\Delta n}, \quad \Delta n = (c + d) - (a + b)$$

مسائل ثابت تعادل به دو قسمت کلی تقسیم می‌شوند که ما در این جا فقط به یکی از این نوع مسائل می‌پردازیم. مسائلی که در آن‌ها مواد شرکت کننده در تعادل هستند.

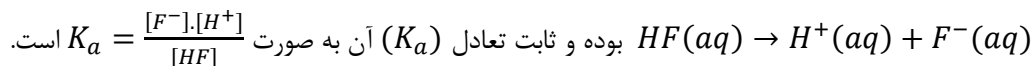
حالت (۱): در برخی مسائل به شما مقادیر (غلظت، مول، جرم و ...) گونه‌های شرکت کننده در یک سامانه تعادلی را داده و از شما ثابت تعادل را می‌خواهند. برای حل این گونه مسائل، غلظت‌های تعادلی را در رابطه ثابت تعادل قرار دهید.

حالت (۲): در برخی مسائل به شما ثابت تعادل را داده و از شما مقادیر تعادلی (غلظت، مول، جرم و ...) یا حجم ظرف را می‌خواهند. برای حل این گونه مسائل، با داشتن مقدار عددی ثابت تعادل می‌توانید به راحتی به خواسته مسئله برسید.

✓ تیپ (۴): ثابت یونش اسیدها:

اسیدهای قوی در آب تقریباً به طور کامل یونیده شده و به عبارتی واکنش یونش آن‌ها برگشت ناپذیر و یک طرفه است، برای مثال هیدروژن کلرید یک اسید قوی بوده و به طور کامل در آب یونش می‌یابد. معادله واکنش یونش آن به صورت $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$ است.

اما واکنش یونش اسیدهای ضعیف در آب به صورت تعادلی بوده و مانند همه واکنش‌های تعادلی دارای یک ثابت تعادل است که فقط تابع دما است. هر چه اسید بیش تر در آب یونیده شود، مقدار عددی ثابت یونش آن بزرگ تر بوده و آن اسید قوی تر است. معادله واکنش یونش HF که اسیدی ضعیف است به صورت:



نکته (۱): مقایسه قدرت اسیدی چند اسید قوی به صورت روبه‌رو است: $HI > HBr > HCl > H_2SO_4 > HNO_3$

مقایسه قدرت اسیدی چند اسید ضعیف: $HF > HNO_2 > HCOOH > CH_3COOH > H_2CO_3 > HCN$

حالت (۱): در برخی از مسائل به شما اطلاعاتی از غلظت‌های تعادلی داده و ثابت یونش را از شما می‌خواهند. برای حل این مسائل به راحتی می‌توانید از رابطه ثابت یونش اسیدها استفاده کنید.

حالت (۲): در برخی از مسائل، به شما غلظت اولیه اسید و درجه (درصد) یونش آن را داده و ثابت یونش را از شما می‌خواهند یا اینکه به شما غلظت اولیه اسید و ثابت یونش را داده و از شما درجه (درصد) یونش را می‌خواهند. برای حل این گونه مسائل می‌توانید از یکی از روش‌های زیر استفاده کنید:

روش (۱): ابتدا غلظت‌های تعادلی را به کمک غلظت اولیه اسید، درجه یونش آن و جدول تغییرات غلظت به دست آورده و سپس در رابطه ثابت یونش اسیدی قرار دهید.

روش (۲): از فرمول‌های ارائه شده که در ادامه به دست می‌آیند استفاده کنید.

بررسی رابطه K_a برای اسیدهای تک پروتون‌دار:

| | $HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$ | | |
|-------------|---|--------------|--------------|
| غلظت اولیه | M | . | . |
| تغییر غلظت | -M α | + M α | + M α |
| غلظت تعادلی | M- M α | M α | M α |

$$K_a = \frac{[H^+].[A^-]}{[HA]} = \frac{(M\alpha)^2}{M - M\alpha} = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha}$$

الف) اسیدهای قوی: در اسیدهای قوی $\alpha \simeq 1$ بوده و بنابراین K_a بی‌نهایت و یک عدد بسیار بزرگ است:

ب) اسیدهای ضعیف:

$$۱) K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]}, \quad ۲) K_a = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha}, \quad ۳) K_a = \frac{[H^+].\alpha}{1 - \alpha}$$

پ) اسیدهای خیلی ضعیف: اگر $\alpha < 0.05$ و یا $K_a < 10^{-3}$ باشد، می‌توان از روابط تقریبی فرمول‌های بالا استفاده کرد:

$$۱) K_a = \frac{[H^+]^2}{M} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{K_a M}, \quad ۲) K_a = M\alpha^2, \quad ۳) K_a = [H^+].\alpha$$

توجه ۱: با توجه به اطلاعات مسئله، می‌توانید از یکی از روابط ارائه شده استفاده کنید. برای مثال، برای محاسبه K_a ، اگر در مسئله‌ای به شما غلظت اسید و درجه یونش را دادند، از رابطه:

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha} \quad \text{یا} \quad K_a = M\alpha^2 \quad \text{استفاده کنید.}$$

توجه ۲: ثابت یونش اسیدها (ثابت تعادل اسیدها) همانند ثابت تعادل دیگر واکنش‌ها فقط تابع دما است. با توجه به رابطه $K_a = M\alpha^2$ ، در دمای ثابت هر چه غلظت اسید بیشتر شود، درجه یونش آن کاهش می‌یابد.

✓ تیپ (۵) - ثابت یونش بازها (K_b):

بازهای قوی در آب تقریباً به طور کامل یونیده شده و به عبارتی واکنش یونش آن‌ها برگشت‌ناپذیر و یک طرفه است، برای مثال سود سوزآور (NaOH) یک باز قوی بوده و معادله یونش آن به صورت $NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$ است.

اما واکنش یونش بازهای ضعیفی مانند NH_3 به صورت برگشت‌پذیر و تعادلی بوده و مانند همه واکنش‌های تعادلی دارای یک ثابت تعادل است که آن را با (K_b) نمایش می‌دهیم. برای مثال معادله واکنش یونش NH_3 به صورت $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

$$OH^-(aq) \quad \text{بوده و ثابت تعادل آن به صورت} \quad K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_3]} \quad \text{است.}$$

مسائل و روابط این قسمت همانند روابط اسیدها بررسی می‌شود. بررسی رابطه K_b برای بازهای دارای یک عامل هیدروکسید به صورت زیر است:

| | $AOH(aq) \rightleftharpoons A^+(aq) + OH^-(aq)$ | | |
|-------------|---|--------------|--------------|
| غلظت اولیه | M | . | . |
| تغییر غلظت | -M α | + M α | + M α |
| غلظت تعادلی | M- M α | M α | M α |

$$K_b = \frac{[A^+].[OH^-]}{[AOH]} = \frac{(M\alpha)^2}{M - M\alpha} = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha}$$

الف) بازهای قوی: در بازهای قوی $\alpha \approx 1$ بوده و بنابراین K_b بی‌نهایت و یک عدد بسیار بزرگ است.
ب) بازهای ضعیف:

$$۱) K_b = \frac{[OH^-]^2}{M - [OH^-]}, \quad ۲) K_b = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha}, \quad ۳) K_b = \frac{[OH^-] \cdot \alpha}{1 - \alpha}$$

پ) بازهای خیلی ضعیف: اگر $\alpha < 0.05$ و یا $K_b < 10^{-3}$ باشد، می‌توان از روابط تقریبی فرمول‌های بالا استفاده کرد:

$$۱) K_b = \frac{[OH^-]^2}{M} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{K_b M}, \quad ۲) K_b = M\alpha^2, \quad ۳) K_b = [OH^-] \cdot \alpha$$

توجه: ثابت یونش بازها (ثابت تعادل بازها) همانند ثابت تعادل دیگر واکنش‌های تعادلی فقط تابع دما است. با توجه به رابطه $K_b = M\alpha^2$ ، در دمای ثابت هر چه غلظت باز بیشتر شود، درجه یونش آن کاهش می‌یابد.

✓ تیپ (۶): مفاهیم اولیه pH و خود یونش آب:

مفهوم pH و محاسبه آن: میزان اسیدی بودن یک محیط به غلظت یون هیدرونیوم موجود در آن بستگی دارد. به طوری که هر چه قدر غلظت یون H^+ در یک محلول بیش‌تر باشد، محلول اسیدی‌تر است. غلظت H^+ در اغلب محلول‌های آبی بسیار کم است و به کارگیری آن دشوار است. بنابراین به جای بیان غلظت یون H^+ که معمولاً در دمای اتاق در گستره 10^{-4} تا 10^{-1} مول بر لیتر است، از pH استفاده می‌کنیم. pH هر محلول برابر منفی لگاریتم غلظت H^+ در آن محلول است.

$$pH = -\log[H^+]$$

همچنین برای درک بهتر غلظت یون OH^- در محلول‌ها نیز از کمیتی به نام pOH استفاده می‌کنیم:

$$pOH = -\log[OH^-]$$

نکته (۱): pH با غلظت H^+ رابطه عکس دارد. یعنی هر چه pH یک محلول کم‌تر باشد، غلظت یون هیدرونیوم در آن بیش‌تر بوده و بنابراین آن محلول اسیدی‌تر است.

