



پیش نیاز اول ورود به مبحث پاک کننده‌ها: کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟

به طور کلی «شبه شبیه را حل می‌کند». یعنی مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.

مهمترین مواد قطبی (دو قطبی)

آب، آمونیاک، کلروفرم (CHCl_3)، استون (CH_3COCH_3)، گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)، ساکاروز ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)، ویتامین C ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)، گازهای قطبی محلول در آب مثل (NH_3, HCl)، الکل‌های سبک ۱ تا ۵ کربنه مثل متانول: (الکل چوب) و اتانول: (الکل میوه) اتیلن گلیکول (ضدیخ) ($\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$)، اسیدهای آلی ۱ تا ۵ کربنه مثل فرمیک اسید (H-COOH) و اوره ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$).



مهمترین مواد ناقطبی

همه‌ی هیدروکربن‌ها مثل بنزین یا اکتان (C_8H_{18})، اتیلن (عمل آورنده میوه)، استیلن (برشکاری و جوشکاری)، بنزن (C_6H_6)، نفتالن ($C_{10}H_8$)، گریس ($C_{18}H_{38}$)، وازلین ($C_{25}H_{52}$) لیکوپن ($C_{40}H_{56}$).

الکل‌ها و اسیدهای آلی دارای ۷ کربن و بیشتر مثل اسیدهای چرب. استرهای سنگین، چربی و روغن، مثل روغن زیتون ($C_{57}H_{104}O_6$)

ویتامین‌های محلول در چربی مثل ویتامین A ($C_{20}H_{30}O$) ویتامین دی ($C_{28}H_{44}O$)، ویتامین کا ($C_{31}H_{46}O_2$).

مخلوط‌های هیدروکربنی مثل نفت، گازوئیل و بنزین.

گازهای ناقطبی (مثل SO_3 , CO_2 , ..., Cl_2 , F_2 , N_2 , O_2 , H_2).



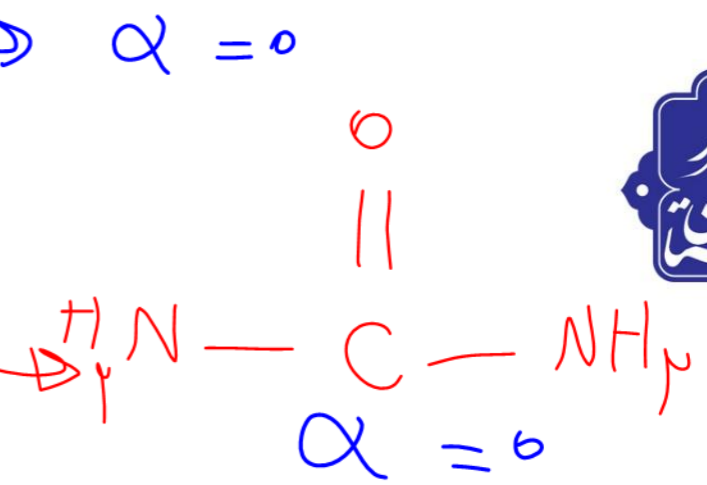
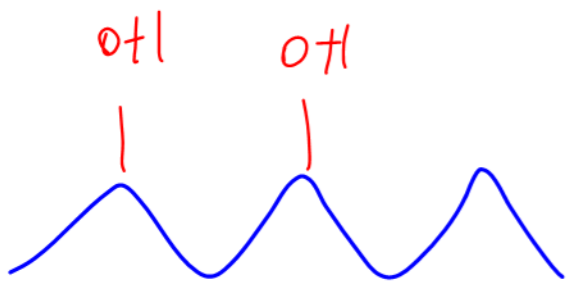
پویش علمی
ماندگارالبرز





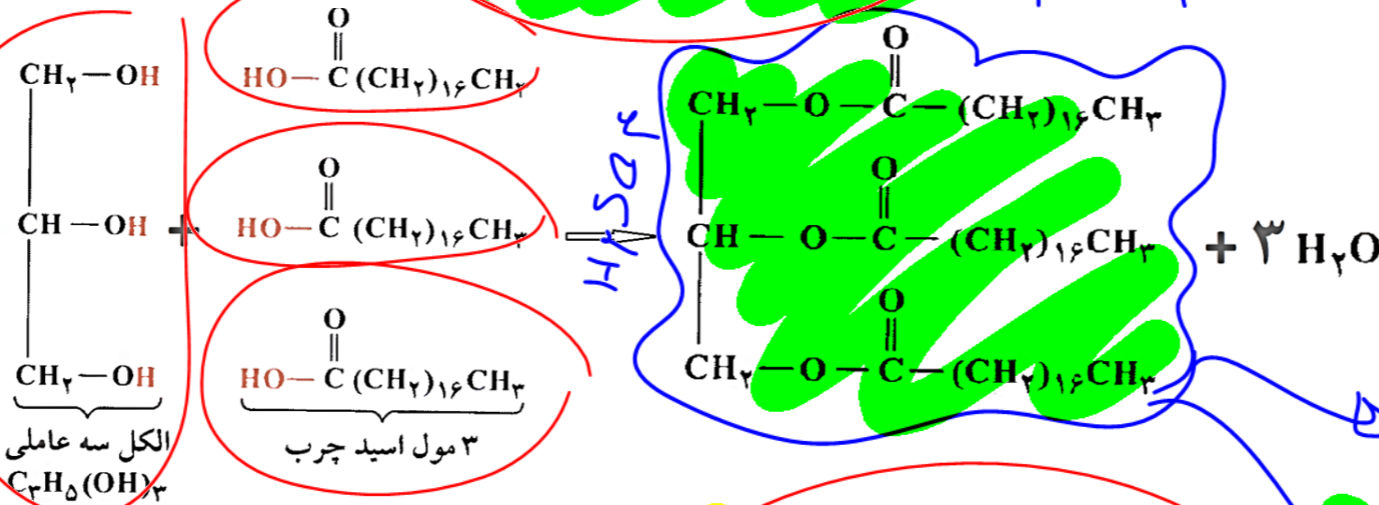
نام ماده	فرمول شیمیایی	محلول در		نوع برهمکنش حلال-حل شونده
		آب	هگزان	
نمک خوراکی	NaCl یونی	✓		یون
اتیلن گلیکول (ضد یخ)	CH ₂ OHCH ₂ OH قطبی ۲۶۱- اتان دی ال	✓		کهر
بنزین	C ₈ H ₁₈ غ =	✓		واندروالی
اوره	CO(NH ₂) ₂ ق =	✓		کهر
استیک اسید	CH ₃ COOH آه کربن	✓	✓	کهر
هپتانویک اسید	C ₆ H ₁₃ COOH غ =	✓		واندروالی
چربی شتر	C ₅₇ H ₁₁₀ O ₆	✓		،
ویتامین C	C ₆ H ₈ O ₆	✓		کهر
گلوکز	C ₆ H ₁₂ O ₆	✓		کهر

دو قطبی



استر بلند زنجیر سه عاملی

اگر در واکنش استری شدن، اسید چرب و الکل سه عاملی $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ به نسبت ۳ به ۱ وارد واکنش شوند، فرآورده یک استر بلند زنجیر سه عاملی است.



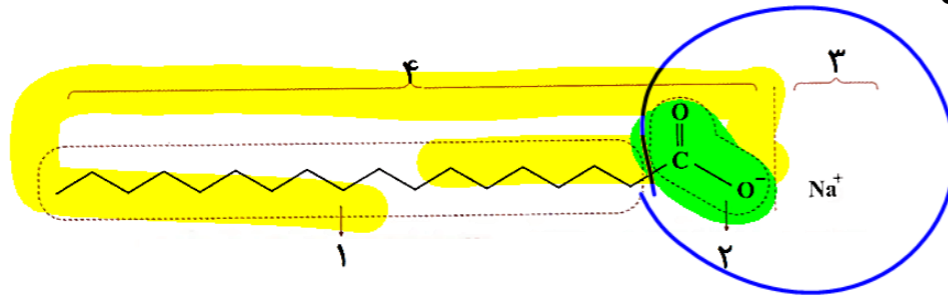
اجزاء سازنده صابون: در شکل زیر ساختار یک صابون جامد را می‌بینید. در این ساختار ۴ بخش مشخص شده که در زیر هر یک را بررسی می‌کنیم.

(۱) بخش ناقطبی (آبگریز یا چربی دوست) صابون که همان زنجیر بلند هیدروکربنی آن است.

(۲) بخش قطبی (آبدوست یا چربی گریز) صابون که همان بخش COO^- می‌باشد.

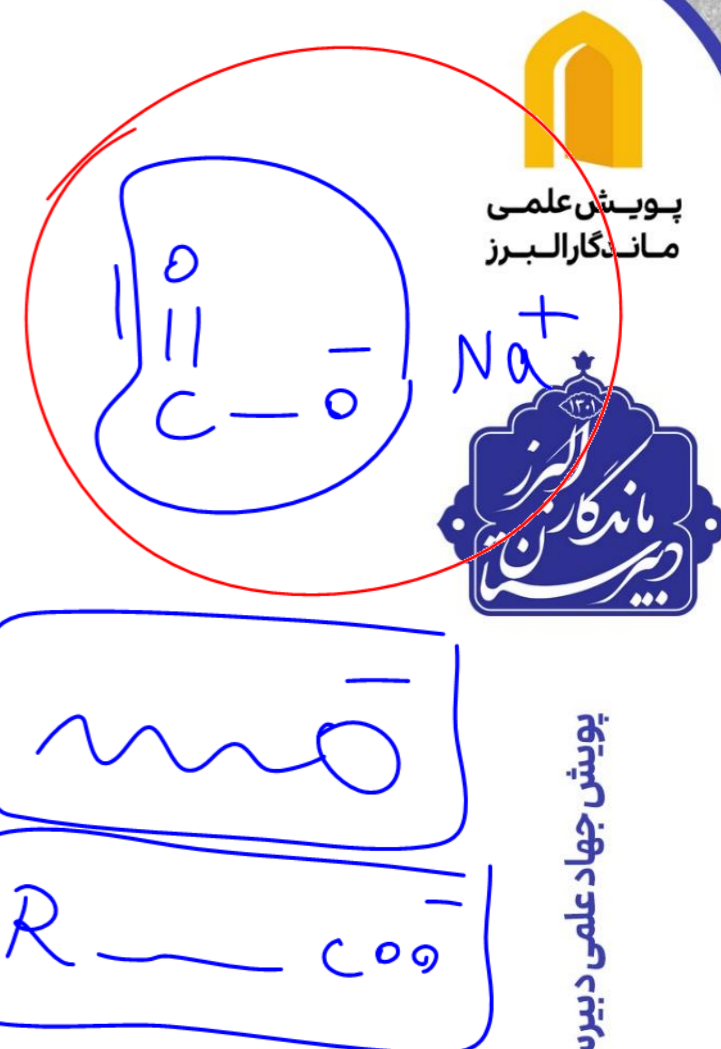
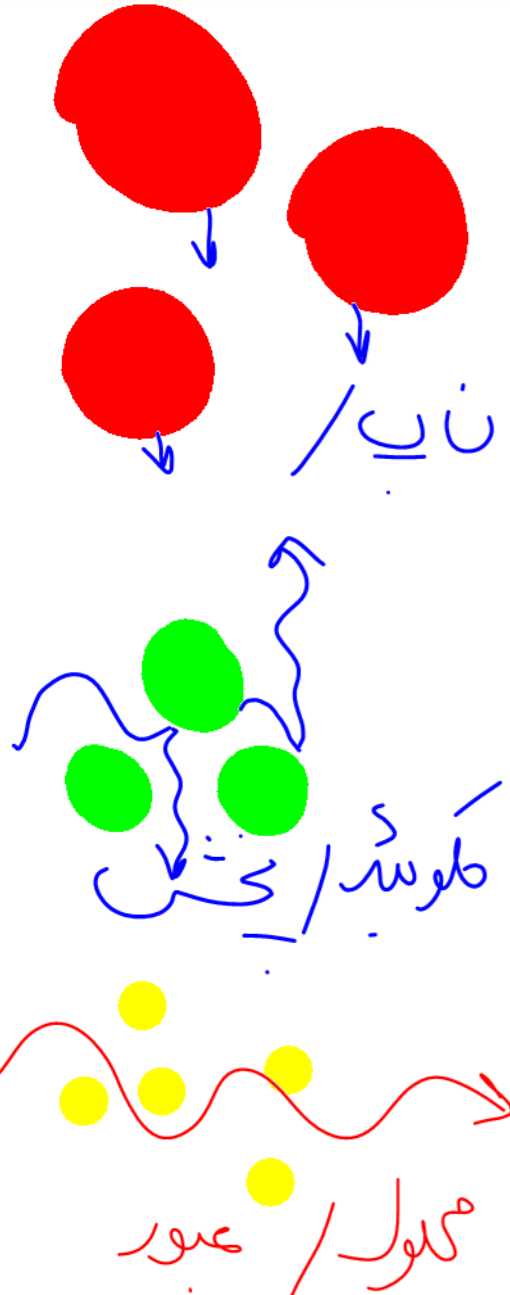
(۳) بخش کاتیونی صابون که همان Na^+ صابون جامد و K^+ یا NH_4^+ صابون مایع است.

(۴) بخش آنیونی صابون که کل بخش RCOO^- (کربوکسیلات) صابون است.



مقایسه مهم مخلوط‌ها

مخلوط	ویژگی	نوع	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کند	نور را پخش می‌کند	نور را پخش می‌کند	نور را پخش می‌کنند	نور را عبور می‌دهند
همگن بودن	ناهمگن	ناهمگن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار	ناپایدار	پایدار است / ته نشین نمی‌شود	پایدار است / ته نشین نمی‌شود	پایدار است / ته نشین نمی‌شود
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت	یون‌ها و مولکول‌ها		
نمونه‌های مهم	شربت معده، دوغ، شربت خاک شیر، شیر کاکائو	شیر، ژله، سس مایونز، مخلوط آب و روغن و صابون، چسب‌ها، رنگ (رنگ پوششی)	محلول مس (II)، سولفات در آب، شکر در آب		





صابون چگونه سبب پراکنده شدن چربی در آب می‌شود؟ هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک سر آب دوست خود در آن حل

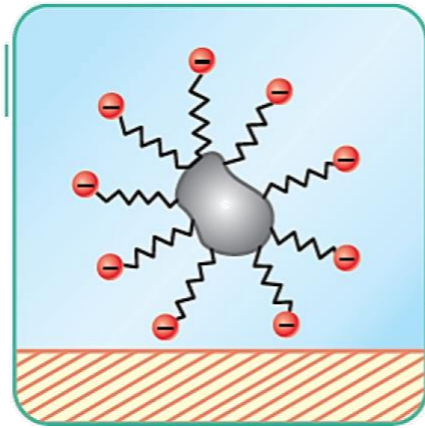
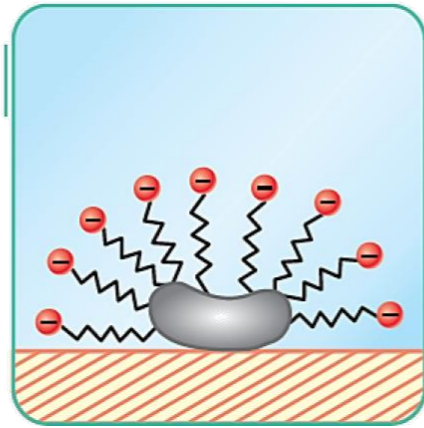
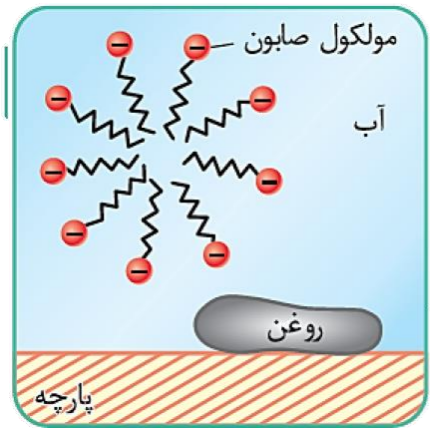
می‌شود. از سوی دیگر، ذره‌های صابون با بخش چربی دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند، **گویی مولکول‌های صابون مانند پلی‌بین**

مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، ذره

های چربی **کم کم** از سطح پارچه جدا و در آب پخش می

شوند. با ادامه این فرایند، همه لکه‌های چربی از روی

لباس پاک می‌شود.



مشکلات استفاده از صابون

(۱) **مشکل تهیه صابون:** با افزایش جمعیت جهان، مصرف صابون نیز افزایش یافت. بدیهی است که برای تولید صابون در مقیاس انبوه به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز بود و این خود چالشی بزرگ بود، از این رو **تأمین صابون مورد نیاز جهان به روش‌های سنتی تقریباً ناممکن شد.**

(۲) **مشکل قدرت پاک‌کنندگی صابون:** صابون در آب‌های سخت قدرت پاک‌کنندگی خود را از دست می‌دهد. صابون در همه شرایط به خوبی عمل نمی‌کند زیرا استفاده از آن در محیط‌های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور، پاسخگوی نیاز انسان نیست. نگرانی‌هایی از این دست، شیمی دان‌ها را برای شناسایی و تولید دیگر پاک‌کننده‌ها ترغیب کرد.



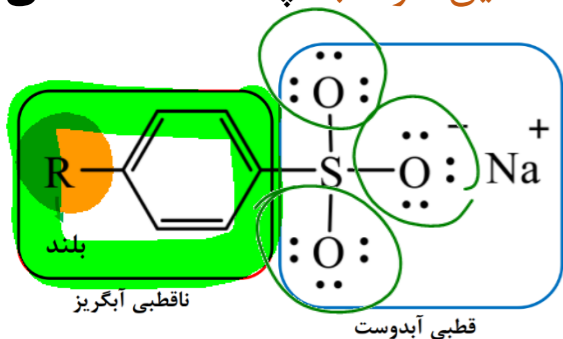
پویش علمی
ماندگارالبرز



پاک‌کننده‌های غیرصابونی

۱) کاهش عرضه صابون، افزایش تقاضا برای آن و نیاز به قدرت پاک‌کنندگی بیشتر منجر به تولید پاک‌کننده‌های غیرصابونی در مقیاس انبوه و با قیمت مناسب گردید.

۲) با توجه به رابطه بین ساختار و رفتار یک ماده، شیمی دان‌ها به دنبال تولید موادی بودند که ساختار آنها شبیه صابون باشد. آنها توانستند از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، مواد پاک‌کننده‌ای با فرمول همگانی $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ تولید کنند. این مواد به پاک‌کننده‌های غیرصابونی مشهورند.



نصرت یک پاک‌کننده‌های غیرصابونی با زنجیره‌های سیر شده الکتریکی نوین

$$C_{10}H_{21}SO_3^-Na^+ \quad C_6H_4SO_3^-Na^+$$

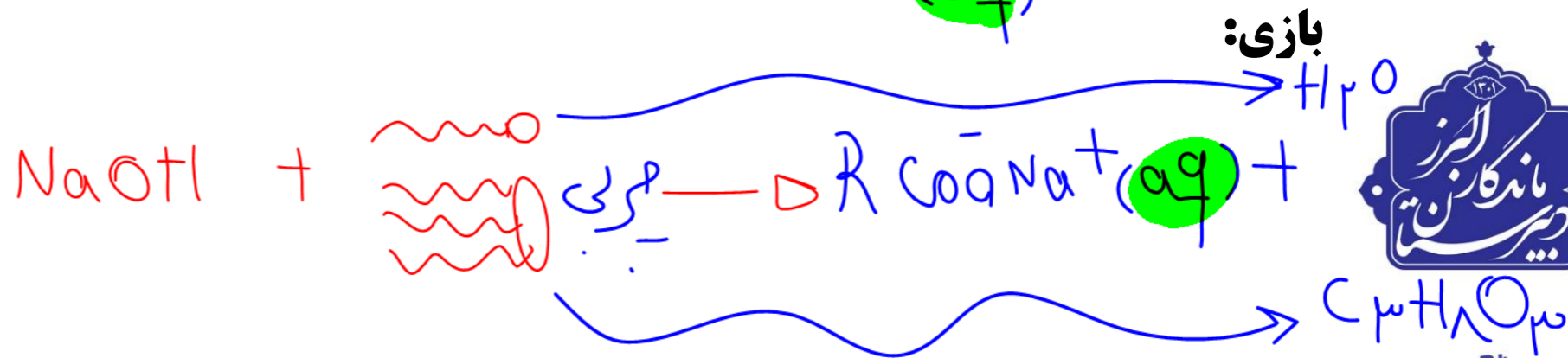
۶) $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ همانند $RCOONa$ یک پاک‌کننده است با این تفاوت که از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شود.

$$C_nH_{2n+1}$$

نق - نق = دانندالی

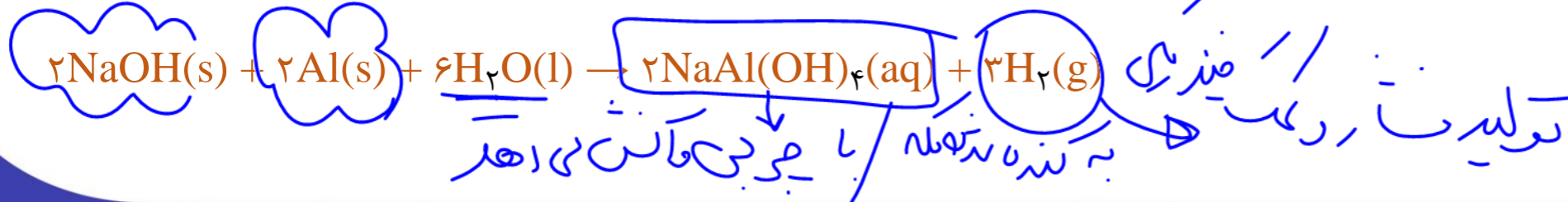


پاک کننده های خورنده
 مواد ککول → کلسیم هیدروکسید + پراکسید هیدروژن
 (OH)₂



نکته: نوعی پاک کننده که به شکل پودر جامد عرضه می شود شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه های صنعتی استفاده می شود.

