

۳ به جدول زیر که خاصیت چند اکسید را مشخص کرده‌ایم توجه کنید:

رنگ کاغذ pH در محلول	نوع اکسید	فرمول شیمیایی	نام ترکیب شیمیایی
قرمز	اسیدی	SO_3	گوگرد تری‌اکسید
قرمز	اسیدی	CO_2	کربن دی‌اکسید
آبی	بازی	CaO	کلسیم اکسید
آبی	بازی	Na_2O	سدیم اکسید

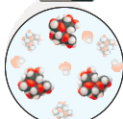
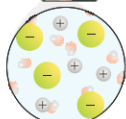
۴ توجه کنید به اکسیدهای فلزی و نافلزی می‌توانیم باز و اسید آرنیوس بگوییم که در آب حل شوند و غلظت یون هیدروکسید و هیدرونیوم را در آب افزایش دهند.

رسانایی الکتریکی محلول‌ها و قدرت اسیدی

■ غلظت یون هیدرونیوم بر روی ماندگاری مواد و در نتیجه سلامتی تأثیر شایانی دارد. برای نمونه شیر سالم با افزایش غلظت یون هیدرونیوم، ترش شده به طوری که دیگر قابل نوشیدن نیست. این نمونه نشان می‌دهد که در فرایند تولید مواد گوناگون اغلب تعیین و کنترل غلظت

یون هیدرونیوم نقش مهمی دارد. (۱۶)

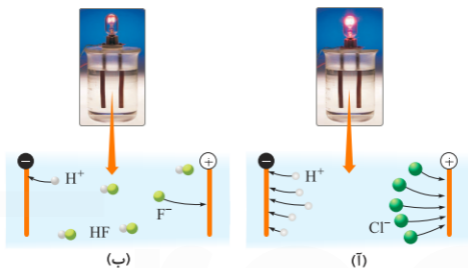
■ در شیمی ۱ آموختیم که محلول‌های الکترولیت به دلیل داشتن یون‌ها و حرکت آن‌ها رسانای جریان برق هستند. به طوری که محلول آبی سدیم کلرید رسانای جریان برق است، اما محلول شکر در آب رسانای جریان برق نیست. (۱۷)



محلول سدیم کلرید در آب

محلول شکر در آب

■ در شکل (آ) مقداری محلول الکترولیت HCl(aq) و در شکل (ب) مقداری محلول الکترولیت HF(aq) هر دو با غلظت 0.1 مولار را ریخته‌ایم. به شکل دقت کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم. (۱۸ و ۱۷)



۱ در شکل (آ) مشخص است که تمام مولکول‌های HCl به یون‌های $\text{H}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ تبدیل شده‌اند، ولی در شکل (ب) فقط تعداد کمی از HF ها یون‌های $\text{H}^+(\text{aq})$ و $\text{F}^-(\text{aq})$ را ایجاد کرده‌اند و مابقی به صورت مولکول HF در آب حل شده‌اند.

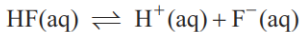
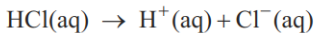
۲ کم‌تر بودن رسانایی الکتریکی هیدروفلوئوریک اسید نشان می‌دهد که در شرایط یکسان، شمار یون‌های موجود در این محلول کم‌تر از محلول هیدروکلریک اسید است.

۳ با توجه به شکل بالا می‌توانیم بگوییم HCl یک اسید قوی و HF یک اسید ضعیف است.

۴ اسید تک‌پروتون‌دار: به اسیدی که هر مولکول آن در آب می‌تواند تنها یک یون هیدرونیوم تولید کند، اسید تک‌پروتون‌دار می‌گوییم مانند HCl و HF .

۵ یونش: به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، یونش می‌گویند.

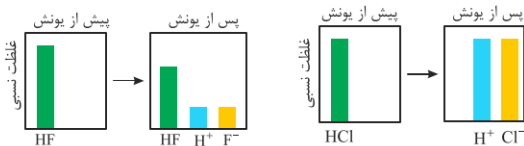
۶ به معادله یونش HCl(aq) و HF(aq) در آب دقت کنید:



۷ همان‌طور که در معادله یونش HCl(aq) دیده می‌شود تمام مولکول‌های HCl به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شوند و به طور کامل یونیده می‌شود؛ زیرا HCl یک اسید قوی است؛ به همین دلیل معادله یونش آن یک‌طرفه نوشته می‌شود.

۸ با توجه به معادله یونش HF(aq) می‌بینیم که این مولکول به طور جزئی یونیده شده و فقط تعداد کمی از مولکول‌های HF به یون‌های مثبت و منفی تبدیل شده‌اند، زیرا HF یک اسید ضعیف است.

۹ نمودارهای زیر، غلظت نسبی گونه‌های موجود در محلول این دو اسید را پیش و پس از یونش نشان می‌دهد.



۱۰ درجه یونش: شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام درجه یونش (α) استفاده می‌کنند که به صورت زیر بیان می‌شود.

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

«توجه ۲۲» در این رابطه می‌توان به جای شمار مولکول‌ها، غلظت مولی گونه‌ها را قرار داد.

«توجه ۲۳» در منابع علمی معتبر گاهی به جای درجه یونش از درصد یونش ($\alpha \times 100$) استفاده می‌کنند. (۱۸)

اسید ضعیف	اسید قوی	
$\alpha < 1$	$\alpha \approx 1$	درجه تفکیک
ضعیف	قوی	الکترولیت
زیاد	۰	مقدار انحلال مولکولی
بسیار کم	کامل	مقدار انحلال یونی

■ کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که تنها هیدروژن گروه کربوکسیل آن‌ها می‌تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود. به معادله یونش استیک اسید دقت کنید: (۱۹)



■ اسیدهای موجود در سرکه سیب، انگور، ریواس و مرکبات مانند پرتقال و لیمو از جمله اسیدهای خوراکی و ضعیف هستند. (۱۹)

■ اسیدهای قوی را می‌توان محلولی شامل یون‌های آبپوشیده دانست، به طوری که در آن‌ها تقریباً مولکول‌های یونیده‌نشده، یافت نمی‌شود. این در حالی است که در محلول اسیدهای ضعیف افزون بر اندک یون‌های آبپوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند. (۱۹)

■ برای نمونه در محلول سرکه شمار ناچیزی از یون‌های آبپوشیده هم‌زمان با شمار زیادی از مولکول‌های استیک اسید یونیده‌نشده حضور دارند. (۱۹)

ثابت تعادل و قدرت اسیدی

■ حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشانه‌ای از برگشت‌پذیر بودن واکنش‌ها دانست. (۱۹)

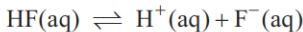
■ واکنش تعادلی: نوعی از واکنش برگشت‌پذیر است که در آن‌ها همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شود، بلکه در شرایط معین، مقدار آن‌ها در سامانه ثابت خواهد ماند. (۱۹)

■ سامانهٔ تعادلی: سامانه‌ای است که واکنش‌های رفت و برگشت در آن به طور پیوسته و با سرعت برابر انجام می‌شوند و به همین دلیل مقدار مواد شرکت‌کننده در سامانه ثابت می‌ماند. (۲۱)

■ ثابت تعادل: برای یک سامانهٔ تعادلی در دمای ثابت غلظت تعادلی گونه‌های موجود در محلول ثابت می‌ماند؛ زیرا سرعت تولید هرگونه با سرعت مصرف آن برابر است. برای واکنش فرضی $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ ثابت تعادل به صورت زیر نشان داده می‌شود. (۲۱ و ۲۲)

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

■ ثابت یونش اسید (K_a): ثابت تعادل برای اسیدها به ثابت یونش اسید معروف است که نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می‌دهد. (۲۲)



$$K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$$

■ هر چه ثابت یونش یک اسید در دمای معین بزرگ‌تر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده است و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است؛ بنابراین: اسید قوی‌تر $\Rightarrow K_a$ بزرگ‌تر (۲۲)

■ جدول زیر ثابت یونش برخی اسیدها در دمای اتاق را نشان می‌دهد. با توجه به جدول نکات را به خاطر بسپارید. (۲۳)

ثابت یونش	فرمول شیمیایی	نام اسید
بسیار بزرگ	HI	هیدرویدیک اسید
بسیار بزرگ	HBr	هیدروبرمیک اسید
بسیار بزرگ	HCl	هیدروکلریک اسید
بسیار بزرگ	H ₂ SO ₄	سولفوریک اسید
بزرگ	HNO ₃	نیتریک اسید
$4/5 \times 10^{-4}$	HNO ₂	نیترو اسید
$1/8 \times 10^{-4}$	HCOOH	فورمیک اسید
$1/8 \times 10^{-5}$	CH ₃ COOH	استیک اسید
$4/9 \times 10^{-10}$	HCN	هیدروسیانیک اسید

۱ به اسیدهای HI، HBr، HCl، H₂SO₄، HNO₃ که در آب به طور کامل یونیده می‌شوند. اسیدهای قوی گفته می‌شود.

۲ قدرت اسیدی اسیدهای قوی با توجه به K_a بسیار بزرگ در آب قابل مقایسه نیست. فقط با توجه به جدول فوق می‌توان گفت HNO₃ ضعیف‌ترین اسید قوی است.

۳ اسیدهای HNO₂، HCOOH، CH₃COOH و HCN که یونش آن‌ها در آب به صورت جزئی صورت می‌گیرد، اسیدهای ضعیف به شمار می‌آیند.

