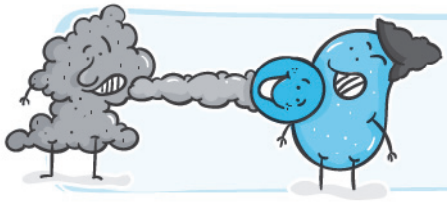
فهرست



فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۷

پاسخ‌نامهٔ فصل اول ۴۸

فصل دوم: آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی ۶۰

پاسخ‌نامهٔ فصل دوم ۱۰۲

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۱۱۸

پاسخ‌نامهٔ فصل سوم ۱۴۵

فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آیندهٔ روشن‌تر ۱۵۱

پاسخ‌نامهٔ فصل چهارم ۱۹۰

امتحان‌های نیم‌سال اول ۲۰۱

پاسخ‌نامهٔ امتحان‌های نیم‌سال اول ۲۰۵

امتحان‌های نیم‌سال دوم ۲۰۹

پاسخ‌نامهٔ امتحان‌های نیم‌سال دوم ۲۱۷

توجه بنزین (C_8H_{18}) و وازلین ($C_{25}H_{52}$) هر دو جزء خانوادهٔ هیدروکربن‌ها (*دقیق‌تر بگیم* جزء آلکان‌ها) بوده و گشتاور دوقطبی مولکول‌های آن‌ها صفر است.

مثال و پاسخ

مثال **چرا لکهٔ عسل به راحتی با آب شسته می‌شود؟**

پاسخ عسل حاوی مولکول‌های قطبی است[1] که در ساختار خود شمار زیادی گروه هیدروکسیل (OH) دارند. وقتی عسل را در آب می‌ریزیم، مولکول‌های سازندهٔ آن از طریق این گروه‌های هیدروکسیل با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کرده و در سرتاسر آن پخش می‌شوند؛ بنابراین آب پاک‌کنندهٔ مناسبی برای عسل است و لکهٔ عسل به راحتی با آب شسته می‌شود.

توجه به طور مشابه *می‌تونیم بگیم* آب، پاک‌کنندهٔ مناسبی برای لکه‌های شیرینی مانند آب‌قند، شربت آبلیمو و چای شیرین نیز هست.

یادآوری در شیمی دهم خواندید که **پیوند هیدروژنی** میان اتم H متصل به یکی از اتم‌های O، N یا F از یک مولکول با یکی از اتم‌های O، N یا F از مولکول دیگر تشکیل می‌شود. پیوند هیدروژنی از دیگر نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی بسیار قوی‌تر است. *به فرمودهٔ کتاب درسی دهم!* سایر نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی را **نیروهای وان‌دروالسی** می‌نامیم.

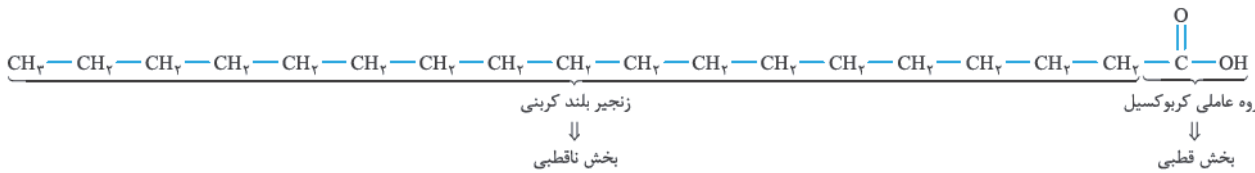
صابون‌ها

از تجربهٔ زندگی روزانه *می‌دونیم* که با استفاده از صابون و شوینده‌ها می‌توان لکه‌های چربی را شست و پوست یا لباس‌های آغشته به آن‌ها را تمیز کرد. در ادامه می‌بینیم که مولکول‌های صابون چگونه سبب پاکیزگی و زدودن لکه‌های چربی می‌شوند. اما قبل از هر چیز، باید چربی‌ها *رو بشناسیم!*

چربی‌ها

چربی‌ها **مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر** (با جرم مولی زیاد) هستند. *شاید بگین این‌که نشد تعریف! نگران نباشید الان بیشتر توضیح می‌دیم!*

اسیدهای چرب، **کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی** هستند:

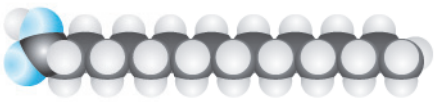


کربوکسیلیک اسید نشان داده شده با داشتن زنجیر بلند کربنی (با ۱۷ اتم کربن) یک اسید چرب محسوب می‌شود.

توجه به علت غلبه بخش ناقطبی بر بخش قطبی، نیروی بین مولکولی غالب در اسیدهای چرب از نوع وان‌دروالسی بوده و در نتیجه در آب **حل نمی‌شوند.**

توجه اسیدهای چرب به علت داشتن گروه عاملی کربوکسیل (که هیدروژن متصل به اکسیژن دارد)، می‌توانند با یکدیگر و با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند، اما به علت بلند بودن زنجیر کربنی آن‌ها، نیروی بین مولکولی غالب آن‌ها از نوع وان‌دروالسی است و نه هیدروژنی!

نکته مانند سایر هیدروکربن‌ها، اسیدهای چرب را می‌توان به دو دستهٔ کلی سیرشده و سیرنشده تقسیم کرد. در اسیدهای چرب سیرشده، اتم‌های کربن زنجیرهٔ کربنی با پیوندهای یگانه به یکدیگر متصل هستند و فرمول عمومی آن‌ها به صورت $C_nH_{2n+1}COOH$ می‌باشد. اما در ساختار اسیدهای چرب سیرنشده، پیوند بین برخی اتم‌های کربن دوگانه است. شکل زیر مدل فضاپرکن یک اسید چرب سیرشده را نشان می‌دهد:

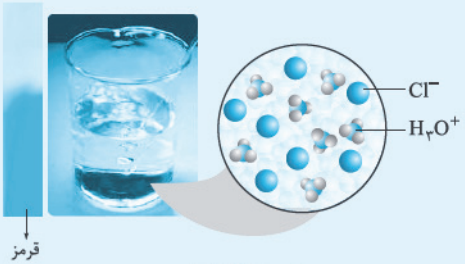


۱- عسل به طور عمده حاوی قندهای ساده مانند گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و مالتوز است. مولکول‌های سازندهٔ این قندها شمار زیادی گروه هیدروکسیل (OH) دارند.

مثال و پاسخ

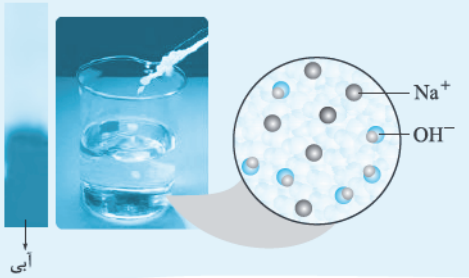
مثال با توجه به مدل آرنیوس، محلول‌های حاصل از حل‌شدن گاز هیدروژن کلرید و سدیم هیدروکسید جامد در آب، به ترتیب چه خاصیتی دارند؟

پاسخ بر اثر حل‌شدن گاز هیدروژن کلرید ($HCl(g)$) در آب، غلظت یون هیدرونیوم ($H^+(aq)$) افزایش پیدا می‌کند؛ بنابراین گاز **هیدروژن کلرید، اسید آرنیوس** محسوب می‌شود.



محلول اسیدی: $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

برای اثر حل‌شدن سدیم هیدروکسید جامد ($NaOH(s)$) در آب، غلظت یون هیدروکسید ($OH^-(aq)$) افزایش پیدا می‌کند؛ بنابراین **سدیم هیدروکسید جامد، باز آرنیوس** به حساب می‌آید.



