

## حفظیات صابون

(۱) حفاری‌های باستانی شهر **بابل** نشان می‌دهد که چند هزار سال **پیش از میلاد**، انسان از **موادی شبیه به صابون** استفاده می‌کرده است.

~~نه خود صابون~~

(۲) نیاکان ما ظرف‌های چرب را به **خاکستر** آغشته می‌کردند و با **آب گرم** می‌شستند.

**علت شیوع:** آلوده شدن آب و نبود بهداشت (از طریق مدفوع)

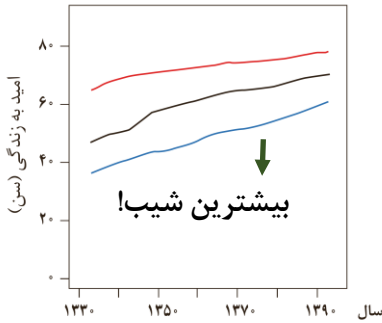
(۳) وبا یک بیماری واگیردار است:

**ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری:** رعایت بهداشت فردی و همگانی!

~~نه کلرزنی~~

(۴) **امید به زندگی:** شاخصی که نشان می‌دهد **با توجه به خطراتی** که انسان‌ها در طول زندگی با آن‌ها مواجه‌اند، به‌طور **میانگین** (نه حداکثر) چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

(۵) با افزایش بهداشت فردی و همگانی، شاخص **امید به زندگی** با گذشت زمان **افزایش** یافت.



نمودار ۱- مقایسه امید به زندگی برای مناطق کم‌برخوردار و کم‌برخوردار با میانگین جهانی

نواحی برخوردار: بیشترین

جهان: میانه

نواحی کم‌برخوردار: کمترین

(۶) میزان امید به زندگی

(۷) اگرچه امید به زندگی مناطق کم‌برخوردار، **کمترین** است ولی **بیشترین** شیب و **بیشترین رشد** امید به زندگی را دارند.

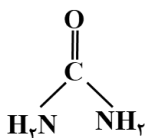
(۸) امید به زندگی در کشورها و شهرهای مختلف یک کشور متفاوت است.

(۹) **آلاینده‌ها** موادی‌اند که **بیش از مقدار طبیعی** در یک محیط یا جسم وجود دارند، حتی مواد غذایی روی لباس آلاینده‌اند.

(۱۰) اتیلن گلیکول، اوره، عسل و نمک خوراکی **محلول در آب هستند و در هگزان نامحلول‌اند.**

(۱۱) روغن زیتون، وازلین، گریس و بنزین **محلول در هگزان هستند و در آب نامحلول‌اند.**

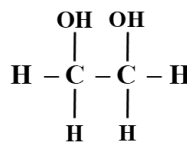
۱- اوره



قطبی و دارای پیوند هیدروژنی

**۸ پیوند** و ۴ جفت ناپیوندی

۲- اتیلن گلیکول (ضدیخ)



قطبی و دارای پیوند هیدروژنی

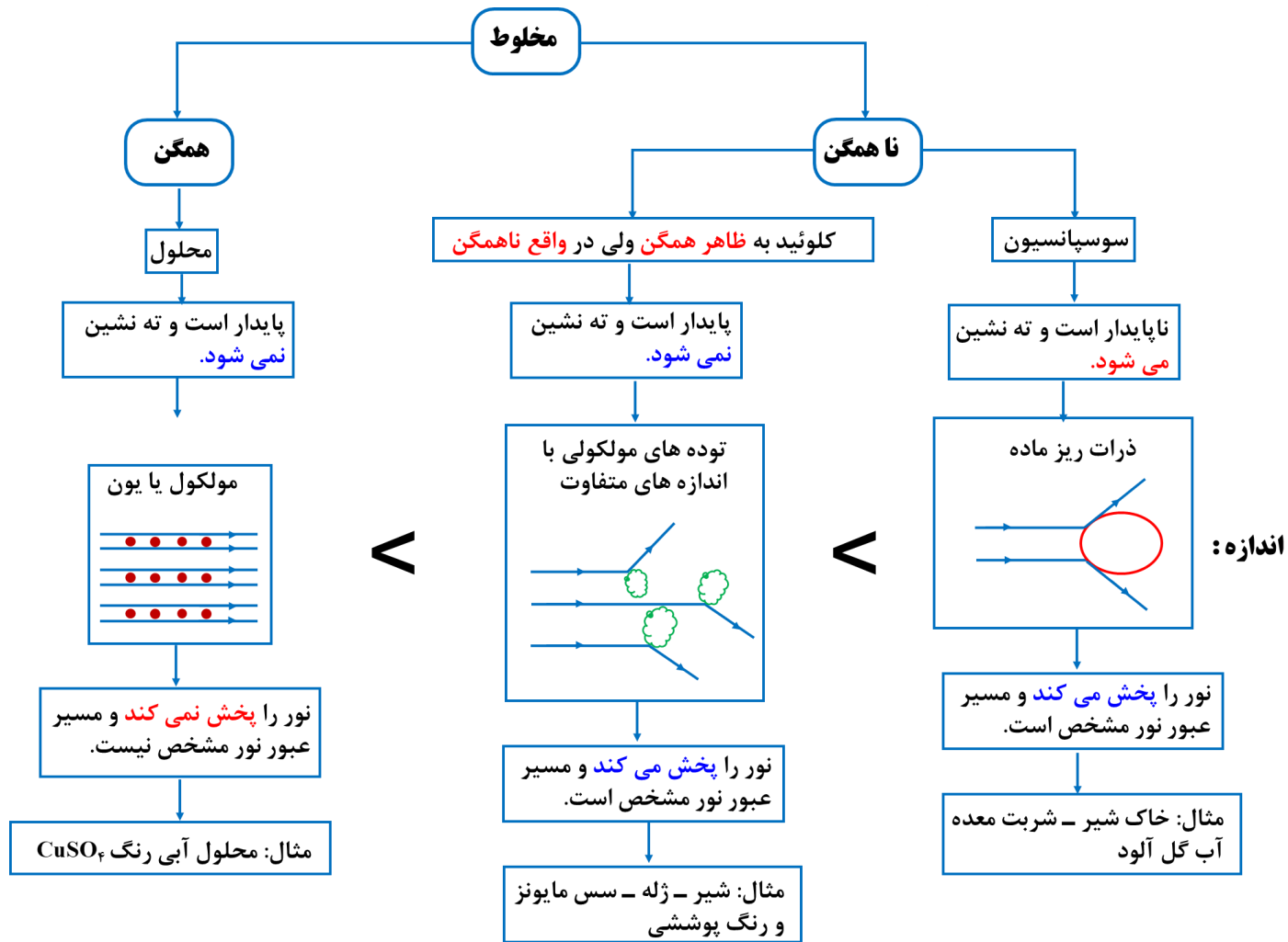
**۹ پیوند** و ۴ جفت ناپیوندی

۳- عسل و همه ی قندها

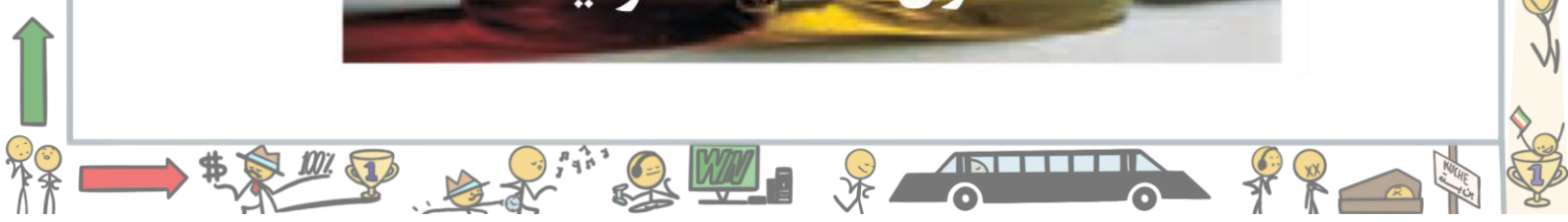
کلی گروه OH دارند.



شدیداً قطبی و دارای پیوند هیدروژنی

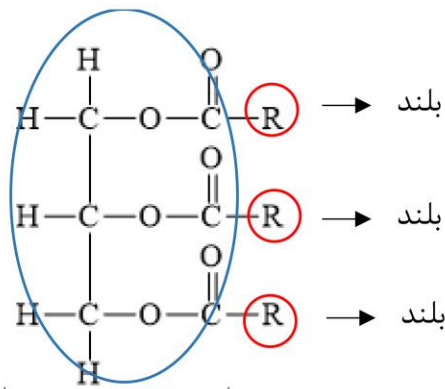


- رفتار کلوئیدها را می توان رفتاری بین سوسپانسیون ها و محلول ها در نظر گرفت.
- ذرات کلوئید **درشت تر** از محلول اند و به همین دلیل نور را پخش می کنند.
- واژه های **حلال**، **حل شونده**، **حل شده**، **فقط برای محلول** به کار می روند و برای سوسپانسیون و کلوئید غلط هستند و برای مخلوط های ناهمگن واژه پخش شدن درست است نه حل شدن!



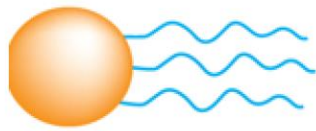
چربی (مخلوط)

استر سنگین سه عاملی



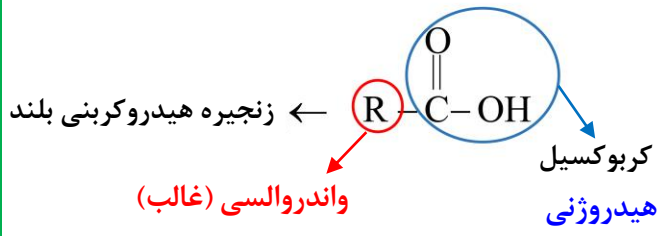
بخش قطبی و آبدوست  
بخش ناقطبی و آبگریز (غالب)

فقط نیروی واندروالسی دارد و پیوند هیدروژنی ندارد.



بخش قطبی و آبدوست  
بخش ناقطبی و آبگریز (غالب)

اسید چرب



بخش قطبی و آبدوست  
بخش ناقطبی و آبگریز (غالب)

پس به طور کلی چربی‌ها مخلوطی از اسید چرب و استر سنگین سه عاملی اند که هر دو ناقطبی اند و در آب حل نمی‌شوند و در هگزان حل می‌شوند و نیروی بین مولکولی غالب در آنها واندروالسی است.

لکه‌ها و شوینده‌ها

(۱) برای لکه‌های قطبی مانند عسل و لکه‌های شیرین که یک ماده قطبی با گروه‌های (OH) بسیار زیاد است، آب شوینده مناسبی است.

(۲) اما برای لکه‌های ناقطبی باید از شوینده‌ای استفاده کنیم که هم بخش قطبی و هم بخش ناقطبی قابل توجهی داشته باشد.

پاک‌کننده‌ها

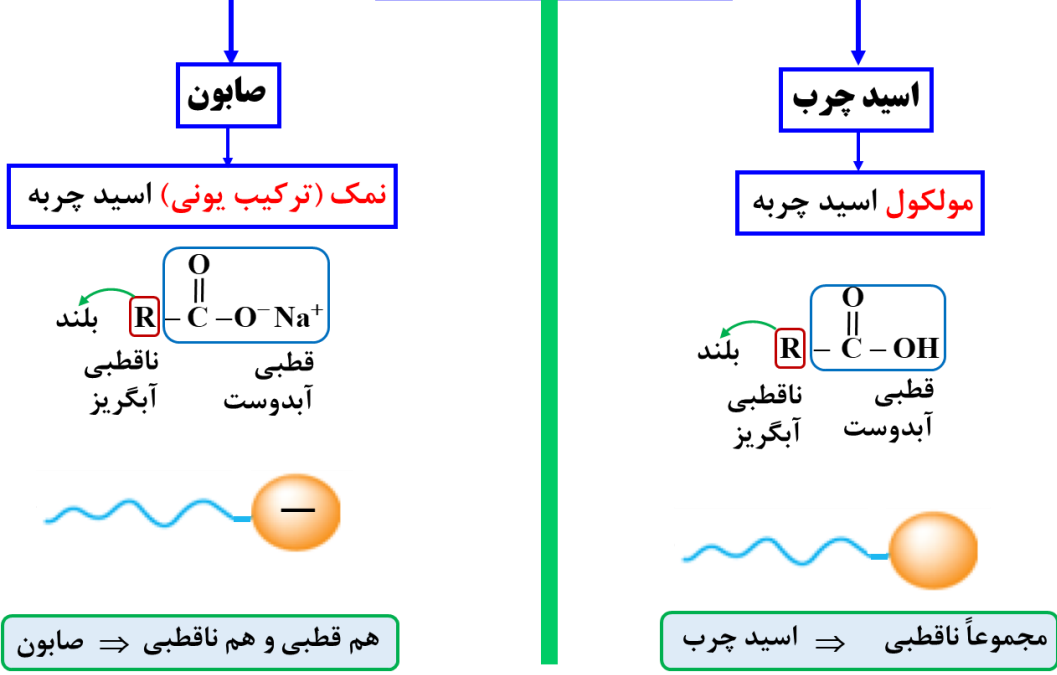
(۱) پاک‌کننده صابونی

(۲) پاک‌کننده غیرصابونی

۱- فقط براساس برهم کنش بین ذره‌ها (فیزیکی) و بدون انجام واکنش شیمیایی

۲- هم براساس برهم کنش بین ذره‌ها (فیزیکی) و هم با انجام واکنش شیمیایی ← (۳) پاک‌کننده خورنده

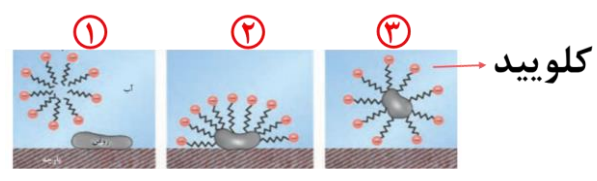
تفاوت اسید چرب با صابون



۴) نحوه شویندگی صابون‌ها:

۱) هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، آنیون و کاتیون آن جدا می‌شوند. کاتیون در پاک‌کنندگی صابون نقشی ندارد بلکه فقط حالت فیزیکی صابون را تعیین می‌کند و بعد از انحلال صابون، کاتیون در آب حل می‌شود.

۲) آنیون‌ها با کمک سر آبدوست خود  $(CO_2^-)$  در آب حل می‌شوند و به کمک سر آبگریز خود به چربی متصل می‌شوند و مانند پلی بین آب و چربی قرار می‌گیرند، در نهایت چربی را از لباس جدا می‌کنند و در آب پخش می‌کنند و یک کلوئید تشکیل می‌دهند.

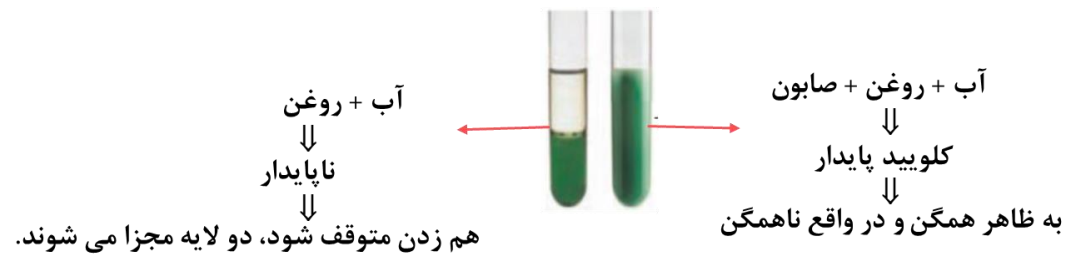


۳) نحوه پاک‌کنندگی لکه چربی توسط صابون براساس برهم‌کنش بین ذره‌ها است که یک فرآیند فیزیکی است و واکنش شیمیایی رخ نمی‌دهد.



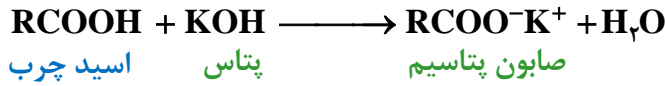
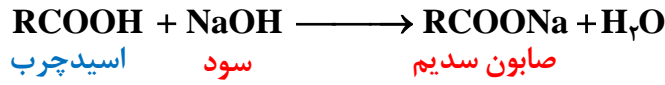
۴) صابون، چربی را در آب پخش می‌کند و کلوئید می‌سازد، حل نمی‌کند، محلول نمی‌سازد.

۵) صابون هم قطبی و هم ناقطبی است، بنابراین هم در آب و هم در چربی حل می‌شود.



تهیه صابون:

صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون یا چربی مانند روغن زیتون، نارگیل و پیه با **سود** تهیه می‌کنند.



عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها

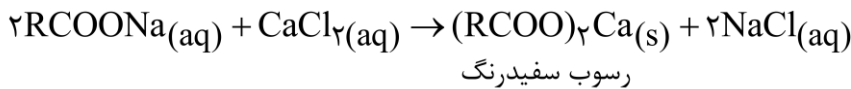
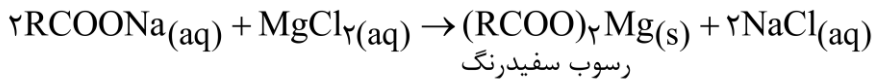
۱- آب سخت ← تعریف: آبی که مقادیر زیادی  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  دارد.

مثال: آب دریا و آب مناطق کویری که شوراند ولی آب چشمه آب سخت نیست.

آنیون صابون با یون‌های  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  آب سخت، رسوب می‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن

کاهش می‌یابد، و لکه‌های سفید که پس از شستن لباس با صابون، روی لباس می‌ماند، به خاطر وجود

همین رسوب‌هاست.

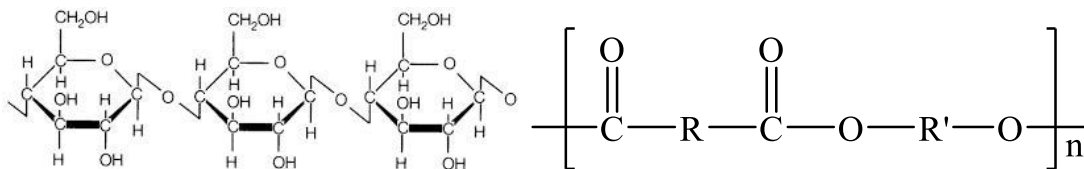


۲) دما: دما با قدرت پاک‌کنندگی رابطه مستقیم دارد، دما ↑ ⇔ پاک‌کنندگی صابون ↑

۳) نوع پارچه: پارچه‌های نخی دارای گروه‌های هیدروکسیل (OH) بسیار زیادی هستند و نسبت به پلی‌استر قطبی‌ترند؛

بنابراین لکه‌های چربی که ناقطبی‌اند، تمایل کمتری به پارچه‌های نخی که قطبی است، دارند و میزان چسبندگی لکه‌های

چربی روی پارچه‌های نخی نسبت به پارچه‌های پلی‌استری کمتر است، بنابراین پارچه‌های نخی راحت‌تر تمیز می‌شوند.



نخ (قطبی‌تر)

ساختار پلی‌استر

۴) نوع و مقدار صابون: با افزایش مقدار صابون قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد. (البته تا حد معینی) و صابون آنزیم‌دار

نسبت به صابون بدون آنزیم پاک‌کنندگی بهتری دارد.

صابون بی آنزیم  $40^\circ\text{C}$ : (ضعیف‌تر)

قدرت اثر آنزیم نسبت به تغییر  $10^\circ\text{C}$  دما، بیشتر است.

صابون آنزیم‌دار  $30^\circ\text{C}$ : (قوی‌تر)



تفاوت‌ها و شباهت‌های صابون با پاک‌کننده غیرصابونی

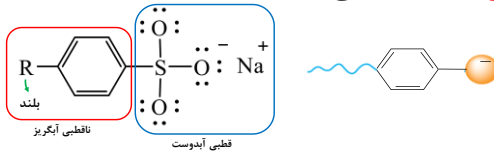
پاک‌کننده‌های غیرصابونی	پاک‌کننده‌های صابونی	تفاوت‌ها
$RC_6H_4SO_3^-Na^+$	$RCOO^-Na^+$	۱ فرمول بسته
 ۹ جفت ناپیوندی	 ۵ جفت ناپیوندی	۲ فرمول گسترده
	R	۳ بخش ناقطبی آبگریز و چربی دوست
$-SO_3^-$	$-COO^-$	۴ بخش قطبی آب دوست و چربی گریز
در آب سخت واکنش نمی‌دهد و رسوب نمی‌کند، خاصیت پاک‌کنندگی حفظ می‌شود.	در آب سخت رسوب می‌دهد و قدرت پاک‌کنندگی کاهش می‌یابد.	۵ قدرت پاک‌کنندگی در آب سخت
از بنزن و مواد پتروشیمیایی دیگر، طی واکنش‌های پیچیده تولید می‌شود.	از چربی (روغن‌های گیاهی یا جانوری) ساخته می‌شود.	۶ نحوه ساخت
دارد و آروماتیک است.	ندارد و آروماتیک نیست	۷ حلقه بنزن
با سه مولکول $H_2$ سیر می‌شود.	معمولاً سیر شده است.	۸ سیرشدگی قسمت هیدروکربنی
دو کربن	یک کربن	۹ کربن بدون هیدروژن
سه اکسیژن	دو اکسیژن	۱۰ تعداد اکسیژن
بیشتر		۱۱ قدرت پاک‌کنندگی

- (۱) عملکرد: هر دو بر اساس برهمکنش بین ذره‌ها (فیزیکی) لکه‌ها را پاک می‌کنند و با آلاینده‌ها واکنش نمی‌دهند و هر دو هنگام پخش کردن چربی در آب کلویید می‌سازند.
- (۲) بار آنیون و کاتیون: در هر دو یکسان است و قسمت آنیونی هر دو، دارای یک بخش آبدوست و یک بخش آبگریز است.
- (۳) سطح بیرونی لکه چربی که به وسیله آنها احاطه شده است، دارای بار منفی است.

شباهت‌های پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی

## دلیل تولید پاک‌کننده غیرصابونی

- چربی برای تولید صابون کافی نبود، پاک‌کننده غیر صابونی را از بنزن و مواد پتروشیمی می‌سازند.
- صابون در آب سخت کف نمی‌کند، بنابراین در سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور پاسخگوی نیاز انسان نبود، **پاک‌کننده غیرصابونی در آب سخت رسوب نمی‌کند و عملکرد خود را حفظ می‌کند** و کف می‌کند.



## مقایسه صابون با یکدیگر و کاربرد آنها

۱- صابون طبیعی (سنتی یا صابون مراغه):

برای تهیه این صابون پیه گوسفند و سود سوزآور (NaOH) را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آنها را در **آفتاب خشک** می‌کنند. کاربرد: **افزودنی شیمیایی ندارد** و به دلیل **خاصیت بازی مناسب موهای چرب** است و برای **چرب کردن سطح سنگ‌ها** در سنگی کاربرد دارد.

۲- گوگرددار: مناسب برای از بین بردن جوش و قارچ پوستی

۳- کلردار: افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی

۴- فسفات‌دار: **افزایش قدرت پاک‌کنندگی**؛ زیرا فسفات با یون کلسیم و منیزیم موجود در آب سخت واکنش می‌دهد و با فدا کردن خود، مانع تشکیل رسوب یون کلسیم و یون منیزیم با صابون می‌شود و از ایجاد لکه جلوگیری می‌کند.

۵- هرچه **افزودنی شیمیایی صابون بیشتر** باشد احتمال **عوارض جانبی آن بیشتر** است بنابراین استفاده شوینده‌های ملایم، طبیعی و مناسب توصیه می‌شود.

**حل مسائل با R**

هم قطبی هم ناقطبی

**شوینده**

هم قطبی هم ناقطبی: **صابونی**

هم قطبی هم ناقطبی: **غیر صابونی**

فرمول نویسی در هر ۴ مورد:

- ۱-  $R-$  سیرشده،  $C_nH_{2n+1}$  است و به ازای هر دوگانه که داخل  $R$  باشد،  $2H$  کم کن!
- ۲- حالا اول  $R$  را کامل مشخص کن بعد بقیشو بنویس!
- ۳- خانم و آقا، خر نشی حواست به  $H$  و  $C$  هایی که در  $R$  نیست باشه!

کلاً ناقطبی

**چربی**

مجموعاً ناقطبی: **استر ۳ عاملی**

مجموعاً ناقطبی: **اسید چرب**

$$C_pH_\Delta O_\epsilon R_\rho$$

$$\xrightarrow{H_2SO_4} C_pH_\Delta O_\epsilon + 3 RCOOH$$

$$C_pH_\Delta O_\epsilon R_\rho \xrightleftharpoons[-H, +X]{+H, +X} RCOOH$$

اسید و باز آرنیوس

باز آرنیوس

ماده ای که در اثر انحلال در آب، باعث افزایش غلظت یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-$ ) شود.

- (۱) هیدروکسید فلزات:  $\text{NaOH}$ , ...
- (۲) اغلب اکسید فلزات:  $\text{CaO}$  (آهک) و ...
- (۳)  $\text{NH}_3$  و  $\text{NH}_4\text{OH}$  آمین‌ها

اسید آرنیوس

ماده ای که در اثر انحلال در آب، باعث افزایش غلظت یون هیدرونیوم ( $\text{H}^+$ ) شود.

- (۱)  $\text{H}$  متصل به گروه ۱۷:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ , ...
- (۲)  $\text{H}$  متصل به  $\text{O}$ :  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , ...
- (۳)  $\text{HCN}$
- (۴) اغلب اکسید نافلزات به جز  $\text{NO}$



- (۱) شکر و الکل‌ها مانند اتانول و متانول نه اسید آرنیوس‌اند نه باز آرنیوس، زیرا انحلال آن‌ها در آب کاملاً مولکولی است و  $\text{H}^+$  یا  $\text{OH}^-$  تولید نمی‌کنند. **خنثی  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (اتانول)**
- (۲) یون ( $\text{H}^+$ ) در آب به شکل  $\text{H}_3\text{O}^+$  یافت می‌شود که به هیدرونیوم معروف است.
- (۳) کاغذ  $\text{pH}$  در محیط **اسیدی**، **سرخ** و در محیط **بازی**، **آبی** می‌شود.