۴ ترتیب قدرت اسیدی این چند اسید ضعیف را به خاطر بسپارید:



توجه ۲۲ ثابت یونش کربنیک اسید در صفحات بعد آورده شده است.



(آ)



(ب)

■ شکل مقابل واکنش دو قطعه منیزیم یکسان را با محلول دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان نشان می‌دهد. به شکل دقت کنید تا نکات مربوط به آن را بررسی کنیم. (۲۳)

۱ در ظرف (آ) اسید قوی‌تری وجود دارد؛ زیرا سرعت واکنش در ظرف (آ) بیشتر است. این موضوع را می‌توان با توجه به میزان هیدروژن آزاد شده در ظرف‌ها متوجه شد.

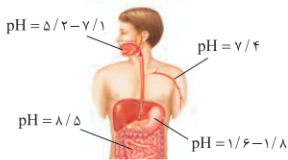
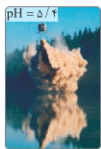
۲ با توجه به قوی‌تر بودن اسید موجود در ظرف (آ) ثابت یونش اسیدی آن نیز عدد بزرگ‌تری است.

■ باران اسیدی شامل نیتریک اسید (HNO_3) و سولفوریک اسید (H_2SO_4) است. در حالی که باران معمولی شامل کربنیک اسید (H_2CO_3) می‌باشد. به همین علت در باران اسیدی مقدار یون هیدرونیوم بیشتر است؛ زیرا HNO_3 و H_2SO_4 اسیدهای قوی‌تری نسبت به H_2CO_3 هستند. (۲۳)

pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی بودن



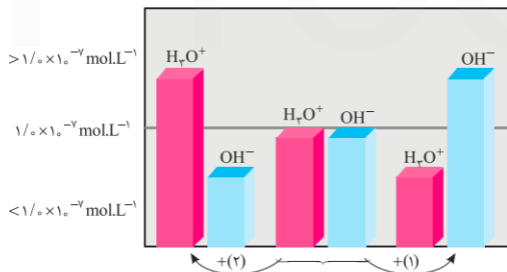
■ pH معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها است. رنگی که کاغذ pH به خود می‌گیرد، نشان‌دهنده pH تقریبی آن محلول است. در شکل‌های زیر pH برخی سامانه‌ها نشان داده شده است. (۲۴)



■ یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که آب و همهٔ محلول‌های آبی، محتوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند، اما کاغذ pH در برخی محلول‌ها آب خالص تغییر رنگ نمی‌دهد. این موضوع نشان می‌دهد که در این سامانه‌ها $[H^+] = [OH^-]$ است. به همین دلیل چنین سامانه‌هایی خنثی هستند. (۲۵)

■ آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهد که آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. این ویژگی بیانگر وجود مقدار بسیار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید است. $H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + OH^-(aq)$ براساس اندازه‌گیری‌ها، در دمای اتاق ($25^\circ C$) برای آب و محلول‌های آبی رابطهٔ مقابل برقرار است: (۲۶) $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$

■ شکل زیر تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را هنگام افزودن هر یک از مواد (۱) و (۲) به آب خالص نشان می‌دهد. به شکل دقت کنید تا نکات را با هم بررسی کنیم. (۲۶)



۱ در هر سه حالت اسیدی، بازی و خنثی هر دو یون هیدرونیوم و هیدروکسید وجود دارند.

۲ با اضافه کردن ماده (۱) غلظت یون OH^- بیشتر از غلظت H_3O^+ شده است؛ بنابراین ماده (۱) باز آرنیوس است، چون غلظت یون OH^- را در آب افزایش داده است. در محلول‌های بازی در محیط آبی و دمای 25°C غلظت OH^- بیشتر از غلظت H_3O^+ است؛ اما هم‌چنان $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ می‌باشد.

۳ با اضافه کردن ماده (۲) غلظت یون H_3O^+ بیشتر از غلظت OH^- شده است؛ بنابراین ماده (۲) یک اسید آرنیوس است زیرا غلظت یون H_3O^+ را در آب افزایش داده است. در محلول‌های اسیدی در محیط آبی و دمای 25°C غلظت H_3O^+ بیشتر از غلظت OH^- است، اما هم‌چنان $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ می‌باشد.

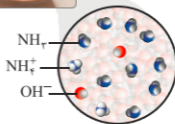
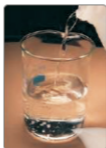
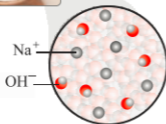
۴ در آب خالص $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ بوده و در دمای 25°C خواهیم داشت:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \Rightarrow \text{pH} = 7$$

بازها، محلول‌هایی با $7 < \text{pH} < 14$

- بازهای معروفی مانند سود سوزآور (NaOH) و پتاس سوزآور (KOH) بسیار قوی هستند. به طوری که موادی خورنده به شمار می‌آیند. (۲۸)
- بازها کاربردهای گسترده‌ای در زندگی روزمره دارند از جمله آن‌ها می‌توان به لوله بازکن (محلول NaOH که یک باز قوی است) و شیشه پاک‌کن (محلول آمونیاک که یک باز ضعیف است) اشاره کرد. (۲۸)
- بازها نیز همانند اسیدها، ثابت یونش دارند که آن را با K_b نمایش می‌دهند. بدیهی است در دما و غلظت یکسان هر چه K_b بزرگ‌تر باشد، آن باز قوی‌تر است. (۲۸)

■ شکل زیر نمایی از یونش آمونیاک (یک باز ضعیف) و سود سوزآور (یک باز قوی) را در آب نشان می‌دهد. (۲۹)



■ آمونیاک به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی در آب به طور عمده به شکل مولکولی حل می‌شود و می‌توان برای آن فرمول $\text{NH}_3\text{OH}(\text{aq})$ را در نظر گرفت. محلولی که یک سامانه تعادلی است. (۲۹)

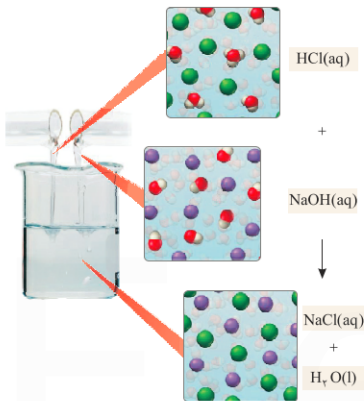


■ به شکل زیر که رسانایی الکتریکی دو محلول بازی را نشان می‌دهد توجه کنید:



محلولی که رسانایی بیشتری دارد، باز قوی‌تری است زیرا یون‌های بیشتری تولید

کرده، پس می‌توان از آن به عنوان لوله بازکن استفاده کرد.

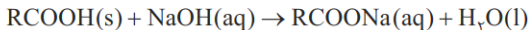


■ یکی از رفتارهای جالب و پرکاربرد اسیدها و بازها واکنش‌های شیمیایی بین این دو است. برای نمونه به واکنش بین محلول هیدروکلریک اسید و سدیم هیدروکسید دقت کنید: (۳۰)

■ با توجه به واکنش مقابل درمی‌یابیم که $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ دست‌نخورده باقی مانده‌اند. به همین

دلیل معادله واکنش خنثی‌شدن اسید و باز را می‌توان به صورت
 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)}$ (۳۰) نشان داد.

■ برای باز کردن لوله‌هایی که با مخلوطی از اسید چرب مسدود شده، از محلول سدیم هیدروکسید غلیظ استفاده می‌کنند: (۳۰)



فراورده چنین واکنش‌هایی خود نوعی پاک‌کننده است که در آب حل می‌شود و می‌تواند چربی‌های اضافی را بزداید. (۳۰ و ۳۱)

■ برای رفع گرفتگی لوله‌هایی که در مجاری آن‌ها رسوب‌های بازی وجود دارد از محلول غلیظ هیدروکلریک اسید استفاده می‌شود که در واکنش با این رسوب‌ها، فراورده‌های محلول در آب یا گازی تولید می‌کنند و از این راه سبب جرم‌گیری در آن‌ها می‌شود. (۳۱)

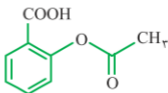
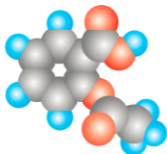
■ هنگام استفاده از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید به عنوان لوله بازکن، رعایت نکات ایمنی ضروری است، زیرا تماس این محلول با بدن و تنفس بخارات آن آسیب جدی به دنبال دارد. (۳۰)

■ در بدن انسان بالغ، روزانه بین ۲ تا ۳ لیتر شیرهٔ معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $3 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ است. پس درون معده یک محیط بسیار اسیدی است که حتی می‌تواند فلز روی را در خود حل کند. (۳۱)

■ دیوارهٔ داخلی معده به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم را دوباره جذب می‌کند. این جذب سبب نابودی سلول‌های سازندهٔ دیوارهٔ معده می‌شود. حال اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های جذب‌شده افزایش یافته و سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود. (۳۱)

■ داروی آسپرین به علت ساختار اسیدی موجب کاهش pH معده و افزایش یون هیدرونیوم می‌شود. آسپرین سبب تشدید سوزش معده و خونریزی آن می‌شود. (۳۱ و ۳۲)

■ با توجه به ساختار آسپرین به نکات آن توجه کنید: (۳۱)