محلول بازی: $NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$

توجه *همان‌طور که در شیمی دهم دیدید!* یون $H^+(aq)$ *(یا همون پروتون)*، در آب به صورت $H_3O^+(aq)$ یافت می‌شود و به یون هیدرونیوم معروف است. *اما برای این که کارمون هنگام نوشتن منابع علمی راحت‌تر بشه، به جای نماد هیم! $H_3O^+(aq)$، از نماد جمع‌وجور! $H^+(aq)$ برای* نشان‌دادن یون هیدرونیوم استفاده می‌کنیم. *پس اگه نوشتیم $H^+(aq)$ و فوندیم هیدرونیوم، اصلاً تعجب نکنید!*

دو مثال از اسیدهای آرنیوس:

۱) **هیدروهالیدها** $(HX : X = F, Cl, Br, I)$ در آب حل شده و خاصیت اسیدی دارند. $HX(aq) \rightarrow H^+(aq) + X^-(aq)$

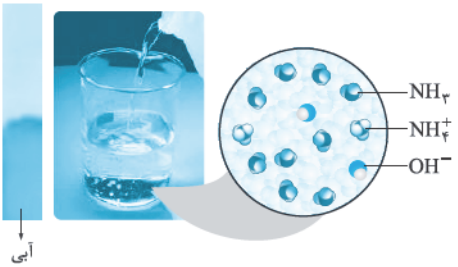
۲) **نیتریک اسید:** $HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$

توجه در واکنش‌های بالا، بر اثر حل‌شدن اسید آرنیوس در آب، غلظت یون هیدرونیوم ($H^+(aq)$) افزایش پیدا می‌کند.

دو مثال از بازهای آرنیوس:

۱) **آمونیاک:** آمونیاک به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی در آب **به طور عمده به شکل مولکولی** حل می‌شود و می‌توان برای آن فرمول $NH_4OH(aq)$ را در نظر گرفت، $NH_4OH(aq)$ در آب OH^- آزاد می‌کند؛ بنابراین آمونیاک باز آرنیوس است:

$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$



۲) **هیدروکسید فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی:**

$NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$

$Ba(OH)_2(aq) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

توجه هیدروکسید فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی، در ساختار خود یون OH^- داشته و در اثر حل‌شدن در آب[۱]، یون OH^- موجود در ساختار خود را آزاد می‌کنند.

۱- هیدروکسیدهای فلزهای قلیایی خاکیِ منیزیم و کلسیم ($Mg(OH)_2$ و $Ca(OH)_2$) در آب نامحلول هستند.

سؤال‌های امتحانی

۳۲- در هر مورد، از بین دو واژهٔ داده‌شده، واژهٔ مناسب را انتخاب کنید.

آ) کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای (ضعیف / قوی) هستند.

ب) آمونیاک یک (اسید / باز) آرنیوس به شمار می‌رود؛ زیرا سبب افزایش غلظت یون (هیدروکسید / هیدرونیوم) در آب می‌شود.

پ) اکسید (فلزها / نافلزها) در آب، اسید آرنیوس به شمار می‌آیند و به هنگام حل‌شدن در آب یون (OH^- / H^+) تولید می‌کنند.

ت) اسیدهای ضعیف (به طور کامل / به میزان جزئی) در آب یونیده می‌شوند و شمار یون‌ها در محلول آن‌ها (کم / زیاد) است.

۳۳- با توجه به واژه‌های داخل کادر، کلمهٔ مناسب برای تکمیل هر عبارت را بنویسید. توجه کنید که ممکن است از برخی موارد، بیش از یک بار استفاده شود و البته برخی از آن‌ها اضافی‌اند.

هیدرونیوم ـ کاهش ـ ضعیف ـ افزایش ـ هیدروکسید ـ قوی

آ) هر چه غلظت یون ..... در محلولی بیشتر باشد، آن محلول، اسیدی‌تر و هر چه غلظت یون ..... در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی‌تر است.

ب) یک نمونه شیر سالم با ..... غلظت یون هیدرونیوم، ترش شده است؛ به طوری که دیگر قابل نوشیدن نیست.

پ) اسیدهای موجود در سرکهٔ سیب، انگور، ریواس و مرکبات از جمله اسیدهای ..... هستند.

۳۴- درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست‌بودن، شکل درست آن را بنویسید.

آ) اسیدها با همهٔ فلزها واکنش می‌دهند.

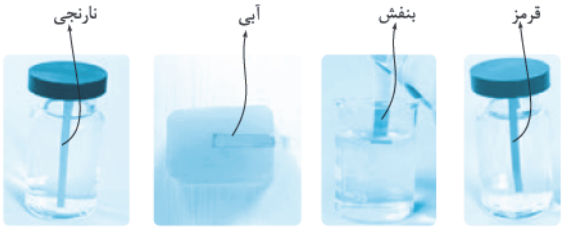
ب) ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست، سبب تغییر pH آن می‌شود.

پ) شیمی‌دان‌ها پیش از آن‌که ساختار اسیدها و بازها شناخته شوند، با واکنش میان آن‌ها آشنا نبودند.

ت) پیش از آن‌که آرنیوس مدل خود را ارائه کند، شیمی‌دان‌ها با ویژگی‌های اسیدها و بازها آشنا نبودند.

ث) یون $H^+(aq)$ در آب به صورت $H_3O^+(aq)$ یافت می‌شود و به یون هیدرونیوم معروف است.

۳۵- با توجه به تغییر رنگ کاغذ pH، در هر یک از شکل‌های روبه‌رو مشخص کنید که هر کدام چه خاصیتی دارند؟



سرکهٔ سفید — صابون — محلول سود — محلول جوهرنمک

۳۶- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) یاخته‌های دیوارهٔ معده چه اسیدی را ترشح می‌کنند؟

ب) دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیهٔ سینه ایجاد می‌کند، چیست؟

۳۷- مشخص کنید کدام‌یک از موارد زیر جزء ویژگی‌های اسیدها و کدام‌یک جزء ویژگی‌های بازها محسوب می‌شود؟

آ) با اغلب فلزها واکنش می‌دهند.

ب) مزهٔ تلخ دارند.

پ) در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می‌کنند.

ت) pH محلول آن‌ها، کم‌تر از ۷ است.

ث) در تماس با پوست، سوزش ایجاد می‌کنند.

۳۸- کدام‌یک از موارد زیر، دربارهٔ آرنیوس درست است؟

آ) آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.

ب) آرنیوس بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد که توانست مدلی برای اسیدها و بازها ارائه کند.

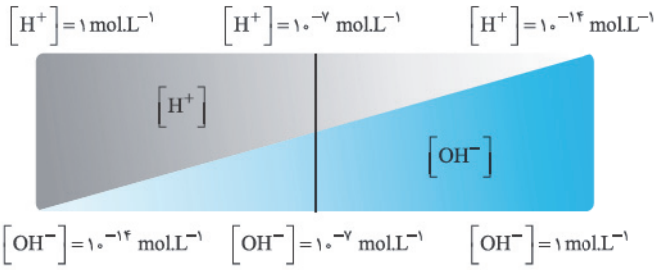
پ) یافته‌های تجربی آرنیوس نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای جریان الکتریکی هستند، هر چند میزان رسانایی آن‌ها با یکدیگر متفاوت است.

ت) به کمک مدل آرنیوس نمی‌توان دربارهٔ میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهارنظر کرد.

۲ گفتیم که برای آب خالص و محلول‌های خنثی $[H^+]=[OH^-]$؛ بنابراین:

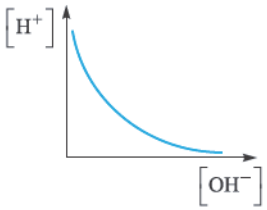
$$[H^+][OH^-]=10^{-14}\ mol^2.L^{-2} \Rightarrow [H^+]^2=10^{-14}\ mol^2.L^{-2} \Rightarrow [H^+]=10^{-7}\ mol.L^{-1} \Rightarrow pH=-\log(10^{-7})=7$$

۳ تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در محلول‌های آبی و دمای اتاق را می‌توان به کمک الگوی روبه‌رو توضیح داد:



در $pH=7$، $[H^+]=[OH^-]=10^{-7}\ mol.L^{-1}$ است. هر چه به سمت pHهای بالاتر برویم، غلظت H^+ کاهش یافته و غلظت OH^- افزایش می‌یابد تا در $pH=14$، $[H^+]=10^{-14}\ mol.L^{-1}$ و $[OH^-]=1\ mol.L^{-1}$ شود. *از طرف دیگه*، هر چه به سمت pHهای کم‌تر برویم، غلظت H^+ افزایش یافته و غلظت OH^- کاهش می‌یابد تا در $pH=0$، $[H^+]=1\ mol.L^{-1}$ و $[OH^-]=10^{-14}\ mol.L^{-1}$ شود.

