



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

شیمی (۱) - پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه - ۱۱۰۲۱۰
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

حسن حنرفخانی، علیرضا علیدین، شریف کامیابی، نعمت‌الله ارشدی، سیدالله جلیلی، غابد بدریان، راشیه بنگدارسخی، معصومه شامحمدی اردبیلی و منصور مختاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی) حسن حنرفخانی، علیرضا علیدین، حسین زمانی سیفی کار و معصومه شامحمدی اردبیلی (اعضای گروه تألیف) - نعمت‌الله ارشدی (پیش‌نویس فصل ۱)، راشیه بنگدارسخی و سیدالله جلیلی (پیش‌نویس فصل ۲)، منصور مختاری، دوست محمد سبیمی، فرشاد صیوفی زاده، فیروزه منتظری و محمدامین نظامی (اعضای گروه مشورتی) - حسن حنرفخانی (ویراستار علمی) - محمد دانشگر (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری:
احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ)، - مجید ذاکری پونسی (مدیر هنری) - مهدیه صفایی‌نیا (طراح گرافیک و صفحه‌آرا) - مریم کیوان (طراح جلد) - مریم دهقان‌زاده، فاطمه باقری‌مهر، کبری اجایی، زهرا رشیدی مقدم، فرشته ازجمنده، فریاسنو، ناهید خیام‌باشی (انور آماده‌سازی)

نشانی سازمان:
تهران - خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱۹، دورنگار: ۰۲۶۶-۸۸۳۰، کد پستی: ۱۵۸۲۷۲۷۲۵۹
وبسایت: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.com

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) - تلفن: ۰۲۶۶-۴۴۹۸۵۱۶، دورنگار: ۰۲۶۶-۴۴۹۸۵۱۶، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
چاپ دوم ۱۴۰۲

نام کتاب:
پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:
شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

نشانی:
(داروپخش) - تلفن: ۰۲۶۶-۴۴۹۸۵۱۶، دورنگار: ۰۲۶۶-۴۴۹۸۵۱۶، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه:
سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۷۳۲-۰
ISBN: 978-964-05-2732-0



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

شیمی (۱) - پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه - ۱۱۰۲۱۰
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

حسن حنرفخانی، علیرضا علیدین، شریف کامیابی، نعمت‌الله ارشدی، سیدالله جلیلی، غابد بدریان، راشیه بنگدارسخی، معصومه شامحمدی اردبیلی و منصور مختاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی) حسن حنرفخانی، علیرضا علیدین، حسین زمانی سیفی کار و معصومه شامحمدی اردبیلی (اعضای گروه تألیف) - نعمت‌الله ارشدی (پیش‌نویس فصل ۱)، راشیه بنگدارسخی و سیدالله جلیلی (پیش‌نویس فصل ۲)، منصور مختاری، دوست محمد سبیمی، فرشاد صیوفی زاده، فیروزه منتظری و محمدامین نظامی (اعضای گروه مشورتی) - حسن حنرفخانی (ویراستار علمی) - محمد دانشگر (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری:
احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ)، - مجید ذاکری پونسی (مدیر هنری) - مهدیه صفایی‌نیا (طراح گرافیک و صفحه‌آرا) - مریم کیوان (طراح جلد) - مریم دهقان‌زاده، فاطمه باقری‌مهر، کبری اجایی، زهرا رشیدی مقدم، فرشته ازجمنده، فریاسنو، ناهید خیام‌باشی (انور آماده‌سازی)

نشانی سازمان:
تهران - خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱۹، دورنگار: ۰۲۶۶-۸۸۳۰، کد پستی: ۱۵۸۲۷۲۷۲۵۹
وبسایت: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.com

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) - تلفن: ۰۲۶۶-۴۴۹۸۵۱۶، دورنگار: ۰۲۶۶-۴۴۹۸۵۱۶، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
چاپ دوم ۱۴۰۲

نام کتاب:
پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:
شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

نشانی:
(داروپخش) - تلفن: ۰۲۶۶-۴۴۹۸۵۱۶، دورنگار: ۰۲۶۶-۴۴۹۸۵۱۶، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه:
سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۷۳۲-۰
ISBN: 978-964-05-2732-0

.... فهرست

مقدمه

فصل اول: کیهان زادگاه عناصر ۱



فصل دوم: رد پای گازها در زندگی ۴۷



فصل سوم: آب، آهنگ زندگی ۸۵



واژه‌نامه ۱۲۳

منابع ۱۲۶

.... فهرست

مقدمه

فصل اول: کیهان زادگاه عناصرها ۱



فصل دوم: رد پای گازها در زندگی ۴۷



فصل سوم: آب، آهنگ زندگی ۸۵



واژه‌نامه ۱۲۳

منابع ۱۲۶

فصل ۱ کیهان زادگاه عنصرها

فصل ۱

کیهان زادگاه عناصر



••• «هُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ» آیه ۴، سوره حدید •••
او کسی است که آسمان‌ها و زمین را در شش روز آفرید.

..... شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستاره شبانه‌گاهی باشید؛ سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پرفروغ با توری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه‌باش می‌فرستند؛ پیامی که از گذشته‌های دور، روایت می‌کند؛ از اینکه جهان هستی چگونه پدید آمده است؟ ذره‌های سازنده جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند؟ پرسش‌هایی که یافتن پاسخ آنها بسیار دشوار است. زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها هستند. شیمی‌دان‌ها با مطالعه خواص و رفتار ماده، همچنین برهم‌کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.



••• «هُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ» آیه ۴، سوره حدید •••
او کسی است که آسمان‌ها و زمین را در شش روز آفرید.

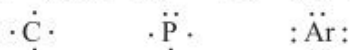
..... شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستاره شبانه‌گاهی باشید؛ سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پرفروغ با توری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه‌باش می‌فرستند؛ پیامی که از گذشته‌های دور، روایت می‌کند؛ از اینکه جهان هستی چگونه پدید آمده است؟ ذره‌های سازنده جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند؟ پرسش‌هایی که یافتن پاسخ آنها بسیار دشوار است. زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها هستند. شیمی‌دان‌ها با بررسی ساختار و رفتار ماده، همچنین برهم‌کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.



در لایه ظرفیت این اتم‌ها، هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیوم که در تنها لایه الکترونی خود، دو الکترون دارد)؛ با این توصیف می‌توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای باشد به طوری که اگر لایه ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب بوده یا هشت تایی^۱ باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد؛ به دیگر سخن اگر لایه ظرفیت اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام آرایش الکترون - نقطه‌ای^۲ ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود؛ برای نمونه، آرایش الکترون - نقطه‌ای سدیم به صورت $\text{Na} \cdot$ است.

برای رسم آرایش الکترون - نقطه‌ای هر اتم، می‌توان نقطه‌گذاری را از یک سمت مانند سمت راست نماد شیمیایی عنصر آغاز کرد و نقطه‌های بعدی را در زیر، سمت چپ و بالای آن قرار داد. الکترون پنجم و پس از آن را باید طوری پیرامون نماد شیمیایی عنصر قرار داد که هر یک به صورت جفت نقطه درآید؛ برای نمونه آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های کربن، فسفر و آرگون به صورت زیر است:



خود را بیازمایید

آ جدول زیر را کامل کنید.

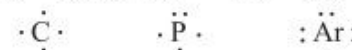
عنصر	${}_{3}\text{Li}$	${}_{4}\text{Be}$	${}_{5}\text{B}$	${}_{6}\text{C}$	${}_{7}\text{N}$	${}_{8}\text{O}$	${}_{9}\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون - نقطه‌ای								
عنصر	${}_{11}\text{Na}$	${}_{12}\text{Mg}$	${}_{13}\text{Al}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{15}\text{P}$	${}_{16}\text{S}$	${}_{17}\text{Cl}$	${}_{18}\text{Ar}$
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون - نقطه‌ای	Na.							

ب) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم عنصرهای یک گروه چه شباهتی دارد؟ توضیح دهید.
پ) بین شماره گروه و آرایش الکترون - نقطه‌ای چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.

در لایه ظرفیت این اتم‌ها، هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیوم که در تنها لایه الکترونی خود، دو الکترون دارد)؛ با این توصیف می‌توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای باشد به طوری که اگر لایه ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب بوده یا هشت تایی^۱ باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد؛ به دیگر سخن اگر لایه ظرفیت اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام آرایش الکترون - نقطه‌ای^۲ ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود؛ برای نمونه، آرایش الکترون - نقطه‌ای سدیم به صورت $\text{Na} \cdot$ است.

برای رسم آرایش الکترون - نقطه‌ای هر اتم، می‌توان نقطه‌گذاری را از یک سمت مانند سمت راست نماد شیمیایی عنصر آغاز کرد و نقطه‌های بعدی را در زیر، سمت چپ و بالای آن قرار داد. الکترون پنجم و پس از آن را باید طوری پیرامون نماد شیمیایی عنصر قرار داد که هر یک به صورت جفت نقطه درآید؛ برای نمونه آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های کربن، فسفر و آرگون به صورت زیر است:



خود را بیازمایید

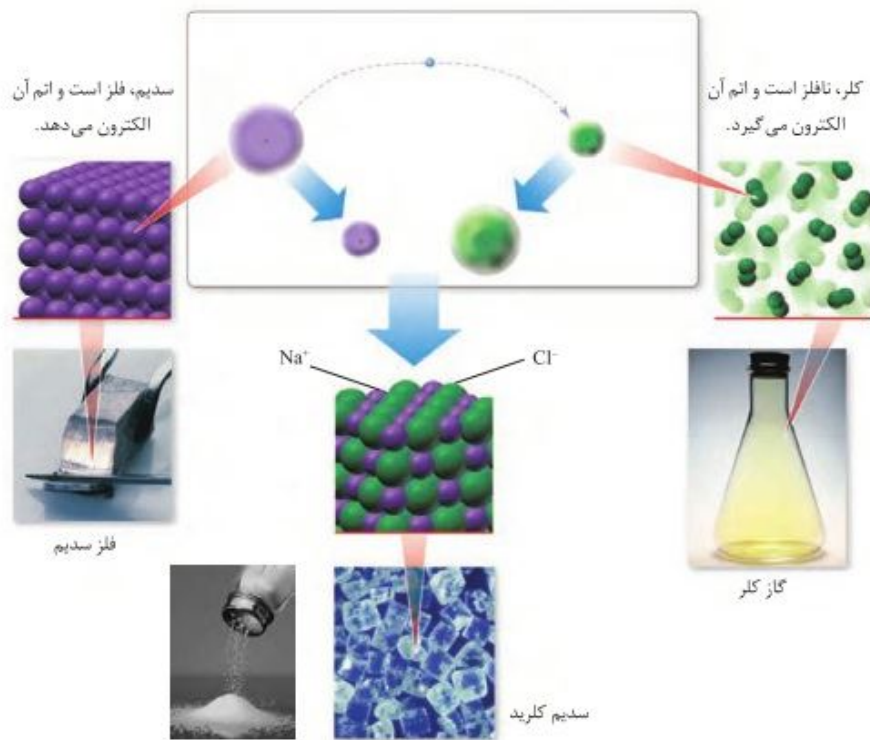
آ جدول زیر را کامل کنید.