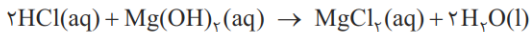
۱ گروه‌های عاملی ← اسیدی و استری

۲ جفت ناپیوندی ← ۸ جفت

۳ فرمول مولکولی ← $C_9H_8O_4$

۴ تعداد پیوند دوگانه ← ۵

■ **ضداسیدها:** داروهایی هستند که با اسید معده وارد واکنش شده و سبب کاهش اسید معده می‌شوند که **شیر منیزی** (Mg(OH)_2) از رایج‌ترین آن‌ها است. (۳۲)



■ جدول زیر مواد مؤثر موجود در ضداسیدهای گوناگون را نشان می‌دهد. (۳۲)

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

با توجه به جدول، محلول سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین) خاصیت بازی دارد، زیرا یک ضداسید است؛ بنابراین برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی چربی‌ها بهتر است به شوینده‌ها جوش شیرین اضافه کنیم. (۳۲)

■ اغلب اسیدها و بازهای شناخته‌شده ضعیف هستند. (تمرین ۱، صفحه ۳۳)

■ رنگ گل ادریسی به میزان اسیدی بودن خاک بستگی دارد. این گل در خاکی که غلظت یون هیدرونیوم آن $2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ است به رنگ آبی اما در خاک دیگری که غلظت یون هیدرونیوم آن $4 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ است به رنگ سرخ شکوفا می‌شود. (تمرین ۴، صفحه ۳۴)



■ برای رشد دانش و پیشرفت فناوری، دو رکن اساسی مورد نیاز است:

۱ دستیابی به مواد مناسب ۲ تأمین انرژی (۳۸)

■ الکتروشیمی: شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد. (۳۸)

الکتروشیمی



تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول تولید مواد (مانند سوختی و سوخت آن‌ها) برق‌کافت، آبکاری) (اطمینان از کیفیت فرآورده)

اندازه‌گیری و کنترل کیفی

■ باتری: یکی از فرآورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با

انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسته تولید می‌کند. در واقع باتری مولدی

است که در آن واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی

شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود. (۳۸ و ۳۹)

■ ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی مواد غذایی،

لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم هستند و مانع از آلوده شدن

آب و مواد غذایی می‌شوند، کسب اطمینان از کیفیت تولید فرآورده‌های

دارویی، بهداشتی، غذایی و ... چهره‌ای دیگر از سطح رفاه و آسایش

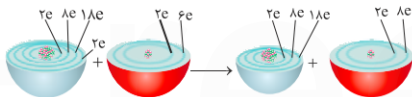
هستند که در گرو بهره‌گیری از دانش الکتروشیمی هستند. (۳۹)



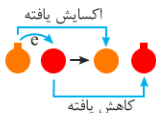
- آموختید که یکی از راه‌های بهره‌گیری از انرژی ذخیره‌شده در فلزها، اتصال آن‌ها در شرایط مناسب به یکدیگر است. برای نمونه با یک تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با میوه‌ای مانند لیمو می‌توان نوعی باتری ساخت و با آن یک لامپ LED را روشن کرد. (۳۹)



- چراغ خورشیدی یک ابزار روشنائی است که از لامپ LED، سلول خورشیدی و باتری قابل شارژ تشکیل شده است. (۳۹)
- به شکل زیر دقت کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم: (۴۰)



- ۱ اتم آبی‌رنگ فلز روی و اتم قرمز رنگ اکسیژن است. روی در بیرونی‌ترین لایه دارای ۲ الکترون و اکسیژن دارای ۶ الکترون است.



- ۲ پس از انجام فرایند می‌بینیم که روی ۲ الکترون لایه آخر خود را در اختیار اکسیژن قرار داده است، بنابراین روی الکترون از دست داده و اکسیژن الکترون گرفته است.

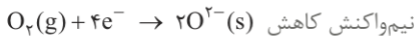
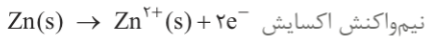
۳ دو تعریف

کاهش: گرفتن الکترون (مانند اکسیژن)

اکسایش: از دست دادن الکترون (مانند روی)

- ۴ در واکنش اتفاق افتاده اکسیژن کاهش یافته و روی اکسایش یافته است.

۵ نیم‌واکنش: شیمی‌دان‌ها هر یک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون را با یک نیم‌واکنش نمایش می‌دهند. هر نیم‌واکنش باید از لحاظ جرم و بار الکتریکی موازنه باشد. در مورد فرایند بالا، داریم:



۶ دو تعریف

اکسنده: ماده‌ای که با گرفتن الکترون، سبب اکسایش گونه دیگر می‌شود. در این جا اکسیژن.

کاهنده: ماده‌ای که با از دست دادن الکترون، سبب کاهش گونه دیگر می‌شود. در این جا روی.

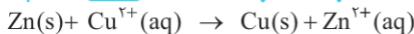
■ اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلز داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند. از این رو فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند. (۴۰)

■ هرگاه تیغه‌ای از جنس روی درون محلول آبی‌رنگ مس (II) سولفات قرار بگیرد، به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می‌شود. این تغییر نشان‌دهنده واکنش زیر است: (۴۱)

اکسایش یافته

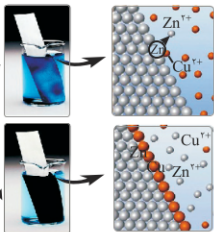
کاهش یافته

اکسنده



کاهنده محلول آبی رنگ جامد قرمز

با گذشت زمان

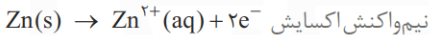


■ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در هر واکنش شیمیایی، هنگامی که بار الکتریکی یک گونه مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه‌ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش یافته است. (۴۱)

■ با توجه به شکل مقابل، نکات گفته‌شده را به خاطر بسپارید: (۴۲)

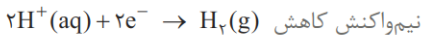
۱ **اغلب فلزها** (مانند روی) در واکنش با محلول اسیدها، گاز **هیدروژن** و نمک تولید می‌کنند.

۲ در این واکنش فلز روی الکترون از دست داده و **اکسایش می‌یابد**، پس **کاهنده** است:

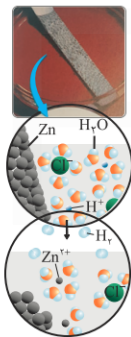
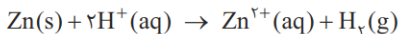


۳ Zn^{2+} تولیدشده توسط مولکول‌های آب، آب‌پوشیده می‌شوند. توجه کنید که مولکول آب از سر **اکسیژن** خود به Zn^{2+} نزدیک می‌شود.

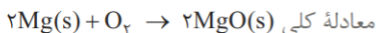
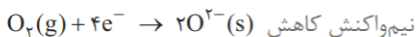
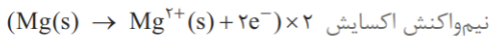
۴ در این فرایند $\text{H}^{+}(\text{aq})$ الکترون گرفته و **کاهش می‌یابد** و **اکسنده** است:



۵ از جمع دو نیم‌واکنش اکسایش و کاهش و حذف الکترون‌ها **معادله کلی** واکنش به دست می‌آید:



■ در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می‌شد. در این واکنش $Mg(s)$ با نور خیره‌کننده‌ای در $O_2(g)$ می‌سوزد و به $MgO(s)$ تبدیل می‌شود.



در این واکنش اکسایش - کاهش افزون بر دادوستد الکترون، انرژی نیز آزاد می‌شود. (۴۲)

■ در واکنش میان فلزهایی مانند روی، آهن و آلومینیم با محلول مس (II) سولفات گرما آزاد می‌شود. (۴۳)

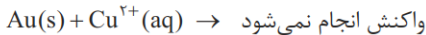


■ در شکل مقابل واکنش بین آلومینیم و مس (II) سولفات را می‌بینیم که باعث می‌شود دمای محیط افزایش یابد. (۴۳)

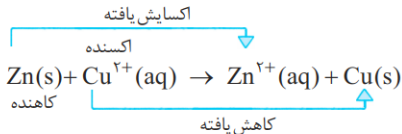
■ به جدول زیر که قراردادان برخی تیغه‌های فلزی درون محلول مس (II) سولفات در دمای $20^\circ C$ را نشان می‌دهد، دقت کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم. (۴۳)

نام فلز	نشانه شیمیایی فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی ($^\circ C$)
آهن	Fe	۲۳
طلا	Au	۲۰
روی	Zn	۲۶
مس	Cu	۲۰

۱ همان‌طور که می‌بینید با گذاشتن فلز مس و فلز طلا درون محلول دمای مخلوط تغییر نمی‌کند که این نشان می‌دهد هیچ واکنشی انجام نمی‌شود.



۲ با قراردادن دو تیغه روی و آهن درون محلول دمای ظرف افزایش می‌یابد.

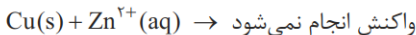


۳ با توجه به جدول متوجه می‌شویم که تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول‌های آبی یکسان نیست؛ به سخن دیگر فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند.