نکته (۲): از آنجایی که در محاسبات pH و pOH، لگاریتم در مبنای ۱۰ است، می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

$$۱) pH = -\log_{10}[H^+] \Rightarrow -pH = \log_{10}[H^+] \Rightarrow [H^+] = 10^{-pH}$$

$$۲) pOH = -\log_{10}[OH^-] \Rightarrow -pOH = \log_{10}[OH^-] \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH}$$

نکته (۳): به منظور استفاده سریع‌تر از روابط بالا بهتر است که موارد زیر را به خاطر بسپارید:

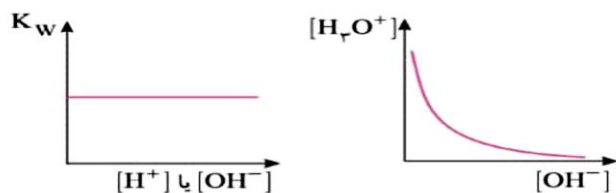
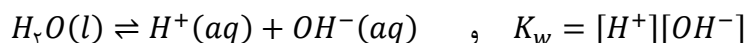
$$\log 1 = 0, \quad \log 2 = 0.3, \quad \log 3 = 0.5, \quad \log 5 = 0.7, \quad \log 7 = 0.85$$

$$10^{0.3} \approx 2, \quad 10^{0.5} \approx 3, \quad 10^{0.7} \approx 5, \quad 10^{0.85} \approx 7$$

نکته (۴): لازم به ذکر است که برای مقایسه قدرت اسیدها باید از ثابت یونش آن‌ها (K_a) استفاده کرد. اما برای مقایسه خاصیت اسیدی باید از غلظت H^+ در محلول و در واقع از همان pH استفاده کرد.

در مسائل مربوط به این تیپ، غلظت یون H^+ را داده و از شما pH را می‌خواهند و یا به شما pH را داده و غلظت H^+ را می‌خواهند. برای حل اینگونه مسائل باید از روابط لگاریتمی و نمایی که ذکر شد، استفاده کنید.

واکنش خود یونش آب: در یک نمونه آب خالص، شمار بسیار ناچیزی از مولکول‌های آب به یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ یونش می‌یابند. یافته‌های تجربی در دمای اتاق برای آب واکنش و رابطه زیر را تأیید می‌کند:



در واقع ثابت یونش آب را می‌توان حاصل ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید حاصل از یونش آن تعریف کرد و از آن دو نمودار رو به رو را به دست آورد:

نکته (۱): مقدار ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد. پس در دمای ثابت مقدار K_w ثابت است. با توجه به یافته‌های تجربی می‌دانیم که مقدار K_w آب و محلول‌های آبی در دمای اتاق برابر 1×10^{-14} است. در آب خالص و محلول‌های خنثی در دمای $25^\circ C$ داریم:

$$۱) K_w = [H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \xrightarrow{[H^+] = [OH^-]} [H^+] = [OH^-] = ۱۰^{-۷}$$

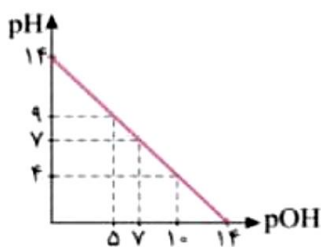
$$۲) pH = -\log [H^+] = -\log ۱۰^{-۷} = ۷$$

نکته (۲): در اثر حل شدن اسید یا باز در آب، غلظت H^+ و OH^- تغییر کرده و دیگر با هم برابر نیست. اما حاصل ضرب آن‌ها هم‌چنان برابر K_w است. پس در دمای اتاق داریم:

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow \text{در محلول های اسیدی} \begin{cases} [H^+] > ۱۰^{-۷} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ [OH^-] < ۱۰^{-۷} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{cases} \Rightarrow [H^+] > [OH^-], pH < ۷$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow \text{در محلول های بازی} \begin{cases} [H^+] < ۱۰^{-۷} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ [OH^-] > ۱۰^{-۷} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{cases} \Rightarrow [H^+] < [OH^-], pH > ۷$$

نکته (۳): در دمای اتاق برای آب خالص و محلول‌های آبی، مجموع pH و pOH ثابت و برابر ۱۴ است. در نتیجه با کاهش pH، pOH افزایش می‌یابد. و برعکس.



$$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14} \Rightarrow -\log([H^+][OH^-]) = -\log 10^{-14} \Rightarrow$$

$$-\log[H^+] + (-\log[OH^-]) = 14 \Rightarrow pH + pOH = 14$$

در مسائل مربوط به این قسمت به شما مقدار و یا اطلاعات یکی از یون‌های H^+ یا OH^- را داده و از شما غلظت یا اطلاعات یون دیگر را می‌خواهند. و یا به شما نسبت غلظت این دو یون را داده و از شما غلظت یا اطلاعات دیگری را از این یون‌ها می‌خواهند. برای حل این‌گونه مسائل باید از رابطه $[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$ استفاده کنید.

✓ تیپ (۷) - محاسبه pH محلول‌ها:

در مسائل مربوط به این تیپ، معمولاً به شما غلظت یون H^+ را مستقیماً نمی‌دهند. بلکه به وسیله اطلاعاتی مانند غلظت اولیه، درجه یونش (درصد یونش)، ثابت یونش و یا اسید باید غلظت یون H^+ را به دست آورده و سپس pH محلول را به دست آورید. مسائل این تیپ، به ۶ حالت کلی تقسیم می‌شوند:

حالت (۱): محاسبه pH محلول به کمک غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید:

در برخی از مسائل، به شما غلظت یون هیدروکسید یا یون هیدرونیوم و یا نسبت غلظت این دو یون را در دمای اتاق می‌دهند و از شما pH محلول را می‌خواهند یا برعکس. برای حل این مسائل باید از روابط زیر استفاده کنید:

$$pH = -\log[H^+], [H^+] = ۱۰^{-pH}, K_w = [H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

حالت (۲): محاسبه pH محلول اسیدها و بازهای قوی:

الف) اسید قوی: یونش اسیدهای قوی در آب تقریباً به صورت کامل بوده ($\alpha \approx ۱$) به همین دلیل در محلول اسید قوی تک ظرفیتی، غلظت یون هیدرونیوم با غلظت اولیه اسید برابر است:

$$[H^+] = M \xrightarrow{pH = -\log[H^+]} pH \text{ بدست می آید}$$

محاسبه می کنیم تک ظرفیتی را داریم

ب) باز قوی: یونش بازهای قوی در آب تقریباً به صورت کامل است ($\alpha \approx ۱$) به همین دلیل در محلول باز قوی تک ظرفیتی، غلظت یون هیدروکسید برابر با حاصل ضرب تعداد ظرفیت‌های باز (n) در غلظت اولیه آن (M) است. ($[OH^-] = M \cdot n$)

$$[OH^-] = M \cdot n \xrightarrow{K_w = [H^+][OH^-]} [H^+] \xrightarrow{pH = -\log[H^+]} pH \text{ بدست می آید}$$

محاسبه می کنیم محاسبه می کنیم را داریم

حالت (۳): محاسبه pH محلول اسیدها و بازهای ضعیف:

الف) اسید ضعیف: برای محاسبه غلظت یون H^+ موجود در اسیدهای ضعیف می‌توانیم از رابطه زیر استفاده کنیم. (n ، برابر تعداد هیدروژن‌های اسیدی در فرمول شیمیایی می‌باشد.)

$$[H^+] = M.n.\alpha$$

محاسبه می‌کنیم $[H^+] = M.n.\alpha$ را مولاریته (M) و $pH = -\log[H^+]$ بدست می‌آید

درجه یونش را داریم

محاسبه می‌کنیم

ب) باز ضعیف: برای محاسبه غلظت یون OH^- موجود در بازهای ضعیف می‌توانیم از رابطه زیر استفاده کنیم. (n ، همان تعداد OH^- های است که یک باز ایجاد می‌کند.)

$$[OH^-] = M.n.\alpha$$

$pH = -\log[H^+]$ بدست می‌آید $[H^+]$ را $K_w = [H^+][OH^-]$ بدست می‌آوریم $[OH^-] = M.n.\alpha$ بدست می‌آوریم α و M را داریم

حالت (۴): محاسبه pH محلول از اختلاط دو یا چند محلول هم خاصیت:

الف) مخلوط کردن محلول دو یا چند اسید قوی: اگر محلول دو یا چند اسید قوی تک پروتون‌دار با هم مخلوط شوند، برای محاسبه pH محلول حاصل، ابتدا باید مقدار مول H^+ هر محلول را جداگانه به دست آورده و سپس مجموع آن‌ها را به مجموع حجم محلول‌ها تقسیم کرده تا غلظت H^+ در محلول نهایی به دست بیاید. سپس به کمک رابطه $pH = -\log[H^+]$ مقدار pH محلول نهایی به دست می‌آید.

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{M_1V_1 + M_2V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

ب) مخلوط کردن محلول دو یا چند باز قوی: اگر محلول دو یا چند باز قوی با هم مخلوط شوند، برای محاسبه pH محلول حاصل باید مقدار مول OH^- هر محلول را جداگانه به دست آورده و سپس مجموع آن‌ها را به حجم کل محلول تقسیم کنیم تا غلظت OH^- در محلول نهایی به دست آید.

$$[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{M_1n_1V_1 + M_2n_2V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

سپس برای محاسبه pH محلول‌های حاصل در دمای اتاق، می‌توانیم یکی از دو روش زیر را استفاده کنیم:

روش (۱): به کمک $[OH^-]$ ، ابتدا pOH را به دست آورده و سپس به کمک رابطه $pH + pOH = 14$ ، pH را به دست آوریم.