عنصر	${}_{3}\text{Li}$	${}_{4}\text{Be}$	${}_{5}\text{B}$	${}_{6}\text{C}$	${}_{7}\text{N}$	${}_{8}\text{O}$	${}_{9}\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون - نقطه‌ای								
عنصر	${}_{11}\text{Na}$	${}_{12}\text{Mg}$	${}_{13}\text{Al}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{15}\text{P}$	${}_{16}\text{S}$	${}_{17}\text{Cl}$	${}_{18}\text{Ar}$
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون - نقطه‌ای	Na.							

ب) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم عنصرهای یک گروه چه شباهتی دارد؟ توضیح دهید.
پ) بین شماره گروه و آرایش الکترون - نقطه‌ای چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.

رفتار شیمیایی هر اتم به شمار الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد به طوری که می‌توان دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای رفتار آنها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن به آرایش یک گاز نجیب برسند یا هشت‌تایی شوند تا پایدارتر گردند. در درس علوم آموختید که هر گاه اتم‌های سدیم و کلر کنار یکدیگر قرار گیرند، اتم سدیم با از دست دادن یک الکترون به یون سدیم و اتم کلر با گرفتن یک الکترون به یون کلرید تبدیل شده و در این واکنش سدیم کلرید (نمک خوراکی) تولید می‌شود (شکل ۲۵).

● از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.

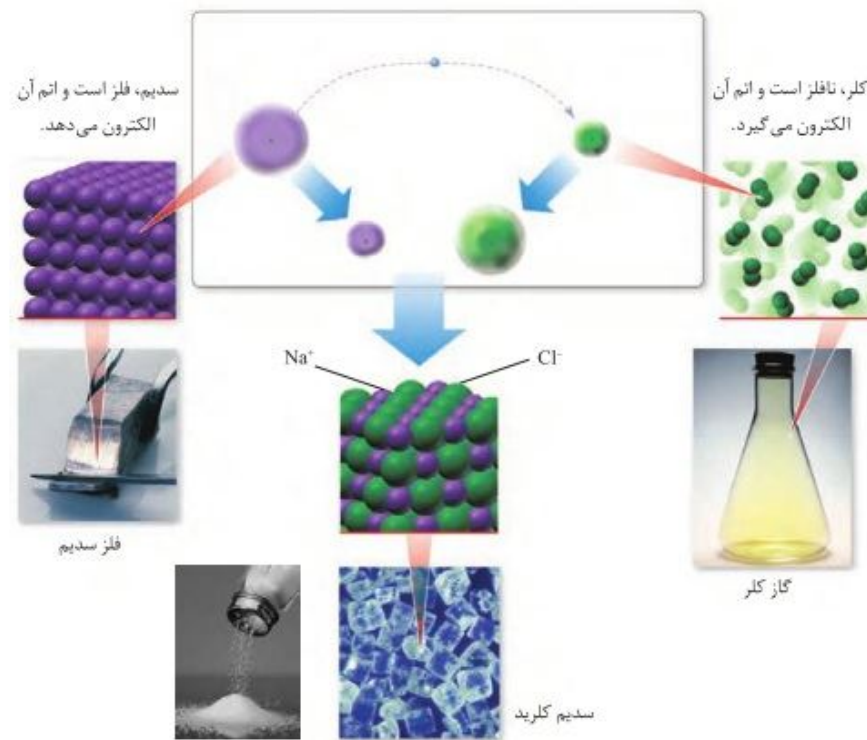


شکل ۲۵. واکنش اتم‌های سدیم با کلر، دادوستد الکترون و تشکیل سدیم کلرید

شکل نشان می‌دهد که اتم‌های سدیم با از دست دادن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون) و اتم‌های کلر با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم‌دوره خود (آرگون) می‌رسند.

رفتار شیمیایی هر اتم به شمار الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد به طوری که می‌توان دستیابی به آرایش الکترونی پایدارتر را مبنای رفتار آنها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن و گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب برسند یا به اشتراک گذاشتن الکترون، هشت‌تایی شوند تا پایدارتر گردند. در درس علوم آموختید که هر گاه اتم‌های سدیم و کلر کنار یکدیگر قرار گیرند، اتم سدیم با از دست دادن یک الکترون به یون سدیم و اتم کلر با گرفتن یک الکترون به یون کلرید تبدیل شده و در این واکنش سدیم کلرید (نمک خوراکی) تولید می‌شود (شکل ۲۵).

● از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.



شکل ۲۵. واکنش اتم‌های سدیم با کلر، دادوستد الکترون و تشکیل سدیم کلرید

شکل نشان می‌دهد که اتم‌های سدیم با از دست دادن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون) و اتم‌های کلر با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم‌دوره خود (آرگون) می‌رسند.

با هم ببیند پیشیم

۱- جدول زیر را در نظر بگیرید:

۱																	۱۸
H																	He
۲											۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar

آ) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های داده شده را با اتم‌های نجیب، مقایسه و پیش‌بینی کنید
 ب) بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب این اتم‌ها در طبیعت به صورت یون در ترکیب‌های
 گوناگون یافت می‌شود. جدول زیر یون‌های شناخته شده از این اتم‌ها را نشان می‌دهد. اکنون
 با توجه به آن، درستی پیش‌بینی‌های خود را بررسی کنید.

۱																	۱۸
He																	He
۲											۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	
Li ⁺														N ³⁻	O ²⁻	F ⁻	Ne
Na ⁺	Mg ²⁺											Al ³⁺		P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻	Ar
K ⁺	Ca ²⁺															Br ⁻	Kr

۲- با توجه به جدول در هر مورد با خط‌زدن واژه نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.
 آ) اگر شمار الکترون‌های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر با $\frac{3}{4}$ باشد، آن اتم در شرایط مناسب
 تمایل دارد که شماری از الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهد و به کاتیون تبدیل شود.
 ب) اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با گرفتن الکترون به آنیون
 تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود را دارند.

آیا می‌دانید

گلیبرت نوتن لوویس
(۱۸۷۵-۱۹۴۶)

یکی از پیشگامان دانش شیمی و بنیان‌گذار نظریه تشکیل پیوند شیمیایی و نظریه الکترونی اسیدساز بود. او واژه فوتون را برای ذره‌های سازنده نور پیشنهاد کرد.



این شیمی‌فیزیک‌دان آمریکایی ۲۵ بار نامزد دریافت جایزه نوبل شد اما هیچ‌گاه این جایزه را دریافت نکرد. این ناکامی هیچ‌چیز از ارزشمندی، ماندگاری و تأثیرگذاری کارهای علمی لوویس کم نمی‌کند.

با هم ببیند پیشیم

۱- جدول زیر را در نظر بگیرید:

۱																	۱۸
H																	He
۲											۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar

آ) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های داده شده را با اتم‌های نجیب، مقایسه و پیش‌بینی کنید
 ب) بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب این اتم‌ها در طبیعت به صورت یون در ترکیب‌های
 گوناگون یافت می‌شود. جدول زیر یون‌های شناخته شده از این اتم‌ها را نشان می‌دهد. اکنون
 با توجه به آن، درستی پیش‌بینی‌های خود را بررسی کنید.

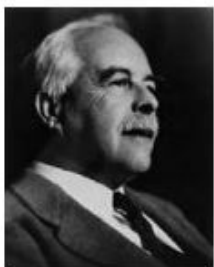
۱																	۱۸
He																	He
۲											۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	
Li ⁺														N ³⁻	O ²⁻	F ⁻	Ne
Na ⁺	Mg ²⁺											Al ³⁺		P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻	Ar
K ⁺	Ca ²⁺															Br ⁻	Kr

۲- با توجه به جدول در هر مورد با خط‌زدن واژه نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.
 آ) اگر شمار الکترون‌های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر با $\frac{3}{4}$ باشد، آن اتم در شرایط مناسب
 تمایل دارد که شماری از الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهد و به کاتیون تبدیل شود.
 ب) اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با گرفتن الکترون به آنیون
 تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود را دارند.

آیا می‌دانید

گلیبرت نوتن لوویس
(۱۸۷۵-۱۹۴۶)

یکی از پیشگامان دانش شیمی و بنیان‌گذار نظریه تشکیل پیوند شیمیایی و نظریه الکترونی اسیدساز بود. او واژه فوتون را برای ذره‌های سازنده نور پیشنهاد کرد.



این شیمی‌فیزیک‌دان آمریکایی ۲۵ بار نامزد دریافت جایزه نوبل شد اما هیچ‌گاه این جایزه را دریافت نکرد. این ناکامی هیچ‌چیز از ارزشمندی، ماندگاری و تأثیرگذاری کارهای علمی لوویس کم نمی‌کند.

پ) اتم‌های گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با $\frac{\text{از دست دادن}}{\text{به دست آوردن}}$ الکترون به کاتیون/آنیون هایی تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب هم دوره خود را دارد.

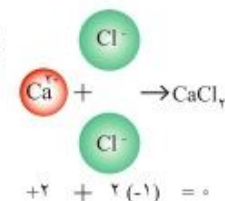
۳- پیش‌بینی کنید اتم هریک از عنصرهایی که به ترتیب در خانه‌های شماره ۷ و ۱۲ جدول دوره‌ای جای دارد، در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می‌شود؟

• یون تک‌اتمی، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است؛ برای نمونه هریک از یون‌های Na^+ و Cl^- تک‌اتمی هستند.