۴ از روی جدول و با توجه به دماها و تمایل الکترون‌دادن به Cu^{2+} متوجه می‌شویم:

قدرت کاهندگی (الکترون‌دهندگی): $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Au}$

۵ با توجه به نکته بالا اگر فلز مس را درون محلول روی سولفات قرار دهیم، واکنشی رخ نمی‌دهد؛ زیرا مس قدرت کاهندگی کم‌تری از روی دارد و الکترون به آن نمی‌دهد:

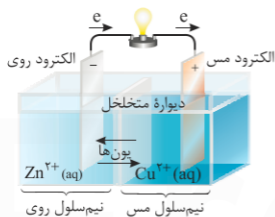


واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت‌شده الکترون‌ها

■ اگر به جای دادوستد مستقیم الکترون بین گونه‌های کاهنده و اکسنده، بتوان الکترون‌ها را از طریق یک مدار بیرونی هدایت و جابه‌جا کرد،

آن‌گاه می‌توان بخشی از انرژی آزادشده در واکنش اکسایش - کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود. (۴۴)

■ شیمی‌دان‌ها در پژوهش‌ها یافتند که هرگاه تیغه روی درون محلولی از روی سولفات (نیم‌سلول روی) و تیغه مس درون محلولی از مس سولفات (نیم‌سلول مس) قرار گیرد و نیم‌سلول‌ها مطابق شکل زیر به هم



وصل شوند، الکترون‌ها در مدار بیرونی جابه‌جا شده و جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. جریانی که سبب روشن شدن لامپ خواهد شد. نتایج حاصل از چنین پژوهش‌هایی منجر به ساخت سلول گالوانی شد. (۴۴)

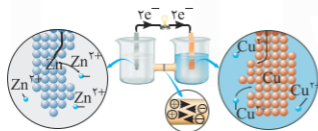
■ به شکل مقابل که نمای ذره‌ای از سلول گالوانی روی - مس (Zn - Cu) را نشان می‌دهد توجه کنید تا نکات را با هم بررسی کنیم: (۴۶ و ۴۵)

۱ ابتدا چند تعریف:

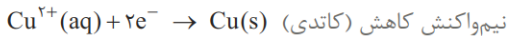
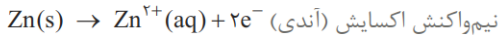
■ آند: الکتروودی است که در آن نیم‌واکنش اکسایش انجام می‌شود و به آن نیم‌واکنش آندی نیز می‌گویند.

■ کاتد: الکتروودی است که در آن نیم‌واکنش کاهش انجام می‌شود و به آن نیم‌واکنش کاتدی نیز می‌گویند.

■ سلول گالوانی: دستگاهی است که می‌تواند براساس قدرت کاهندگی فلزها انرژی الکتریکی تولید کند.



۲ با توجه به این که روی از مس کاهنده تر است روی الکترون های خود را از طریق سیم به سمت مس می فرستد؛ بنابراین روی اکسایش یافته و مس کاهش می یابد.



۳ در این فرایند تیغه روی نقش آند و تیغه مس نقش کاتد را دارد.

۴ از آن جایی که الکترون ها از سمت روی به سمت مس حرکت می کنند، تیغه روی قطب منفی و تیغه مس قطب مثبت را تشکیل می دهد. بنابراین در سلول های گالوانی آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت است.

۵ در همه جا جهت حرکت الکترون از نقطه ای که الکترون تولید می شود به نقطه ای که قرار است مصرف شود است، پس همواره جهت جریان از آند به کاتد است.

تیغه مس تیغه روی



۶ با توجه به نیم واکنش های انجام شده با گذشت زمان فلز روی تبدیل به یون های روی می شود، بنابراین از جرم تیغه روی (آند) کم شده و چون یون های مس به فلز مس تبدیل می شوند جرم تیغه مس (کاتد) افزایش می یابد.

۷ با ادامه روند انجام واکنش انتظار می رود در سمت روی غلظت Zn^{2+} افزایش و در سمت مس غلظت Cu^{2+} کاهش یابد و در واقع محلول سمت روی مثبت و محلول سمت مس منفی می شود اما در عمل هیچ گاه چنین پدیده ای رخ نمی دهد؛ زیرا برای ادامه واکنش اکسایش - کاهش، محلول های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. برای این کار کاتیون ها از نیم سلول آند به کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت می کنند.

■ نیروی الکتروموتوری (emf): ولتاژی که ولت سنج در سلول گالوانی

نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است که به نیروی الکتروموتوری یا emf معروف است. (۴۶)

■ اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به طور جداگانه ممکن نیست و باید این کمیت به طور نسبی اندازه‌گیری شود. برای این کار نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) به عنوان مبنا انتخاب شد و پتانسیل آن برابر صفر در نظر گرفته شد. (۴۷)

■ پتانسیل استاندارد سلول (E°): با تشکیل سلول گالوانی از هر سلول با SHE شیمی‌دان‌ها توانستند پتانسیل بسیاری از نیم‌سلول‌ها را در دمای 25°C و فشار 1 atm و غلظت یک مولار برای محلول الکتrolیت‌ها اندازه‌گیری کرده و آن را پتانسیل استاندارد نیم‌سلول نامیدند. (۴۷)

■ رتبه‌بندی فلزها به ترتیب کاهش E° آن‌ها در یک جدول، سری الکتروشیمیایی نامیده می‌شود. (۴۷)

نیم‌واکنش کاهش	E° (V)
$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}(\text{s})$	+۱/۵۰
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}(\text{s})$	+۱/۲۰
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+۰/۸۰
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+۰/۳۴
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	۰/۰۰
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-۰/۴۴
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-۰/۷۶
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	-۱/۱۸
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-۱/۶۶
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-۲/۳۷

↑ اکسندۀ قوی‌تر

↓ کاهشدهنده قوی‌تر

نکات جدول:

۱ پیشنهاد آیوپاک این است که در این جدول واکنش‌ها به صورت کاهشی نوشته شود.

۲ E° نیم‌واکنشی که از SHE کمتر باشد با علامت منفی و E° نیم‌واکنشی که از SHE بیشتر باشد مثبت است.

■ برای به دست آوردن emf می‌توانیم از فرمول زیر استفاده کنیم: (۴۸)

$$\text{emf} = E^\circ_{(\text{آند})} - E^\circ_{(\text{کاتد})}$$

■ برای ساختن یک سلول گالوانی با بیشترین ولتاژ باید کاهنده‌ترین و اکسنده‌ترین فلز را به هم وصل کنیم. (۴۹)

■ در همه باتری‌ها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های کاتدی و آندی، جریان در مدار بیرونی برقرار می‌شود.

لیتیم

کم‌ترین چگالی فلزها } ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و توانایی
کم‌ترین E° } ذخیره بیشتر انرژی (۴۹)

■ لیتیم در ساخت باتری‌های دکمه‌ای در باتری‌های تلفن و رایانه همراه به کار می‌رود که می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد. (۴۹)

■ پسماندهای الکترونیکی مانند تلفن، رایانه همراه، باتری‌های لیتیومی و... به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند، زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند. از سوی دیگر برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند. (۵۰)



■ سوخت‌های فسیلی همچنان مناسب‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند. از این رو استخراج و مصرف بی‌رویه سوخت‌ها سبب شده تا ذخایر آن‌ها به سرعت کاهش یابد و مصرف آن‌ها محیط زیست را آلوده کرده است. (۵۰)

سلول سوختی (۵۰)

۱ نوعی سلول گالوانی است.

۲ برای تأمین انرژی خودروها پیشنهاد می‌شود.

۳ کارایی بیشتری دارد.

۴ ردپای کربن دی‌اکسید را کاهش می‌دهد.

۵ منبع انرژی سبز به شمار می‌آید.

۶ دوستدار محیط زیست است.

■ دو روش تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی را در شکل زیر می‌بینید. همان‌طور که مشخص است روش سلول سوختی (روش دوم) اتلاف انرژی کمتری به شکل گرما دارد و کارایی آن بالاتر است. (۵۱)



■ سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد، در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر افزایش می دهد. (۵۱)

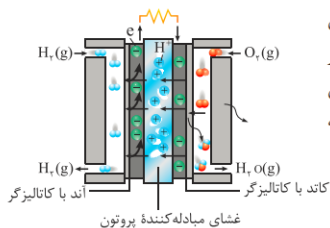
■ رایج ترین سلول سوختی، سلول

هیدروژن - اکسیژن است که در

شکل مقابل برای شما نمایش

داده شده است. نکات آن را به

خاطر بسپارید. (۵۱ و ۵۰)



کاتد

آند

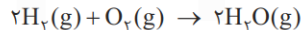
غشاء

۱ هر سلول سوختی دارای سه جزء اصلی است

۲ در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی

هستند که به نیم واکنش های اکسایش و کاهش سرعت می بخشند.

۳ واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن به صورت زیر است:



۴ گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده و اکسایش می یابد؛

بنابراین الکترودی که سمت هیدروژن است، آند نام دارد و در آن واکنش

آندی انجام می شود.

۵ گاز اکسیژن در واکنش با سوخت (هیدروژن) کاهش می یابد؛ بنابراین

الکترودی که سمت اکسیژن است، کاتد بوده و در آن واکنش کاتدی

انجام می شود.

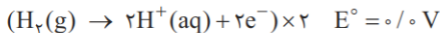
۶ روند اکسایش و کاهش در معادله دیده نمی شود، زیرا همه گونه های

شرکت کننده در واکنش، مولکول های خنثی هستند و شمار الکترون های

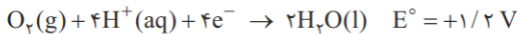
ظرفیت آن ها تغییری نمی کند.

