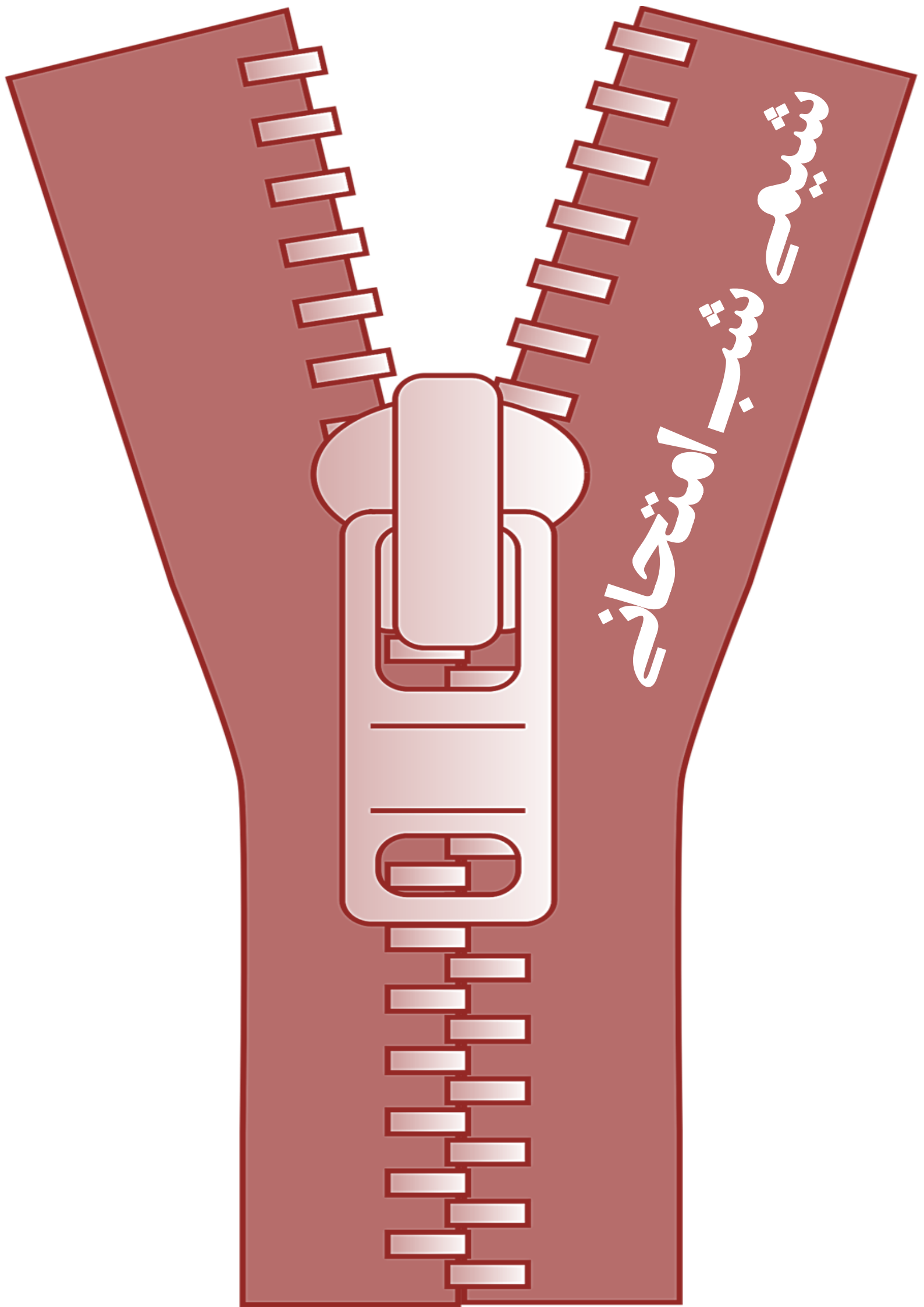


# پیش نبرد امتحان



### فرآیند فیزیکی و شیمیایی

- ماهیت تغییر نمی کند و ساختار ذرات تغییر نمی کند.

- فقط حالت فیزیک ماده تغییر می کند.

- ذوب، تبخیر، میعان، حل شدن الکل در آب

\* فرایند فیزیکی

- ماهیت ماده تغییر می کند و ساختار ذرات تغییر می کند.

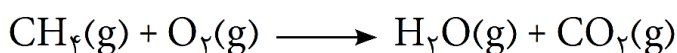
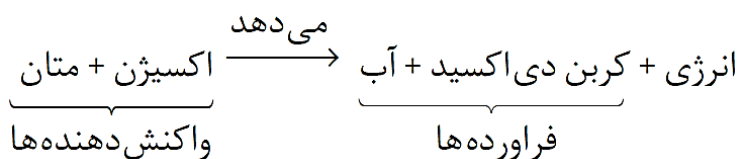
- زنگ زدن آهن، سوختن کاغذ و ترش شدن شیر و هضم غذا

- واکنش ممکن است با آزاد کردن انرژی ( گرما، نور یا صوت ) و یا تولید گاز، تشکیل رسوب یا تغییر رنگ همراه باشد.

\* فرایند شیمیایی

### واکنش شیمیایی و شیوه های نمایش آن

\* معادله نوشتاری



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

\* معادله نمادی

\* چه اطلاعاتی در معادله وجود دارد؟

(۱) فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فرآورده ها

(۲) شرایط لازم برای انجام واکنش

(۳) گرمادهی یا گرماگیری واکنش

\* چه اطلاعاتی در معادله وجود ندارد؟

(۱) ترتیب اختلاط واکنش دهنده ها

(۲) نکات ایمنی

نام	فرمول شیمیایی
سیانید	$\text{CN}^-$
نیتрат	$\text{NO}_3^-$
فسفات	$\text{PO}_4^{3-}$
کلرات	$\text{ClO}_4^-$
پرمنگنات	$\text{MnO}_4^-$
منگنات	$\text{MnO}_4^{2-}$

در هر مورد معادله نمادی واکنش معرفی شده را بنویسید.