۴ اگر نمودار تغییرات $[H^+]$ را برحسب $[OH^-]$ رسم کنیم، نمودار روبه‌رو به دست می‌آید:



$$[H^+]=\frac{10^{-14}\ mol^2.L^{-2}}{[OH^-]}$$

در ادامه برای این‌که برای حل مسائل pH *حسابی ورزیده بشید!* به کارگاه حل مسئلهٔ زیر *یه سری بزنید*

کارگاه حل مسئله: مسائل pH

یاد گرفتید که چگونه با در اختیار داشتن مقدار pH، غلظت یون هیدرونیوم را حساب کنید و برعکس وقتی $[H^+]$ را داشتید، pH محلول را به دست آورید. در این کارگاه چند حالت مهم و پرتکرار مسائل pH را *براتون* توضیح می‌دهیم تا ببینید حل مسائل pH چه‌قدر *راحته!*

دستهٔ اول: اگر غلظت یون هیدرونیوم ($[H^+]$) معلوم بود و از شما غلظت یون هیدروکسید ($[OH^-]$) رو پرسیدند، *خیلی راحت می‌تونید* بنویسید:

$$[OH^-]=\frac{10^{-14}\ mol^2.L^{-2}}{[H^+]}$$

و غلظت یون OH^- را *بحسابید!*

مثال و پاسخ

مثال در محلولی با $pH=12$، غلظت یون هیدروکسید را حساب کنید.

پاسخ ابتدا غلظت یون H^+ را حساب می‌کنیم:

$$[H^+]=10^{-pH}=10^{-12}\ mol.L^{-1}$$

$$[OH^-]=\frac{10^{-14}\ mol^2.L^{-2}}{[H^+]}=\frac{10^{-14}\ mol^2.L^{-2}}{10^{-12}\ mol.L^{-1}}=10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

مثال و پاسخ

مثال شکل مقابل، pH یک اسید خوراکی را در دمای اتاق نشان دهد، غلظت مولی یون OH^- در این نمونه چند برابر غلظت مولی یون H^+ است؟

پاسخ ابتدا غلظت یون H^+ را حساب می‌کنیم:

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

$$pH=3/15=4-0/85=4-\log 7$$

$$[H^+]=10^{-(4-\log 7)}=10^{-4}\times 10^{\log 7}=7\times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

مثال و پاسخ

مثال با توجه به ثابت یونش بازهای داده‌شده، کدام باز از بقیه ضعیف‌تر است؟ چرا؟

فرمول شیمیایی بازها	NH_3	NaOH	KOH
ثابت یونش بازی برحسب $mol.L^{-1}$	$1/8\times10^{-5}$	بزرگ	بزرگ

پاسخ هر چه ثابت یونش یک باز بزرگ‌تر باشد، قدرت بازی آن بیشتر خواهد بود؛ بنابراین قدرت بازی آمونیاک (NH_3) از بقیه کم‌تر است. به عبارت دیگر آمونیاک نسبت به دو باز دیگر، باز ضعیف‌تری است.

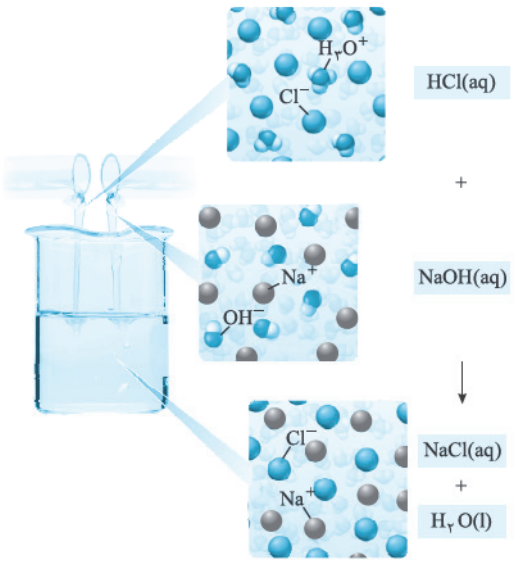
نکته هر چه ثابت یونش یک باز **بزرگ‌تر** باشد، واکنش آن باز با اسیدها در شرایط یکسان، **سریع‌تر** خواهد بود.

واکنش اسید ـ باز

تا این‌جا با برخی از ویژگی‌های رفتارهای اسیدها و بازها آشنا شدید. یکی از رفتارهای پرکاربرد آن‌ها، واکنش‌های شیمیایی است که بین این دو دسته از مواد انجام می‌شود. برای نمونه واکنش محلول هیدروکلریک اسید ($HCl(aq)$) با محلول سدیم‌هیدروکسید ($NaOH(aq)$) را در نظر بگیرید:

$$\underset{\text{محلول اسید}}{HCl(aq)} + \underset{\text{محلول باز}}{NaOH(aq)} \rightarrow \underset{\text{نمک}}{NaCl(aq)} + \underset{\text{آب}}{H_2O(l)}$$

برای درک بهتر اتفاقی که در این واکنش *میفته*، فرض کنید که دو لولهٔ آزمایش داریم، یکی محتوی محلول هیدروکلریک اسید و دیگری محتوی محلول سدیم‌هیدروکسید. در لولهٔ آزمایش اول هیدروکلریک اسید به طور کامل به یون‌های H^+ و Cl^- و در لولهٔ آزمایش دوم سدیم‌هیدروکسید به طور کامل به یون‌های Na^+ و OH^- یونیده می‌شوند. حالا اگر محتوی این دو لولهٔ آزمایش را روی هم بریزیم، یون‌های هیدرونیوم در واکنش با یون‌های هیدروکسید به مولکول‌های آب تبدیل می‌شوند؛ اما یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ دست‌نخورده باقی می‌مانند.



نکته معادلهٔ واکنش میان اسیدها و بازهایی از این دست را می‌توان به صورت مقابل نمایش داد: $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

این معادله نشان‌دهندهٔ **واکنش خنثی‌شدن** اسید و باز است.

نکته فراورده‌های یک واکنش اسید ـ باز، نمک و آب هستند:[1]

آب + نمک ← محلول باز + محلول اسید

کارگاه حل مسئله: مسائل استوکیومتری واکنش اسید ـ باز

دستهٔ اول: حجم اسید یا باز مصرفی

در برخی از مسائل، pH محلول‌های اسیدی و بازی و حجم یکی از آن‌ها را داده و حجم محلول دیگر را می‌پرسند. برای حل این‌گونه مسائل از رابطهٔ روبه‌رو استفاده کنید:

$$n_a \cdot \underbrace{M_a}_{\text{غلظت مولی اسید}} \cdot \underbrace{V_a}_{\text{حجم اسید}} = n_b \cdot \underbrace{M_b}_{\text{غلظت مولی باز}} \cdot \underbrace{V_b}_{\text{حجم باز}}$$

توجه n_a و n_b به ترتیب برابر با تعداد مول H^+ یا OH^- است که توسط یک مول اسید یا یک مول باز در واکنش وارد شده است. در این رابطه دقت کنید که واحد حجم اسید و حجم باز یکسان باشند (هر دو لیتر یا میلی‌لیتر باشند).

۱- ممکن است علاوه بر آب و نمک، گاز هم آزاد شود که جلوتر نمونه‌اش رو می‌بینید.

۱۹- آ) ارتفاع کف ایجادشده در بشر B که حاوی آب چشمه است، بیشتر خواهد بود؛ زیرا آب دریا دارای مقدار زیادی یون‌های کلسیم (Ca^{2+}) و منیزیم (Mg^{2+}) است که با مولکول‌های صابون واکنش داده و رسوب سفیدرنگ تشکیل می‌دهند در نتیجه تعداد مولکول‌های صابون موجود در محلول کاهش یافته و ارتفاع کف تشکیل‌شده در ظرف A کم‌تر می‌شود.

ب) خیر، پاک‌کنندگی صابون در آب چشمه بیشتر از آب دریا است.

۲۰- آ) نادرست، به آب‌هایی مانند آب دریاها که حاوی مقدار زیادی یون‌های کلسیم و منیزیم هستند، آب سخت گفته می‌شود.

ب) نادرست، صابون در آب‌های سخت به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی کم‌تری دارد.

پ) درست

۲۱- آ) هر چه دمای آب استفاده‌شده برای شست‌وشو بیشتر باشد، قدرت پاک‌کنندگی صابون بیشتر خواهد بود.

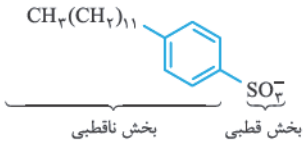
ب) قدرت پاک‌کنندگی صابون را افزایش می‌دهد. پ) پارچه‌های پلی‌استری ت) پارچه‌های پلی‌استری

۲۲- آ) ۱ > ۲ ب) ۳ > ۱ پ) ۵ > ۴

۲۳- ۱) برای تولید صابون در مقیاس انبوه به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز بود که تأمین آن به روش‌های سنتی، تقریباً ناممکن شده بود.