۷ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در سلول سوختی هیدروژن و اکسیژن به صورت زیر است:

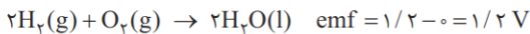
نیم‌واکنش اکسایش (آندی):



نیم‌واکنش کاهش (کاتدی):



معادله کلی واکنش:



■ برای به دست آوردن عدد اکسایش به شکل زیر عمل می‌کنیم: (۵۲)

۱ ساختار الکترون - نقطه‌ای گونه‌های شرکت‌کننده را رسم می‌کنیم.

۲ در هر ساختار:

■ به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت می‌دهیم.

■ به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو الکترون را به اتم با خصلت نافلزی بیشتر نسبت می‌دهیم.

■ همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت می‌دهیم.

۳ الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم را شمرده و از شمار الکترون‌های ظرفیت همان اتم کم می‌کنیم. عدد به دست آمده عدد اکسایش آن اتم است.

← چند عبارت راجع به تعیین عدد اکسایش: (۵۳)

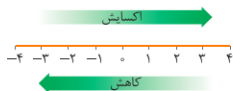
۱ عدد اکسایش عناصر به حالت آزاد برابر صفر است؛ مانند Fe،

Mg، O_۲، Cl_۲ و ...

۲ عدد اکسایش یون‌های تک‌اتمی برابر بار الکتریکی آن‌ها است؛ مانند

Ca^{۲+} که برابر +۲ و O^{۲-} که برابر -۲ است.

۳ اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عددهای اکسایش گوناگونی در ترکیب‌های خود دارند.



■ افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و فرایند اکسایش است در حالی که کاهش آن به معنای به دست آوردن الکترون و فرایند کاهش است. (۵۴)

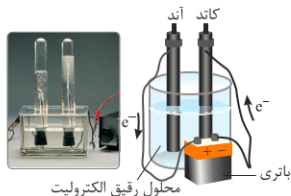
■ یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن - اکسیژن خودنمایی می‌کند، تأمین سوخت آن‌ها است. (۵۳)

برقکافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن

■ سلول‌های الکترولیتی: نوعی از سلول‌های الکتروشیمیایی هستند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش راند و برقکافت یک نمونه از واکنش‌هایی است که در سلول الکترولیتی انجام می‌شود. (۵۴)

■ آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد، از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود. (۵۴)

■ به شکل مقابل که برقکافت آب را نشان می‌دهد. توجه کنید تا نکات مربوط به سلول‌های الکترولیتی و برقکافت آب را برای شما توضیح دهیم. (۵۴ و ۵۵)



۱ در سلول‌های الکترولیتی دو

الکتروود درون یک الکترولیت قرار دارند. (در این‌ها آب!)

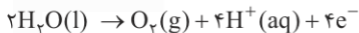
۲ خود الکترودها بی‌اثر هستند و در واکنش شرکت نمی‌کنند و اغلب گرافیتی هستند.

۳ در این سلول‌ها، کاتد به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است و یون‌های الکترولیت می‌توانند آزادانه جابه‌جا شوند.

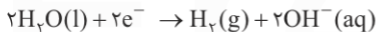
۴ الکترولیت می‌تواند یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب باشد.

۵ هنگامی که به این سلول ولتاژی اعمال شود، یون‌ها به سوی الکتروود با بار ناهم‌نام حرکت می‌کنند.

۶ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در برقکافت آب به صورت زیر است:
نیم‌واکنش اکسایش آب در آند (قطب +):



نیم‌واکنش کاهش در کاتد (قطب -):



۷ کاغذ pH در محلول پیرامون آند (پون حالت اسیدی دارد!) به رنگ قرمز و در محلول پیرامون کاتد (پون حالت بازی دارد!) به رنگ آبی درمی‌آید.

برقکافت (I) NaCl و تهیه فلز سدیم

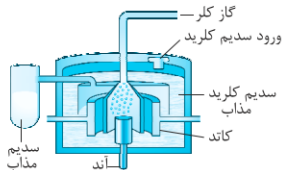
فلز سدیم (۵۵)

۱ یک کاهنده قوی است.

۲ در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود و تنها به شکل یون سدیم در ترکیب‌های طبیعی گوناگون وجود دارد.

۳ یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های فلز سدیم هستند.

۴ برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی صرف کرد.



۱ یک سلول الکترولیتی است.

۲ در صنعت برای تهیه فلز

سدیم به کار می‌رود.

۳ در این سلول برقکافت سدیم

کلرید مذاب انجام می‌شود.

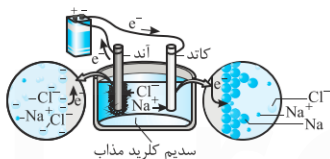
■ به شکل مقابل که تهیه

فلز سدیم را از برقکافت

سدیم کلرید مذاب در

یک سلول الکترولیتی نشان

می‌دهد دقت کنید: (۵۵)



۱ سدیم کلرید خالص در 801°C ذوب می‌شود. افزودن مقداری

کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود 587°C پایین می‌آورد.

۲ بعد از برقراری ولتاژ یون‌های سدیم به سمت قطب منفی (کاتد) حرکت

می‌کنند و با گرفتن الکترون، کاهش می‌یابند.

نیم‌واکنش کاهش (کاتد) (قطب منفی)

۳ یون‌های کلرید به سمت قطب مثبت (آند) حرکت کرده و با از دست

دادن الکترون اکسایش می‌یابند.

نیم‌واکنش اکسایش (آند) (قطب مثبت)

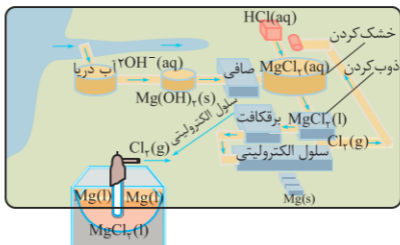
۴ واکنش کلی سلول به صورت زیر است:



■ چون فلزهای فعال (گروه ۱، ۲، Al و Mn) کاهنده‌های قوی هستند

باید آن‌ها را همانند سدیم از برقکافت نمک مذاب آن‌ها تهیه کرد. (۵۵)

■ شکل زیر مراحل تهیه فلز منیزیم از آب دریا را نشان می‌دهد. (۵۶)



انواع سلول‌های الکتروشیمیایی (۵۶)

گالوانی: با یک واکنش اکسایش - کاهش منجر به تولید انرژی الکتریکی می‌شود.

الکترولیتی: با اعمال یک ولتاژ بیرونی یک واکنش اکسایش - کاهش دلخواه انجام می‌شود.

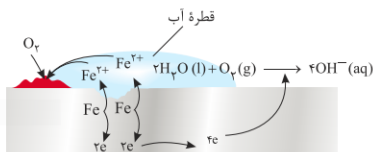
خوردگی، یک واکنش اکسایش و کاهش ناخواسته

■ خوردگی: به فرایند ترد شدن، خورد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش - کاهش خوردگی گفته می‌شود. زنگ‌زدن آهن، تیره‌شدن نقره و زنگار سبز سطح مس نمونه‌هایی از خوردگی هستند. (۵۶)

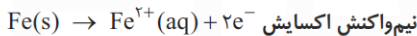
■ از آنجایی که آهن پرمصرف‌ترین فلز در جهان است، خوردگی آن خسارت‌های هنگفتی می‌زند به طوری که سالانه ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعات خورده‌شده مصرف می‌شود. (۵۶)

■ پتانسیل کاهش فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهش اکسیژن مثبت است. با این توصیف اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها آن‌ها را اکسید کند. (۵۷)

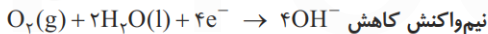
■ هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند یک واکنش اکسایش - کاهش انجام می‌شود و آهن اکسید می‌شود. (۵۷)
به شکل زیر دقت کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم:



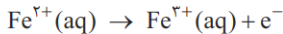
۱ با توجه به شکل، آهن الکترون‌های خود را از دست داده و اکسید می‌شود:



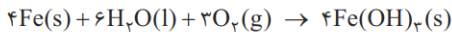
۲ اکسیژن و آب الکترون‌های آهن را مصرف کرده و تولید OH^{-} می‌کنند:



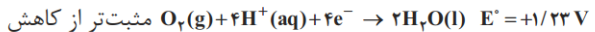
۳ دقت کنید که زنگ‌آهن حاوی یون آهن (III) است؛ بنابراین یون آهن (II) اکسایش یافته و به یون آهن (III) تبدیل می‌شود:



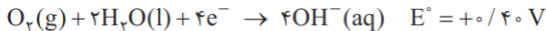
۴ فراورده نهایی خوردگی، زنگ‌آهن است که دارای فرمول شیمیایی $\text{Fe}(\text{OH})_3$ می‌باشد.



۵ با توجه به این که واکنش کاهش اکسیژن در محیط اسیدی



اکسیژن در محیط خنثی است



خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می‌دهد.

۶ فلز طلا با توجه به این‌که بسیار اکسنده است $\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}(\text{s}) \quad E^\circ = 1.50 \text{ V}$ در هوای مرطوب

حتی در اعماق دریا و محیط اسیدی هم اکسید نمی‌شود.

