



چترا يني نسل او ما تو چترا  
بهترين نسلون رو مي سازيم :

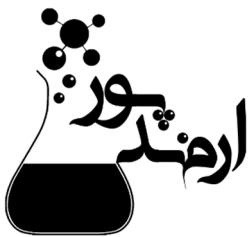
# جزوه شيميا

خرمه جزوه شيمي  
پايه دوازدهم

# نہایت

(خلاصہ طلائی فصل ۱ دوازدہم)

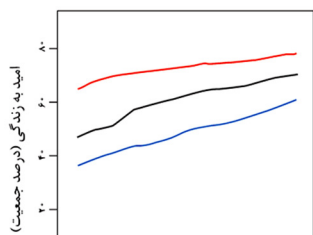
مهندس محمد رضا ارمندیپور



### عوامل موثر بر امید به زندگی:

- با گذشت زمان، امید به زندگی در مناطق برخوردار، کم برخوردار و جهان روند صعودی و افزایشی دارد.
- حواست باشد عوامل مختلفی بر روی امید به زندگی تأثیر دارند که یکی از آنها رعایت بهداشت است.
- مقایسه امید به زندگی:

### مناطق کم برخوردار > جهان > مناطق برخوردار برخوردار



- ✓ تنها منطقه‌ای که امید به زندگی کمتر از ۴۰ سال وجود دارد، منطقه‌ی کم‌برخوردار است.
- ✓ شیب نمودار امید به زندگی در نواحی کمتر توسعه یافته از شیب نمودار نواحی توسعه یافته بیشتر است.

### پدیده انحلال:

- فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که میزان جاذبه بین حل شونده و حلال بیشتر از میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده خالص باشد.
- بر اساس تشابه نیروهای بین مولکولی شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند یعنی مواد یونی و مواد قطبی در حلال قطبی و مواد غیرقطبی در حلال غیرقطبی حل می‌شوند.
- نیروهای هیدروژنی زمانی بررسی می‌شوند که هر دو جزء محلول دارای پیوند هیدروژنی باشند.

### قطبی و غیرقطبی:

۱. مولکول چند اتمی ( $A_n$ ) غیرقطبی اند به جز  $O_3$
۲. نام هر مولکولی که به آن و ژن ختم شود غیرقطبی است.
۳. هیدروکربن‌های خطی همگی غیرقطبی می‌باشند.
۴. نمک‌ها جز مواد یونی تقسیم بندی می‌شوند.
۵. آب، آمونیاک ← قطبی دارای پیوند هیدروژنی
۶. تولوئن، نفتالن و تتراکلرید کربن ← حلال غیرقطبی
۷. تمام شیمی آلی غیرقطبی است به جز الکل‌های تا ۵ کربن، کلروفرم و استون.

### نیروی برهم‌کنش بین ذره‌ای:

- نیرو: دوقطبی
- نیرو: دوقطبی القایی
- نیرو: یون
- نیرو: هیدروژنی
- ماده: قطبی
- ماده: غیرقطبی
- ماده: یون
- ماده: قطبی دارای پیوند هیدروژنی

- ✓ هوا، آب، پوشاک، بدن و زمین از جمله موهبت‌های الهی هستند که پیوسته برای پاکیزه نگه داشتن آنها باید بکوشیم.
- ✓ انسان‌ها با الهام از طبیعت و شناخت مولکول‌ها و رفتار آنها راهی برای زدودن آلودگی پیدا کردند.
- ✓ دلیل اسکان انسان در کنار رودخانه: دسترسی به آب و تمیزی ظروف و محیط
- ✓ مواد شوینده بر اساس خاصیت اسیدی و بازی عمل می‌کنند.

### حضاری‌های باستانی:

- شهر بابل
- چند هزار سال پیش از میلاد
- استفاده از موادی شبیه صابون امروزی
- استفاده از خاکستر و آب گرم برای شست‌وشو (به تجربه و اتفاقی پی بردند)

### بیماری وبا:

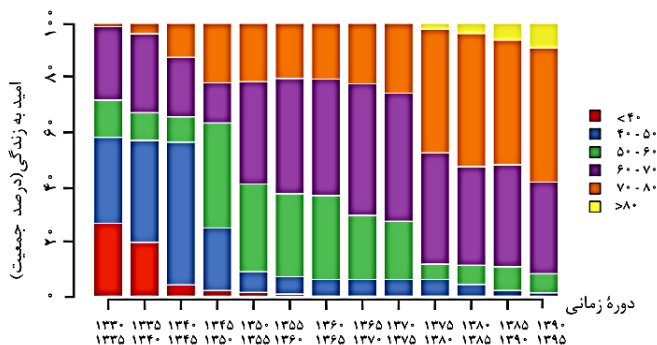
- بیماری واگیردار
- علت پیدایش: آلوده شدن آب و نبود بهداشت
- حواست باشد بارها در طول تاریخ همه‌گیر شد.
- این بیماری هنوز هم تهدیدکننده است.
- ساده‌ترین و موثرترین روش پیشگیری: رعایت بهداشت همگانی

### امید به زندگی:

- این شاخص نشان می‌دهد انسان به طور میانگین چند سال در جهان زندگی می‌کند.
- با گذشت زمان، شاخص امید به زندگی با افزایش سطح بهداشت فردی و همگانی افزایش یافته است.
- امید به زندگی زیر ۴۰ سال روند کاهشی و بالای ۸۰ سال روند افزایشی دارد.
- امروزه امید به زندگی بیشتر مردم دنیا بین ۷۰ تا ۸۰ سال است.

### دوره‌های زمانی معروف:

- ۱۳۳۰-۳۵ ← امید به زندگی حدود ۳۰٪ مردم جهان بین ۴۰ تا ۵۰ سال است.
- ۱۳۷۰-۷۵ ← امید به زندگی بیشتر مردم دنیا حدود ۶۰ تا ۷۰ سال است.
- امید به زندگی شاخصی است که در کشورهای گوناگون و شهرهای یک کشور هم تفاوت دارد.



### مولکول‌های چند بخشی:

برخی مولکول‌ها در ساختار خود یک بخش قطبی و یک بخش غیر قطبی دارند.

✓ وجود اتم اکسیژن، نیتروژن و هالوژن بیانگر بخش قطبی مولکول می‌باشد.



انحلال پذیری چنین ترکیب‌هایی در آب بستگی به این دارد که کدام بخش بر دیگری غالب است.

الکل‌ها و اسیدها تا ۵ کربن را به خوبی در آب حل می‌کنند.

مولکول قطبی → ۵ ≤ تعداد اتم کربن  
مولکول غیرقطبی → > ۵ تعداد اتم کربن

### بنزین:

• گشتاور ۲ قطبی در حد صفر

• ماده غیرقطبی

• مخلوطی از چند هیدروکربن با ۵ تا ۱۲ کربن

• فرمول مولکولی:  $\text{C}_8\text{H}_{18}$

• بطور میانگین بنزین مورد استفاده در خودروها: ایزواکتان خالص

(۲ و ۴ تری متیل پنتان)

✓ حواست باشه روغن زیتون با چربی ذخیره شده در کوهان شتر

$\text{C}_{57}\text{H}_{111}\text{O}_6$  فرق داره.

### خلاصه کاربردی تقسیم‌بندی محلول‌ها:

تعداد فاز	ذرات سازنده	بخش نور	ته نشینی	عبور از کاغذ صافی	اندازه nm	مخلوط	نوع ویژگی
۱	یون‌ها یا مولکول‌ها	×	×	✓	< ۱	همگن	محلول
حداقل ۲	ذرات ریز ماده	✓	✓	×	> ۱۰۰	ناهمگن	سوسپانسیون کلوئید
حداقل ۲	توده‌های مولکولی با اندازه متفاوت	✓	×	✓	۱-۱۰۰	ناهمگن	

محلول: پایدار سوسپانسیون: ناپایدار کلوئید: پایدار

### نکات پاک‌کنندگی:

✓ سطح بیرونی قطره چربی دارای بار منفیه

✓ پاک‌کنندگی لکه‌های چربی توسط صابون فرآیند فیزیکی

✓ نحوه پاک‌کنندگی به صورت کلوئید

✓ در هنگام پاک‌کنندگی واکنش شیمیایی رخ نمی‌دهد.

### روغن زیتون:

•  $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$  → ماده خالص نیست

• مخلوط استر و اسید چرب مختلف

• مولکول چندبخشی

• مولکول غیرقطبی

### اتیلن گلیکول:

• مایع و به هر نسبتی در آب حل میشه

• الکل ۲ عاملی

•  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$

• ماده قطبی

• تشکیل پیوند هیدروژنی با آب

• ضد یخ

• مونومر سازنده، پلیمر سازنده‌ی بطری آب

### سدیم کلرید:

• نمک خوراکی

• ترکیب یونی

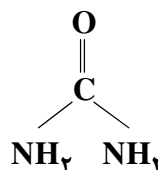
### اوره:

• تشکیل پیوند هیدروژنی با آب

•  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

• جفت الکترون ناپیوندی

• ماده قطبی



### پاک‌کنندگی در آب‌هاگ گوناگون:

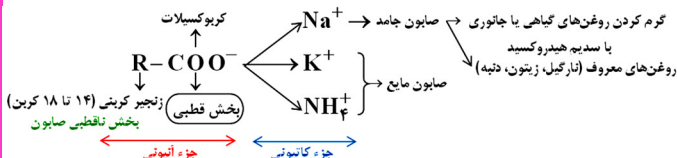
- اضافه کردن صابون:

- قرار گرفتن مولکول‌های هوا بین مولکول‌های آب


- تولید کف

- حجم کف تولیدی ابتدا افزایش و سپس ثابت می‌شود.

- قدرت پاک‌کنندگی در آب چشمه بیش از آب دریاست.



**مقایسه پاک کننده‌ها:**

ویژگی	پاک کننده صابونی	پاک کننده غیرصابونی
بخش قطبی (بخش آنیونی)	COO <sup>-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
بخش ناقطبی	R	R- 
نسبت کاتیون به آنیون	۱	۱
بار سطح بیرونی	منفی	منفی
حل شدن در آب و چربی	✓	✓
فرمول عمومی	RCOO <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	RC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>
منشأ	گیاهی یا جانوری	بنزن و واکنش مواد پتروشیمی
اساس عملکرد	برهم کنش بین ذره‌ها	برهم کنش بین ذره‌ها

**صابون طبیعی (سنتی):**

- شهرهای مهم: مراغه، آشتیان، رودبار
- سالانه حدود ۲۰۰ تن در مراغه تولید می‌شود
- بیش از ۱۵۰ سال قدمت
- معروفترین صابون سنتی: صابون مراغه
- طرز تهیه: جوشاندن پیه گوسفند و سود با آب و خشک کردن و قالب گیری
- افزودنی شیمیایی ندارد.
- خاصیت بازی داره ← مناسب موهای چرب
- از نوعی صابون سنتی برای چرب کردن سطح سنگ‌ها استفاده می‌شود.
- مشتقات صابون طبیعی:
- گوگردار ← از بین بردن جوش و قارچ پوستی
- کلردار ← افزایش میکروبی کشی و خاصیت ضد عفونی کنندگی
- فسفات دار ← افزایش قدرت پاک کنندگی (با آب سخت واکنش می‌دهد و جلوگیری از تشکیل رسوب و ایجاد لکه)

**پاک کننده‌های خورنده:**

- موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، سفید کننده‌ها، سدیم هیدروکسید
- پاک کننده‌های خورنده نباید با پوست دست در تماس باشند.
- با انجام واکنش شیمیایی لکه‌ها را به فرآورده‌هایی تبدیل می‌کنند که با آب شسته می‌شوند.
- اساس: برهم کنش بین ذره‌ها + واکنش با آلاینده‌ها
- از نظر شیمیایی فعال و خاصیت خوردگی دارند.

**عملکرد پاک کننده‌ها خورنده:**

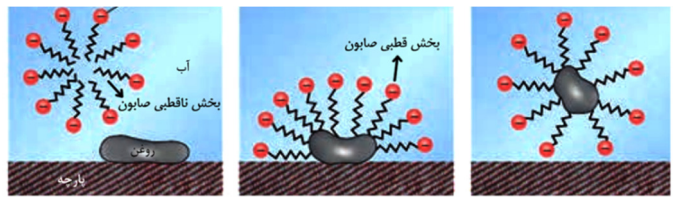
- واکنش خنثی شدن مبنای کاربرد شوینده‌ها است.
- استفاده از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید برای باز کردن لوله‌ها
$$\text{RCOOH(s)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{RCOONa(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$$
- فرآورده این واکنش خود نوعی از پاک کننده‌ها است.
- حل شدن فرآورده در آب و زدودن چربی‌های اضافه

**ایرادات:**

- آب سخت (حارک یون‌های منیزیم و کلسیم):
- صابون به خوبی کف نمی‌کند.
- قدرت پاک کنندگی صابون کم می‌شود.
- تأمین چربی ← در مقیاس انبوه تقریباً ناممکن بود.

**فرم کلی صابون جامد: C<sub>n+1</sub>H<sub>2n+1</sub>OO<sup>-</sup>Na<sup>+</sup>**

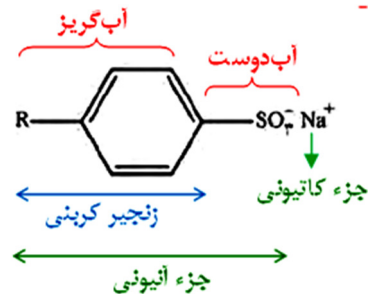
- ✓ جزء کاتیونی ماهیت صابون را مشخص می‌کند و نقش یون ناظر و تماشاگر را دارد.
- ✓ جزء باردار (بخش قطبی و آب دوست) سبب پخش شدن چربی در آب می‌شود.



**پاک کنندگی غیرصابونی:**

- ✓ نکات پیدایش:
- افزایش تقاضای جهانی برای صابون
- کاهش عرضه صابون
- تولید به میزان انبوه و قیمت مناسب
- ساختاری شبیه صابون
- تولید از بنزن و مواد اولیه در صنایع پتروشیمی (طی واکنش پیچیده صنعتی)
- ✓ مزیت نسبت به صابون:
- قدرت پاک کنندگی بیشتر نسبت به صابون
- خاصیت پاک کنندگی در آب سخت

**فرم کلی پاک کننده غیرصابونی: C<sub>n+6</sub>H<sub>2n+5</sub>SO<sub>3</sub>Na**



- زندگی بسیاری از آبیان به میزان pH آب وابسته است.
- فاضلاب‌های صنعتی شامل یون فلزهای واسطه‌اند. از این‌رو، با ورود به محیط زیست pH محیط را کاهش می‌دهند.
- اغلب داروها، ترکیب‌های شیمیایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.
- برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند.
- اغلب میوه‌ها دارای اسیدند و pH آنها کمتر از ۷ است.

### مدل آرنیوس:

تأکید: رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی

اساس نظریه: افزایش غلظت یون‌های  $H^+$  و  $OH^-$

- نخستین کسی که اسید و باز را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.
- یافته تجربی: اسید و باز رسانای جریان الکتریکی هستند.

### نقاط ضعف:

- نمی‌توانست میزان اسیدی یا بازی بودن را مشخص کند.
- فقط در حالت محلول آن هم زمانی که آب حلال است کاربرد داشت.
- واکنش‌های اسید و باز در حالت گازی را توجیه نمی‌کرد.
- اسید و باز را در کنار هم توجیه نمی‌کرد.

### نکته هیدروژن اسید:

- $H^-$  متصل به O
- $H^-$  متصل به کربن دارای پیوند سه‌گانه

### اسید:

- ماده‌ای که در اثر حل شدن در آب  $H^+$  را افزایش می‌دهد.
- اغلب اکسیدهای نافلز
- کاغذ PH:

جوهر نمک (HCl) → اسید قوی: قرمز

سرکه → اسید ضعیف: نارنجی

### باز:

- ماده‌ای که در اثر حل شدن در آب  $OH^-$  را افزایش می‌دهد.
- اغلب اکسیدهای فلزی
- کاغذ PH:

سود (NaOH) → باز قوی: بنفش

صابون → باز ضعیف: آبی

### نکات جدول قدرت اسیدی:

- اسیدهای قوی:  $HNO_3 * H_2SO_4 * HCl * HBr * HI$
- هیدرواسیدهای هالوژن‌دار قوی می‌باشند جز HF
- اسیدهای چند پروتونی همگی ضعیف هستند جز  $H_2SO_4$
- کربوکسیلیک اسیدها ← کربن کمتر یعنی قدرت اسیدی بیشتر
- کربوکسیلیک اسیدها همگی اسید ضعیف می‌باشند.