واکنش نویسی اکسیدها

اکسید فلز (اکسید بازی)

یون هیدروکسید + کاتیون فلز  $\rightarrow$  آب + اکسید فلز

- (۱) ترکیب یونی کاتیون فلز با  $\text{OH}^-$  بنویس!
- (۲) موازنه کن!

همگی جامد

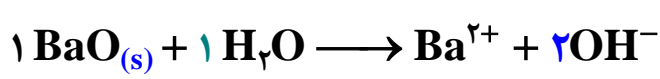
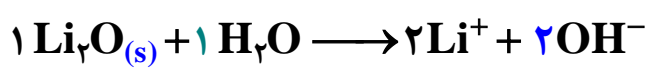
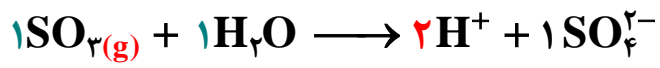
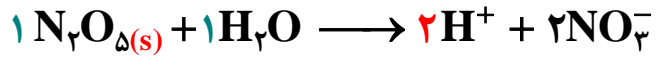
اکسید فلزات قلبیایی	اکسید فلزات قلبیایی خاکی
$\text{Li}_2\text{O}$	$\text{BeO}$
$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{MgO}$
$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$
$\text{Rb}_2\text{O}$	$\text{SrO}$
$\text{Cs}_2\text{O}$	$\text{BaO}$

اکسید نافلز (اکسید اسیدی)

اسید اکسیژن دار  $\rightarrow$  آب + اکسید نافلز

- (۱) همه رو با هم جمع کن!
- (۲) اگر ساده شد، ساده کن!
- (۳) تفکیک کن!

برخی اکسیدهای معروف نافلزی:  $\text{SO}_2(\text{g})$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{s})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$ , ...





پاک کننده  
خورنده

(۱) پاک کننده‌ای که هم بر اساس برهم کنش بین ذره‌ها عمل می‌کند (فیزیکی) و هم با آلاینده‌ها واکنش شیمیایی می‌دهد، برخلاف صابون‌ها و پاک کننده‌های غیر صابونی که فقط فیزیکی عمل می‌کردند.

(۲) رسوب دیواره کتری، لوله‌ها و دیگ‌های بخار با صابون و پاک کننده غیر صابونی شسته نمی‌شوند بلکه به پاک کننده‌های خورنده نیاز دارند تا با این آلاینده‌ها واکنش دهد فرآورده‌هایی محلول در آب ایجاد کند تا با آب شسته شوند. دقت کنید پاک کننده خورنده با پاک کننده غیر صابونی تفاوت دارد.

(۳) مرگی: خورنده ≠ غیر صابونی

سدیم هیدروکسید یا سود ← NaOH (بازی)

پتاسیم هیدروکسید یا پتاس ← KOH (بازی)

هیدروکلریک اسید یا جوهر نمک ← HCl (اسیدی)

سفید کننده‌ها

مخلوط پودر آلومینیم با NaOH (بازی)

(Al)

سدیم هیدروژن کربنات یا جوش شیرین (بازی)

(۴) این پاک کننده‌ها از نظر شیمیایی فعال و خورنده‌اند، نباید با پوست تماس داشته باشند.

- ۱- تولید گاز  $H_2$ : فشار مکانیکی
- ۲- گرماده: ذوب چربی
- ۳- واکنش با اسید چرب و تولید صابون

## مبنای عملکرد شوینده‌های خورنده:

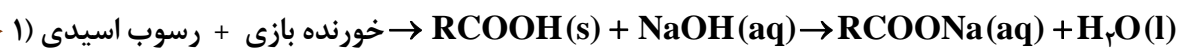
(۱) بر اساس واکنش خنثی شدن اسید و باز عمل می‌کنند.

آب + ترکیب یونی (نمک) → باز + اسید

(۲) جای کاتیون‌ها را عوض کن، ترکیب یونی بنویس!

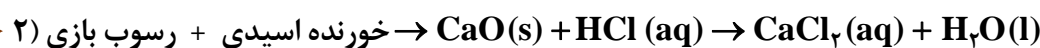
مرگی:  $Na^+, Cl^-$  دست نخورده می‌مانند.  $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$  مثال

واکنش واقعی خنثی شدن:  $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$



صابون رسوب اسید چرب

تازه فرآورده خودش صابونه، به پاک کنندگی کمک می‌کند.



خورنده اسیدی رسوب آهک بازی

## حفظیات اسیدها

- ۱- مزه ترش دارند و شیر ترش شده نیز دارای خاصیت اسیدی و  $\text{pH} < 7$  است.
- ۲- اغلب با فلزها واکنش می دهند به جز فلزهای دارای  $E^\circ > 0$  مثل:  $\text{Cu, Ag, Pt, Au}$ .
- ۳- در تماس با پوست سوزش ایجاد می کنند مانند سوزش معده!
- ۴- سوزش معده به علت برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لوله مری است.
- ۵- با ورود مواد غذایی به معده، یاخته های دیواره معده  $\text{HCl}$  ترشح می کنند، پس  $\text{pH}$  معده موقع غذا خوردن کمتر می شود زیرا اسیدی تر است.
- ۶- کاربرد  $\text{HCl}$  معده
  - ۱- فعال کردن آنزیمها
  - ۲- از بین بردن جانداران ذره بینی موجود در غذا
- ۷- اغلب میوه ها دارای اسیدند و  $\text{pH}$  آن ها کمتر از ۷ است.
- ۸- یون هیدرونیوم ( $\text{H}^+$ ) بر روی ماندگاری مواد و سلامتی بدن تأثیر دارد.
- ۹- بدن انسان بالغ روزانه ۲ تا ۳ لیتر  $\text{H}^+$  ۰/۳ مولار تولید می کند یعنی ۰/۰۶ تا ۰/۰۹ مول!
- ۱۰- دیواره داخلی معده به طور طبیعی، مقدار کمی از یون های  $\text{H}^+$  را دوباره جذب می کند!
- ۱۱- جذب دوباره  $\text{H}^+$ ، سبب نابودی سلول های سازنده دیواره معده می شود.
- ۱۲- جذب بیش از حد  $\text{H}^+$   $\rightleftharpoons \leftarrow$ ، سبب درد، التهاب و خونریزی معده می شود.
- ۱۳- غذا و داروهای اسیدی باعث تشدید بیماری معده می شوند.
- ۱۴-  $\text{pH}$  معده
  - موقع غذا خوردن  $\text{pH} = 1/5$  هنگام غذا خوردن معده اسیدی تر است.
  - موقع استراحت  $\text{pH} = 3/7$
- ۱۵- کاغذ  $\text{pH}$  در اسید: سرخ
  - گل ادریسی در خاک اسیدی: آبی
- ۱۶- پیش از آن که ساختار اسید و باز شناخته شود، شیمی دانان با ویژگی های اسید و باز و برخی واکنش های آن ها آشنا بودند.
- ۱۷- آرنیوس نخستین کسی بود که اسید و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.
- ۱۸- آرنیوس روی رسانایی محلول های آبی کار می کرد و گفت رسانایی محلول اسیدها و بازها یکسان نیست.
- ۱۹- با این که می توان اسید و باز را بر مبنای مدل آرنیوس تشخیص داد اما مدل آرنیوس نمی تواند درباره میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهار نظر کند.
- ۲۰- گاز هیدروژن کلرید یک اسید آرنیوس است، زیرا در آب سبب افزایش یون  $\text{H}^+$  می شود.

حفظیات بازها

- ۱- مزه تلخ دارند و کاغذ pH در محیط بازی آبی و گل ادریسی در خاک بازی سرخ است.
- ۲- لمس آن‌ها احساس لیزی صابون مانند می‌دهد، زیرا در واکنش با اسید چرب پوست صابون تولید می‌کند و حواست باشه به پوست آسیب می‌زنند.
- ۳- برای کاهش اسیدی بودن خاک و افزایش pH، CaO (آهک) که یک اکسید بازی است، به خاک اضافه می‌کنند.

شیشه پاک‌کن:  $NH_3(aq)$

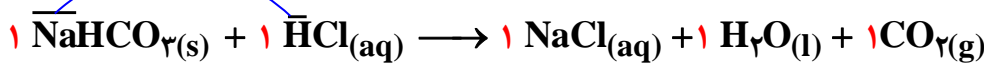
لوله بازکن:  $NaOH(aq)$ ، مرگی: سدیم هیدروکسید جامد نیز باز آرنیوس است.

جوش شیرین:  $NaHCO_3$  با چربی واکنش می‌دهد و صابون می‌سازد و چربی‌ها بهتر پاک می‌شوند!

ضد اسیده‌ها:

شماره ضداسید	۱	۲	۳
ماده مؤثر	$Al(OH)_3, NaHCO_3$	$Al(OH)_3, Mg(OH)_2$	$NaHCO_3$

تعویض

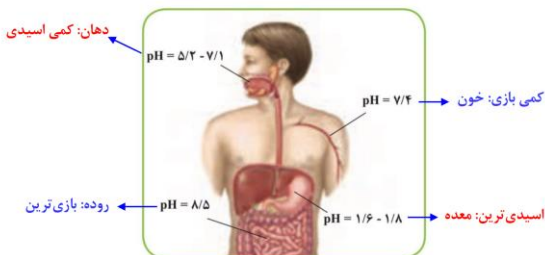


جوش شیرین      جوهر نمک

-۵

<p>شفاف <math>pH &lt; 7</math></p>  <p>سرکه سفید</p> <p><math>CH_3COOH</math></p> <p>استیک اسید</p>	<p>شفاف <math>pH &gt; 7</math></p>  <p>صابون</p> <p><math>RCOONa</math></p> <p>سدیم هیدروکسید</p>	<p>شفاف <math>pH &gt; 7</math></p>  <p>محلول سود</p> <p><math>NaOH</math></p> <p>سدیم هیدروکسید</p>	<p>شفاف <math>pH &lt; 7</math></p>  <p>محلول جوهر نمک</p> <p><math>HCl</math></p> <p>هیدروکلریک اسید</p>
--	--	---	---

- ۱- عملکرد بدن ما نیز به مواد اسیدی و بازی موجود در آن بستگی دارد.
- ۲- اغلب داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی‌اند.
- ۳- زندگی بسیاری از آبزیان به pH آب وابسته است.
- ۴- تنظیم میزان اسیدی بودن شونده‌ها ضروری است.
- ۵- ورود فاضلاب صنعتی به محیط زیست سبب تغییر pH می‌شود.



**$K_a$  یا ثابت یونش اسید = قدرت اسید**

(۱) به ثابت تعادل واکنش یونش یک اسید،  $K_a$  یا ثابت یونش اسید می گویند.

(۲)  $K_a \uparrow \Leftrightarrow$  پیشرفت یونش و انحلال یونی اسید (x)  $\uparrow \Leftrightarrow$  قدرت اسیدی  $\uparrow$

(۳)  $K_a$  فقط به دما بستگی دارد، چون ثابت تعادل است و به غلظت اولیه واکنش دهنده ها بستگی ندارد.

(۴) غلظت یکسان:  $\alpha$  درجه یونش  $\uparrow \Leftrightarrow$  یونش و انحلال یونی  $\uparrow \Leftrightarrow$  قدرت اسیدی  $\uparrow$

(۵)  $\alpha$  علاوه بر دما به غلظت نیز بستگی دارد، ولی  $K_a$  فقط به دما بستگی دارد. پس برای مقایسه قدرت اسیدها مناسب تر است و  $M$  با  $\alpha^2$  رابطه عکس دارد.

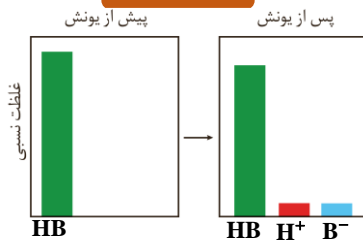
نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش ( $K_a$ )	معادله یونش در آب
هیدرویدیک اسید	HI	بسیار بزرگ	$HI(aq) \rightarrow H^+(aq) + I^-(aq)$
هیدروبرمیک اسید	HBr	بسیار بزرگ	$HBr(aq) \rightarrow H^+(aq) + Br^-(aq)$
هیدروکلریک اسید	HCl	بسیار بزرگ	$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
سولفوریک اسید	$H_2SO_4$	بسیار بزرگ	$H_2SO_4(aq) \rightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$
نیتریک اسید	$HNO_3$	بزرگ	$HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
هیدروفلوئوریک اسید	HF	$5/9 \times 10^{-4}$	$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$
نیترواسید	$HNO_2$	$4/5 \times 10^{-4}$	$HNO_2(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_2^-(aq)$
فورمیک اسید	HCOOH	$1/8 \times 10^{-4}$	$HCOOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCOO^-(aq)$
استیک اسید	$CH_3COOH$	$1/8 \times 10^{-5}$	$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$
هیدروسیانیک اسید	HCN	$4/9 \times 10^{-10}$	$HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$

بقیه اسیدها که ضعیف اند.



**جمع بندی اسید قوی و ضعیف**

**اسید ضعیف**

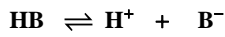


(۱) به طور جزئی و تعادلی یونش می یابد و بیشتر مولکولی حل می شوند.

(۲) در محلول آن ها به میزان ناچیز و اندکی یون یافت می شود و شمار زیادی از مولکول های اسید به صورت یونیده نشده حضور دارند و غلظت همه گونه ها پس از رسیدن به تعادل ثابت می ماند.

$0 < \alpha < 1$  (۳)

$0 < K_a < 1$  (۴)



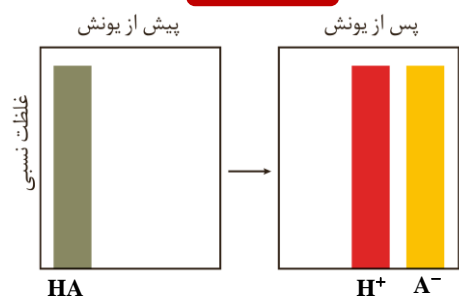
M اولیه یا حل شده  
-x یونیده شده

M-x    x    x  
یونیده نشده یا تعادلی

(۵) همه ی اسیدها به جز  $HNO_3, H_2SO_4, HCl, HBr, HI$  قوی اند.

اسیدها ضعیف اند.

**اسید قوی**



(۱) به طور کامل و یک طرفه یونش می یابد.

(۲) در محلول آن ها پس از یونش تقریباً مولکول یونیده شده یافت نمی شود و فقط شامل یون آب پوشیده است.

$\alpha = 1$  (۳)

$K_a = \infty$  (۴)



M قبل یونش

M    M

بعد یونش

(۵)  $HNO_3, H_2SO_4, HCl, HBr, HI$  اسید قوی اند.

یادآوری کربوکسیلیک اسیدها

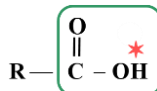


آلکانوات آلکانوئیک اسید

(۲) همه ی کربوکسیلیک اسیدها، اسید ضعیف اند.

(۳) مقایسه غلظت در محلول آن‌ها:  $[\text{RCOOH}] \gg \gg [\text{RCOO}^{\ominus}] = [\text{H}^{\oplus}]$

(۴) فقط هیدروژن گروه کربوکسیل آن‌ها ~~هیدروکسیل~~ محلول شود.



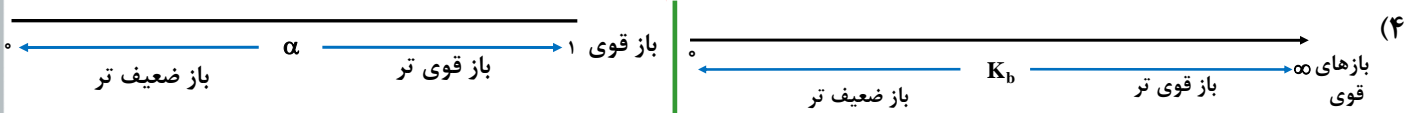
خاصیت اسیدی دارد و می‌تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد

ثابت یونش باز (Kb) و  $\alpha$  و قدرت بازی!

(۱)  $K_b$  به ثابت تعادل واکنش یونش یک باز،  $K_b$  یا ثابت یونش باز می‌گویند.

(۲)  $K_b \uparrow \Leftrightarrow$  پیشرفت یونی و انحلال یونی باز  $\uparrow \Leftrightarrow$  قدرت بازی  $\uparrow$

(۳)  $K_b$  فقط به دما بستگی دارد، چون ثابت تعادل است و به غلظت اولیه واکنش‌دهنده‌ها بستگی ندارد.



جمع بندی باز قوی و باز ضعیف

باز ضعیف

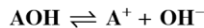


(۱) به طور جزئی و تعادلی یونش می‌یابند.

(۲) در محلول آن‌ها به میزان ناچیزی یون وجود دارد و

شمار زیادی از بازها به صورت یونیده نشده حضور دارند.

$$0 < \alpha < 1 \quad (3)$$



$$0 < K_b < 1 \quad (4)$$

اولیه یا حل شده	M	0	0
یونیده شده	-x	+x	+x

یونیده نشده (تعادلی) M-x    +x    +x

(۵) باز ضعیف: همه ی بازها به جز بازهای قوی

مهم ترین:  $\text{NH}_3, (\text{NH}_4\text{OH})$

باز قوی



(۱) به طور کامل و یک طرفه یونش می‌یابند.

(۲) در محلول آن‌ها پس از یونش فقط یون وجود دارد.

$$\alpha = 1 \quad (3)$$

$$K_b = \infty \quad (4)$$

قبل یونش	BOH	0	0	یا	$\text{B(OH)}_r$	0	0
بعد یونش	0	M	M		0	M	2M

(۵) بازهای قوی:

هیدروکسید گروه ۱ همگی	هیدروکسید گروه ۲ به جز Mg, Be
LiOH	
* NaOH	
* KOH	$\text{Ca(OH)}_2$
RbOH	$\text{Sr(OH)}_2$
CsOH	$\text{Ba(OH)}_2^*$

نکات ریز مفاهیم:

۱- یونش: اگر ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل شود.  $H-Cl(g) \xrightarrow{آب} H^+(aq) + Cl^-(aq)$  یونش

۲- تفکیک یونی: اگر ترکیب یونی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل شود.

تفکیک یونی:  $NaOH(s) \xrightarrow{آب} Na^+(aq) + OH^-(aq)$

۳- به هیدروژن اسیدی که در آب آزاد می‌شود، پروتون می‌گویند، بنابراین موادی که یک هیدروژن اسیدی دارند،

اسید تک پروتون‌دار هستند. مانند  $HCl$  یا  $HCOOH$

۴) موادی که چند هیدروژن اسیدی دارد، اسید چند پروتون‌دار هستند. مانند  $H_2SO_4$  که اسید دو پروتون‌دار است.

- ۵) مقایسه قدرت اسیدی با توجه به ساختار
- ۱) در اسیدهای اکسیژن‌دار:  $\uparrow K_a \Leftarrow \uparrow O$
  - ۲) در کربوکسیلیک اسیدها:  $\downarrow K_a \Leftarrow \uparrow C$
  - ۳) در اسیدهای هالوژن‌دار:  $\uparrow K_a \Leftarrow \uparrow r$
- $K_a: HNO_3 > HNO_2$   
 $K_a: HCOOH > CH_3COOH$   
 $K_a: HI > HBr > HCl > HF$

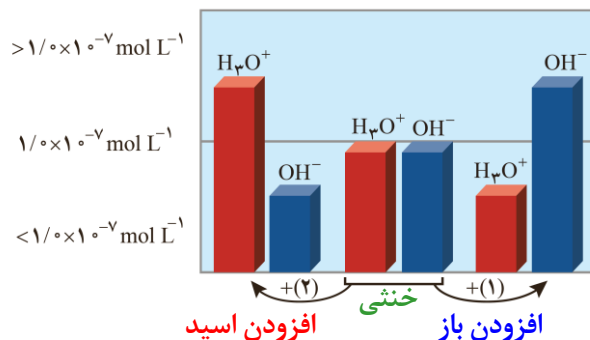
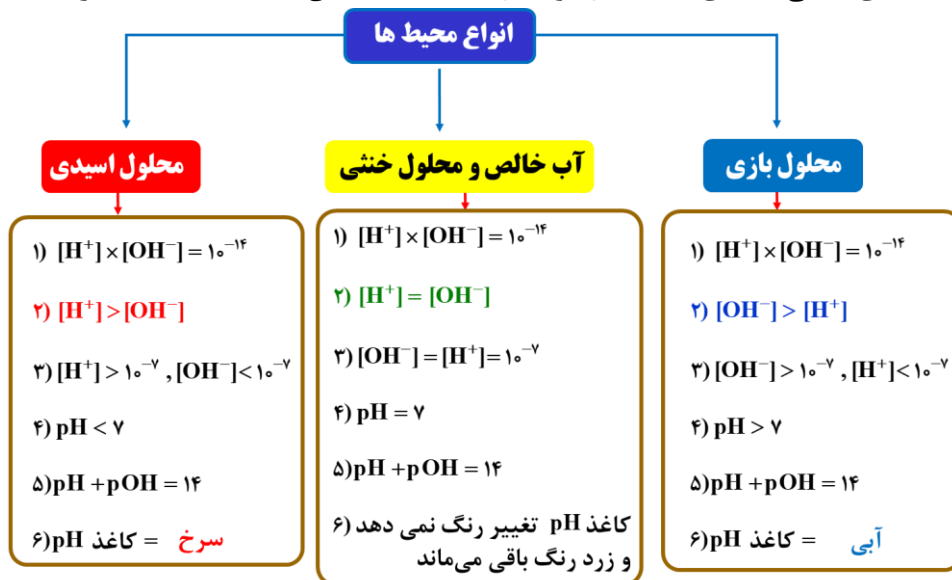
pH و انواع محیط از نظر خنثی، اسیدی یا بازی بودن

۱) آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهند که آب خالص رسانای الکتریکی ناچیزی دارد، زیرا آب خودش، خودشو جر می‌ده!

۲) آب و همه محلول‌های آبی، چه خنثی، چه اسیدی و چه بازی همگی دارای  $H^+$  و  $OH^-$  هستند و در همه محیط‌ها در

دمای  $25^\circ C$ :  $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$ : ناموس آب (KW)

۳) حتی در محیط‌های خیلی اسیدی،  $OH^-$  وجود دارد، فقط غلظت آن نسبت به  $H^+$  کمتر است. فقط به دما بستگی دارد.



**رسانایی الکتریکی** ← رسانای **الکترونی** (الکتروود) ← رسانایی به وسیله **الکترون‌ها** ← فلزها و گرافیت (نافلز)  
 رسانای **یونی** (محلول الکترولیت) ← رسانایی به وسیله **یون‌ها** ← محلول اسیدها و بازها و

ترکیب یونی مذاب و محلول

**ماده الکترولیت:** ماده‌ای که یا در ساختار خود یون دارد یا در اثر انحلال در آب یون تولید می‌کند.

۱- توجه بسیار مهم: رسانایی با الکترولیت بودن متفاوت است و ۲ شرط دارد:

(۱) اولاً ماده الکترولیت باشد.

(۲) ثانیاً در حالت محلول (aq) با غلظت کافی باشد.

۲- سه مثال مهم از رسانایی و الکترولیت بودن:

NaCl(s): ماده الکترولیت قوی است اما نارسانا!

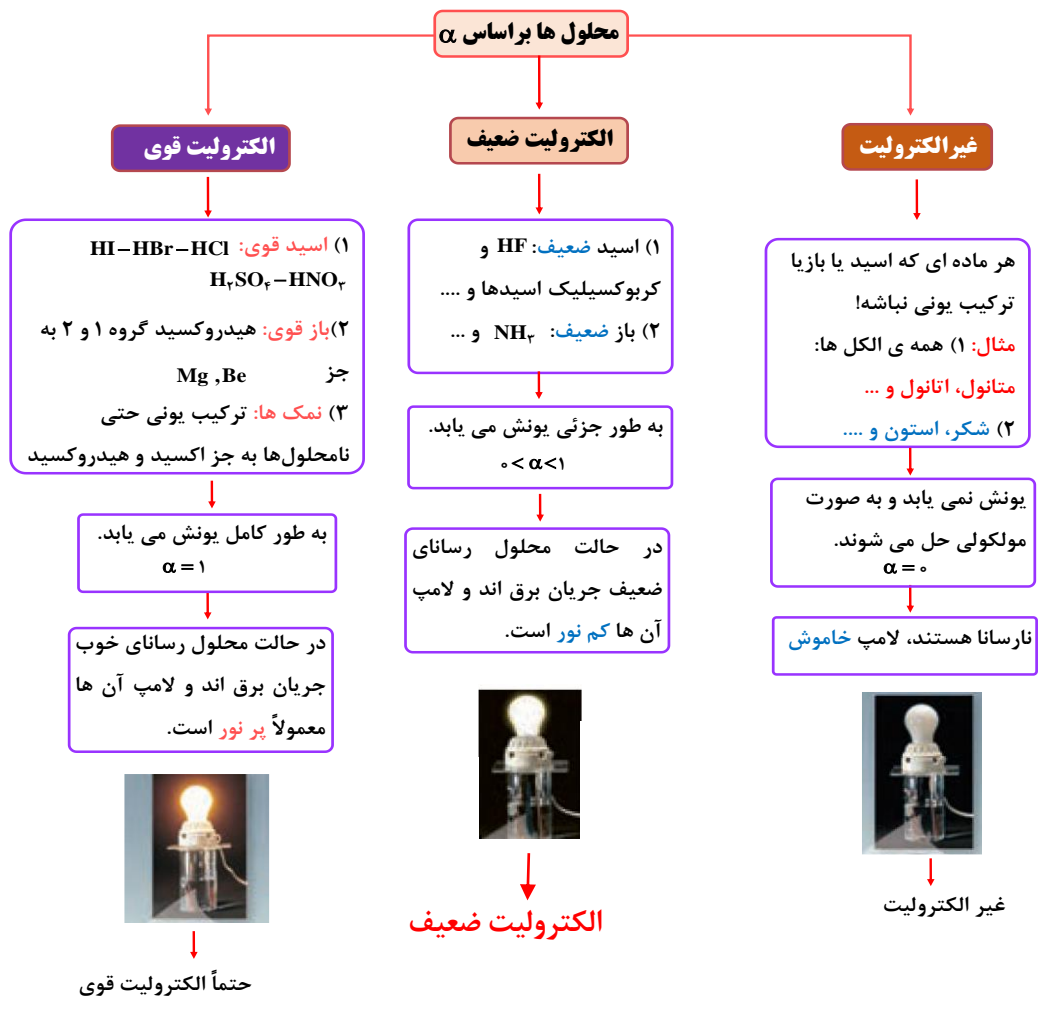
AgCl(s): ماده الکترولیت قوی است اما نارسانا! زیرا مبنای الکترولیت بودن  $\alpha$  است نه انحلال پذیری!