۲) صابون در همهٔ شرایط به خوبی عمل نمی‌کرد و از این رو پاسخگوی نیاز انسان در محیط‌های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایعی که از آب شور استفاده می‌کردند، نبود.

۲۴- آ)



ب) بخش قطبی این صابون آب‌دوست و بخش ناقطبی آن، آب‌گریز است.

پ) $C_{18}H_{29}SO_3Na$

۲۵- «آ»، «پ» و «ت» (موارد «ب» و «ث» به صابون‌ها مربوط می‌شه!)

۲۶- شباهت‌ها:

۱) هر دو از یک بخش آب‌دوست و یک بخش آب‌گریز تشکیل شده‌اند.

۲) فرایند شست‌وشوی لکه‌های چربی توسط این دو نوع پاک‌کننده مشابه یکدیگر است.

تفاوت‌ها:

۱) صابون‌ها از چربی‌هایی با منشأ گیاهی یا حیوانی تهیه می‌شوند اما پاک‌کننده‌های غیرصابونی از واکنش مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند.

۲) پاک‌کننده‌های غیرصابونی برخلاف صابون، در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند.

۲۷- آ) صابون مراغه

ب) برای تهیهٔ این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ‌های بزرگ برای چند ساعت با آب می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند.

پ) این صابون افزودنی شیمیایی ندارد.

ت) به دلیل داشتن خاصیت بازی

۲۸- آ) صابون گوگرددار برای از بین بردن جوش صورت و هم‌چنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود. افزودن مادهٔ شیمیایی کلردار به صابون‌ها سبب افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی آن‌ها می‌شود. مواد شویندهٔ حاوی نمک‌های فسفات، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارند.

ب) هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود. از این رو مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آن‌ها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کند. در نتیجه برای حفظ سلامت بدن و محیط زیست، استفاده از شوینده‌هایی با مواد شیمیایی کم‌تر توصیه می‌شود.

۲۹- صابون‌ها و پاک‌کننده‌های غیرصابونی

۳۰- آ) جوهرنمک (هیدروکلریک اسید)، سود (سدیم هیدروکسید) و سفیدکننده‌ها

ب) زیرا این پاک‌کننده‌ها از نظر شیمیایی فعال بوده و خاصیت خورندگی دارند.

توجه یون سولفات (SO_4^{2-}) موجود در محلول، نقش یون تماشاچی را دارد؛ یعنی نه در نیم‌واکنش اکسایش وارد می‌شود و نه در نیم‌واکنش کاهش.

ترفند در هر واکنش شیمیایی، هنگامی که بار الکتریکی یک گونه (اتم، مولکول یا یون) مثبت‌تر می‌شود، آن‌گونه اکسایش یافته و گونه‌ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش می‌یابد. برای نمونه برای واکنش فلز روی با یون‌های مس (II) به راحتی می‌توانیم گونه‌های اکسایش‌یافته و کاهش‌یافته را تعیین کنیم:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

(اکسایش‌یافته: Zn — کاهش‌یافته: Cu^{2+})

گونه‌ای که اکسایش یافته، همان‌گونهٔ کاهنده و گونه‌ای که کاهش یافته همان گونهٔ اکسنده است:

گونهٔ اکسایش‌یافته: $Zn(s)$ — گونهٔ اکسنده: $Cu^{2+}(aq)$

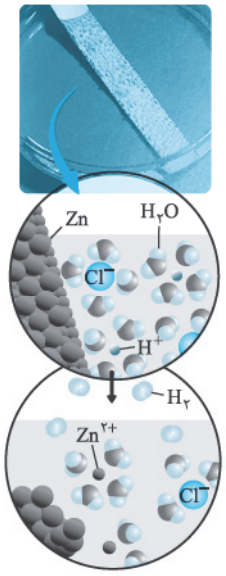
گونهٔ کاهش‌یافته: $Cu^{2+}(aq)$ — گونهٔ کاهنده: $Zn(s)$

نکته در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش که به طور طبیعی انجام می‌شوند، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

واکنش فلزها با محلول اسیدها

اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌کنند. برای نمونه، به واکنش فلز روی (Zn) با محلول هیدروکلریک اسید دقت کنید:

$$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow \underset{\text{نمک روی کلرید}}{ZnCl_2(aq)} + \underset{\text{گاز هیدروژن}}{H_2(g)}$$



از آن‌جا که یون Cl^- موجود در محلول هیدروکلریک اسید، وارد واکنش نمی‌شود و نقش تماشاچی دارد، واکنش بالا را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$$

(اکسایش‌یافته: Zn — کاهش‌یافته: H^+)

حالا می‌توانیم با توجه به واکنش بالا، نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش آن را بنویسیم:

نیم‌واکنش اکسایش: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم‌واکنش کاهش: $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

جمع‌بندی

در این واکنش، اتم‌های روی الکترون از دست داده و اکسایش یافته‌اند و سبب کاهش غلظت یون‌های هیدروژن شده‌اند، از این رو اتم‌های روی نقش کاهنده دارند. *از طرف دیگه!* یون‌های هیدروژن، الکترون به دست آورده و کاهش یافته‌اند و سبب اکسایش اتم‌های روی شده‌اند، از این رو یون‌های هیدروژن نقش اکسنده دارند.

موازنهٔ واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

به کمک یک مثال، روش موازنهٔ یک واکنش اکسایش ـ کاهش رو قدم به قدم با هم مرور می‌کنیم:

مثال و پاسخ

مثال واکنش $Fe^{3+} + Sn^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Sn^{4+}$ را موازنه کنید.

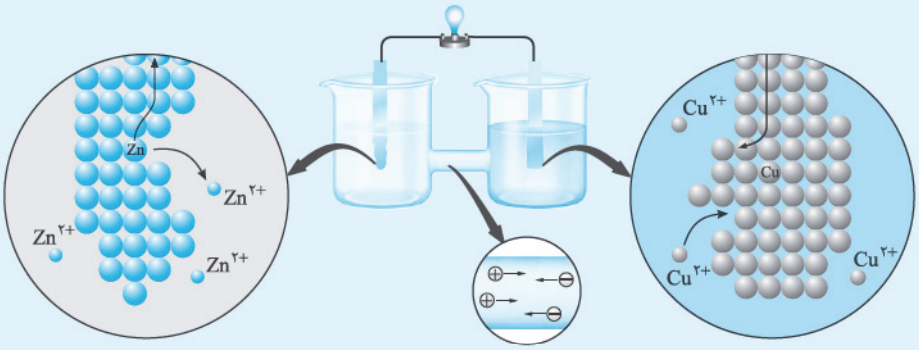
پاسخ **گام اول** ابتدا نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را نوشته و هر یک را به تنهایی از لحاظ بار موازنه می‌کنیم:

نیم‌واکنش کاهش: $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ (بار دو سمت نیم‌واکنش ۲+ است.)

نیم‌واکنش اکسایش: $Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$ (بار دو سمت نیم‌واکنش ۲+ است.)

مثال و پاسخ

مثال شکل زیر، نمای ذره‌ای از سلول گالوانی روی ـ مس (Zn ـ Cu) را نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در هر نیم‌سلول را بنویسید.

ب) کدام الکترود نقش آند و کدام نقش کاتد را دارد؟

پ) در مدار بیرونی، حرکت الکترون‌ها در چه جهتی است؟ چرا؟

ت) توضیح دهید چرا پس از مدتی، جرم تیغهٔ روی کم و جرم تیغهٔ مس زیاد شده است؟

پاسخ آ نیم‌واکنش نیم‌سلول Cu: $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

نیم‌واکنش نیم‌سلول Zn: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

ب الکترود Zn، آند و الکترود Cu، کاتد است.

پ از سمت الکترود Zn به الکترود Cu

ت زیرا بر اثر انجام واکنش، اتم‌های روی به یون‌های Zn^{2+} تبدیل شده و وارد محلول می‌شوند؛ بنابراین جرم تیغهٔ روی کم می‌شود. از طرف دیگر، یون‌های مس موجود در نیم‌سلول مس، به اتم‌های مس کاهش یافته و روی الکترود مس می‌نشینند؛ در نتیجه جرم الکترود مس افزایش پیدا می‌کند.