### پاک‌کننده‌های پودری:

- فرآورده‌های دیگر + گاز هیدروژن → آب + مخلوط آلومینیوم و سدیم هیدروکسید
- $2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 2NaAl(OH)_4 + 3H_2 + q$
- زیرمجموعه پاک‌کننده‌ی خورنده هستند.
- به شکل پودر عرضه می‌شود.
- کاربرد: برای باز کردن مجاری مسدود شده در دستگاه‌های صنعتی
- افزایش قدرت پاک‌کنندگی:
- $NaOH$  ← تولید صابون در واکنش با اسید و حل کردن چربی
- $H_2$  ← ضربه به شبکه بلوری چربی جامد
- گرما ← ذوب کردن بخشی از چربی

### خواص عمومی اسیدها و بازها:

- ✓ احساس لیزی صابون مانند روی پوست دست از تماس بازها حاصل می‌شود و به پوست دست آسیب می‌رسانند.
- ✓ محلول آبی اسیدها ترش مزه و محلول آبی بازها تلخ مزه هستند.
- ✓ محلول آبی اسیدها و بازها اغلب رسانای جریان برق بوده و اغلب رنگ شناساگر را تغییر می‌دهند.
- ✓ با تنظیم pH خاک باغچه می‌توان هم‌زمان گل ادریسی را به رنگ‌های آبی و سرخ پرورش داد.
- ✓ شیمی‌دان‌ها ابتدا با ویژگی اسید و باز و برخی واکنش‌های آنها و سپس با ساختار آن آشنا شدند.
- ✓ سوزش معده که درد شدیدی در ناحیه سینه ایجاد می‌کند به دلیل برگشت مقداری از محتویات اسید معده به لوله مری است.
- ✓ محلول آبی اسیدها و بازها اغلب رسانای جریان برق بوده و اغلب رنگ شناساگر را تغییر می‌دهند.
- ✓ آشنایی با خواص اسید و بازها ما را در حفظ محیط زیست توانا تر می‌کند.
- ✓ اسیدها با اغلب فلزها واکنش‌ها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست سوزش ایجاد می‌کنند.
- ✓ گل ادریسی در خاک اسیدی به رنگ آبی و در خاک بازی به رنگ سرخ شکوفا می‌شود.
- ✓ شیمی‌دان‌ها ابتدا با ویژگی اسید و باز و برخی واکنش‌های آنها و سپس با ساختار آن آشنا شدند.
- ✓  $HCl(aq)$ :
- یاخته‌های دیواره‌ی معده با ورود مواد غذایی ترشح می‌کنند.
- کاربرد: (۱) تجزیه مواد غذایی
- (۲) فعال کردن آنزیم‌ها
- (۳) از بین بردن جانداران ذره‌بینی موجود در غذا

### نقش اسیدها و بازها در بخش‌های گوناگون زندگی:

- کودهای شیمیایی، نمک‌های اسیدی، خنثی یا بازی هستند.
- تنظیم میزان اسیدی بودن شوینده‌ها ضروری است.

**تقسیم بندی خفن اسیدها:**

ویژگی	اسید قوی	اسید ضعیف
شناسایی	$\text{HI}^* \text{HBr}^* \text{HCl}^* \text{H}_2\text{SO}_4^* \text{HNO}_3$	هر اسیدی جز این ۵ تا
نوع واکنش	برگشت ناپذیر (کامل و یکطرفه)	برگشت پذیر (دوطرفه)
ثابت یونش اسیدی	$k_a$ بزرگ $\leftarrow$ $\text{Pk}_a$ کوچک	$k_a$ کوچک $\leftarrow$ $\text{Pk}_a$ بزرگ
حضور در محلول آبی	وجود ندارد	وجود دارد
غلظت Max	$[\text{H}^+]$	[اسید]
ویژگی تعادل	تعادل در سمت فرآورده	تعادل در سمت واکنش دهنده
مقیاس عددی PH	pH کمتر	pH بیشتر
درجه یونش	$\alpha = 1$	$\alpha < 1$
رسانایی	رسانای قوی	رسانای ضعیف
انحلال	یونی	مولکولی - یونی
نور لامپ	بر نور	کم نور

**تقسیم بندی خفن بازها:**

ویژگی	باز قوی	باز ضعیف
شناسایی	هیدروکسید فلز I و II و Be و Mg	تمام بازها جز بازهای ستون کناری
نوع واکنش	برگشت ناپذیر (کامل و یکطرفه)	برگشت پذیر (دوطرفه)
ثابت یونش اسیدی	$k_b$ بزرگ $\leftarrow$ $\text{Pk}_b$ کوچک	$k_b$ کوچک $\leftarrow$ $\text{Pk}_b$ بزرگ
حضور در محلول آبی	وجود ندارد	وجود دارد
غلظت Max	$[\text{H}^+]$	[باز]
ویژگی تعادل	تعادل در سمت فرآورده	تعادل در سمت واکنش دهنده
مقیاس عددی PH	pH بیشتر $\leftarrow$ POH کمتر	pH کمتر $\leftarrow$ POH بیشتر
درجه یونش	$\alpha = 1$	$\alpha < 1$
رسانایی	رسانای قوی	رسانای ضعیف
انحلال	یونی	مولکولی - یونی
نور لامپ	بر نور	کم نور
کاربرد خانگی	لوله بازکن حاوی سدیم هیدروکسید	شیشه پاک کن حاوی آمونیاک
	PH = ۱۳ / ۴	PH = ۱۰ / ۷

**ثابت تعادل:**

- ثابت تعادل برابر است با حاصل ضرب غلظت‌های تعادلی فرآورده‌ها بر روی حاصل ضرب غلظت‌های تعادلی مواد واکنش دهنده.  
 - از نوشتن غلظت جامد یا مایع خالص صرف نظر می‌کنیم.  
 - غلظت یک ماده جامد یا مایع خالص از تقسیم چگالی بر جرم مولی آن بدست می‌آید.  
 - مقدار ثابت تعادل، به مقدار مواد جامد و مایع خالص بستگی ندارد اما حضور آنها برای برقراری تعادل الزامی است.  
 - دما بر میزان تغییرات ثابت تعادل موثر است.  
 - ثابت تعادل نشان دهنده‌ی میزان پیشرفت واکنش و کمیتی ترمودینامیکی است.  
 - واحد ثابت تعادل بدون در نظر گرفتن ضرایب مواد جامد و مایع خالص: مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها - مجموع ضرایب فرآورده‌ها  $M$   
**نکات ثابت تعادل:**  
 - در صورتی که معادله واکنش را در عدد ثابتی ضرب کنیم ثابت تعادل جدید برابر ثابت تعادل قبلی به توان عدد ثابت است.

- اکسی اسیدهای فسفر همگی ضعیف می‌باشند.  
 - اغلب فلزات با محلول اسیدها واکنش و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند.  
 $\text{K}_a^-$  اسیدهای ضعیف همگی کوچکتر از ۱ است.  
 - قدرت اسیدی هیدرواسیدهای هالوژن دار:  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$   
 - اکسی اسیدها جز اکسی اسید فسفر:  
 $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HNO}_3 > \text{HNO}_2$   
 - قدرت اسیدی:  $\text{O} \uparrow \Rightarrow \uparrow$

**درجه یونش اسیدی:**

اسیدهای مختلف هنگام حل شدن در آب به میزان متفاوتی یونش می‌یابند. برای مقایسه‌ی میزان یونیده شدن اسیدها می‌توان از درجه یونش استفاده کرد.

$$\alpha = \frac{\text{شمار مولکول (مول)های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول (مول)های حل شده}}$$

$$0 \leq \alpha \leq 100\%$$

$$\alpha = 100 \times \alpha \text{ درصد یونش انحلال}$$

مولکول  $\rightarrow$  یون نداریم  $\rightarrow \alpha = 0$   
 اسیدوباز ضعیف  $\rightarrow$  انحلال مولکولی یونی  $\rightarrow$  بطور جزئی یون  $\rightarrow 0 < \alpha < 1$   
 اسید و باز قوی  $\rightarrow$  انحلال یونی  $\rightarrow$  به طور عمده یون  $\rightarrow \alpha = 1$

**تقسیم بندی ماده:**

**(۱) الکتrolیت:**

- قوی:

- به طور عمده یون، انحلال یونی
- رسانای قوی، لامپ پر نور
- اسید و باز قوی، اغلب نمک‌ها

- ضعیف:

- به طور جزئی یون، انحلال مولکولی یونی
- رسانای ضعیف، لامپ کم نور
- اسید و باز ضعیف

**(۲) غیرالکتrolیت:**

- یون نداریم، نارسانا
- انحلال مولکولی، لامپ خاموش
- الکل، شکر، مولکول ناقطبی

- ✓ محلول‌های آبی دارای یون جریان برق را از خود عبور می‌دهند.
- ✓ محلول‌های الکتrolیت به دلیل وجود یونها و حرکت بارهای الکتریکی جابه‌جا می‌شوند.
- ✓ اگر محلول در یک مدار الکتریکی قرار گیرند با حرکت یونها به سوی قطب‌های ناهم‌نام جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

✓ بدن انسان:

- بزاق  $5/2 < pH < 7/1$

- اسید معده  $1/6 < pH < 1/8$

- خون  $pH = 7/4$

- روده کوچک  $pH = 8/5$

- اسید معده و آب گازدار محلول اسیدی و آمونیاک محلول بازی می باشد.

ثابت یونش اسیدی:

نکات  $K_a$ :

$$K_a = \frac{C_M \alpha^2}{1-\alpha} \quad k_a = \frac{[H^+] \times \alpha}{1-\alpha}$$

- اسید  $\alpha < 0.5 \rightarrow K_a = C_M \alpha^2 \quad k_a = [H^+] \times \alpha$

$$\begin{cases} pK_a = -\log K_a \rightarrow K_a = 10^{-pK_a} \\ pK_b = -\log K_b \rightarrow K_b = 10^{-pK_b} \end{cases}$$

رسائایی الکتریکی بیشتر  $\rightarrow$  غلظت یون هیدرونیوم بیشتر  $\rightarrow$  اسید قوی تر  $\rightarrow K_a \uparrow$   
رسائایی الکتریکی بیشتر  $\rightarrow$  غلظت یون هیدروکسید بیشتر  $\rightarrow$  باز قوی تر  $\rightarrow K_b \uparrow$

محاسبه  $pH$

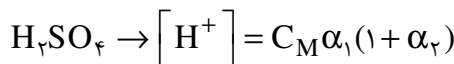
$T = 25^\circ C \rightarrow pH + pOH = 14$

$pH = -\log[H^+] \rightarrow \begin{cases} [H^+] = 10^{-pH} \\ [H^+] = C_M \times n \times \alpha \\ [H^+] = \sqrt{K_a \cdot C_M} \text{ اسید ضعیف} \end{cases}$

اسید

$pOH = -\log[OH^-] \rightarrow \begin{cases} [OH^-] = 10^{-pOH} \\ [OH^-] = C_M \times n \times \alpha \\ [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_M} \text{ باز ضعیف} \end{cases}$

باز

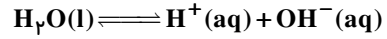


$\alpha = 1$  اسید یا باز قوی  
 $\alpha < 1$  اسید یا باز ضعیف

همواره  $n=1$  اسید  
 $n=OH$  تعداد باز

- در صورتی که واکنشی از حاصل جمع چند واکنش دیگر بدست آید ثابت تعادل آن برابر حاصل ضرب واکنش های سازنده است.  
- چنانچه تعادلی را به صورت معکوس بنویسیم ثابت تعادل جدید معکوس ثابت تعادل قبلی است.

ثابت تفکیک آب:



$K_w = [H^+(aq)][OH^-(aq)]$

✓ نکات ثابت تفکیک آب:

- هر گونه تغییری در غلظت یون  $H^+$  یا  $OH^-$  تأثیری بر مقدار  $K_w$  ندارد.  
- مقدار  $K_w$  به دما بستگی دارد و در دمای معین مقدار ثابتی دارد.  
- آب خالص الکترولیت بسیار ضعیفی است و به مقدار کم تفکیک می شود.  
- آب خالص در هر دمایی خنثی می باشد و رسائایی ناچیز آب به دلیل مقادیر ناچیز یون های حاصل می باشد.  
- در دمای اتاق مقدار  $K_w$  برابر  $10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot L^{-2}$  است.  
-  $K_w$  مقدار ثابتی است که غلظت این دو یون را به هم مرتبط می کند.  
- فرایند تفکیک آب گرماگیر است و تعادل در سمت مواد واکنش دهنده قرار دارد.

✓ اثر تغییر دما بر تفکیک آب:

$T > 25^\circ C \rightarrow K_w \uparrow \rightarrow [H^+], [OH^-] \uparrow \rightarrow pH, pOH \downarrow$

$T = 25^\circ C \rightarrow K_w = 10^{-14} \rightarrow [H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \rightarrow pH = pOH = 7$

$T < 25^\circ C \rightarrow K_w \downarrow \rightarrow [H^+], [OH^-] \downarrow \rightarrow pH, pOH \uparrow$

روش های اندازه گیری  $pH$ :

$pH$  سنج دیجیتالی:

روش بسیار دقیق برای اندازه گیری غلظت یون هیدرونیوم که این دستگاه با تقویت ولتاژ کوچکی که با وارد کردن الکتروود دستگاه درون محلول ایجاد می شود و نمایش نتیجه روی صفحه شناساگر مقدار  $pH$  را تعیین می کند.

کاغذ  $pH$ :

- معیاری برای تشخیص میزان اسیدی یا بازی بودن محلول ها است.  
- رنگی که این کاغذ درون محلول به خود می گیرد نشان دهنده  $pH$  تقریبی آنهاست.  
- کاغذ  $pH$  در برخی محلول ها و آب خالص تغییر رنگ نمی دهند زیرا سامانه های خنثی هستند.

باران اسیدی  $\leftarrow pH = 5/4$

سامانه های معروف:

- شیر ترش شده:

- دارای لاکتیک اسید

$pH = 2/7 \Rightarrow pH < 7$



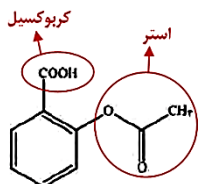
✓ اگر در واکنش اسید و باز شرکت کنند برای به دست آوردن غلظت نهایی داریم:

$$a \text{ (ظرفیت} \times \text{mol)} - \text{اولی (ظرفیت} \times \text{mol)} = \frac{a}{V_1 + V_2} \text{ غلظت نهایی}$$

### شیر معده:

- درون معده یک محیط بسیار اسیدی است.
- افزایش اسید معده سبب درد، التهاب و خونریزی می شود.
- دیواره داخلی معده به طور طبیعی مقدار کمی از یون های هیدرونیوم را دوباره جذب می کند که سبب نابودی دیواره معده می شود.
- در بدن انسان بالغ روزانه بین دو تا سه لیتر شیر معده تولید می شود که غلظت  $H^+$  برابر  $0.3$  مولار است.
- آسپرین یکی از داروهایی است که موجب کاهش pH شیر معده می شود.

### نکات آسپرین:



- کاهش PH شیر معده
  - دارویی برای کاهش درد، تب و التهاب
  - ۵ پیوند دو گانه
  - کاهش مشکلات بیماران قلبی
  - دارای گروه عاملی استری و کربوکسیل
- $$C_9H_8O_4$$

### چند برابری حجم و pH

هر گاه حجم محلول را  $10^n$  برابر کنیم pH محلول n واحد تغییر می کند.

### مسائل مربوط به تغییر pH

**حالت اول:** هر گاه از pH برابر ۷ به سمت یکی از محیطها حرکت کنیم، از ۷ صرف نظر می کنیم و با عدد باقی مانده مسائل را حل می کنیم.