NaCl(aq): هم ماده الکترولیت قوی و هم رسانا!

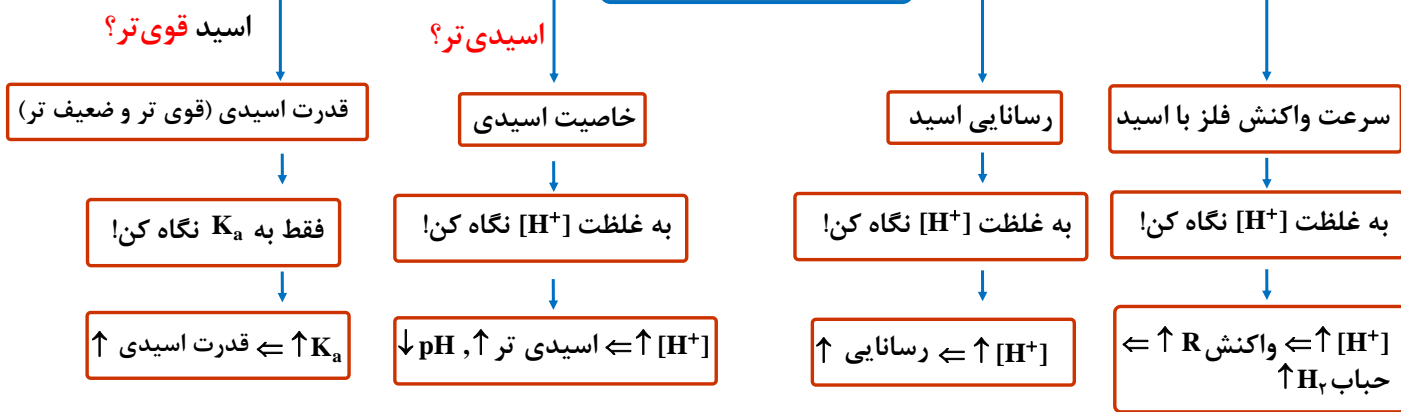
(۳) به ترکیبات یونی در حالت جامد، الکترولیت می‌گویند که رسانا نیستند. مانند: NaCl(s)

(۴) ولی به ترکیبات یونی در حالت محلول، محلول الکترولیت می‌گویند که رسانا هستند. مانند: NaCl(aq)

۵- برای مقایسه رسانایی به غلظت یون‌ها توجه کنید. **غلظت یون‌ها  $\uparrow$   $\Leftrightarrow$  رسانایی  $\uparrow$**



سوالات مقایسه ای اسیدها



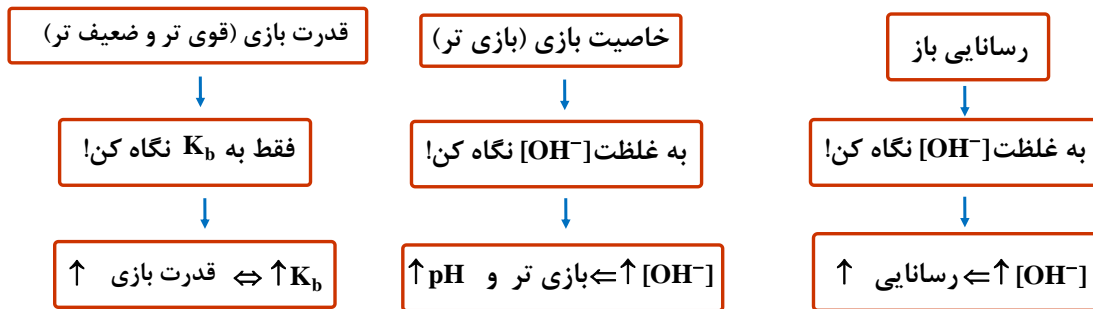
(۱)  $K_a$ : به قدرت اسید و دما بستگی دارد و به غلظت اولیه اسید بستگی ندارد.

(۲)  $[H^+]$ : هم به قدرت اسید و دما بستگی دارد و هم به غلظت اسید بستگی دارد

(۳) سرعت تولید  $H_2$  متناسب با غلظت  $[H^+]$  است.

(۴)  $H_2$  حاصل از واکنش فلز با اسید  
 مقدار  $H_2$  (حجم یا جرم) متناسب با غلظت اولیه است.

سوالات مقایسه ای بازها

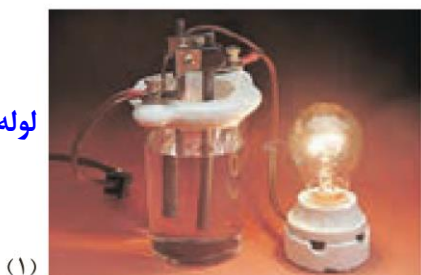


(۱)  $K_b$ : به قدرت باز و دما بستگی دارد و به غلظت اولیه باز بستگی ندارد.

(۲)  $[OH^-]$ : هم به قدرت باز و دما بستگی دارد و هم به غلظت اولیه باز بستگی دارد.

(۳) از غلظت  $[H^+]$  پرسید با  $[OH^-]$  رابطه عکس داده!

لوله بازیکن:  $NaOH(aq)$



(۱)

شیشه پاک کن:  $NH_3(aq)$



(۲)





الکتروشیمی

- ۱- پدیده‌های **تندر و آذرخش** که از ماهیت الکتریکی سرچشمه می‌گیرند، سبب تلاش برای شناسایی واکنش‌هایی شامل داد و ستد الکترون به صورت هدفمند شد.
- ۲- باعث تولید انرژی **پاک و ارزان** می‌شود.
- ۳- به کمک برق **مواد جدید** تولید می‌کند.
- ۴- باعث **درمان و کاهش اثر** نقص عضو می‌شود. (سمعک و تنظیم‌کننده ضربان قلب و اندام مصنوعی باتری دارند).
- ۵- **قلمروهای الکتروشیمی**
  - ۱- **تأمین انرژی** (باتری‌ها و سلول سوختی و سوخت آن‌ها)
  - ۲- **تولید مواد** (برقکافت و آبکاری)
  - ۳- اندازه‌گیری و **کنترل کیفی** (اطمینان از کیفیت فرآورده با pH سنج دیجیتال)
- ۶- مانع از آلوده شدن آب و غذا می‌شود زیرا با الکتروشیمی **لوله‌های فلزی انتقال آب و قوطی کنسرو** مقاوم در برابر خوردگی می‌سازند.
- ۷- فلزها **اغلب** کاهنده و نافلزها **اغلب** اکسنده‌اند.

تعیین عدد اکسایش با ساختار کشیدن

- ۱) **کی استفاده کنیم؟** ۱- اتم خاص مد نظر طراحی ۲- می‌گه یه عنصر خاص مثل کربن چند عدد اکسایش متفاوت داره!
- ۲) ← همه اتم‌ها باید ۸ تایی بشن **به جز H**
  - در ساختار نقطه - خط، **هیدروژن‌های کربن** یادت نره!
  - برای **سایر اتم‌ها** به جز H و C **جفت ناپیوندی** یادت نره!

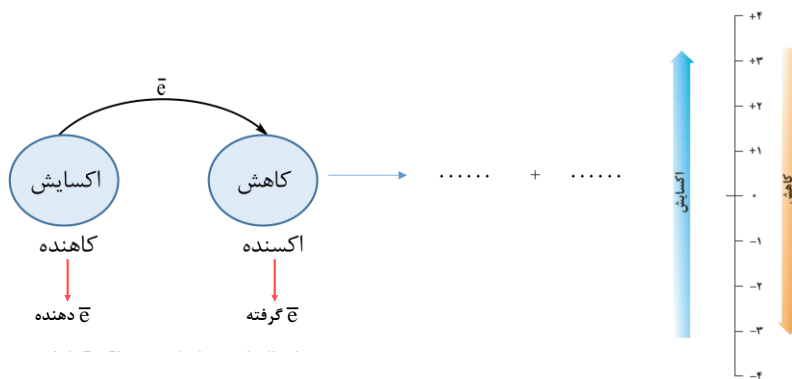
۸ تایی

$$e \text{ موجود} - e \text{ ذاتی} = \text{عدد اکسایش (q)}$$

(نسبت داده شده) (یکان گروه)

بررسی تبادل الکترون در واکنش‌ها

- ۱- انواع واکنش از **یا اکسایش - کاهش هست** ← تغییر عدد اکسایش دیده می‌شود ← مبادله e وجود دارد.
- ۲- **یا اکسایش - کاهش نیست** ← تغییر عدد اکسایش دیده نمی‌شود ← مبادله e وجود ندارد.



- ۲- **اکسنده و کاهنده** به مواد واکنش‌دهنده گفته می‌شود و در سمت چپ واکنش فرار دارند.
- ۳- واکنش‌های اکسایش و کاهش **همواره در کنار هم و هم‌زمان** انجام می‌شوند. پس اگر گونه‌ای اکسایش یابد، حتماً در کنار آن کاهش رخ داده است
- ۴- تشخیص سریع اکسایش کاهش به ترتیب ۱- **عنصر آزاد** ۲- **نافلز و واسطه** ۳- **H و O خاص را چک کنید.**
- ۵- **مرگی:** اگر **عنصر آزاد** داشتی همه عدد اکسایش‌های آن را در واکنش تعیین کن!

**روش قاعده‌ای: وقتی به درد می‌خوره اتم خاصی مد نظر طراح نیست یا همی اتم‌های یک عنصر رو می‌خواد!**

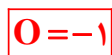
(۱) عدد اکسایش **عناصر** به حالت **آزاد صفر** است. مانند  $S_8, P_4, Fe, Mg, Cl_2, F_2, \dots$

(۲) عدد اکسایش یون **تک‌اتمی** عناصر برابر با **بار** آن است.

(۳) بعضی عناصر در حالت **ترکیب** همواره عدد اکسایش ثابتی دارند:

- فلزات گروه ۱ و  $Ag^+$  ← همواره +۱
- فلزات گروه ۲ و  $Zn^{2+}$  ← همواره +۲
- فلوئور ← همواره -۱
- $Sc^{3+}, Al^{3+}$  ← همواره +۳

(۱) وقتی با فلوئور باشد:  $OF_2 \leftarrow +2$



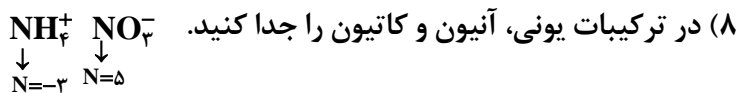
(۴) **اکسیژن:** اغلب -۲ به جز

(۲)  $H_2O_2$  :  
(۳) ترکیب دوتایی با فلز گروه ۱ و ۲:  $BaO_2$

(۵) **هیدروژن:** اغلب +۱ به جز ← ترکیب دوتایی با فلز:  $NaH$   $H = -1$

(۶) نافلز سمت راست ← عدد اکسایش = بار یون پایدار:  $HCN \rightarrow -3$

(۷) بار گونه = جمع اعداد اکسایش (بارها)



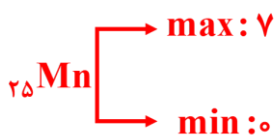
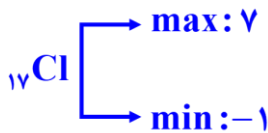
۹- در ترکیبات یونی اگر **کاتیون بار ثابتی** دارد، نیازی به تفکیک نیست.

۱۰- اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عدد اکسایش گوناگونی در ترکیبات خود دارند. (شاه کلید در واکنش‌ها)

**فقط اکسند و فقط کاهنده**

(۱) **نافلزها** ← max عدد اکسایش: یکان شماره گروه (به جز F, O)  
 (-۱, ۰) F  
 (-۲, -۱, ۰, ۱, ۲) O

min عدد اکسایش: Max-۸



(۲) **فلزها** ← max عدد اکسایش: یکان شماره گروه  
 min عدد اکسایش: صفر (گروه ۱ تا ۷)

(۳) **فقط اکسند** ← فقط کاهش ← پس max بوده!

(۴) **فقط کاهنده** ← فقط اکسایش ← پس min بوده!

(۵) اگر max یا min نباشه، هم اکسند و هم کاهنده است!

نیم واکنش اکسایش و نیم واکنش کاهش

در معادله آن e دیده می شود یا طراح می گه نیم واکنش زیر

e کدوم وره؟

نیم واکنش :  $\dots + e^- \longrightarrow \dots$   
سمت چپ کاهش

نیم واکنش :  $\dots \longrightarrow \dots + e^-$   
سمت راست اکسایش

موازنه اکسایش - کاهش در واکنش های کثیف به سبک پارسا فراهانی

- فقط در این ۳ مورد استفاده کن!
- (۱)  $\dots + \dots + \dots \longrightarrow$  اسید ( $HNO_3$  یا  $H_2SO_4$ ) + ماده آزاد
  - (۲) فلز + فلز  $\longrightarrow \dots + \dots$  (کاتیون) (کاتیون)
  - (۳) موازنه عادی گیر کردی و معادله می خواد.

موازنه واکنش

موازنه نیم واکنش

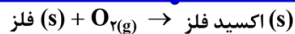
- ۱- عنصر آزاد یا نافلز یا واسطه تغییر کرده رو پیدا کن!
- ۲- ظرفیت از راست حساب کن، راستشو بگه!
- ظرفیت ماده =  $\Delta \times$  زیروند
- ↓
- در واکنش زیروند سمت راستی رو ضرب کن، راستشو بگه!
- ۳- ساده کردن ظرفیت!
- ۴- جابه جایی ظرفیت!
- ۵- موازنه عادی!

- ۱- تعیین مکان e
  - ۲- تعیین ضریب e
  - ۳- موازنه عادی کن!
  - ۴- اگر گیر کردی، موازنه بار کن!
  - ۵- تله: در تعیین بار، ضریب یادت نره!
- زیروند  $\times \Delta =$  ضریب e  
↓  
در نیم واکنش برای عنصر تغییر کرده، چه راست، چه چپ زیروند داشتنی ضرب کن!

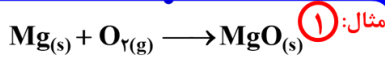
مسائل الکترون مبادله شده

- ۱- اول موازنه کن (تله!)
- ۲- تغییر عدد اکسایش رو برای یک عنصر حساب کن!
- ۳- با توجه به تعدادی که دچار تغییر شدن و تناسب، e مبادله شده رو پیدا کن!
- ۴-  $\dots + ne \longrightarrow \dots + ne$  و استو بزنی!

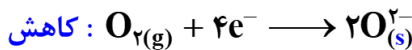
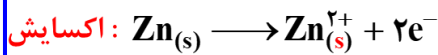
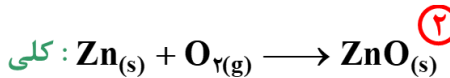
## واکنش‌نویسی‌های مهم کتاب درسی



- ۱- فرآورده (اکسید فلز)، ترکیب یونی فلز با O<sup>۲-</sup> است و حالت فیزیکی جامد دارد.
- ۲- اکسیژن نافلزی فعال و وحشی است و با اغلب فلزها به جز Pt و Au واکنش می‌دهد.



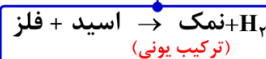
از نور سفید خیره کننده حاصل از سوختن منیزیم در گذشته به عنوان منبع نور برای عکاسی استفاده می‌شد.



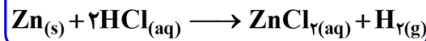
## آزاد - ترکیب

### فلز با اسید

جای فلز با کاتیون عوض کن!

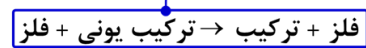


- ۱- اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز H<sub>۲</sub> و نمک تولید می‌کنند.
- ۲- فلزات Au و Pt و Ag و Cu با اسید واکنش نمی‌دهند.
- ۳- در این واکنش هم آنیون یون ناظره!
- ۴- در این واکنش فلز در اسید حل میشه و محلول ترکیب یونی و گاز H<sub>۲</sub> به وجود میاد.



### تیغه فلز با محلول ترکیب یونی

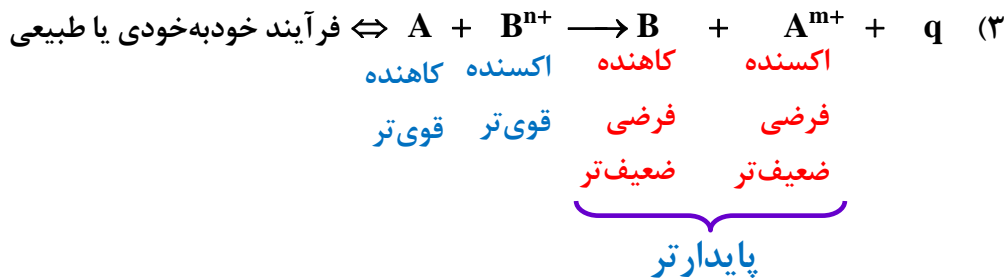
جای فلز با کاتیون عوض کن!



- ۱- در این واکنش آنیون یون ناظره و ممکنه طراح آنیون رو حذف کنه و به شکل: **فلز + کاتیون → کاتیون + فلز** در بیاد، نترس در این صورت یادت باشه فلز خنثی، فقط می‌تونه کاهنده و e<sup>-</sup> دهنده باشه و الکترون‌ها رو می‌ریزه رو کاتیون خودش کاتیون می‌شه و کاتیون تبدیل به اتم می‌شه!
- ۲- حواست باشه فلزهای خنثی جامدند و کاتیون‌ها محلول‌ها در آب‌اند.

## ۱) واکنش‌های خودبه‌خودی (پایدارتر و ضعیف‌تر → قوی‌تر)

۲) چون گرماده است، دمای محلول افزایش می‌یابد و بخشی از انرژی به صورت گرما از سامانه به محیط داده می‌شود.



۴) اگر فلز خنثی داشته‌ی حتماً کاهنده است، پس سریع اول فلز خنثی دو سمت رو به عنوان کاهنده بگیر و اگر فلز سمت

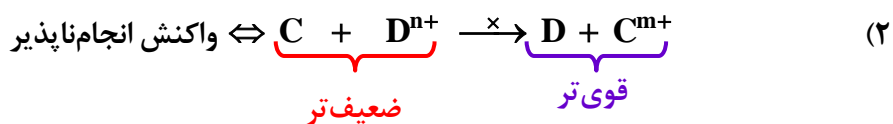
چپ کاهنده قوی‌تر بود، واکنش خودبه‌خودی است و بالعکس!

۵) هرچی فلز کاهنده‌تر ⇔ افزایش دمای محلول بیشتر

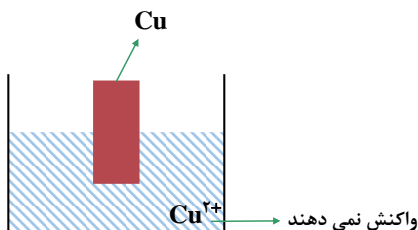
۶) هرچی فلز کاهنده‌تر ⇔ اکسندگی کاتیون فلز کمتر

## ۲) واکنش‌های انجام ناپذیر (قوی‌تر → × پایدارتر و ضعیف‌تر)

۱) فرآورده نمی‌دهد و دمای محلول تغییری نمی‌کند، زیرا گرمایی مبادله نمی‌شود.



۳) یک تیغه با محلول خودش واکنش نمی‌دهد.



ساختار و عملکرد سلول گالوانی

- (۱) هر فلز در محلول خود قرار می‌گیرد و یک نیم‌سلول محسوب می‌شود و دو نیم‌سلول با سیم به یکدیگر متصل‌اند.
- (۲) فلزی که **کاهنده‌تر** است، الکترون **دهنده‌تر** است، الکترون‌های خود را از دست می‌دهد و وارد سیم می‌کند و به صورت کاتیون به درون محلول می‌پرد، پس اکسایش می‌یابد و نیم سلول آند است.  $A \rightarrow A^{m+} + m\bar{e}$ : اکسایش در آند  
**فلز کاهنده‌تر**
- (۳) الکترون‌ها از طریق سیم به سمت کاتد که محل کاهش است، می‌روند و **کاتیون فلز** نیم‌سلول **کاتدی** موجود در محلول الکترون‌ها را می‌گیرد، کاهش می‌یابد و به تیغه می‌چسبد.  $B^{n+} + n\bar{e} \rightarrow B$ : کاهش در کاتد
- (۴) نقش **دیواره متخلخل**: با عبور کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند از میان آن باعث می‌شود محلول‌ها از نظر بار خنثی بمانند و باتری همچنان کار کند.

- (۵) قطب (-): جایی که الکترون تولید شد. (آند)  
 قطب (+): جایی که الکترون‌ها به سمت آن می‌روند. (کاتد)
- (۶) مدار بیرونی: سیم و الکترودها: رسانای الکترونی  
 درونی: دیواره متخلخل و محلول‌های الکتrolیت: رسانای یونی

- ۵ قاعده همواره برقرار در کل الکتروشیمی  
 چه گالوانی و چه الکتrolیتی
- (۱) آند: محل اکسایش
  - (۲) کاتد: محل کاهش
  - (۳) کاتیون: به سمت کاتد می‌ره!
  - (۴) آنیون: به سمت آند می‌ره!
  - (۵) جهت حرکت الکترون همواره از آند به کاتد است.

اندازه‌گیری ولتاژ در سلول‌های گالوانی

$$emf = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}} \quad (۱)$$

ولتاژ سلول گالوانی

- (۲) **emf** در سلول‌های گالوانی همواره مثبت است.
- (۳) اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به‌طور جداگانه **ممکن نیست** و به‌طور **نسبی** تعیین می‌شود.
- (۴) نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE) **مبنا** است و پتانسیل آن را **صفر** در نظر می‌گیرند و با تشکیل سلول گالوانی از نیم‌سلول‌ها با SHE پتانسیل **بسیاری** از نیم‌سلول‌ها را اندازه‌گیری کردند.
- (۵) اندازه‌گیری‌ها در دمای  $25^{\circ}C$ ، فشار **۱atm** و **غلظت یک مولار** برای محلول الکتrolیت‌ها انجام شده و در این شرایط پتانسیل اندازه‌گیری شده را پتانسیل استاندارد نیم‌سلول ( $E^{\circ}$ ) نامیدند.

“ 1402 “

Dr.parsafarhani

Farahani\_shirini

Farahani\_shirini

Farahani\_shirini

Farahani\_shirini

سری الکتروشیمیایی و نکات آن

- ۱) طبق آیوپاک در جدول همی نیم‌واکنش‌ها براساس کاهش نوشته شده‌اند و  $E^\circ$  پتانسیل کاهش استاندارد نیم‌سلول هاست و در این جدول  $e^-$  همیشه در سمت چپ قرار دارد.
- ۲) گونه‌های سمت راست کاهنده و گونه‌های سمت چپ اکسنده‌اند.
- ۳) در بین گونه‌های سمت چپ هرچه بالاتر رویم، پتانسیل کاهش یعنی میل به کاهش و الکترون گرفتن بیشتر می‌شود و اکسنده قوی‌تر می‌شود.
- ۴) از آن‌جا که اکسندگی با کاهندگی رابطه عکس دارد، هرچه در گونه‌های سمت راست پایین‌تر رویم، میل به کاهندگی و  $e^-$  دهندگی و اکسایش بیشتر می‌شود.
- ۵) هرچه فاصله ۲ نیم سلول در جدول بیشتر باشد، اختلاف پتانسیل آن‌ها و  $emf$  آن‌ها در سلول گالوانی حاصل بیشتر می‌شود.
- ۶) واکنش انجام‌پذیر بین گونه‌ها، با شیب منفی یعنی قوی‌ترها امکان‌پذیر است!
- ۷) اسیدها ( $H^+$ ) با فلزات دارای  $E^\circ > 0$  واکنش نمی‌دهند، اما با فلزهای دارای  $E^\circ < 0$  واکنش می‌دهند و گاز  $H_2$  تولید می‌کنند.

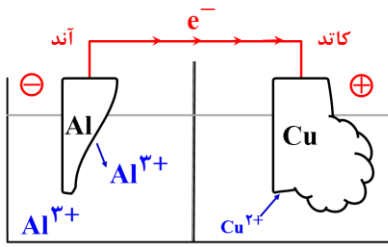
اکسنده قوی‌تر	نیم‌واکنش کاهش	$E^\circ$ (V)	کاهنده ضعیف‌تر
	$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s)$	+۱/۵۰	
	$Pt^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pt(s)$	+۱/۲۰	
	$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	+۰/۸۰	
	$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+۰/۳۴	
	$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	۰/۰۰	
	$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$	-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	
اکسنده ضعیف‌تر	$Li^+(aq) + e^- \rightarrow Li(s)$	-۳/۰۴	کاهنده قوی‌تر

واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون

- ۱) باتری مولدی است که در آن واکنش شیمیایی رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود.
- ۲) چند مثال از باتری
  - ۱) از تیغه Cu و Zn همراه با لیمو ← روشن کردن لامپ LED
  - ۲) چراغ خورشیدی ← سلول خورشیدی
  - باتری قابل شارژ ← عنصر اصلی سازنده: Si
  - لامپ LED

“ 1402 “  
 Dr.parsafarhani  
 Farahani\_shirini

مثال گالوانی

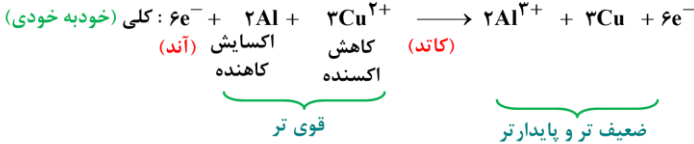


(۱) کاهندگی:  $Cu < Al$  ، پس Al الکترون می‌دهد.