آ) محلول سدیم نیترات + رسوب نقره سیانید  $\rightarrow$  محلول نقره نیترات + محلول سدیم سیانید

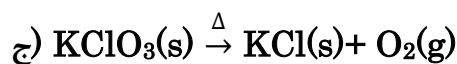
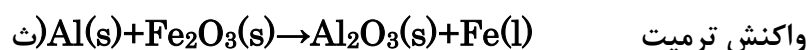
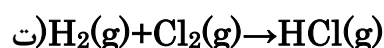
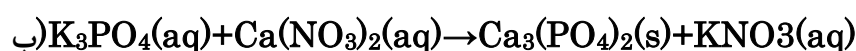
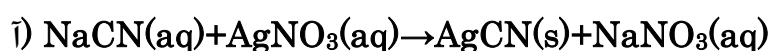
ب) محلول پتاسیم نیترات + رسوب کلسیم فسفات  $\rightarrow$  محلول کلسیم نیترات + محلول پتاسیم فسفات

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

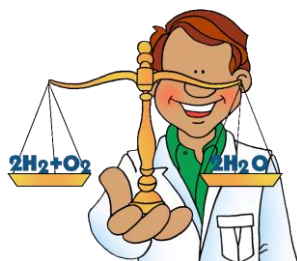
ت) از واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر، گاز هیدروژن کلرید تولید می شود.

ث) فلز آلومینیم و گرد آهن (III) اکسید با یک دیگر واکنش می دهند و نمک جامد آلومینیم اکسید و آهن مذاب تولید می کنند.

ج) پتاسیم کلرات جامد در اثر گرما به پتاسیم کلرید جامد و گاز اکسیژن تجزیه می شود.



### موازنه را از چه عنصری شروع کنیم؟؟؟



۱- در هر سمت واکنش فقط در ساختار یک ماده حضور داشته باشد.

۲- تا جای امکان نباید در ساختار یک ماده تک عنصری (مانند Fe و Cu و O<sub>2</sub> و P<sub>4</sub> و Cl<sub>2</sub> و

Fe<sup>2+</sup> و Mn<sup>2+</sup> ...) شرکت داشته باشد، مگر اینکه هیچ عنصری شرط اول را نداشته باشد.

۳- بین دو عنصری که شرایط ۱ و ۲ را دارند، موازنه را از عنصری آغاز می کنیم که در ساختار ترکیب پیچیده تری شرکت داشته باشد. (مثلا K در KMnO<sub>4</sub> نسبت به K در KCl)

۴- اگر بین دو عنصر شرایط ۱ و ۲ و ۳ یکسان بود، موازنه را با عنصری شروع می کنیم که زیروندهای بزرگتری دارد.

۵- در یک معادله شیمیایی، تعداد یون های چند اتمی را به صورت یک گونه شیمیایی جدا در دو سوی

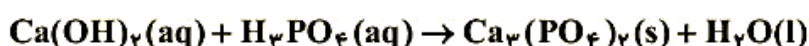
معادله شمارش و موازنه کنید.

- 1) ..... $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  + .....  $\text{NaOH}$  → .....  $\text{Al}(\text{OH})_3$  + .....  $\text{NaNO}_3$
- 2) .....  $\text{CS}_2$  + .....  $\text{O}_2$  → .....  $\text{CO}_2$  + .....  $\text{SO}_2$
- 3) .....  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  + .....  $\text{HCl}$  → .....  $\text{KCl}$  + .....  $\text{CrCl}_3$  + .....  $\text{Cl}_2$  + .....  $\text{H}_2\text{O}$
- 4) .....  $\text{NaClO}_3$  + .....  $\text{KI}$  + .....  $\text{HCl}$  → .....  $\text{NaCl}$  + .....  $\text{I}_2$  + .....  $\text{KCl}$  + .....  $\text{H}_2\text{O}$
- 5) .....  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + .....  $\text{HCl}$  → .....  $\text{NaCl}$  + .....  $\text{SO}_3$  + .....  $\text{H}_2\text{O}$
- 6) .....  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + .....  $\text{H}_3\text{PO}_4$  → .....  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  + .....  $\text{H}_2\text{O}$
- 7) .....  $\text{Al}$  + .....  $\text{NaOH}$  + .....  $\text{H}_2\text{O}$  → .....  $\text{NaAl}(\text{OH})_4$  + .....  $\text{H}_2$

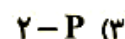
هشدار! ابتدا سعی کن معادله ها رو موازنه کنی، بعد برو صفحه بعد جواب درست رو ببین!



در معادله ی واکنش:

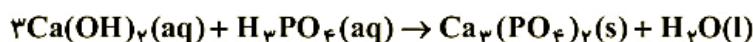


موازنه را باید از ... آغاز کرد و پس از موازنه، نسبت ضریب  $\text{H}_2\text{O}$  به  $\text{H}_3\text{PO}_4$  برابر ... است.



گزینه ی «۴»

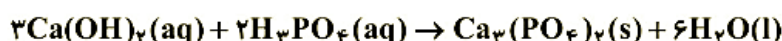
۱- موازنه ی واکنش را با اتم های کلسیم آغاز می کنیم و ضریب  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  را برابر ۳ می گیریم:



۲- سپس یون های  $\text{PO}_4^{3-}$  را موازنه می کنیم:



۳- برای موازنه ی اتم های هیدروژن و اکسیژن، ضریب  $\text{H}_2\text{O}$  را برابر ۶ می گذاریم:



$$\frac{\text{ضریب } \text{H}_2\text{O}}{\text{ضریب } \text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{6}{2} = 3$$

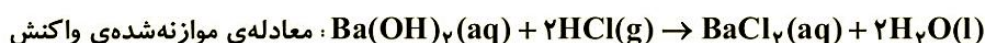
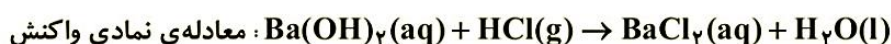
در معادله ی نمادی واکنش زیر پس از موازنه، مشخص کنید ضرایب کدام دو ماده با هم برابر

است؟

«بر اثر واکنش محلول آبی باریم هیدروکسید با گاز هیدروژن کلرید، محلول آبی باریم کلرید و آب

تشکیل می شود.»

گزینه ی «۱»

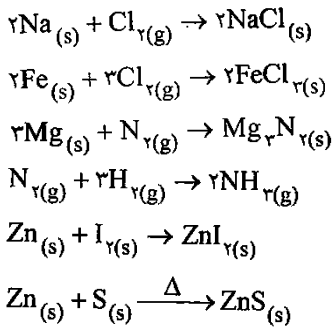


ضرایب باریم هیدروکسید ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) و باریم کلرید ( $\text{BaCl}_2$ ) با هم برابر و ضرایب آب ( $\text{H}_2\text{O}$ ) و هیدروژن کلرید ( $\text{HCl}$ )

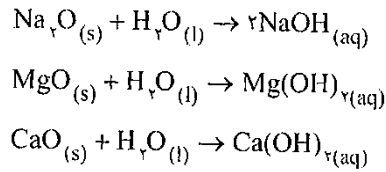
با هم برابر است.