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب پس از خود باید دو الکترون بگیرد در حالی که اتم کلسیم باید دو الکترون ظرفیت خود را از دست بدهد تا به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود برسد؛ به دیگر سخن هرگاه اتم‌های این دو عنصر در شرایط مناسب، کنار هم قرار گیرند، با هم واکنش می‌دهند به طوری که با دادوستد الکترون به یون‌های Ca^{2+} و O^{2-} تبدیل می‌شوند. میان یون‌های تولید شده به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می‌شود؛ نیروی جاذبه‌ای که پیوند یونی نامیده می‌شود. ترکیب حاصل از این واکنش، کلسیم اکسید نام دارد که آن را با فرمول شیمیایی CaO نشان می‌دهند. این فرمول شیمیایی نشان می‌دهد که کلسیم و اکسیژن دو عنصر سازنده این ترکیب‌اند و نسبت یون‌های سازنده آن ۱ به ۱ است. ترکیب‌هایی از این دست که ذره‌های سازنده آنها یون است، ترکیب یونی نام دارند.

• هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شود. این ترکیب‌ها می‌توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید آیند.



• فرمول شیمیایی کلسیم کلرید نشان می‌دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازنده آن، ۱ به ۲ است.

با هم ببیندیشیم

هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است. از این ویژگی می‌توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتایی بهره برد؛ برای نمونه به چگونگی تشکیل سدیم سولفید و آلومینیم اکسید و نوشتن فرمول شیمیایی آنها توجه کنید.

۱- Ionic Bond ۲- Ionic Compound

پ) اتم‌های گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با $\frac{\text{از دست دادن}}{\text{به دست آوردن}}$ الکترون به کاتیون/آنیون هایی تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب هم دوره خود را دارد.

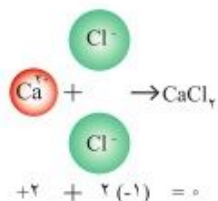
۳- پیش‌بینی کنید اتم هریک از عنصرهایی که به ترتیب در خانه‌های شماره ۷ و ۱۲ جدول دوره‌ای جای دارد، در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می‌شود؟

• یون تک‌اتمی، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است؛ برای نمونه هریک از یون‌های Na^+ و Cl^- تک‌اتمی هستند.

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب پس از خود باید دو الکترون بگیرد در حالی که اتم کلسیم باید دو الکترون ظرفیت خود را از دست بدهد تا به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود برسد؛ به دیگر سخن هرگاه اتم‌های این دو عنصر در شرایط مناسب، کنار هم قرار گیرند، با هم واکنش می‌دهند به طوری که با دادوستد الکترون به یون‌های Ca^{2+} و O^{2-} تبدیل می‌شوند. میان یون‌های تولید شده به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می‌شود؛ نیروی جاذبه‌ای که پیوند یونی نامیده می‌شود. ترکیب حاصل از این واکنش، کلسیم اکسید نام دارد که آن را با فرمول شیمیایی CaO نشان می‌دهند. این فرمول شیمیایی نشان می‌دهد که کلسیم و اکسیژن دو عنصر سازنده این ترکیب‌اند و نسبت یون‌های سازنده آن ۱ به ۱ است. ترکیب‌هایی از این دست که ذره‌های سازنده آنها یون است، ترکیب یونی نام دارند.

• هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شود. این ترکیب‌ها می‌توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید آیند.







• فرمول شیمیایی کلسیم کلرید نشان می‌دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازنده آن، ۱ به ۲ است.

با هم ببیندیشیم

هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است. از این ویژگی می‌توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتایی بهره برد؛ برای نمونه به چگونگی تشکیل سدیم سولفید و آلومینیم اکسید و نوشتن فرمول شیمیایی آنها توجه کنید.

۱- Ionic Bond ۲- Ionic Compound

جدول ۴- چگونگی تشکیل و نمایش مولکول‌های اکسیژن و آب

شکل مولکول از اتم‌ها	$\begin{array}{c} \text{H} \cdot + \cdot \ddot{\text{O}} \cdot + \cdot \text{H} \\ \downarrow \qquad \downarrow \\ \text{H} \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \text{H} \quad \text{یا} \quad \text{H} - \ddot{\text{O}} - \text{H} \end{array}$	شکل مولکول از اتم‌ها	$\begin{array}{c} \cdot \ddot{\text{O}} \cdot + \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \\ \downarrow \qquad \downarrow \\ \cdot \ddot{\text{O}} :: \ddot{\text{O}} \cdot \quad \text{یا} \quad \text{:} \ddot{\text{O}} = \ddot{\text{O}} \text{:} \end{array}$
رسم الکترون-نقطه‌ای مولکول		رسم الکترون-نقطه‌ای مولکول	
مدل فضا پرکن		مدل فضا پرکن	
فرمول مولکولی	H_2O	فرمول مولکولی	O_2

• به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را در مولکول نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.







خود را بیازمایید

- آرایش الکترون - نقطه‌ای را برای هر یک از مولکول‌های زیر رسم کنید.
 (آ) هیدروژن کلرید (HCl)
 (ب) آمونیاک (NH₃)
 (پ) متان (CH₄)

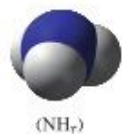
- جرم مولی هر یک از ترکیب‌های داده شده در پرسش بالا را با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای به دست آورید.
 راهنمایی: جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده آن برابر است. برای نمونه، جرم مولی آب برابر است با: $(2 \times 1) + 16 = 18 \text{ g mol}^{-1}$

• مدل فضا پرکن برای برخی مولکول‌ها

جدول ۴- چگونگی تشکیل و نمایش مولکول‌های اکسیژن و آب

شکل مولکول از اتم‌ها	$\begin{array}{c} \text{H} \cdot + \cdot \ddot{\text{O}} \cdot + \cdot \text{H} \\ \downarrow \qquad \downarrow \\ \text{H} \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \text{H} \quad \text{یا} \quad \text{H} - \ddot{\text{O}} - \text{H} \end{array}$	شکل مولکول از اتم‌ها	$\begin{array}{c} \cdot \ddot{\text{O}} \cdot + \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \\ \downarrow \qquad \downarrow \\ \cdot \ddot{\text{O}} :: \ddot{\text{O}} \cdot \quad \text{یا} \quad \text{:} \ddot{\text{O}} = \ddot{\text{O}} \text{:} \end{array}$
رسم الکترون-نقطه‌ای مولکول		رسم الکترون-نقطه‌ای مولکول	
مدل فضا پرکن		مدل فضا پرکن	
فرمول مولکولی	H_2O	فرمول مولکولی	O_2

• به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را در مولکول نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.



خود را بیازمایید

- آرایش الکترون - نقطه‌ای را برای هر یک از مولکول‌های زیر رسم کنید.
 (آ) هیدروژن کلرید (HCl)
 (ب) آمونیاک (NH₃)
 (پ) متان (CH₄)

- جرم مولی هر یک از ترکیب‌های داده شده در پرسش بالا را با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای به دست آورید.
 راهنمایی: جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده آن برابر است. برای نمونه، جرم مولی آب برابر است با: $(2 \times 1) + 16 = 18 \text{ g mol}^{-1}$

• مدل فضا پرکن برای برخی مولکول‌ها

آ) موقعیت هر عنصر را در جدول دوره‌ای تعیین کنید.

ب) کدام اتم(ها) تمایلی به انجام واکنش و ترکیب شدن ندارد؟ چرا؟

پ) آرایش الکترون - نقطه‌ای (۲) و (۳) را رسم و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش با فلئور چه رفتاری دارد؟

ت) در اتم (۴) چند زیر لایه به‌طور کامل از الکترون‌ها پر شده است؟ توضیح دهید.

۱۰- دانش‌آموزی با استفاده از مدل فضاپرکن کربن‌دی‌اکسید

مطابق شکل روبه‌رو توانست، جرم یک مولکول از آن را برحسب amu

به‌درستی محاسبه کند.

آ) روش کار او را توضیح دهید.

ب) جرم یک مول از مولکول نشان داده شده چند گرم است؟ چرا؟

پ) جرم مولی کربن‌دی‌اکسید را با استفاده از داده‌ها در جدول

دوره‌ای به‌دست آورید.

ت) با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای عنصرها، جرم مولی هر یک از ترکیب‌های زیر را برحسب g mol^{-1} به‌دست

آورید. Cl_2 ، HCl ، NaCl ، CaF_2 ، SO_2 ، Al_2O_3

۱۱- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) پتاسیم سه ایزوتوپ با نمادهای ^{39}K ، ^{40}K ، ^{41}K دارد، با توجه به جرم اتمی میانگین پتاسیم در جدول دوره‌ای عنصرها،

مشخص کنید که بیشترین درصد فراوانی مربوط به کدام ایزوتوپ است؟

ب) برم دو ایزوتوپ با نمادهای ^{79}Br (با جرم اتمی 78.92 amu) و ^{81}Br (با جرم اتمی 80.92 amu) دارد و جرم اتمی

میانگین آن برابر با 79.9 amu است. آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟ چرا؟

«درصد فراوانی ایزوتوپ‌های برم تقریباً برابر است.»

۱۲- با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، فرمول چند ترکیب یونی دوتایی را بنویسید که فرمول عمومی آنها به شکل زیر

باشد (X و Y می‌توانند نماینده عنصرهای گوناگون باشند) (توجه: برای پاسخ دادن به این پرسش، ۱۸ عنصر اول جدول

دوره‌ای عنصرها به‌جز بریلیم (Be)، بور (B) و آلومینیم (Al) را در نظر بگیرید.)

XY (آ)

X_2Y (ب)

XY_2 (پ)

X_3Y (ت)

آ) موقعیت هر عنصر را در جدول دوره‌ای تعیین کنید.

ب) کدام اتم(ها) تمایلی به انجام واکنش و ترکیب شدن ندارد؟ چرا؟

پ) آرایش الکترون - نقطه‌ای (۲) و (۳) را رسم و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش با فلئور چه رفتاری دارد؟

ت) در اتم (۴) چند زیر لایه به‌طور کامل از الکترون‌ها پر شده است؟ توضیح دهید.

۱۰- دانش‌آموزی با استفاده از مدل فضاپرکن کربن‌دی‌اکسید

مطابق شکل روبه‌رو توانست، جرم یک مولکول از آن را برحسب amu

به‌درستی محاسبه کند.

آ) روش کار او را توضیح دهید.

ب) جرم یک مول از مولکول نشان داده شده چند گرم است؟ چرا؟

پ) جرم مولی کربن‌دی‌اکسید را با استفاده از داده‌ها در جدول

دوره‌ای به‌دست آورید.

