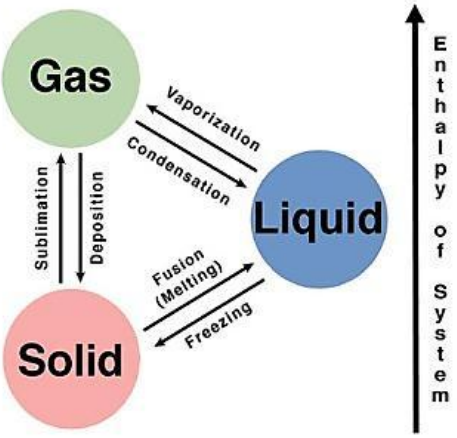
هم کلاسی

Hamkelasi.ir

۱

شیمی کانون تمام تلاش هایی است که منجر به تولید مواد جدید می شود، پیشرفت و گسترش شیمی می تواند سبب رشد و شکوفایی علوم دیگر شود.

## تغییرات فیزیکی و شیمیایی:




- **تغییر فیزیکی:** تغییری که در آن تنها حالت فیزیکی ماده تغییرمی‌کند و ساختار ذره های تشکیل دهنده آن دچار تغییر نمی‌شود. (ذوب و انجماد – تبخیر و میعان – تصعید و چگالش)

- **تغییر شیمیایی:** تغییری که طی آن ساختار و ماهیت ذره‌های تشکیل دهنده‌ی مواد دچار تغییر می‌شود. و حالت فیزیک مواد جدید می‌تواند متفاوت و یا یکسان با مواد اولیه باشد. (زنگ زدن آهن – سوختن کاغذ – ترش کردن شیر – هضم غذا – تنفس)

**واکنش شیمیایی** توصیفی برای یک تغییر شیمیایی است. به عبارت دیگر فرایندی است که طی آن یک یا چند ماده‌ی شیمیایی (عنصر یا ترکیب) برهم اثر کرده و مواد شیمیایی تازه‌ای تولید می‌کنند.

واکنش شیمیایی با مبادله‌ی انرژی به صورت گرما، نور و صوت همراه است. و یا اینکه تولید یک گاز – تشکیل یک رسوب و یا تغییر رنگ را در پی دارد.

## شیوه‌ی نمایش واکنش‌های شیمیایی:

① **معادله نوشتاری:** این معادله فقط نام واکنش دهنده ها (در سمت چپ ) و فراورده ها (در سمت راست ) را مشخص می کند و اطلاعات بیشتری را در اختیار نمی گذارد.

مثال : واکنش سوختن متان :

انرژی + آب + کربن دی اکسید ⟶ اکسیژن + متان

② **معادله نمادی:** برای نوشتن معادله ی یک واکنش شیمیایی از نمادها و فرمول های شیمیایی مواد شرکت-کننده استفاده می شود.

مثال : واکنش سوختن متان :

$$CH_{4(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + q$$

**یادمان باشد؛ انرژی (q)چه در سمت چپ و چه در سمت راست، هنوز واکنش دهنده و فراورده واکنش مسوب نمی‌شود.**

**2** یک معادله نمادی اطلاعات زیر را در اختیار ما قرار می دهد:

- ✓ نمایش فرمول شیمیایی.
- ✓ حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فراورده ها.
- ✓ اطلاعاتی درباره ی شرایط لازم برای انجام واکنش نیز در اختیار می گذارد.

| نماد | معنا |
|---|---|
| (s) | جامد – رسوب – پودر |
| (l) | مایع – مذاب |
| (g) | گاز – بخار |
| (aq) | محلول آبی |
| (sol) | محلول غیر آبی |

"بعضی از علایم مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی"

| | |
|---|---|
| $\rightarrow$ | می دهد – تولید می کند – واکنش یکطرفه |
| $\leftrightarrows$ | واکنش برگشت پذیر |
| $\rightleftharpoons$ | واکنش تعادلی |
| $\rightarrow q$ | واکنش گرماده |
| $q \rightarrow$ | واکنش گرماگیر |
| $\xrightarrow{pd}$ | برای انجام واکنش از یک کاتالیزگر ( pd ) استفاده شده است. |
| $\xrightarrow{20\ atm}$ | فشاری را نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌های گازی در ابتدای واکنش باید داشته باشند. |
| $\xrightarrow{120^\circ C}$ | دمایی را نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها در ابتدای واکنش باید داشته باشند. |
| $\xrightarrow{\Delta}$ | واکنش مورد نظر برای آغاز واکنش نیاز به گرما دارد!! |

**یادمان باشند:** وجود علامت $\Delta$ بر روی پیکان واکنش، به هیچ وجه به معنای گرماگیر بودن واکنش نیست. بلکه تنها به این معناست که برای شروع واکنش باید به واکنش دهنده (ها) گرما بدهیم. برای روشن شدن مطلب واکنش زیر را درنظر بگیرید:

$$C_3H_5(NO_3)_3 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + H_2O + N_2 + O_2$$

با توجه به وجود علامت $\Delta$، برای آغاز این واکنش، باید مقداری گرما به واکنش دهنده بدهیم. جالب است بدانید با وجود اینکه در آغاز واکنش، به واکنش دهنده گرما می دهیم اما این واکنش خیلی خیلی گرماده است. چون پس از انجام واکنش، به قدری گرما آزاد می شود که علاوه بر جبران گرمای مصرف شده در ابتدای واکنش، واکنش در مجموع به شدت گرماده می شود.

**ختم کلام...** اغلب برای آغاز یک واکنش (چه گرماگیر چه گرماده!!!) به مقداری انرژی نیاز است. به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی، انرژی فعال سازی ($E_a$) گفته می شود. مثل: دادن گرما، تابش نور، ایجاد جرقه ، تخلیه‌ی الکتریکی، وارد آوردن یک شوک مانند زدن ضربه یا افزایش ناگهانی فشار.

3

یک معادله نمادی اطلاعات زیر را در اختیار ما قرار نمی دهد:

- ✓ اطلاعاتی همچون چگونگی و ترتیب مخلوط کردن واکنش دهنده ها
- ✓ نکته های ایمنی

*(برای دستیابی به این موارد، باید به شرح عملی اجرای آن واکنش شیمیایی مراجعه کرد)*

**(تمرین فرمول نویسی !)** در هر مورد معادله ی نمادی واکنش معرفی شده را بنویسید:

**آ) محلول سدیم نیترات + رسوب نقره سیانید ⟶ محلول نقره نیترات + محلول سدیم سیانید**

**ب) محلول پتاسیم نیترات + رسوب کلسیم فسفات ⟶ محلول کلسیم نیترات + محلول پتاسیم فسفات**

**پ) اکسید جامد (IV منگنز) + گاز اکسیژن + پتاسیم منگنات جامد ⟶ پتاسیم پرمنگنات جامد**

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

**ث) فلز آلومینیوم و گرد آهن (III) اکسید با یکدیگر واکنش می دهند و نمک جامد آلومینیوم اکسید و آهن مذاب تولید می کنند. (به این واکنش، واکنش ترمیت می گویند)**

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

**پاسخ**

$$NaCN_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow AgCN_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

$$K_3PO_{4(aq)} + Ca(NO_3)_{2(aq)} \longrightarrow Ca_3(PO_4)_{2(aq)} + KNO_{3(aq)}$$

$$KMnO_{4(s)} \longrightarrow K2MnO_{4(s)} + MnO_{2(s)} + O_{2(g)}$$

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow HCl_{(g)}$$

$$Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + Fe_{(l)}$$

$$KClO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} KCl_{(s)} + O_{2(g)}$$

## ۴ قانون پایستگی جـــــرم یا مـــــــاده:

- **بیـــان** ① در واکنش های شیمیایی، نه اتمی به وجود می آید و نه اتمی از بین می رود، بلکه پس از انجام واکنش همان اتم ها به شیوه ی دیگری به هم متصل می شوند.
- **بیـــان** ② در واکنش های شیمیایی، مجموع جرم واکنش دهنده ها با مجموع جرم فراورده ها برابر است.

**تمرین:** ۳/۲ گرم آهن (III) اکسید در واکنش با گاز هیدروژن، ۲/۲۴ گرم آهن و ۱/۰۸ گرم بخارآب تولید می کند. چند گرم گاز هیدروژن کافی است؟

پاسخ : نیازی به نوشتن معادله‌ی واکنش نیست! طبق قانون پایستگی جرم، مجموع جرم واکنش دهنده ها باید با مجموع جرم فراورده ها برابر باشد، پس :

جرم بخارآب + جرم آهن = جرم هیدروژن + جرم آهن (III) اکسید

$3/2 + X = 2/24 + 1/08 \Rightarrow x = 0/12g$

**پـــــس طبق این قانـــــــون؛**

① جرم مواد در دوطرف واکنش باهم برابر است.

② تعداد هر عنصر (و نیز مجموع کل اتم‌ها) در دو طرف یکسانه.

③ الزاما، تعداد مولکول‌ها و تعداد مول‌های دو طرف واکنش برابر نیست!

④اتم‌ها نه به وجود می‌ایند و نه از بین می‌روند.

⑤مولکول‌ها، ترکیب‌ها و مواد از بین می‌روند و مولکول‌ها، ترکیب‌ها و مواد جدیدی به وجود می‌آیند!