پنج نوع است : (۱) ترکیب (۲) تجزیه (۳) سوختن (۴) جابه جایی یگانه (۵) جابه جایی دوگانه

ترکیب دو عنصر → عنصر + عنصر

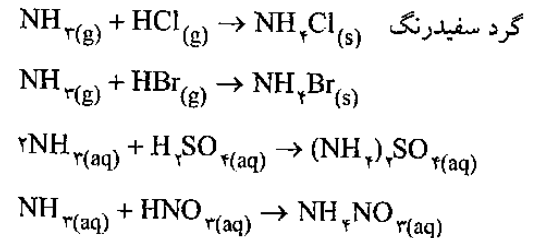


هیدروکسید فلز → آب + اکسید فلز

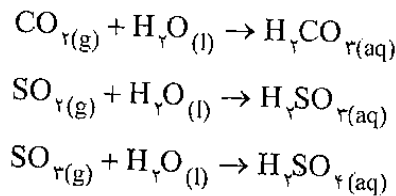


ترکیب:  $A + B \rightarrow AB$

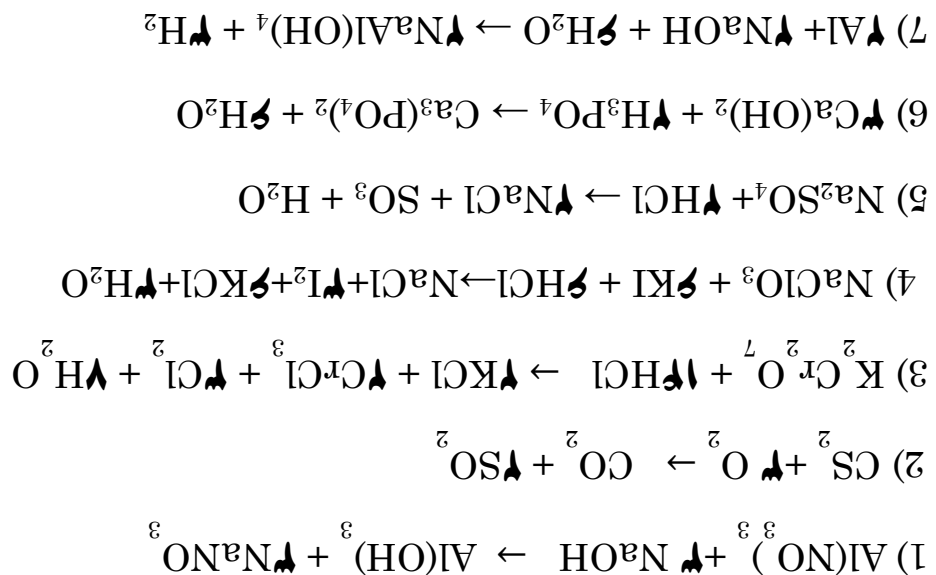
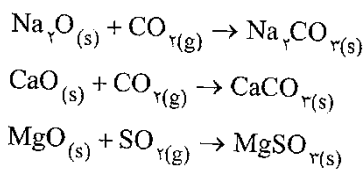
نمک آمونیوم → اسید + آمونیاک



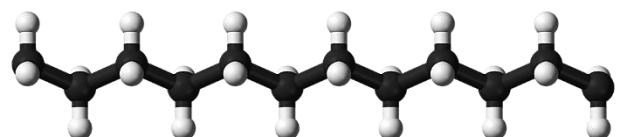
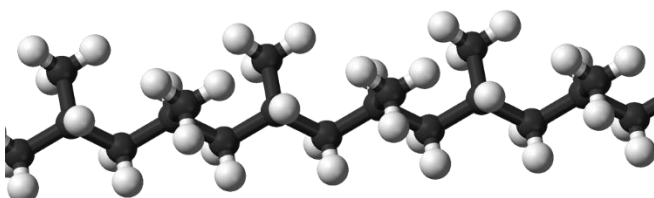
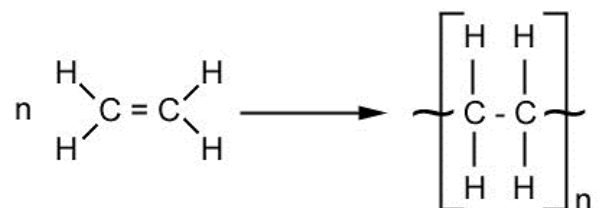
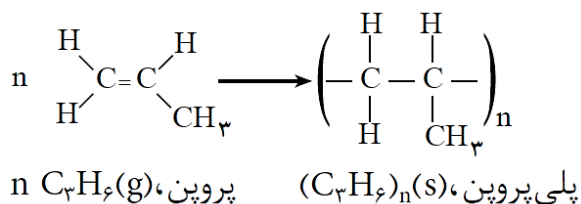
اسید اکسیژن دار → آب + اکسید نافلز



نمک → اکسید نافلز + اکسید فلز



بسپارش (پلیمر شدن): یک واکنش شیمیایی است که در آن مولکولهای کوچک و ساده که اصطلاحاً تکپار نامیده می شوند، با یکدیگر پیوند برقرار کرده و مولکولی بزرگ با وزن مولکولی چندین برابر مولکول اولیه به وجود می آورند.



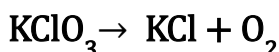
کربن دی اکسید + آب + کربنات فلز  $\rightarrow$  کربنات هیدروژن فلز



کربن دی اکسید + اکسید فلز  $\rightarrow$  کربنات فلز



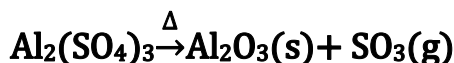
اکسیژن + کلرید فلز  $\rightarrow$  کلرات فلز



اکسیژن + نیتريت فلز  $\rightarrow$  نترات فلز



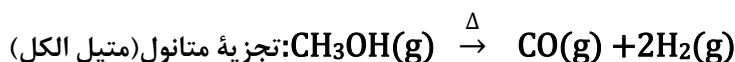
$\text{SO}_3$  + اکسید فلز  $\rightarrow$  سولفات فلز



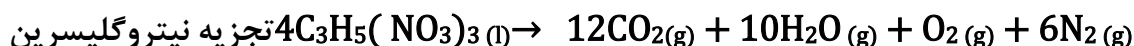
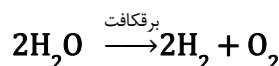
از دست دادن آب تبلور



(تجزیه جیوه (II) اکسید)  $2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$



تجزیه متانول (متیل الکل)



> واکنش کوه آتشفشان

\* واکنش تجزیه است اما گرماده!