(۲) مدار بیرونی: رسانای الکترونی (سیم و الکترودها)

(۳) مدار درونی: رسانای یونی (دیواره متخلخل و الکترولیت‌ها)  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$  کاهش  $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$  اکسایش

(۴) آنیون به سمت آند و کاتیون به سمت کاتد

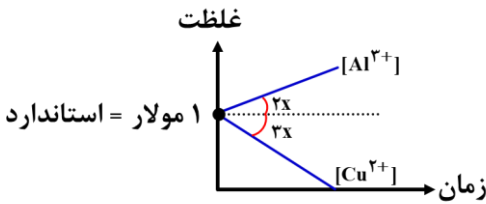


تیغه کاتد: کلفت تر

(۵) تیغه آند: لاغر تر

محلول کاتدی: کاهش غلظت

محلول آندی: افزایش غلظت



لیتیم فلزی امام برای ذخیره انرژی الکتریکی

کمترین چگالی ← سبک‌ترین فلزه!

۱- لیتیم ۲ ویژگی خفن بین فلزها داره **کمترین**  $E^\circ$  ← کاهنده‌ترین فلزه!

۲- دو ویژگی بالا سبب شد باتری‌های لیتیمی، سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی باشند.

دگمه‌ای ← در شکل و اندازه‌های گوناگون و **غیر قابل شارژ**

۳- انواع باتری لیتیمی **باتری موبایل و لب‌تاپ ← شارژی**

۴- پسماند لوازم الکترونیک مثل باتری لیتیمی نباید در طبیعت **رها یا دفن** شوند بلکه **باید بازیافت** بشن!

مواد شیمیایی **سمی** دارند و باعث آلودگی محیط زیست می‌شوند.

مقدار قابل توجهی **فلز گران** دارند، بازیافت به صرفه است.

۵- علت بازیافت

پسماند لوازم الکترونیک

لیتیمی

۶- انواع باتری دگمه‌ای

روی - نقره

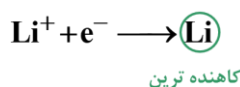
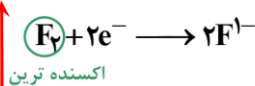
کاهنده‌ترین فلز: Li

۷- اشتباه نشود

واکنش پذیرترین فلز: Fr

اکسنده قوی‌تر

کاهنده ضعیف‌تر



اکسنده ضعیف‌تر

کاهنده قوی‌تر

۸- چرا پلاتین در بدن موقع جراحی به کار می‌برن؟ **کاهنده ضعیفه**، با اغلب مواد واکنش نمی‌ده!

۹- اگرچه باتری‌ها شکل، اندازه و کارایی متفاوتی دارند، اما در **همه** آن‌ها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های کاتدی و آندی، **جریان الکتریکی** در **مدار بیرونی** برقرار می‌شود.

“ 1402 ”  
Dr.parsafarahani  
Farahani\_shinni

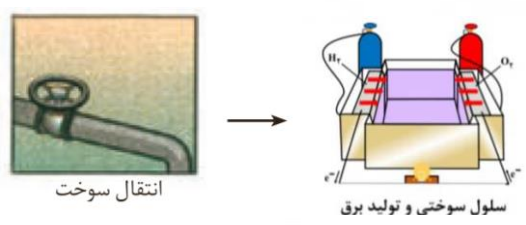
سلول سوختی (گالوانی)

- (۱) تبدیل انرژی شیمیایی سوخت  $H_2$  به انرژی الکتریکی
- سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز ← بازده ۲۰٪
- اکسایش گاز هیدروژن در سلول سوختی (گالوانی) ← بازده ۶۰٪
- ← اتلاف انرژی به شکل گرما کمتر است.

سوزاندن  $H_2$ :



اکسایش  $H_2$  در سلول سوختی:



(۳) سلول سوختی  $H_2$

- (۱) نوعی سلول گالوانی
  - مزایا
    - کاهش رد پای  $CO_2$
    - کارایی بیشتر
    - منبع انرژی سبز
    - جایگزین مناسب سوخت فسیلی که رایج ترین سوخت خودرو و نیروگاه است
  - معایب: گاز  $H_2$  در طبیعت وجود ندارد.
    - ولی ۲ بدی دارد.
      - ذخایر آن به سرعت رو به کاهش است.
      - آلودگی زیاد
- (۲) تأمین سوخت  $H_2$ 
  - برقکافت آب
  - سلول نور الکتروشیمیایی
- (۳) سلول های سوختی هیدروژن - اکسیژن رایج ترین سلول سوختی است که یک سلول گالوانی می باشد.
- (۴) برخلاف باتری ها توانایی ذخیره انرژی شیمیایی ندارد، اما در آن ها نیز پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده مصرف و جریان برقرار می کند.
- (۵) هر سلول سوختی ۳ جز اصلی دارد.
  - آند
  - کاتد
  - غشا
- (۶) ۳ جز اصلی سلول سوختی  $H_2$ 
  - آند پلاتینی (کاتالیزگر)
  - کاتد پلاتینی (کاتالیزگر)
  - غشاء مبادله کننده  $H^+$



ماهی گیری در سلول سوختی

(۱) به قرآن اگر واکنش کلی بنویسی همه چی معلومه ، یعنی معلوم می شه هر گازی قراره چه غلطی بکنه، اونم کجا!

(۲) حالا که فهمیدی هیدروژن قراره اکسایش پیدا کنه، سمت آند بزنش:  $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$

(۳) الکترون ها از طریق سیم و کاتیون های  $H^+$  از طریق غشاء مبادله کننده  $H^+$ ، هر دو به سمت کاتد می رن!

(۴) اکسیژن عین جاروبرقی هم  $H^+$  و هم  $e^-$  رو می خوره و با کاهش اکسیژن، آب تولید می شه و از بخش کاتدی خارج می شه!

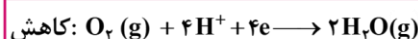
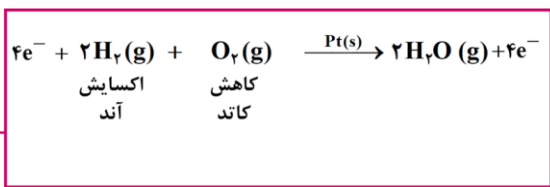
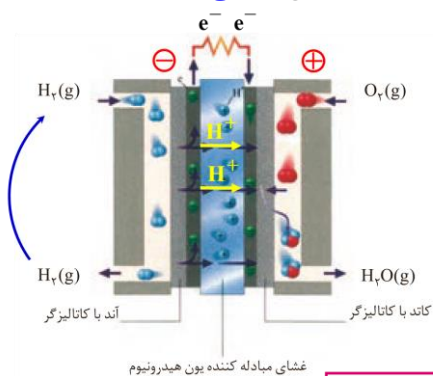
(۵)  $H_2$  گروهه، اضافه شو به آند برگردون!

مدار بیرونی: آند و کاتد که تیغه های پلاتینی هستند و هر دو کاتالیزگرند + سیم  $\Leftarrow$  رسانای الکترونی

مدار درونی: غشاء مبادله کننده  $H^+$  که کاتالیزگر نداره و فقط به  $H^+$  اجازه عبور می ده  $\Leftarrow$  رسانای یونی

(۷) اگر مسأله داد با کلی حل کن و یادت باشه، همه گونه های شرکت کننده در واکنش خنثی هستند و شمار

الکترون های ظرفیت اتم ها در واکنش تغییر نمی کند.



سلول سوختی متان

(۱) سلول سوختی جدیدتری از سلول سوختی  $H_2$  است.

(۲) سوخت متان خطر کمتری نسبت به  $H_2$  دارد.

مزایا

سوخت متان در دسترس است.

معایب: برخلاف سلول سوختی  $H_2$  که آلاینده نداشت، گاز  $CO_2$  تولید می کند.



کاهش (کاتد)      اکسایش (آند)

اکسنده      کاهنده

سلول الکترولیتی

(۱) هدف این سلول تولید عناصری است که به صورت آزاد در طبیعت وجود ندارد.

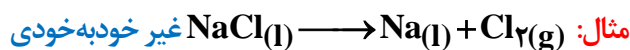
فلز گروه ۱ و ۲ و Al

(۲) عناصری که در طبیعت به صورت آزاد وجود ندارند.

H<sub>۲</sub> و هالوژن‌ها

(۳) واکنش کلی سلول الکترولیتی یک فرآیند غیر خودبه‌خودی است که ما به کمک باتری یک ولتاژ بیرونی اعمال می‌کنیم و واکنش غیر خودبه‌خودی را انجام می‌دهیم، چون واکنش به کمک برق انجام می‌شود و به آن برق‌کافت می‌گویند.

(۴) در این دستگاه ابتدا ماده مورد نظر را، اگر ترکیب یونی بود به صورت مذاب یا محلول در می‌آوریم که رسانا شود. به طور کلی الکترولیت یک ترکیب یونی مذاب یا یک محلول یونی است.



مواد قوی‌تر و ناپایدارتر / مواد ضعیف‌تر

(۵) برای بررسی عملکرد دستگاه برق‌کافت:

(۱) یک باتری بذار، دو تا الکتروود که معمولاً گرافیتی‌اند رو بذار ته الکترولیت!

(۲) از قطب‌های باتری: قطب‌ها معلوم می‌شه!

(۳) آنیون به سمت آند می‌ره و کاتیون به سمت کاتد!

(۴) آند محل اکسایش و کاتد محل کاهش

(۵) برای واکنش کلی هم e یکی کن، جمع کن!

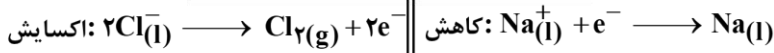
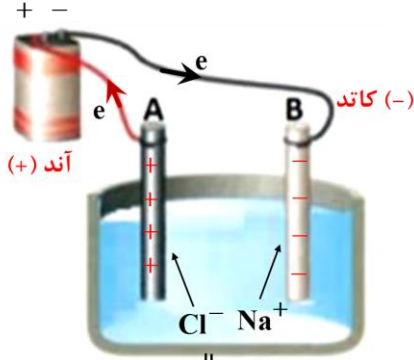
مقایسه گالوانی و الکترولیتی

سلول الکترولیتی	سلول گالوانی
فرآیند غیر خودبه‌خودی	فرآیند خودبه‌خودی
واکنش انجام نمی‌شه، برق می‌دیم انجام بشه!	واکنش انجام می‌شه، برق می‌ده
انرژی الکتریکی ← انرژی شیمیایی	انرژی شیمیایی ← انرژی الکتریکی
آند محل اکسایش کاتد: محل کاهش (مشابه)	آند محل اکسایش کاتد: محل کاهش (مشابه)
کاتیون به سمت کاتد و آنیون به سمت آند (مشابه)	کاتیون به سمت کاتد و آنیون به سمت آند (مشابه)
جهت حرکت e: از آند به کاتد	جهت حرکت e: از آند به کاتد
آند: قطب (+) کاتد: قطب (-) (متفاوت)	آند: قطب (-) کاتد: قطب (+) (متفاوت)
فرآورده ناپایدارتر و قوی‌تر	فرآورده پایدارتر و ضعیف‌تر
دو الکتروود اغلب گرافیتی درون یک الکترولیت (متفاوت)	دو الکتروود و دو الکترولیت (متفاوت)
تشخیص: باتری	تشخیص: لامپ و دیواره متخلخل

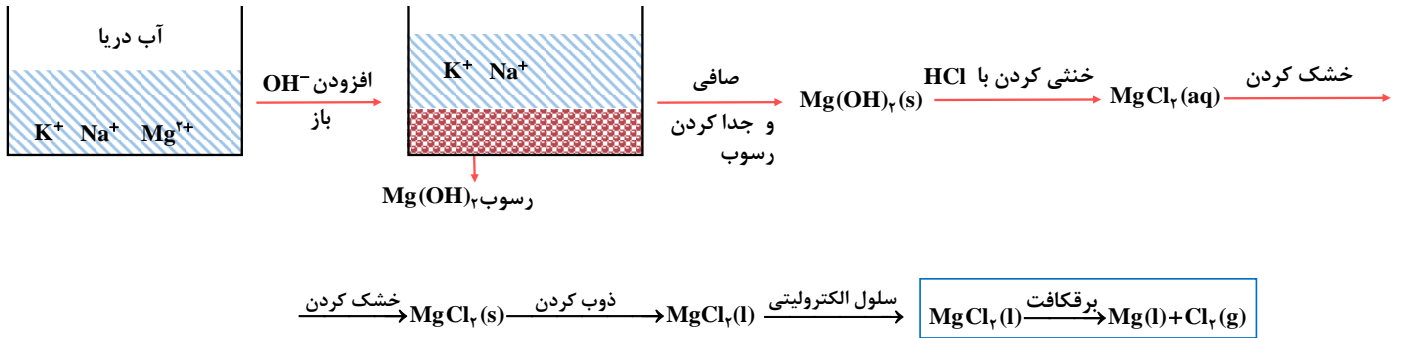
برقکافت NaCl



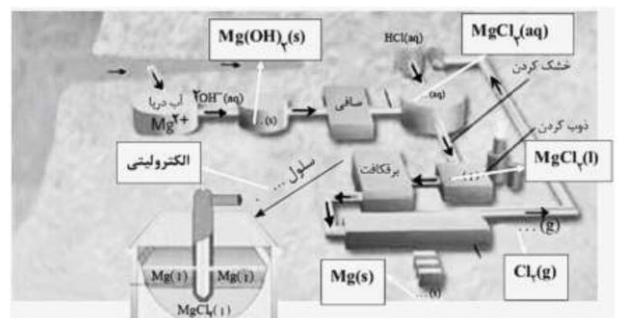
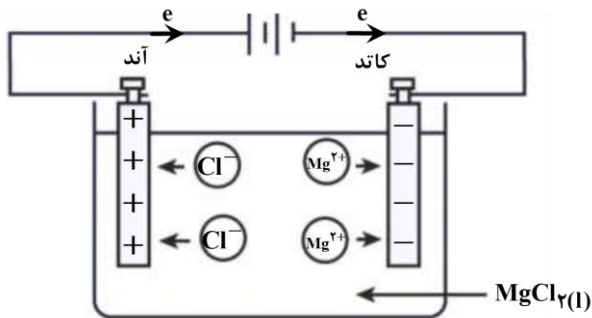
۲- NaCl حتماً باید مذاب باشد، به آن  $CaCl_2$  اضافه می‌کنند تا دمای ذوب  $801^\circ C$  به  $587^\circ C$  کاهش یابد.



مراحل تهیه منیزیم از آب دریا

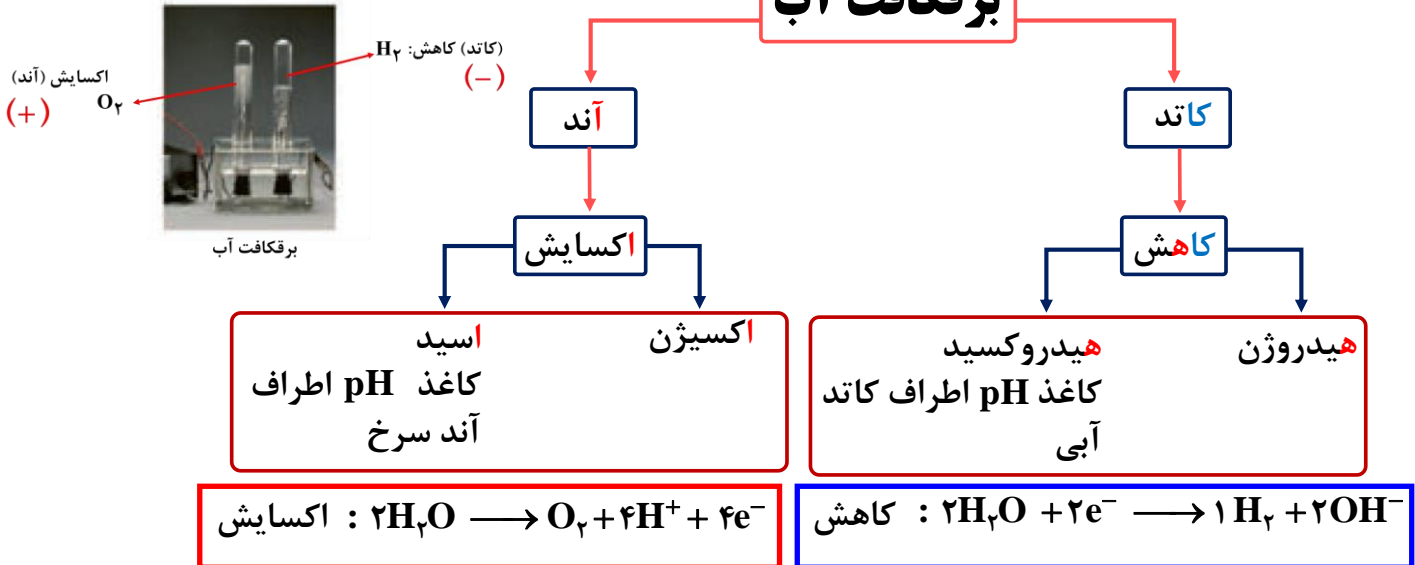


- غیر اکسایش یا کاهش و تبادل الکترون ندارد.
- ۱)  $Mg^{2+}(aq) + OH^-(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s)$
- غیر اکسایش و کاهش و بدون تبادل الکترون
- ۲)  $Mg(OH)_2(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$
- ۳) کلی برقکافت: تنها واکنش اکسایش - کاهش این فرآیند.
- ۳)  $2e + 2MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g) + 2e$



“ 1402 “  
Dr.parsafarhani  
Farahani\_shimi

برقکافت آب



برقکافت آب **عکس** واکنش کلی سلول سوختی است. **واکنش کلی:**  $2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

(۱) در آب کل تغییری نمی‌کند زیرا ۴ مول  $H^+$  با ۴ مول  $OH^-$  خنثی می‌شود.

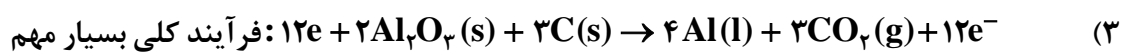
(۲) حجم گاز هیدروژن دو برابر حجم گاز اکسیژن است و جرم گاز کاتدی ( $2H_2$ ) برابر گاز آندی  $O_2$  است.

(۳) آب خالص رسانایی ناچیزی دارد، از این رو برای برقکافت باید **اندکی** الکترولیت به آب افزود. تا محلول **رقیق الکترولیت** حاصل شود.

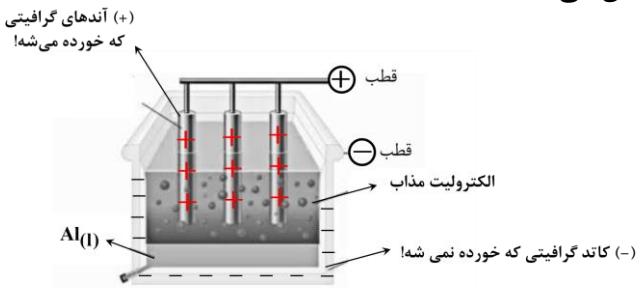
برقکافت  $Al_2O_3$  و تولید Al در فرآیند هال

(۱) دارای **چند** آند گرافیتی است که درون  $Al_2O_3$  مذاب قرار گرفته‌اند و بدنه ظرف هم کاتد گرافیتی است، پس **هم آند و هم کاتد** گرافیت‌اند.

(۲) **Al** مذاب چگالی **بیشتری** از الکترولیت  $Al_2O_3$  دارد و از **کف ظرف** جمع می‌شود. پس بدنه ظرف رو به قطب (-) وصل کن،  $Al^{3+}$  بره کف ظرف کاهش پیدا کنه و تیغه‌ها رو به قطب مثبت وصل کن!



(۴) **تیغه‌های آندی** برخلاف **تیغه کاتدی کاهش جرم** دارند و واکنش می‌دهند.



(۵) **بازیافت قوطی کهنه** فقط به ۷٪ انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرآیند هال نیاز دارد.

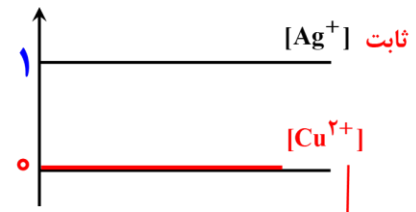
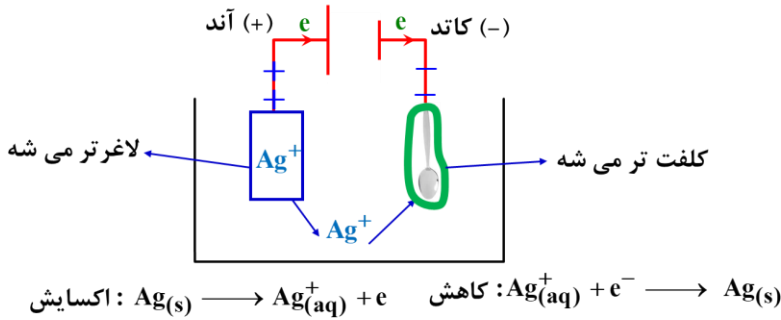
(۶) **بازیافت Al** باعث افزایش عمر منابع تجدیدناپذیر Al و کاهش هزینه می‌شود.



آبکاری

- ۱) پوشاندن سطح یک فلز معمولی با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و یا مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد.
- ۲) فلزهای پوشاننده در آبکاری: (Au, Ni, Cr, Ag) و فلز اصلی سازنده لوازم Fe یا Cu
- ۳) این فرآیند برقکافت محلول در سلول الکترولیتی است و جسمی که قرار است آبکاری شود، حتماً باید رسانا (فلز) باشد.
- ۴) وسیله کثیف در کاتد بسته شود و فلز پوشاننده در آند گذاشته شود و هر فلزی در آند بسته شود خورده می شود.
- ۵) محلول کاتیون فلز پوشاننده باید در دستگاه ریخته شود تا غلظت کاتیون بالا باشد، آبکاری سریع انجام شود.
- ۶) فرآیند اکسایش کاهش آن عکس یکدیگرند، بنابراین غلظت کاتیون فلز ثابت می ماند.

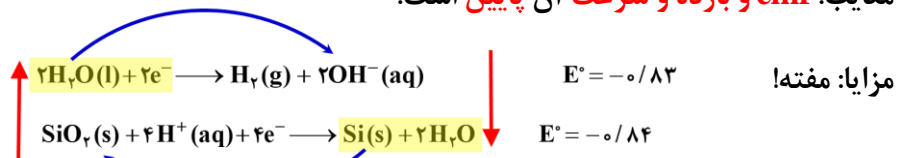
آبکاری قاشق مسی با نقره!



نمی ریزیم، وسیله کثافت، آمریکاس، هیچ غلظی نمی کنه، نه محلولش نیازه و نه واکنش می ده، فقط کاتده!

سلول نور الکتروشیمیایی

- ۱) در آن با نور، واکنش اکسایش - کاهش انجام می شود و نوعی سلول گالوانی است.
- ۲) همانند برقکافت آب
- ۳) کاغذ pH اطراف آنند سرخ می شود.
- ۴) کاغذ pH اطراف کاتد آبی می شود.
- ۵) pH آب در کل تغییری نمی کند.
- ۶) معایب: emf و بازده و سرعت آن پایین است.



خوردگی

(۱) به اکسایش پیش‌رونده و وحشیانه فلز گفته می‌شود که باعث **ترد شدن**، **خرد شدن** و **فرو ریختن فلزها** می‌شود.

(۲) فلزات مقاوم در برابر خوردگی

(A) **فلزات نجیب**: نه اکسایش می‌یابند نه خورده می‌شوند. (Au, Pt) حتی در محیط اسیدی سالم می‌ماند.

(B) **فلزات دارای اکسید چسبنده، متراکم و پایدار**: اکسایش می‌یابند، اما خورده نمی‌شوند.

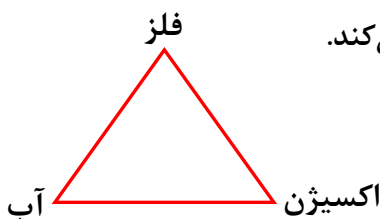
مثال: فلزات قار (Zn, Al, Sn)  $Al \gt Fe$  : سرعت اکسایش

اما خورده نمی‌شود.

(۳) پتانسیل کاهش **اغلب فلزها منفی** است ولی پتانسیل **کاهشی اکسیژن مثبت** است.

(۴) اکسیژن هم فلزات دارای  $E^\circ < 0$  و هم فلزات دارای  $E^\circ > 0$  را اکسید می‌کند.

مانند: **زنگ آهن**  $Fe(OH)_3$  **قرمز** و **زنگار سبز مس**  $CuO$



(۵) برای خوردگی فلزات حضور فلز، آب و اکسیژن الزامی است.

(۶) اکسیژن در محیط اسیدی  $E^\circ$  بیشتری دارد و اکسند قوی‌تری است و خوردگی در محیط اسیدی شدت می‌گیرد.



(۷) فلزهای نجیب (Au, Pt) حتی در محیط‌های اسیدی **اکسایش نمی‌یابند**.