ت) با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای عنصرها، جرم مولی هر یک از ترکیب‌های زیر را برحسب g mol^{-1} به‌دست

آورید. Cl_2 ، HCl ، NaCl ، CaF_2 ، SO_2 ، Al_2O_3

۱۱- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) پتاسیم سه ایزوتوپ با نمادهای ^{39}K ، ^{40}K ، ^{41}K دارد، با توجه به جرم اتمی میانگین پتاسیم در جدول دوره‌ای عنصرها،

مشخص کنید که بیشترین درصد فراوانی مربوط به کدام ایزوتوپ است؟

ب) برم دو ایزوتوپ با نمادهای ^{79}Br (با جرم اتمی 78.92 amu) و ^{81}Br (با جرم اتمی 80.92 amu) دارد و جرم اتمی

میانگین آن برابر با 79.9 amu است. آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟ چرا؟

«درصد فراوانی ایزوتوپ‌های برم تقریباً برابر است.»

۱۲- با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، فرمول چند ترکیب یونی دوتایی را بنویسید که فرمول عمومی آنها به شکل زیر

باشد (X و Y می‌توانند نماینده عنصرهای گوناگون باشند) (توجه: برای پاسخ دادن به این پرسش، ۱۸ عنصر اول جدول

دوره‌ای عنصرها به‌جز بریلیم (Be)، بور (B) و آلومینیم (Al) را در نظر بگیرید.)

XY (آ)

X_2Y (ب)

XY_2 (پ)

X_3Y (ت)

در این فرایند، نخست هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود؛ سپس با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند. با کاهش دمای هوا تا 0°C (صفر درجهٔ سلسیوس)، رطوبت هوا به صورت یخ از آن جدا می‌شود (چرا؟). در دمای 78°C ، گاز کربن دی‌اکسید هوا نیز به حالت جامد در می‌آید. با سرد کردن بیشتر تا دمای 200°C ، مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می‌آید که به آن **هوای مایع** می‌گویند. در پایان، با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر، گازهای سازنده جداسازی و در ظرف‌های جدا ذخیره می‌شوند.



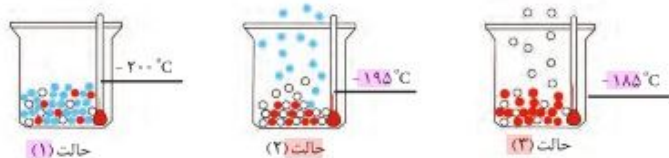
● **آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.** واژه آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود. آرگون به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

با هم ببیندیشیم

۱- با توجه به جدول روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
 (آ) نمونه‌ای از هوای مایع با دمای 200°C تهیه شده است، اگر این نمونه تقطیر شود، ترتیب جداسازی گازها را مشخص کنید.

گاز	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)
نیتروژن	-196
اکسیژن	-183
آرگون	-186
هلیوم	-269

(ب) دانش‌آموزی جداسدن برخی گازها را از هوای مایع مطابق شکل زیر طراحی کرده است. مشخص کنید هر گوی رنگی، نشان‌دهنده کدام گاز است؟ چرا؟



(پ) در دمای 8°C ، اجزای سازنده هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟



(ت) توضیح دهید چرا تهیه اکسیژن صددرصد خالص در این فرایند دشوار است؟

در این فرایند، نخست هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود؛ سپس با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند. با کاهش دمای هوا تا 0°C (صفر درجهٔ سلسیوس)، رطوبت هوا به صورت یخ از آن جدا می‌شود (چرا؟). در دمای 78°C ، گاز کربن دی‌اکسید هوا نیز به حالت جامد در می‌آید. با سرد کردن بیشتر تا دمای 200°C ، مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می‌آید که به آن **هوای مایع** می‌گویند. در پایان، با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر، گازهای سازنده جداسازی و در ظرف‌های جدا ذخیره می‌شوند.



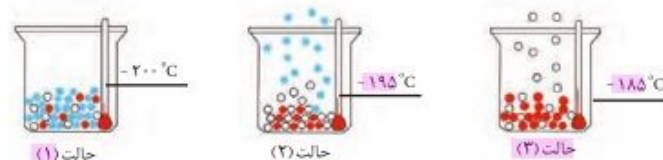
● **آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.** واژه آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود. آرگون به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

با هم ببیندیشیم

۱- با توجه به جدول به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
 (آ) جدول را کامل کنید.
 (ب) نمونه‌ای از هوای مایع با دمای 200°C تهیه شده است، اگر این نمونه تقطیر شود، ترتیب جداسازی گازها را مشخص کنید.

گاز	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)	نقطه جوش (K)
نیتروژن	-196	...
اکسیژن	-183	...
آرگون	-186	...
هلیوم	-269	...

(ب) دانش‌آموزی جداسدن برخی گازها را از هوای مایع مطابق شکل زیر طراحی کرده است. مشخص کنید هر گوی رنگی، نشان‌دهنده کدام گاز است؟ چرا؟



(ت) در دمای 8°C ، اجزای سازنده هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟



(ت) توضیح دهید چرا تهیه اکسیژن صددرصد خالص در این فرایند دشوار است؟

۲-ا) هرگاه یک لوله آزمایش خشک و سرد را مطابق شکل‌های زیر درون یک مایع با دمای -200°C قرار دهیم، مایع بی‌رنگی درون لوله آزمایش جمع می‌شود. این مایع چگونه تشکیل شده است؟ توضیح دهید.



ب) اگر لوله آزمایش را از درون این مایع بسیار سرد بیرون آورده و در هوای اتاق قرار دهیم و بلافاصله یک کبریت شعله‌ور را به دهانه آن نزدیک کنیم، شعله خاموش می‌شود. از این مشاهده چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پ) اگر پس از گذشت چند دقیقه کبریت نیمه افروخته را به دهانه لوله نزدیک کنیم، کبریت شعله‌ور می‌شود. چرا؟



• برای مشاهده آزمایش به این رمزیننه سریع پاسخ مراجعه کنید.

پیوند با صنعت

• مقدار گازهای نجیب در هواکره بسیار کم است. از این رو به گازهای کمیاب نیز معروف هستند. **هلیوم** به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب، بی‌رنگ و بی‌بو است که کاربردهای فراوانی در زندگی دارد (شکل ۵).



شکل ۵ از هلیوم، افزون بر پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی در جوشکاری، کپسول غواصی و مهم‌تر از همه، برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI^۱ استفاده می‌شود.

هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود؛ به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد؛ از این رو، منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیوم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.

هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود. این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که در برخی منابع گاهی

۱ - Magnetic Resonance Imaging

۲-ا) هرگاه یک لوله آزمایش خشک و سرد را مطابق شکل‌های زیر درون یک مایع با دمای -200°C قرار دهیم، مایع بی‌رنگی درون لوله آزمایش جمع می‌شود. این مایع چگونه تشکیل شده است؟ توضیح دهید.



ب) اگر لوله آزمایش را از درون این مایع بسیار سرد بیرون آورده و در هوای اتاق قرار دهیم و بلافاصله یک کبریت شعله‌ور را به دهانه آن نزدیک کنیم، شعله خاموش می‌شود. از این مشاهده چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پ) اگر پس از گذشت چند دقیقه کبریت نیمه افروخته را به دهانه لوله نزدیک کنیم، کبریت شعله‌ور می‌شود. چرا؟



• برای مشاهده آزمایش به این رمزیننه سریع پاسخ مراجعه کنید.

پیوند با صنعت

• مقدار گازهای نجیب در هواکره بسیار کم است. از این رو به گازهای کمیاب نیز معروف هستند. **هلیوم** به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب، بی‌رنگ و بی‌بو است که کاربردهای فراوانی در زندگی دارد (شکل ۵).



شکل ۵ از هلیوم، افزون بر پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی در جوشکاری، کپسول غواصی و مهم‌تر از همه، برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI^۱ استفاده می‌شود.

هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود؛ به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد؛ از این رو، منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیوم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.

هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود. این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که حدود ۷ درصد حجمی

۱ - Magnetic Resonance Imaging

آیا می دانید

مجموع ذخایر هلیوم در جهان ۴۰ میلیارد مترمکعب برآورد می شود. بیشتر این ذخایر در آمریکا، الجزایر، روسیه، ایران و قطر یافت می شود. سالانه ۱۷۵ میلیون مترمکعب هلیوم در جهان تولید می شود. ایران، پس از روسیه، دومین ذخایر گاز طبیعی جهان را دارد. از این رو کشور ما جزو کشورهایی است که از ذخیره هلیوم زیادی برخوردار است.

حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می دهد. البته مقدار هلیوم در میدان های گازی گوناگون، متفاوت است (شکل ۶). هلیوم را می توان افزون بر هوای مایع، از تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی نیز به دست آورد. تهیه این گاز از کدام روش مقرون به صرفه تر است؟ چرا؟



شکل ۶ هلیوم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده های سوختن بدون مصرف وارد هوا کره می شود.

جداسازی هلیوم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفته ای نیاز دارد. متخصصان کشورمان تاکنون موفق به جداسازی و تهیه آن نشده اند و همچنان، هلیوم از دیگر کشورها وارد می شود. امید است گسترش دانش علوم پایه و فنی و مهندسی سبب تربیت دانش آموختگان و متخصصانی شود تا بتوانیم از منابع خدادادی و ثروت های ملی، بهره مناسب ببریم.

اکسیژن، گازی واکنش پذیر در هواکره

اکسیژن یکی از مهم ترین گازهای تشکیل دهنده هواکره است که زندگی روی زمین به وجود آن گره خورده است. به طوری که بسیاری از واکنش های شیمیایی مانند فرسایش سنگ و صخره، زنگ زدن، فساد مواد غذایی و... که پیوسته پیرامون ما رخ می دهند به دلیل تمایل زیاد اکسیژن برای انجام واکنش است. این عنصر در آب کره، در ساختار مولکول های آب و در زیست کره در ساختار همه مولکول های زیستی مانند گریوهدرات ها، چربی ها و پروتئین ها یافت می شود. در هواکره نیز این گاز به طور عمده به شکل مولکول های دو اتمی وجود دارد؛ هرچند مقدار این گاز در لایه های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.