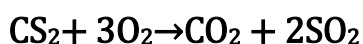
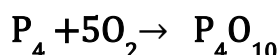
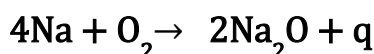
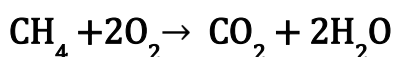
\* مجموع ضرایب فرآورده ها ۶ است.

\* ماده اولیه یعنی  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  بلور نارنجی رنگ و محلول در آب است. اما ماده جامد تولید شده یعنی  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  پودر سبز رنگ و نامحلول در آب است.

\* بعد از پایان واکنش جرم ماده جامد بر جای مانده از جرم ماده اولیه کمتر است. این مطلب نشان میدهد که برخی فرآورده ها در فاز گازی بوده اند و پس از تولید از محیط واکنش خارج شده اند. اگر یک بشر را وارونه بالای محیط واکنش بگیریم از تجمع قطرات آب داخل آن می توان فهمید که یکی از فرآورده ها بخار آب است.

سوختن

واکنش سریع ماده ای با اکسیژن که با تولید گرما و نور همراه است.



\* سوخت های فسیلی: ارزان ترین و اصلی ترین منبع انرژی

\* فلزات قلیایی و قلیایی خاکی به جز Be

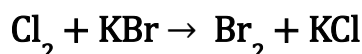
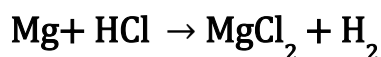
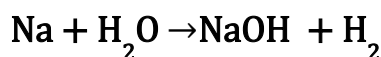
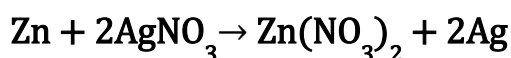
\* واکنش برخی نافلزها (گوگرد، کربن، فسفر) با اکسیژن

\* سوختن سولفید عناصر، اکسید عنصر و  $\text{SO}_2$  تولید می کند

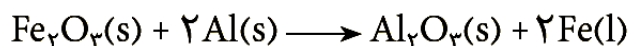
\* نکته: اگر واکنش فلز با اکسیژن به آرامی و بدون شعله انجام شود این فرآیند را سوختن نمی نامیم. به این نوع واکنش اکسایش می گوئیم. (مانند واکنش زنگ زدن آهن)



نکته: برای اینکه واکنش های جابه جایی یگانه را راحت تر بنویسید کافی است که جای فلز را با یک فلز دیگر یا هیدروژن عوض کنید. (اگر در واکنش ، فلز نداشته باشید باید جای دو نافلز را با هم عوض کنید)

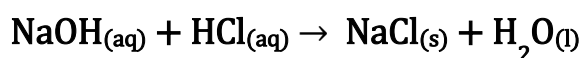


متمماً باید یک عنصر به حالت آزاد داشته باشیم. (هم راست و هم چپ)

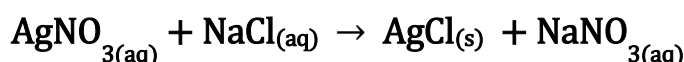


## واکنش ترمیت

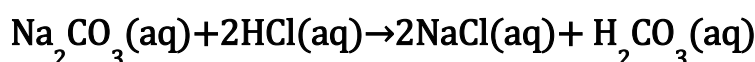
جابه جایی دوگانه



واکنش های خنثی شدن



واکنش های رسوبی



نکته: اگر در سمت فرآورده ها ماده ای با فاز جامد تولید نشود و هر چهار ماده موجود در واکنش در فاز محلول (aq) باشد در واقع واکنش انجام نشده و واکنش جا به جایی دوگانه نیست.

مهمترین مواد محلول و نامحلول

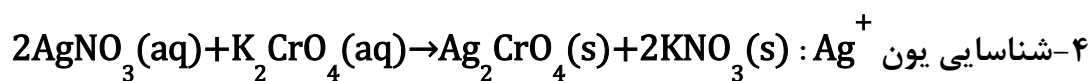
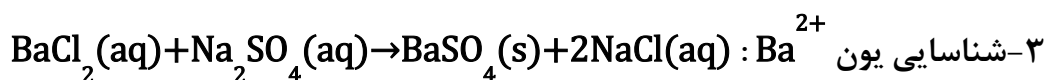
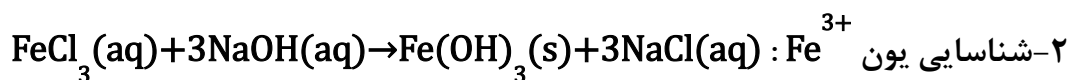
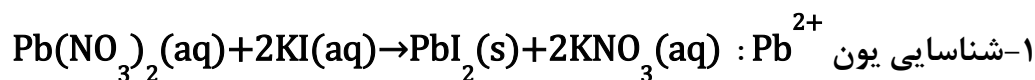
ترکیب های دارای این یون در آب محلول هستند	بجز هنگامی که با این یونها همراه باشند	خلاصه
سولفات ها ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	$\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$	جن کاسب
کلرید ها ، برمید ها و یدیدها	$\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , $\text{Cu}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$	سم جن
$\text{NH}_4^+$ و کاتیون فلزهای قلیایی	–	–
$\text{NO}_3^-$ (نیتрат ها) و $\text{ClO}_3^-$ (کلرات ها)	–	–

ترکیب های دارای این یونها در آب نامحلول هستند	بجز هنگامی که با این یونها همراه باشند
$\text{CO}_3^{2-}$ (کربنات ها) و $\text{PO}_4^{3-}$ (فسفات ها)	$\text{NH}_4^+$ کاتیون فلزهای قلیایی و
$\text{OH}^-$ (هیدروکسیدها) و $\text{O}^{2-}$ (اکسیدها)	کاتیون فلزهای قلیایی و $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$
$\text{S}^{2-}$ (سولفیدها)	کاتیون فلزهای قلیایی ، قلیایی خاکی و $\text{NH}_4^+$



## شناسایی یون ها در حالت محلول

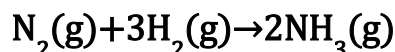
یک روش برای شناسایی یون ها در محلول این است که با افزودن محلول دیگر یون مورد نظر را رسوب بدهیم.