**حالت دوم:** اگر مقادیر عددی pH به یکدیگر نزدیک باشند، اختلاف غلظت ها را محاسبه کنید و به جای غلظت مولی قرار می دهیم.

### روابط ضروری:

$$C_M = \frac{\text{mol}}{\text{حجم}}$$

$$C_M = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{حجم}}, \quad C_M = \frac{C_g}{\text{جرم مولی}}$$

$$K_a = \frac{C_M \alpha^2}{1 - \alpha}, \quad K_a = \frac{[H^+] \alpha}{1 - \alpha}$$

$$: K_a = C_M \alpha^2, \quad K_a = [H^+] \alpha$$

$$T = 25^\circ C \rightarrow [H^+][OH^-] = 10^{-14} \rightarrow pH + pOH = 14$$

### خنثی شدن در مسائل اسید و باز

#### \* روابط تناسبی

$$\frac{\text{mol}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$= \frac{\text{تعداد ذره}}{\text{ضریب}} = \frac{6.022 \times 10^{23} \times \text{ضریب}}{\text{mol}} = \frac{C_M \times V(L)}{\text{ضریب}} = \frac{C_g \times V(L)}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\text{جاگذاری در pH} \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \rightarrow C_M = \frac{[H^+]}{n \times \alpha}$$

$$\text{جاگذاری در POH} \rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} \rightarrow C_M = \frac{[OH^-]}{n \times \alpha}$$

### واکنش های اسید و باز

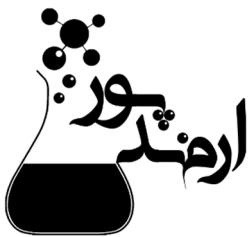
✓ در واکنش ۲ اسید یا ۲ باز برای به دست آوردن غلظت نهایی داریم:

$$\text{غلظت نهایی} = \frac{\text{دومی (ظرفیت} \times \text{mol)} + \text{اولی (ظرفیت} \times \text{mol)}}{V_1 + V_2}$$

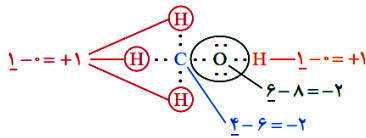
# نہایت

(خلاصہ طلائی فصل ۲ دوازدہم)

مهندس محمد رضا ارمندیپور



تعیین عدد اکسایش کربن، اکسیژن و هیدروژن در متانول (CH<sub>3</sub>OH)



تعداد الکترون ظرفیتی - شمار گروه اصلی = عدد اکسایش نافلز

### انجام واکنش با سفر الکترون

در واقع باتری، مولدی است که در آن واکنش های شیمیایی رخ می دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود و موتور را به حرکت درآورد. با این توصیف شناخت نوع و شیوه انجام واکنش های درون باتری ها کمک خواهد کرد تا بتوان از واکنش های شیمیایی برای رفع نیازها به درستی بهره برد.

### تعاریف اکسایش و کاهش

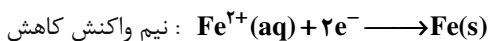
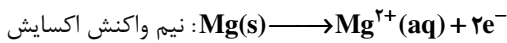
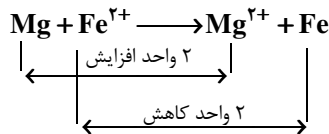
**اکسایش** ← گرفتن اکسیژن \* از دست دادن هیدروژن \* از دست دادن الکترون

\* افزایش عدد اکسایش \* نقش کاهنده

**کاهش** ← از دست دادن اکسیژن \* گرفتن هیدروژن \* گرفتن الکترون \*

کاهش عدد اکسایش \* نقش اکسنده

✓ **نمونه واکنش اکسایش - کاهش:**

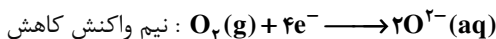
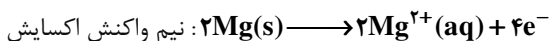
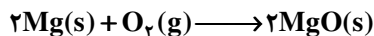


Mg منیزیم کاهنده ، Fe<sup>2+</sup> یون آهن II اکسنده

نیم واکنش ها باید از نظر تعداد اتم ها (موازنه جرم) و هم از نظر بار الکتریکی (موازنه بار) موازنه باشند.

### ✓ واکنش سوختن منیزیم

منیزیم با شعله خیره کننده ای در اکسیژن می سوزد و به منیزیم اکسید تبدیل می شود.



### داد و ستد الکترون فلزات

برای پیش بینی امکان انجام واکنش اکسایش - کاهش میان دو گونه همواره لازم است که تمایل شیمیایی دو گونه به اکسایش یا کاهش معین شود.

**مثال ۱:** اگر یک تیغه از جنس فلز روی را در محلول آبی دارای یون های مس II وارد کنیم واکنش اکسایش - کاهش روی می دهد.

### ویژگی های الکتروشیمی

- رشد دانش و پیشرفت فناوری
  - انجام فعالیت های فردی، اقتصادی و صنعتی
  - انتقال ایمنی آب آشامیدنی
  - تأمین روشنایی، گرمایش و سرمایش آسان تر
  - حمل و نقل سریع و ایمن تر
  - کاهش اثر نقص عضو
  - افزایش سطح رفاه و آسایش
- ساخت لوله های فلزی انتقال آب  
قوطی های محتوی مواد غذایی  
لوازم آشپزی مقاوم در برابر خوردگی

### قلرم و الکتروشیمی

- تأمین انرژی (باتری ها، سلول سوختی و سوخت آنها)
- تولید مواد (مانند برقکافت، آبکاری)
- اندازه گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فرآورده)

### نکات عدد اکسایش

۱. عدد اکسایش عناصر به حالت آزاد صفر است.
۲. عدد اکسایش یون های تک اتمی برابر بار یون است.
۳. عدد اکسایش فلزات مثبت و برابر ظرفیت فلز می باشد.
۴. عدد اکسایش فلئوئور در ترکیبات همواره -۱ است.
۵. مجموع اعداد اکسایش اتم های هر مولکول خنثی برابر صفر و در مورد یون ها برابر بار یون است.
۶. عدد اکسایش هیدروژن در ترکیبات +۱ است به جز در هیدریدهای فلزی که -۱ است.
۷. عدد اکسایش اکسیژن در ترکیبات -۲ است به جزء اکسیژن اندیس دار در کنار فلز اصلی و اکسیژن کنار فلئوئور.
۸. در ترکیبات یونی عدد اکسایش به طور مجزا بررسی می شود.

### ✓ عناصری که عدد اکسایش ثابت دارند:

۱. فلزات قلیایی همواره +۱ و فلزات قلیایی همراه +۲ است.
۲. فلئوئور همواره -۱ است.
۳. روی و کادمیم همواره +۲ است.
۴. بور، آلومینیم و اسکاندیم همواره +۳ است.

### ✓ دامنه تغییرات عدد اکسایش نافلزات به جز O و F

Max → شماره گروه اصلی

Min → - شماره گروه اصلی

در ترکیبات مولکولی نافلز سمت راست با Min عدد اکسایش می آید.

### ✓ عدد اکسایش نافلزات

۱. رسم ساختار الکترون نقطه ای.
۲. در جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، ۱ الکترون به هر اتم می رسد.
۳. اتم الکترون گاتیو تر جفت الکترون پیوندی را به سمت خود می کشد.
۴. همه ی الکترون های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت می دهیم.

۵. پل نمکی :

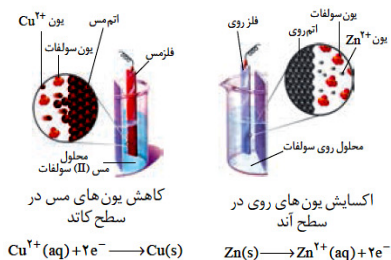
لوله‌های U شکل (قطعه کاغذ صافی) که به طور کامل به محلول سیر شده KCl یا  $KNO_3$  آغشته شده است. پل نمکی یک رسانای یونی است که با به جریان انداختن گونه‌های باردار بین دو محلول الکترولیت مدار الکتریکی را کامل می‌کند. محتویات هر دو نیم سلول بعد از به جریان یافتن الکترون بین الکترودها از نظر الکتریکی خنثی باقی می‌ماند.

✓ کاتد:

الکترودی است که در آن الکترون از رسانای الکترونی (تیغه فلزی) به رسانای یونی (محلول الکترولیت) جریان می‌یابد.

✓ آند:

الکترودی است که در آن الکترون از رسانای یونی (محلول الکترولیت) به رسانای الکترونی (تیغه فلزی) جریان می‌یابد.

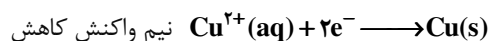
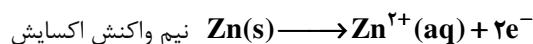
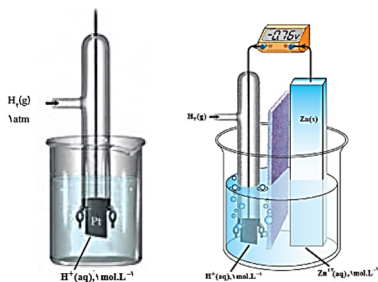


پل نمکی با دیواره متخلخل:

پل نمکی می‌تواند دیواره‌ی متخلخل از جنس سفال، خاک چینی (کائولن)، آزبست یا گرد فشرده‌ی شیشه‌ای باشد. یون‌های موجود در دو الکترولیت می‌توانند از دیواره عبور ولی دیواره از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترولیت جلوگیری می‌کند.

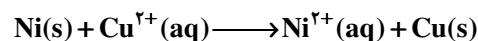
پتانسیل الکترودی استاندارد

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل موجود میان دو نیم‌سلول را اندازه‌گیری می‌کند. اندازه‌گیری پتانسیل یک الکتروده به طور جداگانه ممکن نیست و نسبت دادن یک مقدار مطلق به پتانسیل آن الکتروده نتیجه‌ای در بر ندارد. برای حل این مشکل نیم سلول استاندارد هیدروژن انتخاب می‌شود. کاربرد نیم سلول استاندارد هیدروژن: محاسبه  $E^0$  نیم سلول‌ها - الکتروده استاندارد هیدروژن شامل یک الکتروده پلاتینی در یک محلول اسیدی با  $pH = 0$  ( $[H^+] = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ ) که گاز هیدروژن با فشار  $1 \text{ atm}$  از روی آن عبور داده می‌شود. محلول اسیدی هیدروکلریک اسید  $HCl$  است. مقدار  $E^0$  نیم سلول استاندارد در هر دمایی برابر صفر است.

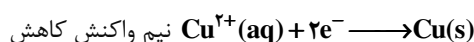
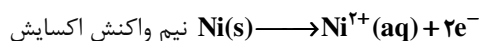


فلز روی کاهنده و یون مس اکسند است.

**مثال ۲:** فلز نیکل با محلول آبی رنگ دارای یون های  $Cu^{2+}(aq)$  واکنش می‌دهد. با وارد کردن یک تیغه نیکلی در چنین محلولی رسوب قهوه‌ای مایل به سرخی که همان فلز مس است تشکیل می‌شود و بر روی تیغه‌ی نیکلی می‌نشیند و یون‌های سبز رنگ نیکل  $Ni^{2+}(aq)$  وارد محلول می‌شود.



قهوه ای مایل به سرخ سبز آبی



رسانای الکترونی - یونی

- فلزها رسانای خوبی برای جریان برق هستند و الکترون‌ها با حرکت خود این رسانایی را امکان پذیر می‌کنند.  
- فلزات رسانای الکترونی و محلول الکترولیت رسانای یونی هستند. هنگامی که رسانای الکترونی در تماس با یک رسانای یونی قرار گیرد مجموعه حاصل نیم سلول است.  
- واکنش اکسایش کاهش در مرز میان دو رسانای الکترونی و یونی روی می‌دهد و به این واکنش‌ها واکنش الکترودی می‌گویند.

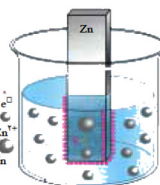
نیم سلول

هر تیغه فلزی که در تماس با محلولی حاوی یون های خود باشد نیم سلول است.

\* در صورتی که فلز فعال باشد، تیغه نسبت به محلول دارای بار منفی است.

\* در صورتی که فلز غیر فعال باشد، تیغه نسبت به محلول دارای بار مثبت است.

اگر یک تیغه از جنس فلز روی در یک بشر دارای محلول آبی یون های روی قرار گیرد تعدادی از اتم های روی الکترون خود را روی سطح تیغه روی می‌گذارند و به صورت یون وارد محلول می‌شود و در نتیجه بین تیغه روی و محلول اختلاف پتانسیلی بوجود می‌آید.



سلول الکتروشیمیایی

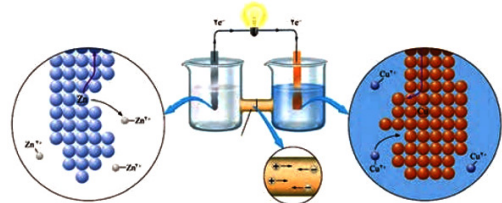
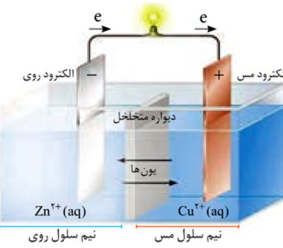
اگر دو نیم سلول به هم متصل شوند مجموعه ای به دست می‌آید که به آن سلول الکتروشیمیایی می‌گویند.

✓ اجزای سلول الکتروشیمیایی:

۱. نیم سلول‌ها که در یکی واکنش اکسایش و در دیگری واکنش کاهش رخ می‌دهد.
۲. در هر نیم سلول یک الکتروده وجود دارد که به الکترون اجازه دهد به الکترولیت وارد و یا از آن خارج شود.
۳. در هر ظرف محلول الکترولیتی وجود دارد که رسانای جریان برق می‌باشد.
۴. **سیم قتری:** جابه‌جایی الکترون‌ها از یک نیم سلول به نیم سلول دیگر.

### سلول گالوانی:

- سلول هایی که هر دو نیم واکنش آنها به طور خودبه خودی انجام می گیرد.
- سلول هایی که انرژی شیمیایی آنها به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.
- به سلول گالوانی سلول ولتایی نیز می گویند.
- سلول هایی که به عنوان منبع انرژی الکتروشیمیایی یاد می شود.



### پتانسیل های کاهش استاندارد

رتبه بندی فلزها به ترتیب افزایش پتانسیل کاهش استاندارد، مجموعه ای سودمندی را فراهم می کند که سری الکتروشیمیایی نامیده می شود. به کمک این مجموعه می توان واکنش پذیری فلزها را با هم مقایسه و انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش های میان آن ها را پیش بینی کرد. برای این کار کافی است سلول  $E^\circ$  را برای مولی محاسبه کرد که واکنش اکسایش - کاهش یاد شده در آن روی می دهد.

اگر مقدار سلول  $E^\circ$  مثبت باشد واکنش انجام پذیر است. به عبارت دیگر از چپ به راست خودبه خودی است.

اگر مقدار سلول  $E^\circ$  منفی باشد واکنش در آن جهت انجام ناپذیر است. به عبارت دیگر واکنش از راست به چپ خودبه خودی است.

نیم واکنش کاهش	$E^\circ$ (V)
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s)$	+1/50
$Pt^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pt(s)$	+1/20
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	+0/80
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+0/34
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0/00
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$	-0/44
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$	-0/76
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mn(s)$	-1/18
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$	-1/66
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$	-2/37

↑ اکسندگی قوی تر

↓ کاهشده قوی تر

### سلول الکترولیتی

- سلول هایی که انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود
- در سلول های الکترولیتی با اعمال یک ولتاژ بیرونی هر دو نیم واکنش الکترودی با صرف انرژی به سمت ایجاد تغییر شیمیایی دلخواه حرکت می کنند.

### شباهت سلول گالوانی و الکترولیتی

1. در هر دو سلول آند محل اکسایش و کاتد محل کاهش است.
2. در هر دو سلول جهت حرکت  $e^-$  در مدار بیرونی از آند به کاتد است.
3. در هر دو آنیون ها به سمت آند و کاتیون ها به سمت کاتد حرکت می کنند.

### تفاوت سلول گالوانی و الکترولیتی

1. در سلول گالوانی هدف تولید جریان برق با مصرف مواد شیمیایی است اما در سلول الکترولیتی هدف انجام یک فرایند غیر خود به خودی به کمک مصرف جریان برق است.

### 2. تبدیل انرژی

سلول گالوانی ← تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی  
 سلول الکترولیتی ← تبدیل انرژی الکتریکی به شیمیایی

### 3. بررسی سطح انرژی:

گالوانی ← فرآورده پایین تر  
 الکترولیتی ← فرآورده بالاتر

### 4. آند و کاتد:

گالوانی ← آند(قطب منفی) و کاتد (قطب مثبت)  
 الکترولیتی ← آند(قطب مثبت) و کاتد (قطب منفی)

### 5. نماد سلول: گالوانی: لامپ \* الکترولیتی: باتری

### نیروی الکتروموتوری

اختلاف پتانسیل های الکترودی استاندارد دو نیم سلول یک الکتروشیمیایی را نیروی الکتروموتوری استاندارد (emf) می نامیم و با  $E^\circ$  نشان داده می شود.