چرا هوایماها با خود اتاقکی از گاز اکسیژن حمل می کنند؟

خود را بیازمایید

در جدول زیر، فشار گاز اکسیژن هوا در ارتفاع های مختلف از سطح زمین داده شده است:

ارتفاع از سطح زمین (km)	۰	۰.۲	۰.۴	۰.۶	۰.۸	۱.۰	۱.۲	۱.۴	۱.۶	۱.۸	۲.۰	۲.۲	۲.۴	۲.۶	۲.۸	۳.۰
فشار گاز اکسیژن (۱۰ ^{-۱} atm)	۰.۲۰۹	۰.۲۰۷	۰.۲۰۵	۰.۲۰۳	۰.۲۰۱	۰.۱۹۹	۰.۱۹۷	۰.۱۹۵	۰.۱۹۳	۰.۱۹۱	۰.۱۸۹	۰.۱۸۷	۰.۱۸۵	۰.۱۸۳	۰.۱۸۱	۰.۱۷۹

آ) نمودار فشار گاز اکسیژن را بر حسب ارتفاع، روی کاغذ میلی متری داده شده رسم کنید.

آیا می دانید

مجموع ذخایر هلیوم در جهان ۴۰ میلیارد مترمکعب برآورد می شود. بیشتر این ذخایر در آمریکا، الجزایر، روسیه، ایران و قطر یافت می شود. سالانه ۱۷۵ میلیون مترمکعب هلیوم در جهان تولید می شود. ایران، پس از روسیه، دومین ذخایر گاز طبیعی جهان را دارد. از این رو کشور ما جزو کشورهایی است که از ذخیره هلیوم زیادی برخوردار است.

از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می دهد. البته مقدار هلیوم در میدان های گازی گوناگون، متفاوت است (شکل ۶). هلیوم را می توان افزون بر هوای مایع، از تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی نیز به دست آورد. تهیه این گاز از کدام روش مقرون به صرفه تر است؟ چرا؟



شکل ۶ هلیوم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده های سوختن بدون مصرف وارد هوا کره می شود.

جداسازی هلیوم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفته ای نیاز دارد. متخصصان کشورمان تاکنون موفق به جداسازی و تهیه آن نشده اند و همچنان، هلیوم از دیگر کشورها وارد می شود. امید است گسترش دانش علوم پایه و فنی و مهندسی سبب تربیت دانش آموختگان و متخصصانی شود تا بتوانیم از منابع خدادادی و ثروت های ملی، بهره مناسب ببریم.

اکسیژن، گازی واکنش پذیر در هواکره

اکسیژن یکی از مهم ترین گازهای تشکیل دهنده هواکره است که زندگی روی زمین به وجود آن گره خورده است. به طوری که بسیاری از واکنش های شیمیایی مانند فرسایش سنگ و صخره، زنگ زدن، فساد مواد غذایی و... که پیوسته پیرامون ما رخ می دهند به دلیل تمایل زیاد اکسیژن برای انجام واکنش است. این عنصر در آب کره، در ساختار مولکول های آب و در زیست کره در ساختار همه مولکول های زیستی مانند گریوهدرات ها، چربی ها و پروتئین ها یافت می شود. در هواکره نیز این گاز به طور عمده به شکل مولکول های دو اتمی وجود دارد؛ هرچند مقدار این گاز در لایه های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.



چرا هوایماها با خود اتاقکی از گاز اکسیژن حمل می کنند؟

خود را بیازمایید

در جدول زیر، فشار گاز اکسیژن هوا در ارتفاع های مختلف از سطح زمین داده شده است:

ارتفاع از سطح زمین (km)	۰	۰.۲	۰.۴	۰.۶	۰.۸	۱.۰	۱.۲	۱.۴	۱.۶	۱.۸	۲.۰	۲.۲	۲.۴	۲.۶	۲.۸	۳.۰
فشار گاز اکسیژن (۱۰ ^{-۱} atm)	۰.۲۰۹	۰.۲۰۷	۰.۲۰۵	۰.۲۰۳	۰.۲۰۱	۰.۱۹۹	۰.۱۹۷	۰.۱۹۵	۰.۱۹۳	۰.۱۹۱	۰.۱۸۹	۰.۱۸۷	۰.۱۸۵	۰.۱۸۳	۰.۱۸۱	۰.۱۷۹

آ) نمودار فشار گاز اکسیژن را بر حسب ارتفاع، روی کاغذ میلی متری داده شده رسم کنید.

نام شیمیایی این ماده، الگویی برای نام گذاری این نوع ترکیب‌ها است. بدین ترتیب که نخست، شمار و نام عنصری گفته می‌شود که در سمت چپ فرمول شیمیایی نوشته شده است. سپس شمار و نام عنصر دوم با پسوند «ید» بیان می‌شود.

خود را بیازمایید

نام ترکیب‌ها در ستون نخست و فرمول شیمیایی ترکیب‌ها در ستون دوم را بنویسید.

NO ₂ (I)	ج) دی نیتروژن تری اکسید
CO	ب) کربن دی سولفید
SO ₂	پ) گوگرد تری اکسید
PCl ₃	خ) کربن تترا کلرید
SiBr ₄	د) نیتروژن تری فلئوئورید



NO₂



CO

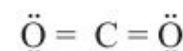


CO

● مدل فضا پرکن چند مولکول

با هم ببیندیشیم

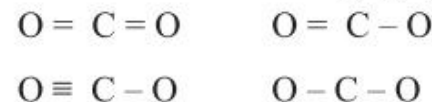
در آرایش الکترون - نقطه‌ای (ساختار لوویس)، الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها طوری کنار آنها چیده می‌شوند که همه اتم‌های سازنده ترکیب از قاعده هشت‌تایی پیروی کنند. اینک با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای کربن دی اکسید و بررسی موارد زیر، روشی برای رسم ساختار لوویس مولکول‌ها بیابید.



● اگر در فرمول مولکولی یک ترکیب، تنها یک اتم از عنصر سمت چپ وجود داشته باشد، از به کار بردن پیشوند مونو پیش از نام این عنصر چشم‌پوشی می‌شود.

۱- شمار کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را حساب کنید. برای این کار، شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را با هم جمع کنید.

۲- ساختارهای ممکن که در آنها، اتم‌های کربن و اکسیژن با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به هم متصل شده‌اند به صورت زیر است:



● در فرمول مولکولی، اتمی که سمت چپ نوشته می‌شود (به جز اتم هیدروژن)، اتم مرکزی است و اتم‌های دیگر با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به آن متصل می‌شوند.

۳- الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها را با جفت نقطه نشان دهید، به طوری که پیرامون هر اتم در مجموع، هشت الکترون (پیوندی + ناپیوندی) وجود داشته باشد.

نام شیمیایی این ماده، الگویی برای نام گذاری این نوع ترکیب‌ها است. بدین ترتیب که نخست، شمار و نام عنصری گفته می‌شود که در سمت چپ فرمول شیمیایی نوشته شده است. سپس شمار و نام عنصر دوم با پسوند «ید» بیان می‌شود.

خود را بیازمایید

نام ترکیب‌ها در ستون نخست و فرمول شیمیایی ترکیب‌ها در ستون دوم را بنویسید.

NO ₂ (I)	ج) دی نیتروژن تری اکسید
CO	ب) کربن دی سولفید
SO ₂	پ) گوگرد تری اکسید
PCl ₃	خ) کربن تترا کلرید
SiBr ₄	د) نیتروژن تری فلئوئورید



NO₂



CO



CO

● مدل فضا پرکن چند مولکول

با هم ببیندیشیم

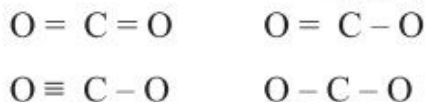
در آرایش الکترون - نقطه‌ای (ساختار لوویس)، الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها طوری کنار آنها چیده می‌شوند که همه اتم‌های سازنده ترکیب از قاعده هشت‌تایی پیروی کنند. اینک با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای کربن دی اکسید و بررسی موارد زیر، روشی برای رسم ساختار لوویس مولکول‌ها بیابید.



● اگر در فرمول مولکولی یک ترکیب، تنها یک اتم از عنصر سمت چپ وجود داشته باشد، از به کار بردن پیشوند مونو پیش از نام این عنصر چشم‌پوشی می‌شود.

۱- شمار کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را حساب کنید. برای این کار، شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را با هم جمع کنید.

۲- ساختارهای ممکن که در آنها، اتم‌های کربن و اکسیژن با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به هم متصل شده‌اند به صورت زیر است:



● در فرمول مولکولی، اتمی که سمت چپ نوشته می‌شود (به جز اتم هیدروژن)، اتم مرکزی است و اتم‌های دیگر با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به آن متصل می‌شوند.

۳- الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها را با جفت نقطه نشان دهید، به طوری که پیرامون هر اتم در مجموع، هشت الکترون (پیوندی + ناپیوندی) وجود داشته باشد.

اینک می‌توان گفت سوختن، واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود. افزون بر برخی عناصرها؛ دیگر مواد از جمله سوخت‌های فسیلی نیز در شرایط مناسب می‌سوزند. برای نمونه، زغال سنگ در حضور اکسیژن می‌سوزد و افزون بر تولید گازهای SO_2 ، CO_2 و NO_x و بخار آب، مقدار زیادی انرژی (به شکل نور و گرما) آزاد می‌کند (شکل ۱۱).



(i)



(b)

شکل ۱۲-آ) رنگ زرد شعله، نشان‌دهنده سوختن ناقص است و ب) رنگ آبی شعله، نشان می‌دهد که وسیله گازسوز به درستی کار می‌کند و اکسیژن کافی در محیط واکنش وجود دارد.

آیا می‌دانید

بر اساس گزارش‌های رسمی کشور، سالانه در حدود ۱۰۰۰ نفر بر اثر گاز گرفتگی، جان خود را از دست می‌دهند. از این رو، ضروری است همه شهروندان درباره راه‌های جلوگیری از گاز گرفتگی در مکان‌های گوناگون، اطلاعات کافی مناسب و کارآمد داشته باشند.



شکل ۱۱-سوختن زغال سنگ در هوا

نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد؛ به طوری که اگر اکسیژن کافی باشد، سوختن کامل انجام می‌شود و گاز کربن دی‌اکسید و بخار آب تولید می‌گردد. اما اگر مقدار اکسیژن کم باشد، گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده‌ها تولید خواهد شد؛ در این حالت گفته می‌شود سوختن ناقص است (شکل ۱۲).

کربن مونوکسید^۲، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است. چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ به طوری که به سرعت در همه فضای اتاق پخش می‌شود.