روش (۲): به کمک رابطه $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ ، ابتدا $[H^+]$ را به دست آورده و سپس pH محلول را به دست آوریم.

نکته: در برخی مسائل، مقداری ماده به محلولی اضافه کرده و از شما pH محلول نهایی را می‌خواهند. در این گونه مسائل معمولاً از تغییر حجم محلول صرف نظر کرده و باید مجموع مقدار مول H^+ یا OH^- را جداگانه محاسبه کرده و بر حجم محلول تقسیم کرد.

حالت (۵): محاسبه pH محلول‌ها با استفاده از ثابت یونش اسیدها و بازهای ضعیف:

الف) اسیدهای ضعیف: پیش از این با رابطه K_a ، M و α آشنا شدید. برای محاسبه pH اسیدهای ضعیف تک پروتون‌دار با استفاده از K_a ، M و α می‌توانید از الگوی زیر استفاده کنید:

$pH = -\log[H^+]$ بدست می‌آید $[H^+] = M.\alpha$ را مولاریته (M) $\alpha > 0.05$ یا $K_a > 10^{-3}$: $K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$ بدست می‌آوریم $\alpha < 0.05$ یا $K_a < 10^{-3}$: $K_a = M\alpha^2$ بدست می‌آوریم

نکته: برای به دست آوردن $[H^+]$ اسیدهای ضعیف تک پروتون‌دار، به جای روابط قبلی، می‌توانیم از روابط زیر نیز استفاده کنید:

$$1- \text{اگر } \alpha > 0.05 \text{ یا } K_a > 10^{-3} \text{ باشد } [H^+] = \sqrt{K_a M(1-\alpha)}$$

$$2- \text{اگر } \alpha < 0.05 \text{ یا } K_a < 10^{-3} \text{ باشد } [H^+] = \sqrt{K_a M}$$

(ب) بازهای ضعیف: برای محاسبه pH محلول بازهای ضعیف یک ظرفیتی با استفاده از M ، K_b و α از الگوی زیر استفاده می کنیم:

$$\alpha > 0.5 \text{ یا } K_b > 10^{-3} : [OH^-] = \sqrt{K_b M (1-\alpha)} \quad \text{را } pOH \text{ را } \xrightarrow{pH = -\log[OH^-]} \text{را } [OH^-]$$

$$\alpha < 0.5 \text{ یا } K_b < 10^{-3} : [OH^-] = \sqrt{K_b M} \quad \text{بدست می آوریم} \quad \text{بدست می آوریم}$$

$$\xrightarrow{pH+pOH=14} \text{ بدست می آید } pH$$

حالت (۶): تغییر pH در اثر رقیق سازی محلول:

با اضافه کردن آب به محلول اسیدی یا بازی، محلول رقیق تر شده و در نتیجه غلظت یونهای H^+ و OH^- تغییر می کند. پس pH و pOH نیز تغییر می کنند.

الف) رقیق سازی محلول اسیدهای قوی: اگر حجم محلول یک اسید قوی را n برابر کنیم (محلول را n مرتبه رقیق کنیم):

۱- غلظت این محلول و در نتیجه غلظت H^+ این محلول، $\frac{1}{n}$ برابر می شود.

۲- غلظت OH^- این محلول n برابر می شود.

۳- pH این محلول به اندازه $\log n$ افزایش می یابد. $pH \text{ جدید} = pH + \log n$

نکته: این روابط برای اسیدهای ضعیف کاربرد ندارد. زیرا اگر یک اسید ضعیف، تغییر غلظت بدهد، درجه یونش آن نیز تغییر می کند.

(ب) رقیق سازی محلول بازهای قوی: اگر حجم محلول یک باز قوی را n برابر کنیم (محلول را n مرتبه رقیق کنیم):

۱- غلظت این محلول و در نتیجه غلظت OH^- آن، $\frac{1}{n}$ برابر می شود.

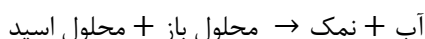
۲- غلظت H^+ این محلول n برابر می شود.

۳- pH این محلول به اندازه $\log n$ کاهش می یابد. $pH \text{ جدید} = pH - \log n$

نکته: این روابط برای بازهای ضعیف کاربرد ندارد. زیرا با تغییر غلظت بازهای ضعیف، درجه یونش آن نیز تغییر می کند.

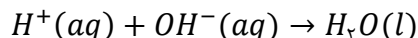
تیپ (۸): خنثی شدن اسیدها و بازها: ✓

یکی از رفتارهای پر کاربرد اسیدها و بازها، واکنش های میان آن هاست (واکنش خنثی شدن) که طی آن نمک و آب تولید می شود.



در این واکنش ها، یونهای H^+ با یونهای OH^- ترکیب شده و آب را پدید می آورند. همچنین آنیونهای حاصل از اسید و کاتیونهای حاصل از باز، دست نخورده باقی می مانند و محلول نمک را تولید می کنند.

به همین دلیل واکنش خنثی شدن را به صورت زیر نیز می توان نوشت:



برای حل این گونه مسائل باید توجه داشت که اگر شمار مولهای یون هیدرونیوم و هیدروکسید برابر باشند، واکنش به صورت کامل انجام می شود. این در حالی است که اگر تعداد یکی بیش تر از دیگری باشد، واکنش خنثی شدن به صورت ناقص رخ می دهد.

حالت (۱): خنثی شدن کامل اسیدها و بازها: همان طور که ذکر شد اگر تعداد مولهای یون (H^+) حاصل از اسید با تعداد مولهای یون

(OH^-) حاصل از باز برابر باشد، اسید و باز یکدیگر را خنثی کرده و PH محلول حاصل برابر ۷ می شود. برای انجام محاسبات می توانید

از روابط زیر استفاده کنید:

$$M_a V_a n_a = M_b V_b n_b = \text{جرم اسید یا باز خالص} \times n = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم مولی}} \times n$$

V_b, V_a : حجم محلول اسید و باز

M_b, M_a : غلظت اسید و باز

n_b : ظرفیت باز (تعداد OH^-)

n_a : ظرفیت اسید (تعداد H^+)

حالت (۲): خنثی شدن ناقص اسیدها و بازها: اگر شما مول‌های یون (H^+) و یون (OH^-) در واکنش خنثی شدن اسید و باز با یکدیگر برابر نباشند، واکنش خنثی شدن به صورت ناقص انجام خواهد شد و در محلول نهایی مقداری اسید و یا باز باقی می‌ماند. برای حل مسائل مربوط به این حالت، مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

مرحله (۱): برای هر یک از محلول‌ها، حاصل ضرب غلظت اولیه (M) در حجم محلول (V) در ظرفیت (n) را محاسبه می‌کنیم.
 $n_b \times \text{مقدار مول باز} = M_b V_b n_b$: برای باز $n_a \times \text{مقدار مول اسید} = M_a V_a n_a$: برای اسید

مرحله (۲): بسته به اینکه حاصل ضرب (M.n.V) برای کدام محلول بزرگ‌تر است، داریم:

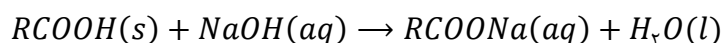
$$\begin{aligned} M_a V_a n_a > M_b V_b n_b &\xrightarrow{\text{محلول نهایی اسیدی است}} [H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{M_a V_a n_a - M_b V_b n_b}{V_a + V_b} \\ M_a V_a n_a < M_b V_b n_b &\xrightarrow{\text{محلول نهایی بازی است}} [OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{M_b V_b n_b - M_a V_a n_a}{V_a + V_b} \end{aligned}$$

مرحله (۳): pH را به کمک غلظت به دست آمده محاسبه می‌کنیم.

ترکیب pH با استوکیومتری محلول‌ها: در برخی از مسائل استوکیومتری و محلول‌ها به جای غلظت محلول اسید و باز، pH محلول را می‌دهند. در این قسمت به کمک تناسب‌های استوکیومتری باید مسائل را حل نمایید.

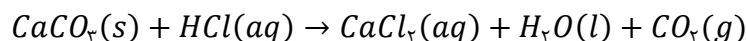
کاربردهای واکنش‌های اسید و باز: شوینده‌های با خاصیت اسیدی و بازی و همچنین داروهای شیمیایی با خاصیت اسید و ضداسیدی از جمله کاربردهای اسیدها و بازها می‌باشند.

الف) شوینده‌های بازی: برای باز کردن لوله‌هایی که با مخلوطی از اسیدهای چرب مسدود شده‌اند، از شوینده‌های بازی از جمله محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده می‌کنیم. در این فرآیند عملاً یک واکنش اسید و باز رخ می‌دهد که باعث تبدیل چربی‌ها به مواد محلول در آب می‌شود.