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$$

۳ مولکول (مولکول‌های $H_2$ و $O_2$) ۲ مولکول (مولکول‌های جدید $H_2O$)

۳ مول گازی ۲ مول بخار آب

۶ اتـــم (اتم‌های H و O) ۶ اتـــم (همان اتم‌های H و O)

**بادمان باشند:** واکنش‌های هسته‌ای از قانون پایستگی جرم یا ماده پیروی نمی‌کنند!!!

5

## موازنه واکنش‌های شیمیایی:

هدف از موازنه یک واکنش شیمیایی این است که تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف واکنش یکسان شوند. (یه جورایی *اجراکننده عدالت یا همان قانون پایستگی جرم یامارهااا)*

**طریقه ی موازنه کردن واکنش های شیمیایی...**

**گام ① انتخاب عنصر آغاز گـــر**؛ عنصر آغازگر عنصری است که...

شرط ❶ در هر دو طرف معادله، فقط در ساختار یک ماده باشد.

شرط ❷ عنصر آزاد نباشد.

شرط ❸ در ساختار ماده‌ی پیچیده تر شرکت داشته باشد.

شرط ❹ زیروند بزرگتر داشته باشد.

محض یادآوری؛ ***پیشنهاد می‌کنیـــم ابتدا به سراغ شرط ❸ بروید و سپس در بین عناصری که شرط ۳ را دارند، عنصری را انتخاب کنید که شرط‌های ❶ و ❷ را نیز داشته باشند و در آخـــر اجرای شرط ❹...***

**گام ② موازنه عنصر آغازگر**؛ با انتخاب ضرایب مناسب در دو طرف معادله، این عنصر را موازنه می‌کنیم.

**گام ③ موازنه سایر عناصر**؛ موازنه واکنش را با عنصری ادامه می‌دهیم که دارای ضرایب مجهول کمتری باشد.

## نکته‌های طلایی در مورد موازنه؛

① موادی که ضرایب آنها، هنوز مشخص نشده است دارای ضرایب مجهـول هسـتند، نبایـد و نبایـد ضـرایب مجهول را برابر ۱ فرض کنیم!!!

② اگر در هنگام موازنه، ضرایب ماده‌ای کسری شد، در همان مرحله(نه در آخر موازنه!!) تمام ضرایب مشخص شده را در مخرج کسر مورد نظر ضرب می کنیم. (*طبق قرارداد، ضرایب موجود در یک معادله موازنه شده بایستی کوچکترین عدد صحیح ممکن باشد.*)

③ برای سرعت بخشیدن به موازنه، می‌توان تعداد یون‌های چند اتمـی($PO_4^{3-}$ و $NO_3^-$ و...) را بـه صـورت یـک گونه‌ی جدا در دو سوی معادله شمارش و موازنه کرد. (*یادمان باشد؛ شمارش یون‌های چند اتمی را به شرطی انجام می‌دهیم که یون مورد نظر در سمت چپ و راست واکنش عینا تکرار شده باشد.*)

۶

**(تمرین موازنـــه !)** در هر مورد معادله‌ی واکنش معرفی شده را موازنـــه کنید:

$Cl_2 + NaOH \rightarrow NaCl + NaClO_3 + H_2O$

**گـــام ① و ②** ؛ H ویژگی یک عنصر آغازگر را دارد. پس با گذاشتن ضرایب مناسب به طور همزمان در دو طرف معادله، این عنصر را موازنه می‌کنیم.

$Cl_2 + \underline{2}NaOH \rightarrow NaCl + NaClO_3 + \underline{1}H_2O$

**گـــام ③**؛ موازنه را با O ادامه می‌دهیم، چون نسبت به دیگر عناصر فقط دارای یک مجهول ($NaClO_3$) می‌باشد.... Na در دو ترکیب و Cl در سه ترکیب مجهول است!!!

$Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaCl + \underline{1/3}NaClO_3 + 1H_2O$

**تذکـــــــر؛** رسیدیم به ضریب کسری، در این مرحله باید این کسر به عدد صحیح تبدیل شود!!

$Cl_2 + 6NaOH \rightarrow NaCl + \underline{1}NaClO_3 + 3H_2O$

موازنه را با Na که نسب به Cl ضریب مجهول کمتری دارد ادامه داده و در آخر خوده Cl را موازنه می‌کنیم و تمـــام!☺☺☺

$\underline{3}Cl_2 + 6NaOH \rightarrow \underline{5}NaCl + 1NaClO_3 + 3H_2O$

.....

$\underline{2}kNO_3 + \underline{3}C + \underline{1}S \rightarrow \underline{1}K_2S + \underline{3}CO_2 + \underline{1}N_2$

**گـــام ① و ②** ؛ O ویژگی یک عنصر آغازگر را دارد. پس ابتدا این عنصر را موازنه می‌کنیم.

**گـــام ③**؛ موازنه را با یکی از عناصر K , C, N ادامه می‌دهیم (به خاطر مجهول‌های برابر و کمتر از S .)

.....

$\underline{4}C_3H_5(NO_3)_3 \rightarrow \underline{12}CO_2 + \underline{6}N_2 + \underline{10}H_2O + \underline{1}O_2$

**گـــام ① و ②** ؛ H ویژگی یک عنصر آغازگر را دارد. پس ابتدا این عنصر را موازنه می‌کنیم.

**گـــام ③**؛ موازنه را با یکی از عناصر C, N ادامه می‌دهیم...

7

$\underline{4}Ca(OH)_2 + \underline{2}H_3PO_4 \rightarrow \underline{1}Ca_3(PO_4)_2 + \underline{6}H_2O$

**گام ① و ②** ؛ Ca ویژگی یک عنصر آغازگر را دارد. پس ابتدا این عنصر را موازنه می‌کنیم.

**گام ③**؛ یون چند اتمی $PO_4^{3-}$ را به عنوان یک گونه جدا در نظر می‌گیریم؛ مثلا A ... یعنی به جای ترکیبات دارای این یون می‌نویسیم؛

$H_3PO_4 \Rightarrow H_3A$

$Ca_3(PO_4)_2 \Rightarrow Ca_3A_2$

.....

## چند تمرین برای دست گرمی...

1) $KClO_3 + NaI + HCl \rightarrow KCl + I_2 + NaCl + H_2O$

2) $K_2SO_3 + HCl \rightarrow KCl + SO_2 + H_2O$

3) $Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$

4) $C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

5) $NaHCO_3 \rightarrow H_2O + Na_2CO_3 + CO_2$

6) $Ca_3(PO_4)_3F + H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4 + HF$

7) $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow KCl + CrCl_3 + Cl_2 + H_2O$

8) $KOH + Al + H_2SO_4 + Cl_2 + H_2O \rightarrow KAl(SO_4)_2.12\,H_2O + H_2$

9) $K_3PO_4 + Ca(NO_3)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + KNO_3$

10) $P_4 + KOH + H_2O \rightarrow KH_2PO_2 + PH_3$

**بیاسخ...**

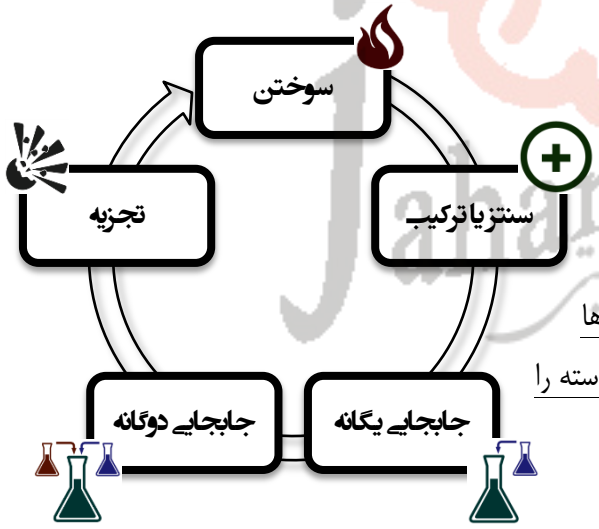
| 1661363 | 12211 | 1323 | 2746 | 2111 | 27372 | 1142237 | 2242223 | 2316 | 13331 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 2) | 3) | 4) | 5) | 6) | 7) | 8) | 9) | 10) |

8

## موازنه میانبر برخی واکنش‌های مهم...

| | |
|---|---|
| ① سوختن هیدروکربن‌ها | $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$<br>به اندازه کربن‌هایش، $CO_2$ و نصف هیدروژن‌هایش، $H_2O$ تولید خواهد کرد. در انتها فقط برای $O_2$ ضریب لازم را اعمال می‌کنیم. |
| ② اکسایش گلوکز | $\underline{1}C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$<br>ضریب گلوکز $\underline{1}$ می‌باشد!!! |
| ③ تجزیه نیترو گلیسیرین | $\underline{4}C_3H_5(NO_3)_3 \xrightarrow{\Delta} 12CO_2 + 6N_2 + 10H_2O + 1O_2$<br>ضریب نیتروگلیسیرین $\underline{4}$ می‌باشد!!! |
| ④ تجزیه آمونیوم دی کرومات | $\underline{1}(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \xrightarrow{\Delta} 1Cr_2O_{3(s)} + 4N_{2(g)} + 1H_2O_{(g)}$<br>ضریب آمونیوم دی کرومات $\underline{1}$ می‌باشد!!! |
| ⑤ واکنش‌های تصفیه فضاپیما | $\underline{2}Li_2O_2 + 2CO_2 \rightarrow 2Li_2CO_3 + 1O_2$<br>$\underline{2}LiOH + 1CO_2 \rightarrow 1Li_2CO_3 + 1H_2O$<br>لیتیم پروکسید و لیتیم هیدروکسید با ضریب 2، کربن دی‌اکسید را جذب می‌کنند. |

## دسته بندی واکنش‌های شیمیایی:




- دسته بندی پنجگانه روبرو رایج ترین شیوه‌ی طبقه بندی واکنش‌های شیمیایی است.
- برخی واکنش‌ها را نمی‌توان تنها به یکی از این دسته‌ها متعلق دانست، زیرا ممکن است ویژگی بیش از یک دسته را داشته باشند.