از آنجا که میل ترکیبی هم‌گلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است، مولکول‌های آن پس از اتصال به هم‌گلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن جلوگیری می‌کنند. این ویژگی باعث مسمومیت می‌شود و سامانه عصبی را فلج می‌کند به طوری که قدرت هرگونه اقدامی را از فرد مسموم می‌گیرد و بدین ترتیب باعث مرگ می‌شود.

۱. Complete Combustion ۲. Incomplete Combustion ۳. Carbonmonoxide

اینک می‌توان گفت سوختن، واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود. افزون بر برخی عناصرها؛ دیگر مواد از جمله سوخت‌های فسیلی نیز در شرایط مناسب می‌سوزند. برای نمونه، زغال سنگ در حضور اکسیژن می‌سوزد و افزون بر تولید گازهای SO_2 ، CO_2 و بخار آب، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند (شکل ۱۱).

نور و گرما + کربن دی‌اکسید + گوگرد دی‌اکسید + بخار آب → اکسیژن + زغال سنگ



شکل ۱۱-سوختن زغال سنگ در هوا



(i)



(b)

شکل ۱۲-آ) رنگ زرد شعله، نشان‌دهنده سوختن ناقص است و ب) رنگ آبی شعله، نشان می‌دهد که وسیله گازسوز به درستی کار می‌کند و اکسیژن کافی در محیط واکنش وجود دارد.

آیا می‌دانید

بر اساس گزارش‌های رسمی کشور، سالانه در حدود ۱۰۰۰ نفر بر اثر گاز گرفتگی، جان خود را از دست می‌دهند. از این رو، ضروری است همه شهروندان درباره راه‌های جلوگیری از گاز گرفتگی در مکان‌های گوناگون، اطلاعات کافی مناسب و کارآمد داشته باشند.

نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد؛ به طوری که اگر اکسیژن کافی باشد، سوختن کامل انجام می‌شود و گاز کربن دی‌اکسید و بخار آب تولید می‌گردد. اما اگر مقدار اکسیژن کم باشد، گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده‌ها تولید خواهد شد؛ در این حالت گفته می‌شود سوختن ناقص است (شکل ۱۲).

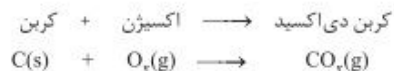
کربن مونوکسید^۲، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است. چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ به طوری که به سرعت در همه فضای اتاق پخش می‌شود.

از آنجا که میل ترکیبی هم‌گلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است، مولکول‌های آن پس از اتصال به هم‌گلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن جلوگیری می‌کنند. این ویژگی باعث مسمومیت می‌شود و سامانه عصبی را فلج می‌کند به طوری که قدرت هرگونه اقدامی را از فرد مسموم می‌گیرد و بدین ترتیب باعث مرگ می‌شود.

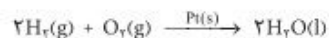
۱. Complete Combustion ۲. Incomplete Combustion ۳. Carbonmonoxide

واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

در هر تغییر شیمیایی مانند سوختن مواد، فساد مواد غذایی و... از یک یا چند ماده شیمیایی، ماده (مواد) تازه‌ای تولید می‌شود. هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آنها را با یک معادله نشان می‌دهند. در این معادله، واکنش‌دهنده‌ها در سمت چپ و فرآورده‌ها در سمت راست نوشته می‌شوند؛ برای مثال، سوختن کربن را به صورت زیر نمایش می‌دهند:



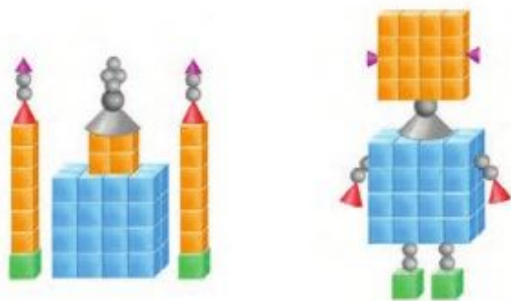
معادله نخست، نوشتاری^۱ و معادله دوم، نمادی^۲ نامیده می‌شود. معادله نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آنها و اطلاعاتی درباره شرایط واکنش نیز ارائه کند؛ برای نمونه، معادله شیمیایی زیر بیان می‌کند که این واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام می‌شود:



یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه آنها از قانون پایستگی جرم^۳ پیروی می‌کنند.

با هم ببیندیشیم

۱- دو دانش آموز با استفاده از قطعه‌های پلاستیکی، دو دست سازه به شکل‌های زیر درست کرده‌اند. درباره جرم این دو دست‌سازه گفت‌وگو کنید و شرط برابری جرم آنها را بنویسید.



تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزاد سازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد.



هنگامی که به شکر گرما داده می‌شود، دچار تغییر شیمیایی می‌شود و رنگ آن تغییر می‌کند.

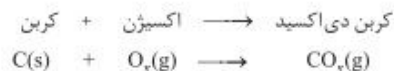
نماد	معنا
(s)	جامد
(l)	مایع
(g)	گاز
(aq)	محللول آبی

نمادهای به کاررفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی.

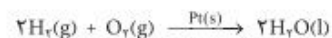
در معادله واکنش، رسوب حالت جامد، مذاب حالت مایع و بخار حالت گاز دارد.

واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

در هر تغییر شیمیایی مانند سوختن مواد، فساد مواد غذایی و... از یک یا چند ماده شیمیایی، ماده (مواد) تازه‌ای تولید می‌شود. هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آنها را با یک معادله نشان می‌دهند. در این معادله، واکنش‌دهنده‌ها در سمت چپ و فرآورده‌ها در سمت راست نوشته می‌شوند؛ برای مثال، سوختن کربن را به صورت زیر نمایش می‌دهند:



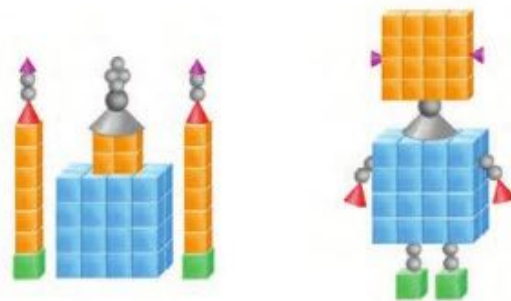
واکنش نخست، نوشتاری^۱ و واکنش دوم، نمادی^۲ نامیده می‌شود. واکنش نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آنها و اطلاعاتی درباره شرایط واکنش نیز ارائه کند؛ برای نمونه، معادله شیمیایی زیر بیان می‌کند که این واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام می‌شود:



یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه آنها از قانون پایستگی جرم^۳ پیروی می‌کنند.

با هم ببیندیشیم

۱- دو دانش آموز با استفاده از قطعه‌های پلاستیکی، دو دست سازه به شکل‌های زیر درست کرده‌اند. درباره جرم این دو دست‌سازه گفت‌وگو کنید و شرط برابری جرم آنها را بنویسید.



تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزاد سازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد.



هنگامی که به شکر گرما داده می‌شود، دچار تغییر شیمیایی می‌شود و رنگ آن تغییر می‌کند.

نماد	معنا
(s)	جامد
(l)	مایع
(g)	گاز
(aq)	محللول آبی

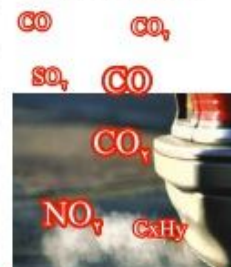
نمادهای به کاررفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی.

در معادله واکنش، رسوب حالت جامد، مذاب حالت مایع و بخار حالت گاز دارد.

چه بر سر هواکره می‌آوریم؟



شکل ۱۷- سوزاندن سوخت فسیلی در هواپیماها، حجم انبوهی کربن دی‌اکسید تولید می‌کند.



در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی، انواع آلاینده‌ها وارد هواکره می‌شود.

سیک زندگی انسان، نوع وسایلی که در زندگی استفاده می‌کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می‌دهد، روی هواکره تأثیر می‌گذارد؛ برای مثال، نوع وسیله نقلیه‌ای که برای رفتن به مدرسه، محل کار، سفر و ... استفاده می‌کنیم، غذایی که می‌خوریم، وسایل گرمایشی و حتی مدت زمانی که موهای خود را با ششوار خشک می‌کنیم به دلیل مصرف انرژی الکتریکی، مقداری کربن دی‌اکسید وارد هواکره می‌کند و درصد گازهای هواکره را تغییر می‌دهد. در واقع سبک زندگی می‌تواند بیانگر میزان اثرگذاری هر یک از انسان‌ها بر کره زمین و هواکره باشد. ردپا اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده‌اند. یکی از این ردپاها، ردپای کربن دی‌اکسید است. برای اینکه مقدار کربن دی‌اکسید در هواکره از مقدار طبیعی آن فراتر نرود، باید مقدار اضافی کربن دی‌اکسید به وسیله گیاهان یا دیگر پدیده‌های طبیعی مصرف شود. حال هر چه مقدار کربن دی‌اکسید وارد شده به طبیعت زیادتیر باشد، ردپای ایجاد شده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده‌های طبیعی طولانی‌تر است.

با هم ببیندیشیم

در جدول زیر روش به دست آوردن مقدار کربن دی‌اکسید وارد شده به هواکره برحسب برق مصرفی نشان داده شده است. با این فرض که برق خانگی شما را می‌توان به روش‌های گوناگون تأمین کرد (۷ میزان برق مصرفی خانه شما را نشان می‌دهد که از روی قبض برق می‌توانید آن را مشخص کنید). فرض کنید مصرف برق سالانه در خانه شما ۴۸۰۰ کیلووات ساعت است.

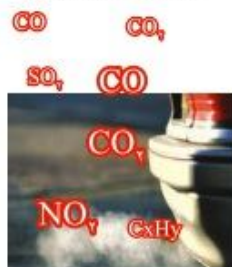
ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳	ستون ۴	ستون ۵
شمار درخت لازم برای پاک‌سازی هواکره	مقدار کربن دی‌اکسید تولید شده در سال (کیلوگرم)	منبع تولید برق	برق مصرفی در سال (کیلووات ساعت)	
.....	$0.9 \times y = \dots\dots\dots$	زغال سنگ	y=4800	
.....	$0.7 \times y = \dots\dots\dots$	نفت خام		
.....	$0.36 \times y = \dots\dots\dots$	گاز طبیعی		
.....	$0.1 \times y = \dots\dots\dots$	باد		
.....	$0.2 \times y = \dots\dots\dots$	گرمای زمین		
.....	$0.5 \times y = \dots\dots\dots$	انرژی خورشید		

آ) ستون‌های سه، چهار و پنج جدول را کامل کنید.