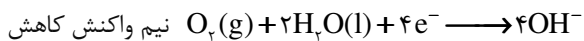
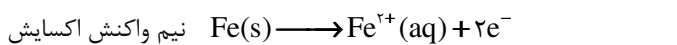
$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{آند}} - E^\circ_{\text{کاتد}}$$

### روند تغییرات $E^\circ$ :

- ✓ پتانسیل کاهش  $E^\circ$  میزان تمایل یک گونه برای گرفتن الکترون می باشد.
- ✓ علامت منفی  $E^\circ$  به معنای عدم تمایل برای گرفتن الکترون و به عبارتی تمایل عنصر برای اکسید شدن است.
- ✓ در جدول  $E^\circ$  هیدروژن به عنوان مبنا در نظر گرفته می شود.
- ✓ عناصر بالای هی دروژن  $E^\circ$  مثبت و عناصر پائین هی دروژن  $E^\circ$  منفی دارند.
- عناصر پائین هیدروژن ذاتاً الکترون دهنده هستند و اکسایش را دوست دارند لذا  $E^\circ$  منفی است.
- عناصر بالای هی دروژن ذاتاً الکترون گیرنده هستند و کاهش را دوست دارند لذا  $E^\circ$  مثبت است.
- ✓ هالوژن ها در جدول  $E^\circ$  پائین تر از هیدروژن قرار می گیرند و اکسندگی می باشند.
- در هالوژن ها فلورین F اکسندگی قوی ترین و ید I کاهنده ترین عنصر می باشد.
- ✓ در سری الکتروشیمیایی از بالا به پایین فعالیت شیمیایی عناصر فلزی افزایش می یابد.
- ✓ در سری شیمیایی از بالا به پایین خاصیت الکترون دهنده می یابد.
- ✓ عناصر بالا اکسندگی قوی و عناصر پایین کاهنده قوی هستند.
- ✓ فلزات پایینی می تواند جایگزین فلز بالایی در جدول شود و آن را از ترکیب خارج کند.
- ✓ هنگامی که دو نیم سلول به یکدیگر متصل می شوند الکترون ها از الکترودی با پتانسیل منفی تر به سمت الکترودی با پتانسیل مثبت تر جریان می یابند.
- ✓ عنصری که در جدول پتانسیل کاهش بالاتر است کاتد و عنصری که پایین تر است آند می باشد و جهت جریان الکترون از آند به کاتد است.

### خوردگی آهن

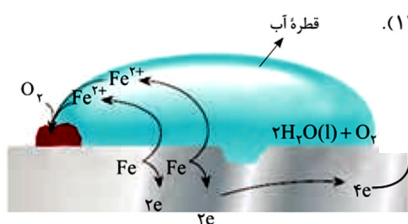
هنگامی که یک قطعه آهن در تماس با یک قطره آب قرار می گیرد واکنش اکسایش - کاهش روی می دهد.



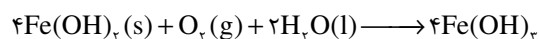
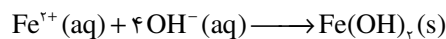
**مدار درونی یا رسانای الکترون:** الکترون هایی که از میان فلز و از پایگاه آندی به سمت پایگاه کاتدی جریان می یابند.

**مدار بیرونی یا رسانای یون:** یون ها در قطره آب جریان یافته و مدار را کامل می کنند. بدون آب مدار یاد شده کامل نیست و زنگ زدن روی نمی دهد.

می کاهد (شکل ۱۳).



یون های آهن (II) به هنگام عبور از آب به صورت  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  رسوب می دهند و در ادامه رسوب ایجاد شده اکسید می شود و به آهن (III) اکسید آب پوشیده یا زنگ آهن تبدیل می شود.



$4\text{Fe}(\text{OH})_3$  را به صورت  $2(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$  نشان می دهند که آهن (III) اکسید آبپوشیده می گویند.

### راه های جلوگیری از خوردگی

۱. رنگ کردن در و پنجره آهنی و بدنه خودرو
۲. قیر اندود کردن سطح لوله های نفتی
۳. روکش دادن به ظروف فلزی
- روش هایی که در آنها از طریق ایجاد یک پوشش محافظ اکسیژن آب و یون ها را از فلز دور می کند.
۴. حفاظت کاتدی، مهم ترین و پر کاربردترین روش محافظت فلزها

### حفاظت کاتدی

هر گاه دو فلز که با یکدیگر در تماس هستند در معرض هوا و رطوبت قرار گیرند بین آنها نوعی سلول گالوانی به وجود می آید.

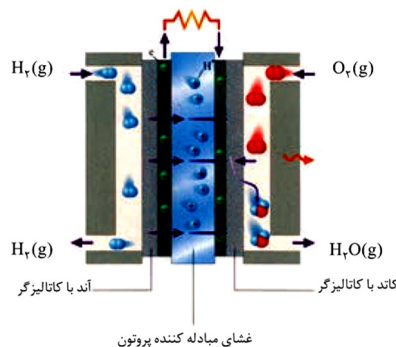
در این سلول فلزی که  $E^0$  کوچکتری دارد نقش آند و با اکسایش یافتن دچار خوردگی می شود. در حالی که فلزی که  $E^0$  بزرگتری دارد کاتد و نسبت به خوردگی محافظت می شود.

برای حفاظت کاتدی آهن آن را با یک فلز فعال مجاور می کنند فلزهایی که  $E^0$  آنها کوچک تر از آهن باشد به عنوان آند و با از خود گذشتگی از آهن محافظت می کنند.

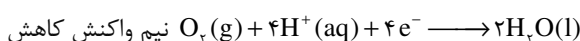
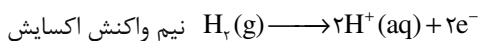
### لیتیم

- ✓ فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی
- ✓ در میان فلزها کمترین چگالی و  $E^0$  را دارد
- ✓ ساخت باتری های سبک تر، کوچک تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی
- ✓ در هر تن از دریاچه قم بیش از ۲۰۰ گرم لیتیم وجود دارد.

### سلول سوختی



غشای مبادله کننده پروتون



۱. سلول های سوختی سلول های گالوانی نوع اول هستند.
۲. در سلول های سوختی برای تولید جریان برق یک سوخت گازی شکل به آرامی اکسید می شود
۳. این سلول بر مبنای واکنش میان گاز هیدروژن و اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می دهد.
۴. در سلول سوختی بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

۵. سلول سوختی سه جز اصلی دارد: غشا، الکتروود آند و الکتروود کاتد

۶. آند و کاتد کاتالیزورهایی هستند که نیم واکنش اکسایش و کاهش را آسان تر می کند.

۷. سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز با بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا ۳ برابر افزایش می دهد.

### خوردگی

خوردگی آهن سالانه خسارت هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد میکند. در کشورهای صنعتی حدود ۲۰٪ از آهن و فولاد تولیدی برای جایگزین کردن قطعات خورده شده مصرف می شود.

اکسیژن عنصر بسیار واکنش پذیری است به طوریکه می تواند هر فلز به جز فلزات نجیب یعنی طلا، پلاتین و پالادیم را به طور خود به خودی اکسید کند. واکنش پذیری بیش از اندازه اکسیژن و تمایل طبیعی برخی فلزات به زنگ زدن به مرور سبب ترد، خرد شدن و فرو ریختن فلزات بر اثر اکسایش می شود که خوردگی نامیده می شود.

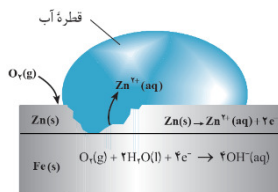
عامل دیگری که خوردگی فلزات را در پی دارد واکنش برخی فلزات با آب یا یک محلول اسیدی است.

### آهن گالوانیزه

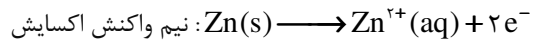
#### آهن گالوانیزه، آهن سفید، روک اندود کردن

سطح فلز آهن با لایه نازکی از فلز روی پوشیده است.

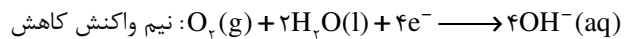
هر گاه خراش در سطح آهن سفید ایجاد شود در محل خراش یک سلول گالوانی تشکیل می شود.



در این سلول روی به عنوان آند اکسایش یافته

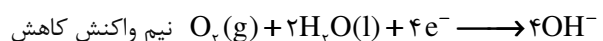
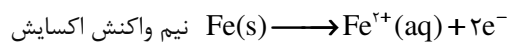


الکترون های حاصل از اکسایش فلز روی در سطح آهن و در حضور رطوبت به اکسیژن داده می شود و آهن به عنوان کاتد از خوردگی می گریزد.



#### حلبی ← قلع اندود کردن

از ورقه های حلبی برای ساختن قوطی کنسرو در روغن نباتی استفاده می شود. در اثر ایجاد خراش آهن Fe به عنوان آند اکسایش یافته و خورد می شود و الکترون های حاضر در حضور رطوبت به اکسیژن داده می شود.



از آهن گالوانیزه نمی توان برای ساختن ظروف بسته بندی استفاده کرد. زیرا روی با اسید مواد غذایی واکنش می دهد.



اسیدهای موجود در مواد غذایی با فلز روی واکنش می دهند در حالی که اثری بر فلز قلع ندارند در نتیجه برای ساختن ظروف بسته بندی از آهن گالوانیزه استفاده نمی کنند.

#### سلول های الکترولیتی

سلول هایی که با عبور دادن جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت آن ها می توان واکنش را در جهتی خلاف جهت طبیعی پیش برد و نتیجه شکسته شدن مواد به گونه های باردار است. یون های ایجاد شده در میدان الکتریکی به شمت قطب های ناهم نام خود جریان می یابند. سلول های الکترولیتی در تجزیه محلول ها و مواد مذاب و پالایش و آبکاری فلزات کاربرد دارد.

#### ساختمان سلول الکترولیتی

شامل ۲ الکترود است که در محلول الکترولیت فرو رفته است. هنگامی که دو الکترود به قطب های یک منبع جریان مستقیم متصل می شوند. الکترودی که به قطب مثبت متصل شده آند نامیده می شود و پس از قرار گرفتن در الکترولیت الکترون ها را از الکترولیت خارج می کند.

الکترودی که به قطب منفی متصل شده کاتد نامیده می شود و پس از قرار گرفتن در الکترولیت الکترون های رانده شده از منبع را به الکترولیت منتقل می کند.

کاتیون (یون مثبت) ← به کاتد (قطب منفی) ← کاهش

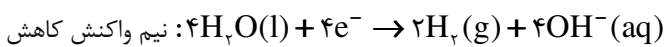
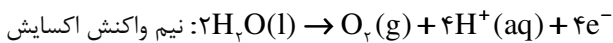
آنیون (یون منفی) ← به آند (قطب مثبت) ← اکسایش

محلول الکترولیت یک ترکیب یونی مذاب یا یک محلول یونی در آب می باشد.

#### برقکافت آب

فرایندی که طی آن آب به عنصرهای سازنده اش تجزیه می شود. آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از اینرو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.

برقکافت آب واکنشی است که در سلول الکترولیتی انجام می شود.

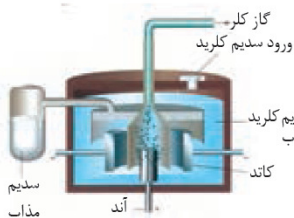


#### سلول دانه

✓ سلول دانه یک سلول الکترولیتی است

✓ آند سلول دانه گرافیتی و کاتد سلول دانه آهنی می باشد.

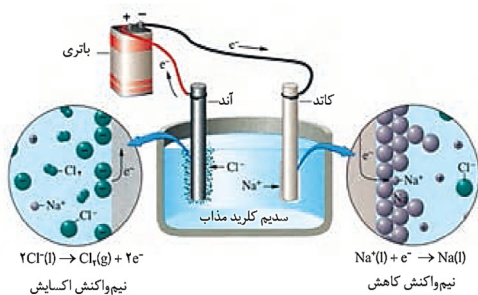
✓ فراورده اصلی سلول دانه سدیم خالص و فراورده جانبی گاز کلر می باشد.



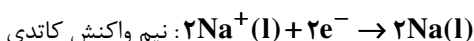
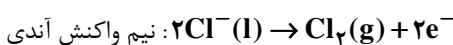
#### برقکافت سدیم کلرید مذاب

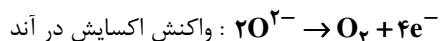
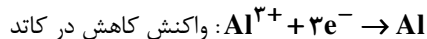
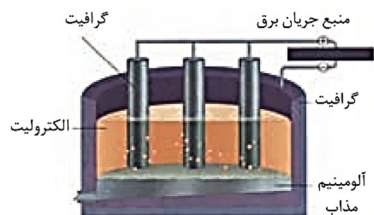
برای خود به خودی انجام شدن فرایند تجزیه گرمایی NaCl به دمای بسیار بالایی حدود ۴۲۶۷ °C (فقط کمی کمتر از دمای سطح خورشید) نیاز است. تامین چنین دمایی ممکن نیست و برقکافت راه حل بسیار مناسبی برای تولید سدیم است.

NaCl خالص در ۸۰۱ °C ذوب می شود و افزودن مقداری CaCl<sub>2</sub> دمای ذوب را تا حدود ۵۸۷ °C پایین می آورد.



#### واکنش ها که انجام شده در سلول دانه



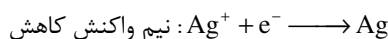
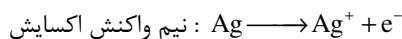


### فرایند آبکاری

- از مهمترین کاربردهای سلول الکترولیتی است.
- پوشاندن یک جسم با لایه ی نازک از یک فلز.
- جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می شود (فلز پایه) باید رسانای جریان برق باشد.
- الکترولیت مورد استفاده در آبکاری باید دارای یون فلز تزئینی باشد.
- نیم واکنش اکسایش و کاهش با فلز تزئینی نوشته می شود.
- در آبکاری فلز پایه را به کاتد (قطب منفی) و فلز تزئینی را به آند (قطب مثبت) و حمل می کنیم).

### ✓ آبکاری یک فاشق آهنی با روکش از نقره

فلز آهن را به کاتد (قطب منفی) و فلز نقره را به آند (قطب مثبت) متصل می کنیم. محلول الکترولیت نقره نیترات است.



### آلومینیم

- آلومینیم یکی از ارزشمندترین و پرکاربردترین فلزها به شمار می آید.
- آلومینیم فراوانترین فلز و سومین عنصر فراوان در پوسته زمین است.
- در صنعت آلومینیم را از سنگ معدن آلومینیم به نام بوکسیت (آلومینای ناخالص) بدست می آورند.
- پیش از ابداع روش هال، آلومینیم به علت کمیاب بودن از طلا و نقره گران تر بود.
- با بازیافت Al می توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت برخی از هزینه های تولید آلومینیم را کاهش داد.
- تولید قوطی های آلومینیومی از قوطی کهنه فقط به ۷ درصد انرژی لازم از فرآیند هال نیاز دارد.

### فرایند هال

✓ کاشف حلال: چارلز مارتین هال

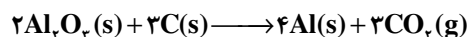
✓ نام حلال: کریولیت مذاب  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

✓ مزیت حلال: کاهش دمای ذوب

✓ ایراد حلال: مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی و هزینه بالا.

### استخراج آلومینیم

نقطه ذوب آلومینای خالص حدود ۲۰۴۵ درجه سلسیوس است، تأمین این دما و برقکافت آن به حالت مذاب فرآیندی اقتصادی نیست. آلومینای خالص را پس از خالص سازی در دمایی حدود ۹۶۰ درجه سلسیوس در کریولیت مذاب حل می کنند. فرآیند برقکافت محلول مذاب در سلول الکترولیتی انجام می شود.



✓ آند و کاتد سلول استخراج Al گرافیتی است.

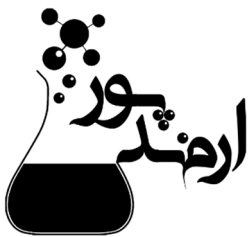
✓ با گذر زمان اکسیژن تولیدی در آند با گرافیت واکنش می دهد و در نتیجه با گذر زمان آند تعویض می شود.