در این بخش می آموزیم که چگونه فرآورده های یک واکنش های شیمیایی را بنویسیم ، بنابراین با مبحث مهمی سر و کار داریم . چون شیمی است و نوشتن واکنش های شیمیایی ...

## ۹ واکنش سوختن...

واکنشی است که در آن یک ماده به سرعت و شدت ، با اکسیژن ترکیب و مقدار زیادی انرژی به صورت نور و گرما آزاد می شود. و اغلب، ترکیب های اکسیژن دار را به وجود می آورد.

$$\text{هیدروکربن} + O_2 \xrightarrow{\Delta} \underbrace{CO_2 + H_2O}_{\text{ترکیبات اکسیژن دار}} + \underbrace{\text{نور و گرما}}_{\text{انرژی}}$$

| | |
|---|---|
| متان | $CH_{4(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + \text{انرژی}$ |
| اتانول | $C_2H_5OH_{(l)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + \text{انرژی}$ |
| بنزن | $C_6H_{6(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + \text{انرژی}$ |
| اتین | $C_2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + \text{انرژی}$ |
| اتن | $C_2H_{4(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + \text{انرژی}$ |

در سوختن هیدروکربن‌ها، اگر مقدار اکسیژن کافی نباشد، سوختن به صورت ناقص اتفاق خواهد افتاد و به جای $CO_2$ ، C یا CO تولید خواهد شد!!!

**یادمان باشد①** : به طور کلی در واکنش‌های سوختن و تجزیه نمک‌ها که در دمای بالا انجام می‌گردد، در شرایط آزمایش $H_2O$ به صورت $H_2O_{(g)}$ خواهد بود!!!

**یادمان باشد②** : واکنش گلوکز (یک ترکیب آلی) با $O_2$ از نوع اکسایش خواهد بود، نه سوختن!!!

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

$$\text{فلزات گروه ۱و۲ بجزء Be} + O_2 \xrightarrow{\Delta} \underbrace{\text{اکسید فلز}}_{\text{ترکیبات اکسیژن دار}} + \underbrace{\text{نور و گرما}}_{\text{انرژی}}$$

| | |
|---|---|
| سدیم | $Na_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow Na_2O_{(s)} + \text{انرژی}$ |
| منیزیم | $Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow MgO_{(s)} + \text{انرژی}$ |

**یادمان باشد③** : به طور کلی اگر واکنش فلز با اکسیژن به آرامی و بدون شعله انجام شود، جزء واکنش سوختن محسوب نمی شود بلکه به این واکنش «اکسایش » می گویند. (اکسایش جزو واکنش‌های ترکیب است!)

| تفاوت‌ها | سوختن | اکسایش |
|---|---|---|
| | با سرعت و شدت | به آرامی |
| | مجاور شعله | بدون نیاز به شعله |
| | آزاد کردن نور و گرما | فقط آزاد کردن گرما |

این کنزینه مهمترین تفاوته اشاره به $E_a$

البته بظاهر سرعت بسیار کم اکسایش، گرمای واکنش آنقدر آهسته آزاد می‌شود که احساس نمی‌کنیم!!

## ۱۰ از مهمترین واکنش‌های اکسایش؛

$Fe_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)}$ اکسایش آهـن (البته آهن در مجاورت اکسیژن خالص می‌سوزد!!)

$Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow MgO_{(s)}$ اکسایش منیزیم در شرایط خاص

$Be_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\text{بالاتر از } 600\ ^\circ C} BeO_{(s)}$ اکسایش بریلیم در دمای بالاتر از $600^\circ C$

$C_6H_{12}O_{6(aq)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ اکسایش گلــوکز

$N_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\text{کاتالیزگر / فشار بالا}} NO_{(g)}$ اکسایش نیتروژن

(البته... در هنگام رعد و برق به دلیل تامین انرژی فعالسازی، بخشی از نیتروژن هوا می‌سوزد!! و همچنین درون موتور خودرو ها هم در دمای بالا $N_2$ می‌سوزد.

**یادمان باشند ④** : فلزات قلیایی در معرض هوا (که اکسیژن دارای غلظت کمتری است!!) اکسایش می‌یابند و به سرعت در هوا تیره شده و جلای خود را از دست می‌دهند.

در واقع مخلوط پیچیده‌ای از ترکیبات رو سطح‌شان تشکیل می‌شود.

Li, Na, K, Rb, Cs ←
- Li: تشکیل فقط اکسید $Li_2O$
- Na: تشکیل اکسید و پراکسید $M_2O$ و $M_2O_2$
- K, Rb, Cs: تشکیل اکسید و سوپراکسید و پراکسید $M_2O$ و $M_2O_2$ و $MO_2$

**یادمان باشند ⑤** : لیتیم پرکسیدی که داریم، مربوط به واکنش Li با اکسنده‌های قویتر از اکسیژنِ هواست!!!!

- برخی نافلز + $O_2$ → اکسید نافلـــزی + نور و گرما
- برخی ترکیب نافلزی + $O_2$ → ترکیب اکسیژن‌دار + نور و گرما

| | |
|---|---|
| کربن | $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + q$ |
| هیدروژن | $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + q$ |
| فسفر | $P_{4(s)} + O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(g)} + q$ |
| گوگرد | $S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + q$ |

$P_4$

$P_4O_{10}$

| | |
|---|---|
| هیدروژن سولفید | $H_2S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + q$ |
| گوگرد دی اکسید | $SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{3(g)} + q$ |
| کربن دی سولفید | $CS_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + SO_{2(g)}$ |
| کربن مونوکسید | $CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ |

کربن مونوکسید با در دمای $750\ ^\circ C$ یا در حضور کاتالیزگر در دماهای پایین تر می‌سوزد!!

۱۱

**یادمان باشند⑥** : فراورده های حاصل از سوختن کامل یک ترکیب در اکسیژن $O_{2(g)}$ را می توان بر مبنای عناصر تشکیل دهنده ی ترکیب پیش بینی کرد. در ۲۵°C، اگر ترکیبی شامل :

- کربن باشد ← $CO_{2(g)}$ تولید می شود.
- هیدروژن باشد ← $H_2O_{(g)}$ تولید می شود.
- گوگرد باشد ← $SO_{2(g)}$ تولید می شود.

**یادمان باشند⑦** : اگر در واکنش سوختن فقط یک نوع فراورده تشکیل شود، واکنش مورد نظر علاوه برسوختن، جزوه واکنش‌های ترکیب هم محسوب می‌شود!!!

## واکنش سنتز یا ترکیب...

واکنشی است که در آن چند ماده با هم ترکیب می شوند و فراورده (ها)ی تازه ای با ساختار پیچیده تر تولید می کنند.

**ترکیب دو عنصر → عنصر + عنصر** ①

- فلز + $O_2$ → (اکسید بازی) اکسید فلز
- نافلز + $O_2$ → (اکسید اسیدی) اکسید نافلز
- فلز + نافلز → (ترکیب یونی) نمک
- نافلز + نافلز → ترکیب مولکولی

همراه با نور و گرما باشد، هم سوختن و هم ترکیبه
بدون نور و گرما باشد، هم اکسایش و هم ترکیبه

| |
|---|
| $Al_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow Al_2O_{3\,(s)}$ |
| $N_{2(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow NO_{(g)}$ |
| $Fe_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)}$ |
| $Fe_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow FeS_{(s)}$ |
| $Ca_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow \underline{CaCl_{2(s)}}$ (بسته تولید کننده گرما) |
| $N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow NH_{3(g)}$ (فرایند صنعتی) |

رجوع به ص ۱۰

بدلیل اکسندگی بالای $O_2$ نسبت به S ، آهن در واکنش با اکسیژن به عدد اکسایش بالا (+۳) و با S به عدد اکسایش پایین (+۲) می‌رسد!!