ب) استفاده از کدام منبع برای تولید برق، کربن دی‌اکسید بیشتری تولید خواهد کرد؟
پ) چرا میزان کربن دی‌اکسید تولید شده از منابع گوناگون انرژی با هم تفاوت دارد؟ توضیح دهید.



شکل ۱۷- سوزاندن سوخت فسیلی در هواپیماها، حجم انبوهی کربن دی‌اکسید تولید می‌کند.



در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی، انواع آلاینده‌ها وارد هواکره می‌شود.

کربن دی‌اکسیدی که وارد هواکره شده، در آن جابه‌جا می‌شود و می‌تواند هوای شهرهای دیگر را نیز آلوده کند. بنابراین هر رفتار ما بر زندگی همه مردمان جهان اثر خواهد گذاشت.



• هوای آلوده بوی بدی دارد و چهره شهر را زشت می‌کند. این هوا باعث سوزش چشم، سردرد، تهوع و به وجود آمدن انواع بیماری‌های تنفسی مانند سرطان ریه می‌شود. وظیفه ما در برابر کاهش و از بین بردن این آلودگی‌ها چیست؟

چه بر سر هواکره می‌آوریم؟

سیک زندگی انسان، نوع وسایلی که در زندگی استفاده می‌کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می‌دهد، روی هواکره تأثیر می‌گذارد؛ برای مثال، نوع وسیله نقلیه‌ای که برای رفتن به مدرسه، محل کار، سفر و ... استفاده می‌کنیم، غذایی که می‌خوریم، وسایل گرمایشی و حتی مدت زمانی که موهای خود را با ششوار خشک می‌کنیم به دلیل مصرف انرژی الکتریکی، مقداری کربن دی‌اکسید وارد هواکره می‌کند و درصد گازهای هواکره را تغییر می‌دهد. در واقع سبک زندگی می‌تواند بیانگر میزان اثرگذاری هر یک از انسان‌ها بر کره زمین و هواکره باشد. ردپا اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده‌اند. یکی از این ردپاها، ردپای کربن دی‌اکسید است. برای اینکه مقدار کربن دی‌اکسید در هواکره از مقدار طبیعی آن فراتر نرود، باید مقدار اضافی کربن دی‌اکسید به وسیله گیاهان یا دیگر پدیده‌های طبیعی مصرف شود. حال هر چه مقدار کربن دی‌اکسید وارد شده به طبیعت زیادتیر باشد، ردپای ایجاد شده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده‌های طبیعی طولانی‌تر است.

با هم ببیندیشیم

در جدول زیر روش به دست آوردن مقدار کربن دی‌اکسید وارد شده به هواکره برحسب برق مصرفی نشان داده شده است. با این فرض که برق خانگی شما را می‌توان به روش‌های گوناگون تأمین کرد (۷ میزان برق مصرفی خانه شما را نشان می‌دهد که از روی قبض برق می‌توانید آن را مشخص کنید). فرض کنید مصرف برق سالانه در خانه شما ۴۸۰۰ کیلووات ساعت است.

ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳	ستون ۴	ستون ۵
شمار درخت لازم برای پاک‌سازی هواکره	مقدار کربن دی‌اکسید تولید شده در سال (کیلوگرم)	منبع تولید برق	برق مصرفی در سال (کیلووات ساعت)	
.....	$0.9 \times y = \dots\dots\dots$	زغال سنگ	y=4800	
.....	$0.7 \times y = \dots\dots\dots$	نفت خام		
.....	$0.36 \times y = \dots\dots\dots$	گاز طبیعی		
.....	$0.1 \times y = \dots\dots\dots$	باد		
.....	$0.2 \times y = \dots\dots\dots$	گرمای زمین		
.....	$0.5 \times y = \dots\dots\dots$	انرژی خورشید		

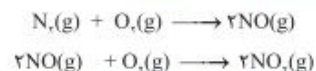
آ) ستون‌های سه، چهار و پنج جدول را کامل کنید.

ب) استفاده از کدام منبع برای تولید برق، کربن دی‌اکسید بیشتری تولید خواهد کرد؟
پ) چرا میزان کربن دی‌اکسید تولید شده از منابع گوناگون انرژی با هم تفاوت دارد؟ توضیح دهید.

آیا می دانید

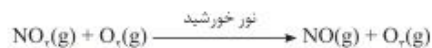
شیمی دان هواکره، متخصصی است که ترکیب شیمیایی هواکره را می شناسد؛ همچنین از برهم کنش گازها، مایع ها و جامدهای موجود در هواکره با سطح زمین و موجودات زنده ای که روی آن زندگی می کنند، آگاه است.

در هوایی که تنفس می کنیم، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه ها می شود. به دیگر سخن در تروپوسفر با نقش زیانبار و مضر اوزون مواجه هستیم در حالی که در استراتوسفر، نقش مفید و محافظتی اوزون آشکار است. اکنون این پرسش مطرح است که اوزون تروپوسفری از کجا می آید؟ گاز نیتروژن به عنوان اصلی ترین جزء سازنده هواکره، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد. تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می شوند (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- جایی که رعد و برق ایجاد شده، دما به اندازه ای بالاست که اکسیدهای نیتروژن تشکیل می شوند.

از سوی دیگر در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. در واقع این گازها از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می آیند. از آنجا که گاز نیتروژن دی اکسید به رنگ قهوه ای است، هوای آلوده کلان شهرها اغلب به رنگ قهوه ای روشن دیده می شود (شکل ۲۱). در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می دهد و مقداری گاز اوزون تولید می گردد. این اوزون، همان اوزون تروپوسفری است.



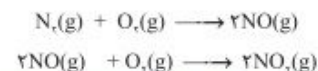
شکل ۲۱- نمایی از هوای آلوده شهر تهران

برای شناخت بهتر هواکره و یافتن راه حل های مناسب برای محافظت از آن باید رفتار و ویژگی های ذره های سازنده هوا کره و واکنش میان آنها را به خوبی مطالعه کرد.

آیا می دانید

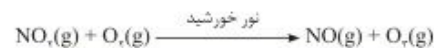
شیمی دان هواکره، متخصصی است که ترکیب شیمیایی هواکره را می شناسد؛ همچنین از برهم کنش گازها، مایع ها و جامدهای موجود در هواکره با سطح زمین و موجودات زنده ای که روی آن زندگی می کنند، آگاه است.

در هوایی که تنفس می کنیم، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه ها می شود. به دیگر سخن در تروپوسفر با نقش زیانبار و مضر اوزون مواجه هستیم در حالی که در استراتوسفر، نقش مفید و محافظتی اوزون آشکار است. اکنون این پرسش مطرح است که اوزون تروپوسفری از کجا می آید؟ گاز نیتروژن به عنوان اصلی ترین جزء سازنده هواکره، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و در طبیعت تنها هنگام رعد و برق با گاز اکسیژن ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می شوند (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- جایی که رعد و برق ایجاد شده، دما به اندازه ای بالاست که اکسیدهای نیتروژن تشکیل می شوند.

از سوی دیگر در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. در واقع این گازها از واکنش میان گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا پدید می آیند. از آنجا که گاز نیتروژن دی اکسید به رنگ قهوه ای است، هوای آلوده کلان شهرها اغلب به رنگ قهوه ای روشن دیده می شود (شکل ۲۱). در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می دهد و مقداری گاز اوزون تولید می گردد. این اوزون، همان اوزون تروپوسفری است.



شکل ۲۱- نمایی از هوای آلوده شهر تهران

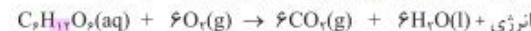
برای شناخت بهتر هواکره و یافتن راه حل های مناسب برای محافظت از آن باید رفتار و ویژگی های ذره های سازنده هوا کره و واکنش میان آنها را به خوبی مطالعه کرد.

● به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می‌گویند.

آیا می‌دانید

سالانه مردم سراسر جهان حدود ۵۰ میلیارد قرص آسپرین برای کاهش تب، التهاب و تیش‌های قلبی مصرف می‌کنند. این قرص‌ها با بهره‌گیری از استروکبومتری واکنش در شرکت‌های دارویی تولید می‌شود.

معادله واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن به صورت زیر است:



(آ) بدن انسان در هر شبانه‌روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می‌کند. برای مصرف این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

(ب) این مقدار اکسیژن هم‌ارز با چند لیتر گاز اکسیژن در STP است؟ راهنمایی: برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به کار برد:

$$\frac{1 \text{ mol } O_2}{22.4 \text{ LO}_2} \quad \text{و} \quad \frac{22.4 \text{ LO}_2}{1 \text{ mol } O_2}$$

(پ) این مقدار اکسیژن هم‌ارز با چند گرم اکسیژن است؟

راهنمایی: برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به کار برد:

$$\frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \quad \text{و} \quad \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2}$$

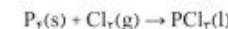
(ت) دانش‌آموزی برای یافتن جرم آب تولید شده از اکسایش ۲/۵ مول گلوکز از عامل‌های تبدیل در روند زیر استفاده کرده است. هر یک از جاهای خالی را با کمیت مناسب پر کنید.

$$? \text{ g } H_2O = 2/5 \text{ mol } C_6H_{12}O_6 \times \frac{\dots\dots\dots H_2O}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{\dots\dots\dots H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 270 \text{ g } H_2O$$

(ث) گاز حاصل از اکسایش کامل این مقدار گلوکز در STP چند لیتر حجم دارد؟

خود را بیازمایید

فسفر تری کلرید یک ماده تجاری مهم است که در تهیه حشره‌کش‌ها کاربرد فراوانی دارد. این ترکیب مطابق واکنش شیمیایی زیر تهیه می‌شود.



(آ) واکنش شیمیایی را موازنه کنید.

(ب) از واکنش ۹۹۲ گرم فسفر (P_4) با مقدار کافی از گاز کلر، چند گرم فسفر تری کلرید به دست می‌آید؟

(پ) برای واکنش کامل ۶۲ گرم فسفر (P_4) چند لیتر گاز کلر در STP نیاز است؟

● به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می‌گویند.

آیا می‌دانید

سالانه مردم سراسر جهان حدود ۵۰ میلیارد قرص آسپرین برای کاهش تب، التهاب و تیش‌های قلبی مصرف می‌کنند. این قرص‌ها با بهره‌گیری از استروکبومتری واکنش در شرکت‌های دارویی تولید می‌شود.