## استوکیومتری

\* شرایط استاندارد (STP): دمای صفر درجه سانتیگراد و فشار ۱ اتمسفر (760mmHg)

\* قانون نسبت های ترکیبی گیلوساک: در دما و فشار ثابت، گازها در نسبت های حجمی معینی با هم واکنش می دهند.



یک حجم گاز  $\text{N}_2$ ، با ۳ حجم گاز  $\text{H}_2$  واکنش می دهد و ۲ حجم گاز  $\text{NH}_3$  تولید می کند.

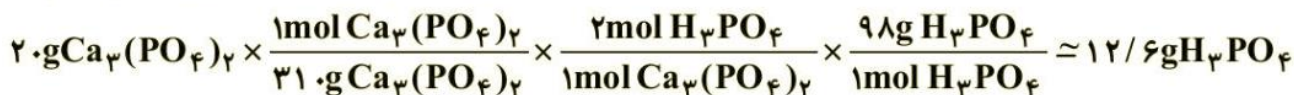
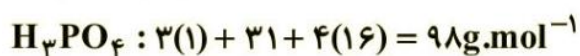
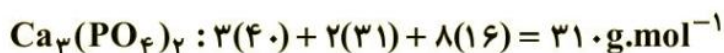
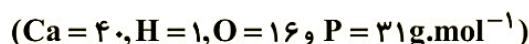
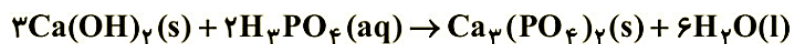
\* قانون آووگادرو: یک مول از گازهای مختلف (در دما و فشار ثابت) حجم های ثابت و برابری دارند.

مثلاً: در دما و فشار استاندارد (STP)، یک مول از گازهای مختلف ۲۲/۴ لیتر حجم دارند.

## تمرین ها:

مطابق واکنش زیر، برای تهیه ۲۰ گرم کلسیم فسفات، تقریباً به چند گرم فسفریک اسید نیاز

داریم؟





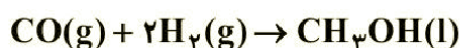
۱۱۲mL گاز متان در حالت استاندارد، تقریباً دارای چند اتم هیدروژن است؟

$$? H_{\text{اتم}} = 112 \text{ mL CH}_4 \times \frac{1 \text{ L CH}_4}{1000 \text{ mL CH}_4} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22.4 \text{ L CH}_4} \times \frac{6.022 \times 10^{23} \text{ CH}_4 \text{ مولکول}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{4 H_{\text{اتم}}}{1 \text{ CH}_4 \text{ مولکول}} \approx 1/2 \times 10^{22} \text{ اتم}$$

**\*نکته:** اگر در شرایط دما و فشار، استاندارد (STP) نبود و در عوض چگالی گاز را به ما داده بودند، دیگر از رابطه  $1 \text{ mol gas} = 22.4 \text{ lit}$  استفاده نمی کنیم. ابتدا مقدار گرم گاز را بدست می آوریم و سپس با توجه به رابطه مقابل، حجم گاز را بدست می آوریم:

$$\boxed{\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}}$$

در فشار ثابت و دمای یکسان مطابق واکنش زیر، ۲ مول گاز CO با چگالی  $1/4 \text{ g.L}^{-1}$ ، با چند



لیتر گاز هیدروژن به طور کامل واکنش می دهد؟

$$(\text{H}_2 = 2 \text{ g.mol}^{-1}, \text{CO} = 28 \text{ g.mol}^{-1})$$

$$? \text{ LH}_2 = 2 \text{ mol CO} \times \frac{28 \text{ g CO}}{1 \text{ mol CO}} \times \frac{1 \text{ L CO}}{1/4 \text{ g CO}} \times \frac{2 \text{ LH}_2}{1 \text{ L CO}} = 8 \cdot \text{LH}_2$$

با گرم کردن ۰/۴ مول سدیم هیدروژن کربنات، چند میلی لیتر گاز CO<sub>۲</sub> آزاد می شود؟ (چگالی

$$\text{گاز CO}_2 \text{ در شرایط آزمایش، } 1/1 \text{ گرم بر لیتر است.}) (\text{CO}_2 = 44 \text{ g.mol}^{-1})$$



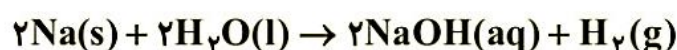
$$? \text{ mL CO}_2\text{(g)} = 0.4 \text{ mol NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{1 \text{ L CO}_2}{1/1 \text{ g CO}_2} \times \frac{1000 \cdot \text{mL CO}_2}{1 \text{ L CO}_2} = 8000 \cdot \text{mL CO}_2$$

**درصد خلوص:** مقدار گرم ماده ی خالص در ۱۰۰ گرم ماده ی ناخالص را درصد خلوص گویند.

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

از واکنش ۹/۲ گرم سدیم ناخالص با آب، مقدار ۰/۳ گرم گاز H<sub>۲</sub> تولید شده است. درصد

$$\text{خلوص سدیم کدام است؟ } (\text{Na} = 23 \text{ g.mol}^{-1}, \text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1})$$

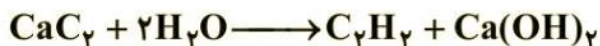


$$? \text{ gNa} = 0.3 \text{ gH}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ gH}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{23 \text{ gNa}}{1 \text{ mol Na}} = 6.9 \text{ gNa}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده ی خالص}}{\text{جرم ماده ی ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \text{درصد خلوص} = \frac{6.9}{9.2} \times 100 = 75\%$$

مطابق واکنش زیر، برای تهیه  $1/3 \text{ g}$  گاز استیلن (اتین)،  $4 \text{ g}$  کلسیم کاربید ناخالص مصرف

شده است. درصد خلوص آن کدام است؟ ( $\text{Ca} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$ ،  $\text{C} = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ ،  $\text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ )



$$\text{CaC}_2 \text{ جرم مولی} = 40 + 2(12) = 64 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{C}_2\text{H}_2 \text{ جرم مولی} = 2(12) + 2(1) = 26 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{خالص } \text{CaC}_2 \text{ g} = 1/3 \text{ g C}_2\text{H}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{26 \text{ g C}_2\text{H}_2} \times \frac{1 \text{ mol CaC}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} \times \frac{64 \text{ g CaC}_2}{1 \text{ mol CaC}_2} = 3/2 \text{ g CaC}_2$$

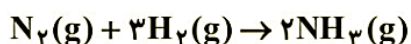
$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده‌ی خالص}}{\text{جرم ماده‌ی ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \text{درصد خلوص} = \frac{3/2}{4} \times 100 = 75\%$$

**بازده درصدی:** به مقدار فرآورده مورد انتظار از محاسبات استوکیومتری بازده نظری و به آن که در عمل تولید می‌شود و خیلی کمتر از بازده نظری است بازده عملی گویند.