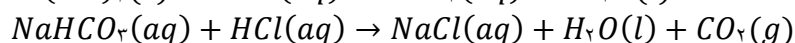
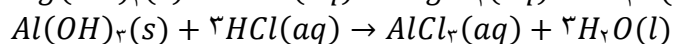
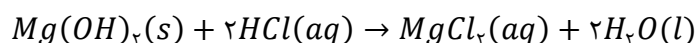
یکی از فراورده‌های این واکنش، $RCOONa$ بوده که ضمن این که محلول در آب است، خود نوعی پاک‌کننده است و می‌تواند چربی‌های بیش‌تری را بزاید.

ب) شوینده‌های اسیدی: برای باز کردن لوله‌هایی که رسوب‌های با خاصیت بازی مانند $CaCO_3$ سبب گرفتگی آن‌ها شده‌اند، از شوینده‌های اسیدی مانند محلول غلیظ HCl استفاده می‌شود:



در این واکنش علاوه بر تولید کلسیم کلرید که محلول در آب است، گاز CO_2 نیز تولید می‌شود که با افزایش فشار سبب خروج سریع‌تر و راحت‌تر آلودگی‌ها از لوله می‌شود.

پ) داروهای ضداسیدی: پزشکان برای درمان زخم معده و کاهش عوارض آن، داروهایی با نام کلی ضد اسید را تجویز می‌کنند. این داروها حاوی ترکیباتی با خاصیت بازی‌اند. معروف‌ترین مواد موجود در ضد اسیدها، منیزیم هیدروکسید $Mg(OH)_2$ ، آلومینیوم هیدروکسید $Al(OH)_3$ و سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین - $NaHCO_3$) هستند که واکنش این مواد با اسید معده (HCl) به صورت زیر است:

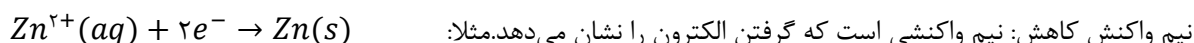
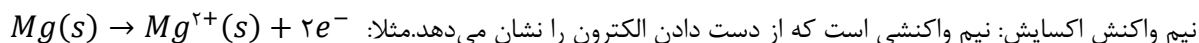




۸- بررسی مسائل فصل دوم شیمی ۱۲:

✓ تیپ (۱): واکنش‌های اکسایش - کاهش و الکترون‌های مبادله شده در آن‌ها:

به دسته‌ای از واکنش‌های شیمیایی که با انتقال الکترون از یک گونه به گونه دیگر همراه هستند، واکنش‌های اکسایش - کاهش می‌گویند. این واکنش‌ها هم از لحاظ جرم و هم از لحاظ بار الکتریکی باید موازنه باشند. هر یک از فرایندهای اکسایش (از دست دادن الکترون) و کاهش (گرفتن الکترون) را با یک نیم واکنش نشان می‌دهند. که هر نیم واکنش نیز باید از لحاظ جرم و بار الکتریکی موازنه باشد.



نکته (۱): برای موازنه واکنش‌های اکسایش - کاهش مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

مرحله (۱): با توجه به گونه اکسایش یافته و گونه کاهش یافته، واکنش را به دو نیم واکنش اکسایش و کاهش تفکیک می‌کنیم.

مرحله (۲): هر نیم واکنش را از نظر تعداد اتم (جرم) و بار الکتریکی موازنه می‌کنیم.

مرحله (۳): در صورت برابر نبودن تعداد الکترون‌های موجود در دو نیم واکنش، یکی از نیم واکنش‌ها یا هر دو را در عددی مناسب ضرب کرده تا تعداد الکترون‌های مصرف شده در نیم واکنش کاهش برابر تعداد الکترون‌های تولید شده در نیم واکنش اکسایش شود.

مرحله (۴): در انتها دو نیم واکنش را جمع کرده تا با حذف الکترون‌ها، به واکنش کلی اکسایش - کاهش برسیم.

نکته (۲): در واکنش‌های اکسایش - کاهش می‌توانیم شمار الکترون‌های مبادله شده را با استفاده از یکی از فرمول‌های زیر تعیین کنیم:

ضریب گونه اکسایش یافته \times زیروند گونه اکسایش یافته \times میزان اکسایش گونه اکسایش یافته = شمار الکترون‌های مبادله شده

ضریب گونه کاهش یافته \times زیروند گونه کاهش یافته \times میزان کاهش گونه کاهش یافته = شمار الکترون‌های مبادله شده

در این تیپ از مسائل، معمولاً واکنشی داده شده و از شما تعداد الکترون‌های مبادله شده در آن واکنش خواسته می‌شود. دقت کنید که سؤالات در مورد الکترون‌های مبادله شده به صورت ترکیبی با مسائل استوکیومتری مطرح می‌شود.

✓ تیپ (۲): سری الکتروشیمیایی در سلول‌های گالوانی:

پتانسیل استاندارد کاهشی نیم سلول‌های مختلف را به ترتیب کاهش تدریجی در یک جدول از بالا به پایین مرتب می‌کنیم که به آن سری الکتروشیمیایی می‌گوییم. منظور از پتانسیل استاندارد، اندازه‌گیری در دمای 25°C و فشار 1 atm و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت‌ها است. پتانسیل استاندارد نیم سلول‌ها را با نماد E° نشان می‌دهند.

| نیم واکنش کاهش | $E^{\circ} (V)$ |
|--|-----------------|
| $F_2(g) + 2e^{-} \rightarrow 2F^{-}(aq)$ | + ۲/۸۷ |
| $Au^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow Au(s)$ | + ۱/۵۰ |
| $Pt^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Pt(s)$ | + ۱/۲۰ |
| $Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)$ | + ۰/۸۰ |
| $Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$ | + ۰/۳۴ |
| $2H^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow H_2(g)$ | + ۰/۰۰ |
| $Sn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Sn(s)$ | - ۰/۱۴ |
| $Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Fe(s)$ | - ۰/۴۴ |
| $Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Zn(s)$ | - ۰/۷۶ |
| $Mn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Mn(s)$ | - ۱/۱۸ |
| $Al^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow Al(s)$ | - ۱/۶۶ |
| $Mg^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Mg(s)$ | - ۲/۳۷ |
| $Li^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Li(s)$ | - ۳/۰۴ |

در سری الکتروشیمیایی گونه سمت راست پایین ترین نیم واکنش، قوی ترین کاهنده است و E° منفی تری دارد در حالی که در این جدول گونه سمت چپ بالاترین نیم واکنش، قوی ترین اکسنده بوده و E° مثبت تری دارد.

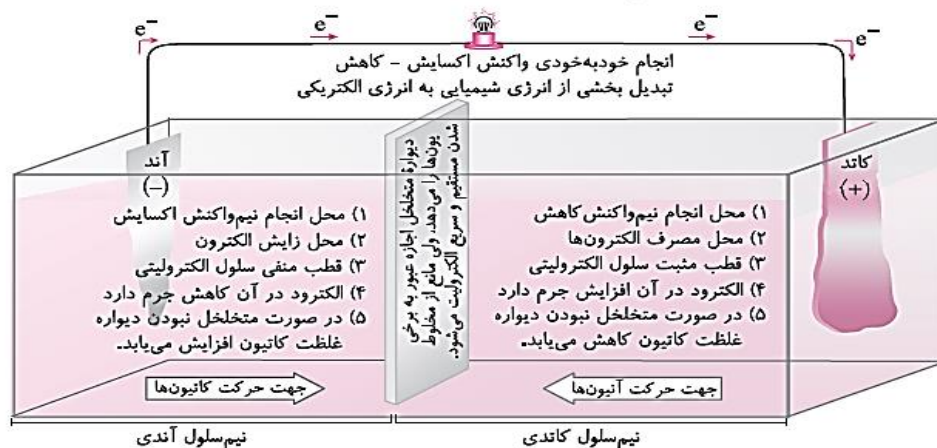
نکته (۱): واکنش اکسایش و کاهش بین کاهنده و اکسنده قوی تر، به طور خود به خودی انجام می شود. به عبارت دیگر در سری الکتروشیمیایی، واکنش میان گونه سمت چپ نیم واکنش بالا با گونه سمت راست نیم واکنش پایین به طور خودبه خودی انجام می شود.

نکته (۲): سلول های الکتروشیمیایی از اتصال دو نیم سلول به یکدیگر به وجود می آیند. این سلول ها بر اساس این که واکنش اکسایش - کاهش انجام شده در آن ها خودبه خودی یا غیر خودبه خودی است، به ترتیب به دو دسته گالوانی و الکترولیتی تقسیم می شوند:

- | | | |
|---|---|-----------------------------------|
| <p>۱ - گالوانی \Leftarrow واکنش اکسایش - کاهش انجام شده در آن خود به خودی است .</p> <p>طی واکنش مقداری از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل می شود</p> <p>۲ - الکترولیتی \Leftarrow واکنش اکسایش - کاهش انجام شده در آن غیر خودی به خودی است .</p> <p>(با استفاده از اعمال ولتاژ بیرونی ، یک واکنش شیمیایی در خلاف جهت طبیعی انجام می شود)</p> | } | <p>سلول های الکتروشیمیایی</p> |
|---|---|-----------------------------------|

نکته (۳): در سلول های گالوانی، عنصری که در جایگاه پایین تر در سری الکتروشیمیایی قرار دارد (E° منفی تر) نقش آند و عنصری که در جایگاه بالاتری قرار دارد (E° مثبت تر) نقش کاتد را دارد.