۸- هم کدر شدن و هم جلا دادن وسایل نقره‌ای واکنش‌های اکسایش - کاهش هستند و تبادل الکترون دارند.

۹- آهن پرمصرف‌ترین فلز جهان است و سالانه حدود ۲۰ درصد آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورد شده مصرف می‌شود.

۱۰- Al، فلزی فعال است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود ولی به دلیل داشتن اکسید چسبنده و متراکم از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند و خورده نمی‌شود.

خوردگی آهن

(۱) **آند:** بخشی از آهن (وسط قطره آب) ← محل خوردگی

(۲) **کاتد:** بخشی از آهن (گوشه قطره آب) ← محل تشکیل زنگ آهن

(۳) **آهن** ← رسانای الکترونی

(۴) **آب** ← واکنش دهنده و رسانای یونی

فرآیند کلی:  $12e^- + 4Fe(s) + 6H_2O(l) + 3O_2(g) \rightarrow 4Fe(OH)_2(s) + 12e^-$

**زنگ آهن**

نیم واکنش اکسایش:  $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

نیم واکنش کاهش:  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

محل تشکیل رسوب (کاتد)

محل خوردگی (آند)

تماس دو فلز با یکدیگر در هوای مرطوب

۱- اگر دو فلز به یکدیگر متصل باشند و رطوبت هم حضور داشته باشد، یک سلول **گالوانی** تشکیل می شود.

۲- فلزی که  **$E^\circ$  کمتری** دارد، کاهنده تر و الکترون دهنده تر است، الکترون از دست می دهد، اکسایش می یابد و **داغون می شود.** (آند)

۳- فلزی که  **$E^\circ$  بیشتری** دارد، الکترون هایی که فلز کاهنده تر از دست داده بود را به سطح خود می کشد و در سطح خود به اکسیژن می دهد و از خوردگی محافظت می شود. (کاتد)

آهن متصل به فلز دارای  **$E^\circ$  کمتر**

سالم می مونه

کاتد

آب  $Mg^{2+}$

Fe | Mg

اکسایش:  $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

کاهش:  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

آند

داغون

حفاظت از آهن

آهن متصل به فلز دارای  **$E^\circ$  بیشتر**

سالم می مونه

کاتد

آب  $Fe^{2+}$

Fe | Cu

اکسایش:  $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

کاهش:  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

آند

داغون

خوردگی شدیدتر آهن نسبت به حالت تنها

حفاظت از خوردگی

(۱) ساده ترین: رنگ زدن، قیر اندود کردن و روکش دادن (پلاستیکی) به طور کامل از خوردگی جلوگیری نمی کنند.

(۲) روش های موثرتر:

روش اول: فداکاری فلزها برای حفاظت از آهن

(۱) اتصال یک فلز کاهنده تر به آهن، تا هنگام حضور هوا و رطوبت وقتی سلول گالوانی به وجود آمد، فلز کاهنده تر و دارای  $E^\circ$  کمتر آند شود و اکسایش یابد و آهن که  $E^\circ$  بزرگ تر دارد، کاتد شود و الکترون ها را به سوی خود بکشد و به اکسیژن بدهد تا اکسیژن کاهش یابد و آهن سالم بماند.

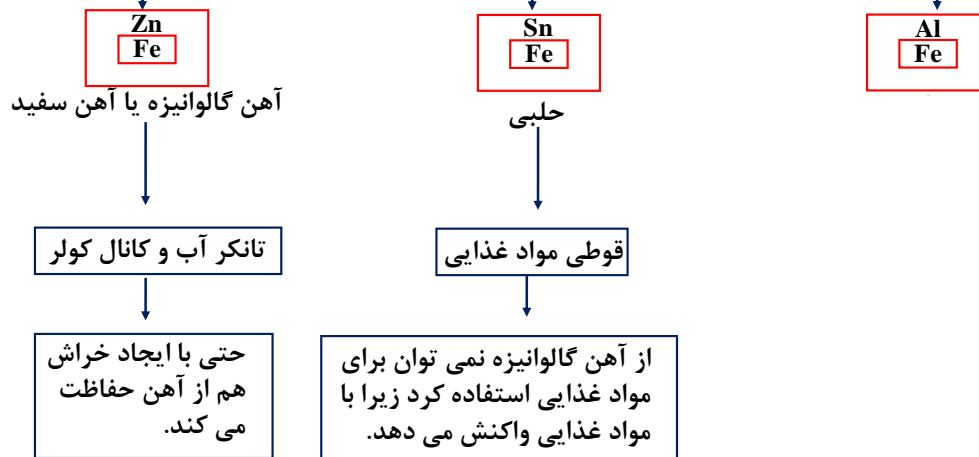
(۲) توجه بسیار مهم: در تمام خوردگی، فقط و فقط اکسیژن کاهش می یابد و هیچ گاه فلز کاهش نمی یابد.

(۳) از فلز Mg یا روی با اتصال دادن به آهن برای خوردگی آهن استفاده می شود.

(۴) مثلاً به بدنه کشتی و لوله نفتی منیزیم وصل می کنند، البته با گذشت زمان Mg خورده می شود و باید به شکل دوره ای تکه های منیزیم تعویض شود.

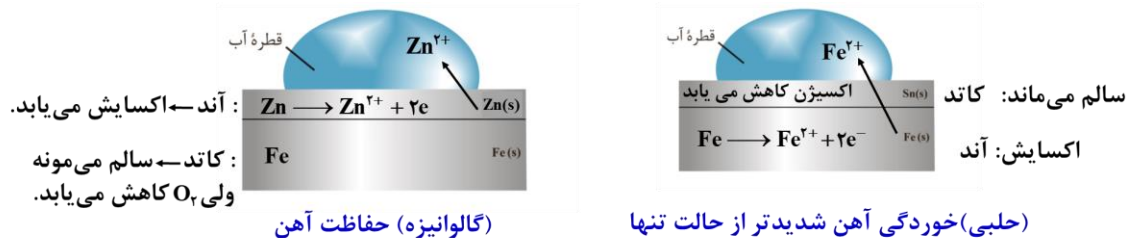
روش دوم حفاظت از خوردگی

روکش کردن با فلزات دارای اکسید چسبنده



(۱) آهن گالوانیزه حتی اگر خراش بیفتد، همچنان از آهن حفاظت می شود.

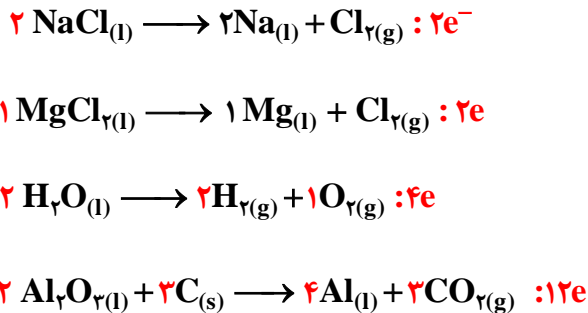
(۲) ولی در حلبی اگر خراش بیفتد، از قلع حفاظت می شود و آهن شدیدتر از قبل خورده می شود.



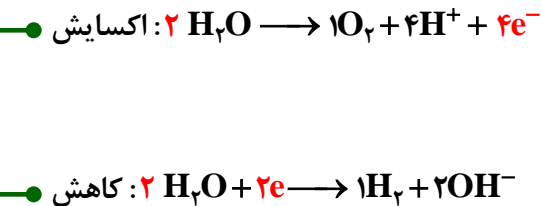


واکنش‌ها و الکترون مبادله شده

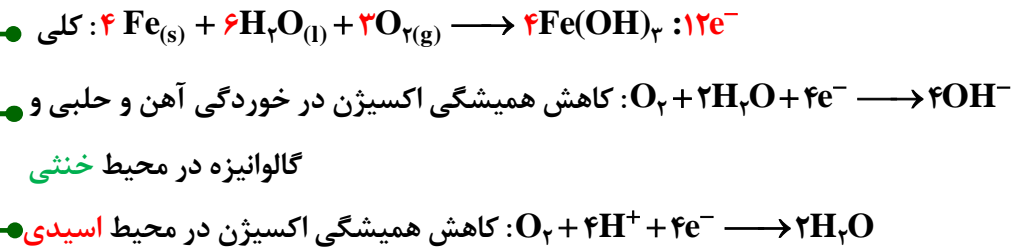
برقکافت‌ها



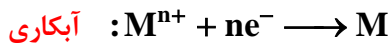
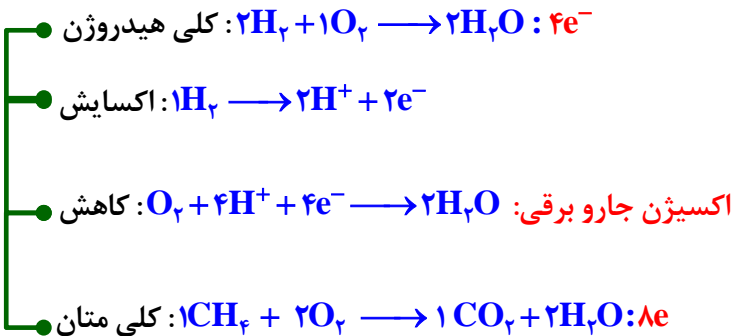
نیم‌واکنش‌های  
برقکافت آب



خوردگی

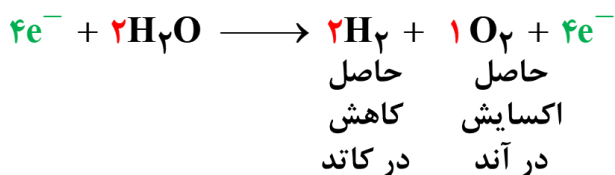


سوختی  
(گالوانی)

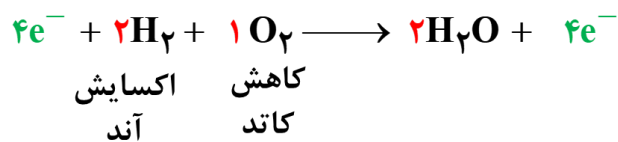


فقط بچسبون، نترس!

برقکافت آب



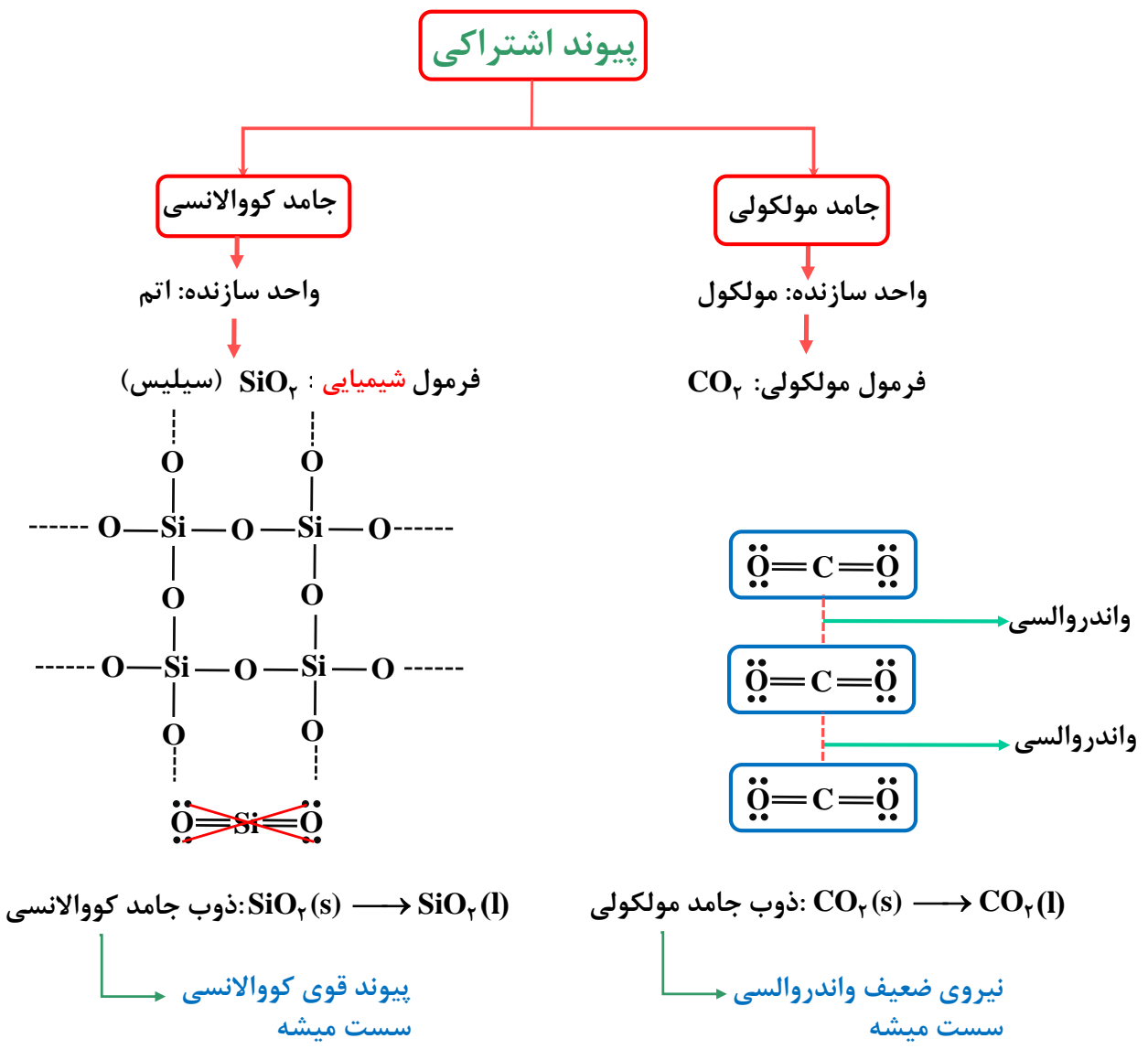
سوختی



ویژگی مواد اولیه ساخت آثار باستانی: ۱- واکنش پذیری کم ۲- استحکام زیاد ۳- پایداری زیاد ۴- فراوانی و در دسترس بودن خاک رس: ۱- به دلیل وجود  $Fe_2O_3$  سرخ فام است.  
 ۲- هنگام پختن سفال با تبخیر آب، درصد جرمی آب کاهش و درصد جرمی بقیه مواد افزایش می یابد.  
 ۳- عمده خاک رس سیلیس ( $SiO_2$ ) یک جامد کووالانسی است و به دلیل داشتن اکسید فلزی، خاصیت بازی دارد.

ماده	کووالانسی	یونی	مولکولی	یونی	یونی	فلزی
	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$H_2O$	$Na_2O$	$Fe_2O_3$	Au و دیگر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۱

## آیا همه ترکیبات دارای پیوند کووالانسی مواد مولکولی هستند؟



جامد مولکولی >>> جامد کووالانسی: نقطه ذوب و سختی



جامدهای کووالانسی

- (۱) شبکه‌ای به هم پیوسته و غول‌آسا از **اتم‌ها** هستند که با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل‌اند.
- (۲) به همین علت در دما و فشار **اتاق** جامدند ← بنابراین جامد کووالانسی نامیده می‌شود و **سخت و دیرگدازاند**.
- (۳) عناصر **اصلی** سازنده آن‌ها C (نافلز) و  $14\text{Si}$  (**شبه فلز**) هستند که با پیوندهای اشتراکی به آرایش ۸ تایی می‌رسند و تاکنون **هیچ یون تک‌اتمی** از آن‌ها شناخته نشده ولی یون چند اتمی  $\text{CO}_3^{2-}$  و  $\text{SiO}_4^{4-}$  دارند.
- (۴) **بررسی خواص جامد کووالانسی**
  - هم خواص فیزیکی (نقطه ذوب و سختی) ← به **استحکام پیوند** بستگی دارد.
  - هم خواص شیمیایی (پایداری) ← به **استحکام پیوند** بستگی دارد.
- (۵) **استحکام پیوند (آنتالپی پیوند)**
  - اول مرتبه چک کن:  $\equiv < = < -$
  - اگر مرتبه یکسان بود ← شعاع ↓ ← طول پیوند ↓ ← پیوند محکم‌تر ↑
- (۶) پیوند محکم‌تر ↑ ← آنتالپی پیوند ↑ ← سختی و نقطه ذوب و پایداری ↑
- (۷) **خواص مواد مولکولی**
  - خواص فیزیکی (نقطه جوش و آنتالپی تبخیر) ← به **نیروی بین مولکولی** بستگی دارد.
  - خواص شیمیایی (پایداری) ← به **پیوند کووالانسی و جفت ناپیوندی** بستگی دارد.
- (۸) واژه‌های **مولکول**، **فرمول مولکولی** و **نیروی بین مولکولی** فقط برای مواد مولکولی است و برای **جامدهای کووالانسی** ممنوع است.

حفظی

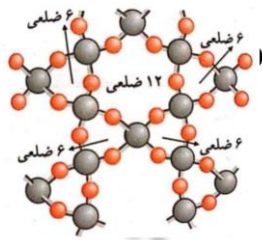
- فراوانی عناصر **پوسته جامد زمین**:  $\text{Si} < \text{O}$
- فراوانی عناصر در **کل کره زمین**:  $\text{Si} < \text{O} < \text{Fe}$
- ترکیبات **گوناگون** از اکسیژن و سیلیسیم **بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین** را می‌سازند و **سیلیس** ( $\text{SiO}_2$ ) فراوان‌ترین اکسید پوسته جامد زمین است.

“ 1402 “

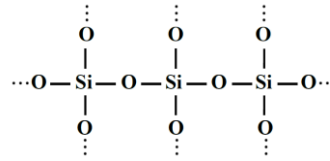
Dr.parsafarahani

Farahani\_shinni

سیلیس (SiO<sub>۲</sub>)



ساختار ۳ بعدی:

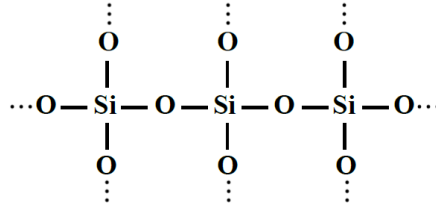
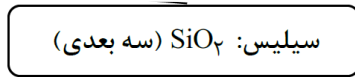
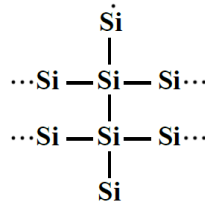
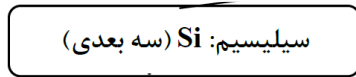


ساختار لوئیس:

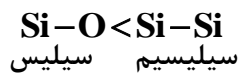
ویژگی ها

- ۱- هر سیلیسیم ۴ پیوند به ۴ اکسیژن و هر اکسیژن ۲ پیوند به ۲ سیلیسیم
- ۲- سیلیس خالص (کوارتز): شفاف ← دارای خواص ویژه نوری ← ساخت منشور و عدسی
- سیلیس ناخالص (ماسه): مقاومت گرمایی بالا ← سنگ سنگی
- ۳- نارسانای الکتریکی
- ۴- ۳ بعدی، ۱۲ ضلعی احاطه شده با ۶ ضلعی
- ۵- افزون بر خاک رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و شن و ماسه است.
- ۶- وجود سیلیس باعث استحکام سازه‌های سنگی و نقشکند روی آن‌ها شده است.

۲ ساختار مشابه:



طول پیوند (شعاع):



استحکام پیوند و سختی و نقطه ذوب و پایداری: Si-O > Si-Si

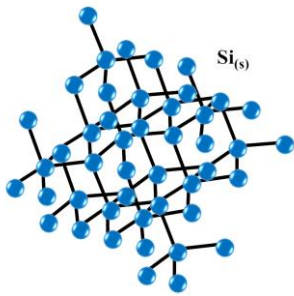
سیلیسیم سیلیس

**توجه:** چون SiO<sub>۲</sub> از Si پایدارتر است، Si در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به طور عمد به شکل سیلیس یافت می شود پس ← برای بدست آوردن Si باید آن را از سیلیس استخراج کرد.

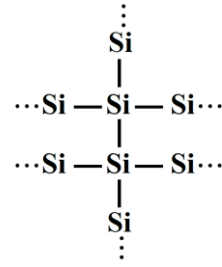


(سیلیسیم عنصر اصلی باتری های خورشیدی)

سیلیسیم (Si)



ساختار ۳ بعدی و ۴ وجهی:



ساختار لوئیس:



۱- هر سیلیسیم ۴ پیوند به ۴ سیلیسیم

۲- غیر شفاف - درخشان - شکننده

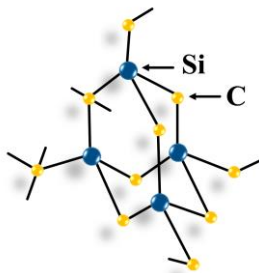
۳- رسانای ضعیف گرما و برق چون شبه فلز!

۴- ۳ بعدی و ۴ وجهی

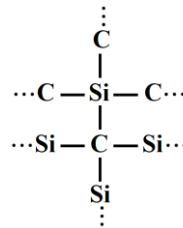
۵- در طبیعت Si به صورت خالص وجود ندارد زیرا به طور عمده تبدیل به SiO<sub>2</sub> می شود که پایدارتر است.

ویژگی ها

سیلیسیم کربید (SiC)



ساختار ۳ بعدی و ۴ وجهی:



ساختار لوئیس:

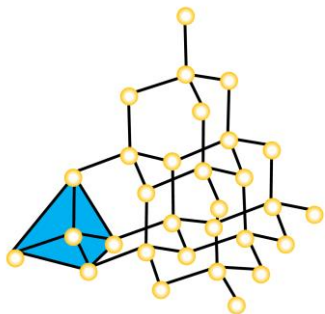
۱- هر سیلیسیم ۴ پیوند به ۴ کربن و هر کربن ۴ پیوند به ۴ سیلیسیم

۲- سایند ارزان در سنباده

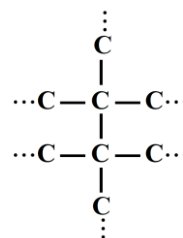
۳- ۳ بعدی و ۴ وجهی

ویژگی ها

الماس (C)



ساختار ۳ بعدی و ۴ وجهی:



ساختار لوئیس:

۱- هر کربن ۴ پیوند به ۴ کربن

۲- شفاف و درخشان

۳- رسانای الکتریکی

۴- ۳ بعدی و ۴ وجهی

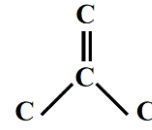
۵- به دلیل سختی زیاد در ساخت مته و ابزار برش شیشه استفاده می شود.

ویژگی ها

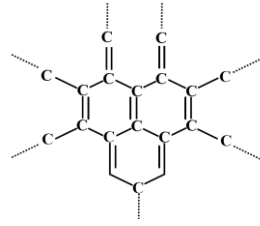
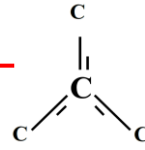


**C گرافیت (سرب مداد)**

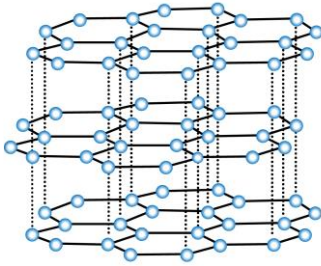
ساختار لوئیس :



(ساختار شبیه بنزن نه سیکلو هگزان)



ساختارهای ۲ بعدی متعدد:

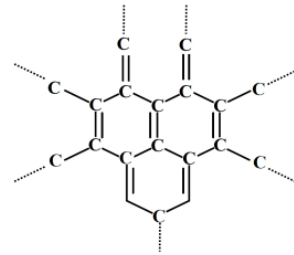


ویژگی ها

- ۱- هر کربن ۴ پیوند به ۳ کربن
- ۲- تیره-کدر-نرم ← به علت ساختار لایه‌ای و نیروی ضعیف واندروالسی بین لایه ها
- ۳- استفاده در مغز مداد به علت ساختار لایه‌ای و نرم
- ۴- رسانای خوب الکتریکی (رسانای الکترونی)
- ۵- جامدهای کووالانسی متعدد و دوبعدی - حلقه‌های ۶ گوشه مسطح همانند کندوی زنبور عسل

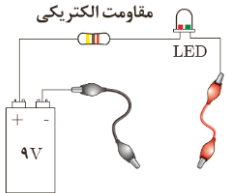
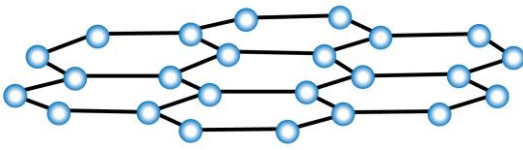
**C گرافن**

ساختار لوئیس :



(ساختار شبیه بنزن نه سیکلو هگزان)

ساختار ۲ بعدی:



ویژگی ها

- ۱- تک لایه از گرافیت به ضخامت یک اتم کربن (نانومتر) ولی برخلاف گرافیت بین همه اتم ها پیوند اشتراکی وجود دارد و برخلاف گرافیت سخت است.
- ۲- شفاف - سختی زیاد و مقاومت کششی ۱۰۰ برابر فولاد - انعطاف پذیر
- ۳- رسانای خوب الکتریکی
- ۴- جامد کووالانسی دو بعدی
- ۵- یک روش ساده برای تهیه گرافن استفاده از گرافیت و نوار چسب نازک است.