■ ساده‌ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن ایجاد یک پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کند. پوششی که با روش‌هایی مانند رنگ‌زدن، قیر اندود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود. (۵۸)

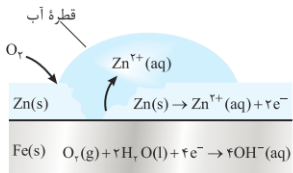
■ روش‌های فیزیکی برای جلوگیری از زنگ‌زدن آهن نمی‌توانند به طور کامل از خوردگی پیشگیری کنند زیرا به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزنه‌های این پوشش‌ها به درون نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و خوردگی دوباره آغاز می‌شود. (۵۸)

■ هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند و فلز کاهنده‌تر (فلزی که E° کم‌تری دارد) در این رقابت برنده می‌شود. (۵۸)

■ اگر روی یا منیزیم در هوای مرطوب با آهن تماس داشته باشند با توجه به E° آن‌ها، روی یا منیزیم در این رقابت برنده می‌شوند و اکسید می‌شوند و سبب پیشگیری از اکسایش آهن می‌شوند. (۵۸)

■ باید توجه داشت که با گذشت زمان منیزیم اکسایش یافته و مصرف می‌شود. از این رو باید به شکل دوره‌ای تکه‌های منیزیم را تعویض کرد. (۵۸)

■ آهن گالوانیزه (آهن سفید): فداکاری فلز روی برای حفاظت آهن سبب شد تا در صنعت، ورقه‌های آهنی با پوششی از فلز روی تهیه شود که به آن آهن گالوانیزه یا آهن سفید می‌گوییم. (۵۹)

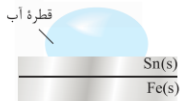


■ هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می آید، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند و برای اکسایش رقابت می کنند. بدیهی است فلز روی اکسید شده و آهن

محافظت می شود. (۵۹)

■ حلبی: اگر یک ورقه آهن را با لایه نازکی از فلز قلع بپوشانیم به آن حلبی خواهیم گفت که برای ساخت قوطی های کنسرو و روغن نباتی استفاده می شود. (۵۹)

■ به شکل دقت کنید تا نکات آن را با هم مرور کنیم: (۵۹)



۱ تا قبل از خراش، قلع به عنوان یک پوشش از رسیدن رطوبت و اکسیژن به سطح آهن و از خوردگی آن جلوگیری می کند.

۲ در اثر ایجاد خراش، رطوبت و اکسیژن به سطح آهن می رسند و با توجه به این که E° آهن کم تر از قلع است، آهن خورده می شود و قلع محافظت می شود به همین دلیل قوطی هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان تر دچار خوردگی می شوند.

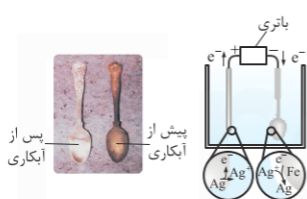
۳ به علت وجود اسیدها در مواد غذایی به عنوان نگهدارنده، نمی توان از آهن گالوانیزه برای ساختن ظروف بسته بندی آنها استفاده کرد زیرا اسیدها با روی واکنش داده و باعث خراب شدن مواد غذایی می شوند.

■ در زندگی روزمره وسایل و ابزار گوناگونی استفاده می شوند که فلز سازنده آنها آهن یا مس است. (۶۰)

خوردگی این فلزها از یک سو سبب از بین رفتن زیبایی وسیله می‌شود و از سوی دیگر به سلامتی بدن آسیب می‌رساند. به همین دلیل، سطح اغلب این وسایل فلزی را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند. (۶۰)

■ **آبکاری:** پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد. این فرایند در یک سلول الکترولیتی انجام می‌شود. (۶۰)

■ شکل زیر آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز نقره نشان می‌دهد به شکل دقت کنید تا نکات آن را بررسی کنیم: (۶۱ و ۶۰)



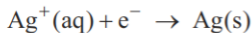
۱ جسمی که قرار است پوشش فلزی روی آن بنشیند را به **قطب منفی (کاتد)** و فلز موردنظر را به **قطب مثبت (آند)** وصل می‌کنیم.

۲ در قطب مثبت (آند) فلز نقره اکسایش یافته و واکنش زیر

انجام می‌شود و یون‌های Ag^+ تولیدی وارد محلول الکترولیت می‌شوند:

$$Ag(s) \rightarrow Ag^+(aq) + e^-$$

۳ در قطب منفی (کاتد) یون‌های Ag^+ تولیدی الکترون گرفته و کاهش می‌یابند و روی قاشق آهنی به صورت جامد می‌نشینند:

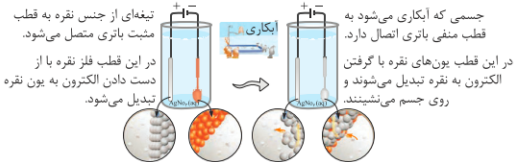


۴ الکترولیت را از جنس نمک‌های نقره انتخاب می‌کنیم تا قبل از رسیدن نقره‌های تولیدی در آند فلز دیگری روی قاشق ننشیند و در فرایند آبکاری مزاحمتی ایجاد نکند.

■ شکل کارتونی زیر فرایند آبکاری یک قاشق مسی را با فلز نقره نمایش می‌دهد. (۶۲)

پیش از برقراری جریان الکتریکی

مدتی پس از برقراری جریان الکتریکی



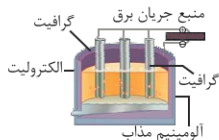
پوشاندن یک جسم با لایه‌ای نازک از یک فلز به کمک یک سلول الکترولیتی آبکاری نامیده می‌شود. جسمی که به عنوان کاتد باید رسانای جریان برق باشد و محلول الکترولیت برای آبکاری دارای یون‌های فلزی باشد که قرار است لایه‌ی نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد.

■ در سال دهم آموختیم که برخی فلزها با این که اکسایش می‌یابند خورده نمی‌شوند. از این فلزها می‌توان برای ساخت وسایلی بهره برد که برای مدت طولانی‌تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. (۶۱)

آلومینیم یکی از این فلزات است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود و با تشکیل لایه‌ی چسبنده و متراکم Al_2O_3 از ادامه‌ی اکسایش جلوگیری می‌کند. (۶۱)

■ آلومینیم نیز همانند فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیبی یافت می‌شود، از این رو این فلز از برقکافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید. (۶۱)

■ رایج‌ترین روشی که برای تهیه‌ی آلومینیم وجود دارد به فرایند هال معروف است. به شکل دقت کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم: (۶۲ و ۶۱)

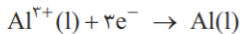


۱ در این فرایند از الکترودهای گرافیتی استفاده می‌شود که دیواره و کف ظرف

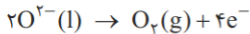
نقش کاتد (قطب منفی) و میله‌ها نقش آند (قطب مثبت) را دارا هستند.

۲ Al_2O_3 مذاب دارای یون‌های Al^{3+} و O^{2-} است که Al^{3+} به سمت

دیواره‌ها و کف ظرف حرکت کرده و با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد.

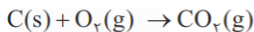


و اکسیژن با حرکت به سمت آند، الکترون خود را از دست داده و اکسایش می‌یابد.

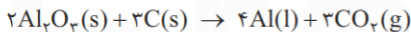


۳ چون چگالی آلومینیم بیشتر از الکترولیت است، در پایین ظرف جمع می‌شود و از طریق یک دریچه خارج می‌شود.

۴ اکسیژن به صورت گاز در حال خارج شدن از سلول است و با توجه به دمای بالا به تیغه‌های گرافیتی برخورد کرده و تولید گاز CO_2 می‌کند:



۵ معادله کلی فرایند هال به صورت زیر است:



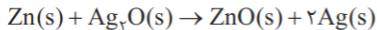
۶ فرایند هال به علت مصرف زیاد انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد، از این رو با بازیافت فلز آلومینیم می‌توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت، برخی از هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد.

۷ تولید قوطی‌های آلومینیمی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

■ فلز پلاتین را می‌توان در بخش‌های مختلف بدن هنگام جراحی استفاده کرد. (تمرین ۱، صفحه ۶۳)

■ $\text{F}_2(\text{g})$ اکسنده‌ترین گونه در جدول پتانسیل کاهش است. (تمرین ۱، صفحه ۶۳)

■ باتری‌های روی - نقره از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آن‌ها واکنش زیر انجام می‌شود. (تمرین ۹، صفحه ۶۴)



■ هر یک از آثار به جای مانده از گذشتگان در جهان را می‌توان نمادی از هنر زمان خویش دانست. بدیهی است که مواد اولیه برای ساخت چنین آثاری افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند. (۶۶)

■ شیمی‌دان‌ها در گام نخست، نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار را بررسی کردند و سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند. (۶۶)

■ در سال دهم آموختیم که درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن ماده را در ۱۰۰ گرم نمونه نشان می‌دهد. (۶۷)

■ جدول زیر درصد جرمی مواد سازنده نوعی **خاک رس** را نشان می‌دهد که از یک **معدن طلا** استخراج شده است. به نکات این جدول توجه کنید. (۶۷)

درصد جرمی	ماده
۰/۹۶	Fe_2O_3
۰/۴۴	MgO
۰/۱	Au و دیگر موارد

درصد جرمی	ماده
۴۶/۲۰	SiO_2
۳۷/۷۴	Al_2O_3
۱۳/۳۲	H_2O
۱/۲۴	Na_2O

۱ علت سرخ‌فام‌بودن خاک رس به خاطر حضور آهن (III) اکسید در آن است.

۲ هنگام پختن سفالینه‌های تهیه‌شده از این نوع خاک رس، آب که دارای نقطهٔ جوش کم‌تری نسبت به بقیهٔ مواد است، به صورت بخار خارج شده و جرم سفالینه کاهش می‌یابد.