# نہایت

(خلاصہ طلائی فصل ۳ دوازدہم)

مهندس محمد رضا ارمندیپور



**ویژگی‌های مواد اولیه در ساخت آثار گذشتگان**

- ✓ فراوانی و در دسترس بودن ✓ استحکام زیاد
- ✓ واکنش پذیری کم ✓ پایداری مناسب

**خاک رس:**

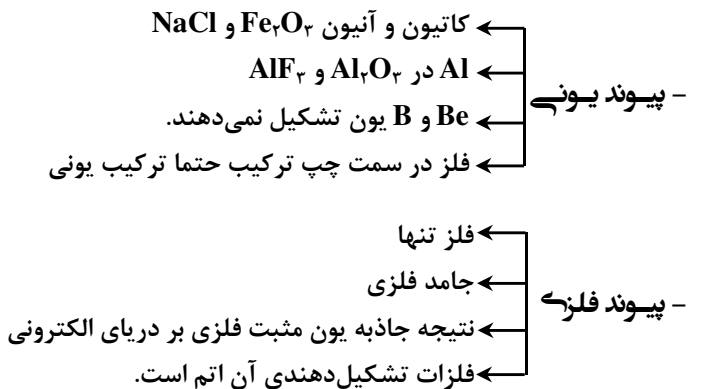
- رنگه‌سرخ: وجود  $Fe_2O_3$
- بیشترین درصد جرمی:  $SiO_2$
- کمترین درصد جرمی:  $Au$  مواد دیگر
- اکسید نافلزک:  $H_2O$  با پختن خاک رس مقدار آن کم می‌شود.
- اکسید فلزک (بیش از ۴۰ درصد خاک رس):
- $Al_2O_3$  (آلومینیم اکسید) -  $Na_2O$  (سدیم اکسید)
- $Fe_2O_3$  (آهن III اکسید) -  $MgO$  (منیزیم اکسید)
- خاک رس خاصیت بازی دارد.
- $Al_2O_3 > Na_2O > MgO$ : اکسید فلزی و درصد جرمی
- اکسید شبه فلزی:  $SiO_2$  (سیلیسیم دی اکسید یا سیلیس)
- سفال ← خاک رس پخته شده ← سرخ تر از رس

**درصد جرمی:**

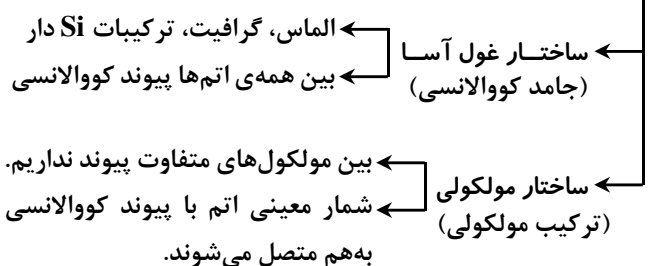
$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم کل}} \times 100$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم آن} \times \text{تعداد اتم عنصر}}{\text{جرم مولی ترکیب}} \times 100$$

**تقسیم بندی پیوندها**



**پیوند کووالانسی**



**جامد شناسی**

**✓ جامد کووالانسی**

- اتم‌ها در تشکیل یک شبکه سه بعدی به صورت یکپارچه
- واحد سازنده جامدات کووالانسی ← اتم‌ها
- مولکول ندارند
- حال مواد جامد
- دمای ذوب و جوش بسیار بالا
- بسیار سخت و شکننده جز گرافیت
- در حالت مذاب نارسانا
- در حالت جامد نارسانا به جز گرافیت و  $Si$
- تعداد جامدات کووالانسی محدود و تنوع کم
- جامد کووالانسی دوبعدی: گرافیت - گرافن
- جامد کووالانسی سه بعدی: الماس -  $SiC$  -  $SiO_2$  -  $Si$
- مقایسه نقطه ذوب:  $Si > SiO_2 > SiC > \text{الماس}$

ساختار  $SiC$  و الماس مشابه ↑

**✓ جامدات یونی**

- ذرات تشکیل دهنده آن یونهای + و - مستقر در شبکه بلوری
- دمای ذوب و جوش آن بالاست.
- در حالت جامد نارسانا
- در حالت مذاب و محلول رسانی
- سخت و شکننده اند.

ضمن عبور جریان برق واکنش رخ می‌دهد (برقکافت)

**✓ جامدات مولکولی**

- ترکیب کربن دار، مولکول چند اتمی، گاز نجیب،  $SiCl_4$
- اغلب ترکیبات آلی
- تنوع زیادی دارند.
- متشکل از مولکول‌های جدا از هم
- نرم هستند.
- دمای ذوب و جوش پایینی دارند.
- جامدات مولکولی نارسانا هستند.
- ترکیباتی که در دمای اتاق مایع هستند.

هر ماده‌ای که حالت آن مایع یا گاز باشد، ماده مولکولی است به جز  $Hg$

**✓ جامدات فلزک**

- هر گونه تک اتمی فلزی جامد فلزی محسوب می‌شود.
- جامدات فلزی رسانی می‌باشند.
- در عبور برق از جامد فلزی واکنش رخ نمی‌دهد.
- به مجموع الکترون‌های غیرمستقر در لایه ظرفیت فلزات جامد فلزی می‌گویند.
- دمای ذوب آنها اغلب متوسط یا بالا می‌باشد.

**مقایسه نقطه ذوب و سختی**

جامد مولکولی □ جامد فلزی □ جامد یونی □ جامد کووالانسی

### ترکیبات عناصر جدول

- کووالانسی

گروه ۱۴ (C, Si, Ge)، گروه ۱۳ (B)، گروه ۱۵ (As)

- مولکولی

گروه ۱ (H<sub>۲</sub>) - گروه ۱۵ (P<sub>۴</sub>, N<sub>۲</sub>)

گروه ۱۶ (O<sub>۲</sub>, S<sub>۸</sub>, Se<sub>۸</sub>) - گروه ۱۷ (F<sub>۲</sub>, Cl<sub>۲</sub>, Br<sub>۲</sub>)

### سیلیس (SiO<sub>۲</sub>)

- Si شبه فلز با رسانایی کم

- Si پس از O فراوان ترین عنصر در پوسته جامد زمین است

- فراوان ترین اکسید در پوسته جامد زمین

- از نمونه خالص سیلیس ← کوارتز (شفاف و سخت)

- از نمونه ناخالص سیلیس ← ماسه

- سیلیس جامد کووالانسی ۳ بعدی

- دیر گداز است و سختی بالایی دارد.

- یکی از اجزای اصلی سازنده سنگها، صخرهها و شن و ماسه

- متشکل از حلقه های ۶ ضلعی که هر ضلع شامل Si - O - Si

مقایسه ای آنتالپی پیوند Si - O > Si - Si

- خواص متفاوت با CO<sub>۲</sub>

SiO <sub>۲</sub>	CO <sub>۲</sub>
اکسید شبه فلز	اکسید نافلز
جامد کووالانسی	جامد مولکولی
حالت فیزیکی جامد	حالت فیزیکی گاز
نقطه ذوب و جوش بالا	نقطه ذوب و جوش پایین
نامحلول در آب	محلول در آب

### گرافن

- گرافیت تک لایه

- مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

- ضخامت گرافن به اندازه ی یک اتم کربن است (حدود ۱ نانومتر)

- رساناست (شباهت با گرافیت)

- شفاف (شباهت با الماس)

- انعطاف پذیر است.

- استحکام بالا دارد (شباهت با الماس)

- جامد کووالانسی دو بعدی است (شباهت با گرافیت)

### سازه های یخی

یخ ظاهری شبیه به سیلیس با یک آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل

حلقه های شش گوشه دارد.

حلقه های شش گوشه در ساختار گرافیت، یخ، گرافن، دانه برف و

سیلیس دیده می شود.

مقایسه یخ و سیلیس

SiO <sub>۲</sub> (s)	H <sub>۲</sub> O(s)
خالص، شفاف و سخت	خالص، شفاف و سخت
جامد کووالانسی	جامد مولکولی
نقطه ی ذوب بالا و دیر گداز	نقطه ی ذوب پایین و زود گداز
آرایش منظم، سه بعدی با تشکیل حلقه های شش گوشه ای	آرایش منظم، سه بعدی با تشکیل حلقه های شش گوشه ای
فقط پیوند اشتراکی بین اتمها	پیوند اشتراکی بین اتمها و پیوند هیدروژنی بین مولکولها
در رأس شش ضلعی ها در سیلیس سیلیسیم	در رأس شش ضلعی ها در یخ اکسیژن

### شکل هندسی مولکولها

تعداد اتم اطراف به جز O و S + شماره گروه اتم مرکزی = قلمرو

۲

تعداد اتم اطراف - قلمرو = جفت الکترون ناپیوندی

BeF<sub>۲</sub> - CO<sub>۲</sub> → ۱۸۰° زاویه \* خطی : قلمرو = ۲

HCN - NO - CO - N<sub>۲</sub>O - C<sub>۲</sub>H<sub>۲</sub> : استثنا شکل خطی

قلمرو = ۳ :

SO<sub>۳</sub> \* ۱۲۰° \* مسطح مثلثی → ۰ = جفت الکترون ناپیوندی

SO<sub>۲</sub> \* ۱۱۹/۵° \* خمیده → ۱ = جفت الکترون ناپیوندی

قلمرو = ۴ :

CH<sub>۴</sub> \* ۱۰۹/۵° \* چهار وجهی → ۰ = جفت الکترون ناپیوندی

NH<sub>۳</sub> \* ۱۰۷° \* هرمی → ۱ = جفت الکترون ناپیوندی

H<sub>۲</sub>O \* ۱۰۴/۵° \* خمیده → ۲ = جفت الکترون ناپیوندی

### گرافیت و الماس

گرافیت	الماس
جامد کووالانسی دو بعدی	جامد کووالانسی سه بعدی
ساختار لایه لایه با نیروی واندروالسی ضعیف	ساختار بهم پیوسته و غول آسا
کدر و تیره و نرم	شفاف و بسیار سخت
کاربرد در مغز مداد	کاربرد در جواهر سازی
رسانای جریان برق	نارسانا

✓ مقایسه چگالی : الماس (فشرده تر) < گرافیت (فضای خالی بیشتر)

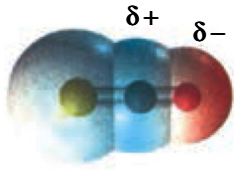
✓ مقایسه آنتالپی پیوند : گرافیت < الماس

✓ مقایسه پایداری : گرافیت < الماس

✓ مقایسه طول پیوند : الماس < گرافیت

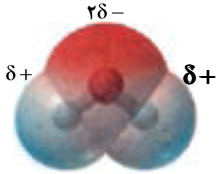
✓ مقایسه آنتالپی سوختن : الماس < گرافیت

فرم کلی:  $B = A = C$  یا  $B \equiv A - C$



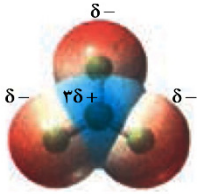
- توزیع بار الکتریکی به طور نامتقارن پیرامون اتم مرکزی
- مولکول در میدان الکتریکی جهت گیری می کند و قطبی است.
- گشتاور دو قطبی آن بزرگتر از صفر

✓ مولکول های سه اتمی خمیده



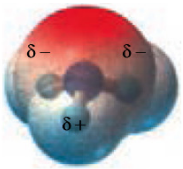
- توزیع بار الکتریکی به طور نامتقارن پیرامون اتم مرکزی
- مولکول در میدان الکتریکی جهت گیری می کند و قطبی است.
- گشتاور دو قطبی آن بزرگتر از صفر

✓ مولکول های چهار اتمی مسطح



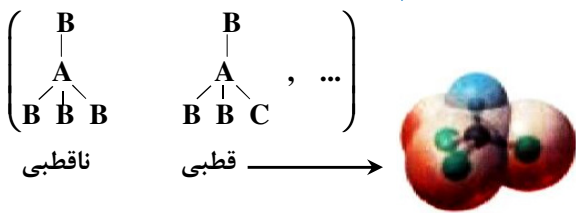
- توزیع بار الکتریکی به طور متقارن پیرامون اتم مرکزی
- گشتاور دو قطبی آن صفر
- مولکول غیر قطبی

✓ مولکول های چهار اتمی هرمی



- توزیع بار الکتریکی به طور نامتقارن پیرامون اتم مرکزی
- مولکول در میدان الکتریکی جهت گیری می کند و قطبی است.
- گشتاور دو قطبی آن بزرگتر از صفر

✓ مولکول های پنج اتمی



✓ مولکول های با بیش از ۵ اتم

- دارای یک اتم مرکزی مشخص نیستند
- بسیاری از ترکیب های آلی
- مولکول ها قطبی
- در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند



رفتار مولکول ها و توزیع الکترون ها

توزیع جفت الکترون ها در هر مولکول نقش مهمی در تعیین رفتار آن به ویژه در میدان الکتریکی دارد.

توزیع الکترون ربطی به مولکول ندارد، ممکن است توزیع الکترون داشته باشیم ولی مولکول در میدان جهت گیری کند. مثل  $CO_2$

✓ مولکول های قطبی

- برآیند بردارها مخالف صفر است.
- در میدان الکتریکی جهت گیری دارد.
- گشتاور دو قطبی بزرگ تر از صفر است.
- مولکول های دو اتمی مختلف (ناجور هسته)
- مولکول چند اتمی با داشتن جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی
- مولکول های چند اتمی با شرط داشتن جفت اتم های اطراف متفاوت
- ظرفیت اتم اطراف  $\times$  تعداد اتم اطراف  $\neq$  شماره گروه اتم مرکزی

✓ مولکول های ناقطبی

- برآیند بردارها صفر است.
- در میدان الکتریکی جهت گیری ندارد.
- گشتاور دو قطبی صفر است.
- مولکول های دو اتمی یکسان (جور هسته)
- مولکول های چند اتمی یکسان به جز  $O_3$
- تمام هیدروکربن ها
- ظرفیت اتم اطراف  $\times$  تعداد اتم اطراف = شماره گروه اتم مرکزی

نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی برای مولکول

✓ مولکول های دو اتمی جور هسته

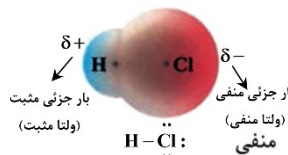


- احتمال حضور الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر
- احتمال حضور الکترون پیوندی متقارن
- مولکول ناقطبی
- گشتاور دو قطبی صفر

رنگ آبی تراکم بیشتر بار الکتریکی مثبت

✓ مولکول های دو اتمی ناجور هسته

- احتمال حضور جفت الکترون پیوندی پیرامون اتم با خاصیت نافلزی بیشتر
- احتمال حضور الکترون پیوندی نامتقارن - مولکول قطبی
- گشتاور دو قطبی بزرگتر از صفر

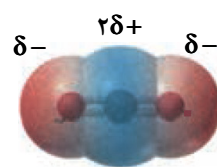


رنگ سرخ تراکم بیشتر بار الکتریکی منفی

✓ مولکول های سه اتمی خطی

فرم کلی:  $B = A = B$

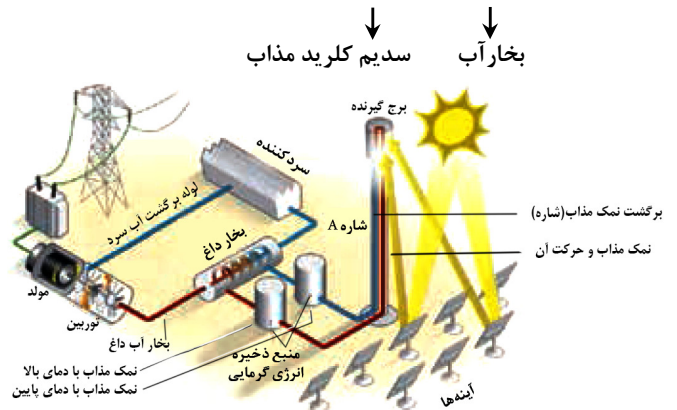
- توزیع بار الکتریکی به طور متقارن پیرامون اتم مرکزی
- گشتاور دو قطبی آن صفر
- مولکول غیر قطبی



شماره (سیال)

- ✓ ماده‌ای که می‌تواند جاری شود.
- ✓ به مایع‌ها و گازها سیال یا شاره گفته می‌شود.
- ✓ سیال‌ها در برابر تغییر شکل مقاومت نمی‌کنند.
- ✓ سیال‌ها شکل مشخصی ندارند.
- ✓ شکل ظرفی که درون آن قرار می‌گیرند را به خود می‌گیرند.