خلاصه

- دو بعدی ها: فقط گرافن و گرافیت بقیه ۳ بعدی
- رساناها: گرافن و گرافیت رسانای خوب و Si رسانای ضعیف
- شفاف ها: گرافن - الماس - کوارتز (سیلیس خالص SiO<sub>2</sub>) و (یخ) ← مولکولی
- تیره: سیلیسیم - گرافیت
- ۶ گوشه همانند کندو عسل: گرافن و گرافیت و (یخ) ← مولکولی

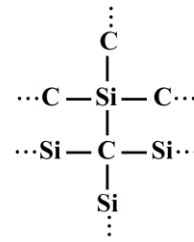
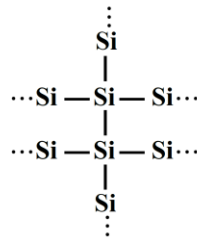
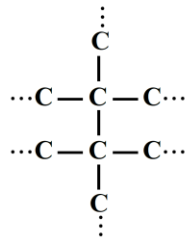
بررسی خواص ساختارهای مشابه:

چهاروجهی:

الماس C (سه بعدی)

سیلیسیم Si (سه بعدی)

سیلیسیم کربید SiC (سه بعدی)



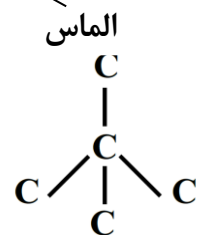
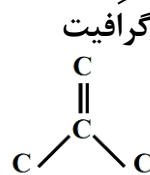
طول پیوند (شعاع):



استحکام پیوند و سختی و نقطه ذوب و پایداری:  $\text{C}-\text{C} > \text{Si}-\text{C} > \text{Si}-\text{Si}$

سیلیسیم سیلیسیم کربید الماس

مقایسه استثنایی



استحکام پیوند:  $\text{C}-\text{C} < \text{C}-\text{C}$   
گرافیت الماس

پایداری:  $\text{C}-\text{C} < \text{C}-\text{C}$   
گرافیت الماس

زیرا بین صفحه های گرافیت فضای خالی و نیروی ضعیف واندروالسی وجود دارد  $\text{C}-\text{C} > \text{C}-\text{C}$  (دلیل)

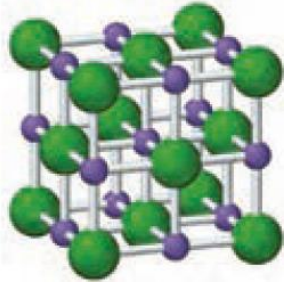
سختی و چگالی: استثنا است با پیوند بررسی نکنید

**توجه:** گرافیت یک جامد کووالانسی نرم و الماس یک جامد کووالانسی بسیار سخت است اگرچه گرافیت پیوندهای محکمتر دارد و پایدارتر است.

مقایسه برخی ویژگی های گرافیت و الماس:

ویژگی	ماده	گرافیت	الماس
نوع چینش اتمها	دو بعدی	سه بعدی	سه بعدی
سختی	نرم	سخت	سخت
چگالی	کمتر: $\frac{2}{27} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	بیشتر: $\frac{3}{51} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	بیشتر: $\frac{3}{51} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
ظاهر	کدر و مات	شفاف	شفاف
رسانایی الکتریکی	دارد	ندارد	ندارد
شمار پیوندهای کووالانسی پیرامون هر اتم کربن	۴	۴	۴
شمار اتمهای کربن متصل به هر اتم کربن	۳	۴	۴
کاربردها	مغز مداد و الکتروود	ساخت مته و ابزار برش شیشه	ساخت مته و ابزار برش شیشه

جامد یونی:



- (۱) شبکه بلوری دارد
- (۱) آرایش سه بعدی و منظم یون‌ها
- (۲) ماده حالت جامد دارد.

(۲) بی‌شمار آنیون و کاتیون دارد ← واحد مجزای مولکولی ندارد ← واژه ← مولکول و فرمول مولکولی ممنوع.

(۳) وجود جامد یونی در طبیعت ← **جاذبه** میان یون‌های ناهم‌نام در **تمام جهات** < **دافعه** میان یون‌های هم‌نام در **تمام جهات**.

پس نیروها به شمار معینی از یون‌ها **محدود نشده**، بلکه میان **همه‌ی** آن‌ها و در فواصل گوناگون وارد می‌شود.

(۴) عدد کوئوردیناسیون ← **نزدیک‌ترین** یون‌های **ناهم‌نام** پیرامون هر یون

در NaCl هر دو یون عدد کوئوردیناسیون ۶ دارند، زیرا تعداد یون‌ها برابر است.

عدد کوئوردیناسیون یون‌ها با تعداد یون‌ها رابطه عکس دارد.

$$\frac{\text{تعداد کاتیون}}{\text{تعداد آنیون}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}}$$

(۵) ترکیب یونی ← جامد (S): نارسانا

مذاب (l) یا محلول (aq): نارسانا

(۶) ترکیبات یونی **چکش خوار نیستند** و شکننده‌اند

قبل از ضربه: جاذبه < دافعه: ناهم‌نام‌ها مجاورند.

بعد از ضربه: جاذبه > دافعه: هم‌نام‌ها مجاورند.

(۷) ترکیبات یونی مجموعاً خنثی هستند زیرا **مجموع بار** آنیون با مجموع بار کاتیون برابر است.

(۸) فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، **ساده‌ترین** نسبت آنیون‌ها و کاتیون‌های آن را نشان می‌دهد.

مقایسه شعاع اتم با یون

۱- آنیون < اتم خودش: به علت دافعه‌ی بیشتر الکترون‌ها.

۲- کاتیون > اتم خودش: زیرا معمولاً کاتیون لایه از دست می‌دهد و هم‌چنین زور هسته زیادتر می‌شود.

۳- آنیون <<< کاتیون

(۱) اولویت: هر چه منفی‌تر، بزرگ‌تر و هر چه مثبت‌تر کوچک‌تر است.

مقایسه‌ی شعاع یونی

(۲) اگر بار یکسان بود یونی که در جدول پایین‌تر بود، شعاع بزرگتری دارد، زیرا لایه‌های بیشتری دارد.



**استثناء شعاع:**  ${}_{17}\text{Cl}^- < {}_8\text{O}^{2-}$  و مقایسه‌ی استثنائی کتاب درسی:  $\text{Na} > \text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{Cl}$

یون‌ها وسط

اتم‌ها کنار

**مقایسه شعاع اتمی:** ۱- اول تعداد لایه بررسی کن، تعداد لایه بیشتر  $\Leftarrow$  شعاع بیشتر! (تعداد لایه = شماره دوره)

۲- اگر تعداد لایه‌ها برابر بود، پروتون  $\uparrow \Leftarrow$  شعاع کمتر و مچاله‌تر.

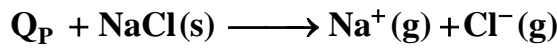
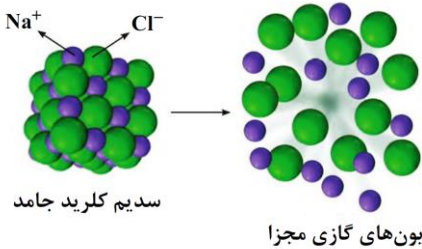
**چگالی بار حجمی:** هم‌ارز با بار یون به حجم آن است که قدرت جاذبه یون‌ها را نمایش می‌دهد.

$$\sigma = \frac{q}{V} = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi r^3} \Rightarrow \sigma \approx \frac{q}{r}$$

- مقایسه
- ۱) اولویت اندازه‌ی بار است، اندازه‌ی بار  $\uparrow \Leftarrow$  چگالی بار  $\uparrow$
  - ۲) اگر اندازه بار یکسان بود، شعاع یون  $\downarrow \Leftarrow$  چگالی بار  $\uparrow$

**آنتالپی فروپاشی**

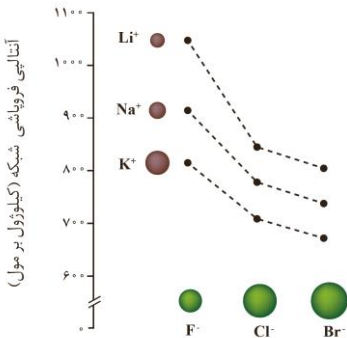
۱- تعریف آنتالپی فروپاشی شبکه بلور: **گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از جامد یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی سازنده است.**



فروپاشی شبکه بلور سدیم کلرید

۲- استحکام ترکیب یونی: چگالی بار  $\uparrow \Leftarrow$  جاذبه بین یون‌ها  $\uparrow \Leftarrow$  آنتالپی فروپاشی  $\uparrow \Leftarrow$  نقطه ذوب  $\uparrow$

**Max Max Max Max**



۳- بررسی نمودار هالوژن‌ها و قلیایی‌ها!

۱- هم با افزایش شعاع کاتیون فلز قلیایی و هم با افزایش شعاع یون هالید،

آنتالپی فروپاشی و نقطه ذوب کاهش می‌یابد.

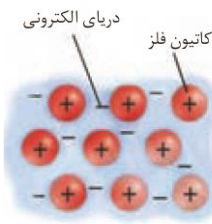
۲- اختلاف آنتالپی فروپاشی در دوره دوم و سوم بیشتر از دوره سوم و چهارم است.

آنتالپی فروپاشی شبکه (کیلوژول بر مول)



جامد فلزی

مدل دریای الکترونی برای توجیه برخی خواص فیزیکی

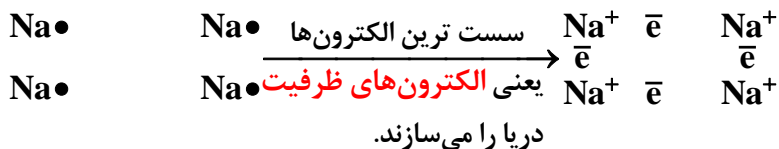


جامد

جامد فلزی: شبکه بلوری

۳ بعدی

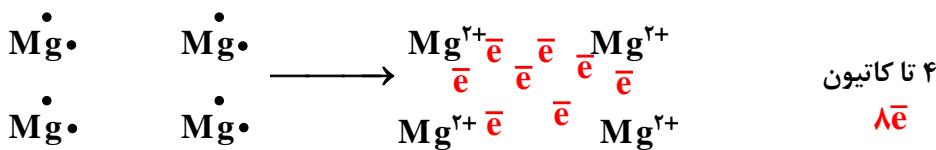
(۱) الکترون‌های دریا حرکت آزادانه دارند، بنابراین هر الکترون را نمی‌توان تنها متعلق به یک اتم معین دانست:



(۲) جامد فلزی ← پیوند فلزی ← پیوند بین الکترون و کاتیون

جامد یونی ← پیوند یونی ← پیوند بین آنیون و کاتیون

(۳) فلزها خنثی هستند.  $\text{Na(s)}$  ← ~~تعداد~~ کاتیون‌ها با دریای الکترونی برابر است.



خواص فیزیکی: جلا - رسانای الکتریکی و گرمایی - چکش خواری

(۴) فلزها

خواص شیمیایی: تنوع عدد اکسایش و واکنش پذیری و کاهندگی!

(۱) چکش خواری

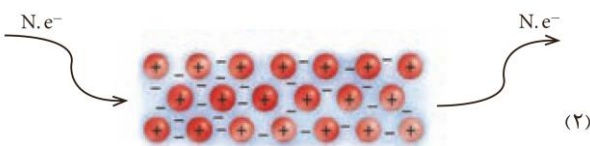
توجیه برخی خواص فیزیکی

(۲) رسانای الکتریکی

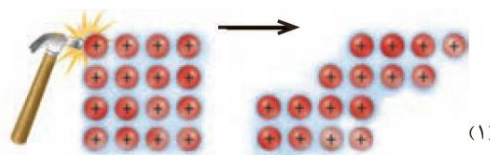
با تحرک آزادانه الکترون‌ها

(۵) دریای الکترونی

عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری حفظ می‌کند.



رسانایی الکتریکی



چکش خواری

“ 1402 “

Dr.parsafarahani

Farahani\_shirini

Farahani\_shirini

Farahani\_shirini

Farahani\_shirini

بررسی خواص فلزها

**A- خواص فیزیکی مانند سختی و نقطه ذوب:**

۱- چون شبکه آن‌ها از کاتیون‌ها و دریای الکترونی ساخته شده، خواص فیزیکی آن‌ها با چگالی بار کاتیون‌ها در در دریای الکترونی بحث می‌شود.

۲-  $\delta = \frac{q}{r}$  چگالی بار بیشتر ← جاذبه بین دریا و کاتیون‌ها بیشتر ← نقطه ذوب و سختی بیشتر

مثال‌ها: سختی و نقطه ذوب:  $Sc < Ca < K$  و سختی و نقطه ذوب:  $Li < K$

اصلی واسطه

**B- خواص شیمیایی مانند واکنش پذیری فلزها:**

۱- هر چه خصلت فلزی بیشتر ← واکنش پذیری فلز بیشتر

۲-  $Au > Pt > Ag > Cu > H_r > Sn > Fe > Ti > Zn > Mn > Al > 2 > 1 > C$

۳- واکنش پذیری:  $Ti > Ca > K$

دسته واسطه

فلزها بیشترین عناصر جدول

۱- فلزها با این که در هر ۴ دسته s, p, d, f جای دارند اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی نیز دارند

برخی خواص فیزیکی مشابه‌اند.

۲- شباهت فلزهای اصلی و واسطه  
 (۱) جلا  
 (۲) رسانای الکتریکی و گرمایی  
 (۳) چکش خوارند

s, p d

برخی رفتارهای شیمیایی: تنوع عدد اکسایش و واکنش پذیری

۳- تفاوت فلزهای اصلی و واسطه

برخی رفتارهای فیزیکی: سختی و نقطه ذوب

$H^+$   $H^-$   
 ↓ ↓  
 +۱ -۱

۴- عناصر دسته s همواره در ترکیب عدد اکسایش ثابتی دارند. غ

فلزات دسته s همواره در ترکیب عدد اکسایش ثابتی دارند. ✓

۵- دسته p برخی ثابت:  $Al^{3+}$  یا  $Ga^{3+}$

برخی متنوع:  $Sn^{2+}$  یا  $Sn^{4+}$  و  $Pb^{2+}$  یا  $Pb^{4+}$

تنوع عدد اکسایش: واسطه < اصلی

اغلب متنوع!

۷- سختی و نقطه ذوب:  $Sc < Ca < K$

اصلی واسطه

۶- دسته d بعضی ثابت:  $Ag^+ - Zn^{2+} - Sc^{3+}$

واکنش پذیری: واسطه > اصلی

“ 1402 “  
 Dr.parsafarahani  
 Farahani\_shinni

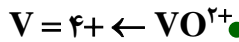
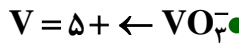
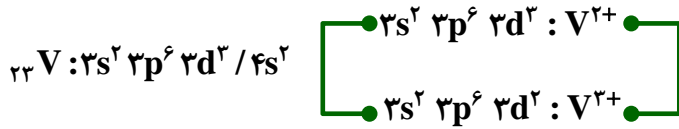
## اعداد اکسایش متنوع وانادیوم که باعث رنگ‌های متنوع آن شده است.

۱-  $V^{2+}$  یک فلز واسطه از دوره چهارم است که در گروه ۵ قرار دارد.

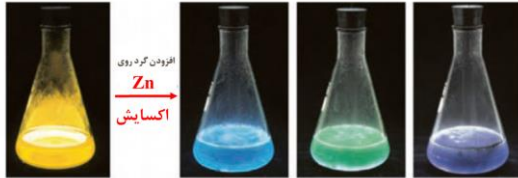
Max: ۵ ← فقط کاهش ← فقط اکسند

۲- بازه عدد اکسایش آن

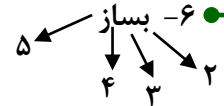
Min: ۰ ← فقط اکسایش ← فقط کاهش



۵- رنگ محلول ترکیب‌های وانادیوم وابسته به تنوع عدد اکسایش آن است (خواص شیمیایی) با دریا توجیه نمی‌شود!



وانادیم (V) کاهش  
وانادیم (IV) کاهش  
وانادیم (III) کاهش  
وانادیم (II) نقشی ندارد.



## ( $Ti_{22}$ ) تیتانیوم فلزی فراتر از انتظار

ویژگی	ماده	تیتانیوم	فولاد
نقطه ذوب ( $^{\circ}C$ )	۱۶۶۷	۱۵۳۵	
چگالی ( $g mL^{-1}$ )	۴/۵۱	۷/۹۰	
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا	ناچیز	متوسط	
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	ضعیف	
مقاومت در برابر سایش	عالی	عالی	

۱- بالا بودن نقطه ذوب، زیرا تمام اجزای جت چه ثابت چه متحرک داغ‌اند.

۲- چگالی کم و سبک بودن برای پرواز بهتر

۳- مقاومت در برابر سایش

A: دلیل ساخت موتور جت با تیتانیوم

۱- مقاومت در برابر خوردگی

B: دلیل ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما از تیتانیوم به جای فولاد

۲- واکنش پذیری ناچیز با ذرات موجود در آب

۱- مقاومت در برابر خوردگی و سایش

C: دلیل ساخت موزه گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیوم

۲- جلای زیبای تیتانیوم

۱- سبک و چگالی کم

۲- مقاوم در برابر خوردگی و استحکام بالا

D: دلیل ساخت بدنه دوچرخه

۱- سازه فلزی در ارتودنسی

۲- استنت برای رگ‌ها

E: آلیاژ هوشمند (NiTiNol):

۳- قاب عینک

آنیون ندراره و شامل کاتیون‌های نیکل

و تیتانیوم در دریای الکترونی است.

رنگ، نماد زیبایی

- ۱- چشم ما از امواج الکترومغناطیس فقط نور مرئی یعنی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را می بیند.
- ۲- مواد رنگی به رنگ طول موج های عبوری یا بازتاب شده دیده می شوند و طول موج های جذب شده دیده نمی شود.
- ۳- اگر یک ماده همه طول موج های مرئی را بازتاب کند، سفید است. مثل:  $TiO_2$
- ۴- اگر یک ماده همه طول موج های مرئی را جذب کند، سیاه است. مثل: دوده
- ۵- مواد رنگی بخشی از نور سفید خورشید را جذب و باقی مانده آن را عبور می دهند یا بازتاب می کند. مثلاً  $Fe_2O_3$  که قرمز است نور قرمز را بازتاب و یا عبور می دهد بقیه طول موج ها را جذب می کند.
- ۶- سازنده اصلی یک ماده رنگی، رنگ دانه است مانند رنگ دانه های معدنی  $TiO_2$  دوده  $Fe_2O_3$
- ۷- در گذشته انسان، رنگ دانه های معدنی را از منابع طبیعی مثل گیاه، جانور، برخی کانی ها تهیه می کرد اما امروزه رنگ های ساختگی وجود دارد.
- ۸- رنگ های پوششی نوعی کلوییداند که افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی می گرد.



ماده سفید

ماده سیاه

ماده رنگی

آبی

- انتقال e از ۴ به ۲ در اتم H
- رنگ شعله سوختن کامل مواد آلی
- رنگ شعله گوگرد
- فیروزه
- گل ادریسی در خاک اسیدی و کاغذ pH در باز
- اوزون مایع (پیرنگ تر) و اکسیژن مایع (کم رنگ تر)
- محلول  $V_{(aq)}^{4+}$  و  $Cu_{(aq)}^{2+}$

قهوه ای

- نفت خام (مایع غلیظ سیاه یا قهوه ای متمایل به سبز)
- گاز  $NO_2$
- شکر گرما دیده
- رسوب  $Fe(OH)_3$  (رسوب قرمز مایل به قهوه ای)

بنفش

- انتقال e از ۶ به ۲ در اتم H
- نور شعله حاصل از واکنش پتاسیم با کلر
- بخار  $I_2(g)$
- محلول ید در هگزان
- محلول پتاسیم پرمنگنات ( $KMnO_4$ )
- محلول  $V_{(aq)}^{2+}$

سبز

- رنگ شعله مس و همه ترکیبات آن
- محلول  $V_{(aq)}^{2+}$  و  $Fe_{(aq)}^{2+}$
- زمرد
- رسوب  $Fe(OH)_2$

“ 1402 “

Dr.parsafarahani

Farahani\_shinni

Farahani\_shinni

Farahani\_shinni

Farahani\_shinni

- قرمز**
- انتقال e از ۳ به ۲ در اتم H
  - رنگ شعله فلز Li و همه ترکیبات آن
  - لامپ گاز نئون
  - فلز مس  $Cu_{(s)}$
  - برم مایع و بخار برم
  - فسفر قرمز (در مجاورت هوا ننگه می‌دارن!)
  - یاقوت
  - رنگ  $Fe_2O_3$  قرمز نقاشی
  - گل ادریسی در محیط بازی و کاغذ pH در اسید

- زرد**
- رنگ شعله فلز سدیم و همه ترکیبات آن
  - رنگ خیار شور ملتهب
  - گاز کلر  $Cl_2$
  - گوگرد جامد
  - رنگ شعله حاصل از سوختن ناقص مواد آلی
  - محلول  $V^{5+}$  و  $Fe^{3+}$  (aq)
  - بخار سدیم  $Na_{(g)}$  در لامپ بزرگراه‌ها
  - نیلی: انتقال ۵ به ۲ در اتم H

**نارنجی: رنگ شعله آهن**

- سیاه**
- نفت خام
  - گرافیت C
  - دوده (رنگ‌دانه معدنی)
- نقره‌ای**
- فلزات به جز Cu و Au
  - شبه‌فلزهای Si و Ge

- سفید**
- نور خورشید
  - رنگ شعله منیزیم
  - نفتالن
  - پلی‌اتن سنگین
  - سدیم کلرید  $NaCl$
  - $TiO_2$  (رنگ‌دانه معدنی)
  - یخ خشک
  - فسفر سفید (زیر آب باشه)
- رسوب‌های بی‌رنگ**
- $AgCl$
  - $BaSO_4$
  - $Ca_3(PO_4)_2$
  - $(RCOO)_2Mg$
  - $(RCOO)_2Ca$
  - $Mg(OH)_2$

- بی‌رنگ‌ها**
- گاز:  $N_2O_4, CH_4, CO, He, Ar$
  - محلول‌ها:  $NaOH, HCl$ , سرکه  $Al^{3+}, Zn^{2+}$  (aq)
  - مایع‌های بی‌رنگ

- ناقطبی**
- هگزن
  - هگزان
  - $CCl_4$
- قطبی**
- کلروفرم  $CHCl_3$
  - متانول  $CH_3OH$
  - اتانول  $C_2H_5OH$
  - استون  $H_3C-C(=O)-CH_3$
  - ۱، ۲-دی‌برمو اتان  $C_2H_4Br_2$
  - آب  $H_2O$

مقایسه  $\Delta H$  فروپاشی و نقطه ذوب

تیپ ۱: مقایسه بین دو یا چند ترکیب

$$\sigma \uparrow = \frac{|q| \uparrow}{r \downarrow}$$

$\sigma$  کلی  $\uparrow$   $\leftarrow$  جاذبه  $\uparrow$   $\leftarrow$   $\Delta H$  شبکه  $\uparrow$   $\leftarrow$  نقطه ذوب  $\uparrow$

۱- جمع قدر مطلق بار یک آنیون و یک کاتیون  $\uparrow$  را حساب کن:  $\sigma \uparrow$

۲- اگر جمع قدر مطلق بار یکسان شد، به شعاع توجه کن.

شعاع کاتیون با کاتیون و آنیون با آنیون مقایسه کن!

$r$  یون  $\uparrow \leftarrow \downarrow$



## مقایسه کلی انواع جامدها

نوع جامد	جامد کووالانسی	جامد مولکولی	جامد یونی	جامد فلزی
ویژگی	ذره‌های سازنده بلور	مولکول‌های مجزا	کاتیون‌ها و آنیون‌ها	کاتیون‌ها در دریای الکترونی
سختی	اغلب بسیار سخت (گرافیت نرم است)	معمولاً نرم (یخ سخت است)	سخت و شکننده	اغلب سخت (جیوه و طلا و فلزات گروه یک نرم هستند)
دمای ذوب نسبی	خیلی بالا	پایین	بالا	اغلب متوسط و بالا
رسانایی الکتریکی	اغلب نارسانا (گرافیت و گرافن رسانا و Si نیمه-رسانا)	نارسانا (مگر اسید و باز محلول)	نارسانا (در حالت محلول و مذاب رسانا)	همواره رسانا
مثال	الماس، گرافیت، سیلیس	یخ خشک، نفتالن، اتانول، ید	نمک خوراکی، سدیم سیلیکات، زنگ آهن	فلزها و آلیاژ آنها (مانند نیتینول)

۱-



۲-

۳- قدرت نیروی بین ذره‌ای: جامد کووالانسی < جامد یونی < جامد فلزی < جامد مولکولی

خواص فیزیکی: آنتالپی پیوند چگالی بار چگالی بار هیدروژنی و جرم و قطبیت  
 خواص شیمیایی: آنتالپی پیوند - پیوند کووالانسی و جفت ناپیوندی

- ۴- رسانایی
  - کووالانسی ← نارسانا به جز گرافیت و گرافن و Si
  - مولکولی ← نارسانا به جز اسید و باز محلول (aq)
  - یونی ← (aq) و (l) رسانا = رسانایی شیمیایی و با تغییر ماهیت
  - فلزی ← همواره رسانا = رسانایی فیزیکی و بدون تغییر ماهیت

۵- پس از دوره سنگی، در دوره برنز و سپس آهن، جوامع دچار رشد چشمگیری شدند و این نشان از جایگاه برجسته فلزها در تمدن بشری دارد و فلزها هنوز هم کلید رشد جوامع هستند.

### ۵- تشخیص نوع ماده

- ۱- اگر Si, SiC, SiO<sub>2</sub>, C الماس، C گرافیت، C گرافن بود جامد کووالانسی است.
- ۲) اگر
  - فلز گروه ۱
  - فلز گروه ۲
  - آلومینیوم و گالیوم را داشت، جامد یونی است.
  - آمنیوم
  - واسطه
  - Pb<sup>2+</sup>, Sn<sup>2+</sup>
- توجه:** B و Be هیچ‌گاه ترکیب یونی ندارند.
- ۳) اگر فلز تنها بود جامد فلزی است. مانند Fe, Cu
- ۴) اگر موارد بالا نبود، ترکیب مولکولی است.