فرآورده های دیگر + گاز هیدروژن → آب + مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید

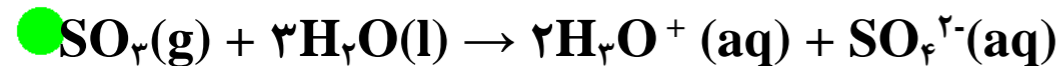
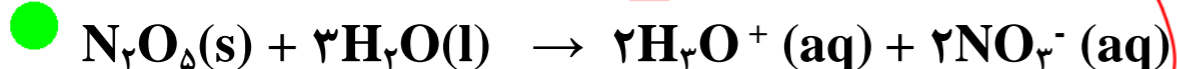


اسید آرنیوس

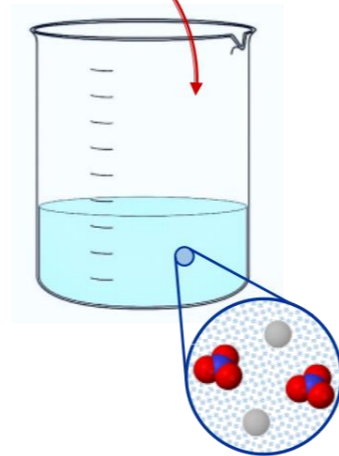


اسید آرنیوس:

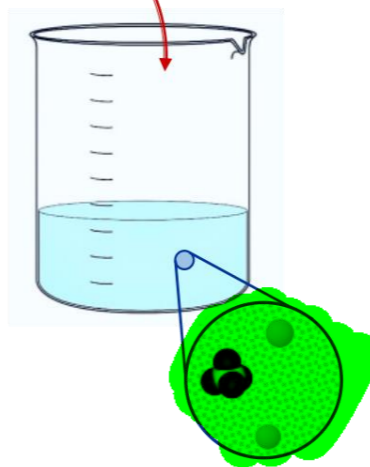
(۲) اکسید نافلزها: به اکسیدهای نافلزی CO_2 ، N_2O_5 ، SO_2 و SO_3 که در واکنش با آب تولید یون هیدرونیوم می‌کنند اکسید اسیدی می‌گویند.



$+N_2O_5(s)$



$SO_2(g)$



پویش علمی
ماندگارالبرز

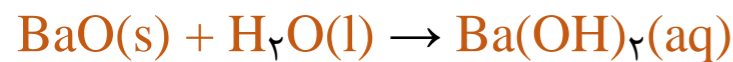
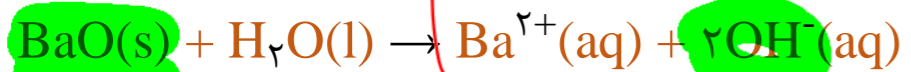




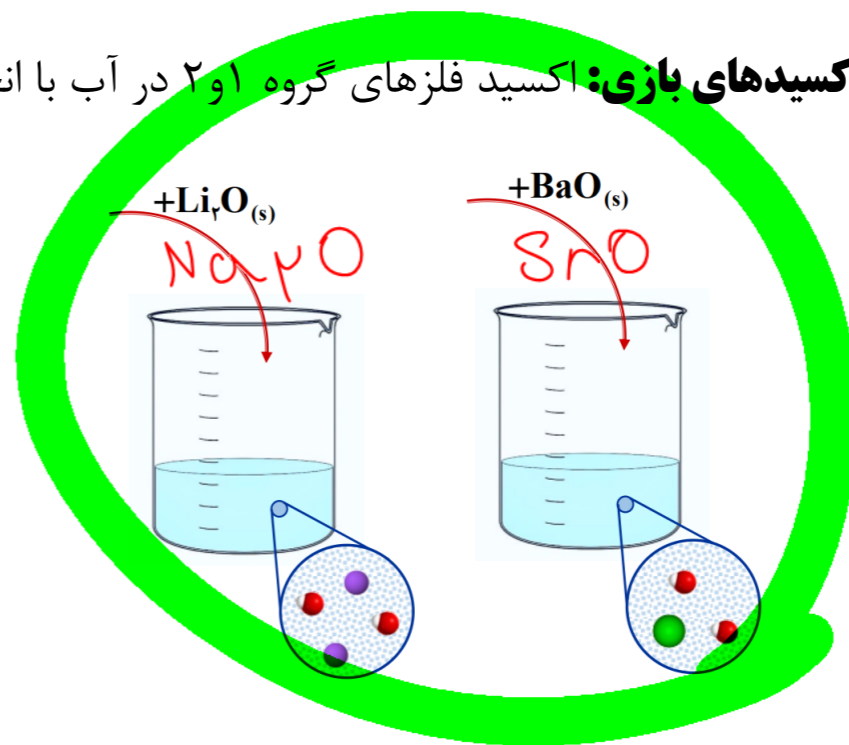
باز آرنیوس

تعریف باز آرنیوس: مواد و ترکیب‌هایی هستند که با حل شدن در آب غلظت یون هیدروکسید (OH^-) را افزایش می‌دهند. به طور کلی موادی که می‌توانند باز آرنیوس باشند ۵ دسته هستند، که در ادامه بررسی می‌کنیم.

(۳) **اکسیدهای بازی:** اکسید فلزهای گروه ۱ و ۲ در آب با انجام یک واکنش شیمیایی، تولید OH^- می‌کنند و باز آرنیوس به حساب می‌آیند.



Li
Na
K
Rb
Cs



مثال: چند مورد از عبارتهای داده شده جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«از انحلال هر مول در آب، دو مول یون ایجاد می‌شود. در نتیجه این ترکیب یک آرنیوس محسوب می‌شود.»



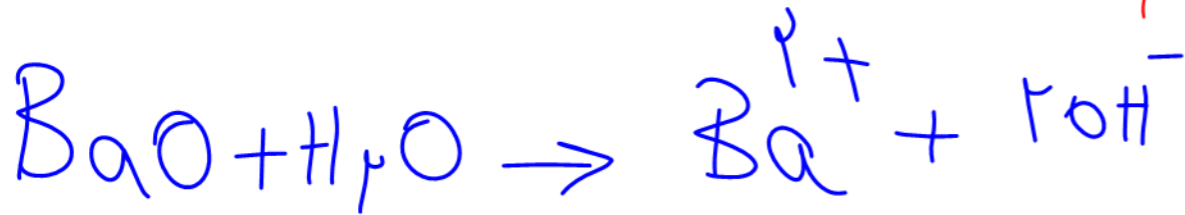
پویش علمی
ماندگارالبرز

(ب) لیتیم اکسید - هیدروکسید - باز

(آ) دی نیتروژن پنتا اکسید - هیدرونیوم - اسید

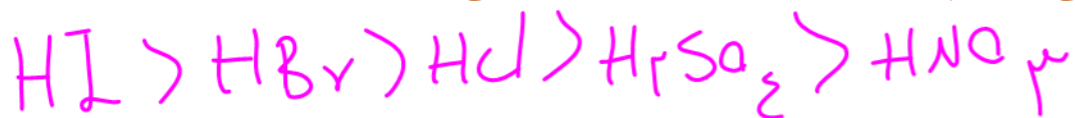
(ت) باریم اکسید - هیدروکسید - باز

(پ) هیدروژن کلرید - هیدرونیوم - اسید



درجه یونش

تعریف درجه یونش (α): شیمی دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام درجه یونش (α) استفاده می‌کنند که نشان دهنده این



است که چه نسبتی از مولکول‌های اولیه حل شده یک اسید یونش یافته است.



پویش علمی
ماندگارالبرز



HA(aq)	\rightleftharpoons	H ⁺ (aq) +	A ⁻ (aq)	
۱۰۰ صی		۰	۰	غلظت مولی یا مول آغازی
-X		+X	+X	تغییر غلظت مولی یا مول
۹۵		۵	۵	غلظت مولی یا مول تعادلی

$\alpha = \frac{5}{100} = 0.05$
 $\frac{1}{\alpha} = \frac{100}{5}$

$\alpha = \frac{H}{M}$
اولی

$\alpha = \frac{H}{H + HA}$
مانده با هماری با طبقه فعل

و جز دارد
M

درجه یونش = $\frac{\text{شمار مولکولهای یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکولهای حل شده}}$

$\frac{5}{100}$

۵ →

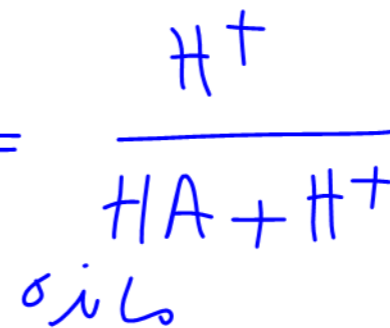
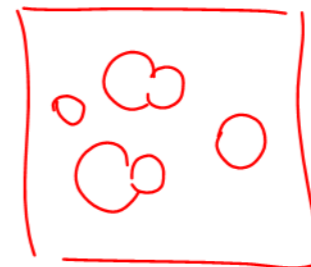
$$\alpha = \frac{[\text{H}^+] \text{ یا } [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{X}{M}$$

غلظت اولیه اسید [HA] ۱۰۰

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+] \text{ یا } [\text{A}^-]}{[\text{H}^+] + [\text{HA}]} = \frac{X}{(X) + (M-X)}$$

غلظت مولی اسید یونیده نشده + غلظت اسید یونیده شده یا [H⁺]

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{M}$$



پویش علمی
ماندگارالبرز



مثال ۱: اگر در محلول ۰/۱ مولار استیک اسید، (CH_3COOH) غلظت یون هیدرونیوم برابر با $1.35 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$ باشد: (نهایی)

آ) معادله یونش استیک اسید را بنویسید.



ب) درصد یونش آن را حساب کنید.

$$\% \alpha = \frac{[H^+]}{M} \times 100 = \frac{1.35 \times 10^{-3}}{0.1} \times 100 = 1.35\%$$

یون α (در غلظت‌های کم متن متغیر)

مثال ۳: اگر در محلول ۰/۵ مولار HF، به ازای ۳۲ مولکول یونیده شده، ۱۲۸ مولکول یونیده نشده وجود داشته باشد، درصد یونش HF

کدام است؟

$$\% \alpha = \frac{32}{128 + 32} \times 100 = 20\%$$

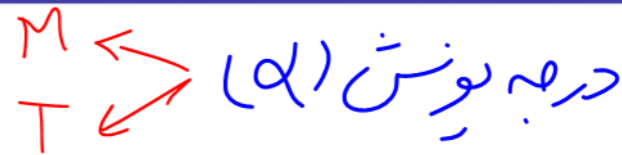
$$K = M \alpha^2 \rightarrow K = \frac{1}{4} \rightarrow \% \alpha = 10\%$$



پویش علمی
ماندگارالبرز



ثابت یونش اسید (Ka) ← فقط T



تعریف ثابت یونش اسید Ka: ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید

نشان می‌دهد. به دیگر سخن، **ثابت یونش بیانی از میزان پیشرفت فرایند یونش تا رسیدن به تعادل است**، به طوری که هر چه ثابت یونش اسیدی در دمای

معین بزرگ‌تر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است. در واقع در دمای معین **هر چه ثابت یونش اسیدی**

بزرگ‌تر باشد، آن اسید قوی‌تر است.



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

← تعادلی

$$\alpha = \frac{[H^+]}{M}$$

← اولیه

تابع p

به منهای لگاریتم X (-log X), pX می‌گویند.

$$pX = -\log X \Rightarrow X = 10^{-pX}$$

$$pH = -\log [H^+] \leftrightarrow [H^+] = 10^{-pH}$$



پویش علمی
ماندگارالبرز



از تابع p برای K_a و K_b نیز می‌توان استفاده کرد.

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_b = -\log K_b$$

روابط مهم حل مسائل اسید و باز

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = K_W = 10^{-14}$$

در دمای اتاق

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

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

$$pH + pOH = 14$$

مثال ۲: در هر یک از موارد زیر pH را محاسبه کنید.



پویش علمی
ماندگارالبرز



$$[H_3O^+] = 2 \times 10^{-4}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(2 \times 10^{-4}) = -\log 2 - \log 10^{-4} = -0.3 + 4 = 3.7$$

$$\log \frac{a}{b} \cdot c = \log a - \log b + \log c$$

$$[H^+] = \frac{1}{3} \times 10^{-3}$$

$$pH = -\log\left(\frac{1}{3} \times 10^{-3}\right) = -\log 10 + \log 3 - \log 10^{-3} = -1 + 0.5 + 3 = 2.5$$

$$[H^+] = \sqrt{5} \times 10^{-10.3}$$

$$pH = -\log\left(\sqrt{5} \times 10^{-10.3}\right) = -\frac{1}{2} \log 5 - \log 10^{-10.3} = -\frac{1}{2} \log 5 + 10.3 = 9.95$$

$$\log a \cdot c = b \cdot \log a + \log c$$

$$pH = 13.4$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-13.4} = 10^{-13} \times 10^{-0.4} = 4 \times 10^{-14}$$

$$pH = 13.8$$

$$[H^+] = 10^{-13.8} = 10^{-13} \times 10^{-0.8} = \frac{1}{6} \times 10^{-13}$$



مثال ۵: اگر در محلول هیدروکلریک اسید، مولاریته یون هیدرونیوم 4×10^{-8} برابر مولاریته یون هیدروکسید باشد، pH این محلول کدام است؟



$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H^+] \times \frac{[H^+]}{4 \times 10^{-8}} = 10^{-14} \Rightarrow [H^+]^2 = 4 \times 10^{-6} \Rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-3}$$

$pH = 2,7$

مثال ۸: $[H^+]$ ، $[OH^-]$ و pH محلول $0,004$ مولار هیدروفلوئوریک اسید با درصد یونش برابر $2/5$ را محاسبه کنید. (به روش تشریحی)

$$\% \alpha = \frac{[H^+]}{M} \times 100 \Rightarrow 2,5 = \frac{[H^+]}{4 \times 10^{-3}} \times 100 \Rightarrow [H^+] = 10^{-4} \rightarrow p+1 = -1,0 \rightarrow 10^{-4} = 10^{-4}$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$



مثال ۱۰: HX و HY دو اسید ضعیف هستند. اگر ۱۲ گرم از HX و ۸ گرم از HY جداگانه در یک لیتر آب حل شوند، pH این دو

محلول برابر خواهد شد. با مقایسه درجه یونش آنها مشخص کنید کدام اسید قوی تری است؟ چرا؟ (۱mol HX = ۱۵۰ g, ۱mol HY = ۵۰ g)

$$\begin{aligned}
 & \text{HX} \qquad \qquad \qquad \text{HY} \\
 & \text{pH}_1 = \text{pH}_2 \\
 & [\text{H}^+]_1 = [\text{H}^+]_2 \\
 & M_1 \alpha_1 = M_2 \alpha_2 \qquad \alpha = \frac{[\text{H}^+]}{M} \\
 & \frac{12 \text{ g HX} \times \frac{1 \text{ mol HX}}{150}}{1 \text{ L}} \times \alpha_1 = \frac{8 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{50}}{1 \text{ L}} \times \alpha_2 \\
 & 10\% \alpha_1 = 16\% \alpha_2 \Rightarrow \alpha_1 = 2\alpha_2 \Rightarrow \text{HX قوی تر است}
 \end{aligned}$$



مثال ۱۲: مقداری دی‌نیتروژن پنتا اکسید (N_2O_5) در آب حل کرده به حجم ۲ لیتر می‌رسانیم تا غلظت یون هیدرونیوم در محلول

~~$$K = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$$~~

~~$$[H^+] = \sqrt{KM(1-\alpha)}$$~~

~~$$M_1 V_1 n_1 = M_2 V_2 n_2$$~~

2×10^{-2} مول بر لیتر باشد. (نهایی)

(آ) pH محلول را به دست آورید. ($\log 2 = 0.3$)



$$pH = -\log 2 \times 10^{-2} = 2 - 0.3 = 1.7$$

$M = 2 \times 10^{-2}$
 $V = 2L$

و حاصل

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n_{H_3O^+} = 2L \times 2 \times 10^{-2} \frac{mol}{L} = 4 \times 10^{-2}$$

$$4 \times 10^{-2} mol H_3O^+ \times \frac{1 mol N_2O_5}{2 mol H_3O^+} \times \frac{108 g N_2O_5}{1 mol N_2O_5} = 2.16 g$$

(ب) در این محلول چند گرم N_2O_5 با خلوص ۵۰٪ حل شده است؟

$$n = \frac{2}{100} \times 100 = 2$$

$$50 = \frac{216}{n} \times 100$$

$$n_{حاصل} = 4.32 g$$



پویش علمی
ماندگار البرز

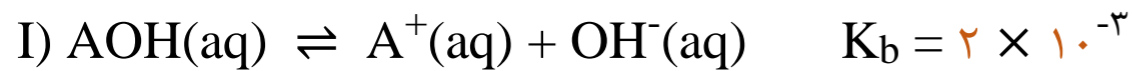


مثال ۲۵: محلولی از اسید HA دارای غلظت 0.1 mol.L^{-1} و ثابت یونش اسیدی 4×10^{-4} می‌باشد، pH این محلول کدام است؟

$$K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow 4 \times 10^{-4} = \frac{[H^+]^2}{10^{-2}} \Rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-3} \rightarrow \text{pH} = 2.7$$

$[H^+] = [A^-]$

مثال ۳۸: با توجه به مراحل یونش دو باز ضعیف زیر، چند مورد از موارد داده شده نادرست است؟ (غلظت مولی اولیه دو باز، یک مولار و دمای آزمایش، 25°C است.)



$H^+ \downarrow$ و $\text{pH} \uparrow$ و $\text{OH}^- \uparrow$ باز قوی تر

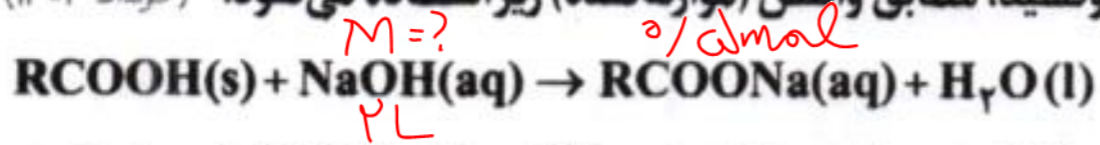
- pH محلول AOH بیشتر از BOH است. \times
- درجه یونش AOH بیشتر از BOH است. \times
- غلظت یون هیدرونیوم در محلول BOH، کمتر از AOH است. \checkmark
- اگر اندکی اسید HCl به محلول AOH اضافه شود، ثابت یونش بازی آن زیاد می‌شود. \times ، K معده به رسمتگی دارد.





مسائل خنثی شدن کامل اسید و باز

برای بازکردن لوله‌های مسدود شده با چربی از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید، مطابق واکنش (موازنه شده) زیر استفاده می‌شود. (خرداد ۱۴۰۳)



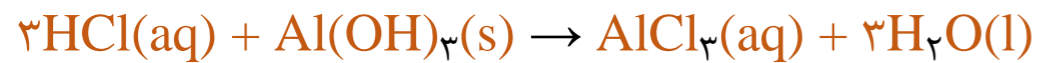
اگر در دمای اتاق با مصرف ۲ لیتر محلول سدیم هیدروکسید، ۰/۵ مول پاک‌کننده صابونی تولید شود، pH محلول NaOH را حساب کنید.

(log ۲ = ۰/۳)

$$۰/۵ \text{ mol RCOONa} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol RCOONa}} = ۰/۵ \text{ mol NaOH} \xrightarrow{M = \frac{m}{V}}$$

$$M = \frac{۰/۵}{۲} = ۰/۲۵ \quad [\text{NaOH}] = [\text{OH}^-] \rightarrow [\text{OH}^-] = ۰/۲۵ \rightarrow [\text{H}^+][\text{OH}^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۰/۲۵} = ۴ \times ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow \text{pH} = -\lg(۴ \times ۱۰^{-۱۴}) = ۱۴ - ۰/۶ = ۱۳/۴$$



پویش علمی
ماندگارالبرز



قلمروهای الکتروشیمی: تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول سوختی و سوخت آنها)، تولید مواد (مانند برقکافت و آبکاری) و اندازه‌گیری و کنترل کیفی

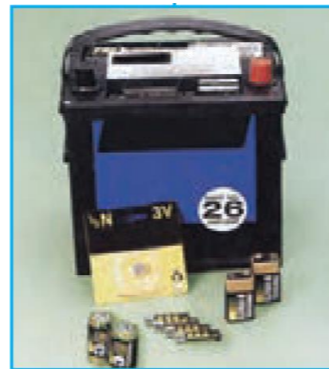
(اطمینان از کیفیت فراورده)، از جمله قلمروهای الکتروشیمی هستند که در ادامه بیشتر بررسی می‌شوند.