نکته (۴): در شکل زیر، نکات مربوط به سلول های گالوانی به صورت خلاصه ارائه شده است:



در مسائل مربوط به این تیپ، شما با ۳ حالت کلی از مسائل روبه رو هستید:

حالت (۱): محاسبه نیروی الکترو موتوری (emf) سلول گالوانی :

E° یک سلول گالوانی همواره عددی مثبت است. (اگر ولت سنج عددی منفی را نشان دهد، به این معناست که قطب های ناهم نام ولت سنج و سلول گالوانی به یکدیگر متصل اند). بنابراین پس از تعیین آند و کاتد سلول گالوانی، نیروی الکترونی موتوری (emf) آن را از رابطه زیر بدست آورید:

$$emf : E^\circ (\text{کاتد}) - E^\circ (\text{آند}) = E^\circ (\text{بزرگتر}) - E^\circ (\text{کوچکتر}) = E^\circ (\text{نیم واکنش بالاتر در سری الکتروشیمیایی}) - E^\circ (\text{نیم واکنش پایین تر در سری الکتروشیمیایی})$$

حالت (۲): محاسبه تغییر جرم تیغه ها و تغییر مقدار و غلظت مواد در سلول گالوانی:

الف) در برخی مسائل از شما تغییر جرم تیغه های آندی و کاتی و همچنین محاسبات استوکیومتری در واکنش اکسایش - کاهش - انجام را می خواهند. برای حل این گونه مسائل، ابتدا واکنش انجام شده را می نویسیم و سپس به کمک روش کسر تبدیل یا تناسب به حل مسائل می پردازیم. لازم است سه کسر جدید را به تناسب هایی که پیش از این آموختید، اضافه کنیم. (در سوالاتی که تیغه ای را وارد محلول از یونی با خاصیت اکسندگی بیش تر می کنیم، مثلا واکنش $Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + FeSO_4(aq)$ تغییر جرم از رابطه زیر بدست می آید:

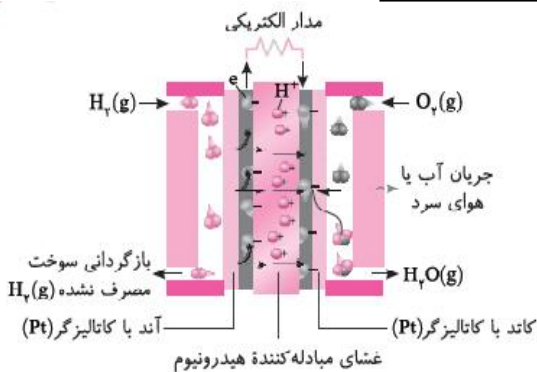
(| جرم مس قرار گرفته روی تیغه - جرم آهن خورده شده | = تغییر جرم تیغه)

$$\frac{\text{تعداد الکترون های مبادله شده}}{\text{ضریب کاتیون کاندی} \times NA} = \frac{\text{تغییر جرم تیغه}}{(\text{جرم مولی فلز کاهنده} \times \text{ضریب}) - (\text{جرم مولی فلز اکسنده} \times \text{ضریب})} = \frac{\text{مول الکترون مبادله شده}}{\text{ضریب کاتیون کاندی} \times \text{بار کاتیون کاندی}}$$

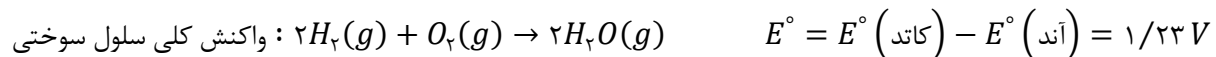
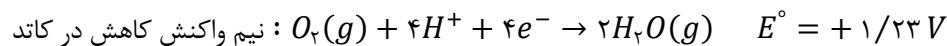
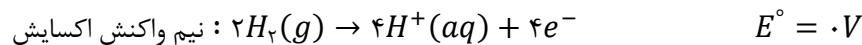
توجه: اگر همه رسوب تولید شده روی تیغه قرار بگیرد، می توانیم از کسر تبدیل زیر استفاده کنیم:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تغییر جرم تیغه}}{(\text{جرم مولی فلز کاهنده} \times \text{ضریب}) - (\text{جرم مولی فلز اکسنده} \times \text{ضریب})}$$

حالت (۳) : سلول سوختی :

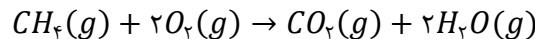


الف) سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن: سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن نوعی سلول گالوانی است که در آن از واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن، آب و انرژی الکتریکی تولید می شود. برای حل مسائل این قسمت، باید به واکنش های اکسایش و کاهش انجام شده و ورودی و خروجی های این سلول به خوبی مسلط باشید.



توجه: در واکنش کلی این سلول سوختی، به ازای تولید هر دو مول آب، چهار مول الکترون مبادله می شود.

ب) سلول سوختی متان - اکسیژن: نوع دیگری از سلول های سوختی است که در آن از واکنش گازهای متان (CH_4) و اکسیژن، آب و کربن دی اکسید و انرژی الکتریکی تولید می شود. واکنش کلی آن به صورت زیر است: (در این واکنش، به ازای مصرف هر مول متان، ۸ مول الکترون مبادله می شود.)



تیپ (۳): سلول های الکترولیتی: ✓

همان طور که ذکر شد، سلول های الکترولیتی نوعی دیگر از سلول های الکتروشیمیایی اند که در آنها با اعمال ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون یک الکترولیت محلول یا مذاب می توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی آن انجام داد. از این نوع سلول الکتروشیمیایی می توان برای برقکافت آب، تجزیه نمک های مذاب، تجزیه محلول نمک ها و ... استفاده کرد. ویژگی های کلی سلول های الکترولیتی به شرح ذیل است:

۱- اجزای این سلول عبارتند از:

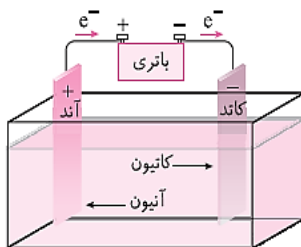
الف) الکترولیت: شامل محلول یک ترکیب یونی با یک ترکیب یونی مذاب است.

ب) الکترود: دو الکترود درون یک الکترولیت هستند و اغلب گرافیتی بوده و در واکنش شرکت نمی کند.
پ) باتری: انرژی لازم برای انجام واکنش را فراهم می کند.

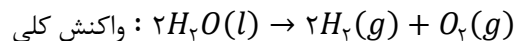
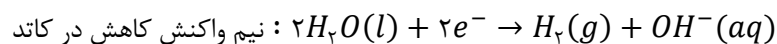
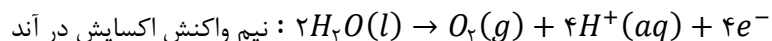
۲- در آند (قطب مثبت) نیم واکنش اکسایش و در کاتد (قطب منفی) نیم واکنش کاهش رخ می دهد.

برای حل مسائل سلول های الکترولیتی باید به واکنش ها و نیم واکنش های انجام شده تسلط کافی داشته

باشید و همچنین تعداد الکترون های مبادله شده را حساب کنید. در مسائل مربوط به این تیپ، شما با چهار حالت کلی روبرو هستید:



حالت (۱) : برقکافت آب: آب با مصرف انرژی به عنصرهای سازنده خود تجزیه می‌شود. در این سلول الکترولیتی، در آند گاز اکسیژن و در کاتد گاز هیدروژن آزاد می‌شود.



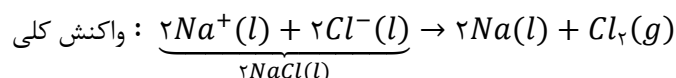
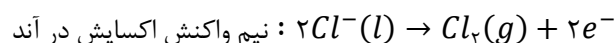
توجه: در این واکنش، به ازای تجزیه دو مول آب، چهار مول الکترون مبادله می‌شود.

حالت (۲) : برقکافت نمک‌های مذاب:

در سلول‌های الکترولیتی می‌توان نمک‌های مذاب را به عنصرهای سازنده‌شان تجزیه کرد. به طور کلی این سلول‌ها از قواعد زیر پیروی می‌کنند: در کاتد: کاتیون نمک با گرفتن الکترون، کاهش یافته و به فلز تبدیل می‌شود.

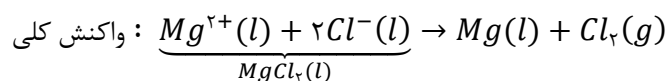
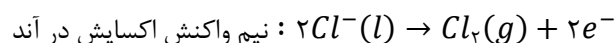
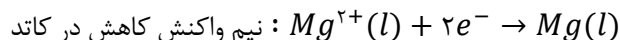
در آند: آنیون نمک با از دست دادن الکترون، اکسایش یافته و به عنصر نافلز تبدیل می‌شود.

الف) برقکافت $NaCl(l)$ (تهیه سدیم مذاب): معادله نیم واکنش‌های انجام شده و واکنش کلی این فرایند به صورت زیر است. در این سلول در اطراف آند گاز کلر و در اطراف کاتد، سدیم مذاب تولید می‌شود.



توجه: در این واکنش به ازای تولید یک مول کلر و دو مول سدیم، دو مول الکترون مبادله می‌شود.