نکـــران نباشـــین! به جز واکنش Fe با $O_2$، در سایر واکنش‌ها آهن به ظرفیت ۲ می‌رسد.

$$Fe_{(s)} + HCl_{(g)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$
$$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$

تولید $NH_3$ (پرکاربردترین ترکیب N) طی دو مرحله می‌باشد، (در دمای ۵۵۰ °C و فشار ۲۰۰ atm و در حضور کاتالیزگر Fe)

$$N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow N_2H_{4(g)}$$
$$N_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightarrow NH_{3(g)}$$
$$N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow NH_{3(g)}$$

12

(هیدروکسید فلز) باز ← $H_2O$ + اکسید فلزات ۱ و ۲ بجزء Be , Mg

اسید ← $H_2O$ + اکسید نافلزات بجزء $N_2O$ ، NO و $CO$

(ترکیب یونی) نمک ← اکسید نافلز + اکسید فلز

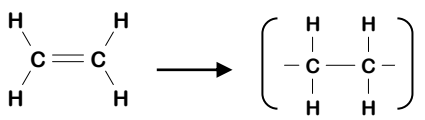
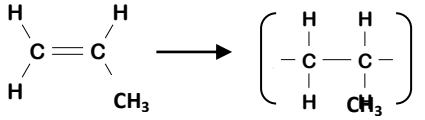
| | |
|---|---|
| $Na_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NaOH_{(aq)}$ | |
| $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ | دو اسید بسیاااار ناپایدار که سریع به مواد سازنده‌شان تبدیل می‌شوندااا (رجوع به ص ۱۵) |
| $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$ | |
| $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ | |
| $N_2O_3 + H_2O \rightarrow HNO_2$ | |
| $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$ (سنگ آهک) | |
| $Na_2O_{(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow NaHCO_{3(s)}$ | جوش شیرین ( رجوع به ص ۱۴ ) |

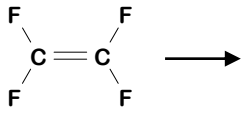
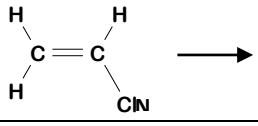
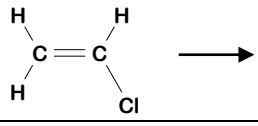
$NH_3$ + اسید ← نمک آمونیوم دار

| | |
|---|---|
| $NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(s)}$ | گرد سفیدرنگ آمونیم کلراید (نشادر) |
| $NH_{3(g)} + HBr_{(g)} \rightarrow NH_4Br_{(s)}$ | |
| $NH_{3(aq)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow NH_4NO_{3(aq)}$ | به عنوان بسته تولید کننده سرما |

n (مونومر)$_{(g)}$ ← (پلیمر)$_{n(s)}$

واکنش پلیمرشدن (بسپارش)، واکنشی است که طی آن هزاران مولکول کوچک (مونومر یا تکپار) با یکدیگر ترکیب شده و درشت مولکول هایی به نام پلیمر (بسپار) تولید می شود. (فرایند صنعتی است!)

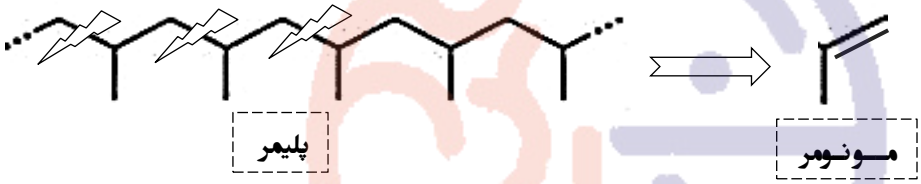
| | | |
|---|---|---|
| اِتن |  | پلی اِتن (پلاستیک معمولی) |
| پروپن |  | پلی پروپن (کاربرد در تولید ریسمان و نخ) |

| | | |
|---|---|---|
| تترافلوئورو اِتن |  | پلی تترا فلوئورو اِتن (تفلون) |
| سیانواِتن |  | پلی سیانو اِتن (کاربرد در تولید پتوی آکریلیک) |
| کلرواِتن (وینیل کلرید) |  | پلی وینیل کلرید (کاربرد در وسایل پلاستیکی گوناگون) |

**یادمان بافتند①** : هنگامی که ساختار پلیمر را بدهند و مونومر سازنده‌اش را بخواهند به ترتیب زیر عمل خواهیم کرد؛

❶ ابتدا در زنجیره اصلی پلیمر مورد نظر، پیونها را به صورت یک در میان، شکسته فرض کرده.

❷ پیوندهایی که به صورت یک در میان سالم باقی مانده‌اند را به صورت پیوند دوگانه فرض می‌کنیم.

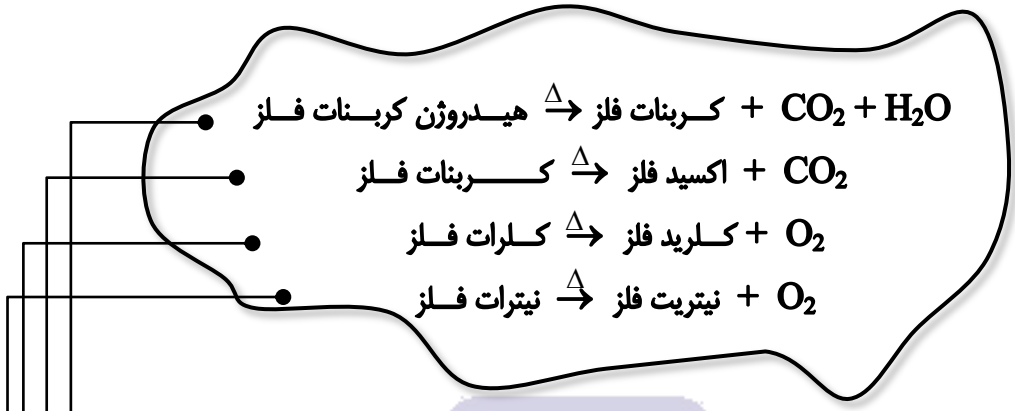



**یادمان بافتند②** : **اگر از اتیلن، یک هیدروژن (H)کم کنیم به بنیان باقیمانده، وینیل ($CH_2=CH.$) گویند.**

Jahanshahi
مدرس شیمی کنکور - تقویتی

## ۱۴ واکنش تجزیه...

واکنشی است که در آن یک ماده ، به مواد ساده تری تبدیل می شود.



$NaHCO_{3(s)} \rightarrow Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$

$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

$KClO_{3(s)} \rightarrow KCl_{(s)} + O_{2(g)}$

$KNO_{3(s)} \rightarrow KNO_{2(s)} + O_{2(g)}$

$Na_2CO_3$ و $K_2CO_3$ این واکنش را انجام نمی‌دهند!!!

در مورد پتاسیم نیترات...

$KNO_{3(s)} \xrightarrow{\text{بالاتر از } 500\,^\circ C} K_2O_{(s)} + N_{2(g)} + O_{2(g)}$

**نکته داریم چه نکته‌ایی... در مورد تولید و تجزیه، جوش شیرین؛ $NaHCO_{3(s)}$**

محصول نهایی و یکطرفه (بجزوه واکنش ترکیب)

$$Na_2O_{(s)} + \underline{2CO_{2(g)}} + H_2O_{(g)} \rightarrow Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftarrows NaHCO_{3(s)}$$

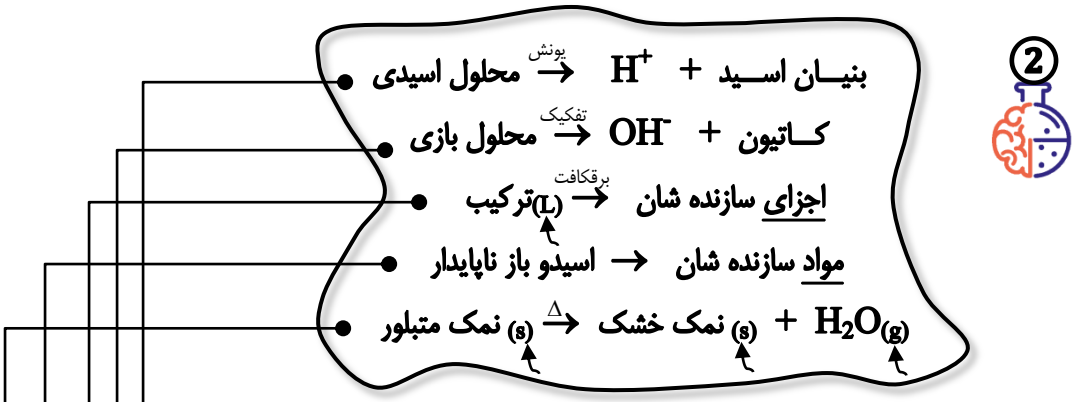
$CO_2 + CO_2$

**یادمان باشد①** : در واقع، $Na_2O$ و $CO_2$ می‌توانند به راحتی باهم واکنش داده و $Na_2CO_3$ را تشکیل دهند، اما همانطور که در بالا ذکر شد در بین کربنات‌ها، $Na_2CO_3$ نمی‌تواند به $CO_2$ و $Na_2O$ تبدیل شود. (دلیل! خارج از محدوده‌ی کتاب...)

**ختم کلام... تجزیه جوش شیرین برگشت پذیره، اما تولیدش برگشت ناپذیره (همان یکطرفه)!!!**

15

**یادمان باشند**② : معکــوس اکثر واکنش‌های ترکیب، جزوه واکنش‌های تجزیه خواهد بود!!!




| |
|---|
| $HNO_{3(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$ |
| $NaOH_{(aq)} \rightarrow OH^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$ |
| $H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + O_{2(g)}$ |
| $NaCl_{(l)} \rightarrow Na_{(l)} + Cl_{2(g)}$ |
| $H_2SO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} \leftrightarrow SO_{2(aq)}$ |
| $H_2CO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} \leftrightarrow CO_{2(aq)}$ |
| $NH_4OH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_{3(g)} \leftrightarrow NH_{3(aq)}$ |
| $1MgCl_2 . nH_2O_{(s)} \rightarrow 1MgCl_{2(s)} + nH_2O_{(g)}$ |

اگــر فــراورده‌ی واکنشی یکی از ایــن ناپایدارها باشه! بهتره به صورت تجزیه شده بنویسیم...