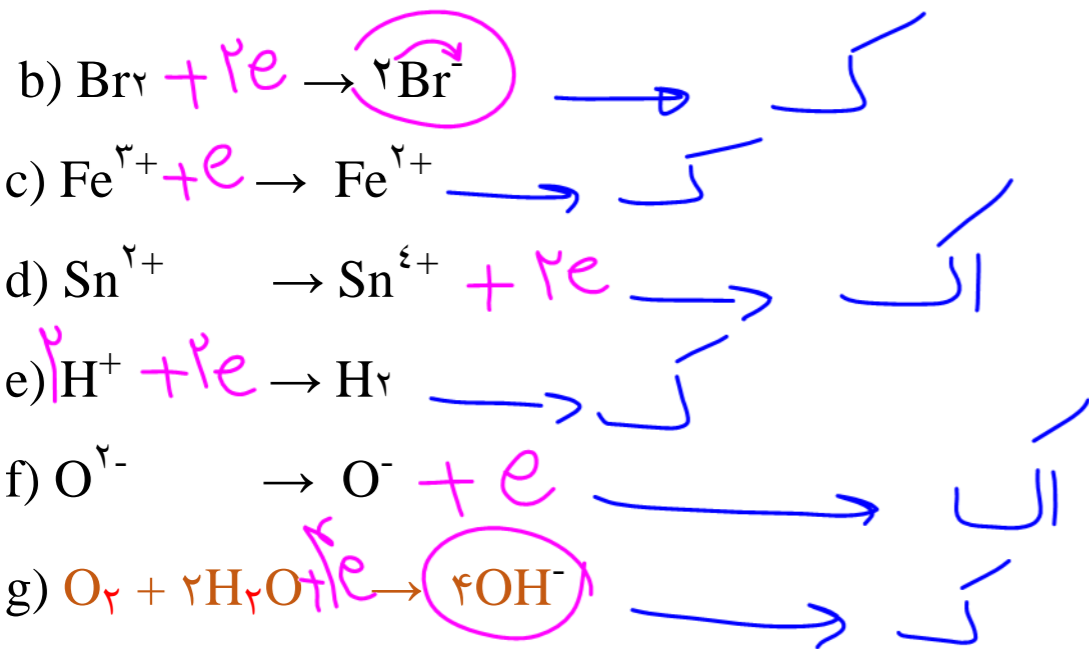
پ) اندازه‌گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فراورده)



ب) تولید مواد (مانند برقکافت و آبکاری)

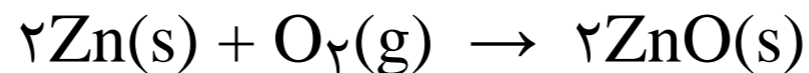


آ) تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول سوختی و سوخت آنها)

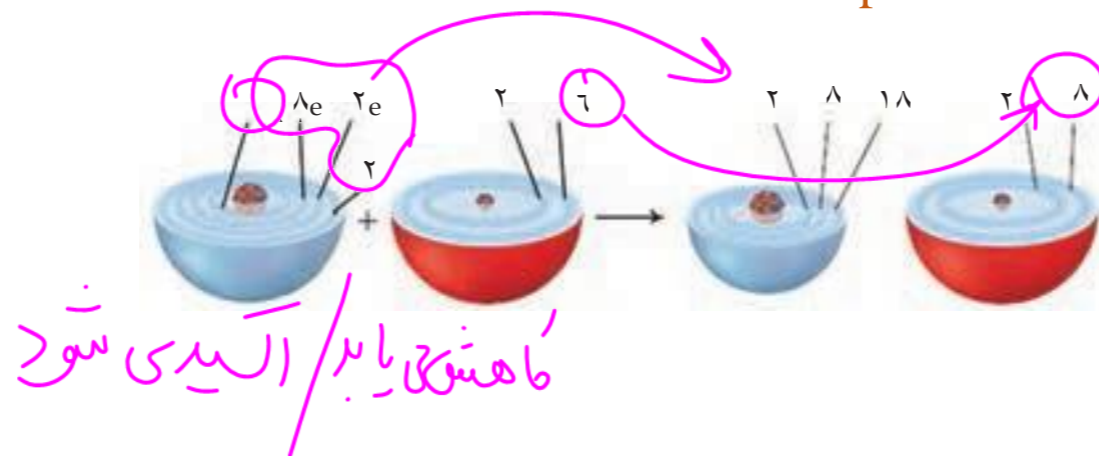




بررسی واکنش اکسایش - کاهش گاز اکسیژن و فلز روی



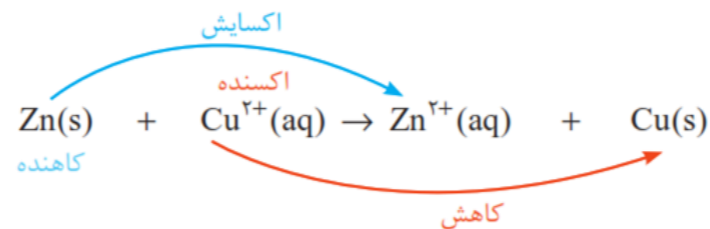
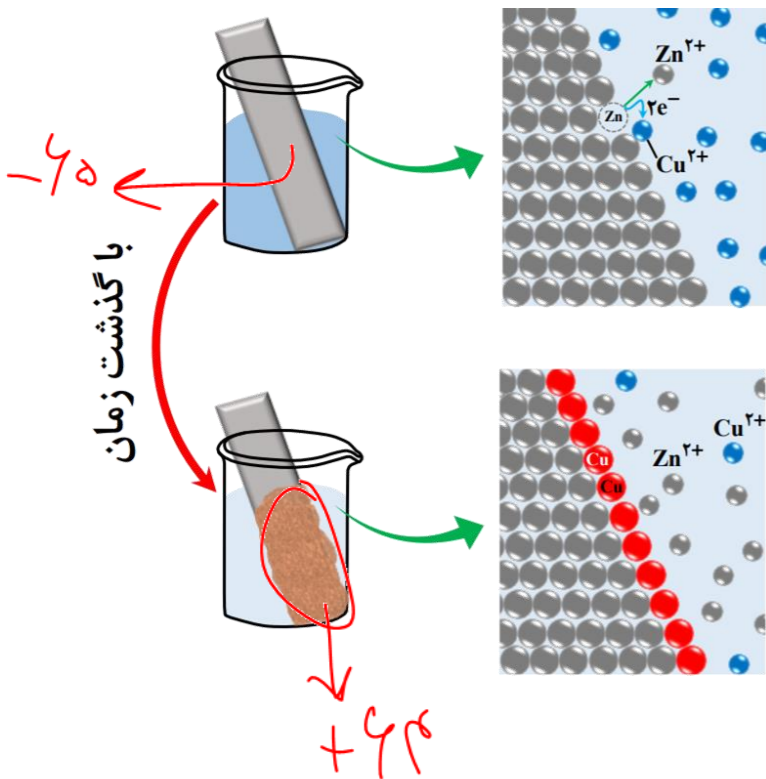
اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد و آنها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند، در حالی که با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی‌دهد. شکل زیر الگوی ساده‌ای از واکنش بین اتم‌های روی و اکسیژن را با ساختار لایه‌ای اتم نشان می‌دهد. توجه کنید که این الگوها در این اتم اکسیژن نمایش داده می‌شود و نه مولکول آن. یعنی ابتدا مولکول $\text{O} = \text{O}$ شکسته و به دو اتم اکسیژن تبدیل شده سپس با Zn واکنش می‌دهد.



یک مثال مهم: هرگاه تیغه ای از جنس روی درون محلول مس (II) سولفات آبی رنگ قرار گیرد، به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می شود . این تغییر رنگ نشان دهنده انجام واکنش شیمیایی زیر است.



در این واکنش اتم های خنثای روی (Zn) با از دست دادن دو الکترون به یون های روی (Zn^{2+}) اکسایش یافته و هم زمان با آن، هر یون مس (Cu^{2+}) با دریافت همان دو الکترون به اتم (Cu) کاهش می یابد.



معادله واکنش بدون یون
تماشاچی

معادله واکنش



پویش علمی
ماندگارالبیرز



روش محاسبه عدد اکسایش اتم با استفاده از ساختار لوویس

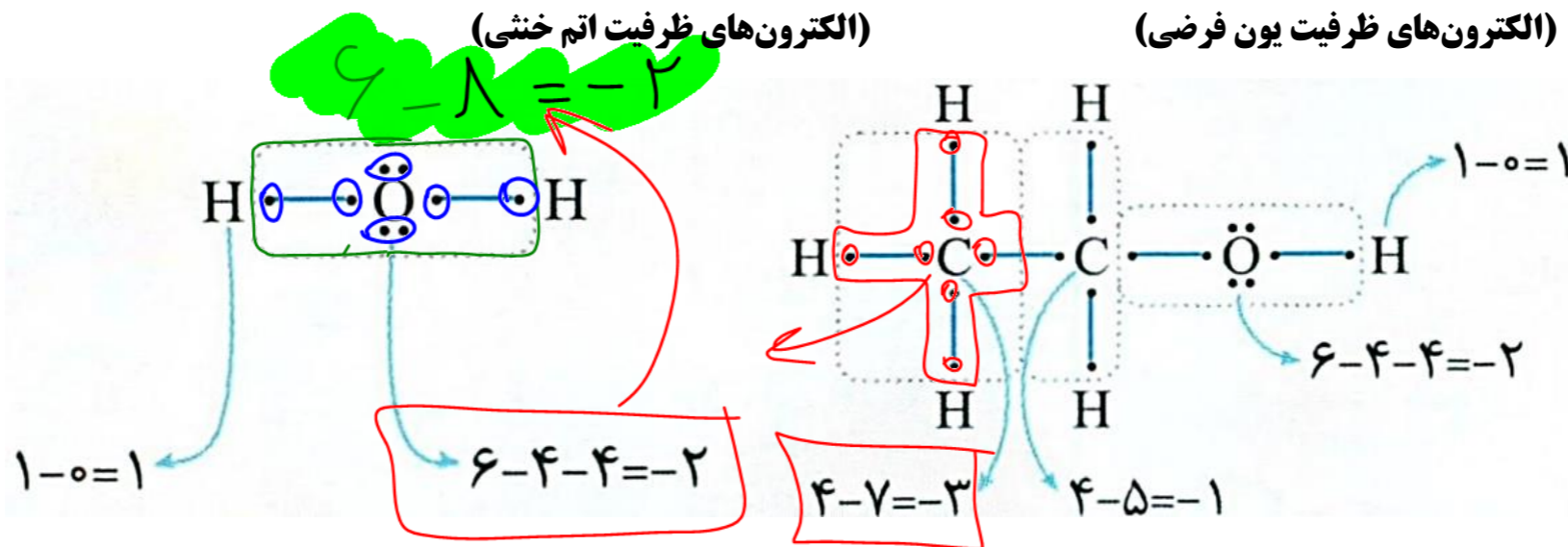


خصلت نافلزی:

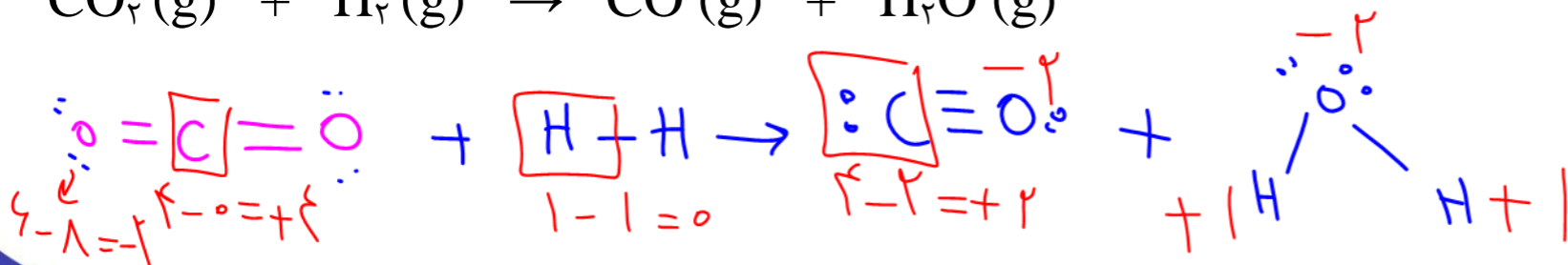
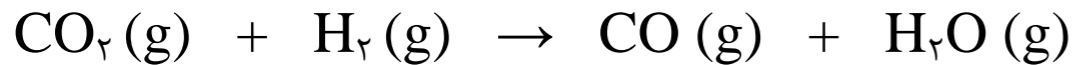


پویش علمی
ماندگارالبرز

مجموع تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی متعلق به اتم - تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت = عدد اکسایش اتم در ترکیب



مثال ۱: عدد اکسایش هر اتم موجود در واکنش زیر را با رسم ساختار لوویس مولکول‌ها محاسبه کنید. (نهایی)

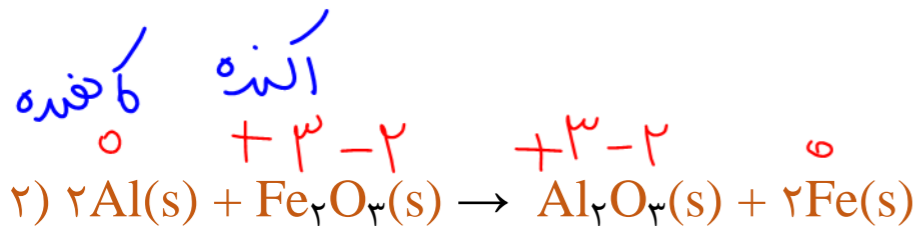


مثال ۱: اکسنده و کاهنده را در واکنش‌های زیر تعیین کنید. بار لیل

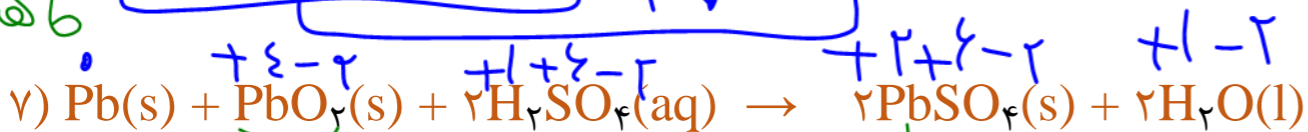
اکسید می‌شود



کاهنده



کاهنده



کاهنده

Al اکسید می‌شود پس کاهنده است



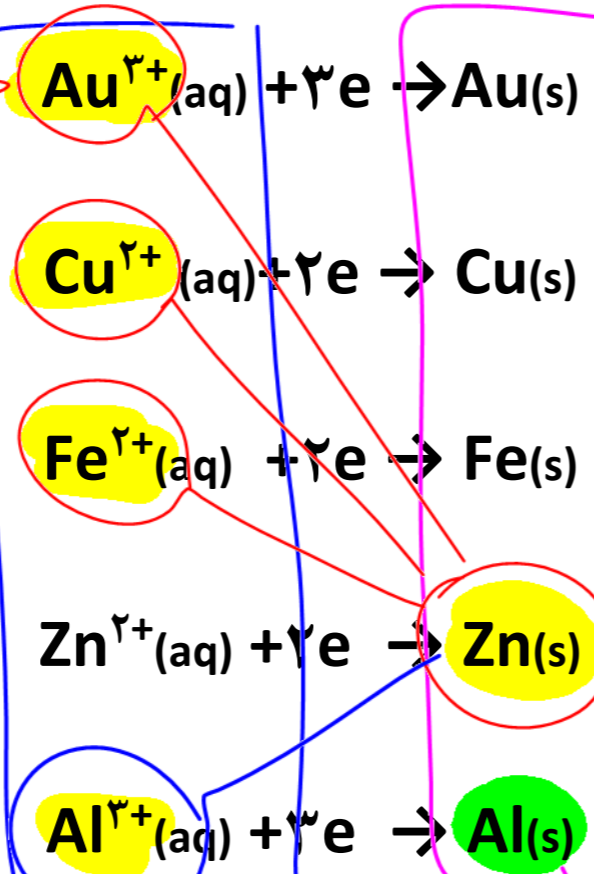
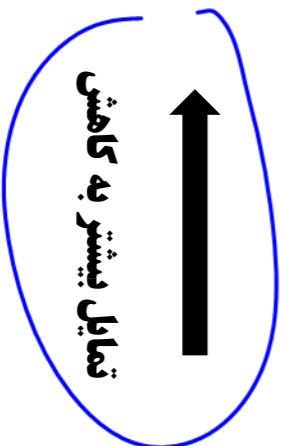
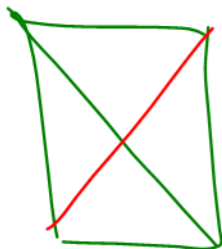
پویش علمی
ماندگار البرز





رقابت برای اکسایش یا کاهش
مقایسه قدرت کاهشدهنده‌ها

قوی‌ترین اکسیدکننده



$E^\circ = +1/5 (V)$

$E^\circ = +0/34 (V)$

$E^\circ = -0/44 (V)$

$E^\circ = -0/76 (V)$

$E^\circ = -1/66 (V)$



قوی‌ترین کاهشدهنده

مقایسه قدرت اکسیدکننده‌ها

رسمای محلول تغییر نمی‌کنند و با الومینیم کمتر برآید
نه Al^{3+} اکسیدکننده نمی‌باشد



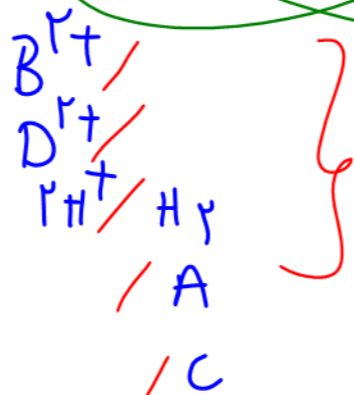
مثال ۵: در یک آزمایش چهار فلز A، B، C و D رفتارهای زیر را نشان داده‌اند:

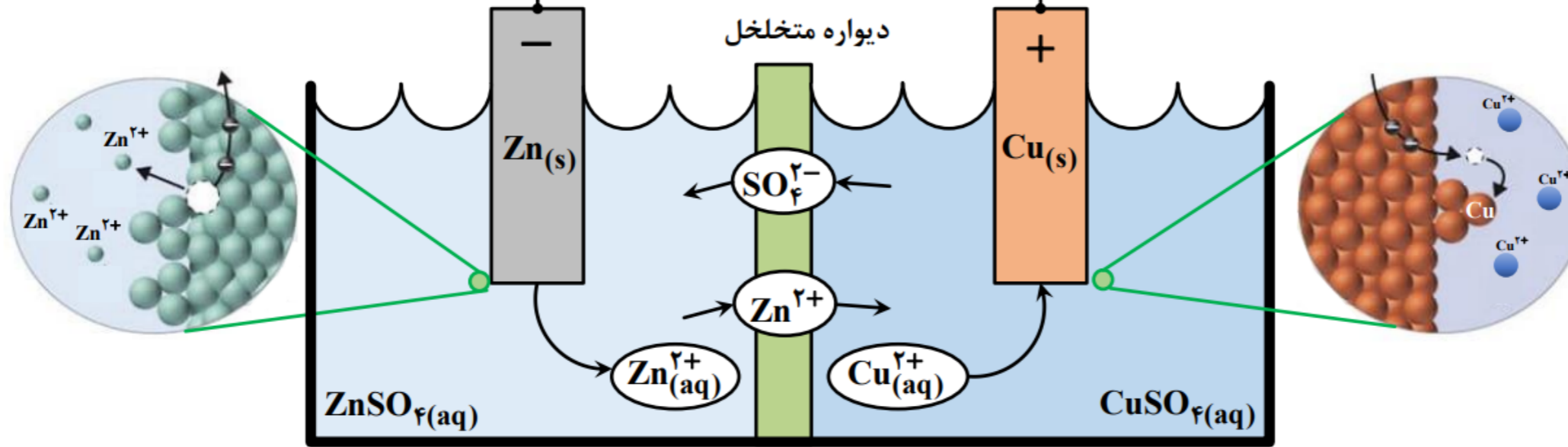
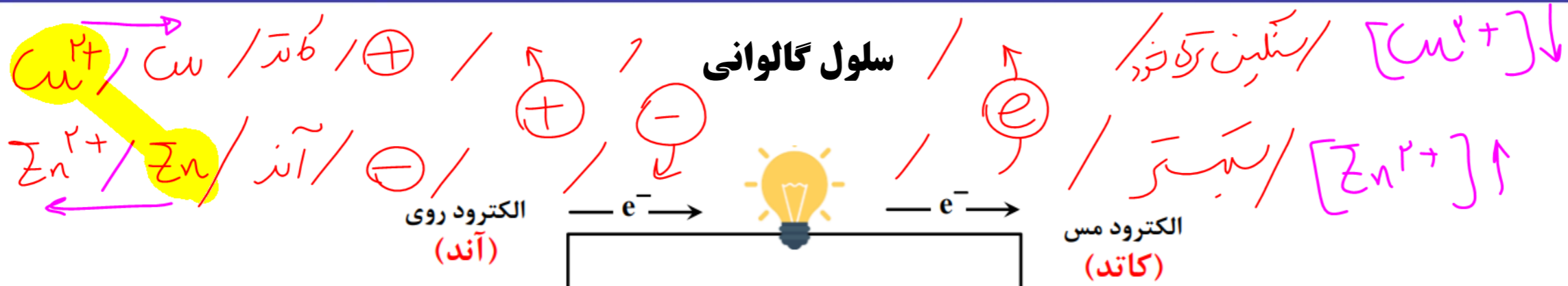
• فقط فلزهای A و C با محلول ۰/۱ M هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن تولید می‌کنند.

• با قرار دادن فلز C در محلول‌های حاوی یون‌های D^{2+} ، B^{2+} و A^{2+} به ترتیب فلزهای D، B و A رسوب می‌کنند.

• یون B^{2+} اکسنده قویتری از D^{2+} است.

با توجه به این داده‌ها، ترتیب کاهندگی این چهار فلز را مشخص کنید.





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

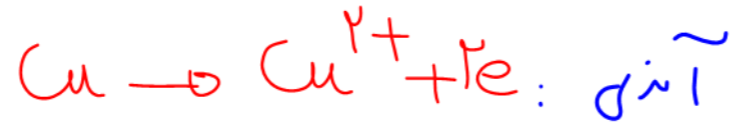


مثال ۲: درباره سلول گالوانی مس - نقره به پرسش‌ها پاسخ دهید. (نهایی)

آ) علامت الکترودهای مس و نقره را مشخص کنید. نقره (+) ---

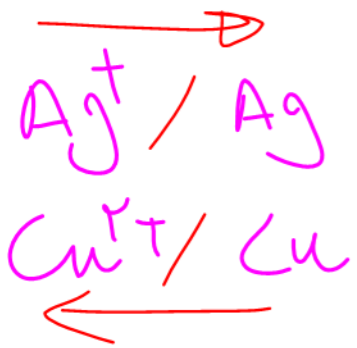
ب) نیم واکنش‌های انجام شده در آند و کاتد را بنویسید.

پ) با انجام واکنش، جرم الکترودها چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

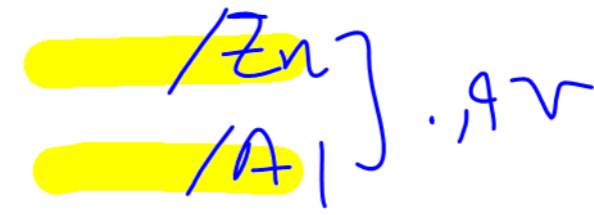
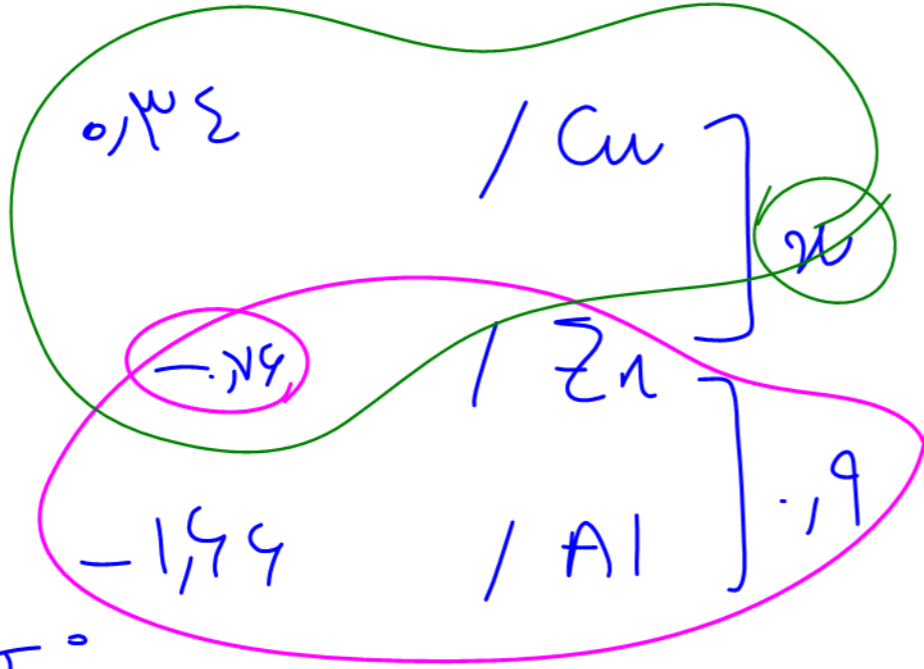


جرم یون Ag^+ به Ag تبدیل می‌شود یعنی نقره سنگین‌تر و ...

ت) جهت حرکت یون‌ها را از دیواره متخلخل مشخص کنید. آبریزها: کات آند (Cu^{2+}/Cu) و آب‌سوزها: ...