ب) تهیه فلز منیزیم از برقکافت $MgCl_2(l)$ مذاب: فرایند برقکافت $MgCl_2(l)$ تا حدود زیادی مشابه $NaCl(l)$ بوده و نیم واکنش‌های انجام شده به صورت زیر است:



توجه: در این واکنش، به ازای تولید یک مول گاز کلر و یک مول منیزیم، دو مول الکترون مبادله می‌شود.

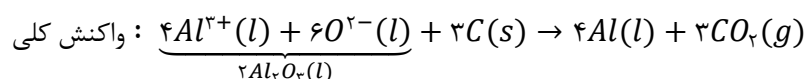
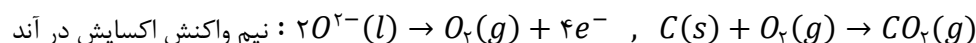
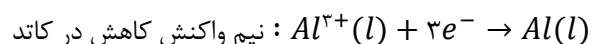
حالت (۳) : برقکافت چند ترکیب یونی مذاب: گاهی دو یا چند ترکیب یونی مذاب را در سلول الکترولیتی قرار می‌دهیم و می‌خواهیم محصولات تولید شده در آند و کاتد را بررسی کنیم. در این حالت بین کاتیون‌ها رقابت کاتدی (رقابت برای الکترون‌گیری) و بین آنیون‌ها رقابت آندی (رقابت برای الکترون‌دهی) صورت می‌گیرد.

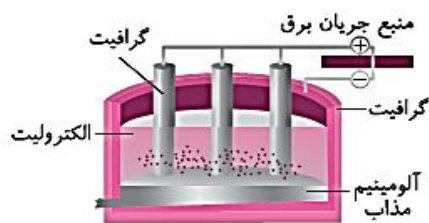
رقابت کاتدی: کاتیونی کاهش می‌یابد که اکسندتر باشد و E° بزرگ‌تری داشته باشد. (مثبت‌تر)

رقابت آندی: آنیونی اکسایش می‌یابد که کاهنده‌تر باشد و E° کوچک‌تری داشته باشد. (منفی‌تر)

حالت (۴) : برقکافت آلومینیم اکسید (تهیه آلومینیم مذاب در فرایند هال):

در این واکنش گاز اکسیژن با الکتروود آند (گرافیت) واکنش می‌دهد و گاز CO_2 را تولید می‌کند. در نتیجه الکتروود آند جزء واکنش‌دهنده‌ها به حساب می‌آید. معادله نیم واکنش‌ها و واکنش کلی به صورت زیر است:





توجه (۱): کتاب درسی حالت فیزیکی Al_2O_3 را در واکنش کلی به صورت جامد در نظر گرفته است:

$$2Al_2O_3 + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$$

توجه (۲): در این فرایند، به ازای تولید هر ۴ مول آلومینیم، دوازده مول الکترون مبادله می‌شود.

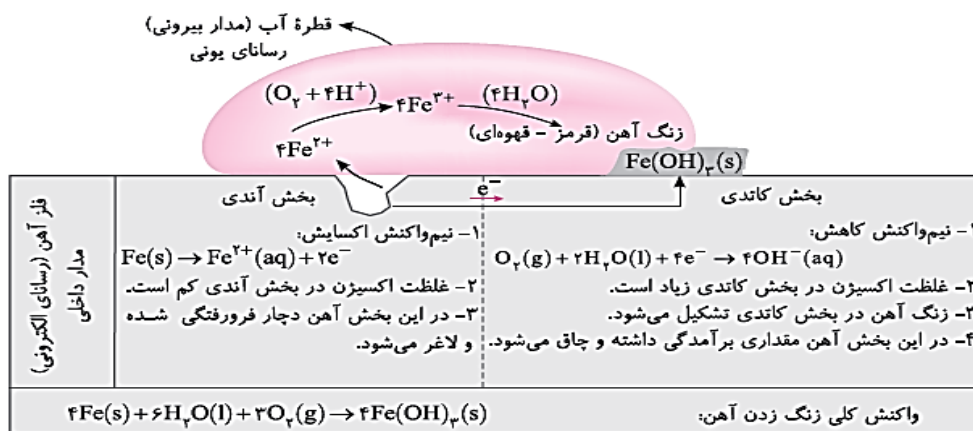
✓ تیپ (۴) : خوردگی:

به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزات بر اثر اکسایش، خوردگی گویند. در هنگام خوردگی یک فلز، یک سلول گالوانی تشکیل شده و فلزی که دچار خوردگی می‌شود، نقش آند را داشته و اکسایش می‌یابد، در نتیجه از جرم آن کاسته می‌شود. در مسائل خوردگی یا سه حالت کلی روبه‌رو می‌شویم:

الف) زنگ زدن آهن ب) حفاظت کاتدی روی از آهن (آهن سفید یا گالوانیزه) پ) خوردگی حلی

حالت (۱) : زنگ زدن آهن:

در این فرایند، قطره آب و سطح آهن، یک سلول گالوانی را تشکیل می‌دهند که قسمت‌های مختلف آهن بخش‌های کاتدی و آندی سلول و قطره آب، محلول الکترولیت این سلول به حساب می‌آید.



مرحله (۱): بخش آندی، زیره قطره آب است (غلظت O_2 کم است): $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

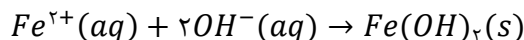
مرحله (۲): بخش کاتدی، اطراف قطره آب است (غلظت O_2 زیاد است): $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

نکته: زنگ زدن آهن در محیط اسیدی بیش تر رخ می‌دهد، زیرا E° نیم واکنش کاهش اکسیژن در این محیط بیش تر است.

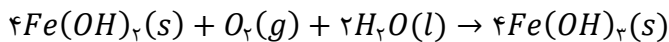
محیط اسیدی) کاتد (محیط اسیدی): $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l), E^\circ = 1/23V$

محیط غیراسیدی) کاتد (محیط غیراسیدی): $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq), E^\circ = 0/4V$

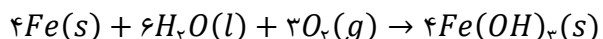
مرحله (۳): یون‌های Fe^{2+} که در بخش آندی تولید شده بودند به سمت بخش کاتدی رفته و با یون‌های OH^- واکنش می‌دهند:



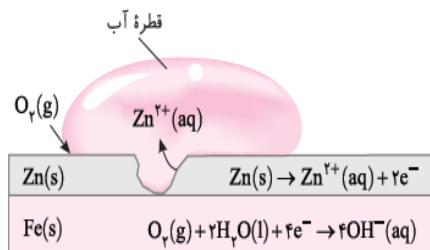
مرحله (۴): رسوب $Fe(OH)_2$ به دلیل غلظت بالای اکسیژن در بخش کاتدی، اکسایش یافته و به رسوب زنگ آهن $Fe(OH)_2$ تبدیل می‌شود.



بنابراین معادله کلی زنگ زدن آهن به صورت زیر بوده و طی آن به ازای تولید هر ۴ مول زنگ آهن، دوازده مول الکترون مبادله می‌شود.

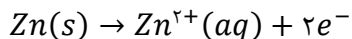


حالت (۲): حفاظت کاتدی روی از آهن در آهن سفید (گالوانیزه):

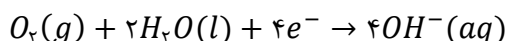


در اثر ایجاد خراش روی ورق گالوانیزه، فلزهای آهن و روی در مجاورت اکسیژن و آب (رطوبت هوا) قرار گرفته و یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود. در این سلول، روی نقش آند را داشته و خورده می‌شود اما آهن نقش کاتد را داشته و خورده نمی‌شود.

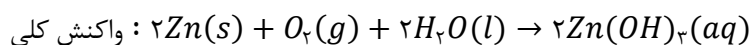
مرحله (۱): فلز روی در نقش آندی، اکسایش می‌یابد:



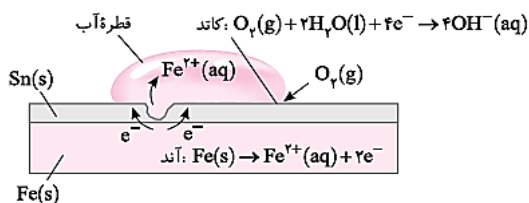
مرحله (۲): الکترون‌های تولید شده در آند به سطح فلز آهن که کاتد است می‌رسند و با اکسیژن رطوبت هوا، نیم واکنش کاهش را انجام می‌دهند:



مرحله (۳): در نهایت $\text{Zn}(\text{OH})_2$ تولید شده که بر روی قسمت خراشیده شده قرار می‌گیرد مانع از رسیدن آب و اکسیژن به آهن می‌شوند.

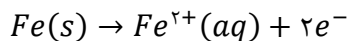


حالت (۳): خوردگی حلی:

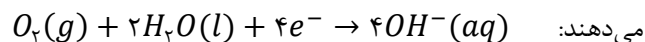


در اثر ایجاد خراش روی حلی، فلزهای آهن و قلع در مجاورت اکسیژن و آب (رطوبت هوا) قرار گرفته و یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود. در این سلول، آهن نقش آند را داشته و با سرعت بیش‌تری اکسایش می‌یابد.