برای جلوگیری از تجزیه این سه تا، باید آنهــا را در طــروف دربسته و در جای خنک نگهداری کنیم.!

## تجزیه‌هایِ بی دروپیــکــر

| | |
|---|---|
| پتاسیم پرمنگنات | $KMnO_{4(s)} \rightarrow K_2MnO_{4(s)} + MnO_{2(s)} + O_{2(g)}$ |
| آلومینیوم سولفات | $Al_2(SO_4)_{3(s)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + SO_{3(g)}$ |
| نیتروگلیسیرین | $C_3H_5(NO_3)_3 \rightarrow CO_2 + N_2 + H_2O + O_2$ |
| سولفوریل کلرید | $SO_2Cl_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ |

16

| | |
|---|---|
| هیدروژن پرکسید | $H_2O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + q$ |
| نیتروژن دی اکسید<br>دی نیتروژن تترا اکسید<br>دی نیتروژن پنتا اکسید | $NO_{2(g)} \rightarrow NO_{(g)} + O_{2(g)}$<br>$N_2O_{4(g)} \rightarrow NO_{2(g)}$<br>$N_2O_{5(g)} \rightarrow NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ |
| متانول | $CH_3OH_{(g)} \xrightarrow{T\uparrow} CO_{(g)} + 2H_{2(g)}$ |
| سدیم آزید | $NaN_{3(s)} \rightarrow Na_{(s)} + N_{2(g)}$ |
| آمونیـــوم دی کرومات | $(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + N_{2(g)} + H_2O_{(g)}$ |
| اتانوئیک اسید | $CH_3COOH_{(g)} \rightarrow CH_{4(g)} + CO_{2(g)}$ |

رجوع به ص ۲۶

① با اینکه متانول مایع است، ولی چون در لحظه تجزیه، دمـا نسبتا بالاست بـرای همـین ایـن مـاده تبخـیر شـده و بـه حالت گاز (g) نشان داده می‌شود!!!

② عکس این واکنش برای تولیدِ متانول است. $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_3OH_{(l)}$

③ بر اثر گرم کردن چوب در غیاب $O_2$، هم می‌توان متانول بدست آورد. $\xrightarrow{400^\circ C}$ $CH_3OH_{(g)}$ چوب

برای همین به متانول، الکل چوب هم می‌گویند!!!

④ اشتباه نکنیم!!! از تجزیه متانول، گاز آب بدست نمی آید!! چون در گاز آب نسبت مولی $H_2$ به CO یک به یک است. ( رجوع به ص ۲۸ )

⑤ از کـاربردهای متـانول، ❶ حلال ❷ ماده‌ی اولیه برای تولید بسیاری از مواد شـیمیایی ❸ در برخـی کشورها بـه عنوان سوخت تمیز

به واکنش کوه آتشفشان معروف است که در آن،

آمونیوم دی کرومات، جامدی بلوری و نارنجی رنگ محلول در آب است که بر اثر شعله ی کبریت، به جامد سبزرنگ کروم (III) اکسید نامحلول در آب، گاز نیتروژن و بخار آب تجزیه می شود.

به عنوان مولد گاز $N_2$ برای پر کردن کیسه هوای خودروست!!! رجوع به ص ۵۴

17

## واکنش جابجایی یگانه...

واکنشی است که در آن یک عنصر یا یون، جانشین عنصر یا یون دیگری در یک ترکیب می شود.

↖ برای نوشتن فراورده های واکنش جابه جایی یگانه ، باید جای فلز را با فلز دیگر و یا هیدروژن عوض کنیم. اگر در واکنش، فلز وجود نداشته باشد، باید جای دو نافلز را با هم عوض کنیم.

**فلـز ↔ فلـز**
**فلـز ↔ هیدروژن**
**نافلـز ↔ نافلـز**

↖ **پس شعـــار این واکنش ها...**

**یادمان باشد**(1) : هنگامی که جای عناصر را عوض می‌کنیم، مواظب قوانین فرمول نویسی باشیم!!!

**یادمان باشد**(2) : فلزات غیـر فعال نمی‌توانند با H جابجایی انجام دهند... (در ادامه بحث خواهد شد!!!)

↖ **۲ نکته مهم در مورد واکنش پذیـری عناصر؛**
❶ واکنش پذیری فلـــزات
❷ واکنش پذیری نافلزات (هالوژن‌ها)

### ❶ واکنش پذیری فلـــزات...

با توجه به جدول $E^{\circ}$ عناصر داریم؛

*قدرت واکنش پذیری*

**فلزات IA و IIA و Al > فلـــزات واسطه > (H) > فلـــزات غیر فعال**

Cu
Ag
Hg
Pd
Pt
Au

↖ به عبارتی؛ فلز قوی (فعالتر) می‌تواند با ترکیب فلز ضعیف (غیر فعال) واکنش دهد و آن فلز را از ترکیب خارج کند، ولـی برعکس این قضیه اتفاق نمی افتـــد!!!

**ترکیب فلز قوی + فلز ضعیف → ترکیب فلز ضعیف + فلز قوی**

**چند نمونه...**

➢ $Zn_{(s)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow ?$

*می خواهیم فرآورده های این واکنش را بنویسیم . **Zn** یک فلز است و **Ag** هم ! پس باید جای این دو فلز را با هم عوض کنیم . یعنی **Zn** برود در کنار **$NO_3$** قرار بگیرد. **Zn** در کنار **$NO_3$** یک ترکیب یونی را تشکیل می دهد. پس باید نحوه‌ی فرمول نویسی ترکیبات یونی را به خوبی بلد باشیم . **Zn** با ظرفیت ۲ در کنار یون نیترات ($NO_3^-$) قرار می گیرد و با هم ترکیب **$Zn(NO_3)_2$** را شکل می دهند. بنابراین :*

$$Zn_{(s)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow Zn(NO_3)_{2(aq)} + Ag_{(s)}$$

➢ $Al_{(s)} + HBr_{(aq)} \rightarrow ?$

18

**Al** یک فلز است و باید جای آن را با **H** عوض کنیم. این که بعد از جابه جایی فلز، باید هواسمان به ظرفیتِ فلز و آنیون باشد را در مثال قبل توضیح دادیم. بنابراین در این مثال، یکی از محصولات مان $AlBr_3$ خواهد بود. اما نکته ای که می خواهیم در این مثال به آن تاکید کنیم ، این است که حالت آزاد عنصر هیدروژن به صورت $H_2$ است نه **H**. همین! پس معادله ی این واکنش به صورت زیر خواهد بود:

$$\underline{Al}_{(s)} + \underline{H}Br_{(aq)} \rightarrow AlBr_{3(aq)} + H_{2(g)}$$

H-OH

➢ $\underline{Na}_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$ بهتره آب را در واکنش‌ها، به صورت تفکیک شده در نظر بگیریم!!!

➢ $\underline{Cu}_{(s)} + \underline{H}Br_{(aq)} \rightarrow$ انجام ناپذیر

➢ $\underline{Ag}_{(s)} + \underline{Zn}Cl_{2(aq)} \rightarrow$ انجام ناپذیر

بریلیوم (Be)، تنها عنصر قلیایی خاکی است که با آب یا بخار آب وارد واکنش نمی دهد. و پایین تر از ۶۰۰°C در هوا نیز اکسایش نمی یابد.

فلزات گروه I و II بجزء **Be** با آب واکنش می‌دهند! (واکنش سایر فلـزات با آب بسیاااااار کمه!!!)

البته **Hg، Ag ، Cu** می‌توانند با $HNO_3$ واکنش دهند!! ( یعنی جای **H** می‌توانند بنشینند) امـا و امـا به جای گاز $H_2$ ، بسته به غلظت و دما، گاز **NO** یا $NO_2$ تولید می‌کنند،

$$Cu_{(s)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + NO_{(g)} + H_2O_{(l)}$$

در ضمن **Au** هم با مخلوط $HNO_3$و **HCl** (تیـزاب) به نسبت ۳ به ۱ واکنش می‌دهد.

## ۳ واکنش بسیـــــــار مهم جابجایی یگانه؛

① دوتاش برای تولید آهن مذاب $(Fe_{(l)})$

② یکی برای تولید سیلسیم خالص $(Si_{(s)})$

### ❶ تولید آهن مذاب $(Fe_{(l)})$ (فرایند صنعتی می‌باشد!)

$$Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow \mathbf{Fe_{(l)}} + AL_2O_{3(S)} + q$$

$$C_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \xrightarrow{T\uparrow} \mathbf{Fe_{(l)}} + CO_{2(g)}$$

معروف به واکنش **ترمیت**... به خاطر گرماده بودن شدید واکنش، **Fe** تولید شده بصورت مذاب می‌باشد!!!

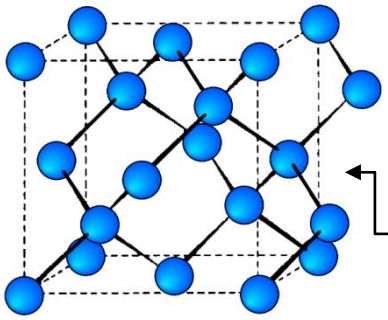
معروف به واکنش **تولید آهن از سنگ معدنش**... به خاطر دمـای بالای واکنش، **Fe** تولید شده بصورت مذاب می‌باشد!!! (واکنش پذیری **C > Fe** برای همین **C** جانشین **Fe** شده!!!)