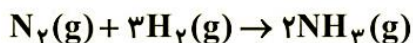
$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{عملی بازده}}{\text{نظری بازده}} \times 100$$

برای تهیه  $6/8 \text{ g}$  گاز آمونیاک از واکنش زیر با بازده درصدی  $50\%$ ، چند گرم گاز هیدروژن

لازم است؟



$$(\text{N} = 14 \text{ g.mol}^{-1}, \text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1})$$



$$\text{مقدار نظری} \Rightarrow x = 13/6 \text{ g NH}_3 \quad 50 = \frac{6/8}{x} \times 100 \Rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

$$\text{g H}_2 = 13/6 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol NH}_3} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 2/4 \text{ g H}_2$$

در صورتی که بازده درصدی واکنش:  $2\text{C(s)} + 2\text{H}_2\text{O(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$  برابر

$85\%$  درصد باشد، تقریباً چند گرم گاز متان از واکنش  $2 \text{ g}$  زغال سنگ با مقدار اضافی بخار آب به

$$(\text{C} = 12 \text{ g.mol}^{-1}, \text{H} = 1 \text{ g.mol}^{-1})$$

وجود می‌آید؟

$$?gCH_4 = 2gC \times \frac{1molC}{12gC} \times \frac{1molCH_4}{2molC} \times \frac{16gCH_4}{1molCH_4} \approx 1/33gCH_4$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \quad 85 = \frac{x}{1/33} \times 100 \Rightarrow x \approx 1/33g$$

### واکنش دهنده محدود کننده و اضافی

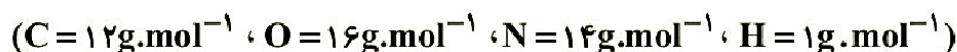
معمولاً در یک واکنش یکی از واکنش دهنده‌ها زودتر مصرف می‌شود که به آن محدود کننده گویند و آن که اضافی می‌ماند واکنش دهنده‌ی اضافی نام دارد.

\* محدود کننده تعیین کننده‌ی مقدار پیشرفته واکنش است.

\* تعداد مول‌های واکنش دهنده‌ها را بر ضریب استوکیومتری تقسیم کرده هر کدام کوچکتر شد محدود کننده است.

\* واکنش دهنده‌های ارزان قیمت را اضافی به کار می‌برند.

در واکنش زیر، ۶۴۶ گرم  $NH_3$  با ۱۱۴۴ گرم  $CO_2$  مخلوط شده‌اند. واکنش دهنده‌ی ... ، نقش محدود کننده را دارد و ... گرم از ... در پایان واکنش باقی می‌ماند.



$$? molNH_3 = 646gNH_3 \times \frac{1molNH_3}{17gNH_3} = 38molNH_3 \quad \frac{38}{2} = 19$$

$$? molCO_2 = 1144gCO_2 \times \frac{1molCO_2}{44gCO_2} = 26molCO_2 \quad \frac{26}{1} = 26$$

پس  $NH_3$ ، واکنش دهنده‌ی محدود کننده است.

$$? gCO_2 = 38molNH_3 \times \frac{1molCO_2}{2molNH_3} \times \frac{44gCO_2}{1molCO_2} = 836gCO_2$$

$$? gCO_2 = 1144 - 836 = 308gCO_2 \text{ باقی‌مانده}$$

### فرمول تجربی

\* ساده‌ترین فرمول یا فرمول تجربی نماد عناصر و کوچک‌ترین نسبت صحیح اتم‌ها را مشخص می‌کند. فرمول مولکولی تعداد اتم‌ها را مشخص می‌کند و از روی جرم مولی به دست می‌آید و در برخی ترکیبات مثل آب فرمول تجربی و فرمول مولکولی یکسان است.

فرمول مولکولی = (فرمول تجربی) X

۱- ابتدا مقدار گرم یا درصد جرمی هر عنصر را به مقدار مول آن تبدیل می‌کنیم.

۲- کلیه مقدار مول‌ها را بر کوچکترین مقدار مول بدست آمده، تقسیم می‌کنیم تا ساده‌ترین نسبت مولی عنصرها بدست آید.

۳- اگر فرمول مولکولی را از ما خواسته بودند به کمک رابطه مقابل، مقدار n و در نتیجه، فرمول مولکولی را بدست می آوریم:

(۱۵) نمونه ای از یک ماده، شامل ۲۶/۵۶٪ پتاسیم و ۳۵/۴۱٪ کروم و ۳۸/۰۳٪ اکسیژن است. فرمول تجربی این ماده را تعیین کنید. (O=16، Cr=52، K=39)

$$26/56gK \times \frac{1mol K}{39g K} = 0/68 mol K$$

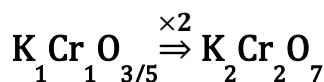
$$35/41 g Cr \times \frac{1mol Cr}{52g Cr} = 0/68 mol Cr$$

$$38/03 g O \times \frac{1mol O}{16g O} = 2/38 mol O$$

سپس تمام مقدار مول ها را بر کوچکترین مقدار مول بدست آمده تقسیم می کنیم:

$$\frac{0.68 mol K}{0.68} = 1 mol K$$

$$\frac{0.68 mol Cr}{0.68} = 1 mol Cr$$



$$\frac{2.38 mol O}{0.68} = 3/5 mol O$$

ترکیبی دارای ۱/۲۲ گرم نیتروژن و ۲/۷۸ گرم اکسیژن است. اگر جرم مولی این ترکیب

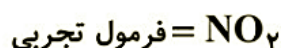
۹۲ g.mol<sup>-۱</sup> باشد، فرمول تجربی و مولکولی آن، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