جابه‌جایی کاتیون‌ها و آنیون‌ها از طریق دیوارهٔ متخلخل

در سمت کاتد، با انجام واکنش کاهش، مقدار کاتیون‌ها نسبت به آنیون‌ها کاهش پیدا می‌کند. به طور هم‌زمان در سمت آند، با انجام واکنش اکسایش، مقدار کاتیون‌ها نسبت به آنیون‌ها افزایش پیدا می‌کند. بنابراین اگر *به فرض محال!* واکنش در دو سمت کاتدی و آندی انجام شود و *خبری هم از دیوارهٔ متخلخل نباشه!* نیم‌سلول کاتدی بار منفی و نیم‌سلول آندی بار مثبت پیدا می‌کند *اما می‌دونیم که عملاً این اتفاق نمی‌افته*، چون محلول‌ها همواره تمایل دارند از نظر بار الکتریکی خنثی باقی بمانند؛ پس در غیاب دیوارهٔ متخلخل، واکنش کاتدی و آندی و در نتیجه جریان الکتریکی بین دو نیم‌سلول قطع می‌شود. اما در صورت استفاده از دیوارهٔ متخلخل، کاتیون‌ها از طریق دیوارهٔ متخلخل و از سمت آند به سمت کاتد جریان می‌یابند. به طور هم‌زمان آنیون‌ها نیز می‌توانند از سمت کاتد به سمت آند حرکت کنند؛ در نتیجه دو محلول کاتدی و آندی از لحاظ بار الکتریکی، خنثی باقی مانده و جریان الکتریکی بین دو نیم‌سلول برقرار می‌شود.

جدول زیر رو خوب به خاطر بسپارین:

نوع یون‌ها	کاتیون‌ها *(بار مثبت دارن!)*	آنیون‌ها *(بار منفی دارن!)*
جهت حرکت	به سمت کاتد	به سمت آند

مقایسهٔ عملکرد سلول‌های سوختی و موتورهای درون‌سوز

شباهت: در سلول‌های سوختی مواد واکنشگر (اکسنده و کاهنده) به طور پیوسته به درون سلول جریان یافته و محصولات حاصل از واکنش سلول سوختی از آن خارج می‌شوند. در موتورهای درون‌سوز نیز سوخت (برای مثال بنزین) به طور مداوم به داخل موتور رفته و محصولات حاصل از واکنش سوختن، از موتور خارج می‌شوند.

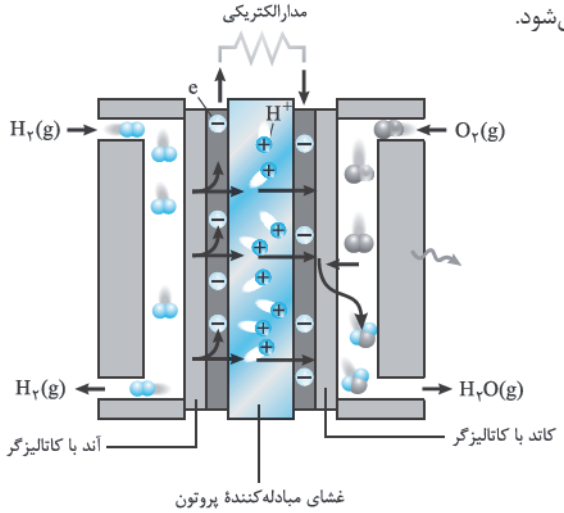
دو مزیت عمدهٔ سلول‌های سوختی بر موتورهای درون‌سوز:

۱) **بازدهی بیشتر:** سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد، در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر (یعنی حدود ۶۰ درصد) افزایش می‌دهد.

۲) **آلودگی زیست‌محیطی کم‌تر:** با استفاده از سلول‌های سوختی، آلاینده‌های کم‌تری وارد محیط زیست می‌شود.

سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن

رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن ـ اکسیژن است. دستگاهی که در آن، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل‌شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی (نه همهٔ آن) به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.



بازدهی اکسایش گاز هیدروژن در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن در حدود ۶۰ درصد است. یعنی در این سلول، در حدود ۶۰ درصد انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل شده و مابقی آن (یعنی در حدود ۴۰ درصد) به صورت گرما تلف می‌شود. شکل روبه‌رو، نوعی سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن را نشان می‌دهد:

هر سلول سوختی، سه جزء اصلی دارد: غشا، الکترود آند و الکترود کاتد. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند. در این سلول، گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد سلول می‌شود و در آند، به صورت زیر اکسایش می‌یابد:

نیم‌واکنش آندی: $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^- \quad E^\circ = 0/0\,V$

توجه همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌کنید، گاز هیدروژن از یک سمت وارد سلول شده و گاز هیدروژن مصرف‌نشده از سمت دیگر از سلول خارج می‌شود.

یون‌های H^+ تولیدشده در نیم‌واکنش آندی، از طریق غشای مبادله‌کنندهٔ پروتون به سمت کاتد مهاجرت کرده و با گاز اکسیژن که به طور پیوسته وارد سلول می‌شود، به صورت روبه‌رو واکنش می‌دهد:

نیم‌واکنش کاتدی: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l) \quad E^\circ = 1/2\,V$

توجه الکترون‌های تولیدشده در آند سلول سوختی، مانند سایر سلول‌های گالوانی، در مدار بیرونی از آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

اگر طرفین نیم‌واکنش آندی را در ۲ ضرب کنیم و با نیم‌واکنش کاتدی جمع کنیم، واکنش کلی این سلول به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\begin{cases} 2H_2(g) \rightarrow 4H^+(aq) + 4e^- \\ + \\ O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l) \end{cases}$$

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$

توجه *اگه یه نیم‌نگاهی به شکل بندازید، متوجه می‌شید* که بخار آب تولیدشده در این واکنش اکسایش ـ کاهش، از سلول خارج می‌شود؛ بنابراین در این سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، علاوه بر تولید الکتریسیته، آب خالص نیز تولید می‌شود که *می‌تونه در قطعی آب، کمک‌حالمون باشه!*

نکته‌مهم فعالیت سلول سوختی تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که گازهای هیدروژن و اکسیژن وارد سلول سوختی شوند، اما اگر جریان هر کدام از این واکنش‌دهنده‌ها به داخل سلول قطع شود، فعالیت سلول سوختی متوقف می‌شود.

در ادامه می‌توانیم با توجه به پتانسیل‌های کاهشی استاندارد در نیم‌سلول کاتد و آند، emf این سلول را حساب کنیم:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 1/2 - 0 = 1/2\,V$$

همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، emf این سلول با پتانسیل کاهشی استاندارد نیم‌سلول کاتد، برابر است.

جمع‌بندی

آ) احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی پیرامون هستهٔ اتم کلر بیشتر بوده؛ زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است، از این رو احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته‌ها، یکسان و متقارن نیست.

ب) احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آن‌جا می گذرانند، از این رو احتمال حضور آن‌ها روی هسته‌ها، یکسان و متقارن است.

قطبی یا ناقطبی بودن، مسئله این است!

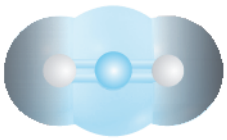
توزیع یکنواخت و متقارن الکترون در مولکول‌های دواتمی جورهسته، نشانهٔ ناقطبی‌بودن آن‌ها است؛ در حالی که در مولکول‌های دواتمی ناجورهسته، توزیع الکترون‌ها یکنواخت نبوده و تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ آن یکسان نیست. در این شرایط به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است (اتمی که در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی قرمز *(در این کتاب خاکستری)* است)، بار جزئی منفی $(-\delta)$[1] و به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن کم‌تر است (اتمی که در نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی آبی *(در این کتاب رنگی)* است)، بار جزئی مثبت $(+\delta)$[2] نسبت می‌دهند.

نکته مولکول‌های ناقطبی، گشتاور دوقطبی صفر و مولکول‌های قطبی، گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند.