۱۹

### ❷ تولید سیلسیم خالص ($Si_{(s)}$)

$$Mg_{(s)} + SiCl_{4(l)} \rightarrow MgCl_{2(s)} + \mathbf{Si_{(s)}}$$

- این واکنش بدون حضور آب انجام می‌شود! (در این واکنش فاز aq نداریـــم) چون در حضور آب، Mg بدون اینکه جابجایی را انجام دهد با آب سریع واکنش می‌دهد...
- $SiCl_4$ یک ترکیب نامحلول در آب است (به خاطر ناقطبی بودن) و برای همین از $SiCl_{4(l)}$ (مذاب) استفاده می‌کنند. ($SiCl_{4(aq)}$ نـــه!!!)
- $MgCl_2$ یک ترکیب یونی ⇐ نقطه ذوب و جوش ↑ ⇐ در دمای اتاق بصورت s
- $SiCl_4$ یک ترکیب مولکولی ⇐ نقطه ذوب و جوش ↓ ⇐ در دمای اتاق بصورت l
- سیلسیم خالص ($Si_{(s)}$) ساختاری شبیه الماس دارد (یعنی یک جامد کووالانسی است)
- از کاربردهای سیلسیم خالص، ① تراشه های الکترونیکی (نه الکتریکی!) ② سلول‌های خورشیدی



### ❷ واکنش پذیری نافلـــزات (هالـوژن‌ها)...

F
Cl
Br
I

از پایین به بالا بر واکنش پذیری هالوژن‌ها افزوده می‌شود.

- به عبارتی؛ هالوژن بالایی (قوی یا فعال‌تر) می‌تواند با ترکیب هالوژن پایینی (ضعیف یا فعالیت کمتر) واکنش دهد. (یعنی جانشین آن هالوژن در ترکیب شود) ولی برعکس قضیه فوق اتفاق نمی‌افتد!!!

**نمک هالوژن بالایی + هالوژن پایینی → نمک هالوژن پایینی + هالوژن بالایی**

**یادمان باشد:** $F_2$، با اینکه در بالای گروه قرار دارد، ولی از این قاعده مستثنی است (یعنی نمی‌تواند جانشین هالوژن پایین تر در ترکیب شود!!) **چون** این واکنش ها در (aq) انجام می‌شود و به خاطر واکنش شدید $F_2$ با آب، برای همین قبل از اینکه جانشین هالوژن شود به سرعت با آب واکنش می‌دهد.

➢ $Cl_{2(g)} + HBr_{(aq)} \rightarrow ?$

کافی است جای Cl و Br را که دو نافلز هستند، با هم عوض کنیم. و توجه داشته باشیم که حالت آزاد عنصر برم به صورت $Br_2$ است نه Br. پس :

$$Cl_{2(g)} + HBr_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + Br_{2(aq)}$$

**از آنجایی که ترکیب یونی پتاسیم برمید محلول در آب است و در این واکنش آب حضور دارد، برم حاصل نیز در آب حل می شود. بنابراین حالت فیزیکی برم به جای مایع ، محلول در آب است.**

➢ $\underline{I_{2(s)}} + NaBr_{(aq)} \rightarrow$ انجام ناپذیر

## جمع بندی با حالـــــــــــ...

*در واکنش‌های جابجایی یگانه، عنصری که (چه فلز و چه نافلز) می‌خواهد جانشین عنصر دیگری در ترکیب شود، باید قوی و فعالتر نسبت به عنصر موجود در ترکیب باشـــد!!! (برای همین بسیاری از جابجایی های یگانه در جهت برگشت انجام ناپذیرند.)*

## واکنش جابجایی دوگانه...

واکنشی است که در آن جای دو عنصر در دو ترکیب با هم عوض می شود. (به عبارتی کاتیون هر ترکیب را به آنیون ترکیب دیگر وصل می‌نماییم!!!)

**پس شعـــار این واکنش‌ها...**

**فلـز ↔ فلـز**
**فلـز ↔ هیدروژن**

**تفاوت مهم واکنش‌های جابجایی یگانه و دوگانه...**

**① در هر سمت جانشینی یگانه بر خلاف دوگانه، یکی از مواد به حالت آزاد ($Fe$ ، $I_2$ و...) یا بصورت یون وجود دارد.**

**② در معادله جانشینی دوگانه، همه مواد شرکت کننده در واکنش به صورت یون چند اتمی یا ترکیب (اسید- باز- نمک و...) هستند.**

**چند نمونه....**

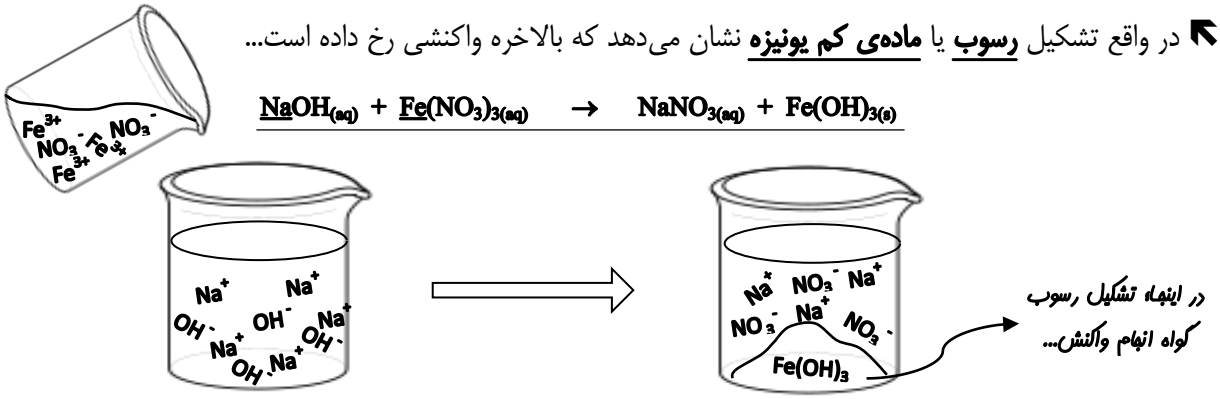
➢ $\underline{NaOH_{(aq)}} + \underline{Fe(NO_3)_{3(aq)}} \rightarrow NaNO_{3(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

➢ $\underline{Ba(OH)_{2(aq)}} + \underline{HNO_{3(aq)}} \rightarrow BaNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

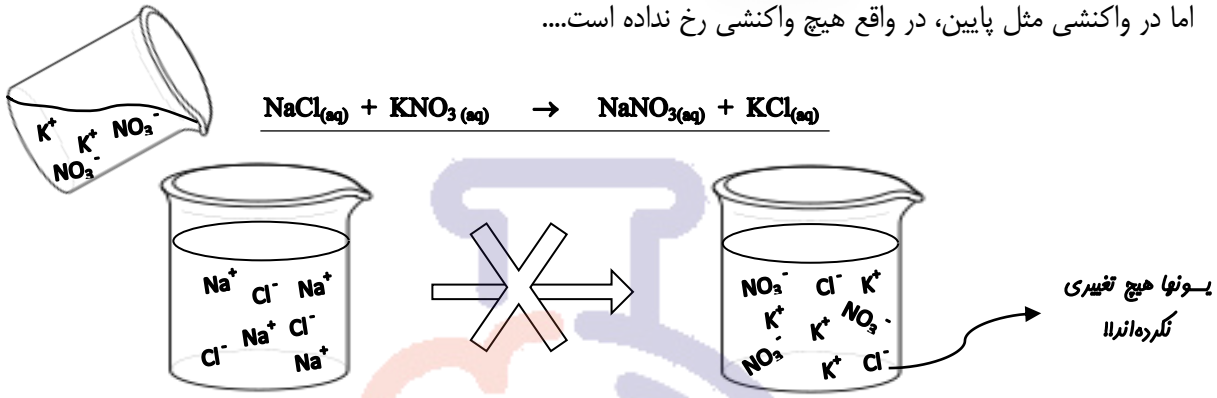
➢ $\underline{KF_{(aq)}} + \underline{HNO_{3(aq)}} \rightarrow KNO_{3(aq)} + HF_{(aq)}$

**شـــرط انجـــام واکـنش‌هـای جانشـینی دوگانه:**
**① تشکیل رسوب.**
**② تشـکیل مـاده کـم یـونیزه (مثـل آب و اسیدهای ضعیف...).**

21 در واقع تشکیل **رسوب** یا **ماده‌ی کم یونیزه** نشان می‌دهد که بالاخره واکنشی رخ داده است...




اما در واکنشی مثل پایین، در واقع هیچ واکنشی رخ نداده است....




**نتیجه گیری...** اگـــــر در واکنش جانشینی دوگانه، همـه مـواد موجـود در دو ظـرف واکنش بصورت **یون‌های مجـــزا** و **محلول (aq)** باشند، واکنش در واقع انجام ناپـذیـــره!!!