$$(N = ۱۴g.mol^{-۱}, O = ۱۶g.mol^{-۱})$$



$$? mol N = ۱/۲۲g N \times \frac{۱mol N}{۱۴g N} \simeq ۰/۰۸۷ mol N \quad \frac{۰/۰۸۷ mol N}{۰/۰۸۷} = ۱ mol N$$

$$? mol O = ۲/۷۸g O \times \frac{۱mol O}{۱۶g O} \simeq ۰/۱۷۴ mol O \quad \frac{۰/۱۷۴ mol O}{۰/۰۸۷} = ۲ mol O$$



$$۱۴ + (۲ \times ۱۶) = ۴۶g.mol^{-۱} = \text{جرم فرمول تجربی}$$

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

$$۹۲ = ۴۶ \times n \Rightarrow n = ۲$$

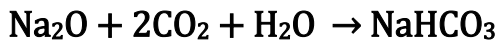


\* کیسه هوا

$2\text{NaN}_3 \rightarrow 2\text{Na} + 3\text{N}_2$  به تنهایی نمی تواند پر کند

$\text{NaN}_3$  سدیم آزید نام دارد.

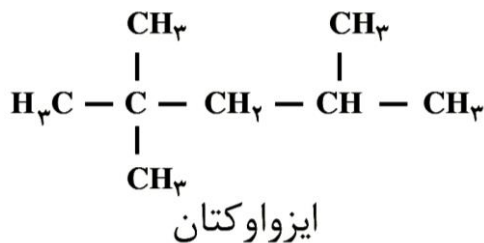
$6\text{Na} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{سریع}} 3\text{Na}_2\text{O} + 2\text{Fe} + \text{q}$  دما تا ۱۰۰ درجه بالا می رود



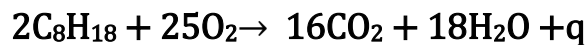
\* حجم گاز به چگالی وابسته است و به آن هم به دما بستگی دارد.

➤ کارآیی موتورهای

\* بنزین یک ماده‌ی شیمیایی ساده نیست بلکه مخلوطی از هیدروکربن‌ها است که بین ۵ تا ۱۲ کربن دارند. بنزین خودرو به صورت ایزواکتان خالص (۸ کربن) است.



\* معادله‌ی نمادی سوختن بنزین:



\* راه مناسب بهسوزی تنظیم عملی نسبت سوخت به اکسیژن است.

سرعت معمولی

$$\frac{1}{16}$$

استارت

$$\frac{1}{12}$$

درجا

$$\frac{1}{9}$$

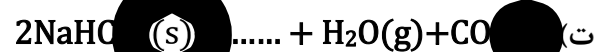


نمونه سوال با راهنما مربوط به فصل اول (واکنش های شیمیایی و استوکیومتری)

۱- هریک از واکنش ها و جمله های زیر را با نوشتن فرمول شیمیایی و کلمه مناسب کامل کنید؟ (۵/۱نمره)

الف) در فشار و دمای ثابت یک مول از گازهای مختلف حجم ..... و ..... دارند.

ب) در طراحی کیسه های هوا برای خودروها از تجزیه ..... گاز ..... تولید می شود.

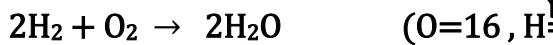


پاسخ:

۱- الف) ثابت ، برابر ب)  $\text{NaNO}_3$  (یا سدیم آزید)  $\text{N}_2$  (یا گاز هیدروژن)

پ)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ت)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

۲- گاز هیدروژن به عنوان سوخت پاک پیشنهاد می شود. اگر بازده این واکنش ۸۶٪ باشد. چند گرم گاز هیدروژن باید کند؟ (۵/۱۷نمره)



پاسخ:

$$86/03 \text{ kg H}_2\text{O} = \text{مقدار نظری} \times 100 \rightarrow 98/8 = \frac{85 \text{ kg H}_2\text{O}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}$$

$$86/03 \text{ kg H}_2\text{O} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{17.99 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 9564/20 \text{ g H}_2$$

۳- نیکوتین یک ترکیب اعتیادآور و سمی است که در تنباکو وجود دارد. یک نمونه نیکوتین شامل ۷۳/۹۲٪ کربن (C) و ۸/۵۹٪ هیدروژن (H) و ۱۷/۲۲٪ نیتروژن (N) است. فرمول تجربی آن را به دست آورید. (۵/۱۷نمره)

$$73/92 \text{ gC} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12/01 \text{ g C}} = 6/15 \text{ mol C}$$

پاسخ:

$$17/22 \text{ gN} \times \frac{1 \text{ mol N}}{14/00 \text{ gN}} = 1/23 \text{ mol N}$$

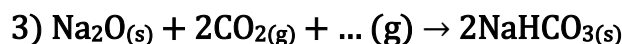
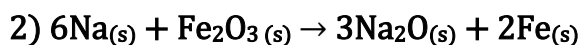
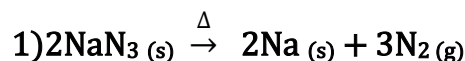
$$8/59 \text{ gH} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1/00 \text{ gH}} = 8/59 \text{ mol H}$$

$$\frac{6.15 \text{ mol C}}{1/23} = 5/00 \text{ mol C}$$

$$\frac{8.59 \text{ mol H}}{1/23} = 6/98 \text{ mol H} = 7 \text{ mol}$$

$$\frac{1.23 \text{ mol N}}{1/23} = 1/00 \text{ mol N} \Rightarrow \text{فرمول تجربی } \text{C}_5\text{H}_7\text{N}$$

۴- یکی از دستاوردهای مهم صنعت خودروسازی، کیسه‌های هوایی است. به هنگام برخورد شدید خودرو با یک مانع واکنش‌های زیر در کیسه‌های هوا انجام می‌شوند. (۱ نمره)



الف) واکنش (۳) را کامل کنید.

ب) واکنش (۱) از چه نوعی است؟

پ) چرا انجام واکنش (۲) باعث انبساط سریع گاز درون کیسه می‌شود؟

پاسخ: الف) واکنش (۳)



ب) تجزیه

پ) چون این واکنش گرماده است. دما را به‌طور ناگهانی تا بیش از صد درجه بالا می‌برد که این امر سبب انبساط سریع گاز می‌شود.