مثال ۵: اگر سلول E° آلومینیوم - روی که در آن اتم‌های آلومینیوم به یون تبدیل می‌شوند برابر 0.9 ولت باشد سلول E° روی - مس چند ولت است؟ (یون Cu^{2+} اکسنده تر از یون Zn^{2+} است) ($E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34$, $E^\circ_{Al^{3+}/Al} = -1.66$)

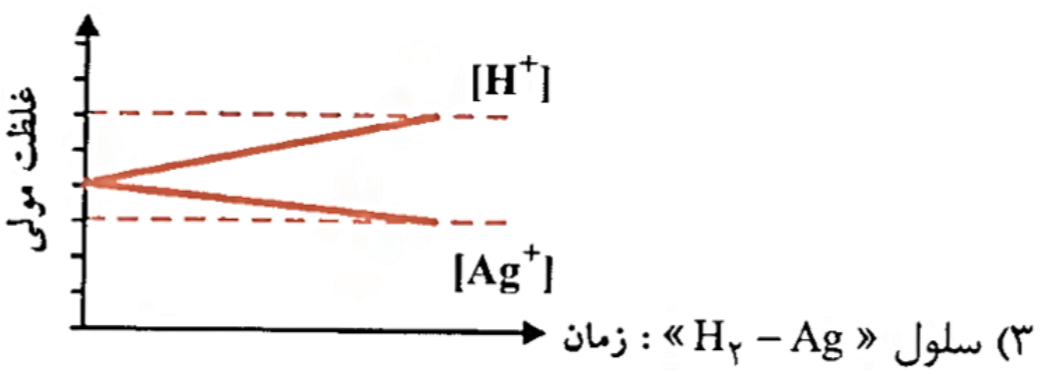
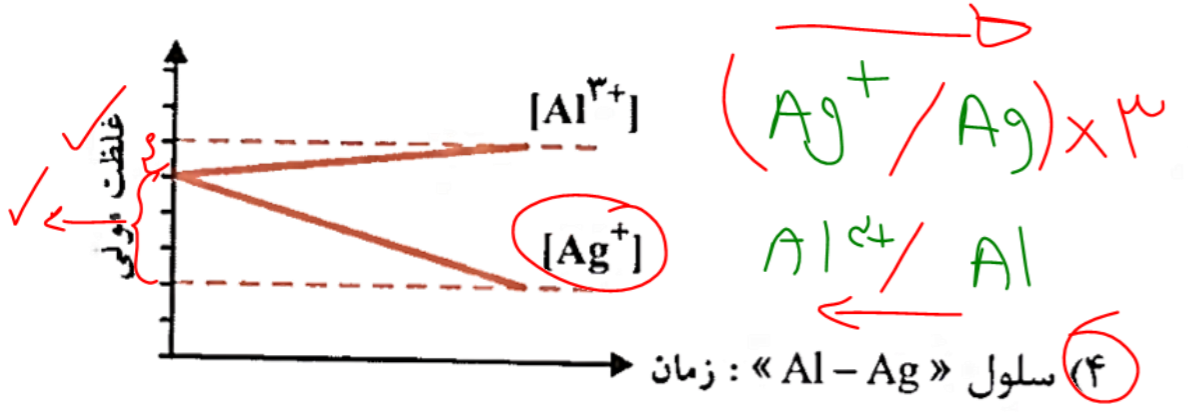
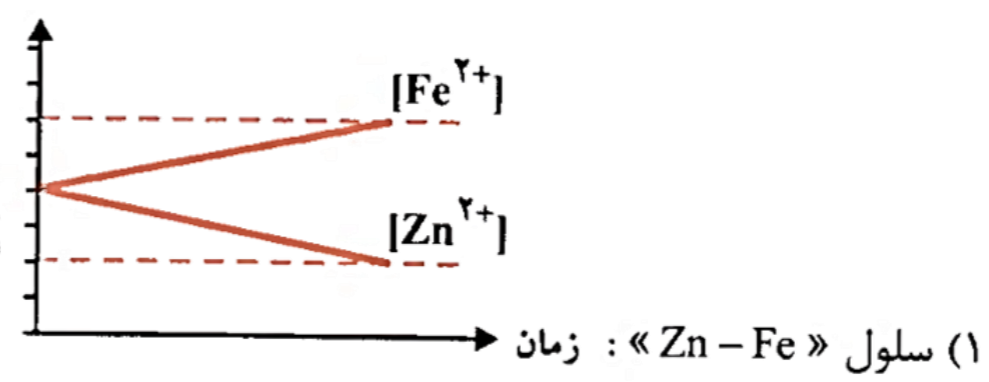
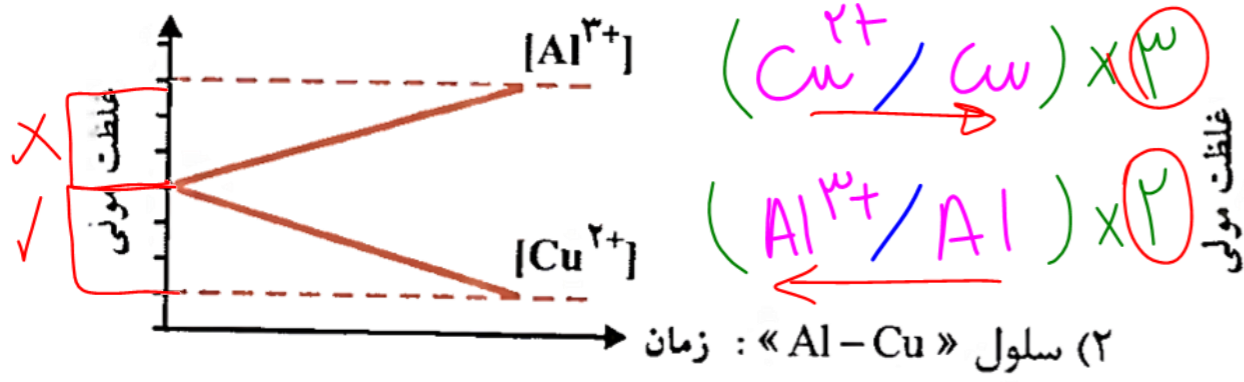


$$emf = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode} \rightarrow 0.9 = x - (-1.66)$$

$$emf = 0.34 - (-1.66) = 2.00$$

$x = -1.66$





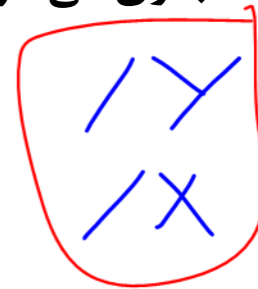
مثال ۱۱: قدر مطلق پتانسیل کاهش‌ی دو عنصر X و Y در زیر داده شده است. هنگامی که این دو نیم سلول را به هم وصل می‌کنیم، جریان الکتریکی از اتم X به اتم Y برقرار می‌شود و با اتصال نیم سلول X به نیم سلول هیدروژن، الکترون‌ها از اتم X به سمت نیم سلول هیدروژن جاری می‌شوند. نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی شامل این دو نیم سلول را حساب کنید. (نهایی)



$$|E^\circ| = 0.34 \text{ V}$$



$$|E^\circ| = -0.25 \text{ V}$$



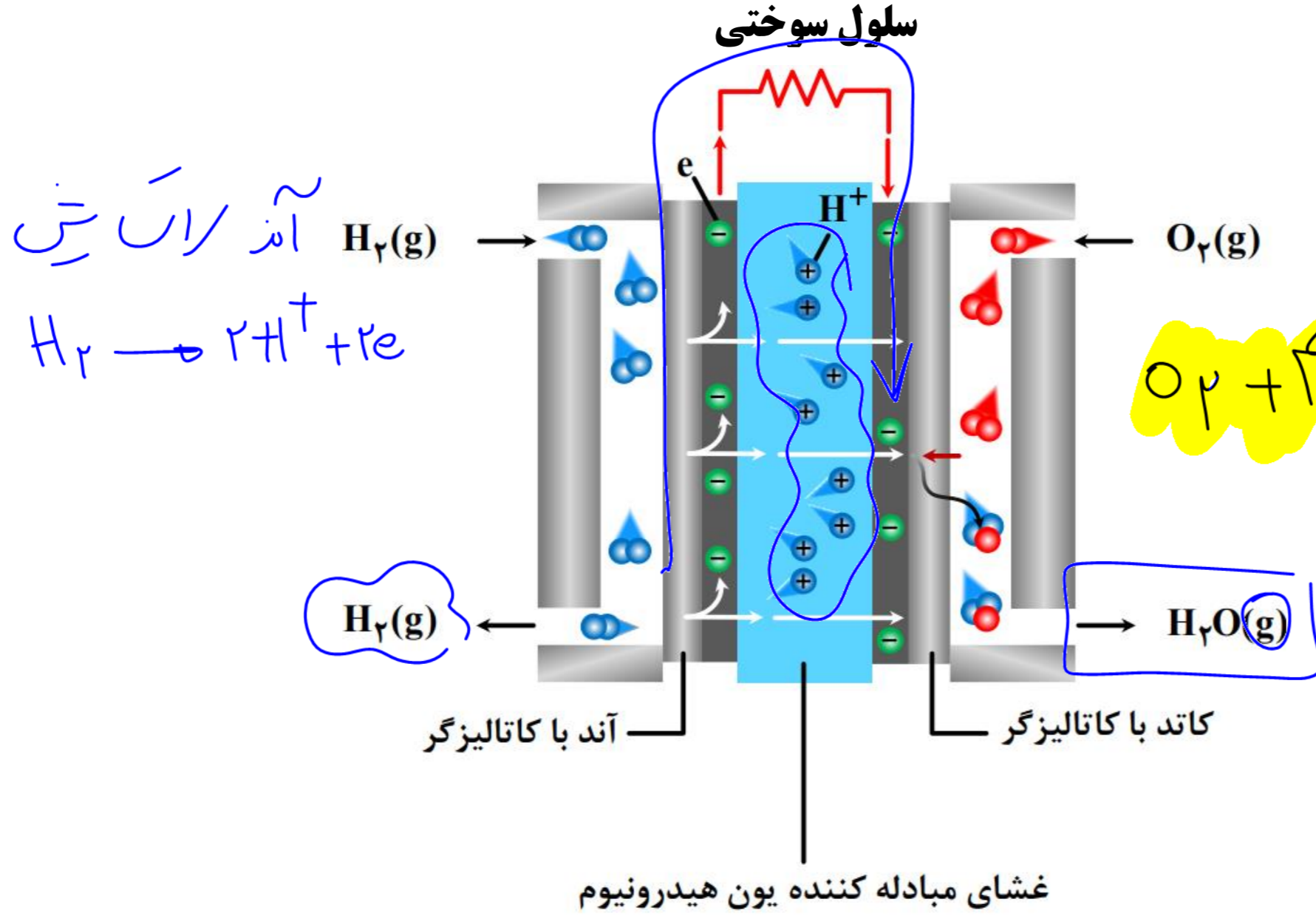
$$emf = E_{\text{کاتد}}^\circ - E_{\text{انود}}^\circ = 0.34 - (-0.25) = 0.59 \text{ V}$$



پویش علمی ماندگار البرز



پویش جهاد علمی دبیرستان ماندگار البرز



۱ ۲ ۳

مثال: چند مورد از موارد زیر، درباره سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن با غشای مبادله کننده یون هیدرونیوم، درست است؟

• بخار آب تولید شده از بخش ~~آندی~~ خارج می شود.

• جهت حرکت یون هیدرونیوم در غشا، از آند به کاتد مولکول‌های اکسیژن ~~از~~ کاتد به آند است.



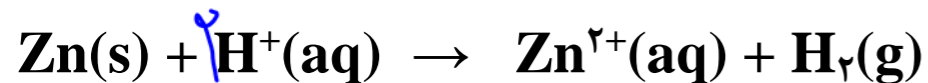
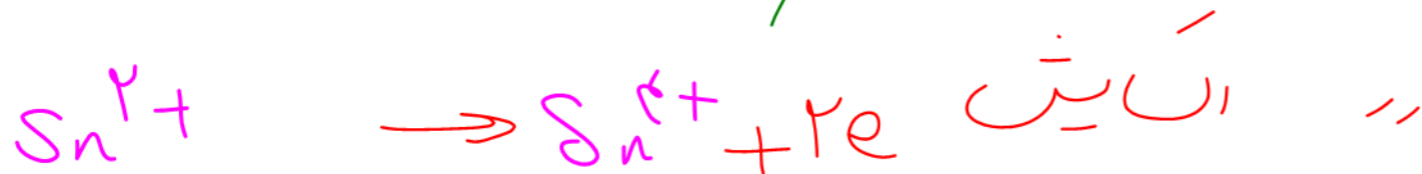
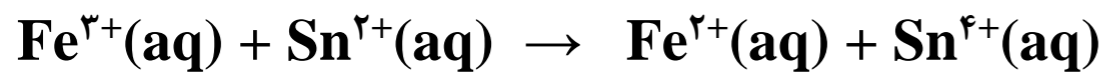
• به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، ۴ مول یون هیدرونیوم در غشا مبادله شده و ۴ الکترون از آند به کاتد می‌رود. ✓

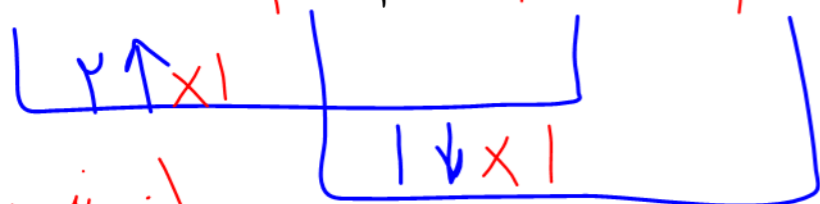
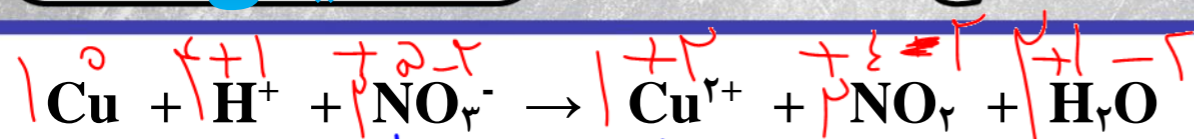
• جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی با جهت حرکت یون‌های هیدرونیوم در غشا، ~~عکس~~ یکدیگر است. ✗

• اگر به جای سوزاندن بنزین در موتور، از هیدروژن استفاده کنیم، بازده تا سه برابر بیشتر می‌شود.

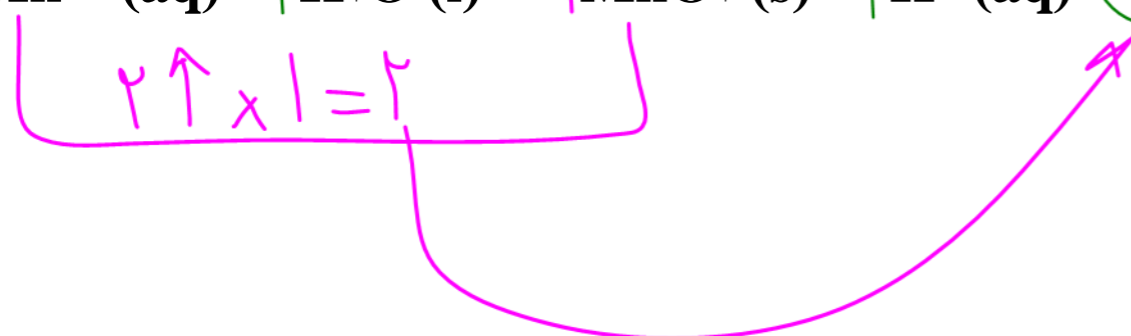
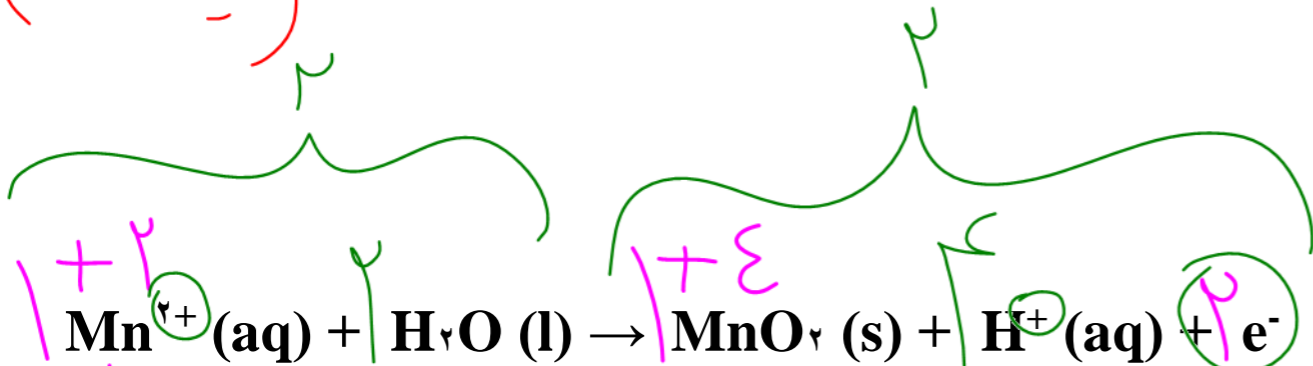


موازنه واکنش‌های اکسایش-کاهش

پویش علمی
ماندگارالبرز



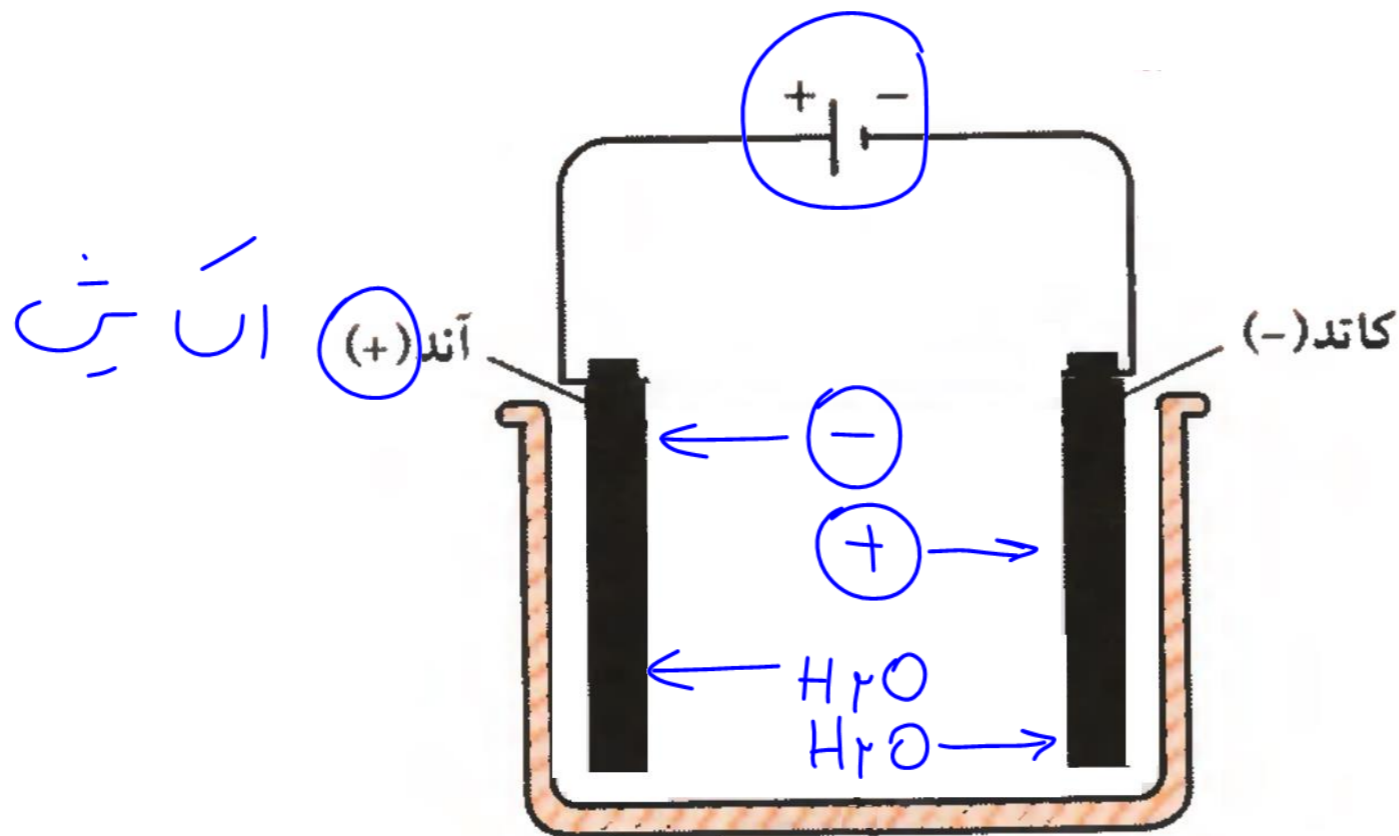
(زیرینه $\Delta \times 1$)



پویش علمی
ماندگار البرز



سلول‌های الکترولیتی



کاربرد های سلول های الکترولیتی: کتاب درسی ۵ کاربرد از کاربردهای سلول های الکترولیتی را بررسی کرده است. پس از تدریس هر کاربرد خودتان جدول های زیر را کامل کنید.

برقکافت آب

آند	$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$
کاتد	$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$
کلی	$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$
توجه	جدول را با آب خالص پر است. اندک نمک لیسایی بزنید.



پویش علمی
ماندگارالبرز



برقکافت (l) NaCl

آند	$2Cl^{-} \rightarrow Cl_2 + 2e^{-}$
کاتد	$Na^{+} + e^{-} \rightarrow Na(l)$
کلی	$2NaCl(l) \rightarrow 2Na + Cl_2$
توجه	فراورده اصلی (فلز) در کاتد است. می‌تواند در آب رنگ را برطرف کند.

پویش علمی
ماندگارالبرز

تهیه منیزیم از آب دریا

آند	$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e$
کاتد	$Mg^{2+} + 2e \rightarrow Mg$
کلی	$MgCl_2(l) \rightarrow Mg + Cl_2$
توجه	$Mg(OH)_2 \xrightarrow{NaOH} Mg(OH)_2 \xrightarrow{HCl} MgCl_2$ <small>برقگرفته</small>



پویش علمی
ماندگارالبرز



آبکاری

آند	$e + \text{کاتیون} \rightarrow \text{فلز رسش}$
کاتد	$\text{فلز رسش} \rightarrow e + \text{کاتیون (فلز رسش)}$
کلی	$\text{رسش کاتدی} \rightarrow \text{فلز آندی}$
توجه	معمولاً باید دارای نمک فلز آندی یا رسش باشد

(۵) فرایند هال (تهیه آلومینیوم)

آند	$2O^{2-} \rightarrow O_2 + 4e^-$ $\xrightarrow{\text{سب}}$ $O_2 + C \rightarrow CO_2$
کاتد	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al(l)$ <u>بایسن</u>
کلی	$Al_2O_3 + C \rightarrow Al + CO_2$
توجه	آند تراشیده بالا و کاتد تراشیده پایین قرار دارد، آند مصرفی لور.