### چند نکته از مواد مولکولی

- ۱- ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت، **گاز** یا **مایع‌اند**، جزو **مواد مولکولی‌اند** زیرا مواد مولکولی ضعیف‌ترین و شل‌ترین نیروی بین ذره‌ای را دارند.
- ۲- **اغلب** مواد آلی، مواد مولکولی هستند.
- ۳- **تنوع** و **شمار** مواد **مولکولی** بسیار **بیشتر** از مواد **کووالانسی** است زیرا اغلب مواد آلی، مولکولی‌اند.
- ۴- با توجه به ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای، عناصر گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ و ۱۸ عمدتاً از عناصر اصلی سازنده مواد مولکولی‌اند.
- ۵- به کار بردن واژه مولکول، فرمول مولکولی، نیروی بین مولکولی **فقط** برای **مواد مولکولی** مجاز است.
- ۶- واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش **سه بعدی** و **منظم** اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت **جامد** به کار می‌رود.
- ۷- عناصر S<sub>16</sub>، P<sub>15</sub>، Si<sub>14</sub> اکسیژن‌دوست‌اند و یون‌های چنداتمی سیلیکات، فسفات، سولفات را می‌سازند.

“ 1402 “

Dr.parsafarahani

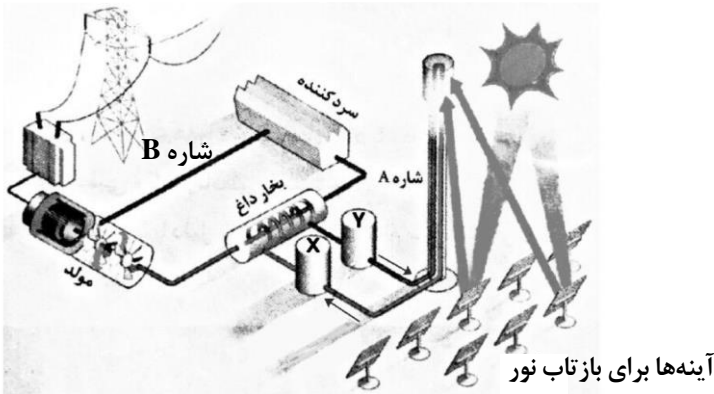
Farahani\_shirini



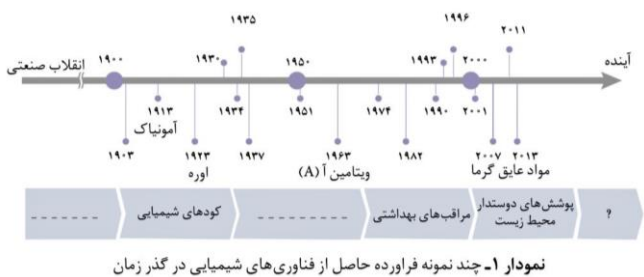


تولید انرژی الکتریکی با کمک پرتوهای خورشیدی:

- ۱- دو مسیر بسته و مجزا با ۲ شاره متفاوت
- مسیر ۱: شاره **حتما یونی** باشد ← **گستره دمایی مایع بالا** ← ذخیره انرژی **گرمایی**
- مسیر ۲: شاره **حتما مولکولی** و دارای پیوند هیدروژنی باشد مانند:  $H_2O$  یا  $HF$  ← نقطه جوش بالا ← راحت مایع همیشه
- ۲- **شاره یونی**: شاره‌ای که **بسیار** داغ است و باعث تولید بخار داغ می شود و گستره دمایی آن در این فرآیند  $85^{\circ}C$  تا  $135^{\circ}C$  است که **برای مواد مولکولی ناممکن** است.
- شاره یونی: برج ← منبع ذخیره انرژی گرمایی **X** ← تبخیر آب ← منبع ذخیره انرژی **گرمایی Y** ← برج  
( $135^{\circ}C$ ) ( $85^{\circ}C$ )
- ۳- **شاره مولکولی**: بخار داغ ← توربین (برق) ← در سردکننده مایع می باشد ← بخار داغ
- ۴- خورشید، **بزرگ ترین** منبع انرژی برای زمین است.
- ۵- انرژی خورشید، منبعی **تجدیدپذیر** است و انرژی **پاک** است.



## دستاوردهای شیمی در جهان



- ۱- تصفیه آب ← مانع گسترش وبا.
- ۲- تولید پلاستیک ← کمک به بسته‌بندی غذا، دارو
- ۳- تولید آنتی‌بیوتیک و بی‌حسی ← کمک به جراحی
- ۴- تولید کود ← تأمین غذای جمعیت جهان
- ۵- تولید بنزین ← تسریع حمل و نقل
- ۶- لایه قهوه‌ای ( $NO_2$ ) آلودگی در زمستان واضح‌تر است.

۷- هوای خشک و پاک مخلوطی همگن (محلول) است ولی هوای آلوده افزون بر آن‌ها گازهای  $O_3 - NO - CO$  ،  $SO_2 - NO_2 - CO_2$  مواد آلی فرار و ذرات معلق دارد.

۸- آلاینده‌ها بوی بدی دارد و پوسیدگی ساختمان و خودروها را سرعت می‌بخشد و باعث بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم و سرطان ریه و حتی مرگ می‌شوند.

۹- اغلب آلاینده‌ها بی‌رنگ‌اند و راه شناسایی آنها بر هم کنش مواد با پرتو الکترومغناطیس است.

۱۰- پرتوهای نور مرئی و فرورسرخ و فرابنفش و غیره با ماده برهم کنش دارد.

۱- شناسایی گروه عاملی و ایزومرها

۱۱- طیف سنجی فرورسرخ  
۲- شناسایی آلاینده‌های  $NO$  و  $NO_2$  و  $CO$  ←  ~~$CO_2$~~

۳- شناسایی مولکول‌های فضای بین ستاره‌ها  
۱۲- MRI نوعی طیف سنجی است اما فرورسرخ نیست.

۱۳- کشیدن کبریت روی قوطی، انرژی فعالساز سوختن را تأمین می‌کند.

## انرژی فعالساز ( $E_a$ )

(۱) حداقل انرژی لازم برای شروع واکنش تا واکنش‌دهنده‌ها بتوانند با عبور از سد انرژی به فرآورده‌ها تبدیل شوند.

(۲) این انرژی صرف سست کردن پیوندها می‌شود نه شکستن آن‌ها!

(۳)  $E_a$  با سرعت واکنش رابطه‌ی عکس دارد.  $E_a \downarrow \Leftrightarrow R \uparrow$  زیرا هر چه  $E_a$  کمتر باشد، واکنش‌دهنده‌ها راحت‌تر از سد انرژی عبور می‌کنند و واکنش راحت‌تر انجام می‌شود.

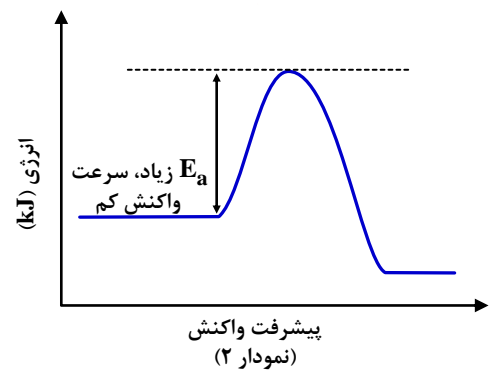
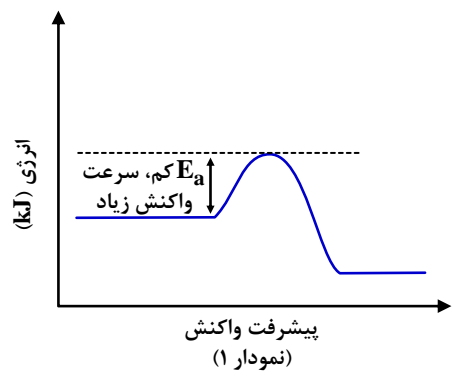
(۴)  $\Delta H$  واکنش هیچ تأثیری بر سرعت واکنش و  $E_a$  ندارد. در واقع واکنش‌ها صرف‌نظر از این که گرماگیر یا گرماده باشند برای آغاز شدن به  $E_a$  نیاز دارند و سرعت واکنش به  $E_a$  بستگی دارد نه  $\Delta H$  آن‌ها!

کاهش  $E_a$ : کاتالیزگر ← فقط کاتالیزگر  $E_a$  را کاهش می‌دهد.

(۵) راه‌های عبور از سد انرژی  $E_a$

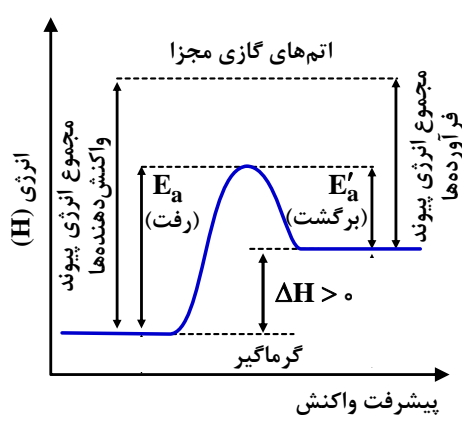
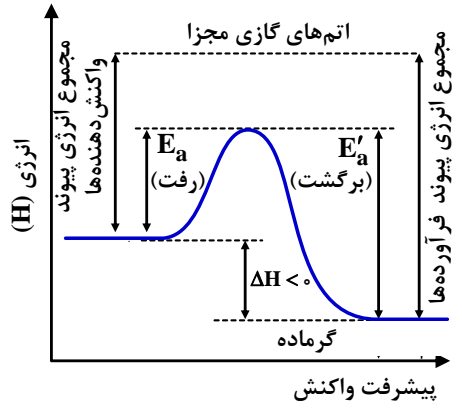
تأمین  $E_a$ : جرقه و افزایش دما: با افزایش دما، انرژی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر می‌شود، به‌طوری که شمار ذراتی که در واحد زمان می‌توانند به فرآورده‌ها تبدیل شوند، افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

(۶) افزایش دما هم سرعت واکنش‌های گرماگیر و هم گرماده را افزایش می‌دهد زیرا انرژی فعالساز آن‌ها را تأمین می‌کند.



انرژی فعال سازی واکنش ( $E_a$ ) ↓ سرعت واکنش ( $R$ ) ↑

بررسی نمودار انرژی - پیشرفت واکنش های گرماگیر و گرماده ،  $E_a$  ،  $E'_a$  و  $\Delta H$  واکنش در آن ها:



$$\Delta H (\text{واکنش}) = \left[ \begin{array}{l} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد واکنش دهنده} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد فرآورده} \end{array} \right]$$

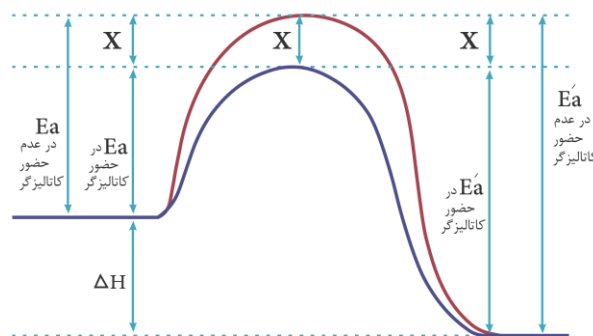
ویژگی	نوع واکنش	واکنش گرماده	واکنش گرماگیر
آنتالپی واکنش	مستقل از $E_a$ و با علامت منفی	مستقل از $E_a$ و با علامت مثبت	مستقل از $E_a$ و با علامت مثبت
مجموع آنتالپی پیوند	مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها > فرآورده ها	مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها < فرآورده ها	مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها < فرآورده ها
آنتالپی	واکنش دهنده ها < فرآورده ها	واکنش دهنده ها > فرآورده ها	واکنش دهنده ها > فرآورده ها
پایداری	واکنش دهنده ها > فرآورده ها	واکنش دهنده ها < فرآورده ها	واکنش دهنده ها < فرآورده ها
سرعت واکنش	وابسته به $E_a$	وابسته به $E_a$	وابسته به $E_a$

مرگی  
مرگی

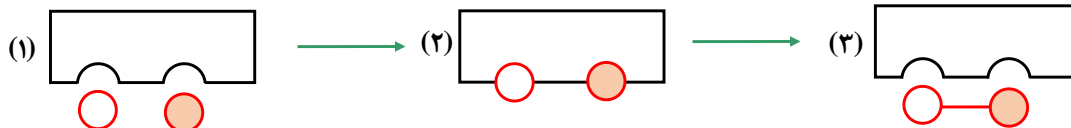


کاتالیزگر

- ۱- فقط کاتالیزگر است که می تواند  $E_a$  را کاهش دهد و باعث تغییر مسیر واکنش شود.
- ۲- در واقع با کاهش سطح انرژی قلهی نمودار و انرژی فعالسازی رفت و برگشت به یک اندازه، سرعت واکنش رفت و برگشت را افزایش می دهد.
- ۳- چون کاتالیزگر تأثیری بر آنتالپی (سطح انرژی) واکنش دهنده ها و فرآورده ها ندارد،  $\Delta H$  واکنش ثابت می ماند.
- ۴- در حضور کاتالیزگر همان مقدار فرآورده تولید می شود اما در زمان کوتاه تر!



- ۵- کاتالیزگر در واکنش شرکت می کند، اما در پایان دست نخورده باقی می ماند و می توان بارها و بارها از آن استفاده کرد.



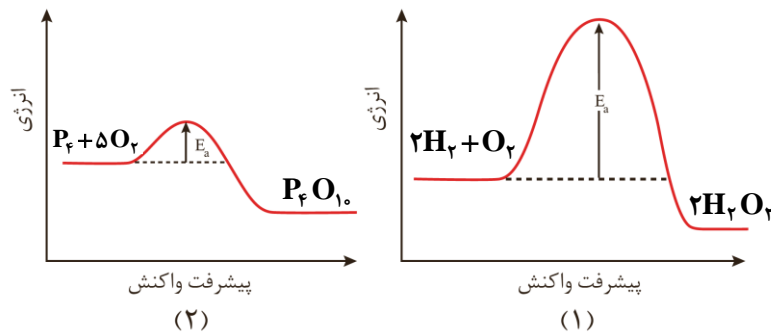
- ۶- برخی واکنش ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می شوند و تولید فرآورده در آن ها صرفه ی اقتصادی ندارد، به وسیله ی کاتالیزگر چنین واکنش هایی در شرایط بهینه یعنی دما و فشار پایین تر انجام می شوند، به همین دلیل کاتالیزگر باعث کاهش آلودگی محیط زیست می شود، چون دیگر نیازی به سوزاندن سوخت و بالا بردن دما نیست.

جمع بندی

ویژگی	اثر کاتالیزگر
سطح انرژی واکنش دهنده و فرآورده	بی اثر
آنتالپی واکنش	بی اثر
نوع و مقدار فرآورده	بی اثر
$E_a$ واکنش رفت و برگشت	به یک اندازه کاهش
سرعت واکنش رفت و برگشت	افزایش
شمار ذراتی که در واحد زمان از سد انرژی عبور می کنند.	افزایش
زمان تولید فرآورده	کاهش
آلودگی محیط زیست	کاهش
مسیر واکنش و نمودار انرژی - پیشرفت	تغییر می دهد

مقایسه‌ی فسفر سفید و هیدروژن

۱- فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) می‌سوزد زیرا سوختن فسفر سفید برخلاف سوختن گاز هیدروژن،  $E_a$  کمی دارد، بنابراین فسفر سفید را زیر آب نگه می‌دارند.

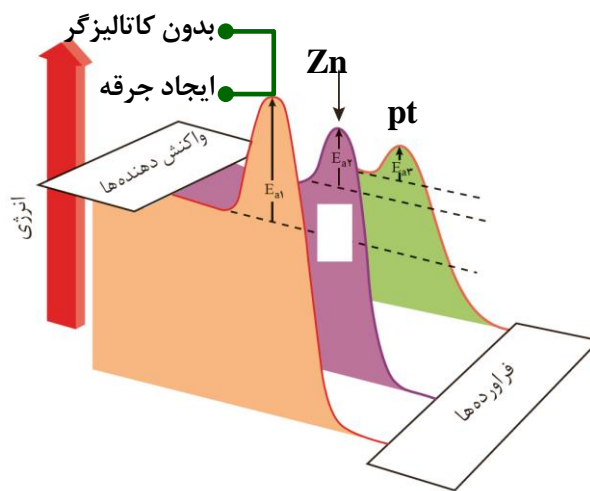


۲- بنابراین چون سوختن هیدروژن  $E_a$  زیادی دارد، در دمای اتاق نمی‌سوزد، یا با جرقه این  $E_a$  تأمین شود و یا با استفاده از کاتالیزگر روی یا پلاتین می‌توان  $E_a$  را کاهش داد.

۳- دقت کنید چون دما ثابت است در حضور جرقه یا کاتالیزگر  $\Delta H$  ثابت می‌ماند.

۴-

شرایط آزمایش	دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	سرعت واکنش	آنتالپی واکنش (kJ)
بدون حضور کاتالیزگر	۲۵	ناچیز	-۵۷۲
ایجاد جرقه در مخلوط	۲۵	انفجاری	-۵۷۲
در حضور پودر روی	۲۵	سریع	-۵۷۲
در حضور توری پلاتینی	۲۵	انفجاری	-۵۷۲



۱) کاتالیزگر اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می‌کند یعنی به شمار معدودی واکنش سرعت می‌بخشد.

ویژگی‌های کاتالیزگر

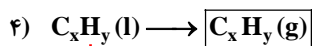
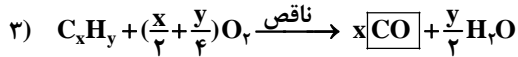
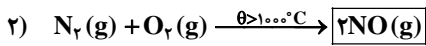
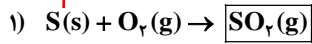
۲) در حضور کاتالیزگر نباید واکنش ناخواسته دیگری انجام شود.

۳) کاتالیزگر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسب داشته باشد

آلاینده ها

علت تولید

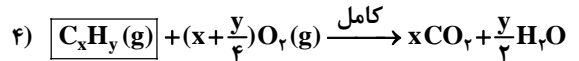
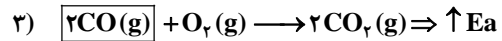
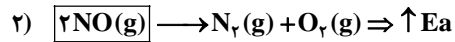
موجود در سوخت



تبخیر به صورت سوخته

روش کاهش یا حذف آن ها

۱) تصفیه سوخت قبل از سوختن



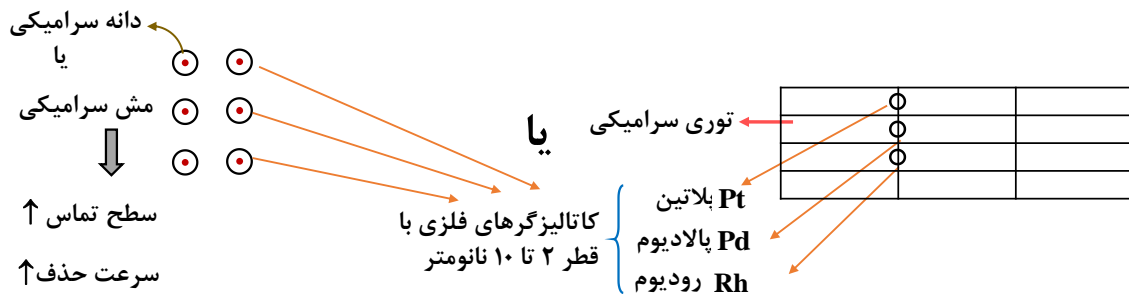
توجه:

- ۱- واکنش ۲ و ۳، یعنی حذف **NO** و **CO**، **Ea** بسیار بزرگی دارند، بنابراین در دماهای پایین انجام نمی شوند یا بسیار کند هستند و این آلاینده ها در کسری از ثانیه از موتور خارج و وارد هواکره می شوند و دمای آن ها به سرعت کاهش می یابد، پس باید با کاتالیزگر حذف آلاینده ها را به سرعت انجام بدیم!
- ۲- تولید **NO** همانند حذف آن **Ea** بزرگی دارد و در دمای اتاق  $N_2$  با  $O_2$  واکنش نمی دهد اما درون موتور خودرو که  $\theta > 1000^\circ C$  می باشد،  $N_2$  با  $O_2$  واکنش می دهد و **NO** تولید می شود. (بدون کاتالیزگر و با تأمین **Ea** در دمای بالا)

مبدل کاتالیستی بنزینی (تک مرحله ای)

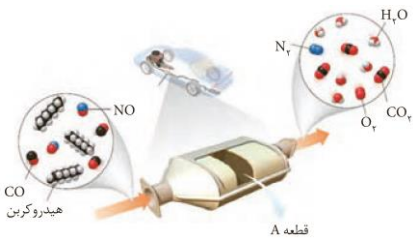
۱) کاتالیزگرهای ۳ واکنش حذف **CO** و **NO** و  $C_xH_y$  را در خود دارد.

۲- محل قرارگیری: درون اگزوز نزدیک به موتور (جلوی خودرو)



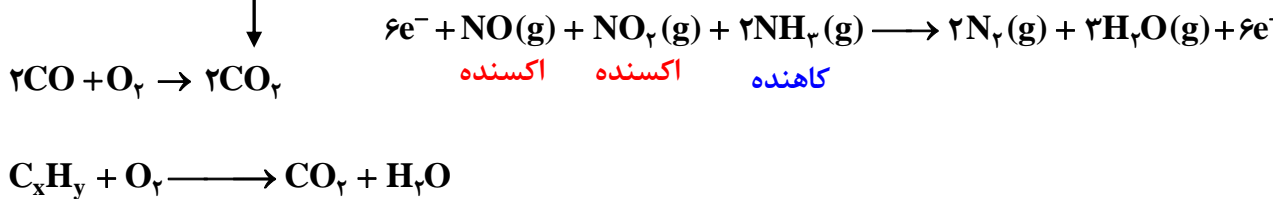
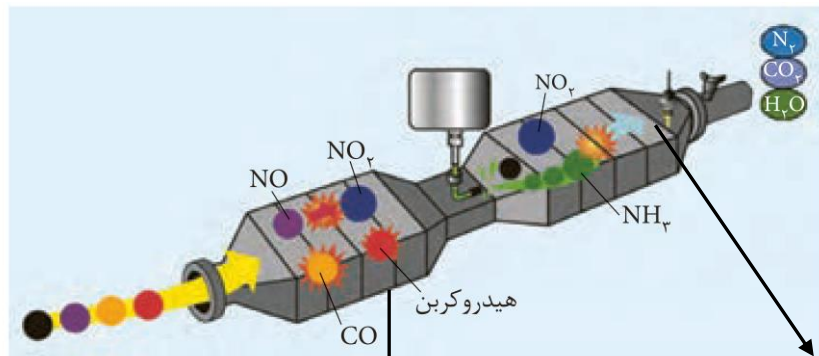
۳- در روزهای سرد زمستان، دما پایین به خوبی کار نمی کند: راهکار  $\Leftarrow$  گرم کننده ی برقی

۴- اختلال در عملکرد پس از یک مدت طولانی کارایی آن کاهش می یابد و دیگر قابل استفاده نیست.



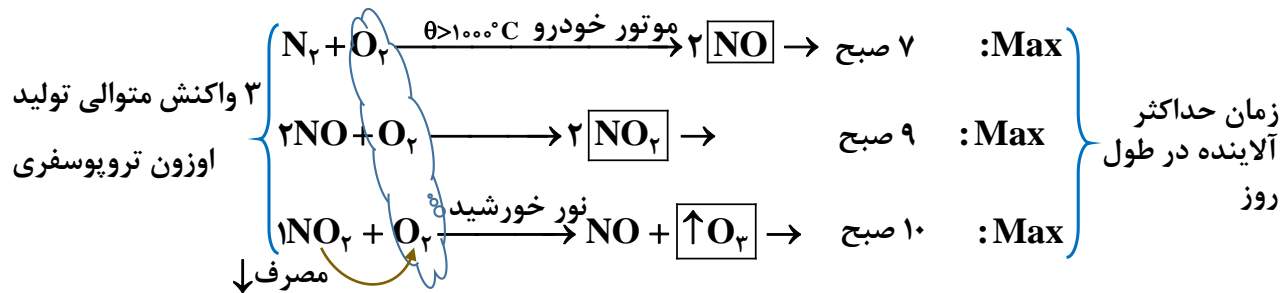
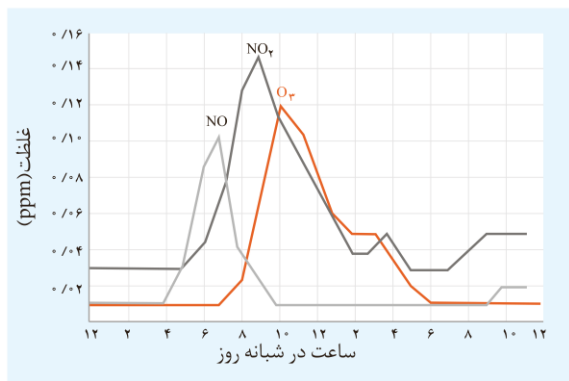
**مبدل خودرو دیزلی (دومرحله‌ای):**

- ۱- با مبدل خودرو بنزینی، نمی‌توان NO و NO<sub>۲</sub> خودرو دیزلی را به نیتروژن تبدیل کرد. بنابراین مبدل جدید دو قسمتی ساخته شد.
- ۲- آمونیاک در این مبدل به عنوان واکنش‌دهنده (نه کاتالیزگر) NO و NO<sub>۲</sub> واکنش می‌دهد و آن‌ها را به نیتروژن تبدیل می‌کند و تا حدود زیادی از ورود آن‌ها به هوا جلوگیری می‌کند.



**بررسی غلظت آلاینده‌های هوای یک شهر در تولید اوزون تریوسفری**

ترتیب زمانی حداکثر شدن در طول روز:  $NO \rightarrow NO_2 \rightarrow O_3$   
 بیشترین مقدار آلاینده در یک شبانه‌روز:  $NO_2 > O_3 > NO$



“ 1402 “

Dr.parsafarhani

Parahani\_shinni

Parahani\_shinni

Parahani\_shinni

Parahani\_shinni

جدول زیر مقدار برخی آلاینده‌ها را در گازهای خروجی از آگزوز خودروها در غیاب و حضور مبدل کاتالیستی نشان می‌دهد.