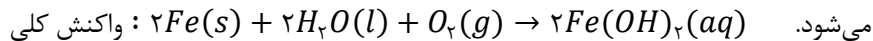
مرحله (۱): فلز آهن نقش آند را داشته و اکسایش می‌یابد:



مرحله (۲): الکترون‌های تولید شده در بخش آندی به سطح فلز قلع که کاتد است می‌رسند و با O_2 و رطوبت هوا، نیم واکنش کاهش را انجام می‌دهند:



مرحله (۳): در نهایت $\text{Fe}(\text{OH})_2$ تولید شده که همانند فرایند خوردگی آهن دوباره اکسایش یافته و به زنگ آهن $\text{Fe}(\text{OH})_3$ تبدیل می‌شود.



نکته: قبل از خراش یافتن آهن سفید و حلی، به ترتیب روی و قلع از آهن محافظت می‌کنند، اما پس از خراش یافتن آن‌ها، روی حفاظت کاتدی را انجام داده اما قلع از آهن محافظت نمی‌کند.

✓ تیپ (۵): بررسی فرایند آبکاری:

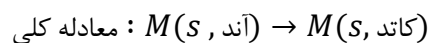
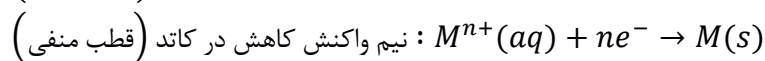
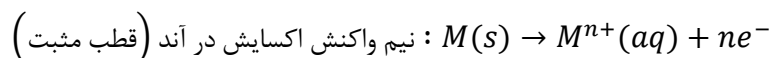
برای جلوگیری از خوردگی فلزاتی چون آهن یا مس، سطح این فلزات را با فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند که به این فرایند آبکاری گویند. فرایندی که در سلول الکترولیتی انجام می‌شود. برای فرایند آبکاری باید نکات زیر را در نظر داشت:

۱- جسمی که قرار است روی آن روکش فلزی ایجاد شود (آبکاری شود)، باید رسانای جریان برق باشد و آن را به عنوان کاتد به قطب منفی باتری متصل می‌کنند.

۲- جسمی که قرار است اتم‌های آن روی جسم دیگر بنشینند و آن را بپوشانند، به عنوان آند به قطب مثبت باتری متصل می‌کنند.

۳- پتانسیل کاهش استاندارد فلز پوشاننده می‌تواند بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از پتانسیل کاهش استاندارد فلز به کار رفته در جسم مورد نظر باشند، اما کاتیون فلز پوشاننده باید E° بزرگ‌تری نسبت به E° نیم واکنش کاهش مولکول‌های آب داشته باشند، زیرا در غیر این صورت در کاتد به جای کاهش کاتیون فلز پوشاننده، مولکول‌های آب کاهش می‌یابند پس فلزهای گروه ۱ و ۲ و آلومینیوم و منگنز برای آبکاری مناسب نمی‌باشند.

۴- الکترولیت در سلول آبکاری باید دارای کاتیون فلز پوشاننده باشد و همچنین غلظت آن در طی فرایند آبکاری ثابت است.



در مسائل این قسمت از شما جرم جسم آبکاری شده، مقدار الکتروسیته مصرفی جهت آبکاری، غلظت یا حجم محلول الکترولیت و خواسته می شود. برای حل مسائل این تیپ، به دو نکته زیر توجه کنید:

الف) در اغلب مسائل، نیم واکنش های آندی و کاتدی هر دو مربوط به فلز پوشاننده است.

ب) تعداد الکترون های مبادله شده در نیم واکنش اکسایش با تعداد الکترون های مبادله شده در نیم واکنش کاهش برابر است.

۹- بررسی مسائل فصل سوم شیمی ۱۲:



✓ تیپ ۱: درصد جرمی:

درصد جرمی هر ماده در یک نمونه، مقدار گرم آن ماده را در صد گرم از آن نمونه نشان می دهد. (البته در برخی از مسائل، مخلوطی از چند عنصر و ترکیب مختلف داریم و درصد جرمی یکی از عناصرها یا ترکیب ها لازم است.) برای به دست آوردن درصد جرمی یک ماده در یک نمونه و یا درصد جرمی یک عنصر در نمونه ای شامل چند عنصر و ترکیب مختلف، ابتدا باید جرم ماده (یا عنصر) مورد نظر را به دست آورده و از رابطه زیر کمک بگیرید:

$$\text{درصد جرمی یک ماده} = \frac{\text{جرم ماده مورد نظر}}{\text{جرم کل نمونه}} \times 100$$

نکته ۱: در محاسبات درصد جرمی به کمک رابطه بالا، باید توجه داشت که یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد.

نکته ۲: در مسائلی که درصد جرمی یک عنصر در یک ترکیب مورد بررسی قرار می گیرد داریم:

$$\text{درصد جرمی عنصر X} = \frac{\text{جرم عنصر X}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times 100$$

به طور کلی برای حل مسائل مربوط به این تیپ، معمولاً اطلاعاتی از ماده مورد نظر و کل نمونه را به شما داده و از شما درصد جرمی آن ماده را می خواهند. برای حل چنین مسائلی، باید جرم هر کدام را به دست آورده و سپس از فرمول استفاده کنید.

✓ تیپ ۲: شاره (سیال) های مولکولی و یونی:

به ماده ای که می تواند جاری شود و شکل ظرف را به خود بگیرد (مقاومتی در برابر جاری شدن و تغییر شکل دادن ندارد)، شاره (سیال) می گویند. گازها و مایعات از شاره ها به حساب آمده اما جامدات شاره نیستند.

انواع شاره ها:

۱- شاره مولکولی مانند بخار آب ۲- شاره یونی مانند سدیم کلرید مذاب

برای حل این تیپ از مسائل، باید به روابط گرما و دمای ماده ($Q = mc\Delta\theta$)، آنتالپی واکنش ها و هم چنین مباحث ترکیب های مولکولی و یونی تسلط داشته باشید.

مثال: در یک نیروگاه خورشیدی، ۸۴ درصد گرمای جذب شده توسط سدیم کلرید به عنوان شاره یونی، صرف بالابردن دمای آب 20°C به 100°C می شود. اگر این نیروگاه ظرفیت ذخیره 30000 گرم شاره یونی را داشته باشد، گرمای ذخیره شده به تقریب چند کیلوگرم آب 20°C را به دمای جوش می رساند؟ (ظرفیت گرمایی ویژه آب $4/2$ ژول بر گرم بر درجه سلسیوس است.)

| شاره یونی | حداقل دما ($^{\circ}\text{C}$) | حداکثر دما ($^{\circ}\text{C}$) | ظرفیت گرمایی ویژه ($\text{J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$) |
|------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| سدیم کلرید | ۸۵۰ | ۱۳۷۵ | ۰/۸۵ |

تیپ ۳: جامدهای بلوری:

جامدهای بلوری را می توان به ۴ دسته تقسیم کرد: الف) جامد فلزی (ب) جامد مولکولی (پ) جامد کووالانسی (ت) جامد یونی

الف) جامد فلزی: در یک جامد فلزی، اتم های فلز، الکترون های ظرفیت خود را از دست داده و کاتیون ها در سه بعد به صورت منظم قرار گرفته اند و در فضای میان آن ها، الکترون های آزاد، دریایی از الکترون ها را ساخته و در آن آزادانه جابه جا می شوند. مثال: تمام فلزات جدول دوره های

ب) جامد مولکولی: در یک جامد مولکولی، مولکول های مجزا در کنار یکدیگر با جاذبه های بین مولکولی قرار گرفته اند. مانند: یخ $\text{H}_2\text{O}(s)$ ، یخ خشک $\text{CO}_2(s)$ و $\text{I}_2(s)$.

پ) جامد کووالانسی: در یک جامد کووالانسی، اتم ها با پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل شده و شبکه ای غول آسا از اتم ها را ایجاد می کنند. مثال: الماس، گرافیت و سیلیس (SiO_2) .

ت) جامد یونی: در یک جامد یونی، کاتیون ها و آنیون ها در شبکه های بلور منظم و سه بعدی قرار گرفته اند. آرایش کاتیون ها و آنیون ها در سرتاسر بلور تکرار می شود. مثال: NaCl ، MgO ، Na_2SiO_4

- به شمار نزدیک ترین یون های ناهم نام موجود در پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون گفته می شود. برای مثال عدد کوئوردیناسیون برای هر یک از یون های Na^+ و Cl^- در شبکه بلور سدیم کلرید برابر ۶ است. برای عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون در یک بلور یونی، رابطه زیر برقرار است:

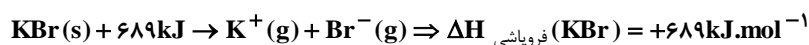
$$\text{زیروند آنیون} \times \text{عدد کوئوردیناسیون آنیون} = \text{زیروند کاتیون} \times \text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{زیروند کاتیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}{\text{زیروند آنیون}}$$

برای حل مسائل مربوط به این تیپ، باید اطلاعات خاص هر یک از جامدات بلوری و ذرات سازنده آن ها را در کنار فرمول های مربوط به درصد جرمی، چگالی و ... بدانید.