## ۳ واکنش بسیـــــــار مهم جابجایی دوگانه؛

① یکی در ساخت فیلم عکاسی $(AgBr_{(s)})$

② دیگری در تولید یک طعم دهنده $(C_8H_8O_3)$

② آن یکی در تولید یک تب بر $(C_9H_8O_4)$

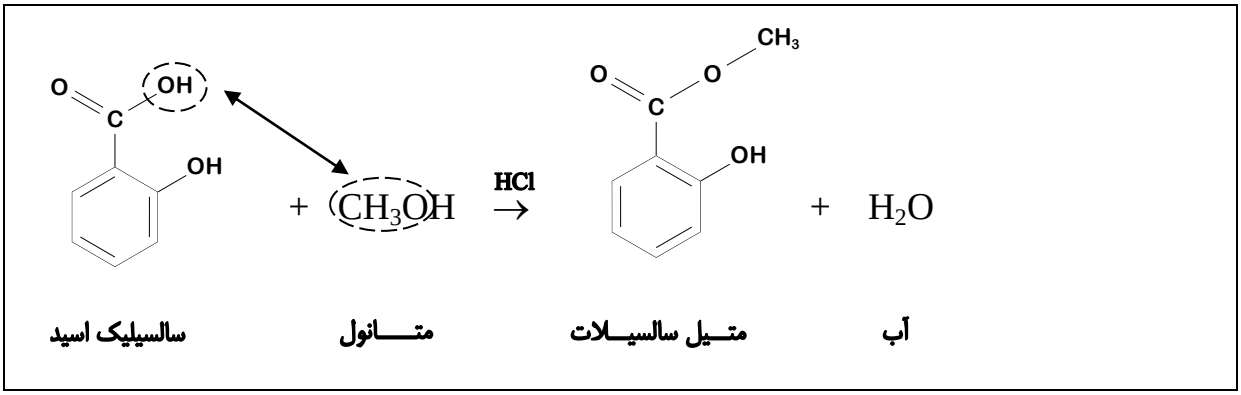
**1 تولید AgBr (نقـــره برمید)**

$$AgNO_{3(aq)} + NaBr_{(aq)} \rightarrow \mathbf{AgBr_{(s)}} + NaNO_{3(aq)}$$

*نقره برمیدِ رسوب شده به عنوان یکی از ترکیب‌های بکار رفته در ساخت فیلم عکاسی است.*

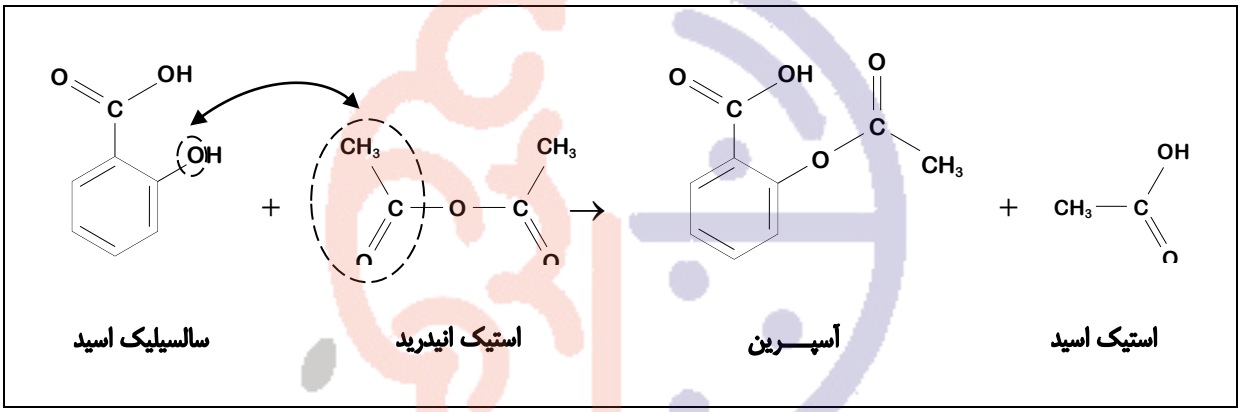
## ❷ تولید $C_8H_8O_3$ (متیل سالسیلات)






- متیل سالسیلاتِ تولید شده به عنوان یک طعم دهنده بکار می‌رود.
- این واکنش از نوع واکنش اِستری شدن هم است (متیل سالسیلات یک اِستر است!)
- به گروه‌های OH موجود در ساختارهای بالا دقت کنید؟!!! ((گروه هیدروکسیل (OH) در همه ترکیبات آلی، عامل الکلی است بجز وقتی که به حلقه بنزن و گروه کربونیل، متصل شود!! ))

## ❸ تولید $C_9H_8O_4$ (آسپرین)




- آسپرین بطور طبیعی در پوست درخت بید یافت می‌شود.
- این دارو سبب کاهش تب و لرز در بیماران مبتلا به مالاریا می‌شود، در این دارو برای تسکین درد و تب، تپش‌های قلبی و احتمال وقوع سکته را نیز کاهش می‌دهد.
- مصرف آسپرین برای افراد دارای زخم معده توصیه نمیشود. زیرا سبب خونریزی معده می‌شود!!!

**لازم است بدانیم..... از اهداف واکنش های جابجایی دوگانه؛**

**شناسایی یون‌های موجود در محلول نمک است.** در واقع تشکیل رسوب بر اثر مخلوط کردن مخلوط دو نمک با هدف شناسایی یون (اغلب **کاتیون**) موجود در محلول است.

*چون بیشتر کاتیون‌های فلزی با ارزش و گران قیمت هستند برای همین شناسایی‌شان با اهمیت می‌باشد.*

برای تشخیص وجود یک یون (مثلا کاتیون) در یک محلول، باید به آن ماده‌ای بیافزاییم تا با یون مورد نظر رسوب نماید، زیرا تا زمانی که یون به صورت محلول هست، با چشم دیده نمی‌شود ولی به محضِ ته نشین شدن (همان رسوب) قابل رویت و شناسایی خواهند شد.

**ختم کلام؛** برای شناسایی یک کاتیون در حالت محلول، باید به آن محلولی بیافزاییم که آنیون آن، با کاتیون بتواند تشکیل رسوب دهد.

## ⑪ مواد نامحلولِ کنکوری...

## " شناسایی یون‌ها در حالت محلول "

| کاتیون مورد شناسایی | آنیونی که باید اضافه کنیم | واکنش مورد نظر و رسوب تشکیل شده | رنگ رسوب |
|---|---|---|---|
| $Pb^{2+}$ | $I^-$ | $Pb(NO_3)_{2(aq)} + KI_{(aq)} \rightarrow \mathbf{PbI_{2(s)}} + KNO_{3(aq)}$ | زرد |
| | $CrO_4^{2-}$ | $Pb(NO_3)_{2(aq)} + K_2CrO_{4(aq)} \rightarrow \mathbf{PbCrO_{4(s)}} + KNO_{3(aq)}$ | زرد |
| $Fe^{2+}$ | $OH^-$ | $FeCl_{3(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow \mathbf{Fe(OH)_{3(s)}} + NaCl_{(aq)}$ | قرمز قهوه‌ای |
| $Ba^{2+}$ | $SO_4^{2-}$ | $BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow \mathbf{BaSO_{4(s)}} + NaCl_{(aq)}$ | سفید |
| $Ag^+$ | $CrO_4^{2-}$ | $AgNO_{3(aq)} + K_2CrO_{4(aq)} \rightarrow \mathbf{Ag_2CrO_{4(s)}} + KNO_{3(aq)}$ | قرمز قهوه‌ای |
| | $CN^-$ | $AgNO_{3(aq)} + NaCN_{(aq)} \rightarrow \mathbf{AgCN_{(s)}} + NaNO_{3(aq)}$ | سفید |
| | $Br^-$ | $AgNO_{3(aq)} + NaBr_{(aq)} \rightarrow \mathbf{AgBr_{(s)}} + NaNO_{3(aq)}$ | زرد کم رنگ |
| | $Cl^-$ | $AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow \mathbf{AgCl_{(s)}} + NaNO_{3(aq)}$ | سفید |
| | $I^-$ | $AgNO_{3(aq)} + NaI_{(aq)} \rightarrow \mathbf{AgI_{(s)}} + NaNO_{3(aq)}$ | سفید |
| $Ca^{2+}$ | $PO_4^{3-}$ | $Ca(OH)_2 + H_3PO_{4(aq)} \rightarrow \mathbf{Ca_3(PO_4)_{2(s)}} + H_2O_{(l)}$ | سفید |
| $Mg^{2+}$ | $PO_4^{3-}$ | $MgCl_2 + Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow \mathbf{Mg_3(PO_4)_{2(s)}} + NaCl_{(aq)}$ | سفید |

**یادمان باشد... هر آنیون دیگری که بتواند کاتیون‌های مورد نظر را رسوب دهد، می‌تواند برای شناسایی استفاده شود!!! (آنیون‌های استفاده شده در اینجا به خاطر اشاره در کتاب درسی هستش...)**

# تشخیص فـــــاز در واکنش ها...

- واکنش هایی که در محیط آبی در حال انجام هستند...
  - اغلب واکنش های جانشینی یگانه و دوگانه؛
    - اگر ترکیب محلول باشد ⇐ (aq)
    - اگر ترکیب نامحلول باشد ⇐ (s)
      - استفاده از جداول پایین
- واکنش هایی که در محیط غیرآبی در حال انجام هستند...
  - اغلب واکنش های سوختن و تجزیه؛
    - همه ترکیبات(چه محلول چه نامحلول) ⇐ (s)