۳ در اجزای معرفی‌شده، آب ساختار مولکولی دارد و دارای مولکول‌های جدا از هم است. طلا یک فلز است و ساختار فلزی دارد و بقیهٔ مواد به‌جز



جامد فلزی

(طلا)



ترکیب مولکولی

(آب)



جامد یونی

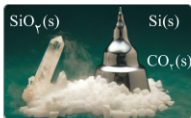
SiO_2 (که یک جامد کووالانسی است و در ادامه رابع به آن صحبت خواهیم کرد). ترکیب‌های یونی هستند و دارای شبکهٔ بلور می‌باشند.

■ SiO_2 افزون بر خاک رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و نیز شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقش‌کننده‌های روی آن‌ها شده است. (۶۷)

سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

سیلیسیم (Si) (۶۸)

- ۱ پس از اکسیژن، فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است.
- ۲ شبه‌فلزی از گروه ۱۴ و ردیف ۳ جدول تناوبی است.
- ۳ ترکیب‌های گوناگون سیلیسیم و اکسیژن بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند.



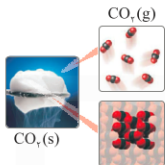
نمونه‌ای از سیلیسیم، سیلیس و یخ خشک

۱ فراوان‌ترین اکسید در پوستهٔ جامد زمین است.

۲ نمونهٔ ناخالص آن ماسه است.

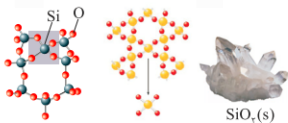
۳ نمونهٔ خالص آن کوارتز نام دارد.

■ **موادی مولکولی:** موادی هستند که ذره‌های سازندهٔ آن‌ها مولکول‌های مجزا می‌باشند، مانند کربن دی‌اکسید و آب. این ترکیب‌ها نقطهٔ ذوب پایین دارند. (۶۹)



■ **مواد کووالانسی:** مجموعه‌ای از اتم‌های بسیار زیادی است که با هم پیوند اشتراکی دارند. مانند سیلیس که در آن شمار بسیار زیادی از اتم‌های

سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی $\text{Si} - \text{O} - \text{Si}$ است و دارای ساختاری به هم پیوسته و غول‌آسا است. (۶۹)

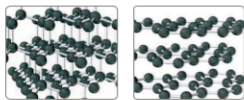


■ **ساختار پیوسته و غول‌آسای ترکیب‌های مولکولی** دلیلی بر سختی بالا و دیرگدازبودن چنین موادی است. از آن‌جا که این مواد در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند آن‌ها را با نام جامد کووالانسی نیز می‌خوانند. (۶۹)

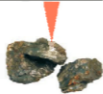
■ یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که عنصرهای اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی در طبیعت، کربن و سیلیسیم هستند، دو عنصری که از آن‌ها تاکنون

یون تک‌اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است، زیرا اتم‌های C و Si_{۱۴} با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت‌تایی می‌رسند. (۶۹)

■ **گرافیت و الماس** از جمله دگرشکل‌های طبیعی کربن بوده که جزء جامدهای کووالانسی هستند. به شکل‌های زیر دقت کنید تا نکات را با



(۱)



(۲)

هم بررسی کنیم: (۷۰ و ۶۹)

۱ جامدهای کووالانسی می‌توانند

چینش دوبعدی مانند گرافیت

(شکل ۲) و یا چینش سه‌بعدی مانند

الماس (شکل ۱) داشته باشند.

۲ ساختار گرافیت به علت لایه‌ای بودن

باعث می‌شود که وقتی در مغز مداد استفاده می‌شود، روی کاغذ اثر برجای گذارد.

۳ الماس به علت داشتن ساختار سه‌بعدی و با توجه به سختی زیاد در

ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه استفاده می‌شود.

۴ چگالی گرافیت ($2/27 \text{ g/cm}^3$) نسبت به الماس ($3/51 \text{ g/cm}^3$)

کم‌تر است، زیرا ساختار لایه‌ای دارد و لایه‌ها از هم فاصله دارند.

۵ با توجه به این که میانگین آنتالپی پیوند C—C بیشتر از Si—Si

است. اگر سیلیسیم خالص ساختاری شبیه الماس داشته باشد، نقطه

ذوبی کم‌تر از الماس خواهد داشت.

۶ به علت این که آنتالپی پیوند Si—O بیشتر از پیوند Si—Si است

و ساختار Si(s) با SiO_۲(s) مشابه است، سیلیسیم در طبیعت به حالت

خالص یافت نمی‌شود، زیرا ترجیح می‌دهد پایدارتر شده و با اکسیژن

واکنش بدهد. به همین دلیل به طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود.

گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم



ساختار و خواص گرافن (۷۱ و ۷۰)



- ۱ تک لایه‌ای از گرافیت است.
- ۲ در آن اتم‌های کربن با پیوند اشتراکی حلقه‌های شش گوشه تشکیل داده‌اند.
- ۳ چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه‌ای دارد.
- ۴ مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.
- ۵ ضخامت آن به اندازه یک اتم کربن است.
- ۶ یک گونه شیمیایی دوبعدی است.
- ۷ شفاف و انعطاف پذیر است.
- ۸ یک روش ساده برای تهیه گرافن استفاده از گرافیت و نوار چسب نازک برای جدا کردن لایه‌هایی از آن است.
- ۹ گرافن رسانای جریان الکتریکی است.

سازه‌های یخی، زیبا و سخت اما زودگذار



■ با سیلیس به عنوان نماینده‌ای از جامدهای کووالانسی آشنا شدید. ماده‌ای که در حالت خالص و تراش خورده، شفاف، زیبا و سخت است. (۷۱)

مولکول‌های H_2O در ساختاریخ (۷۲)

- ۱ آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه دارند.
- ۲ دارای شبکه‌ای همانند کندوی زنبور عسل است. این ساختار استحکام ویژه‌ای پدید می‌آورد.
- ۳ هر اتم اکسیژن با پیوند اشتراکی به دو اتم هیدروژن و با پیوند هیدروژنی به دو اتم هیدروژن مولکول‌های دیگر وصل است.



■ دانه برف یک سازه یخی طبیعی است که مبنای تشکیل آن حلقه‌های شش‌گوشه است. (۷۲)

■ در جامدهای کووالانسی میان همه اتم‌ها پیوند اشتراکی وجود دارد؛ به همین دلیل چنین موادی دمای ذوب بالایی دارند و دیرگداز هستند. در صورتی که در ترکیب‌های مولکولی میان شمار معینی از اتم‌ها که یک مولکول را تشکیل می‌دهند، پیوند اشتراکی وجود دارد و مولکول‌ها با جاذبه‌های بین مولکولی با هم در ارتباط هستند؛ به همین دلیل این ترکیب‌ها نقطه ذوب پایینی دارند. (۷۲)

■ اغلب ترکیب‌های آلی جزء مواد مولکولی هستند، مانند هگزان (C_6H_{14}). (۷۲)

■ رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها بستگی دارد. برای نمونه آنتالپی تبخیر و نقطه جوش یک ترکیب مولکولی در حالت مایع به نیروهای بین مولکولی آن وابسته است. در حالی که رفتار شیمیایی آن به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت‌الکترون‌های پیوندی) و جفت‌الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است. (۷۲ و ۷۳)

رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها

■ مولکول‌های دواتمی جور هسته: مولکول‌هایی که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، مانند H_2 و Cl_2 . چنین مولکول‌هایی در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. به سخن دیگر، گشتاور دوقطبی آن‌ها صفر بوده و مولکول‌های ناقطبی هستند. (۷۳)

■ مولکول‌های دواتمی ناجور هسته: مولکول‌هایی که از دو اتم ناهمسان تشکیل شده‌اند، مانند HCl . چنین مولکول‌هایی در میدان الکتریکی جهت‌گیری کرده و قطبی می‌باشند. (۷۳)

■ در شکل زیر نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای دو مولکول Cl_2 و



HCl نشان داده شده است. رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی منفی را نشان می‌دهد. (۷۳)

الف. احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی پیرامون هسته 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 می‌گذرانند، از این رو احتمال حضور آن‌ها روی هسته‌ها، یکسان و متقارن است.

■ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای دو مولکول آب و کربن دی‌اکسید در شکل زیر نشان داده شده است. به نکات آن دقت کنید: (۷۴)



۱ در مولکول خطی کربن دی‌اکسید 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.

۲ در مولکول خطی سه‌اتمی، هسته هر سه اتم سازنده آن بر روی یک خط راست قرار دارند.

۳ به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی در مولکول CO_2 ، این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند و گشتاور دوقطبی آن صفر است.