نقش شاره‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها برای تولید برق:



نکات:

- ۱- آینه ← جمع آوری انرژی گرمایی دریافت نور خورشید و انعکاس به گیرنده در بالاترین نقطه برج
- ۲- دریافت انرژی خورشیدی توسط شاره (سدیم کلرید مذاب) و افزایش دمای آن سدیم کلرید مذاب و بسیار داغ به منبع انرژی گرمایی و انتقال انرژی به آب
- ۳- تبدیل آب به بخار - بازگشت سدیم کلرید مذاب سرد شده به مخزن برای تکرار چرخه
- ۴- به حرکت درآوردن توربین توسط بخار آب داغ تولید شده
- ۵- انتقال بخار آب داغ به سرد کننده و تکرار چرخه
- ← شاره یونی ← سدیم کلرید مذاب ← منبع ذخیره انرژی گرمایی
- ← شاره مولکولی ← بخار آب ← به حرکت درآوردن توربین مولد الکتریکی

مقایسه نقطه ذوب و جوش شاره‌ها

- هر چه اختلاف نقطه‌ی جوش و نقطه‌ی ذوب یک ماده بیشتر باشد آن ماده در گستره‌ی دمایی بیشتری به حالت مایع باقی می‌ماند و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده آن ماده در حالت مایع قوی‌تر است.
- $\text{NaCl} > \text{HF} > \text{N}_2$ : گستره دمایی حالت مایع
- ✓ سیال مناسب برای ذخیره انرژی خورشیدی
  - ✓ گستره دمایی حالت مایع ترکیبات یونی بیشتر از ترکیبات مولکولی
  - ✓ گستره دمایی کمتر ← سریعتر به گاز تبدیل می‌شود.
  - ✓ تفاوت نقطه ذوب و جوش در جامدات:

جامد مولکولی □ جامد فلزی □ جامد کووالانسی □ جامد یونی

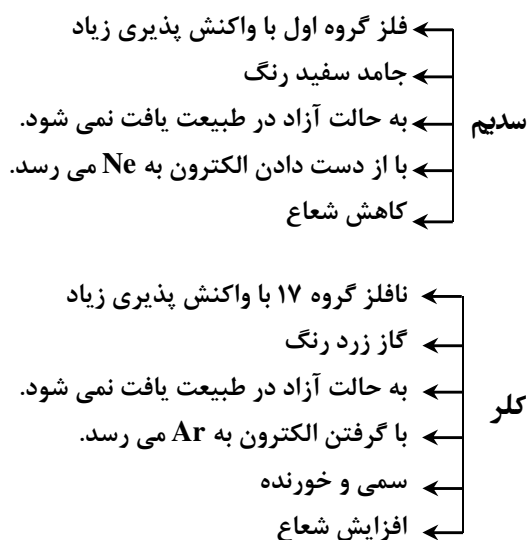
خواص ترکیب‌های یونی

- ✓ یون‌ها در ترکیب یونی به صورت الگوی تکراری با آرایش منظم.
- ✓ در حال جامد نارسانا ولی در حالت مذاب و محلول رسانی هستند.
- ✓ شرط رسانایی حرکت آزادانه یون هاست.
- ✓ ساختار آن‌ها مولکول ندارد.
- ✓ ممکن است دوتایی یا چندتایی (مثل آمونیوم سولفات) باشند.
- ✓ تمام ترکیب‌های یونی به علت وجود نیروی جاذبه‌ی قوی بین یون‌های آنها نقطه ذوب و جوش بیشتر بسیار بالا دارند.
- ✓ اغلب سخت و شکننده هستند.
- ✓ به علت وجود پیوند بین یون‌ها انرژی زیادی برای شکستن پیوند مابین آنها لازم است شبکه بلور یون از لایه‌های بسیاری تشکیل شده که بر اثر فشار و یا ضربه یون‌های هم‌نام در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و موجب به هم ریختن شبکه بلور می‌شوند.
- ✓ ترکیب یونی ترکیب خنثی است، به طوری که مقدار کل بارهای مثبت و منفی در آن برابر است.

چینش یون‌ها در جامد یونی

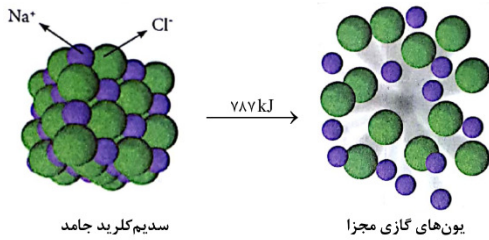
- ✓ آرایش یون‌ها در ترکیب یونی به صورت الگوی تکراری است.
- ✓ آرایش یون‌ها در یک ترکیب یونی بسته به اندازه نسبی کاتیون و آنیون از الگوی خاصی پیروی می‌کند و این و الگو در سراسر بلور تکرار می‌شود.
- ✓ شبکه بلور به آرایش سه بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها یا یون‌ها در یک بلور می‌گویند.
- ✓ عدد کوئوردیناسیون: به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلور گفته می‌شود.
- ✓ فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازنده‌ی آن را نشان می‌دهد.

بلور سدیم کلرید

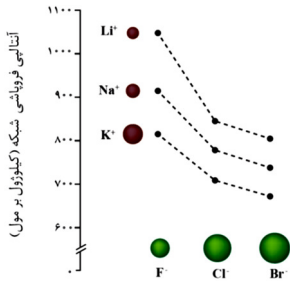


### آنتالپی فروپاشی شبکه بلور یونی

گرمای مصرف شده در فشار ثابت برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی سازنده

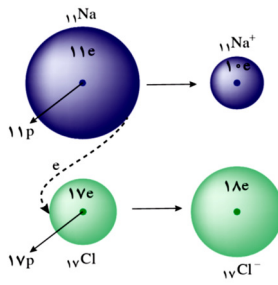


چگالی بار یون‌ها  $\uparrow$  ← آنتالپی فروپاشی شبکه  $\uparrow$   
 (۱) بار یون  $\uparrow$  ← آنتالپی فروپاشی شبکه  $\uparrow$   
 (۲) شعاع یون‌ها  $\uparrow$  ← آنتالپی فروپاشی شبکه  $\downarrow$



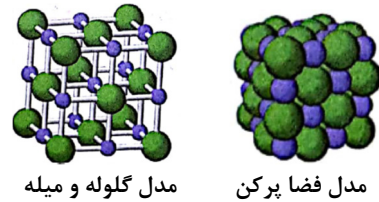
آنیون / کاتیون	F <sup>-</sup>	O <sup>2-</sup>
Na <sup>+</sup>	۹۲۶	۲۴۸۸
Mg <sup>2+</sup>	۲۹۶۵	۳۷۹۸

### نکات سدیم کلرید



- از واکنش شدید و گرماده سدیم مذاب با گاز کلر، سدیم کلرید حاصل می‌شود.  
 - وجود واحدهای مجزا به صورت مولکول قابل تشخیص نیست.  
 - نیرو در تمام جهات و در فاصله‌های متفاوتی وارد می‌شود.  
 - اثر نیروی جاذبه مابین یون‌های ناهمنام بیش از نیروی دافعه مابین یون‌های همنام است.

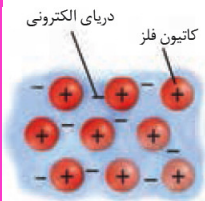
مقایسه شعاع:  $Cl^- > Na > Cl > Na^+$



- ✓ سدیم کلرید بیش از ۶٪ ذرات حل شده در پلاسمای خون بدن انسان را تشکیل می‌دهد.
- ✓ عدد کوئوردیناسیون یون سدیم در سدیم کلرید ۶ است.
- ✓ سدیم کلرید ترکیب یونی دوتایی است.
- ✓ بلور سدیم کلرید مکعبی شکل است.
- ✓ ملاک چندتایی بودن ترکیب یونی تعداد عنصر می‌باشد.

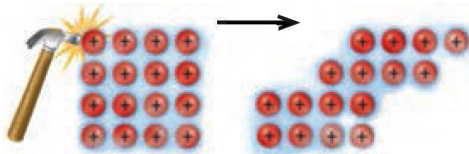
### شبکه بلور فلزها

مدل دریای الکترون  
 - ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بُعد  
 - الکترون‌های ظرفیت سازنده دریای الکترونی  
 - الکترون‌ها متعلق به یک اتم نیستند  
 - دریای الکترون بر دافعه‌ی بین کاتیون‌ها غلبه و چیدمان فلز حفظ.



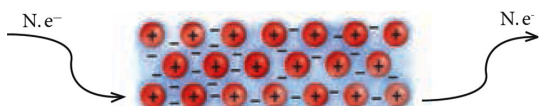
### چکش خواری فلزها

- با ضربه زدن به جامدهای فلزی کاتیون‌ها روی هم می‌لغزند  
 - الکترون‌های دریای الکترون هم جابجا شده و دوباره در میان کاتیون‌ها قرار می‌گیرد.  
 - در نتیجه چیدمان آنها در شبکه بلوری فلز حفظ می‌شود



### رسانایی الکتریکی فلزها

به علت حرکت آزادانه‌ی الکترون‌ها در دریای الکترون اگر در دو طرف یک فلز به کمک یک منبع خارجی اختلاف پتانسیل ایجاد کنیم با ورود الکتریسیته از یک سو و خروج آن از سمت دیگر نتیجه می‌شود که فلزها رسانایی الکتریکی دارند.  
 ✓ در حالت جامد و مذاب رسانا



### شعاع اتمی و یونی

- در یک گروه، شعاع اتمی و شعاع یونی از بالا به پایین  $\uparrow$   
 - در یک دوره شعاع اتمی از چپ به راست  $\downarrow$

- شعاع آنیون < شعاع اتم خنثی
- شعاع کاتیون > شعاع اتم خنثی
- ✓ هرچه بار آنیون  $\uparrow$  ← شعاع  $\uparrow$
- ✓ هرچه بار کاتیون  $\uparrow$  ← شعاع  $\downarrow$
- در یک دوره بیشترین شعاع یونی گروه ۱۵ است.

### چگالی بار یون

$$\text{چگالی بار یون} = \frac{\text{بار}}{\text{حجم}}$$

- (۱) در کاتیون‌ها و آنیون‌های یک گروه، با افزایش شعاع اتمی، چگالی بار یون کاهش می‌یابد.
- (۲) در کاتیون‌ها و آنیون‌های یک دوره، با کاهش شعاع اتمی، چگالی بار یون افزایش می‌یابد.
- (۳) هرچه چگالی بار بالاتر باشد، شعاع کمتر می‌شود و نیروی جاذبه میان یون‌ها قوی‌تر.

**رنگ نماد زیبایی**

طول موج گسترده مرئی: ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm

رنگدانه: سازندهی اصلی یک مادهی رنگی که به آن رنگ می‌بخشد

رنگ سفید ایجاد می‌کند → (تیتانیوم (IV) اکسید)  $TiO_2$   
 رنگ قرمز ایجاد می‌کند → (آهن (III) اکسید)  $Fe_2O_3$   
 رنگ سیاه ایجاد می‌کند → (دوده)  $C(s)$

دوده ← همهی طول موج‌های مرئی جذب شوند

$TiO_2$  ← همهی طول موج‌های مرئی بازتاب شوند

$Fe_2O_3$  ← بخشی از نور تابیده شده را جذب و بقیه را بازتاب می‌کنند

**رنگدانه‌های پوشش سطحی**

- نوعی کلوئید هستند.

- لایه‌ی نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند

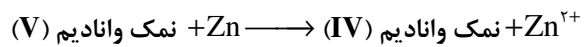
- باعث زیبایی سطح می‌شوند.

- مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.

**واکنش فلز روی با محلول نمکی از وانادیم**

فلز واسطه  
 دوره چهارم  
 گروه ۵ جدول  
 ۵ الکترون ظرفیتی

رنگ	عدد اکسایش	ترکیب
زرد	+۵	وانادیم (V)
آبی	+۴	وانادیم (IV)
سبز	+۳	وانادیم (III)
بنفش	+۲	وانادیم (II)



- در هر مرحله عدد اکسایش وانادیم یک واحد کم می‌شود.

- نقش اکسنده دارد.

- یون‌های پایدار:  $V^{2+}, V^{3+}$

**تیتانیوم، ویژگی و کاربرد**

فلز واسطه  
 دوره چهارم  
 گروه ۴ جدول  
 ۴ الکترون ظرفیتی  
 ماندگار و مستحکم و با چگالی کم  
 دمای ذوب بسیار بالا ← بیشتر از فولاد  
 مقاوم در برابر خوردگی و سایش

✓ چگالی و واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا

← در فولاد بیشتر از تیتانیوم

✓ ویژگی مشترک تیتانیوم و فولاد: مقاوم در برابر خوردگی و سایش

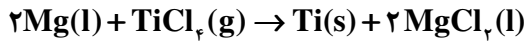
کاربردهای فلز Ti  
 ساخت موتور جت  
 ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما  
 ساخت بناهای هنرمندانه و ماندگار

برخی کاربردهای آلیاژ Ti  
 سازه فلزی در ارتودنسی  
 استنت برای رگ‌ها  
 قاب عینک

- نیتینول ← آلیاژی از تیتانیوم و نیکل

**تهیه تیتانیوم**

واکنش بین فلز منیزیم و تیتانیوم (IV) کلرید:



# نہیرو

(خلاصہ طلائی فصل ۴ دوازدہم)

مهندس محمد رضا ارمندیور

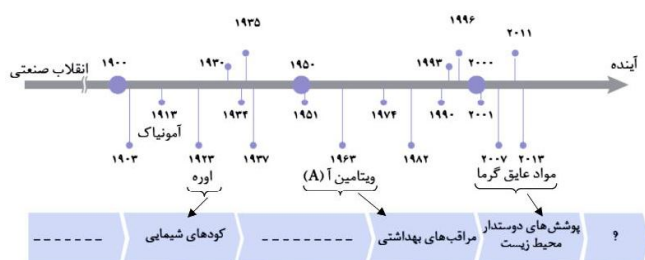




## دستاوردهای شیمی در جهان

- ۱) فناوری تصفیه آب، مانع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده.
- ۲) فناوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و صنعت بسته‌بندی (غذا، دارو و ...) را دگرگون ساخت.
- ۳) فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک، راه را برای جراحی‌های گوناگون هموار کرد.
- ۴) فناوری‌های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب، نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد.
- ۵) فناوری تولید بنزین به حمل و نقل سرعت بخشید و مبدل‌های کاتالیستی آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.
- ۶) گسترش فناوری صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیک، مدیون دانش شیمی است.

## فراوردها حاصل از فناوری‌های شیمیایی



## - استفاده نادرست از دانش و فناوری - آثار مخرب تر و زیانبار

مثال: تولید سلاح‌های شیمیایی

- کاهش آلودگی هوا
  - افزایش فراورده‌های کشاورزی
  - افزایش بهره‌وری منابع شیمیایی
- دستاوردهای شیمی

## به دنبال هوای پاک

## - اجزای هوا که خشک و پاک

دیگر گازها و  $N_2 > O_2 > Ar > CO_2 > Ne > He > Kr > Xe$ 

- در هوای خشک  $H_2O$  نداریم.

## - ذرات اضافی موجود در هوا که آلوده

 $SO_2, O_3, NO_2, O_3, CO, NO$  مواد آلی غیر فرار

## اثرات

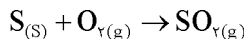
- بوی بد
- زشت شدن چهره‌ی شهر
- سرعت بخشیدن به فرسودگی و پوسیدگی ساختمان‌ها
- پوسیدگی خودروها
- ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی مثل برونشیت، آسم، سرطان ریه

## خروجی آگزوز خودروها

آلاینده‌های موجود در خروجی آگزوز خودروها

 $C(s), CO, SO_2, NO, C_xH_y$  $SO_2$  (گوگرد دی‌اکسید - گاز قطبی)

زغال سنگ، نفت خام، گازوییل و بنزین با کیفیت پایین مقادیر متفاوتی گوگرد دارند که با سوزاندن این مواد در نیروگاه‌ها و خودروها گوگرد موجود می‌سوزد و به  $SO_2$  تبدیل می‌شود.

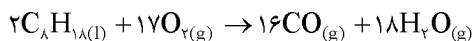


## CO (کربن مونوکسید - گاز قطبی)

اغلب سوخت‌های مورد استفاده در صنایع و به ویژه خودروها، هیدروکربن‌ها هستند.

سوختن ناقص هیدروکربن‌های موجود در سوخت‌ها منجر به تولید CO و C می‌شود.