پویش علمی
ماندگار البرز

خوردگی، یک واکنش اکسایش - کاهش ناخواسته

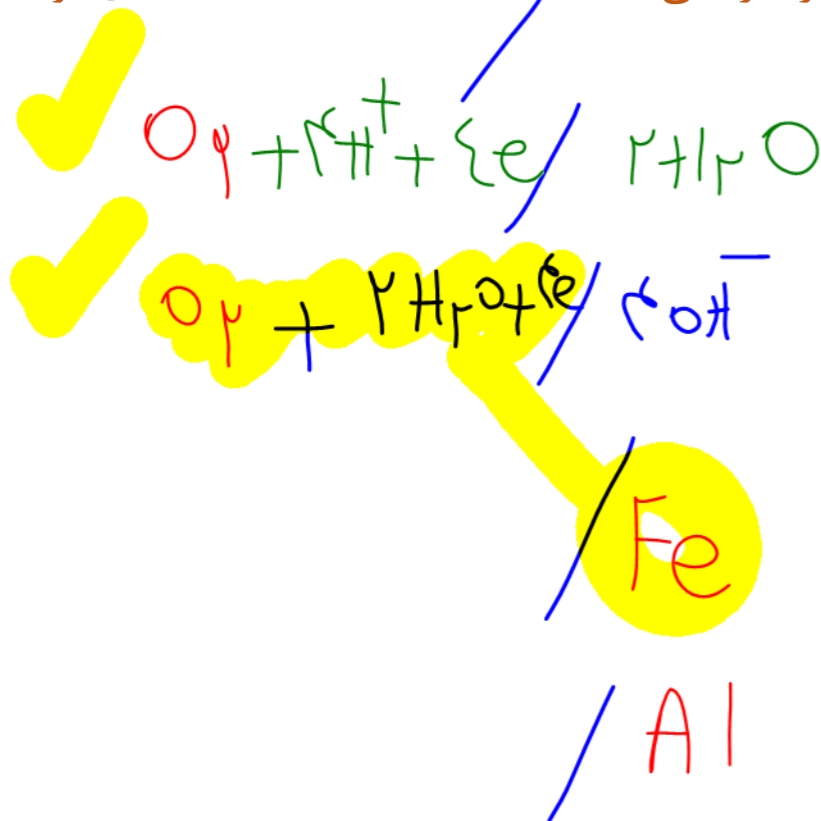
تعریف خوردگی: به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش - کاهش خوردگی گفته می‌شود. زنگ زدن آهن، و زنگار سبز بر سطح مس نمونه‌هایی از خوردگی هستند.



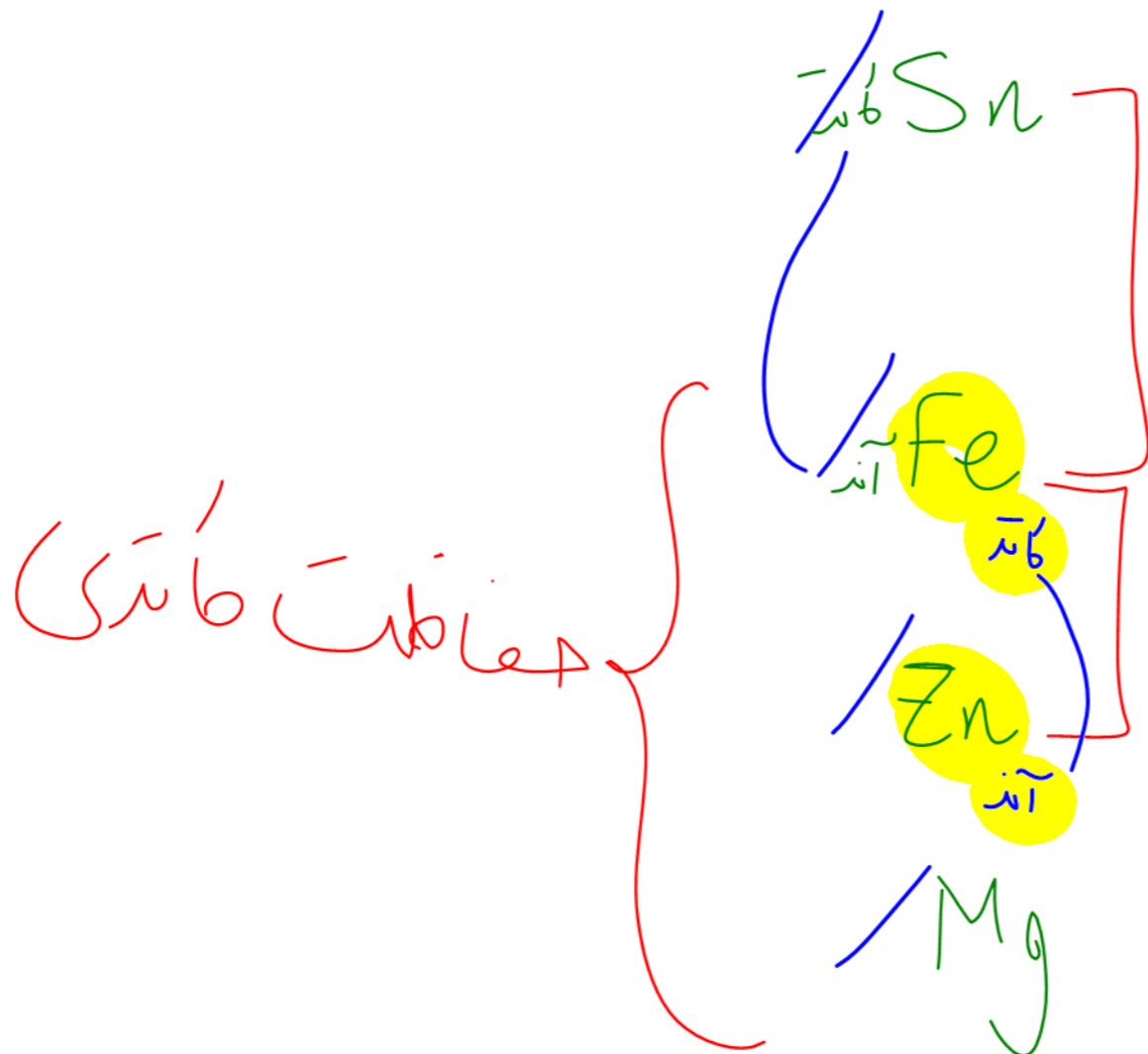
پویش علمی
ماندگارالبرز

نکته ۱: هنگامی که فلزها در هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می‌آیند. در فلزهایی مانند آهن با ادامه اکسایش، لایه‌ای ترد و شکننده تشکیل می‌شود که به تدریج فرومی‌ریزد.

نیم واکنش‌ها و واکنش‌های خوردگی آهن در هوای مرطوب



جلوگیری از خوردگی آهن



حالی

آنود





پویش علمی
ماندگار البرز



دسته

اول،
جامدات

فلزی	یونی	مولکولی	جامد کووالانسی	نوع ماده
Sc ، Sn ، Al ، Li	NaCl نا کلرید	H_2O ، N_2 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ اغلب ترکیب های آلی	گرافیت، الماس، سیلیسیم، سیلیس و سیلیسیم کاربید، گرافن	مثال

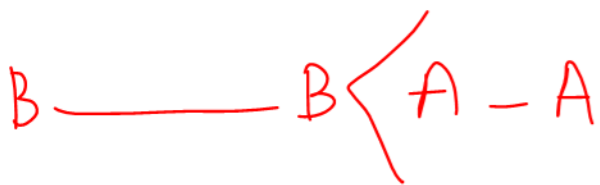
برای همه

کوالانسی

سیلیس (SiO_2)، گرافیت (C)، الماس (C)، گرافن (C)، سیلیسیم (Si) و سیلیسیم کاربید (SiC)

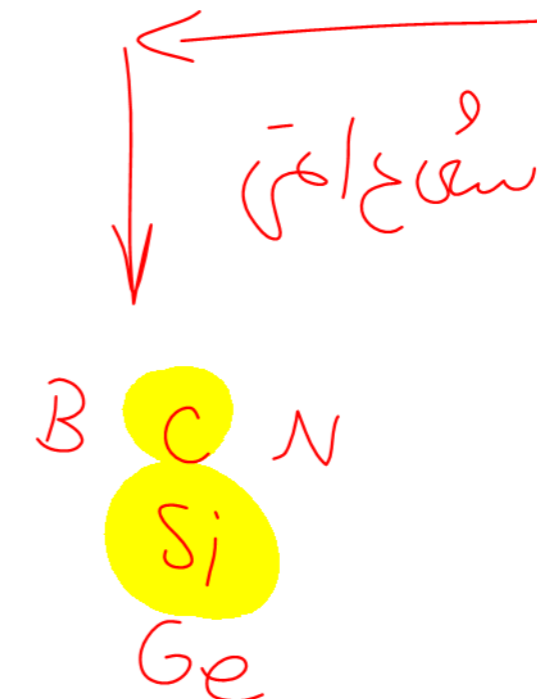


طبق جدول زیر نقطه ذوب و سختی الماس، سیلیسیم خالص و سیلیسیم کاربید را مقایسه کرد:

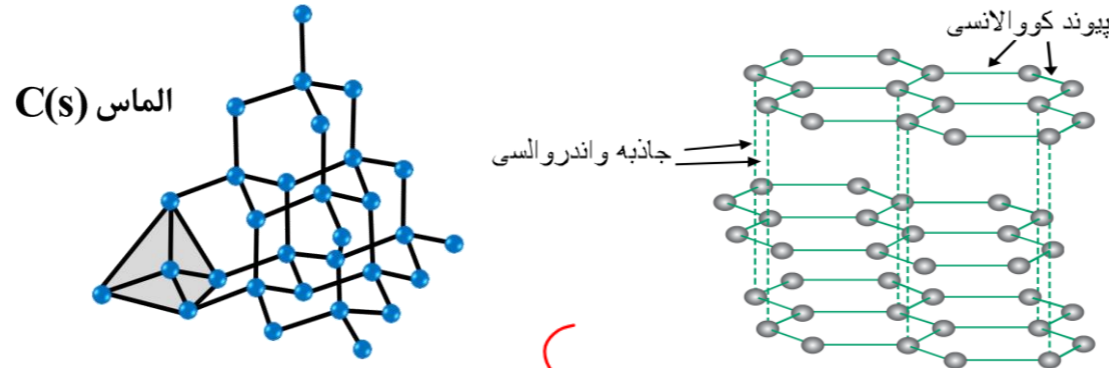


سیلیسیم خالص > سیلیسیم کاربید > الماس

پیوند	C-C	Si-C	Si-Si
میانگین آنتالپی ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	۳۴۸	۳۱۸	۲۲۶

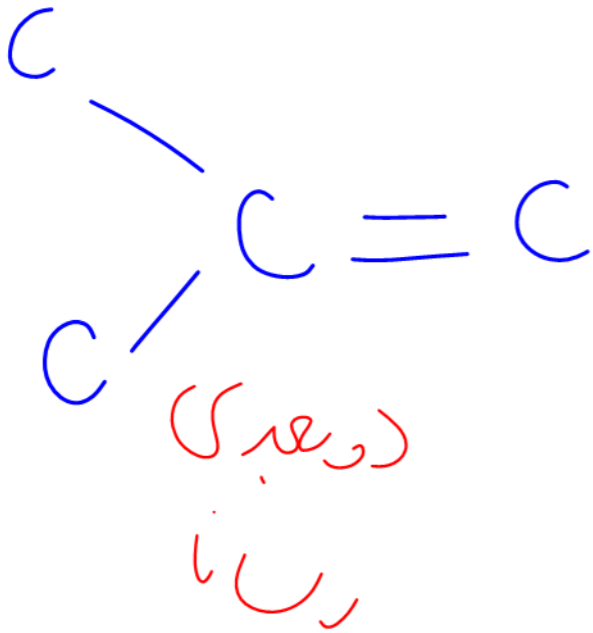


نوع پیوند ها در گرافیت و الماس: در الماس هر اتم کربن با ۴ پیوند اشتراکی یگانه به ۴ اتم کربن دیگر متصل شده است، در حالی که در ساختار گرافیت هر اتم کربن با ۳ پیوند اشتراکی به سه اتم کربن دیگر متصل است، یعنی یکی از پیوند های هر اتم کربن دوگانه است.



الماس C(s)

گرافیت



پویش علمی
ماندگار البرز

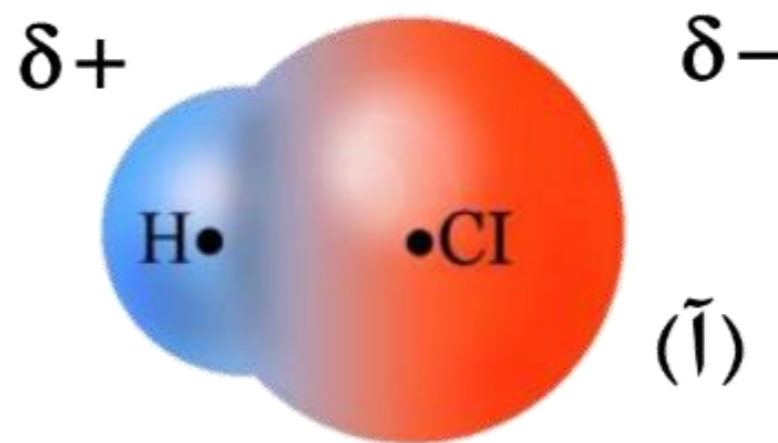
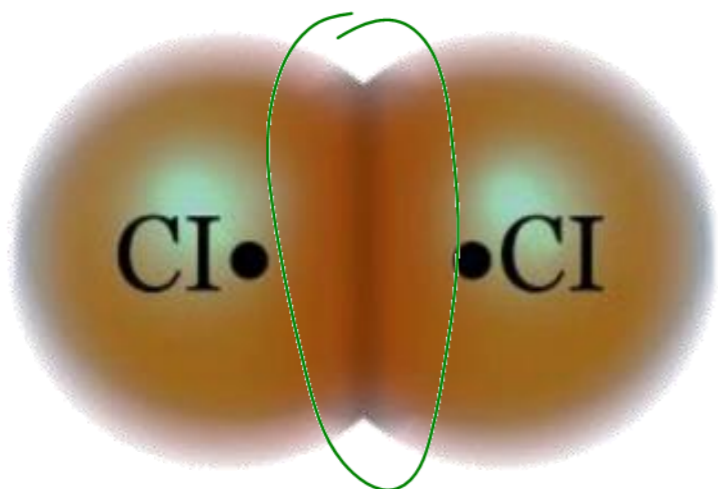




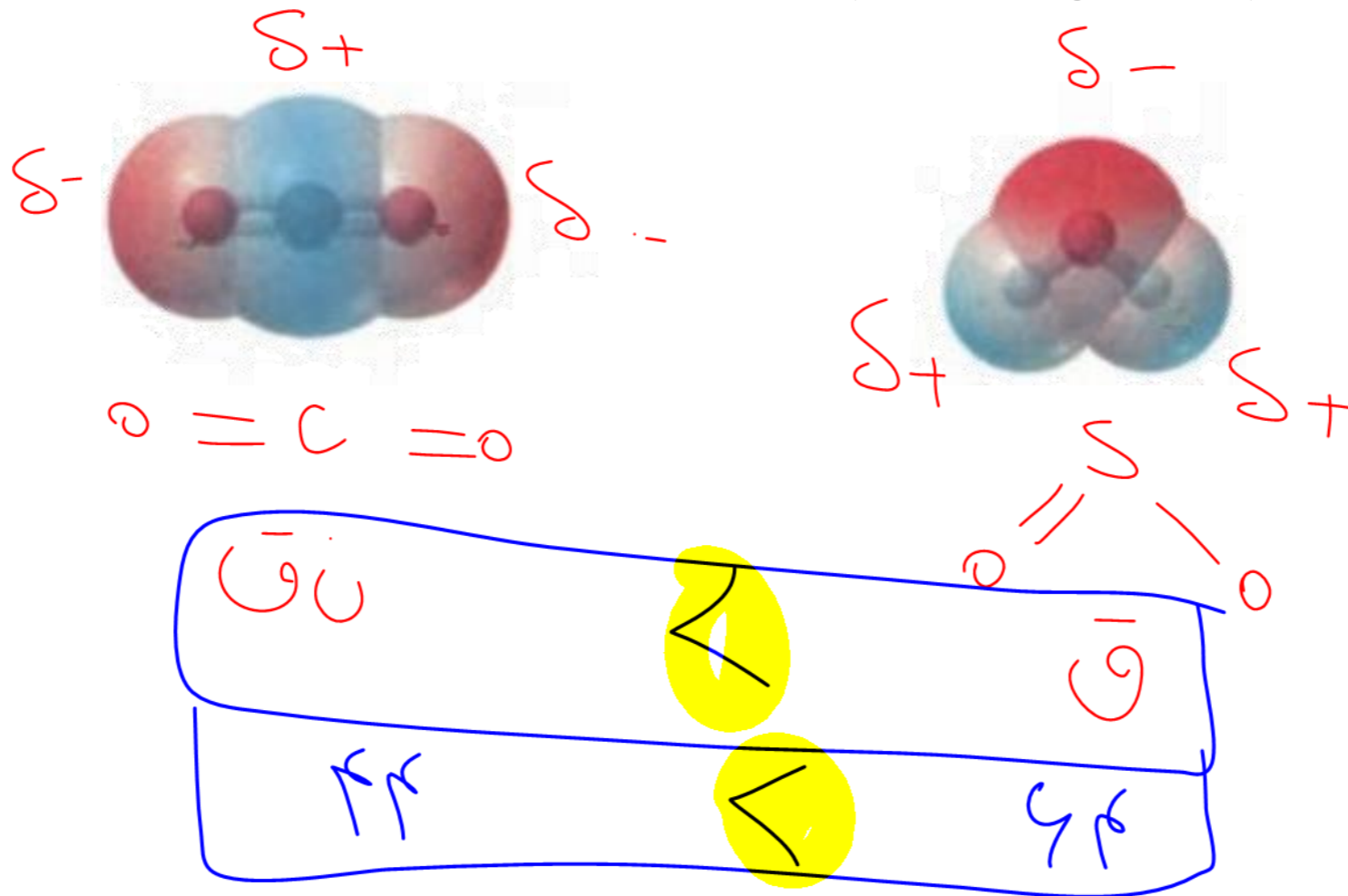
دسته دوم مواد، مواد مولکولی

تعریف مواد مولکولی: موادی هستند که از مولکول‌های مجزا از یکدیگر ساخته شده‌اند.

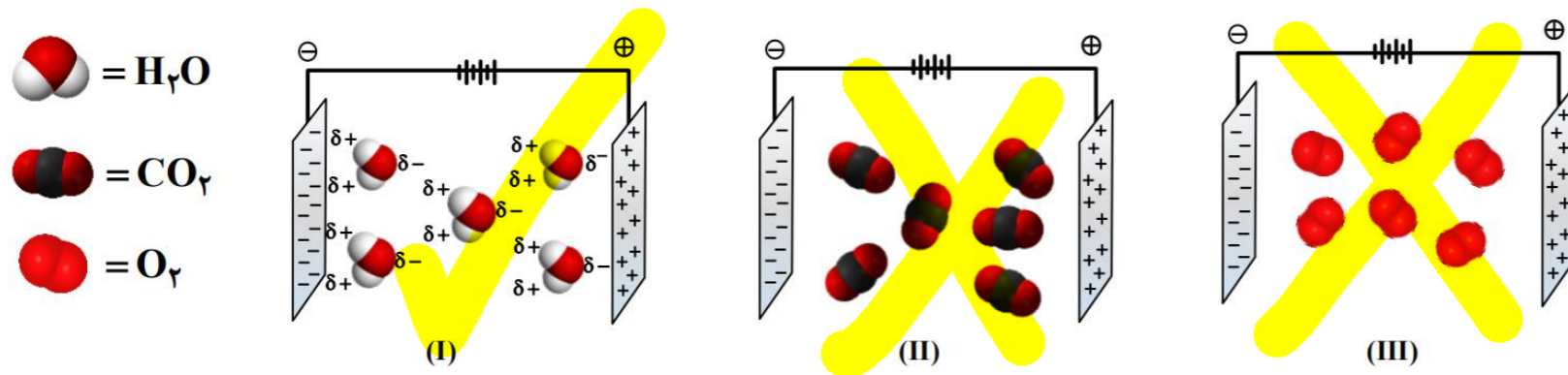
مولکول و نقش آن در ماده: مولکول‌ها، واحدهای سازندهٔ مواد مولکولی هستند، واحدهای مجزایی که شامل دو یا چند اتم با پیوندهای اشتراکی بوده و نقشی کلیدی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارند. رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد. برای نمونه آنتالپی تبخیر و نقطه جوش یک ترکیب مولکولی به نیروهای بین مولکولی آن وابسته است، در حالی که رفتار شیمیایی آن به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون‌های پیوندی) و جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود در درون مولکول وابسته است.



مقایسه قطبیت H_2O و CO_2 : در مولکول خطی کربن دی اکسید، تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های اکسیژن بیشتر از اتم کربن است، از این رو به اتم‌های اکسیژن بار جزئی منفی (δ^-) و به اتم کربن بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت داده می‌شود، هر چند که به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند و گشتاور دو قطبی آن صفر است. اگر چه در مولکول خمیده آب تراکم بار الکتریکی روی هسته اتم اکسیژن بیشتر است اما این مولکول بر خلاف کربن دی اکسید در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.