۴ در مولکول خمیده آب، تراکم بار الکتریکی روی هسته اتم اکسیژن بیشتر است و به دلیل این که توزیع بار در اطراف اتم مرکزی متقارن نیست. این مولکول در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند و گشتاور

دوقطبی آن صفر نیست. (۷۴)



کربونیل سولفید



اتین



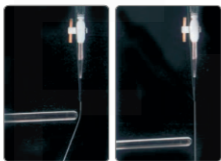
آمونیاک



گوگرد تری اکسید

گوگرد تری اکسید (SO_2) ناقطبی می باشند. (۷۴ و ۷۵)

■ شکل زیر منحرف شدن یک مایع با مولکول های قطبی و منحرف نشدن

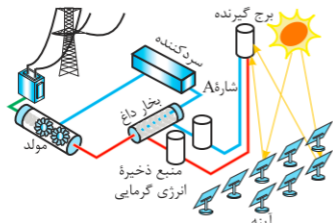


مایعی دیگر با مولکول های ناقطبی را در میدان الکتریکی نشان می دهد. برای مثال مایع منحرف شده می تواند کلروفرم ($CHCl_3$) و مایع منحرف نشده می تواند کربن تتراکلرید (CCl_4) باشد. (۷۵)

هنرنمایی شاره (سیال) های مولکولی و یونی برای تولید برق



■ خورشید بزرگ ترین منبع انرژی برای زمین است. منبعی تجدیدپذیر که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیس به سوی ما گسیل می دارد. (۷۵)



■ شکل مقابل شمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می دهد. به شکل دقت کنید تانکات آن را با هم بررسی کنیم: (۷۶ و ۷۷)

۱ آینه‌ها پرتوهای خورشید را روی برج گیرنده متمرکز می‌کنند تا حرارت به شاره انتقال پیدا کند.

۲ شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می‌شود تا حتی در روزهای ابری و شب‌هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند.

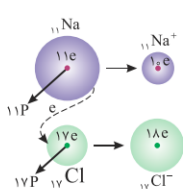
۳ پس از تبدیل آب به بخار داغ، این بخار توربین را به حرکت درمی‌آورد و انرژی الکتریکی ایجاد می‌شود.

۴ در این فرایند به شاره‌ای نیاز داریم که در گستره دمایی زیادی به حالت مایع باقی بماند. چون اگر زود تغییر فاز دهد، نمی‌تواند برای ما مناسب باشد.

۵ مطابق یک قاعده کلی هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده مایع قوی‌تر است.

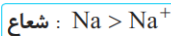
چینش زیبا، منظم و سه‌بعدی یون‌ها در جامد یونی

شکل زیر دادوستد الکترون میان اتم‌های سدیم و کلر را هنگام تشکیل سدیم کلرید نشان می‌دهد به نکات دقت کنید: (۷۷)



۱ سدیم یک الکترون از دست داده و به آرایش گاز نجیب دوره قبل یعنی نئون (Ne) می‌رسد و کلر یک الکترون گرفته و به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود یعنی آرگون (Ar) می‌رسد.

۲ شعاع سدیم با از دست دادن الکترون کوچک شده و شعاع کلر با گرفتن الکترون بزرگ می‌شود:



۳ پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون‌ها میان یون‌های ناهم‌نام نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام نیروی دافعه پدید می‌آید.

۴ وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که **نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام بر نیروهای دافعه میان یون‌های هم‌نام غالب است.**

■ از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفیدرنگی بر جای می‌ماند که همان نمک خوراکی است.



نور و گرمای زیاد آزادشده در این واکنش نشان می‌دهد که این واکنش بسیار گرماده است. (۷۷)

■ شبکه بلور: برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد از واژه شبکه بلور استفاده می‌شود. (۷۸)

■ فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازنده آن را نشان می‌دهد. (۷۸)

■ عدد کوئوردیناسیون: به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون گفته می‌شود. عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون‌های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر ۶ است. (۷۸)

■ آرایش یون‌ها در سرتاسر شبکه بلوری جامدهای یونی از یک الگوی تکراری پیروی می‌کنند. (۷۸)

■ برای توصیف ترکیب‌های یونی استفاده از واژه‌های مولکول و فرمول مولکولی اشتباه است، زیرا در ترکیب‌های یونی شبکه‌ای از تعداد بسیار زیادی از یون‌ها وجود دارد. (۷۸)

■ اگر هر یون را کره‌ای باردار در نظر بگیرید، چگالی بار هم‌ارز با نسبت بار به حجم است. کمیتی که می‌تواند برای مقایسهٔ میزان برهم‌کنش میان یون‌ها به کار رود. نسبت ساده‌تری که می‌توان به کار برد، نسبت بار یون به شعاع آن است. (۷۹)

■ نوع و بار یون‌ها و در نتیجه قدرت نیروی جاذبه میان آن‌ها در شبکهٔ بلوری، کلیدی برای درک رفتار آن‌ها است. (۷۹)

■ هر چه نیروی جاذبه میان یون‌ها قوی‌تر باشد، استحکام شبکهٔ یونی بیشتر بوده و برای فروپاشی آن یا جداکردن کامل یون‌ها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز است. (۷۹)

■ آنتالپی فروپاشی شبکه (فروپاشی ΔH): گرمای مصرف‌شده در فشار ثابت برای واکنش تبدیل یک مول جامد یونی به یون‌های گازی سازندهٔ آن را آنتالپی فروپاشی شبکه می‌نامند. (۸۰)



■ هر چه بار یون‌های سازندهٔ یک جامد یونی بیشتر باشد، شبکهٔ آن دشوارتر فروپاشیده می‌شود. (۸۰)

■ با افزایش شعاع کاتیون و آنیون، انرژی فروپاشی شبکه کاهش می‌یابد. (۸۱)

■ هر چه آنتالپی فروپاشی شبکه عدد بزرگ‌تری باشد، نقطهٔ ذوب جامد یونی نیز بالاتر خواهد بود. (۸۱)

جمع‌بندی (۸۰ و ۸۱)

۱ انرژی فروپاشی شبکه با بار کاتیون و آنیون رابطهٔ مستقیم دارد.

۲ انرژی فروپاشی شبکه با شعاع آنیون و کاتیون رابطهٔ عکس دارد.

۳ انرژی فروپاشی شبکه با نقطهٔ ذوب و جوش رابطهٔ مستقیم دارد.



فلزها (۸۱):

- ۱ تمدن‌های آغازی برای گستره کاربری آن‌ها نام‌گذاری شده‌اند.
- ۲ پس از دوره سنگی، در دوره برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشم‌گیری شدند.
- ۳ پایداری جامعه پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.
- ۴ بخش عمده عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند و در هر چهار دسته d ، p ، f و s جای دارند.

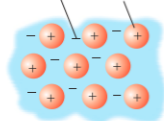
فلزها (۸۱)

رفتارهای فیزیکی: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی،

شکل پذیری

رفتارهای شیمیایی: واکنش پذیری، تنوع اعداد اکسایش

کاتیون فلز دریای الکترونی



■ به شکل مقابل که یک الگوی ساده از

شبکه بلوری فلزها را نشان می‌دهد دقت

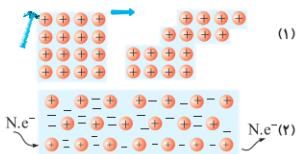
کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم: (۸۲)

مدل دریای الکترونی:

- ۱ براساس این مدل، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.
- ۲ دریای الکترون توسط الکترون‌های ظرفیت ساخته می‌شوند، زیرا الکترون‌های ظرفیت بیرونی‌ترین الکترون‌ها هستند و از همه سست‌تر هستند.

۳ چون الکترون‌ها در این دریا آزادانه حرکت می‌کنند نمی‌توان هر الکترون موجود در آن را تنها متعلق به یک اتم دانست.

۴ دریای الکترون عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلور فلزی حفظ می‌کند.



■ شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب چکش‌خواری و رسانایی الکتریکی فلزها را نشان می‌دهد. (۸۲)

■ شکل زیر نشان می‌دهد که مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌مانده آن را عبور می‌دهند



یا بازتاب می‌کنند. به شکل دقت کنید تا نکات آن را بررسی کنیم: (۸۳)

۱ اگر ماده‌ای همه طول موج‌های نور مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید دیده می‌شود.

۲ اگر ماده‌ای همه طول موج‌های نور مرئی را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود.

۳ چشم ما مواد را به رنگی می‌بیند که آن طول موج‌ها را عبور داده‌اند یا بازتاب کرده‌اند.

■ رنگ‌دانه: سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد رنگ‌دانه نام دارد. برای نمونه TiO_2 ، Fe_2O_3 و دوده از جمله رنگ‌دانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می‌کنند. (۸۳)

■ در گذشته انسان این مواد رنگی را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کرد. (۸۳)

■ رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلویید

هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند، تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد. (۸۴)



■ شکل مقابل پیشرفت واکنش فلز روی با محلول نمکی از وانادیم (V) را نشان می‌دهد. (۸۴)

در این واکنش روی،

کاهنده و وانادیم (V)، اکسنده است. زیرا ابتدا وانادیم (V) الکترون می‌گیرد و به وانادیم (IV) تبدیل می‌شود، سپس با گرفتن الکترون به وانادیم (III) و (II) تبدیل می‌شود. (۸۴)

تیتانیم فلزی فراتر از انتظار

■ هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک، رفتارهای ویژه خود را نیز دارد. (۸۵)

مقایسه فلزهای دسته s و p با فلزهای دسته d	
تفاوت	تشابه
سختی	جلا
نقطه ذوب	رسانایی الکتریکی
تنوع عدد اکسایش	رسانایی گرمایی
—	شکل پذیری

■ تیتانیم از لحاظ ماندگاری و استحکام، فلزی باورنکردنی و فراتر از انتظار است. (۸۵)

■ جدول صفحه بعد برخی ویژگی‌های تیتانیم را در مقایسه با فولاد زنگ‌نزن نشان می‌دهد. به نکات آن دقت کنید. (۸۵ و ۸۶)