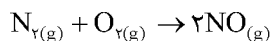
این گاز بی‌رنگ و سمی حاصل سوختن ناقص هیدروکربن‌های موجود در سوخت خودروهاست.



هر گاه مقادیر اکسیژن در سوختن هیدروکربن‌ها ناچیز باشد، دوده تولید می‌شود.

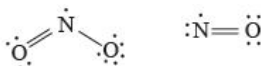
## NO (نیترژن مونوکسید - گاز قطبی)

این گاز طی یک واکنش ناخواسته در موتور خودرو (در موتور خودرو دما بیشتر از  $1100^\circ C$ ) تولید می‌شود. بدین صورت که گازهای  $O_2$  و  $N_2$  موجود در هوا در دمای بالای موتور خودرو با هم واکنش داده و گاز NO را تولید می‌کنند.

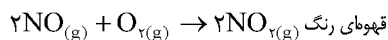


انرژی فعالساز این واکنش بسیار زیاد است. بنابراین این واکنش در دماهای پایین انجام نمی‌شود و یا سرعت آن بسیار کند است.

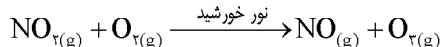
## اوزون تروپوسفریک (آلاینده هوا)



گاز NO به خاطر واکنش زیادی (الکترون جفت شده روی N) با اکسیژن واکنش داده و گاز  $NO_2$  تولید می‌شود.



قهوه‌ای رنگ  $NO_2$  در هوای آلوده و در حضور نور خورشید واکنش زیر رخ داده و مقداری گاز اوزون تروپوسفری تولید می‌شود.

 $C_xH_y$ 

هیدروکربن‌های نسوخته موجود در گازهای خروجی از آگزوز خودروهاست. در موتور خودروها در صد ناچیزی از بنزین به صورت نسوخته باقی می‌ماند و از آگزوز خودروها خارج می‌شود.



مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر (گرم)	فرمول شیمیایی آلاینده
۵/۹۹	CO
۱/۶۷	$C_xH_y$
۱/۰۴	NO

میزان CO خروجی از آگزوز بیش

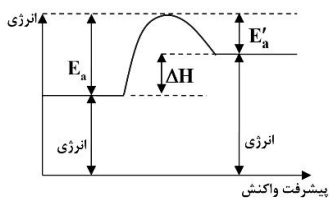
از ۲ برابر مجموع ۲ گاز دیگر است.

گاز  $NO_2$  جز آلاینده‌های خروجی

از آگزوز خودرو نیست.

## انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های گرماده و گرماگیر

## - گرماگیر



✓ پایداری: واکنش‌دهنده < فراورده

✓ سرعت کم → زیاد  $E_a$

✓ برای شروع نیاز به انرژی

فعال‌سازی دارد.

✓ سرعت واکنش با  $\Delta H$  آن رابطه‌ای ندارد.

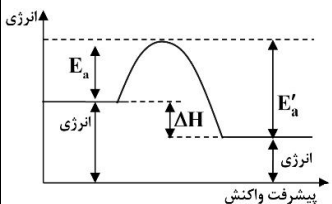
✓ انرژی: فراورده < واکنش‌دهنده

✓ سرعت در جهت برگشت بیشتر از رفت است.

✓ انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها < انرژی پیوند فراورده‌ها

$$\Delta H = E_a - E'_a > 0 \quad \text{و} \quad E_a > E'_a$$

## - گرماده



✓ پایداری: واکنش‌دهنده > فراورده

✓ سرعت زیاد → کم  $E_a$

✓ برای شروع نیاز به انرژی

فعال‌سازی دارد.

✓ سرعت واکنش با  $\Delta H$  آن رابطه‌ای ندارد.

✓ انرژی: فراورده > واکنش‌دهنده

✓ سرعت در جهت رفت بیشتر از برگشت است.

✓ انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها > انرژی پیوند فراورده‌ها

$$\Delta H = E_a - E'_a < 0 \quad \text{و} \quad E_a < E'_a$$

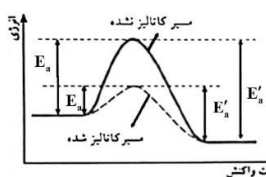
• در شرایط یکسان تغییر دما روی سرعت واکنشی تاثیر بیشتری دارد که

انرژی فعال‌سازی بزرگتری دارد.

• بین انرژی فعال‌سازی و سرعت رابطه غیر خطی وجود دارد.

## کاتالیزگر و سرعت واکنش

نقش: تغییر مسیر واکنش و بردی واکنش از مسیری که  $E_a$  کمتری دارد.



✓ مسیر انجام واکنش را تغییر می دهد.

✓ واکنش را از مسیر کم انرژی پیش می برد. (تنها عامل تغییر مسیر)

✓ کاتالیزورها سرعت واکنش رفت و برگشت را به یک نسبت افزایش می دهند.

✓ کاتالیزورها  $E_a$  و  $E'_a$  را به یک اندازه کاهش می دهند.

✓ کاتالیزورها باعث تغییر ساختار پیچیده فعال، کاهش انرژی و افزایش

پایداری آن می شوند.

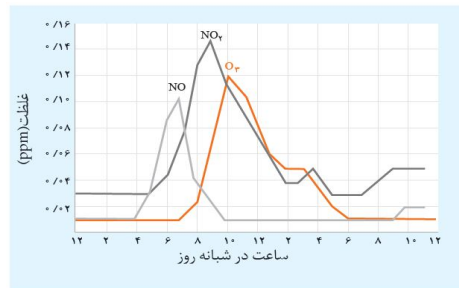
✓ کاتالیزورها باعث افزایش غلظت پیچیده فعال می شوند.

✓ کاتالیزورها تأثیری بر مواد واکنش‌دهنده، فرآورده،  $\Delta H$  ندارند.

✓ زمان انجام تولید فراورده را کوتاه می کند.

✓ کاتالیزورها می توانند مرتبه مواد واکنش‌دهنده را تغییر دهند.

✓ واکنش غیرممکن را ممکن نمی سازد.

نمودار غلظت آلاینده‌های  $NO$ ،  $NO_2$ ،  $O_3$ 

۱۲ شب تا حدود ۴ صبح ثابت

۴ صبح تا ساعت ۷ صبح افزایش

۷ صبح تا حدود ۱۰ کاهش

حدود ساعت ۱۰ به بعد ثابت.

Max → ۷

NO

۱۲ شب تا حدود ۵ صبح ثابت

حدود ۵ صبح تا ساعت ۹ صبح افزایش

از ساعت ۹ صبح تا حدود ساعت ۲ کاهش

از ساعت ۲ به بعد کاهش، افزایش (با شیب ثابت).

Max → ۹

$NO_2$

از ۱۲ شب تا حدود ساعت ۷ صبح ثابت

از ۷ صبح تا ۱۰ افزایش

از ۱۰ تا ۱۶ بعد از ظهر کاهش

از ۱۶ بعد از ظهر به بعد ثابت.

Max → ۱۰

$O_3$

هر سه نمودار ابتدا صعودی و سپس نزولی اند.

## غلظت آلاینده

۱۲ شب تا حدود ۵ صبح مقدار ثابت  $O_3 < NO < NO_2$

✓ در حضور نور خورشید ( $2NO + O_3 \rightarrow 2NO_2$ )

غلظت گاز  $NO_2$  کاهش

غلظت  $O_3$  افزایش می‌یابد

غلظت  $O_3$  در ساعت ۱۰ صبح به بیشترین مقدار می‌رسد.

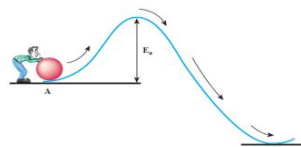
✓ در طول یک شبانه‌روز  $NO < O_3 < NO_2$

## انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی

✓ به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی

✓ آن را با  $E_a$  نمایش می‌دهیم

✓ یکای آن کیلوژول می‌باشد.



- واکنش‌های شیمیایی با سرعت‌های گوناگون انجام می‌شود.

- واکنش زنگ زدن آهن کند و واکنش سوختن آن تند است.

- افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌های می‌شود. (چه گرماده و چه

گرماگیر)

- گاز نیتروژن با گاز اکسیژن در دمای اتاق واکنش نمی‌دهد اما درون موتور

مقدار آلاینده‌ها  $C_xH_y$ ،  $NO$  و  $CO$  را در حضور و غیاب

مبدل کاتالیستی:

NO	$C_xH_y$	CO	فرمول شیمیایی آلاینده	مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر
۱/۰۴	۱/۶۷	۵/۹۹	در غیاب قطعه A	
۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۶۱	در حضور قطعه A	

مقدار آلاینده در غیاب مبدل:  $CO > C_xH_y > NO$

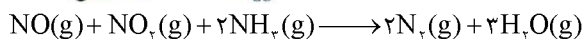
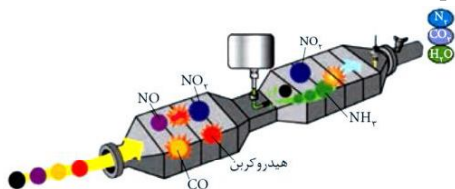
مقدار آلاینده در حضور مبدل:  $CO > C_xH_y > NO$

درصد کاهش آلاینده:  $NO > C_xH_y > CO$

• اثر مبدل روی  $NO$  از بقیه بیشتر است.

### مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی

مبدل با ورود گاز آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای  $NO$  و  $NO_2$  به گاز  $N_2$  تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای  $NO$  و  $NO_2$  به هواکره جلوگیری می‌شود.



### آمونیاک و بهره‌وری در کشاورزی

✓ غذا به عنوان محور رشد و سلامتی، یکی از ضرورت‌های زندگی برای ادامه آن به شمار می‌رود.

✓ محدودیت منابع و روند رو به افزایش جمعیت سبب شده تا تأمین غذا به یکی دیگر از چالش‌های زندگی تبدیل شود.

✓ بهترین راه برای حل این مسأله، افزایش بهره‌وری در تولید فرآورده‌های کشاورزی است. در این راستا شناسایی تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

✓ گیاهان با جوی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده‌اند اما نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند.

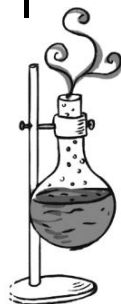
✓ گیاهان نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک ( $NH_3$ ) و اوره ( $CO(NH_2)_2$ ) که به خاک افزوده شده است را جذب می‌کنند.

(اوره و آمونیاک با آب پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند).

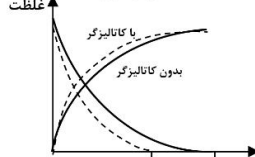
✓ در برخی کشورها برای افزایش بازده فرآورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

✓ گیاهان برای رشد افزون کربن‌دی‌اکسید و آب به عنصرهایی مانند  $S$ ،  $N$ ،  $P$ ،  $K$  و ... نیاز دارند.

✓ در دمای اتاق، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن بدون حضور کاتالیزگر یا جرعه پیش نمی‌رود و از سوی دیگر این واکنش، برگشت‌پذیر است و می‌تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد. تعادلی که در دمای معین، مخلوطی از گازهای واکنش دهنده و فرآورده‌ها با غلظت ثابت است.



$A \rightarrow B$



بررسی نمودار غلظت- زمان:

سرعت زیاد- شیب زیاد- زمان کم

استفاده از کاتالیزگر

### واکنش گاز هیدروژن با گاز اکسیژن:

مخلوط گازهای  $H_2$  و  $O_2$  به شدت انفجاری و خطرناک است اما می‌توان این مخلوط را در دمای ۲۵ درجه یا دمای اتاق برای مدتی طولانی نگه داشت بدون اینکه واکنشی انجام شود. علت این است که انرژی فعالسازی واکنش موردنظر بسیار بالاست و واکنش انجام نمی‌شود.

(۱) ایجاد جرعه

تأمین انرژی فعالسازی (۲) استفاده از پودر روی

(۳) استفاده از توری پلاتینی

- توری پلاتینی کاتالیزگر مناسب‌تری از  $Zn$  است.
- توری پلاتینی انرژی فعالسازی را بیشتر کم می‌کند.
- جرعه فقط انرژی فعالسازی را تأمین می‌کند و بر مقدار آن تأثیری ندارد.

### مبدل کاتالیستی

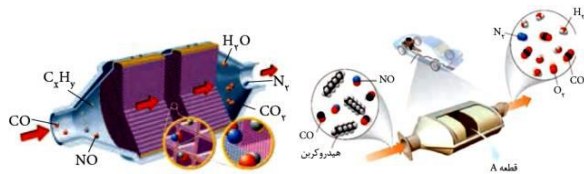
مبدل‌های کاتالیستی را به شکل توری می‌سازند زیرا سطح تماس افزایش می‌یابد و در نتیجه سرعت جذب آلاینده‌ها افزایش می‌یابد.

✓ جنس مبدل‌ها کاتالیستی

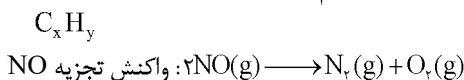
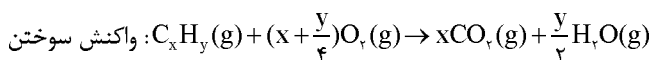
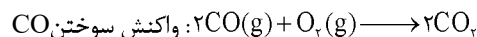
توری‌هایی از جنس سرامیک که با فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم (هر سه فلز واسطه) پوشانده شده است.

✓ تولید مبدل به شکل مش‌هاک (دانه‌هاک) ریز

تجربه نشان می‌دهد که این مبدل‌ها کارایی بالاتری دارند زیرا سطح تماس مش از توری بیشتر است و در نتیجه با افزایش سطح تماس سرعت واکنش و سرعت جذب آلاینده‌ها افزایش می‌یابد.



مبدل کاتالیستی به هنگام ورود آلاینده‌ها به آن و پیش از خروج از آگزوز واکنش‌های زیر را سبب می‌شوند:

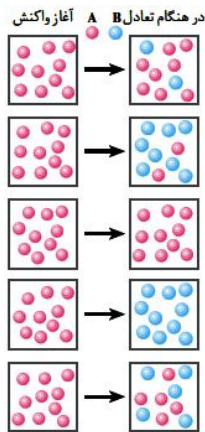


به این صورت با تبدیل به مواد کم‌خطر تر، آلاینده‌گی آن‌ها تا حدود زیادی کاهش می‌یابد.

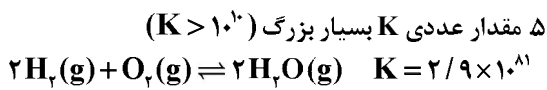
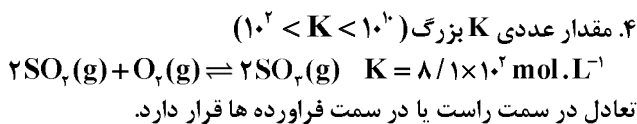
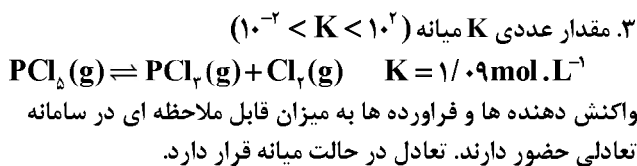
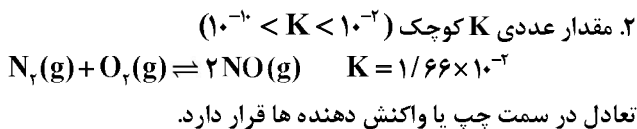
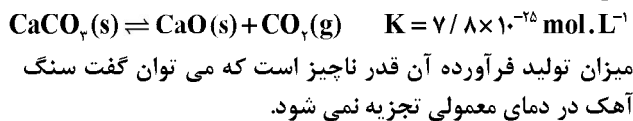
- هر سه واکنش گرماده‌اند.
- هر سه واکنش انجام شده در مبدل کاتالیستی از نوع اکسایش- کاهش

## تفسیر ثابت تعادل

- ✓ بزرگ بودن مقدار  $K$  بیانگر این مطلب است که واکنش از نظر ترمودینامیکی مساعد است.
- ✓ کنترل واکنش به طور سینتیکی بیانگر این مطلب است که تامین نشدن شرایط مانع انجام واکنش است.
- ✓ چنان چه مقدار عددی  $K$  بسیار بزرگ باشد می توان با بهره گیری از اصول استوکیومتری، محاسبه های کمی را برای واکنش انجام داد.



۱. مقدار عددی  $K$  بسیار کوچک ( $K < 10^{-1}$ ) واکنش تقریباً انجام نمی شود.