یادآوری: جهت گیری چند مولکول در میدان الکتریکی را در شکل مشاهده می‌کنید:



نکته ۴: شکل زیر نقشه پتانسیل مولکول‌های کربونیل سولفید (SCO) و اتین (C_2H_2) را نشان می‌دهد. با توجه به آنها گشتاور دو قطبی مولکول اتین برابر با صفر است ولی مولکول SCO قطبی است زیرا خاصیت نافلزی اکسیژن نسبت به C و S بیشتر است و توزیع بار الکتریکی در اطراف اتم مرکزی این مولکول نامتقارن است. $\text{C}_2\text{H}_2 = 0$

نقشه پویش

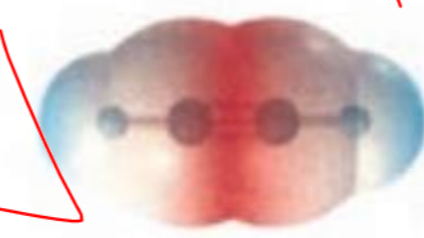
آبی

$\text{SCO} > \text{C}_2\text{H}_2$

و SCO رسانندگی
می‌شود

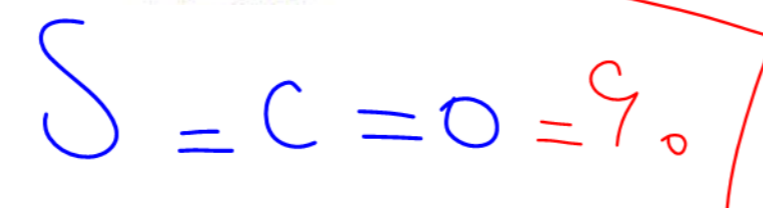


ق

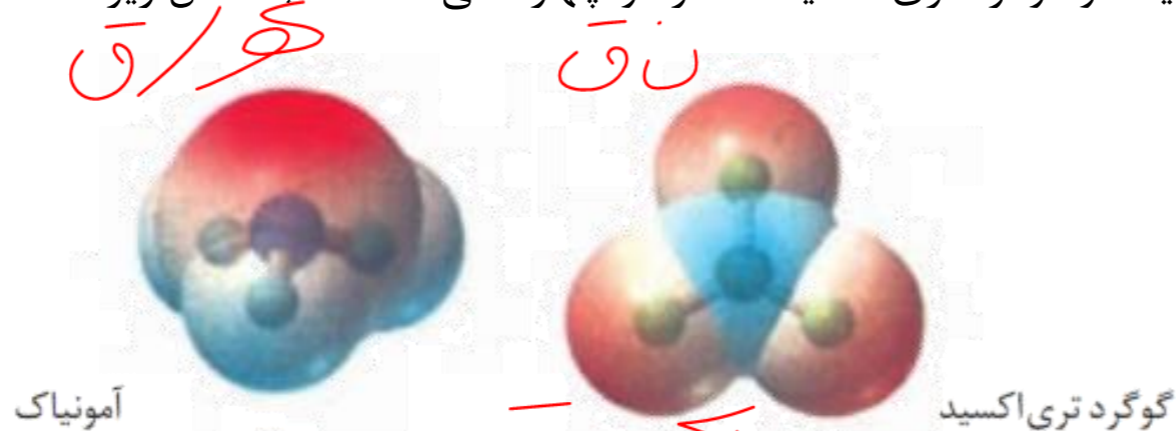


اتین

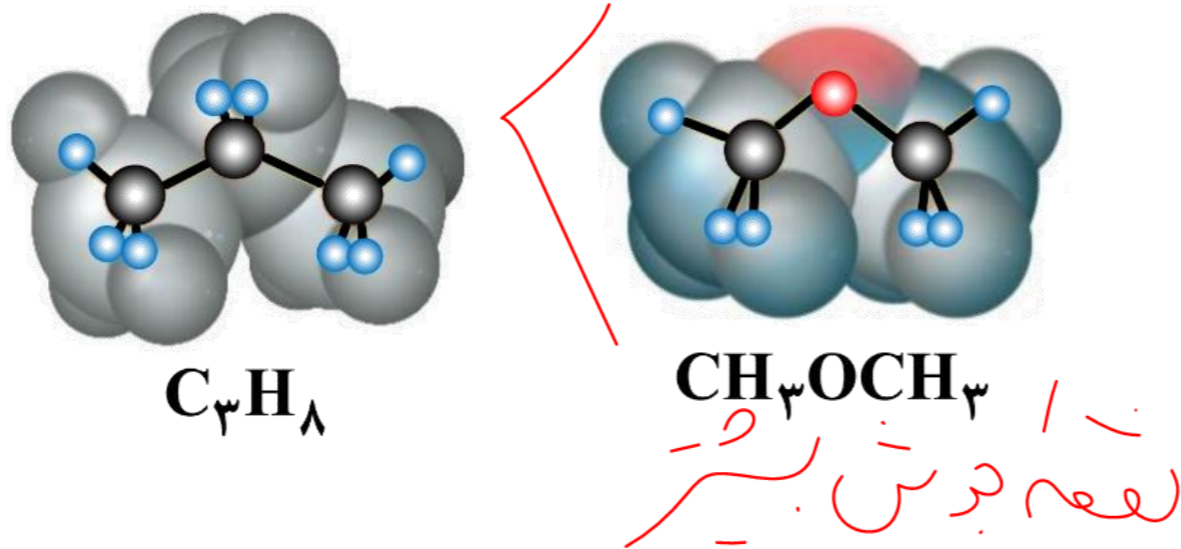
نق



نکته ۵: نقشه پتانسیل مولکول‌های آمونیاک و گوگرد تری اکسید که هر دو چهار اتمی هستند، به شکل زیر است:

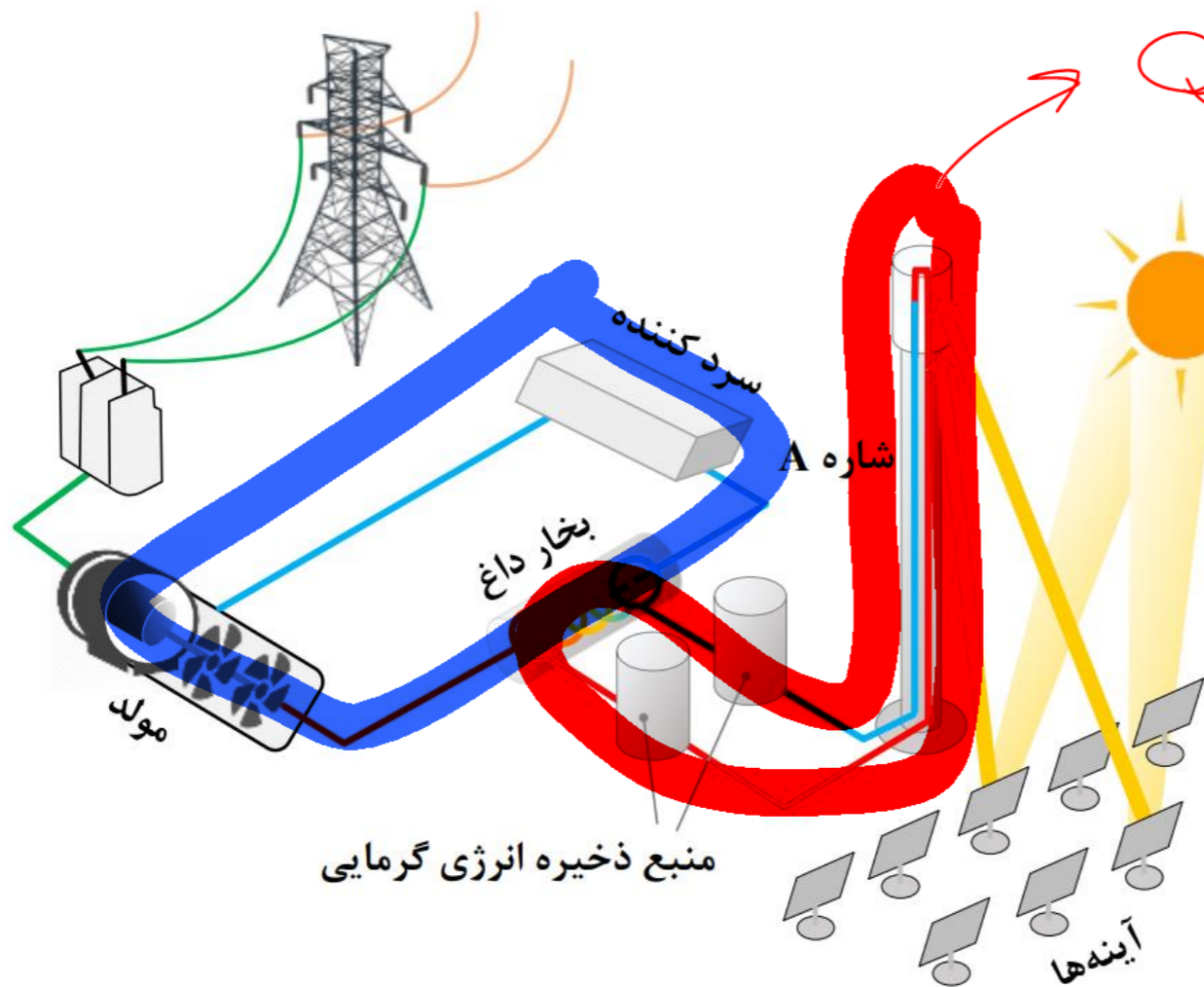


نکته ۶: نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی پروپان و دی‌متیل اتر با جرم مولی نزدیک به هم به صورت زیر است. توزیع بار الکتریکی در اطراف اتم مرکزی در پروپان یکنواخت بوده، بنابراین ناقطبی است در حالی که در دی‌متیل اتر ($\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$) تراکم الکترون‌ها در اطراف اتم اکسیژن بیشتر بوده و مولکول قطبی است. بنابراین چون جرم مولی این دو ترکیب نزدیک به هم است می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نقطه جوش دی‌متیل اتر بالاتر از پروپان است.



دسته سوم مواد؛ ترکیب‌های یونی

مقایسه ترکیب‌های مولکولی و یونی با یک مثال؛ هنر نمایی شاره (سیال) های مولکولی و یونی برای تولید برق



$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T$$

تکرار جامع بودن



ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)	گستره دمایی مایع	جاذبه بین ذرات
N₂	-۲۱۰	-۱۹۶	۱۴	واندروالسی
O₂	-۲۱۸	-۱۸۳	۳۵	واندروالسی
H₂O	۰	۱۰۰	۱۰۰	پیوند هیدروژنی
HF	-۸۳	۱۹	۱۰۲	پیوند هیدروژنی
NaCl	۸۰۱	۱۴۱۳	۶۱۲	پیوند یونی
Cu	۱۰۸۳	۲۵۰۰	۱۴۱۷	دریای الکترونی

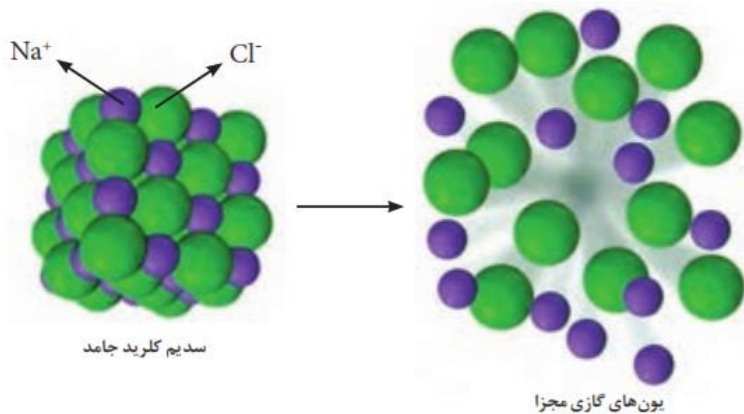


پویش علمی
ماندگارالبرز



آنتالپی فروپاشی شبکه بلور ترکیب یونی و عوامل موثر بر آن

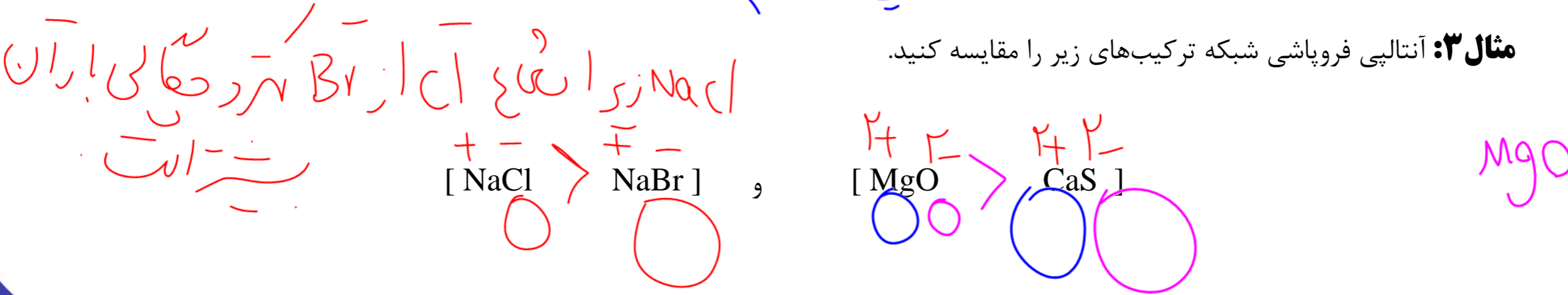
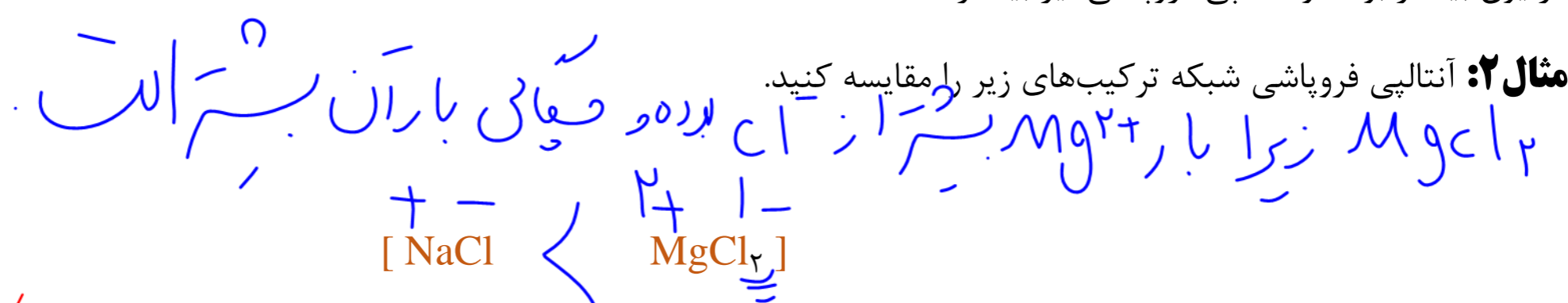
نوع و بار یون‌ها و در نتیجه قدرت نیروی جاذبه میان آنها در شبکه بلوری، کلیدی برای درک رفتار آنهاست. هر چه نیروی جاذبه میان یون‌ها قوی‌تر باشد، استحکام شبکه یونی بیشتر بوده و برای فروپاشی آن یا جدا کردن کامل یون‌ها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز است. شکل زیر فروپاشی شبکه یونی سدیم کلرید را نشان می‌دهد.



مقایسه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور ترکیب های یونی

(۱) ابتدا بار یون های تشکیل دهنده ترکیب ها را در نظر می گیریم. آنتالپی فروپاشی ترکیب یونی با حاصلضرب قدر مطلق بار یونها، و مجموع تعداد یون ها در فرمول شیمیایی آن، رابطه مستقیم دارد.

(۲) در صورت برابر بودن حاصلضرب گفته شده در مرحله اول، به شعاع یون ها توجه می کنیم. هر چه شعاع یک یون کمتر باشد، چگالی بار الکتریکی در یون بیشتر بوده، و آنتالپی فروپاشی نیز بیشتر است.

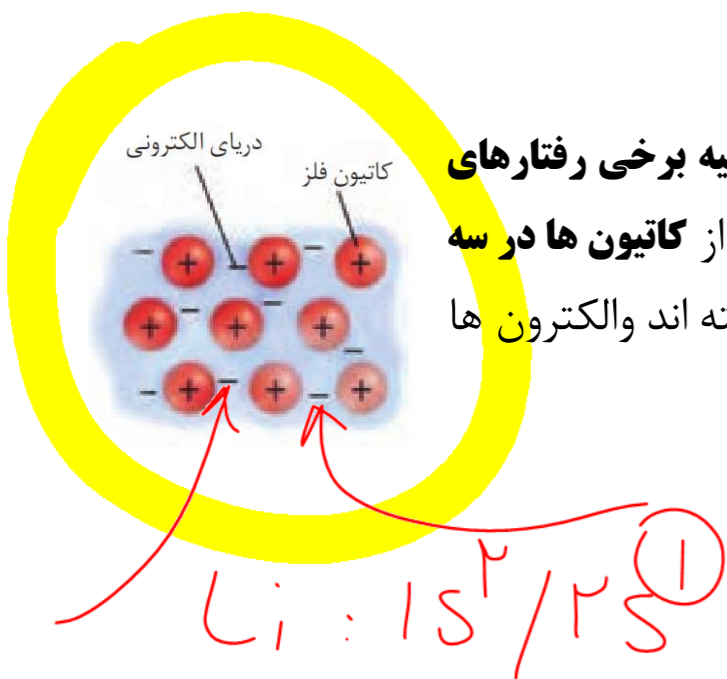


دسته چهارم مواد؛ فلزها

رفتارهای فیزیکی و شیمیایی فلزها: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری (چکش خواری) از جمله رفتارهای فیزیکی فلزها است و واکنش پذیری و تنوع اعداد اکسایش از جمله رفتارهای شیمیایی آنهاست.



شبکه بلوری فلزی ها: شکل مقابل یک الگوی ساده از شبکه بلوری فلزها را نشان می دهد که برای **توجیه برخی رفتارهای فیزیکی** آنها ارائه شده و به **مدل دریای الکترونی** معروف است. بر اساس این مدل، ساختار فلزها **آرایش منظمی از کاتیون ها در سه بعد** است که در فضای میان آنها **سست ترین** الکترون های موجود در اتم، (الکترون های ظرفیت) دریایی را ساخته اند و الکترون ها در آن **آزادانه** جابه جا می شوند.

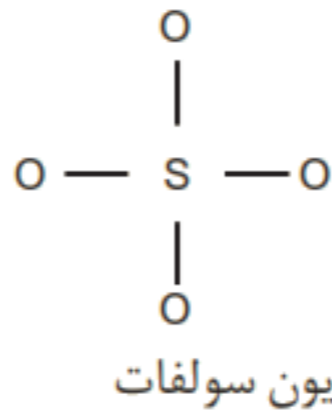
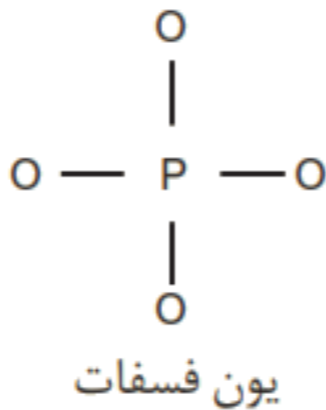
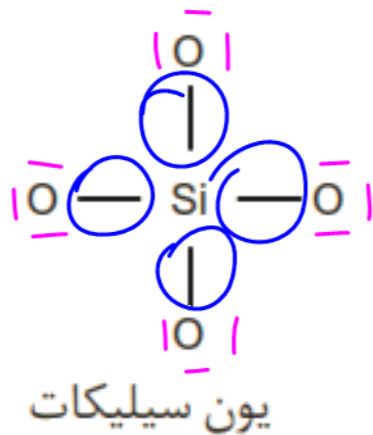


نکته ۱: دریای الکترون فلز توسط الکترون های ظرفیت فلز ساخته می شود زیرا این الکترون ها نسبت به الکترون های درونی در فاصله دورتری از هسته قرار گرفته اند و جاذبه هسته را کمتر احساس می کنند. به عبارت دیگر آزادی بیشتری دارند.

نکته ۲: چون الکترون ها در شبکه بلور فلز آزادانه حرکت می کنند، هر الکترون موجود در دریای الکترونی را نمی توان متعلق به تنها یک اتم دانست.

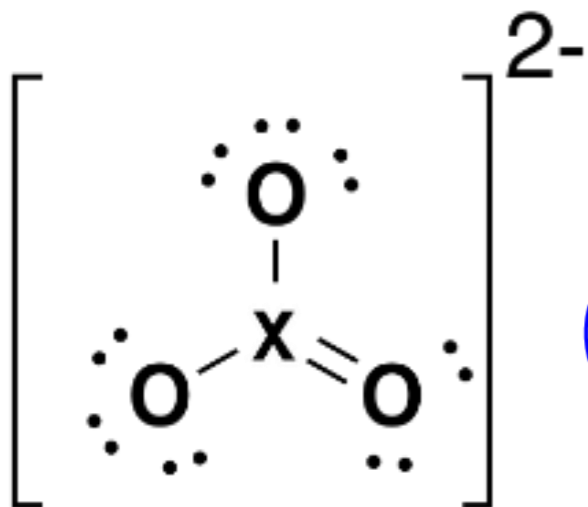


مثال ۱: هریک از ساختارهای لوویس را با جفت نقطه‌ها کامل کرده سپس بار الکتریکی هر آنیون را مشخص کنید. (نهایی)



یادداشت

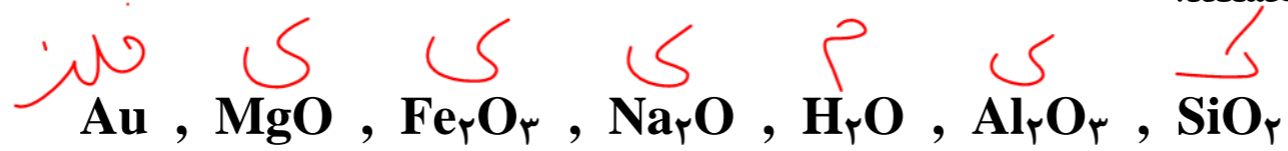
$$(4 + 6 \times 4) - (1 + 24) = -4$$



$$(\quad) - (\quad) = -2$$

مثال ۲: شماره گروه اتم X را مشخص کنید.

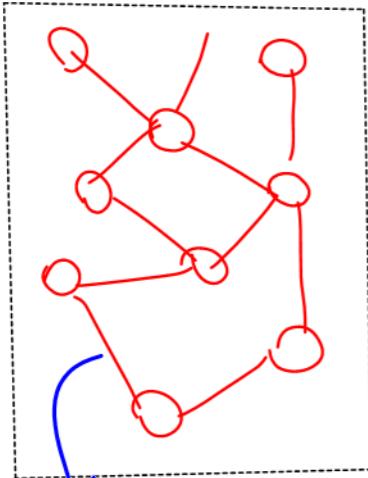
مثال ۴: مواد سازنده نوعی خاک رس در زیر آمده است. از میان ۷ ماده زیر، ماده دارای الگوی ساختاری (آ)، ماده دارای الگوی ساختاری (ب) و ماده دارای الگوی ساختاری (پ) هستند.