۵- در یک آزمایش از واکنش میان ۰/۰۴۸ مول روی خالص  $\text{Zn}(s)$ ، با ۰/۱۵ مول نیتریک اسید  $\text{HNO}_3(aq)$ ، ۰/۷۲ گرم آمونیوم نیترات  $\text{NH}_4\text{NO}_3(aq)$  به دست آمده است.



الف) واکنش دهنده محدود کننده را با محاسبه مشخص کنید.

ب) بازده درصدی واکنش را به دست آورید.

$$1\text{mol NH}_4\text{NO}_3 = 79/97 \text{ g}$$

$$\text{HNO}_3 \text{های} = 0/048 \text{ mol Zn} \times \frac{10\text{mol HNO}_3}{4\text{mol Zn}} = 0/012\text{mol HNO}_3 \quad \text{پاسخ: الف)}$$

مورد نیاز

$$\text{موجود } 0/012 \text{ mol HNO}_3 < 0/15 \text{ mol HNO}_3 \text{ مورد نیاز}$$

پس  $\text{Zn}$  واکنش دهنده محدود کننده است.

روش دوم:

$$\frac{0/048\text{mol Zn}}{4} = 0/012 \text{ Zn}, \frac{0/15\text{mol HNO}_3}{10} = 0/015 \text{ mol HNO}_3$$



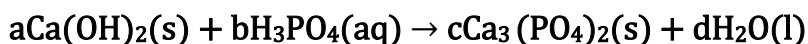
$\Rightarrow 0/012 < 0/015$  Zn محدود کننده است.

(ب)

$$? \text{ g NH}_4\text{NO}_3 = 0/048 \text{ mol Zn} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{4 \text{ mol Zn}} \times \frac{79/97 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} = 0/959 \approx 0/96$$
 بازده نظری

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{بازده عملی}}{\text{بازده نظری}} \times 100 \Rightarrow \frac{072}{0/96} \times 100 = 75\%$$

۶- برای موازنه واکنش زیر به روش واریسی: (۱/۵ نمره)



الف) موازنه را از کدام ترکیب و کدام عنصر شروع می‌کنیم؟

ب) واکنش را موازنه و ضرایب a، b، c، d را مشخص کنید.

پاسخ: الف) Ca, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

ب) d = 6, c = 1, b = 2, a = 3

۷- واکنش زیر را در نظر بگیرید. (۱/۷۵ نمره)



الف) برای تهیه ۳۷۴ میلی‌لیتر گاز کلر (Cl<sub>2</sub>) در شرایط استاندارد به چند گرم منگنز دی‌اکسید (MnO<sub>2</sub>) خالص نیاز است؟

ب) برای تهیه همین مقدار گاز اگر از یک نمونه منگنز دی‌اکسید با خلوص ۷۵٪ استفاده کنیم چند گرم از آن مصرف می‌شود؟

$$1 \text{ mol MnO}_2 = 86/91 \text{ g}$$

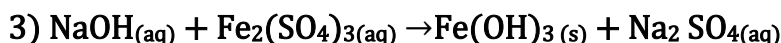
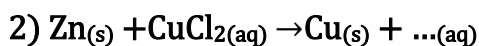
پاسخ: الف)

$$? \text{ g MnO}_2 = 374 \text{ mL Cl}_2 \times \frac{1 \text{ L Cl}_2}{1000 \text{ mL Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol}}{22/4 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{86/91 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 1/45 \text{ g MnO}_2$$

(ب)

$$\text{جرم ماده خالص} = \frac{\text{جرم ماده ناخالص}}{\text{جرم ماده خالص}} \times 100 \rightarrow 75 = \frac{1/45 \text{ g MnO}_2}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم ماده ناخالص} = 1/93 \text{ g}$$

۸- معادله‌های شیمیایی زیر را در نظر بگیرید و به پرسش‌های پاسخ دهید. (۱/۵ نمره)



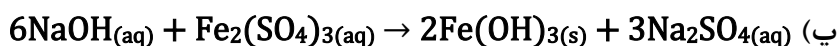
الف) واکنش‌های (۱) و (۲) را کامل کنید.

ب) کدام یک از واکنش‌های بالا جابه‌جایی یگانه است؟

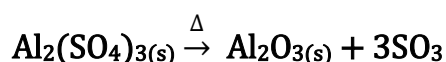
پ) واکنش (۳) را موازنه کنید.

پاسخ: الف) (۱)  $PbS$  و (۲)  $ZnCl_2$

ب) واکنش (۲)



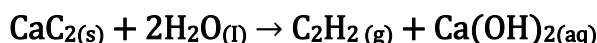
۹- از تجزیه حرارتی ۵۵ گرم آلومینیم سولفات طبق معادله واکنش زیر چند لیتر گاز در شرایط تولید می‌شود؟ (۱ نمره)



پاسخ:  $? \text{ lit } SO_3 = 55g \text{ } Al_2(SO_4)_3 \times \frac{1 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3}{342/02g \text{ } Al_2(SO_4)_3} \times \frac{3 \text{ mol } SO_3}{1 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3} \times \frac{22/4 \text{ L } SO_3}{1 \text{ mol } SO_3} = 10/81 \text{ lit } SO_3$

۱۰- یک روش ساده آزمایشگاهی برای تولید گاز استیلن ( $C_2H_2$ ) افزودن آب به کلسیم کاربید بر طبق واکنش زیر است.

(۱/۷۵ نمره)



در یک آزمایش 32/5g گاز استیلن تولید شده است. برای تولید این مقدار گاز، چند گرم نمونه ناخالص کلسیم

کاربید ( $CaC_2$ ) با خلوص ۸۴٪ مصرف شده است؟ ( $1 \text{ mol } C_2H_2 = 26/02$ ,  $1 \text{ mol } CaC_2 = 64/1g$ )

پاسخ:

$$?g \text{ } CaC_2 = 32/5g \text{ } C_2H_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_2}{26/02g \text{ } C_2H_2} \times \frac{1 \text{ mol } CaC_2}{1 \text{ mol } C_2H_2} \times \frac{64/1g \text{ } CaC_2}{1 \text{ mol } CaC_2} = 80/06g \text{ } CaC_2 \text{ خالص}$$

$$95/31g = \text{جرم } CaC_2 \text{ ناخالص} \Rightarrow 100 \times \frac{80/06g \text{ } CaC_2 \text{ خالص}}{?g \text{ } CaC_2 \text{ ناخالص}} \Rightarrow 84 = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \text{درصد خلوص}$$