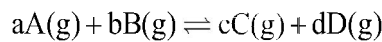
واکنش دهنده ها تقریباً به طور کامل به فرآورده تبدیل می شوند.  
مقدار بسیار ناچیزی از واکنش دهنده ها باقی می ماند.  
واکنش تا مرز کامل شدن پیش می رود.



## رابطه ثابت تعادل

- ثابت تعادل بیانگر نسبت حاصل ضرب غلظت فرآوردهها به غلظت واکنش دهندهها است.  
هنگامی می توان از عبارت ثابت تعادل استفاده کرد که واکنش برگشت پذیر به تعادل برسد اما این که چه زمانی به تعادل می رسد بستگی به سرعت واکنش دارد.
۱. جامدات و مایعات خالص در رابطه  $K$  نوشته نمی شوند.
  ۲. در رابطه  $K$  ضریب به صورت توان ظاهر می شود.
  ۳. ثابت تعادل نشان دهنده میزان پیشرفت واکنش است.

$$4. \quad \frac{\text{ثابت سرعت رفت}}{\text{ثابت سرعت برگشت}} = \text{ثابت تعادل}$$



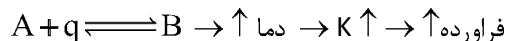
$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

۵. واحد ثابت تعادل: بدون در نظر گرفتن مواد جامد و مایع خالص

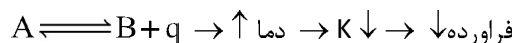
$M$  مجموع ضرایب واکنش دهندهها - مجموع ضرایب فرآوردهها

۶. دما تنها عامل موثر بر  $K$  می باشد.

## واکنش گرماگیر



## واکنش گرماده



۷. سرعت در واکنش های تعادلی فقط تعیین می کند که چه موقع تعادل برقرار شده است ولی بر میزان پیشرفت واکنش تأثیری ندارد و میزان پیشرفت به مقدار  $k$  بستگی دارد.

## نکات محاسبات ثابت تعادل

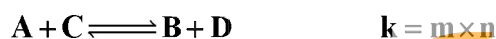
واکنشی را به صورت معکوس بنویسیم،  $k$  عکس می شه



طرفین معادله را در عدد ثابتی ضرب کنیم،  $k$  جدید برابر  $k$  قبلی به توان عدد ثابت است.



$k$  واکنش کلی برابر حاصل ضرب  $k$  واکنش های سازنده است.



- در تعادل‌هایی که مقدار  $K$  فقط تابع غلظت یک ماده است با تغییر غلظت مواد، آثار تغییرات غلظت، بطور کامل از بین می‌رود.
- با افزایش یا کاهش غلظت طوری بین همهی مواد پخش می‌شود که نسبت آنها ( $K$ ) همان نسبت قبلی باشد چون: افزایش یا کاهش غلظت تأثیری روی  $K$  ندارد.

### اثر تغییرات فشار بر جا به جایی تعادل

تغییرات فشار بر جا به جایی تعادلی موثر است که تعداد مول‌های گازی دو طرف آنها با یکدیگر برابر نباشد.

✓ اثر تغییر فشار: (لحظه اول اعمال تغییر)

افزایش فشار (کاهش حجم): افزایش غلظت کلیه گازها ← افزایش سرعت واکنش در هر دو جهت

کاهش فشار (افزایش حجم): کاهش غلظت کلیه گازها ← کاهش سرعت واکنش در هر دو جهت

✓ اثر تغییر فشار: (رسیدن به تعادل جدید)

افزایش فشار (کاهش حجم) ← جا به جایی تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی کمتر و موثر بر مقدار

کاهش فشار (افزایش حجم) ← جا به جایی تعادل به سمت

تعداد مول‌های گازی بیشتر و موثر بر مقدار

### اثر تغییر دما بر جا به جایی تعادل

هرگاه دما افزایش یابد تعادل در جهتی جا به جا می‌شود که گرما را جذب کند (در جهت مصرف  $q$  جا به جا می‌شود).

هرگاه دما کاهش یابد تعادل در جهتی جا به جا می‌شود که گرما را آزاد کند (در جهت تولید  $q$  جا به جا می‌شود).

خلاصه مطلب ← اول جای  $q$  را در معادله تعیین کن:

دما ↑ ← برو به سمت مقابل  $q$

دما ↓ ← برو به سمت  $q$

- در سامانه تعادلی گازی  $q$  را سمت تعداد مول‌های گازی کمتر قرار می‌دهیم.

- در واکنش‌های گرماگیر دما با  $K$  رابطه مستقیم دارد و در واکنش‌های گرماده دما با  $K$  رابطه عکس دارد.

### اثر کاتالیزگر بر جا به جایی تعادل

✓ کاتالیزورها از طریق کاهش انرژی فعال‌سازی موجب افزایش سرعت واکنش‌ها می‌شوند.

✓ کاتالیزورها زمان فرا رسیدن تعادل را کوتاه می‌کنند.

✓ کاتالیزورها بر ثابت تعادل تأثیری ندارند زیرا ثابت سرعت واکنش

✓ رفت و برگشت را به یک نسبت تغییر می‌دهند.

✓ در مجاورت کاتالیزورها تعادل سریع‌تر برقرار می‌شود.



### مسائل ثابت تعادل

۱. تیب اول ← (اطلاعات تعادلی مواد را داشته باشیم):

ابتدا غلظت مولی را در لحظه تعادل محاسبه می‌کنیم و در رابطه  $k$  قرار می‌دهیم.

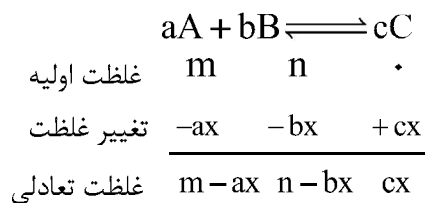
۲. تیب دوم ← (اطلاعات اولیه مواد را داشته باشیم):

(۱) غلظت اولیه فرآورده در ابتدا صفر است.

(۲) تغییر غلظت واکنش دهنده‌ها منفی و برای فرآورده‌ها مثبت است.

(۳) غلظت تعادلی فرآورده‌ها با تغییر غلظت فرآورده برابر است.

تغییر غلظت + غلظت اولیه = غلظت تعادلی



### عوامل موثر بر تعادل

اصل لوشاتلیه: چنانچه عاملی موجب برهم زدن حالت تعادلی یک سامانه شود سامانه در جهتی جابه‌جا می‌شود که با عامل مزاحم مقابله و تا حد امکان اثر عامل مزاحم را از بین ببرد تا یک تعادل جدید برقرار شود.

### اثر غلظت بر جابه‌جایی تعادل

با افزایش غلظت یک ماده، واکنش در جهت مصرف آن ماده و با کاهش غلظت واکنش در جهت تولید آن پیش می‌رود.

افزایش غلظت مقابل ماده و کاهش غلظت سمت ماده

چنانچه غلظت را تغییر دهیم سرعت واکنش به طور مستقیم و به میزان متفاوتی تغییر می‌کند.

اثر اولیه در شیمی پا برجاست و کمتر از حد انتظار تغییر می‌کند.

تغییرات غلظت تأثیری بر مقدار تعادل ندارد.

### غلظت بر سرعت واکنش رفت و برگشت:

✓ چنانچه عاملی را تغییر دهیم، سرعت واکنش به طور مستقیم و به میزان متفاوتی تغییر می‌کند.

✓ در مقایسه سرعت واکنش رفت و برگشت پس از تغییر غلظت، تعادل در جهتی که جابه‌جا می‌شود سرعت بیشتری دارد.

✓ در بررسی نمودارها هر جا تغییر لحظه‌ای دیدیم اثر تغییر غلظت میباشد.

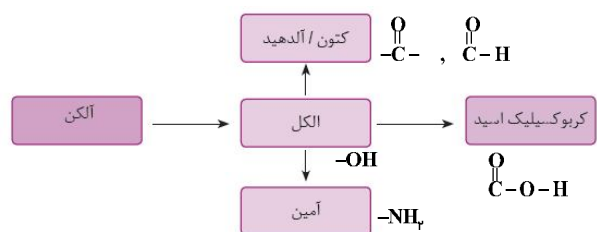
✓ وقتی می‌گوییم تغییر غلظت، تعادل را جابه‌جا می‌کند یعنی کاری می‌کند که سرعت واکنش‌های رفت و برگشت نابرابر شود.

## گروه های عاملی ترکیبات آلی

اغلب مواد آلی شامل گروه های عاملی گوناگون هستند. که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می کند.

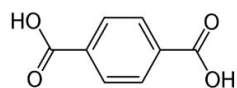
تولید ماده آلی جدید می تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی باشد. از این رو می توان مواد آلی جدید پرمصرف و ارزشمند تهیه کرد.

اتانول → آب + اتان	چسب	کتون / آلدهید	کربوکسیلیک اسید
اتیل استات → اتانویک اسید + اتانول			
اتان + H <sub>2</sub> → اتان	سوخت	آلکل	
اتان + HCl → کلرواتان	بی حس کننده موضعی	آمین	
اتان → کاتالیزگر	ساخت پلاستیک		



## پلی اتیلن ترفتالات (PET)

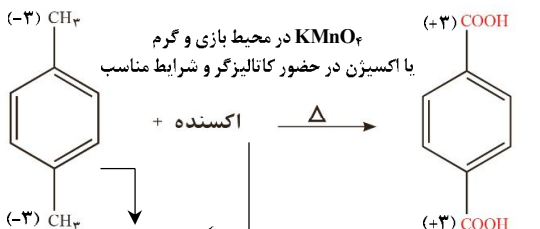
- ✓ پلیمر سازنده بطری آب
- ✓ از واکنش اسید دو عاملی (ترفتالیک اسید) و الکل دو عاملی (اتیلن گلیکول) تولید می شود.



## • ترفتالیک اسید

- اسید دو عاملی آروماتیک
- فرمول مولکولی C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>
- نمی توان به طور مستقیم از تقطیر نفت خام به دست آورد.
- تهیه ترفتالیک اسید:

## ← اکسایش پارازایلین



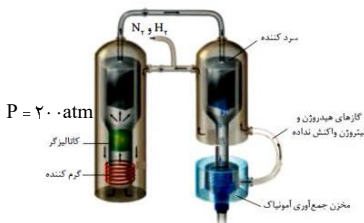
- ✓ پارازایلین
- ✓ فرمول C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>
- ✓ هیدروکربن آروماتیک
- ✓ ۱ و ۴ دی متیل بنزن
- ✓ به طور مستقیم از تقطیر نفت خام به دست می آید.
- ✓ اکسنده KMnO<sub>4</sub>
- ✓ MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>(+۷) → MnO<sub>2</sub>(+۴)
- ✓ مولکول اکسیژن (O<sub>2</sub>) در حضور کاتالیزگر

انرژی فعالسازی این واکنش زیاد است.

## فرایند هابر

تولید آمونیاک در مقیاس آزمایشگاهی توسط فریتس هابر. یکی از ویژگی های اصلی فرایند هابر خروج آمونیاک از طریق مایع کردن گاز آمونیاک است.

ایجاد امیدواری به پیروزی در جنگ جهانی اول با تولید صنعتی آمونیاک



N<sub>2</sub>: از تقطیر جز به جز هوای مایع به دست می آید.

- ✓ فشار ← ۲۰۰ atm
- ✓ دما ← ۴۵۰°C
- ✓ کاتالیزگر ← Fe(s)

- ✓ جداسازگ آمونیاک با توجه به نقطه جوش
- نقطه جوش:
  - NH<sub>3</sub> -۳۳°C
  - H<sub>2</sub> -۲۵۳°C
  - N<sub>2</sub> -۱۹۶°C

آمونیاک به دلیل داشتن نقطه جوش بالاتر، هنگام سرد کردن مخلوط زودتر مایع می شود.

## ✓ مزایای این روش:

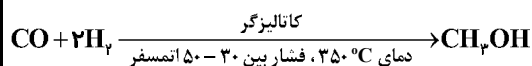
۱. تعادل به سمت کامل شدن پیش می رود.
  ۲. گازهای H<sub>2</sub> و N<sub>2</sub> واکنش نکرده بازگردانی می شوند.
- ✓ اثر دما و فشار و کاتالیزور بر آمونیاک تولید آمونیاک
- \* اثر فشار ← افزایش فشار:
  - جا به جایی تعادل به سمت تعداد مول گازی کمتر: تولید آمونیاک بیشتر
  - \* اثر دما ← فرایند هابر گرما ده ← q سمت فرآورده ها:
  - فرایند هابر ابتدا با افزایش دما و سپس با کاهش دما همراه است.
  - کاهش دما: جا به جایی تعادل به سمت تولید آمونیاک بیشتر.
  - کاهش دما منجر به کاهش سرعت واکنش های رفت و برگشت می شود.
  - در دمای پایین تعادل آنقدر آهسته برقرار می شود که تولید آمونیاک امکان پذیر نیست. فرایند را در دمای بالا انجام می دهند.

## \* اثر کاتالیزور:

۱. تعادل سریع تر برقرار می شود ۲. کاتالیزور کمک می کند:
- در دمای به نسبت کمتر آمونیاک سریع تر تشکیل می شود.
- آمونیاک به مقدار بیشتر و ارزان تر تولید می شود.



- واکنش تولید متانول در صنعت

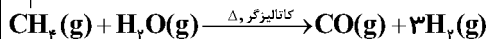


ایراد: واکنش دهنده ها در دسترس نیستند.

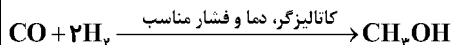
- روش غیر مستقیم تولید متانول

گاز ارزان و در دسترس

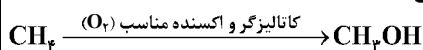
مرحله اول: تولید کربن مونواکسید و هیدروژن



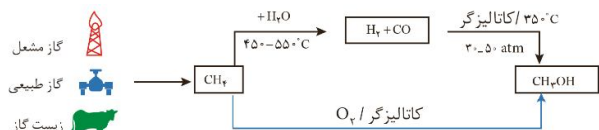
مرحله دوم: تولید متانول از کربن مونواکسید و هیدروژن



- روش مستقیم تولید متانول



- مقایسه روش مستقیم و غیر مستقیم تولید متانول



✓ روش غیر مستقیم متانول به دلیل دمای بالا اثرات مخرب بیشتری دارد و ردپای کربن دی اکسید را افزایش می دهد.

• اتیلن گلیکول

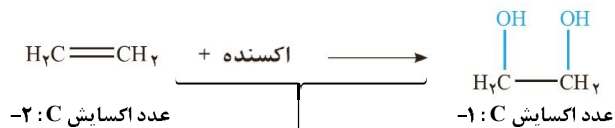
- الکل دو عاملی

- فرمول مولکولی  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$

- نمی توان به طور مستقیم از تقطیر نفت خام به دست آورد.

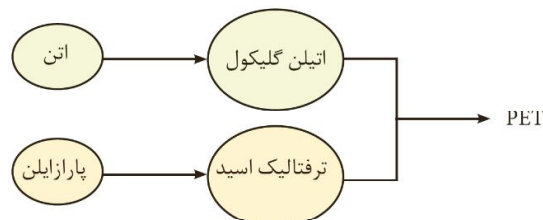
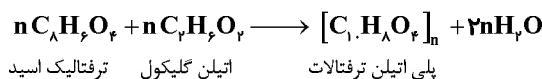
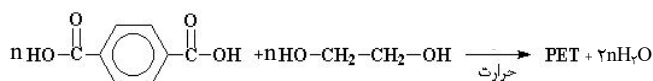
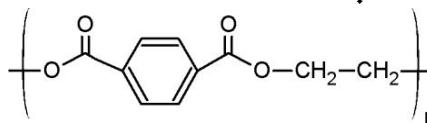
- تهیه اتیلن گلیکول:

← اکسایش اتن



محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب

واکنش تولید پلی اتیلن ترفتالات



✓ پلی اتیلن ترفتالات به کندی در طبیعت سنتز می شود و ماندگاری زیادی دارد.

بازیافت پلی اتیلن ترفتالات

• راه های بازیافت پلاستیک ها

✓ پس از شست و شو و تمیز کردن، ذوب کرده و استفاده دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر.

✓ خرد کردن و تبدیل به تکه های کوچک به نام پرک و استفاده در تولید مواد پلاستیکی دیگر.

✓ تبدیل این پسماندها به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند.

• بازیافت PET

واکنش با متانول در شرایط مناسب با می دهد و تبدیل به مواد مفید دیگر.

- متانول

✓ مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکل ها است