" دوجدول بـــاحالـــــــ☺☺☺☺... قواعـد انحلال پذیری ترکیبات یـــــونی "

| ترکیبات دارای این یون‌ها [aq] | بجز هنگامی که با این یون‌ها همراهند! |
|---|---|
| $NH_4^+$ ، کاتیون IA ، $NO_3^-$ و $ClO_3^-$ | ..... |
| $Cl^-$ ، $Br^-$ ، $I^-$ | $Ag^+$ ، $Hg_2^{2+}$ ، $Cu^+$ ، $Pb^{2+}$ سُم جِن |
| $F^-$ | $Pb^{2+}$ ، $Ca^{2+}$ ، $Cu^+$ ، $Li^+$ ، $Ba^{2+}$ بَلِم کَس |
| $SO_4^{2-}$ | $Ba^{2+}$ ، $Pb^{2+}$ ، $Sr^{2+}$ ، $Ca^{2+}$ ، $Ag^+$ ، $Hg_2^{2+}$ جن کاسب |

| ترکیبات دارای این یون‌ها [s] | بجز هنگامی که با این یون‌ها همراهند! |
|---|---|
| $CO_3^{2-}$ ، $PO_4^{3-}$ | $NH_4^+$ ، کاتیون IA |
| $OH^-$ ،$O^{2-}$ | کاتیون IA ، $Ca^{2+}$ ، $Sr^{2+}$ ، $Ba^{2+}$ |
| $S^{2-}$ | $NH_4^+$ ، کاتیون IA و IIA |

☺ در واقع سم جن ، بلم کس و جن کاسب نامحلوووووولند!!!

| قـــرمز رنـگ | |
|---|---|
| $Ag_2CrO_{4(s)}$ | رسـوب (قرمز قهوه‌ای) |
| $Fe(OH)_{3(s)}$ | رسـوب (قرمز قهوه‌ای) |
| $K_2Cr_2O_{7(s)}$ | نمک |
| $Cu_{(s)}$ | فلـــز |
| $Br_{2(aq)}$ | محلـول (قرمز قهوه‌ای) |

| زرد رنـگ | |
|---|---|
| $K_2CrO_{4(aq)}$ | محلـول |
| $PbI_{2(s)}$ | رسـوب |
| $PbCrO_{4(s)}$ | رسـوب |
| $Cl_{2(g)}$ | گـــاز (زرد مایل به سبز) |

| سفیـــد رنـگ | |
|---|---|
| $AgCl_{(s)}$ | رسـوب |
| $Mg_3(PO_4)_2$ | رسـوب |
| $BaSO_{4(s)}$ | رسـوب |
| $NH_4Cl_{(s)}$ | گـــرد (نِشـادُر) |
| $MgO_{(s)}$ | لایه‌ی تُـــرد |
| $LiCl_{(s)}$ | نمک |
| $CuSO_{4(s)}$ | نمک |
| $Mg(OH)_2$ | مخلـــــوط |
| $Pb(NO_3)_2$ | جـامد |

| به ترتیب... نارنـــجی – بنفش – قهوه‌ای رنـگ | |
|---|---|
| $(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)}$ | جـامد بلـــوری |
| $I_{2(sol)}$ | محلـول ید در تولوئن |
| $NO_{2(g)}$ | گـــاز |

| بـــی رنـگ | |
|---|---|
| $N_2O_{4(g)}$ | گـــاز |
| $C_6H_{14(l)}$ | (تینـر) مایـع فرار |
| $C_2H_5OH_{(l)}$ | (اتانول) مایـع فرار |
| $CH_3COCH_{3(l)}$ | (استون) مایـع فرار |
| $C_6H_5CH_{3(l)}$ | (تولوئن) مایـع |

| آبـــی رنـگ | |
|---|---|
| $CuSO_{4(aq)}$ | محلـول |
| $CuSO_4 . 5H_2O_{(s)}$ | نمک متبلـور |
| $CoCl_4^{2-}{}_{(aq)}$ | محلـول |
| $CoCl_{2\ (s)}$ | جـامد |

| صـــورتی رنـگ | |
|---|---|
| $CoCl_2 . 6H_2O_{(s)}$ | جـامد |
| $Co(H_2O)_6^{2+}{}_{(aq)}$ | محلـول |

| سـبز رنـگ | |
|---|---|
| $Cr_2O_{3(s)}$ | گـــرد |
| $C_2H_6O_{2(l)}$ | (اتیلن گلیکول) مایـع |
| $Ni^{2+}{}_{(aq)}$ | محلـول |

به حالت فیزیکی مواد توجه داشته باشید

## شیمی و رنگ...

Jahanshahi
مدرس شیمی کنکور - تقوی

# 7 واکنش مهم خارج از قاعده

| | |
|---|---|
| تصفیه فضای هوا پیـــما | $2Li_2O_{2(aq)} + 2CO_{2(g)} \rightarrow Li_2CO_{3(aq)} + O_{2(g)}$ |
| | $2LiOH_{(aq)} + CO_{2(g)} \rightarrow Li_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(g)}$ |
| تولید گاز کلـــر | $MnO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow MnCl_{2(aq)} + \underbrace{Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)}}_{\text{آب کلـــر}}$ |
| | $\underbrace{NaClO_{(aq)}}_{\text{وایتکس}} + \underbrace{HCl_{(aq)}}_{\text{جوهر نمک}} \rightarrow NaCl_{(aq)} + Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ |
| دگر شکل‌های کربن با آب | $C_{(\text{زغال چوب / گرافیت})} + H_2O_{(g)} \xrightarrow{1000\,^\circ C} \underbrace{CO_{(g)} + H_{2(g)}}_{\text{گـــاز آب}}$ |
| | $C_{(\text{زغال سنگ})} + H_2O_{(g)} \rightarrow CH_{4(g)} + CO_{2(g)}$ |
| حذف آلاینده‌ها | $\underbrace{NO_{(g)} + CO_{(g)}}_{\text{گـــازهای آلاینده}} \rightarrow \underbrace{CO_{2(g)} + N_{2(g)}}_{\text{گـــاز های کم ضرر}}$ |

واکنش اولی مناسبتره... زیـــرا ① تصفیه بیشتر $CO_2$ (نسبت مولی برابـر!!!) ② تولید گاز $O_2$

- واکنش اولی برای تولید گاز کلر در آزمایشگاه است (جزوه فرایند آزمایشگاهی!)
- واکنش دومی از نظر ایمنی برای تولید گاز کلر اصلا مناسب نیست!

- به دگـر شکل کربن حتما دقت شود!
- در گاز آب، $CO$ شدیدا سمی است، در صنعت $H_2$ گاز آب را جدا و خالص سازی کـرده و به عنوان ماده‌ی اولیه برای تولید $NH_3$ (به روش هابر) به کار می‌برند. (فرایند صنعتی)

# " کاربرد مواد شیمیایی مهـــم "

| آمونیاک مایع | کـود شیمیایی | لیتیم پراکسید | تصفیه هوای فضا پیما |
|---|---|---|---|
| $NH_{3(l)}$ | | $Li_2O_2$ | |
| پلی سیانو اتن | تولید پتوی آکـریلیک | لیتیم هیدروکسید | تصفیه هوای فضا پیما |
| $(C_2H_3CN)_n$ | | $LiOH$ | |
| پلی پروپن | تولیـد ریسمان | هگزان (تینر) | حلال صنعتی |
| $(C_2H_6)_n$ | | $C_6H_{14}$ | |
| پلی تترا فلوئورواتن | تولیـد تفلون | استون (پروپانون) | حلال آزمایشگاهی |
| $(C_2F_4)_n$ | | $CH_3COCH_3$ | |
| پلی وینیل کلرید | تولید وسایل پلاستیکی گوناگون | تولوئن (متیل بنزن) | حلای صنعتی |
| $(C_2H_3Cl)_n$ | | $C_6H_5CH_3$ | |
| متانول(الکل چوب) | حلال و سوخت تمیز برای خودروها | اتیلن گلیکول (ضدیخ) | به عنوان ضد یخ در رادیاتور خودرو |
| $CH_3OH$ | | $C_2H_4(OH)_2$ | |
| اتانول (الکل میوه) | حلال صنعتی مهم بعد از آب | آمونیوم نیترات | بسته های تولید کننده سرما |
| $C_2H_5OH$ | | $NH_4NO_3$ | |
| متیل سالسیلات | به عنوان طعم دهنده غذایی و دارویی | کلسیم کلرین | بسته های تولید کننده گرما |
| $C_8H_8O_3$ | | $CaCl_2$ | |
| آسپرین | کاهش دهنده تب و احتمال سکته | سیلسیم | در تراشه های الکترونیکی و سلولهای سوختی |
| $C_9H_8O_4$ | | $Si$ | |
| نیتروگلیسیرین | در تهیه دینامیت و دارو برای بیمـاران قلبـی | مس | تولید سکه فلزی |
| $C_3H_5(NO_3)_3$ | | $Cu$ | |
| نقره برمید | در ساخت فیلم عکاسی | هلیم | کپسول اکسیژن غواصی |
| $AgBr$ | | $He$ | |
| پتاسیم کربنات | تولید شیشه های لوازم الکترونیکی | کانه‌ی هالیت | تهیه نمک خوراکی |
| $K_2CO_3$ | | $NaCl$ ناخالص | |

Jahanshahi
مدرس شیمی کنکور - تقویتی