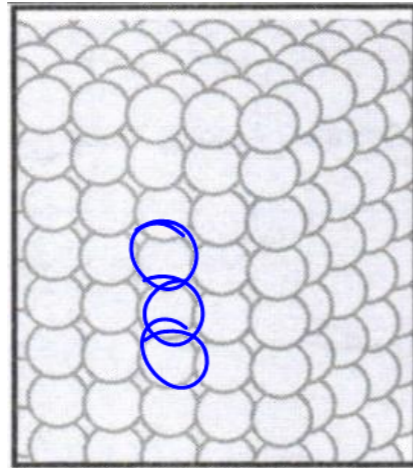
پویش علمی
ماندگارالبرز



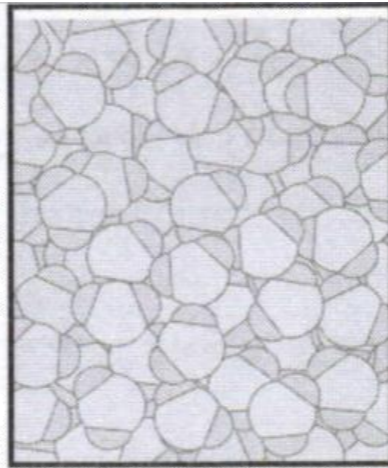
پویش جهاد علمی دبیرستان ماندگارالبرز



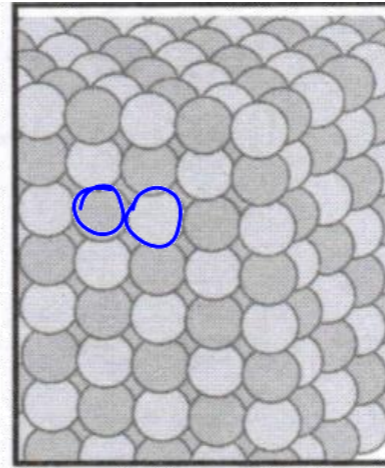
شکل لانه‌ای



(پ)
فلز

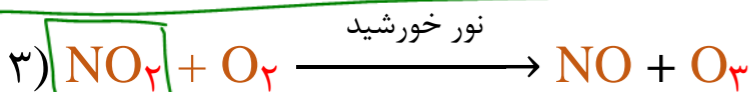


(ب)

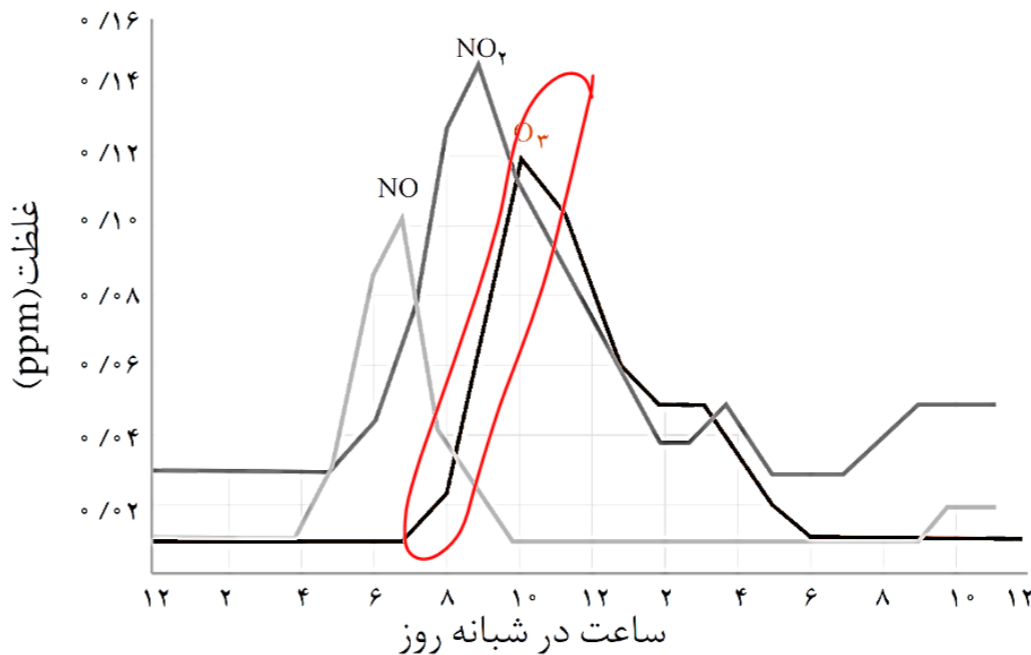


(آ)
لونی

نکاتی درباره آلاینده‌ها و تغییر غلظت آن‌ها در طول روز



قهوه‌ای



پویش علمی
ماندگارالبرز

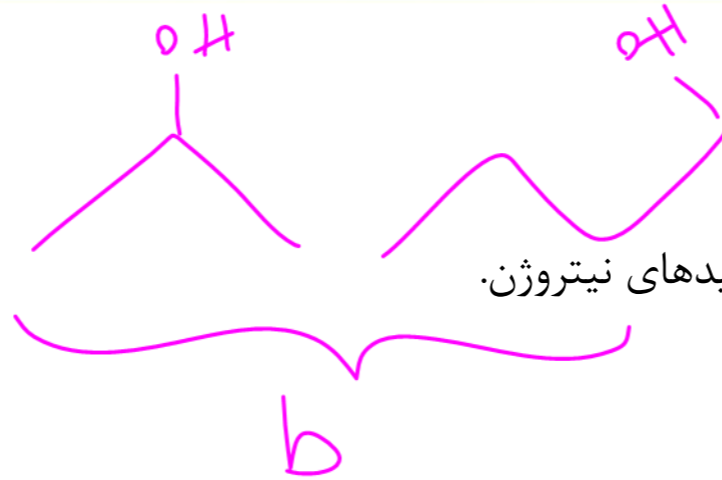
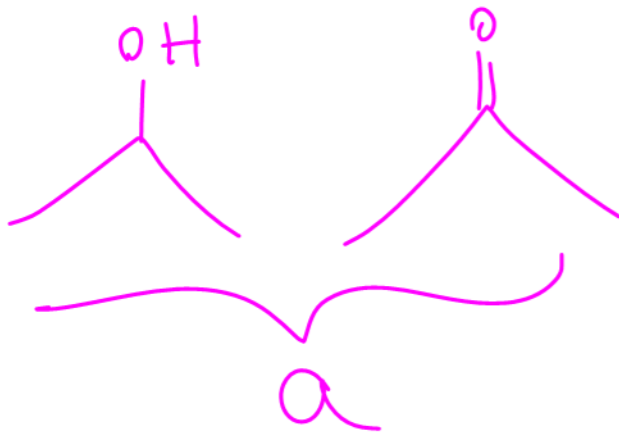


کاربردهای طیف سنجی فرسرخ

۱) شناسایی گروه‌های عاملی.

۲) شناسایی آلاینده‌هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن.

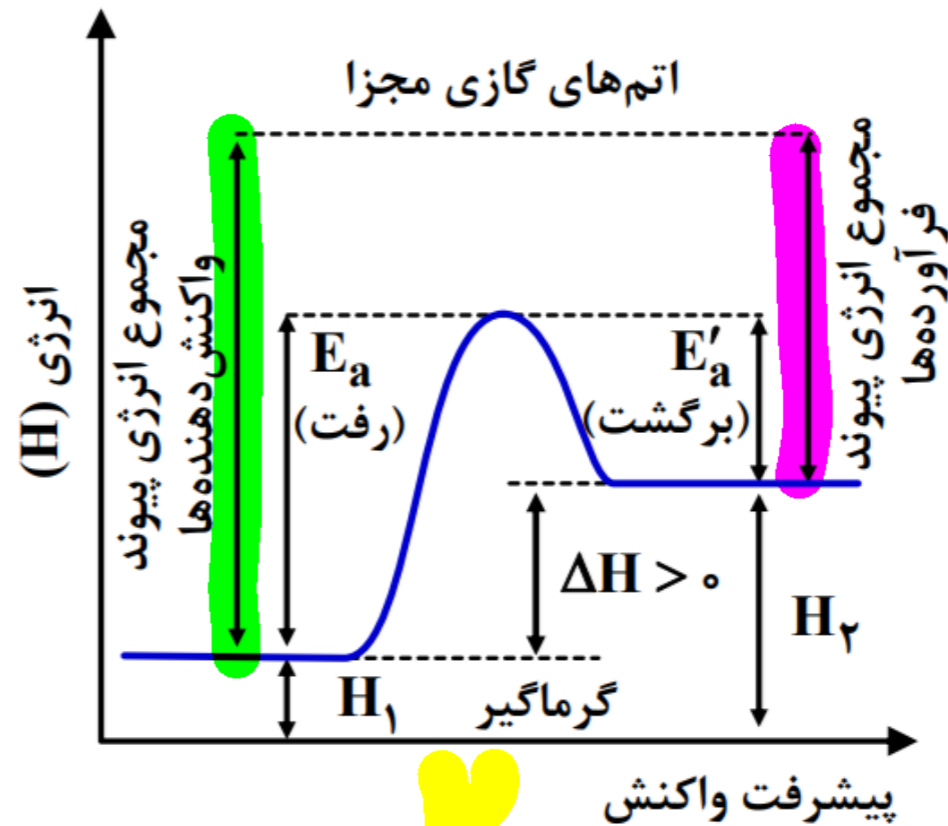
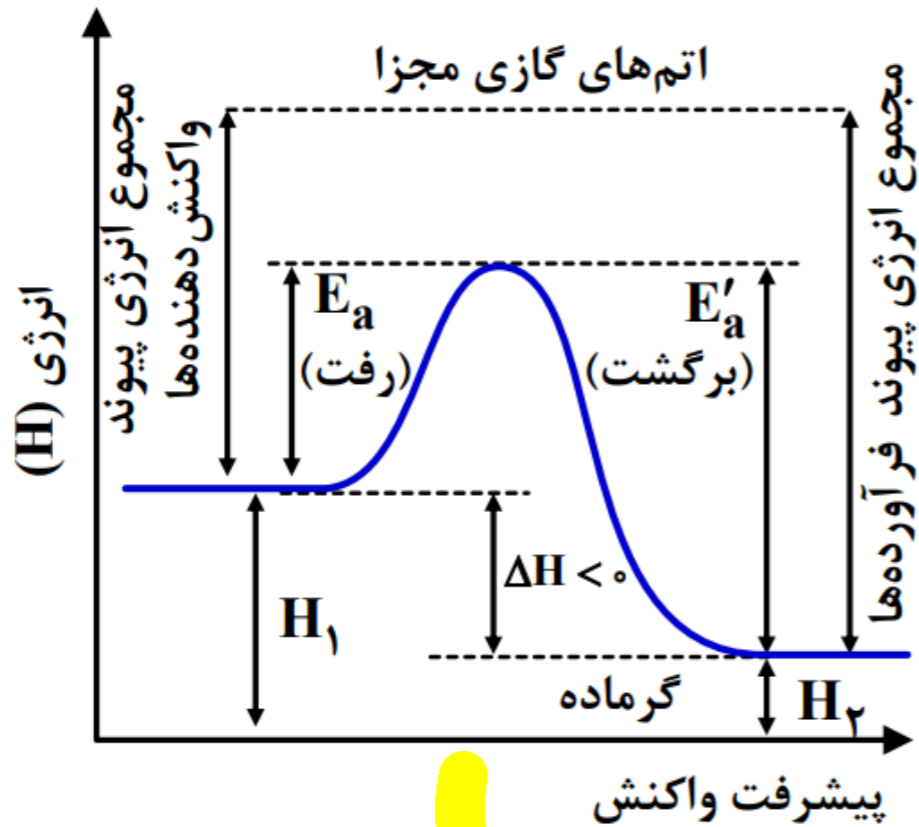
۳) شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای.



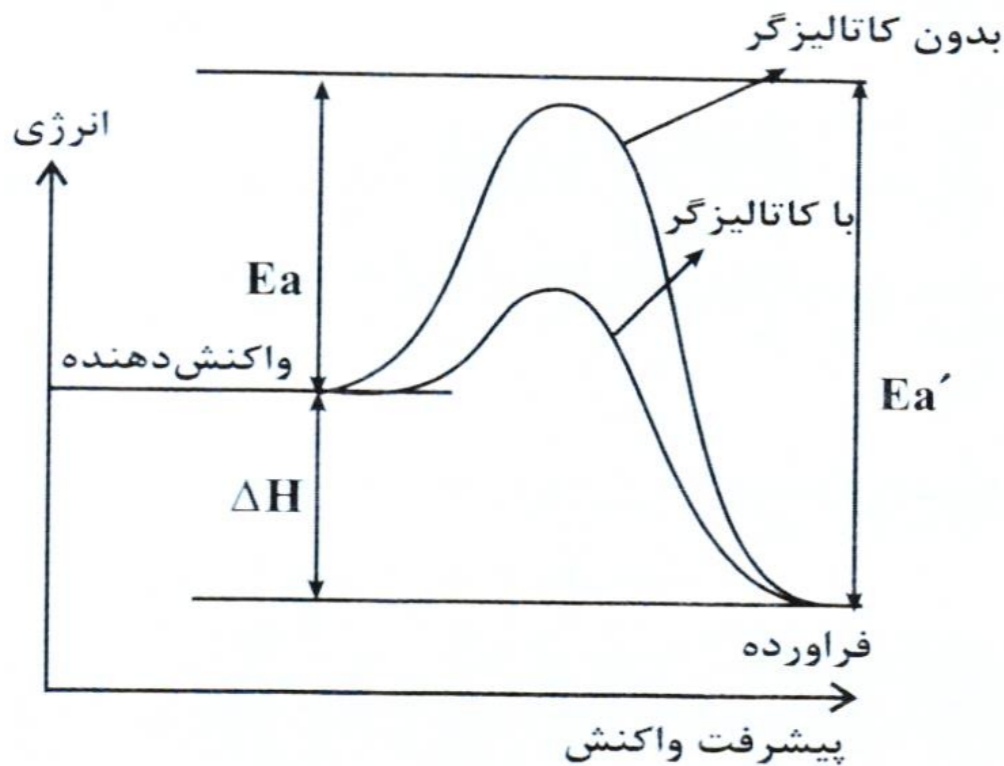
پویش علمی
ماندگارالبرز



انرژی فعال سازی در واکنش‌های شیمیایی



کاتالیزگر



نقش کاتالیزگر: کاتالیزگر در هر واکنش شیمیایی؛

- ۱) انرژی فعالسازی واکنش رفت و برگشت را کاهش می‌دهد. ✓
- ۲) سرعت واکنش رفت و برگشت را بیشتر می‌کند. ✓
- ۳) انجام واکنش را آسان‌تر می‌کند. ✓
- ۴) واکنش را در دمای پایین‌تر انجام می‌دهد. ✓
- ۵) کاتالیزگر زمان انجام واکنش را کمتر می‌کند. ✓
- ۶) سطح انرژی قله را کاهش می‌دهد. ✓
- ۷) کاتالیزگر هزینه مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. ✓
- ۸) کاتالیزگر به حفظ محیط زیست کمک می‌کند. ✓

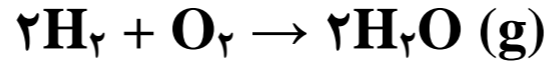
ΔH ، مقدار فرارده ، در صد طولی
 با کاتالیزگر
 پایداری واکنش بدهنده و فرارده
 افزایش می‌دهد



پویش علمی
ماندگارالبیرز

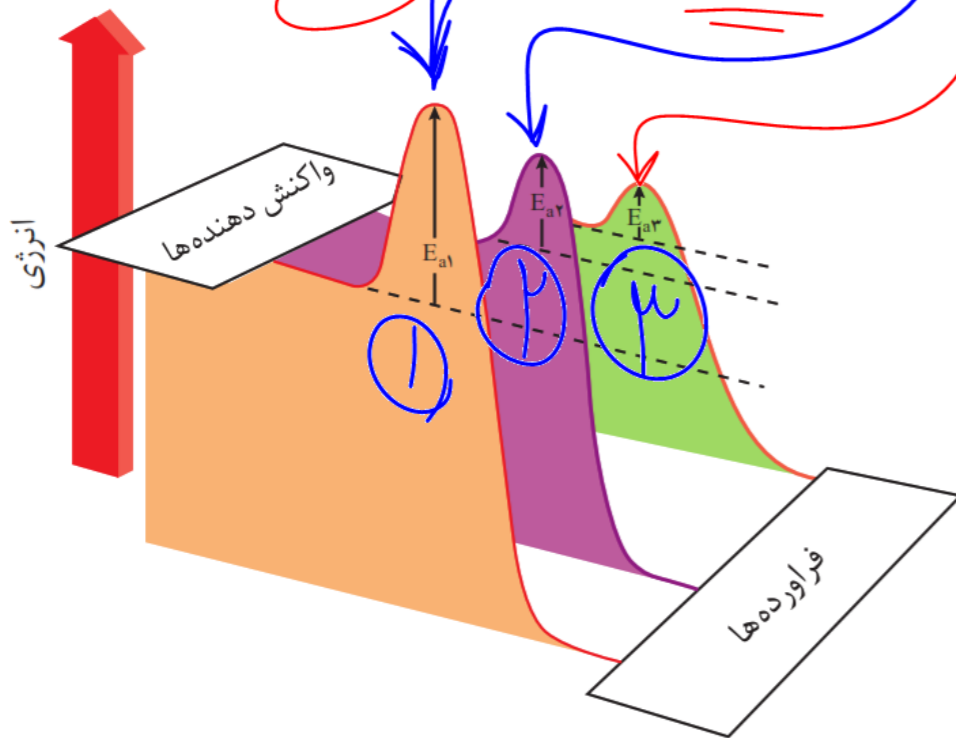


را در شرایط گوناگون نشان می‌دهد، با توجه به آن به پرسش



مثال: جدول زیر برخی داده‌ها برای واکنش
ها پاسخ دهید. (نهایی)

شرایط آزمایش	دما (°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



آ) توضیح دهید چرا این واکنش در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود؟

ب) نقش جرقه در انجام واکنش چیست؟
پ) نقش پودر روی و توری پلاتینی در این واکنش چیست؟

ت) کدام کمیت برای این واکنش در هر شرایطی (در دمای ثابت) ثابت می‌ماند؟



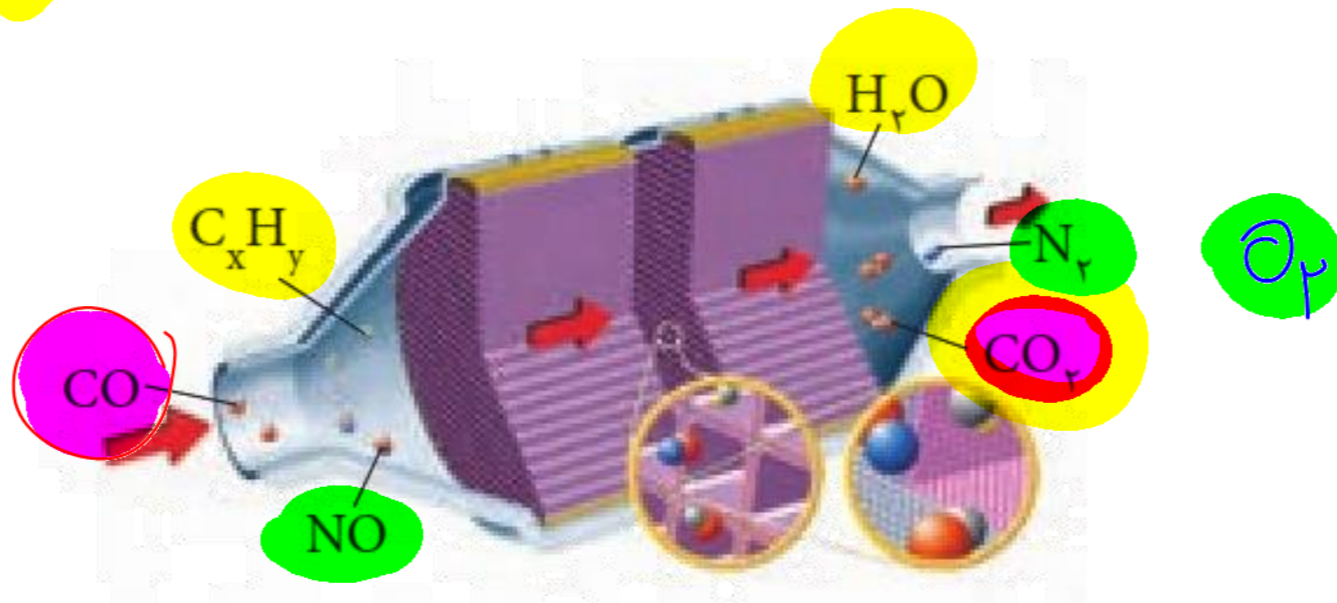
ث) هر یک از نمودارها را به کدام شرایط واکنش می‌توان نسبت داد؟ توضیح دهید.



پویش علمی
ماندگارالبرز



مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی: قطعه‌ای سرامیکی است که در مسیر گازهای خروجی از خودروها قرار می‌دهند که می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود. بر روی سطح این قطعه سرامیکی که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشانده شده است.