جمع‌بندی

مولکول‌های دواتمی جورهسته، ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها صفر است؛ در نتیجه در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. از طرف دیگر، مولکول‌های دواتمی ناجورهسته، قطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است؛ در نتیجه در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

پیش‌بینی قطبی یا ناقطبی بودن مولکول‌های سه‌اتمی از روی نقشهٔ پتانسیل آن‌ها



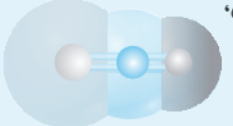
در شکل مقابل، نقشهٔ پتانسیل مولکول‌های سه‌اتمی کربن دی‌اکسید (CO_2) نشان داده شده است:

کربن دی‌اکسید یک مولکول خطی سه‌اتمی است؛ با توجه به نقشهٔ پتانسیل آن می‌توان گفت که تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های اکسیژن بیشتر از اتم کربن است، از این رو به اتم‌های اکسیژن بار جزئی منفی $(-\delta)$ و به اتم کربن بار جزئی مثبت $(+\delta)$ نسبت داده می‌شود *(چیز عجیبی هم نیست، چون خاصیت نافلزی اکسیژن از کربن بیشتره!)*.

توجه در مولکول خطی سه‌اتمی، هستهٔ هر سه اتم سازندهٔ آن بر روی یک خط راست قرار دارند.

اگر در نقشهٔ پتانسیل مولکول CO_2، از اتم مرکزی یعنی اتم کربن، به سمت اتم‌های اکسیژن حرکت کنیم، ملاحظه می‌کنیم که تغییر رنگ، کاملاً یکسان است. در واقع در مولکول CO_2، بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی به طور متقارن توزیع شده است. از این رو گشتاور دوقطبی این مولکول صفر است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.

مثال و پاسخ



مثال **شکل مقابل، نقشهٔ پتانسیل مولکول کربونیل سولفید (SCO)[4] را نشان می‌دهد. با توجه به آن، پیش‌بینی کنید، که آیا این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند یا نه؟**

پاسخ اگر در نقشهٔ پتانسیل این مولکول، از اتم مرکزی یعنی (اتم کربن)، به سمت اتم‌های اکسیژن و گوگرد حرکت کنیم، ملاحظه می‌کنیم که تغییر رنگ کاملاً متفاوت است. در واقع در مولکول SCO، بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، به طور متقارن توزیع نشده است، در نتیجه گشتاور دوقطبی این مولکول، بزرگ‌تر از صفر بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

۱- بخوانید دلتای منفی

۲- بخوانید دلتای مثبت

۳- برای راحتی بیشتر، زین پس به جای عبارت طولانی نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی **می‌گیم** نقشهٔ پتانسیل.

۴- *راستش در اغلب منابعی که سرچ کردیم، کربونیل سولفید را COS نوشتند نه SCO !*

مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکه در ترکیب‌های یونی

همان‌طور که دیدید، آنتالپی فروپاشی شبکه با چگالی بار الکتریکی کاتیون و هم با چگالی بار الکتریکی آنیون رابطهٔ مستقیم دارد. برای مقایسهٔ انرژی شبکهٔ دو ترکیب یونی مختلف، به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

۱) هر چه مجموع قدرمطلق بار یک کاتیون و بار یک آنیون سازندهٔ ترکیب یونی بزرگ‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور بزرگ‌تر است.

مثال و پاسخ

مثال آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب‌های یونی زیر را با هم مقایسه کنید.

MgO و Na_2O

پاسخ $MgO \Rightarrow |Mg^{2+}\text{ بار}| + |O^{2-}\text{ بار}| = 2+2 = 4$ $\quad Na_2O \Rightarrow |Na^{+}\text{ بار}| + |O^{2-}\text{ بار}| = 1+2 = 3$

بنابراین آنتالپی فروپاشی شبکهٔ MgO از Na_2O بزرگ‌تر است.

۲) اگر مجموع قدرمطلق بار کاتیون و بار آنیون سازندهٔ دو ترکیب یونی با هم برابر بود، *می‌ریم* سراغ مقایسهٔ شعاع یون‌ها! هر چه شعاع یون‌ها در یک ترکیب یونی کوچک‌تر باشد، آنتالپی فروپاشی شبکهٔ بلور آن ترکیب، بزرگ‌تر خواهد بود.

مثال و پاسخ

مثال آنتالپی فروپاشی شبکهٔ ترکیب‌های یونی زیر را با هم مقایسه کنید.

MgO و CaO

پاسخ $CaO \Rightarrow |Ca^{2+}\text{ بار}| + |O^{2-}\text{ بار}| = 2+2 = 4$ $\quad MgO \Rightarrow |Mg^{2+}\text{ بار}| + |O^{2-}\text{ بار}| = 2+2 = 4$

خب پس باید بریم سراغ مقایسهٔ شعاع‌های یونی: $MgO > CaO$: آنتالپی فروپاشی شبکه $\Rightarrow$ $Mg^{2+} < Ca^{2+}$:شعاع یونی

نکته مهم هر چه آنتالپی فروپاشی شبکهٔ یک جامد یونی بزرگ‌تر باشد، به این معناست که نیروی جاذبهٔ بین ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن بیشتر بوده و در نتیجه نقطهٔ ذوب آن جامد یونی بیشتر است.

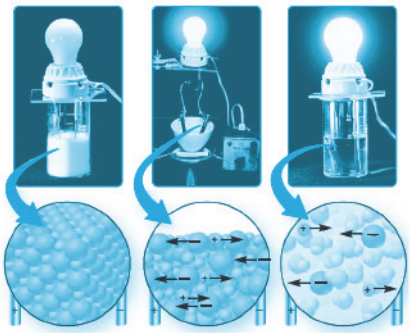
ویژگی‌های عمومی مواد یونی

۱- نقطهٔ ذوب و جوش بالا

به طور کلی نقطهٔ ذوب و جوش بیشتر مواد یونی زیاد است، زیرا در مواد یونی، بین یون‌ها نیروهای جاذبهٔ قوی وجود دارد و برای غلبه بر این نیروها، انرژی قابل ملاحظه‌ای نیاز است.

یادآوری همان‌طور که در بخش قبل دیدیم، شاره‌های یونی در گسترهٔ دمایی بیشتری نسبت به شاره‌های مولکولی به حالت مایع هستند.

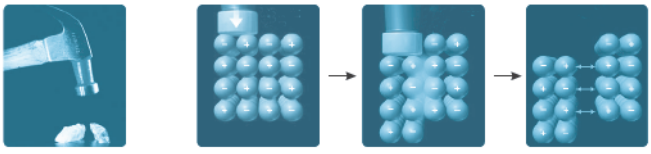
۲- رسانایی الکتریکی مواد یونی



این مواد در حالت جامد رسانای جریان برق نیستند، زیرا در این حالت یون‌ها در شبکهٔ بلوری جامد در جاهای ثابتی قرار دارند و نمی‌توانند آزادانه جابه‌جا شده و باعث برقراری جریان شوند، اما اگر این مواد ذوب شوند و یا به میزان کافی در آب حل گردند، یون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها می‌توانند آزادانه حرکت کرده و جریان برق را هدایت کنند؛ به عبارت دیگر، مواد یونی در حالت مذاب یا محلول در آب، رسانای جریان برق هستند.

۳- مواد یونی، سخت اما شکننده

مواد یونی به دلیل داشتن نیروهای قوی بین ذره‌های سازنده‌شان (یعنی کاتیون‌ها و آنیون‌ها)، سخت هستند. همان‌طور که در شبکهٔ بلور نمک، دیدید، یون‌ها در سرتاسر شبکهٔ بلور از یک الگوی تکراری پیروی می‌کنند و لایه‌های بی‌شماری را تشکیل می‌دهند. تا زمانی که این لایه‌ها در وضعیت ثابتی نسبت به یکدیگر قرار داشته باشند، مادهٔ یونی سخت است *اما امان از زمانی که* با یک ضربهٔ خارجی مثلاً ضربهٔ چکش این لایه‌ها اندکی جابه‌جا شوند؛ بر اثر جابه‌جایی لایه‌ها یون‌های هم‌نام در کنار هم قرار گرفته و اثر دافعهٔ متقابل بین آن‌ها باعث درهم‌شکستن شبکهٔ بلور می‌شود.



شیمی، راهی به سوی آینده روشن‌تر

۱ صفحهٔ ۸۹ تا ۱۰۰ کتاب درسی

دانش شیمی و فناوری‌های آن، نقش پررنگی برای گذر از تنگناها و رسیدن به زندگی مدرن امروزی داشته است.

برخی از دستاوردهای مهم شیمی

۱ **فناوری تصفیهٔ آب:** مانع از گسترش بیماری‌های واگیردار، از جمله وبا در جهان شده است.