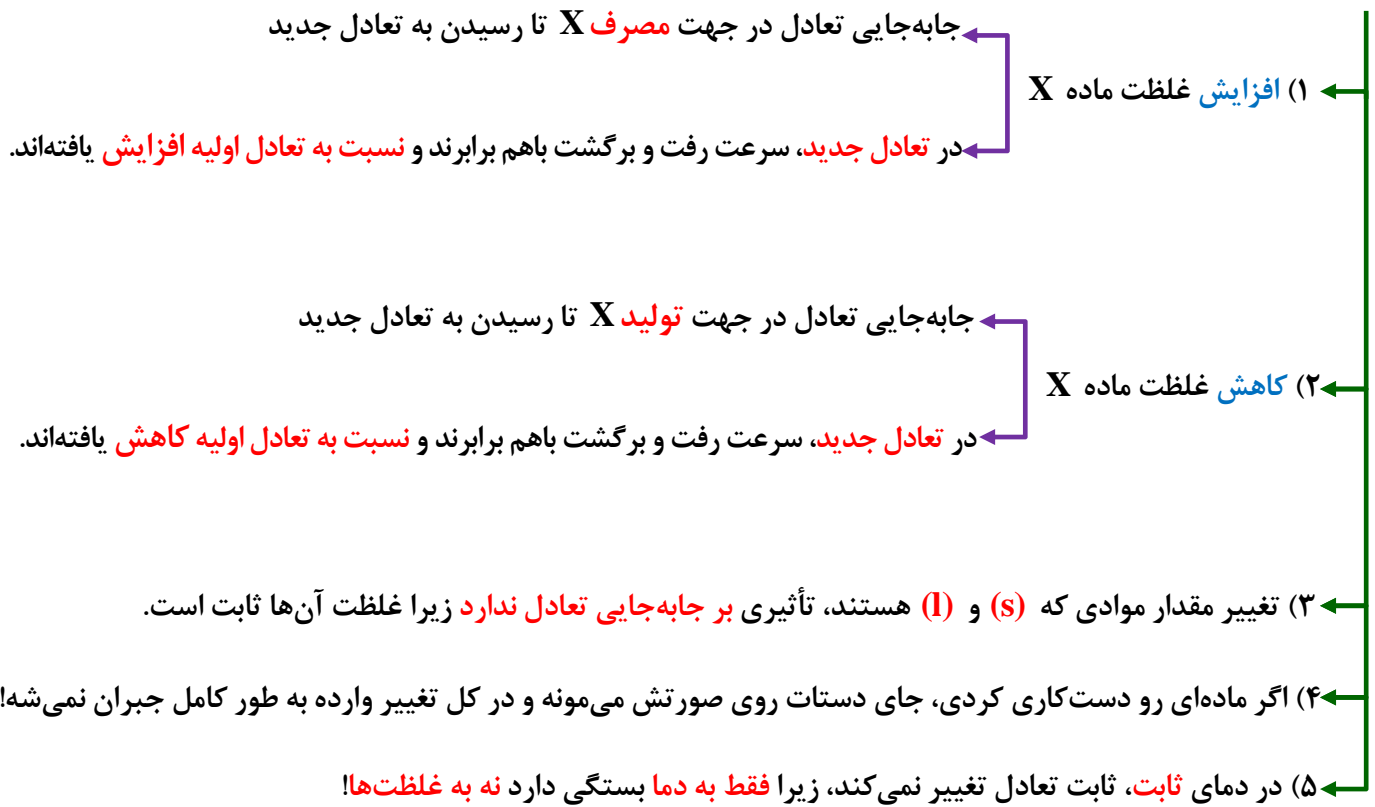
NO	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	CO	فرمول شیمیایی آلاینده‌ها	
۱/۰۴	۱/۶۷	۵/۹۹	در غیاب مبدل	مقدار آلاینده‌ها بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر
۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۶۱	در حضور مبدل	
۱	۱/۶	۵/۳۸	بر حسب گرم	مقدار کاهش آلاینده در حضور مبدل به ازای طی یک کیلومتر
%۹۶/۲	%۹۵/۸	%۸۹/۸	بر حسب درصد	

### خلاصه لوشاتلیه و فناوری شیمیایی فصل ۴

#### اصل لوشاتلیه

- اگر عاملی موجب برهم خوردن یک تعادل شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر تغییر وارد شده را جبران کند، اما تغییر ایجاد شده **اغلب به طور کامل از بین نمی‌رود** و تعدیل می‌شود.
- پس بعد از جابه‌جایی تعادل، **همواره یک تعادل جدید** برقرار می‌شود و دیگر به **تعادل اولیه بازمی‌گردد**.
- عواملی که باعث برهم زدن تعادل می‌شوند: (۱) اثر غلظت (۲) اثر فشار (تغییر حجم ظرف) (۳) اثر دما

#### اثر تغییر غلظت در تعادل





### اثر تغییر فشار (تغییر حجم ظرف) سامانه در دمای ثابت

۱- شرط: به شرطی باعث جابه‌جایی تعادل می‌شوند که مول مواد گازی ۲ طرف برابر نباشد.

#### ۲) افزایش فشار (کاهش حجم):

(a) جابه‌جایی در جهت مول گازی کمتر تا فشار را در حد امکان کم می‌کند.

(b) افزایش غلظت همه مواد (اثرما) بعد از برقراری تعادل جدید و افزایش سرعت رفت و برگشت

#### ۳) کاهش فشار (افزایش حجم):

(a) جابه‌جایی در جهت مول گازی بیشتر تا فشار را در حد امکان زیاد می‌کند.

(b) کاهش غلظت همه مواد (اثرما) بعد از برقراری تعادل جدید و کاهش سرعت رفت و برگشت

(۴) در مواد بالا مقدار مول مواد را با جابه‌جایی تعادل پاسخ دهید ولی غلظت اثرماست، تأثیر ما موندگارها!

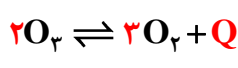
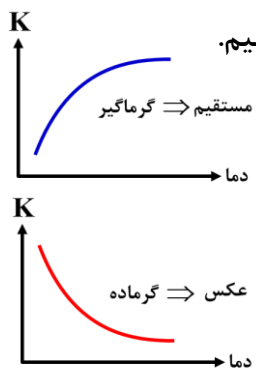
(۵) چون دما ثابت است، باز هم  $K$  ثابت است.

#### ۶) اگر مول گازی ۲ سمت برابر بود:

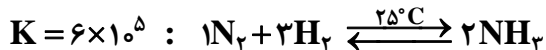
\* افزایش فشار: غلظت همه مواد افزایش ← سرعت واکنش رفت و برگشت به یک اندازه افزایش می‌یابد، پس تعادل جابه‌جا نمی‌شود و مول مواد ثابت است.

\* کاهش فشار: غلظت همه مواد کاهش ← سرعت واکنش رفت و برگشت به یک اندازه کاهش می‌یابد پس تعادل جابه‌جا نمی‌شود و مول مواد ثابت است.

### اثر دما بر تعادل: تنها عاملی که $K$ را تغییر می‌دهد.



تولید آمونیاک به روش آقای هابر



۱) در دمای اتاق تولید  $NH_3$ ، **K بسیار بزرگی** دارد ولی آمونیاک به دست نمی آید، زیرا این فرآیند در دمای اتاق **سرعت بسیار کمی** دارد، حتی اگر کاتالیزگر یا جرقه باشد.

۲) برای همین گاز  $N_2$ ، **جو بی اثر** نام دارد و غیرآلاینده است و در محیط‌هایی که  $O_2$  عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از  $N_2$  استفاده می‌کنند، مانند: باد تایر خودرو و بسته‌بندی مواد غذایی

۳- دو چالش اصلی هابر، انجام نشدن واکنش در دما و فشار اتاق و جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش بود.

۴- هابر در سال ۱۹۱۸ به دلیل **تهیه** آمونیاک از گازهای  $N_2$  و  $H_2$ ، برنده نوبل شیمی شد.

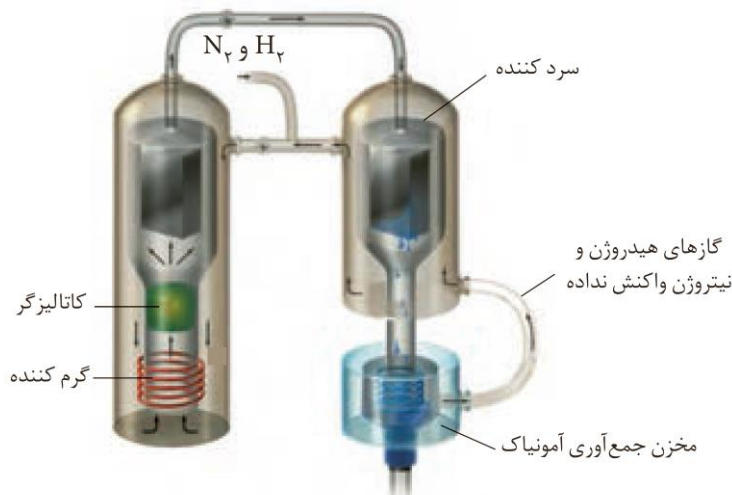
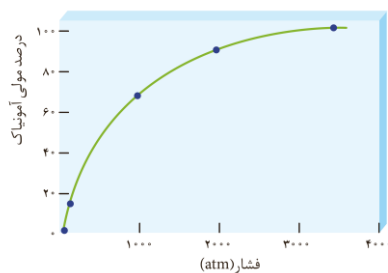
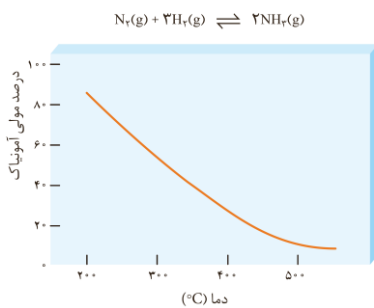
۵) شرایط بهینه هابر (۲۸٪ مخلوط تعادلی آمونیاک می‌شه!)

۱) **افزایش دما تا ۴۵۰ درجه:** با این که درصد مولی آمونیاک را کم می‌کند، اما سرعت تولید آن را افزایش می‌دهد.

۲) **افزایش فشار تا ۲۰۰ atm:** هم درصد مولی آمونیاک زیاد می‌شه، هم سرعت تولید آمونیاک، عالیه!

۳) **کاتالیزگر Fe:** اگرچه کاتالیزگر تأثیری بر جابه‌جایی تعادل نداشت، اما سرعت تولید آمونیاک افزایش می‌یابد.

۴) **خارج کردن  $NH_3$  به صورت مایع در دمای  $-40^\circ C$ :** در این دما فقط آمونیاک مایع می‌شود و بقیه هم‌چنان گاز می‌مانند.



“ 1402 “

Dr.parsafarahani

Farahani\_shirini

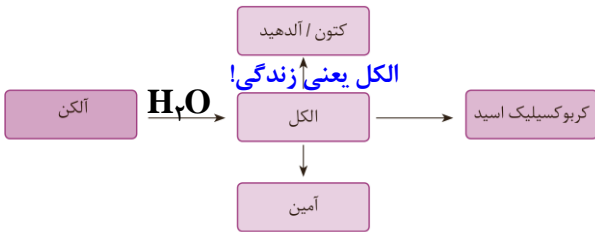
Farahani\_shirini

Farahani\_shirini

Farahani\_shirini

ارزش فناوری‌های شیمیایی

- ۱- نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و معادن مس، آهن، مرمر و فیروزه از جمله صنایعی هستند که به طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند.
- ۲- اغلب کشورها منابع خود را خام‌فروشی می‌کنند، یعنی بدون فرآوری و به همان صورتی که از طبیعت به دست می‌آید، می‌فروشند.
- ۳- بهتر است به کمک فناوری‌های شیمیایی مواد خام و اولیه را به فرآورده بهتر تبدیل کنیم تا با قیمت بالاتر بفروشیم.
- ۴- مثلاً به جای فروش نفت خام با پتروشیمی، آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، اتانول، اتیلن گلیکول، پلی اتن و بنزین و ..... تولید کنیم سپس بفروشیم. **ترتیب قیمت: متانول > بنزین > نفت خام > پلی اتن = اتانول > اتیلن گلیکول**
- ۵- خام‌فروشی برای سنگ معدن آهن، مس، روی و حتی منابع کشاورزی مانند پنبه، صادق است.
- ۶- مثلاً مس ۹۹/۹٪ خالص نسبت به مس با خلوص ۹۶ درصد بسیار گران‌تر است. پس فناوری جداسازی و خالص‌سازی خفن و درآمدزاست.
- ۷- مواد خام: موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فرآوری نشده‌اند و با استفاده از آن‌ها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.
- ۸- سنتز یک فرآیند شیمیایی هدفمند که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند.
- ۹) در سنتز، با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه‌های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می‌کنند.

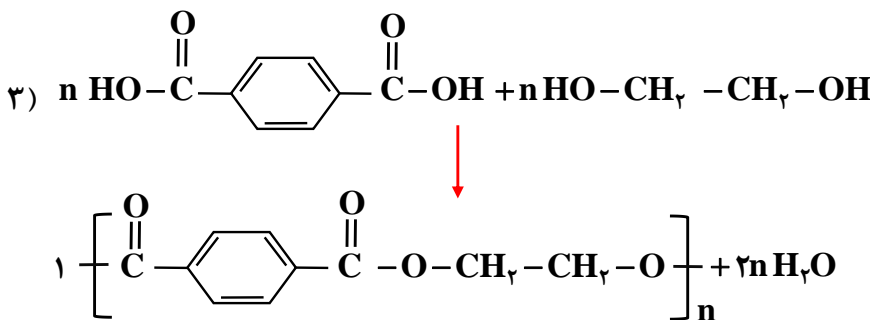
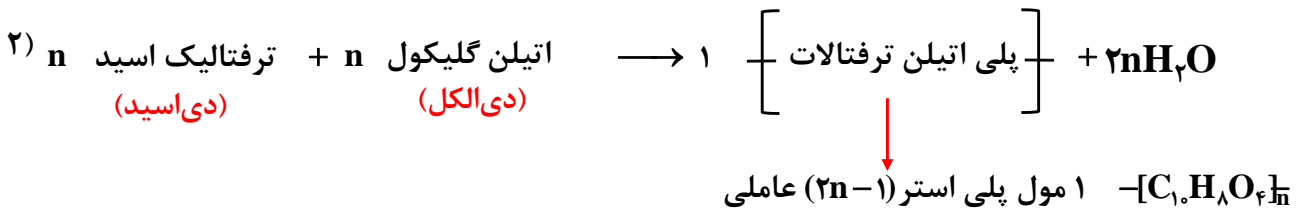


PET و بطری آب

پلی آلکن ⇒ پلی اتن سنگین = در بطری

پلی استر ⇒ پلی اتیلن ترفتالات = بدنه بطری

آب معدنی ۱)

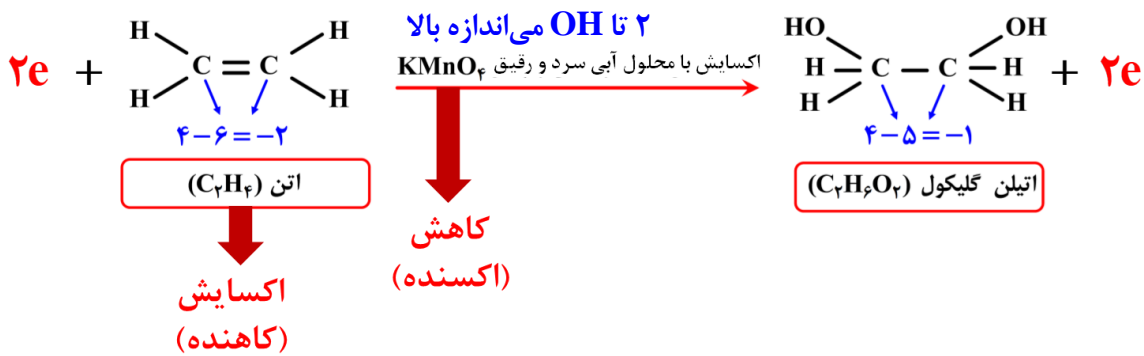
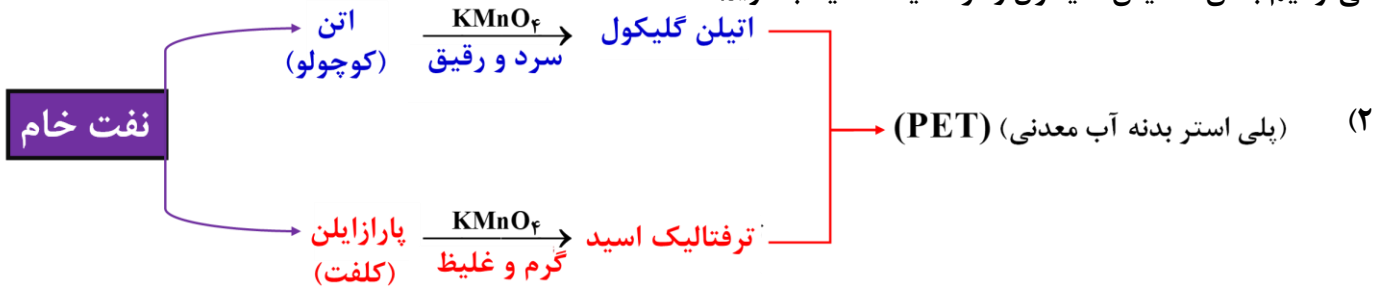


درد اصلی: هیچ‌یک از مونومرهای آن در نفت خام وجود ندارد. ۴)

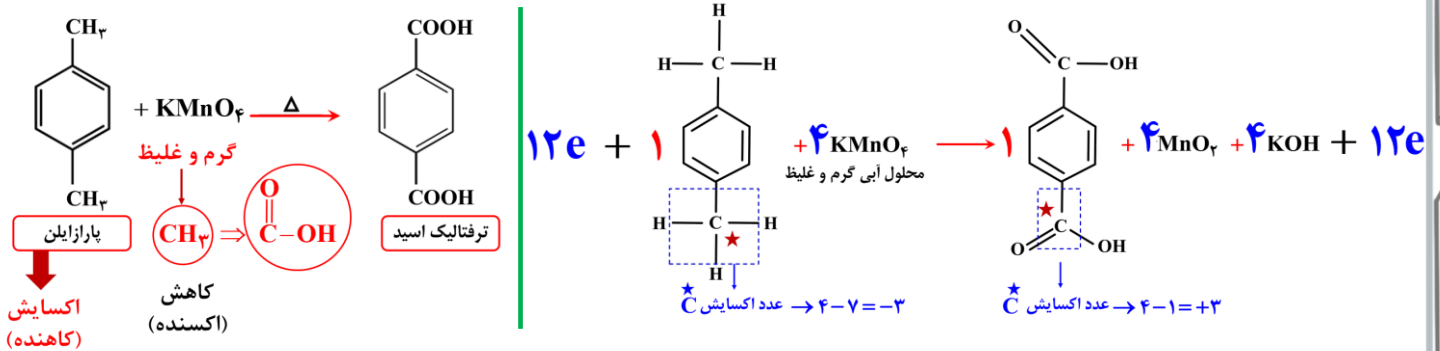
“ 1402 “  
 Dr.parsafarhani  
 Farahani\_shinni

تولید صنعتی (PET) یا پلی اتیلن ترفتالات

(۱) در نفت خام اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید نداریم، اما از تقطیر نفت خام بنزن و اتن و پارازایلن به دست می آید و می توانیم با آن ها اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید بسازیم.



۲- توجه: در پتاسیم پرمنگنات ( $\text{KMnO}_4$ )، منگنز Mn ۲۵، دارای بیشترین عدد اکسایش خود یعنی +۷ است بنابراین این ماده فقط می تواند کاهش یابد، فقط اکسنده است و ماده مقابل آن یعنی اتن کاهنده است.



نکات:

- ۱- پتاسیم پرمنگنات اکسنده و پارازایلن کاهنده است.
- ۲- در این فرآیند هم گرما لازم است و هم غلظت بالای  $\text{KMnO}_4$  هر دو ضروری اند.
- ۳- اگر چه بازده در این شرایط نسبتاً خوب است اما هم چنان مطلوب نیست.
- ۴- این واکنش  $\uparrow \text{Ea}$  و شرایط دشواری دارد.
- ۵- استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب می تواند بازده را افزایش دهد.
- ۶- اگر در یک واکنش از یک هیدروکربن، ترکیب آلی اکسیژن دار تشکیل شود، واکنش اکسایش - کاهش است و هیدروکربن مورد نظر اکسایش یافته است و کاهنده است.

بازیافت PET

(۱) به **کندی** تجزیه می‌شود و **زیست تخریب‌ناپذیر** است.

(۲) روند تولید پلاستیک در جهان رو به افزایش است، به دلیل:

(۱) چگالی کم

(۲) نفوذ ناپذیری نسبت به آب و هوا

(۳) ارزان بودن

(۴) مقاومت در برابر خوردگی

(۳) بازیافت PET {  
 (۱) ابتدا شست و شو ← سپس ذوب کردن  
 (۲) ابتدا شست و شو ← پرک کردن  
 (۳) **راه دشوارتر: بازیافت با متانول** ← مواد مفید برای ساخت پلیمر ← **شیمیایی**

متانول

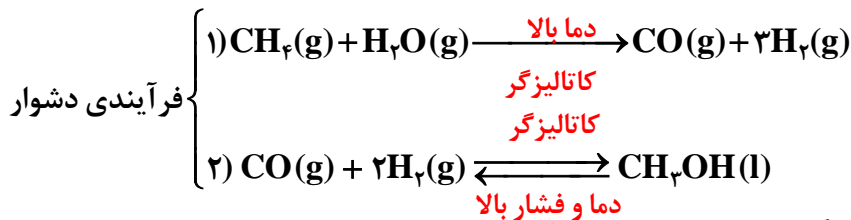
۱- ساده‌ترین الکل یا همان **الکل چوب** است که **بی‌رنگ** و **بسیار سمی** است.

۲- تولید صنعتی متانول:

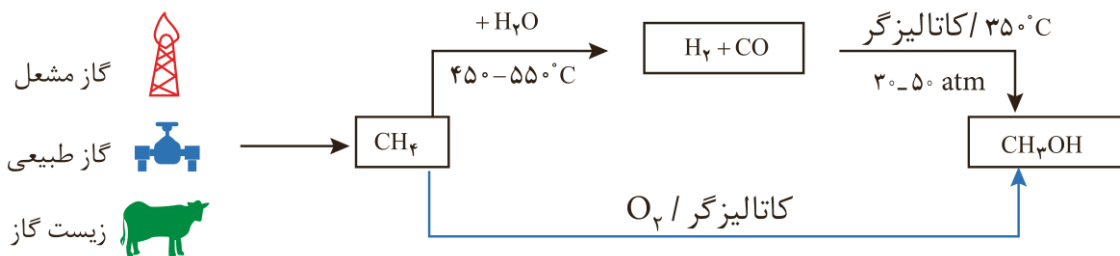
۱- در قدم اول باید CO و H<sub>2</sub> تولید کنید زیرا در دسترس نیستند و اما چگونه؟ از واکنش متان با آب!

۲- حال با CO و H<sub>2</sub> در دما و فشار بالا (مانند فرآیند هابر) متانول می‌سازند.

۳- **توجه:** متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی **فراوان** است و برای **افزایش ایمنی** بخش قابل توجهی از آن را می‌سوزانند و چون متان آلکان است، واکنش‌پذیری **کمی** دارد و تبدیل آن به متانول **دشوار** است.





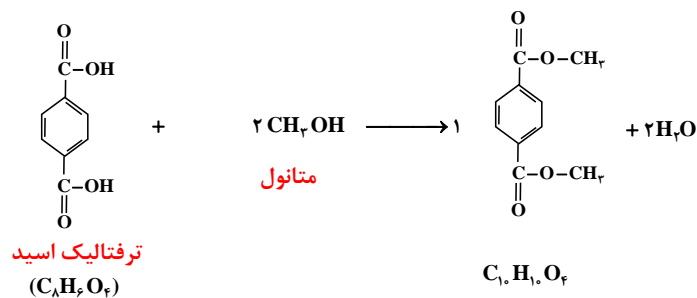
روش تولید غیر مستقیم و مستقیم متانول:



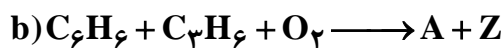
مزیت روش مستقیم این است که به دمای بالا نیاز ندارد، پس نیازی به سوزاندن سوخت و آلوده کردن هوا نیست.

جمع‌بندی استر شدن و آمیدی شدن

- آب ۱ + استر تک عاملی ۱ → الکل تک عاملی ۱ + اسید تک عاملی ۱
- آب ۱ + آمید تک عاملی ۱ → آمین تک عاملی ۱ + اسید تک عاملی ۱
- آب ۲n + (پلی استر) ۱ → الکل دو عاملی n + اسید دو عاملی n
- آب ۲n + (پلی آمید) ۱ → آمین دو عاملی n + اسید دو عاملی n
- آب + پلی استر → الکل  به تنهایی + اسید
- آب + پلی آمید → آمین  به تنهایی + اسید
- آب ۲ + دی‌استر ۱ → الکل تک عاملی ۲ + اسید دو عاملی ۱
- آب ۲ + دی‌استر ۱ → الکل دو عاملی ۱ + اسید تک عاملی ۲



۱- شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش‌هایی با کمترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است.



۲- در این واکنش‌ها X و Y پسماند هستند، اما Z یک حلال صنعتی است.

۳- بر اساس اصول شیمی سبز، واکنش b از دیدگاه اتمی صرفه اقتصادی دارد زیرا همه اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها به مواد مفید تبدیل شده‌اند.