✓ تیپ ۴: آنتالپی فروپاشی:

به گرمای مورد نیاز در فشار ثابت، برای فروپاشی شبکه یک مول جامد یونی و تبدیل آن به یون های گازی سازنده آن، آنتالپی فروپاشی شبکه (فروپاشی ΔH) گویند. برای مثال به معادله فروپاشی پتاسیم برمید توجه کنید:



نکته: هر چه چگالی بار یون های سازنده یک جامد یونی بیشتر باشد، شبکه آن دشوارتر فروپاشی می شود و در نتیجه آنتالپی فروپاشی آن بیشتر است. (چگالی بار یون هم ارز با نسبت بار به حجم آن است یا به عبارت ساده تر می توان آن را هم ارز با نسبت مقدار بار یون به شعاع آن در نظر گرفت.)

برای حل مسائل مربوط به این تیپ باید به نوشتن معادله واکنش فروپاشی ترکیب یونی و تشکیل یک ترکیب یونی از یون های گازی سازنده اش مسلط باشید و با استفاده از روابط استوکیومتری و انواع آنتالپی ها به حل مسائل پردازید.

✓ تیپ ۵: آلیاژها:

به محلول جامد فلزی که متشکل از یک فلز اصلی و یک یا چند فلز یا نافلز دیگر است، آلیاژ گویند. آلیاژها خواص متفاوتی با عناصر تشکیل دهنده خود دارند. در آلیاژها فلزات با پیوندهای فلزی به یکدیگر متصل شده اند و اتم فلزات، الکترون های ظرفیت خود را آزاد می کنند. به طوری که این الکترون ها در دریای الکترونی شناور هستند.

می توان گفت که این تیپ از مسائل تکرار مباحث استوکیومتری، درصد جرمی، چگالی و ... است. با این تفاوت که در آن ها موادی که مورد سؤال قرار می گیرند، آلیاژها هستند.

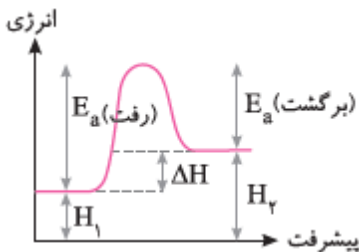


۱- بررسی مسائل فصل چهارم شیمی ۱۲:

✓ تیپ ۱: انرژی فعال سازی (E_a):

حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی (هم واکنش های گرماگیر و هم گرماده) را انرژی فعال سازی می گویند. یکای اندازه گیری انرژی فعال سازی، کیلوژول (kJ) است. در مسائل مربوط به این تیپ، شما با ۲ حالت کلی روبرو می شوید:

حالت ۱: نمودارهای «انرژی- پیشرفت واکنش»:



۱- در یک واکنش فرضی، نمودار «انرژی- پیشرفت واکنش» را بررسی می کنیم:

مجموع آنتالپی فرآورده ها H_2 و مجموع آنتالپی واکنش دهنده ها H_1

۲- آنتالپی واکنش فرضی مقابل برابر با تفاوت سطح انرژی واکنش دهنده ها و فرآورده ها می باشد و از دو

$$\Delta H = H_2 - H_1$$

طریق زیر قابل محاسبه است:

$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت})$$

* همان طور که از فصل ۲ شیمی ۲ به یاد دارید، آنتالپی واکنش هایی که همه مواد شرکت کننده در آن ها به صورت گازی هستند را می توان به صورت

مقابل محاسبه کرد: $\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی پیوند در مواد فرآورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوند در مواد واکنش دهنده}]$

۳- انرژی فعال سازی با سرعت انجام واکنش رابطه عکس دارد. یعنی در شرایط یکسان، هر چه E_a یک واکنش بیش تر باشد، سرعت انجام آن کم می باشد و برعکس.

در جدول زیر، تعدادی از ویژگی های واکنش های گرماگیر و گرماده ارائه شده است:

| واکنش های گرماگیر ($A+Q \rightarrow B$) | واکنش های گرماده ($A \rightarrow B+Q$) |
|---|---|
| ۱- نمودار «انرژی - پیشرفت» واکنش: | ۱- نمودار «انرژی - پیشرفت» واکنش: |
| | |
| ۲- در معادله واکنش نماد Q، سمت چپ (واکنش دهنده ها) قرار دارد. | ۲- در معادله واکنش نماد Q، سمت راست (فرآورده ها) قرار دارد. |
| ۳- علامت ΔH واکنش مثبت است $\Delta H > 0$ | ۳- علامت ΔH واکنش منفی است $\Delta H < 0$ |
| ۴- انرژی از سامانه به محیط منتقل می شود. | ۴- انرژی از سامانه به محیط منتقل می شود. |
| ۵- مقایسه انرژی فعال سازی $E_a(\text{رفت}) > E_a(\text{برگشت})$ | ۵- مقایسه انرژی فعال سازی $E_a(\text{رفت}) < E_a(\text{برگشت})$ |
| ۶- مقایسه سرعت در شرایط یکسان $\bar{R}(\text{رفت}) < \bar{R}(\text{برگشت})$ | ۶- مقایسه سرعت در شرایط یکسان $\bar{R}(\text{رفت}) > \bar{R}(\text{برگشت})$ |
| ۷- مقایسه مجموع آنتالپی پیوندها \leftarrow فرآورده ها $>$ واکنش دهنده ها | ۷- مقایسه مجموع آنتالپی پیوندها \leftarrow واکنش دهنده ها $>$ فرآورده ها |
| ۸- مقایسه پایداری \leftarrow فرآورده ها $>$ واکنش دهنده ها | ۸- مقایسه پایداری \leftarrow واکنش دهنده ها $>$ فرآورده ها |
| ۹- مقایسه فعالیت شیمیایی \leftarrow واکنش دهنده ها $>$ فرآورده ها | ۹- مقایسه فعالیت شیمیایی \leftarrow فرآورده ها $>$ واکنش دهنده ها |

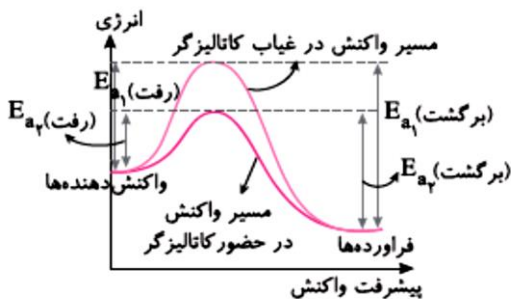
حالت ۲: اثر کاتالیزگر بر واکنش و نمودار «انرژی- پیشرفت واکنش»:

کاتالیزگر ماده ای است که با کاهش انرژی فعال سازی، سرعت واکنش های شیمیایی را افزایش داده و در نهایت بدون تغییر در پایان واکنش باقی می ماند. به موارد زیر درباره کاتالیزگرها توجه کنید:

- الف) کاتالیزگرها، انرژی فعال سازی رفت و برگشت را به یک اندازه (نه به یک نسبت) کاهش می دهند.
- ب) کاتالیزگرها، سرعت واکنش های رفت و برگشت را افزایش داده و در نتیجه زمان انجام واکنش را کاهش می دهند.

پ) کاتالیزگرها روی سطح انرژی فرآورده ها و واکنش دهنده ها، مقدار نهایی فرآورده ها و آنتالپی واکنش (ΔH) تأثیری ندارد و داریم:

$$\Delta H = E_{a_1}(\text{رفت}) - E_{a_1}(\text{برگشت}) = E_{a_2}(\text{رفت}) - E_{a_2}(\text{برگشت})$$



✓ تیپ ۲: مبدل‌های کاتالیستی:

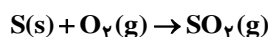
۱- در خروجی آگزوز خودروها، گازهای آلاینده گوناگون مانند CO ، SO_2 ، NO و C_xH_y وجود دارد که نوع آلاینده‌هایی که در هر خودرو یافت می‌شود به محتویات بنزین بستگی دارد.

گاز CO : در اثر سوختن ناقص هیدروکربن‌ها تولید می‌شود.

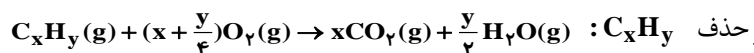
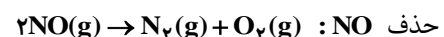
گاز NO : در اثر واکنش گاز نیتروژن و اکسیژن در دمای بالای درون موتور خودرو تولید می‌شود. $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g})$

گاز C_xH_y : مقداری از هیدروکربن‌ها بدون این که بسوزند، وارد هواکره می‌شوند.

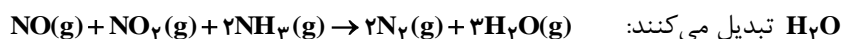
گاز SO_2 : در سوخت‌های فسیلی با کیفیت پایین مقداری گوگرد یافت شده و در اثر سوختن آن‌ها گاز SO_2 تولید می‌شود:



۲- مبدل کاتالیستی باعث انجام سریع واکنش‌های حذف ۳ آلاینده CO ، NO و C_xH_y شده و مقدار این ۳ آلاینده را کاهش می‌دهد:



۳- به دلیل این که مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی در خودروهای دیزلی کارایی مناسب ندارند و نمی‌توانند NO و NO_2 را به گاز N_2 تبدیل کنند، از این رو برای خودروهای دیزلی، مبدل‌های جدید طراحی شده است که با ورود آمونیاک به مبدل، گازهای NO و NO_2 را به گازهای N_2 و



برای حل مسائل مربوط به این تیپ، شما باید به واکنش‌های تولید و حذف آلاینده‌ها تسلط خوبی داشته باشید و در صورت نیاز، از اطلاعات استوکیومتری استفاده کنید.