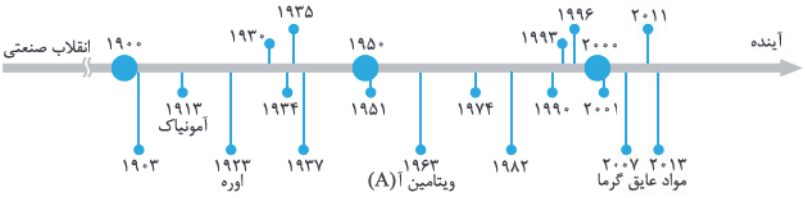
۲ **فناوری تولید پلاستیک:** صنعت پوشاک و صنعت بسته‌بندی (مواد غذایی، داروها و ...) را دگرگون ساخت.

۳ **فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک‌ها:** راه را برای جراحی‌های گوناگون هموار کرد.

۴ **فناوری‌های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب:** نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد. در این فصل *براتون* دربارهٔ ماجرای تولید آمونیاک توسط هابر و اهمیتش در کشاورزی به عنوان کود شیمیایی صحبت خواهیم کرد.

۵ **فناوری تولید بنزین:** به حمل‌ونقل سرعت بخشید، اما مشکلی که وجود داشت، آلاینده‌هایی بود که بر اثر سوختن بنزین به وجود می‌آمدند و وارد اتمسفر زمین می‌شدند. در این فصل خواهیم دید که چگونه استفاده از مبدل‌های کاتالیستی، آلودگی ناشی از مصرف بنزین را کاهش داد.[۱]

۶ **فناوری صفحه‌های نمایشگر:** گسترش فناوری صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیکی، مدیون دانش شیمی است. نمودار مقابل، چند نمونه از فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی را در گذر زمان نشان می‌دهد.



با توجه به کارآمدی علوم تجربی، بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی و فناوری‌های مرتبط به آن، می‌توانند آیندهٔ روشنی را برای جهان رقم بزنند.[۲] البته باید توجه داشت که نوع استفاده از دانش و فناوری، *مانند دو روی یک سکه است!* از یک طرف استفادهٔ بهینه و درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی ما مهیا می‌سازد اما از سوی دیگر، استفادهٔ نادرست از آن می‌تواند آثار مخرب و زیان‌باری به دنبال داشته باشد. برای نمونه، تولید سلاح‌های شیمیایی که استفاده از آن‌ها می‌تواند به کشتار وسیع انسان‌ها بیانجامد، استفادهٔ نادرست از دانش و فناوری را نشان می‌دهد.

۱- البته دربارهٔ مبدل‌های کاتالیستی موتورهای دیزلی هم ***براتون*** صحبت می‌کنیم.

۲- در دانشگاه‌های معتبر دنیا، یک رشتهٔ جالبی وجود ***داره*** به اسم آینده‌پژوهی که پژوهشگرانی تربیت ***می‌کنه*** که یکی از ***کارهاشون*** ارزیابی و پیش‌بینی علوم و فناوری‌های جدید در زندگی آیندهٔ ماست!

سؤال‌های امتحانی

۴۰- از بین دو واژهٔ داده‌شده، واژهٔ مناسب را برای کامل‌کردن جمله‌های زیر انتخاب کنید.

آ) هر چه پیشرفت یک واکنش (کم‌تر / بیشتر) باشد، درصد بیشتری از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.

ب) کاهش حجم یک سامانه گازی در دمای ثابت، تعادل را در جهت تولید مول‌های گازی (بیشتر / کم‌تر) جابه‌جا می‌کند.

پ) هنگامی که (حجم / دمای) یک سامانهٔ محتوی تعادل گازی تغییر می‌کند، افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده، K نیز تغییر خواهد کرد.

۴۱- با توجه به واژه‌های داخل کادر، کلمهٔ مناسب برای تکمیل هر عبارت را بنویسید. توجه کنید که ممکن است از برخی موارد، بیش از یک بار استفاده شود و برخی از آن‌ها اضافی‌اند.

مصرف ـ افزایش ـ اولیه ـ گرماگیر ـ تولید ـ کاهش ـ جدید ـ گرماده

آ) اگر در دمای ثابت، غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در یک سامانهٔ تعادلی کاهش یابد، واکنش تا حد امکان در جهت ..... آن پیش می‌رود تا به تعادل ..... برسد.

ب) هنگامی که در دمای ثابت، فشار بر یک تعادل گازی ..... می‌یابد، واکنش در جهت شمار مول‌های گازی کم‌تر پیش می‌رود تا به تعادل ..... برسد.

پ) هنگامی که دمای یک سامانهٔ تعادلی افزایش می‌یابد، واکنش در جهت ..... گرما پیش می‌رود، اگر این واکنش ..... باشد مقدار واکنش‌دهنده‌ها در سامانه کاهش می‌یابد.

۴۲- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کرده و سپس شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

آ) اگر تغییری سبب به هم خوردن تعادل در یک سامانهٔ تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که به طور کامل اثر آن تغییر را جبران کند.

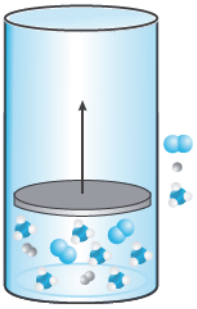
ب) با افزایش غلظت یکی از فراورده‌های واکنش تعادلی در دمای ثابت، واکنش در جهت برگشت پیش می‌رود تا به تعادل جدید برسد و در این جابه‌جایی، مقدار K کاهش پیدا می‌کند.

پ) اگر حجم یک سامانهٔ تعادلی در دمای ثابت کاهش یابد، غلظت تمام مواد شرکت‌کننده نیز کاهش می‌یابد.

ت) افزایش فشار بر یک واکنش تعادلی با شمار مول‌های گازی برابر در دو سوی معادلهٔ واکنش، تأثیری بر جابه‌جایی تعادل نخواهد گذاشت.

ث) اثر تغییر دما بر تعادل‌های گوناگون یکسان است و به گرماده یا گرماگیر بودن آن‌ها بستگی ندارد.

۴۳- اگر در سامانهٔ تعادلی تولید آمونیاک مطابق شکل زیر، پیستون در دمای ثابت بیرون کشیده شود:



آ) پیش‌بینی کنید تعادل در کدام جهت جابه‌جا می‌شود؟ چرا؟

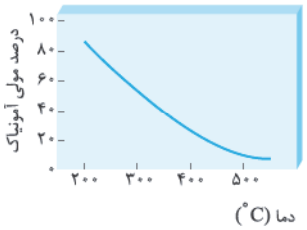
ب) با این تغییر، شمار مول‌های آمونیاک چه تغییری می‌کند؟

۴۴- پیش‌بینی کنید در دمای ثابت، با افزایش فشار بر سامانهٔ تعادلی $H_2(g)+I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$:

الف) شمار مول‌های هر یک از مواد شرکت‌کننده، چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

ب) غلظت مولی هر یک از مواد شرکت‌کننده، چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

۴۵- نمودار مقابل، درصد مولی آمونیاک را برای سامانهٔ تعادلی $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ در فشار ثابت نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) با افزایش دما، درصد مولی آمونیاک در سامانه چه تغییری می‌کند؟

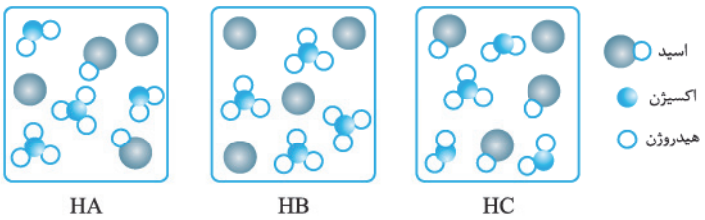
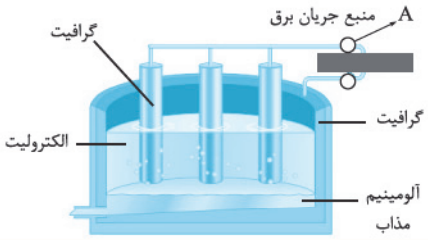
ب) این واکنش گرماده است یا گرماگیر؟ چرا؟

پ) مقدار عددی ثابت تعادل آن در سه دمای ۲۵، ۲۰۰ و ۴۰۰ درجهٔ سلسیوس به صورت زیر است.