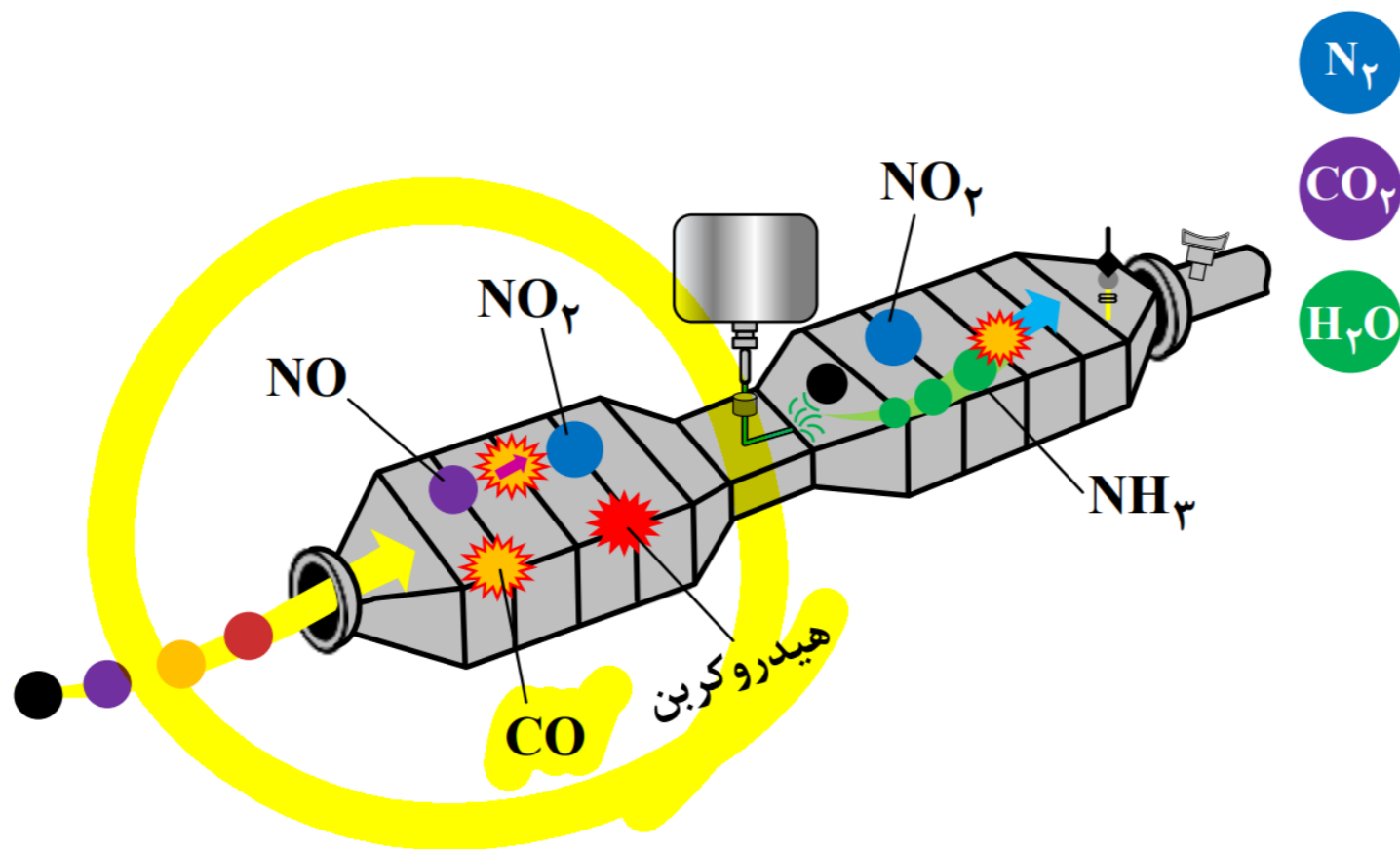


پویش علمی
ماندگارالبرز



مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی

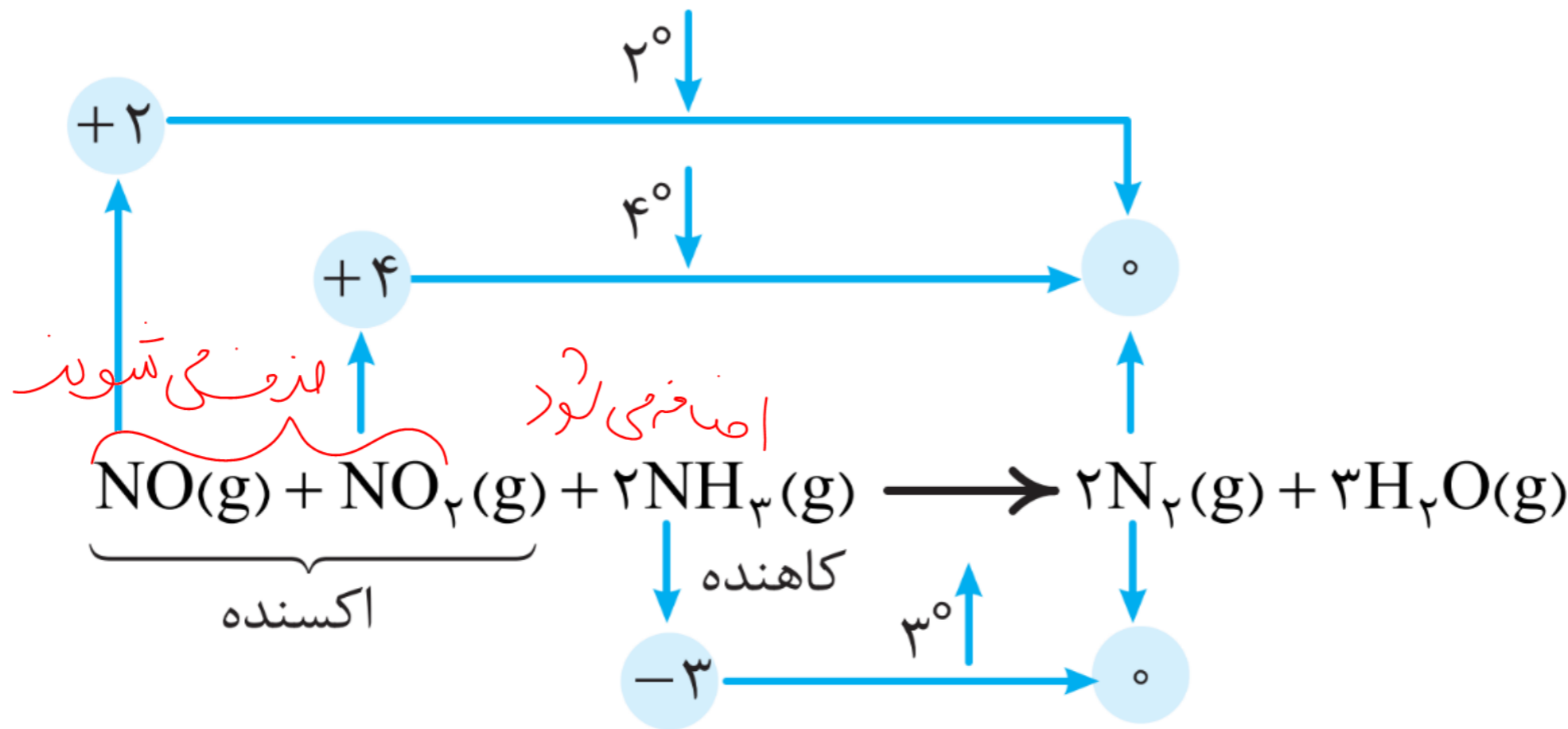
ناتوانی مبدل خودروهای بنزینی برای خودروهای دیزلی: با استفاده از مبدل کاتالیستی می‌توان از ورود آلاینده‌های تولید شده در خودروهای بنزینی به هوا کره جلوگیری کرد. اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از این نوع مبدل‌ها **نی‌توان** گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را **به گاز نیتروژن** تبدیل کرد. بنابراین ضروری است برای حل این مسئله، **مبدلی نو** طراحی کرد. پژوهشگران و مهندسان برای خودروهای دیزلی مبدلی به شکل زیر طراحی کرده‌اند.



پویش علمی
ماندگارالبیرز



نقش مهم آمونیاک در مبدل دیزلی: در این مبدل با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO₂ به گاز N₂ تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO₂ به هواکره جلوگیری می‌شود.



ویژگی های واکنش تعادلی

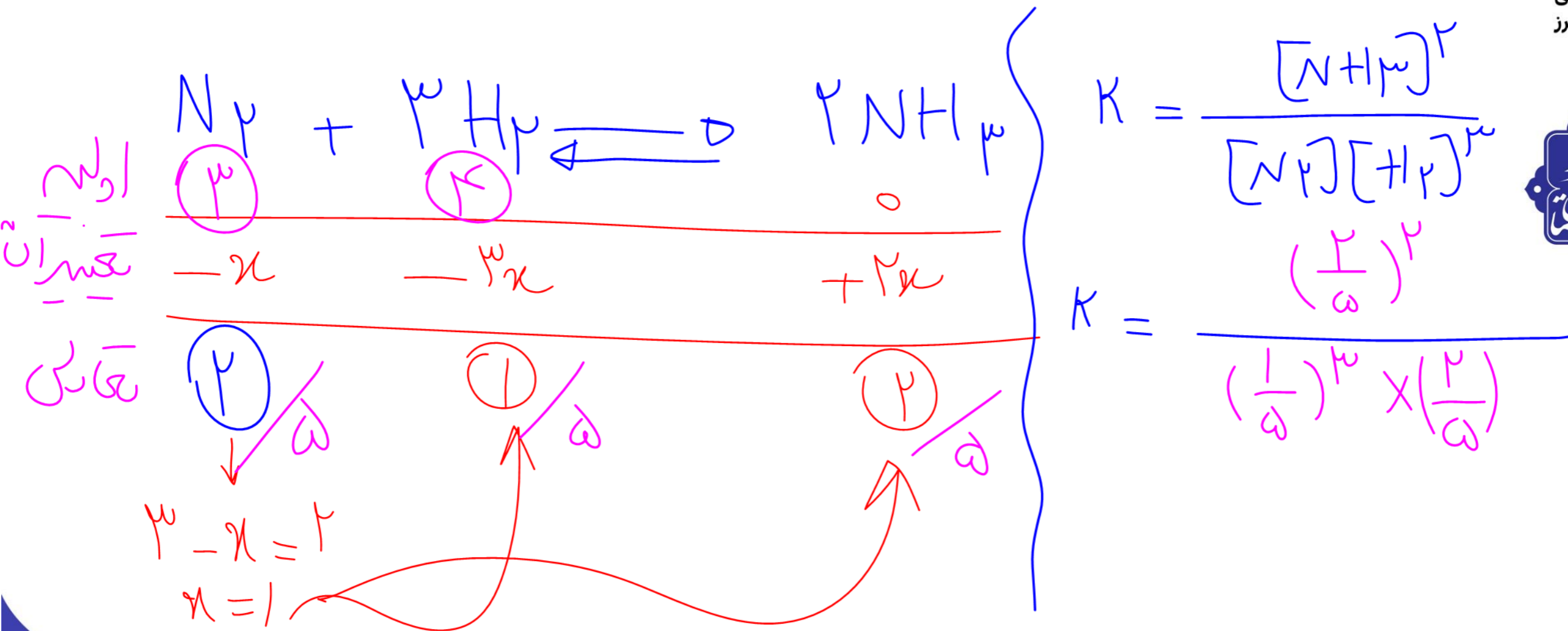
- ۱) دارای واکنشی برگشت پذیر است.
- ۲) سامانه واکنش بسته است.
- ۳) سرعت واکنش رفت و برگشت برابر است.
- ۴) غلظت و مقدار مواد ثابت است.
- ۵) غلظت هیچ ماده ای صفر نیست.



پویش علمی
ماندگارالبرز



مثال ۳: اگر در یک ظرف ۵ لیتری در بسته در دمای معین، ۴ مول گاز هیدروژن و ۳ مول گاز نیتروژن را مطابق فرایند هابر مخلوط و گرم کنیم و در حالت تعادل، ۲ مول گاز نیتروژن در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟



اصل لوشاتلیه

تعریف اصل لوشاتلیه: اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند.



عوامل مؤثر بر جابجایی تعادل: در ادامه تاثیرات تغییر سه عامل « تغییر غلظت مواد »، « تغییر فشار یا حجم » و « تغییر دما » را تعادل بررسی خواهیم کرد.

مثال ۱: در تعادل $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ اگر مقداری از PCl_3 را از ظرف خارج کنیم، تا رسیدن به تعادل:

(۱) تعادل در کدام جهت جابجا می‌شود؟ در جهت رفت جابجایی شود تا PCl_3 خارج شده را تا حد ممکن جبران کند.

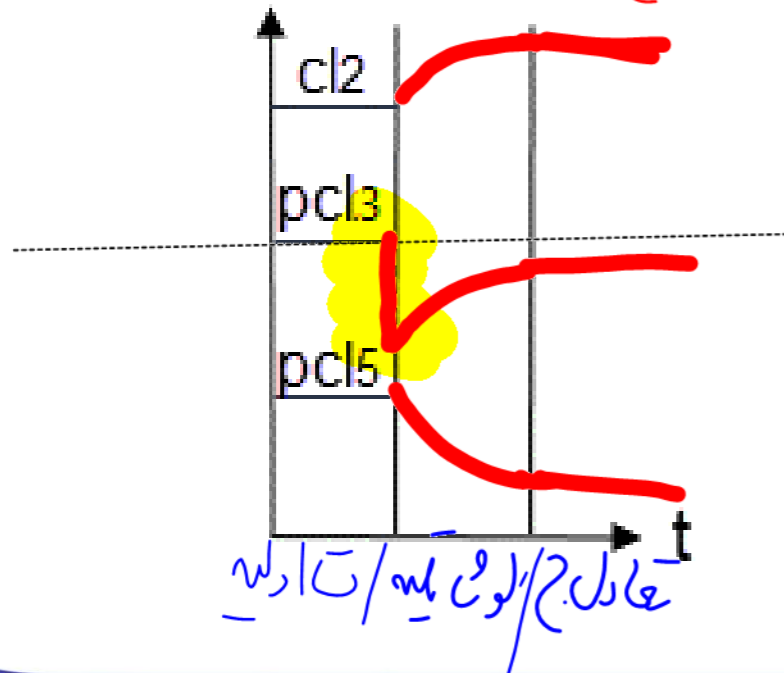
(۴) K چه تغییری می‌کند؟ ثابت

(۵) فشار سامانه چه تغییری می‌کند؟ $\downarrow P$

$\downarrow P$

(۶) نمودار غلظت-زمان داده شده را کامل کنید.

غلظت مولی



تعادل / لوشاتلیه / تا ابد



مثال ۱: اگر سیستم تعادلی $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$, $K = 1/69$ که در یک ظرف سر بسته یک لیتری برقرار است در دمای ثابت به

یک ظرف نیم لیتری منتقل شود:

(۱) تعادل در کدام جهت جابجا می‌شود؟

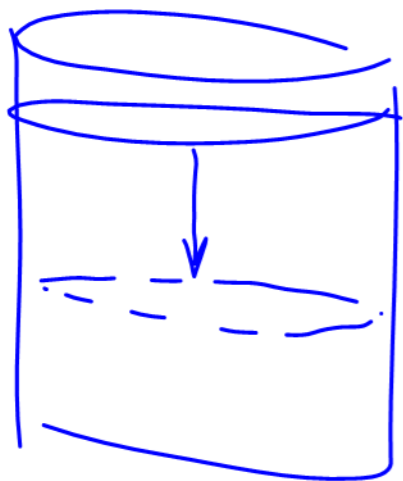
در جهت برگشت، چون با افزایش فشار تعادل به سمتی که مجموع ضرایب استوکیومتری کم‌تر از آن است جابجا می‌شود.

(۲) غلظت مواد در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه چه تغییری کرده است؟

غلظت هم افزایش می‌یابد

(۳) تعداد مول‌های مواد چه تغییری می‌کند؟

PCl_5 افزایش و بقیه کاهش می‌یابند



مثال ۳: در تعادل $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + q$ با کاهش دما:

(۱) تعادل در کدام جهت جابجا می‌شود؟

(۴) K چه تغییری می‌کند؟

(۵) فشار سامانه چه تغییری می‌کند؟

(۷) رنگ سامانه چه تغییری می‌کند؟

در جهت سمت راست زیرا با سرد شدن تعادل در جهت سمت راست (کمتره) جابجا می‌شود تا اثرهای از دست رفته را تأمین کند.

رنگ سامانه تیره‌تر می‌شود.

$\uparrow K$
 (بخاطر T) \rightarrow



پویش علمی
ماندگار البرز



مثال ۴: با توجه به داده‌های جدول رو به رو که به نوعی واکنش تعادلی مربوط است، چند مورد از مطالب زیر **نادرست** است؟

دما (°C)	K(mol ⁻¹ .L)
۲۵	۴/۰ × ۱۰ ^{۲۴}
۲۲۷	۲/۵ × ۱۰ ^{۱۰}
۴۳۶	۲/۵ × ۱۰ ^۴

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

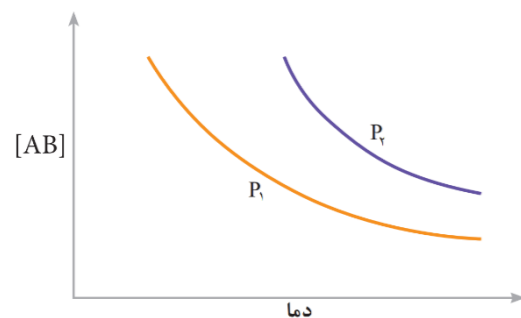
- مجموع انرژی پیوندی فراورده‌ها از واکنش دهنده‌ها بیشتر است.
- با افزایش دما، سرعت واکنش رفت افزایش و سرعت واکنش برگشت ثابت می‌ماند.
- واکنش گرماده است و افزایش دما سبب کاهش بیشتر سرعت آن در جهت رفت می‌شود.
- انرژی فعال سازی واکنش در جهت رفت کمتر از مقدار آن در جهت برگشت است.



پویش علمی
ماندگارالبرز



مثال ۹: نمودار زیر تغییر غلظت فراورده را برای واکنش تعادلی $A(g) + B(g) \rightleftharpoons AB(g)$ در دو شرایط متفاوت نشان می‌دهد.



آ) این واکنش گرماده است یا گرماگیر؟ چرا؟

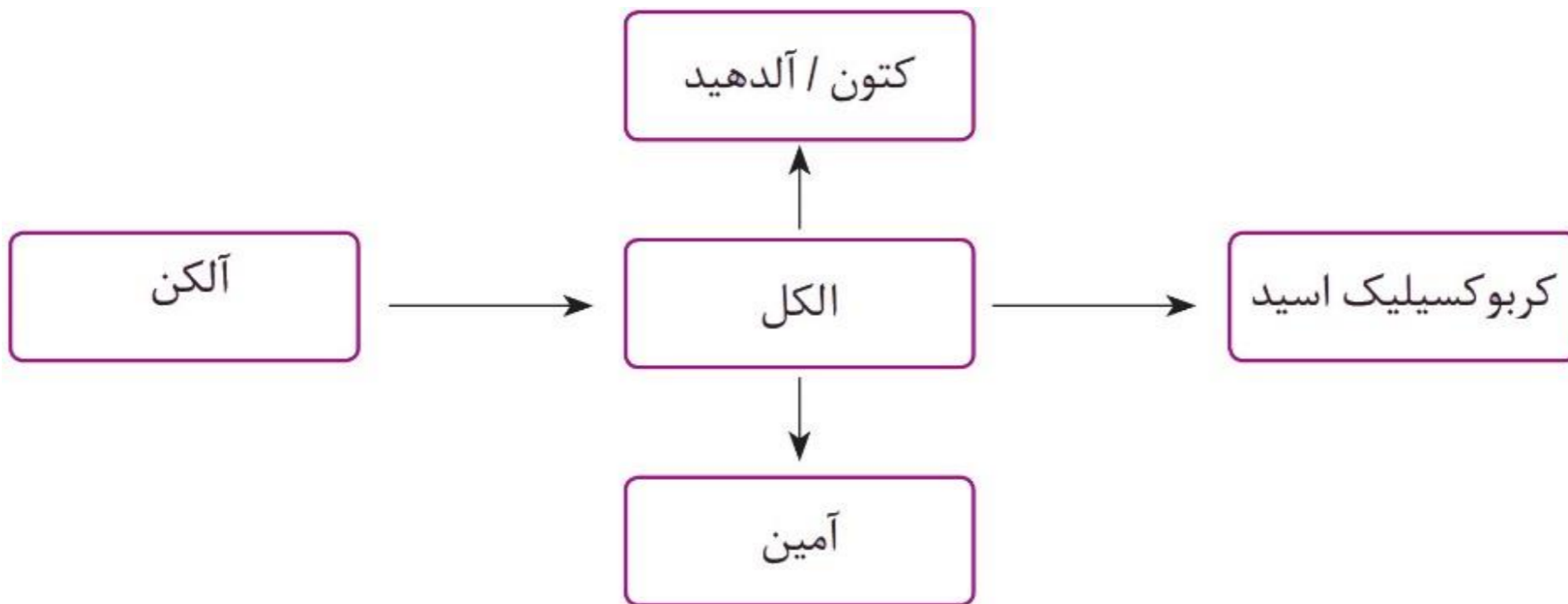
ب) فشار P_2 از P_1 بزرگ تر است یا کوچک تر؟ پاسخ خود را توضیح دهید.



پویش علمی
ماندگارالبرز



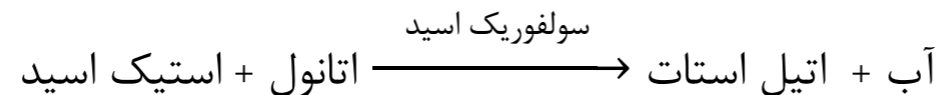
محصولاتی که غیر مستقیم از آلکن تهیه می‌شوند: تهیه ۷ محصول را به شکل مستقیم از اتن بررسی کردیم. طبق نمودار زیر برای تهیه کتون، آلدهید، کربوکسیلیک اسید و آمین از آلکن‌ها، باید ابتدا آلکن را به الکل تبدیل کنیم. به عنوان مثال طبق الگوی زیر می‌توان از آلکن الکل و کربوکسیلیک اسید تولید کرد. و از واکنش الکل و اسید به دست آمده می‌توان استر تولید کرد. در ادامه تولید اتیل استات را به عنوان نمونه ای از استرها بررسی خواهیم کرد.



پویش علمی
ماندگارالبرز



تهیه اتیل استات: اتیل استات یک استر است و به عنوان **حلال چسب** به کار می‌رود. این ماده را طی واکنش استری شدن از اتانول C_2H_5OH و استیک اسید (اتانوئیک اسید) CH_3COOH در حضور کاتالیزگر سولفوریک اسید تهیه می‌کنند.



نکته ۱: چون در واکنش استری شدن پیوند اتم‌های اکسیژن متصل به کربن تغییری نمی‌کند، این واکنش (استری شدن) از نوع اکسایش - کاهش نیست.

نکته ۲: اتانول مورد نیاز برای تهیه اتیل استات را می‌توان از واکنش اتن با آب به دست آورد.



فرایند کلی سنتز PET

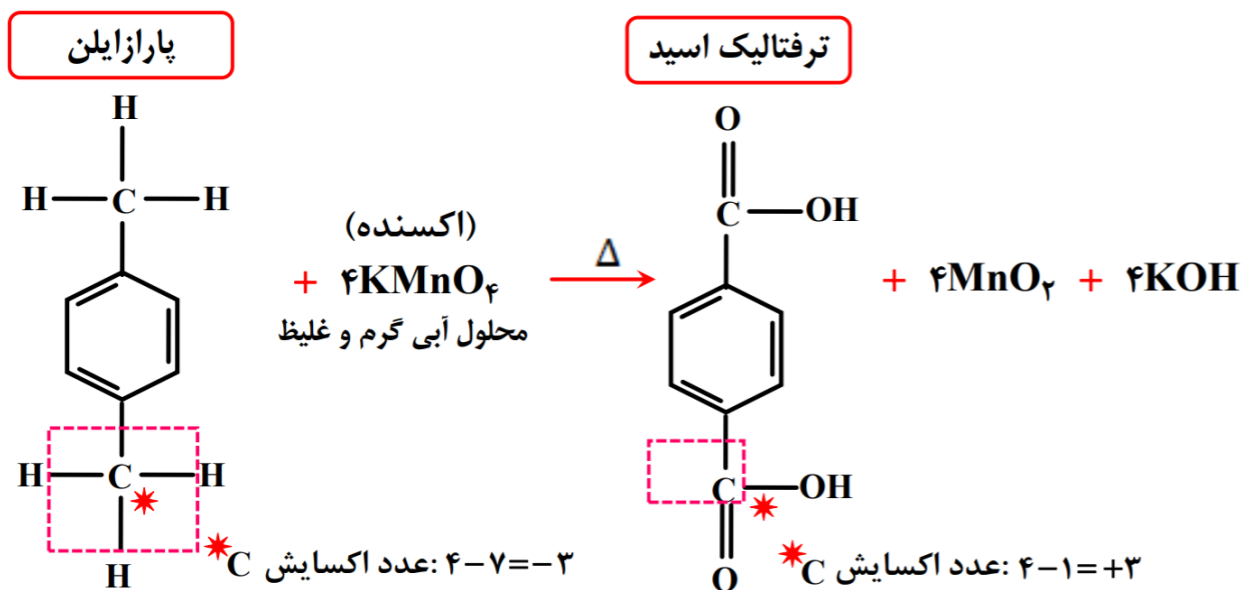
قبل از شروع به یادگیری جزئیات این سنتز نگاهی کلی به مراحل سنتز پلی اتیلن ترفتالات در الگوی زیر داشته باشید تا درک بهتری از نقش هر مرحله به دست آورید:



پویش علمی
ماندگارالبرز



سنتز اتیلن گلیکول: طبق الگوی کلی سنتز PET یکی از مراحل سنتز، تهیه اتیلن گلیکول (الکل دو عاملی) است. برای سنتز اتیلن گلیکول، باید گاز اتن را با یک ماده شیمیایی مناسب و مؤثر واکنش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که گاز اتن در اثر واکنش با **محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات** در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود.



پویش علمی
ماندگارالبرز