$K_1 = 6/2\times10^{-4}$ ، $K_2 = 0/65$ ، $K_3 = 6/0\times10^{5}$

کدام‌یک، ثابت تعادل را در دمای اتاق نشان می‌دهد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

نمونه امتحان نیم‌سال اول	رشته: ریاضی‌فیزیک ـ علوم تجربی	شیمی ۳	
امتحان شمارهٔ ۲	مدت امتحان: ۹۰ دقیقه	kheilisabz.com	

ردیف		نمره
۱	جاهای خالی را با انتخاب کلمات درست پر کنید. آ) بخش قطبی اسیدهای چرب گروه ..... است. (کربونیل ـ کربوکسیل) ب) کاهنده، گونه‌ای است که الکترون ..... (می‌دهد ـ می‌گیرد). پ) پاک‌کننده‌های ..... در آب سخت خوب کف نمی‌کنند. (غیرصابونی ـ صابونی) ت) ثابت تعادل برای یک واکنش به ..... بستگی دارد. (دما ـ غلظت مواد شرکت‌کننده)	۱
۲	pH محلول ۰/۱ مولار از اسید HA، برابر با ۴ است. آ) ثابت یونش این اسید را محاسبه کنید. ب) در چه غلظتی از این اسید $pH = ۲/۱۵$ خواهد شد؟	۲
۳	برای موارد زیر دلیل بیاورید. آ) کلوئیدها نور را به خوبی پخش می‌کنند. ب) صابون‌ها هم در آب و هم در چربی حل می‌شوند. پ) حلبی نسبت به آهن گالوانیزه پس از خراش زودتر دچار خوردگی می‌شود.	۱/۵
۴	در هر مورد با محاسبهٔ تغییر عدد اکسایش معلوم کنید که اتم مشخص‌شده اکسایش یا کاهش یافته است. (معادله‌های شیمیایی داده‌شده کامل نیستند). آ) $SO_۲(g) \rightarrow H_۲SO_۳(aq)$ ب) $MnO_۴^{۲-}(aq) \rightarrow MnO_۴^{-}(aq)$	۱
۵	شکل‌های زیر محلول سه اسید تک‌پروتون‌دار HA(aq)، HB(aq) و HC(aq) را با غلظت‌های یکسان در آب، نشان می‌دهند. آ) کدام‌یک از محلول‌ها رسانایی الکتریکی بیشتری دارد؟ چرا؟ ب) درصد تفکیک HA را محاسبه کنید. پ) کم‌ترین ثابت یونش مربوط به کدام اسید است؟ عدد آن را محاسبه کنید. (حجم ظرف را یک لیتر در نظر بگیرید.) 	۲
۶	در مورد برقکافت آب، به سؤالات زیر پاسخ دهید. آ) نیم‌واکنش‌های مربوط به برقکافت آب را نوشته و موازنه کنید. ب) واکنش کلی مربوط به برقکافت آب را نوشته و موازنه کنید. پ) اگر حجم گاز تولیدشده در طی برقکافت نمونه‌ای آب در شرایط استاندارد ۳۳/۶ لیتر باشد، جرم آب مصرفی طی این فرایند را برحسب گرم محاسبه کنید. $(O = ۱۶, H = ۱ : g.mol^{-})$	۲/۵
۷	شکل مقابل فرایند استخراج آلومینیم به روش هال را نشان می‌دهد. آ) این فرایند در چه نوع سلولی (گالوانی ـ الکترولیتی) انجام می‌شود؟ چرا؟ ب) قسمت نشان داده شده روی شکل با حرف (A) کدام قطب باتری است؟ دلیل بنویسید. پ) واکنش کلی این سلول را بنویسید. 	۱/۵
۸	با توجه به واکنش‌های زیر، پاسخ هر مورد را بنویسید. (۱) واکنش : $Fe(s) + H_۲O(l) + O_۲(g) \rightarrow Fe(OH)_۳(s)$ (۲) واکنش : $Pd^{۲+}(aq) + Cd(s) \rightarrow Pd(s) + Cd^{۲+}(aq)$ (۳) واکنش : $M(s) + Fe^{۲+}(aq) \rightarrow M^{۲+}(aq) + Fe(s)$ آ) در واکنش (۱) گونهٔ کاهنده، و در واکنش (۲) گونهٔ اکسنده را تعیین کنید. ب) اگر واکنش (۳) در جهت نوشته‌شده به طور طبیعی انجام شود، فلز M کدام‌یک از فلزهای Zn یا Cu است؟ (با استفاده از جدول پتانسیل کاهشی استاندارد دلیل بنویسید.)	۱/۲۵

پاسخ‌نامهٔ امتحان نیم‌سال دوم	رشته: ریاضی‌فیزیک و تجربی	شیمی ۳

ردیف	امتحان شمارهٔ ۴	kheilisabz.com

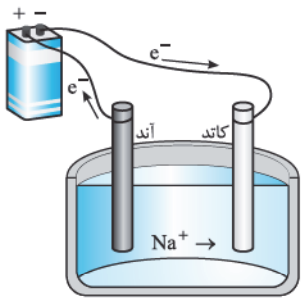
۱ آ) حداقل انرژی لازم برای آغاز یک واکنش شیمیایی، انرژی فعال‌سازی نام دارد.
ب) پوشاندن سطح یک فلز با لایهٔ نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد.

۲ آ) کلرو اتان ب) $3H_2$ پ) $(RCOO)_2Ca$ ت) SO_3

۳ آ) چگالی کم‌تر ـ نقطهٔ ذوب بالاتر
ب) فسفات‌ها با یون‌هایی همانند Ca^{2+} و Mg^{2+} رسوب داده و باعث افزایش قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌ها در آب سخت می‌شوند.
پ) این نوع مولکول‌ها به علت توزیع متقارن الکترون‌ها، غیرقطبی هستند و جاذبهٔ بین مولکول آن‌ها کم است.

۴ $$?g\ NaHCO_3 = 100\ mL \times \frac{0/2\ mol\ HCl}{1000\ mL} \times \frac{1\ mol\ NaHCO_3}{1\ mol\ HCl} \times \frac{84\ g\ NaHCO_3}{1\ mol\ NaHCO_3} = 1/68\ g\ NaHCO_3$$

۵ آ)



ب) سدیم به سمت الکترود سمت راست (کاتد) حرکت می‌کند.
پ) الکترود سمت چپ (آند)

۶ آ) اتم نیتروژن
ب) بله، زیرا توزیع بار در آن متقارن نیست و یک مولکول قطبی است.

۷ آ) $\Delta H = 3 \times (-5) = -15\ kJ$ و $E_a = 2 \times 5 = 10\ kJ$
با توجه به گرماده‌بودن واکنش، ΔH منفی خواهد بود.
ب) واکنش (۲)، چون انرژی فعال‌سازی بیشتری دارد.

۸ آ) در جامدات یونی مثل $NaCl$ ، برخلاف جامدات مولکولی مثل یخ، ذرات از هم جدا نیستند بلکه یون‌های مثبت و منفی در یک شبکه در کنار هم قرار دارند و یون‌های مخالف زیادی می‌توانند یک یون را احاطه کنند.
ب) صابون معمولی با یون‌های کلسیم و منیزیم رسوب تشکیل می‌دهند و به همین دلیل به خوبی در آب سخت کف نمی‌کنند.
پ) وجود دریای الکترونی در فلزها منجر می‌شود تا الکترون‌ها آزادانه حرکت کنند و موجب رسانایی فلزها شوند.
ت) واکنش‌های ناخواسته‌ای که در سطح مبدل‌های کاتالیستی انجام می‌شود، موجب کاهش کارایی این مبدل‌ها پس از گذشت زمان می‌شود.

۹ آ) O_2 و SO_2 موجود در تعادل از SO_3 اولیه به وجود آمده‌اند. با توجه به ضرایب واکنش، فرض کنیم: $[O_2] = x$ و $[SO_2] = 2x$
بنابراین:

$$16 = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(\frac{2}{2})^2}{(2x)^2 \times x} = 16 \Rightarrow 4x^3 = \frac{1}{16} \Rightarrow x = 0/25 = [O_2] \Rightarrow [SO_2] = 0/5\ mol.L^{-1}$$

ب) تغییری نمی‌کند؛ چون K فقط به دما وابسته است.

۱۰ هر دو مولکول الکل هستند و یک گروه عاملی OH دارند، بخش غیرقطبی هپتانول بزرگ‌تر است پس در حلال‌های ناقطبی بهتر حل می‌شود ولی اتانول در قطبی‌ها به خوبی حل می‌شود.