معادله واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن به صورت زیر است:



(آ) بدن انسان در هر شبانه‌روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می‌کند. برای مصرف این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

(ب) این مقدار اکسیژن هم‌ارز با چند لیتر گاز اکسیژن در STP است؟ راهنمایی: برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به کار برد:

$$\frac{1 \text{ mol } O_2}{22.4 \text{ LO}_2} \quad \text{و} \quad \frac{22.4 \text{ LO}_2}{1 \text{ mol } O_2}$$

(پ) این مقدار اکسیژن هم‌ارز با چند گرم اکسیژن است؟

راهنمایی: برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به کار برد:

$$\frac{1 \text{ mol } O_2}{32 \text{ g } O_2} \quad \text{و} \quad \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2}$$

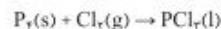
(ت) دانش‌آموزی برای یافتن جرم آب تولید شده از اکسایش ۲/۵ مول گلوکز از عامل‌های تبدیل در روند زیر استفاده کرده است. هر یک از جاهای خالی را با کمیت مناسب پر کنید.

$$? \text{ g } H_2O = 2/5 \text{ mol } C_6H_{12}O_6 \times \frac{\dots\dots\dots H_2O}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{\dots\dots\dots H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 270 \text{ g } H_2O$$

(ث) گاز حاصل از اکسایش کامل این مقدار گلوکز در STP چند لیتر حجم دارد؟

خود را بیازمایید

فسفر تری کلرید یک ماده تجاری مهم است که در تهیه حشره‌کش‌ها کاربرد فراوانی دارد. این ترکیب مطابق معادله شیمیایی زیر تهیه می‌شود.



(آ) معادله شیمیایی را موازنه کنید.

(ب) از واکنش ۹۹۲ گرم فسفر (P_4) با مقدار کافی از گاز کلر، چند گرم فسفر تری کلرید به دست می‌آید؟

(پ) برای واکنش کامل ۶۲ گرم فسفر (P_4) چند لیتر گاز کلر در شرایط STP نیاز است؟

توجهی آمونیاک تولید می‌شود؛ اما همه واکنش دهنده‌ها به فرآورده تبدیل نخواهد شد؛ زیرا این واکنش برگشت‌پذیر است؛ با این توصیف در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد. اکنون هابر با مشکل دیگری روبه‌رو بود:

- چگونه می‌توان فرآورده واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد.

او با بررسی نقطه جوش این مواد، راه حلی را برای جداسازی آمونیاک پیدا کرد. طرح زیر، راه حل هابر را نشان می‌دهد (نمودار ۲).

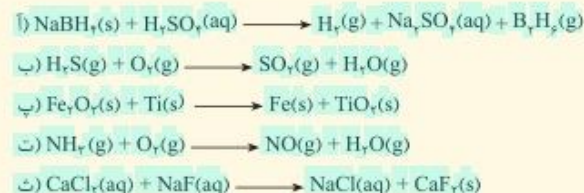


نمودار ۲. نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

تمرین‌های دوره‌ای

- برای هر جمله زیر دلیلی بنویسید.
 - در ساختار لوویس NOCl، همه اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده‌اند.
 - همه واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند.
 - SO₃ بر خلاف CaO، یک اکسید اسیدی به شمار می‌رود.
 - هر چه شمار مولکول‌های یک گاز در دما و حجم ثابت بیشتر باشد، فشار گاز بیشتر است.

۲- واکنش‌های زیر را موازنه کنید.



۳- جدول زیر را کامل کنید.

نام	فرمول	نام	فرمول
...	NO	نیتروژن تری کلرید	...
...	FeBr ₂	...	OF ₂
سیلیسیم دی‌اکسید	...	کروم (III) فلوئورید	...

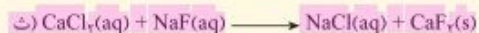
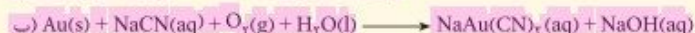
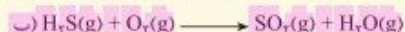
۴- معادله موازنه شده واکنش تولید آمونیاک به صورت زیر است:



- برای تهیه ۴۲/۵ کیلوگرم آمونیاک به چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟
- برای تولید ۳۳۶ لیتر آمونیاک در STP به چند کیلوگرم گاز نیتروژن نیاز است؟

تمرین های دوره‌ای

۱- واکنش های زیر را موازنه کنید.



۲- معادله موازنه شده واکنش تولید آمونیاک به صورت زیر است:



ا) برای تهیه ۴۲/۵ کیلوگرم آمونیاک به چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟

ب) برای تولید ۳۳۶۰ لیتر آمونیاک در STP به چند گرم گاز هیدروژن و چند گرم گاز نیتروژن نیاز است؟

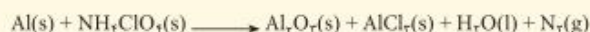


۳- شتر جانوری است که می‌تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان این جانور مطابق واکنش زیر اکسایش یافته و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می‌کند:



جرم آب تولید شده از اکسایش یک کیلوگرم چربی را حساب کنید.

۴- واکنش آلومینیم با آمونیم پرکلرات مطابق معادله شیمیایی زیر انجام می‌شود.



(معادله شیمیایی، موازنه نشده است.)

ا) از واکنش ۲/۱۶ کیلوگرم آلومینیم با مقدار کافی از آمونیم پرکلرات چند لیتر گاز نیتروژن در STP تولید می‌شود؟

ب) نسبت جرمی آلومینیم کلرید تولید شده به آلومینیم اکسید تولید شده چند است؟

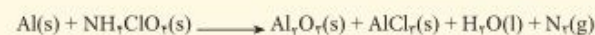
۵- شتر جانوری است که می‌تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان آن مطابق واکنش زیر اکسایش می‌یابد و افزون بر انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می‌کند.



جرم آب تولید شده از اکسایش یک کیلوگرم چربی را حساب کنید.



۶- واکنش آلومینیم با نمکی از آمونیم به صورت زیر انجام می‌شود.



(واکنش شیمیایی، موازنه نشده است.)

ا) با مصرف ۲/۱۶ کیلوگرم فلز آلومینیم چند لیتر گاز در STP تولید می‌شود؟

ب) نسبت جرمی آلومینیم کلرید به آلومینیم اکسید تولید شده را حساب کنید.

۷- گاز شهری به‌طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است، ناقص می‌سوزد و بخار آب، کربن مونوکسید، نور و گرما تولید می‌کند.

ا) واکنش نمادی سوختن ناقص متان را بنویسید و موازنه کنید.

ب) چند لیتر گاز CO از سوختن ناقص ۴۸ گرم متان در STP تولید می‌شود؟

۸- در برخی کشورها از اتانول (C₂H₅OH) به‌عنوان سوخت سبز به‌جای سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود.

ا) واکنش نمادی سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنه کنید.

ب) استفاده از اتانول به‌جای سوخت‌های فسیلی چه اثری بر میزان آلاینده‌هایی دارد که به هوا کره وارد می‌شود؟ توضیح دهید.

۹- جدول زیر داده‌هایی را درباره خودروهای یک کشور توسعه یافته نشان می‌دهد.

برچسب آلاینده‌ی خودرو	A	B	C	D	E	F	G
گسترده انتشار گاز گرین دی اکسید (گرم) به ازای طی یک کیلومتر	کمتر از ۱۲۰	۱۲۰-۱۴۰	۱۴۰-۱۵۵	۱۵۵-۱۷۰	۱۷۰-۱۹۰	۱۹۰-۲۲۵	بیشتر از ۲۲۵

ا) نوعی خودرو در این کشور به ازای طی یک کیلومتر، ۱۰۵ گرم گاز گرین دی اکسید منتشر می‌کند، برچسب این خودرو را تعیین کنید.

ب) هر خودرو به طور میانگین سالانه مسافتی حدود ۱۸۰۰۰ کیلومتر طی می‌کند، حساب کنید سالانه چند کیلوگرم گاز گرین دی اکسید بر اثر استفاده از هر خودرو وارد هواکره می‌شود؟

پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعه پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می‌کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز گرین دی اکسید تولید شده از خودرو بستگی دارد. اگر خودروهای دارای برچسب A از پرداخت مالیات متغیر معاف باشند، خودرو با برچسب E سالانه چند یورو مالیات می‌پردازد؟ (راهنمایی: هر خودرو به ازای تولید هر صد کیلوگرم CO₂ اضافی دو یورو مالیات متغیر می‌پردازد.)

۵- گاز شهری به طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به صورت ناقص می‌سوزد و بخار آب، گرین مونوکسید، نور و گرما تولید می‌کند.

ا) معادله واکنش سوختن ناقص متان را بنویسید و موازنه کنید.

ب) حجم گاز CO حاصل از سوختن ناقص ۴۸ گرم متان در STP چند لیتر است؟

۶- در برخی کشورها از اتانول (C₂H₅OH) به عنوان سوخت سبز به جای سوخت های فسیلی استفاده می‌شود.

ا) معادله واکنش سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنه کنید.

ب) استفاده از اتانول به جای سوخت های فسیلی چه اثری بر میزان آلاینده‌هایی دارد که به هواکره وارد می‌شود؟ توضیح دهید.

۷- جدول زیر داده‌هایی را درباره خودروهای یک کشور توسعه یافته نشان می‌دهد.

برچسب آلاینده‌ی خودرو	A	B	C	D	E	F	G
گسترده انتشار گاز گرین دی اکسید (گرم) به ازای طی یک کیلومتر	کمتر از ۱۲۰	۱۲۰-۱۴۰	۱۴۰-۱۵۵	۱۵۵-۱۷۰	۱۷۰-۱۹۰	۱۹۰-۲۲۵	بیشتر از ۲۲۵

ا) نوعی خودرو در این کشور به ازای طی یک کیلومتر، ۱۰۵ گرم گاز گرین دی اکسید منتشر می‌کند. برچسب این خودرو را تعیین کنید.

ب) هر خودرو به طور میانگین سالانه مسافتی حدود ۱۸۰۰۰ کیلومتر طی می‌کند. حساب کنید سالانه چند کیلوگرم گاز گرین دی اکسید بر اثر استفاده از هر خودرو وارد هواکره می‌شود؟

پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعه پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می‌کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز گرین دی اکسید تولید شده از خودرو بستگی دارد. اگر خودروهای دارای برچسب A از پرداخت مالیات متغیر معاف باشند، خودرو با برچسب E سالانه چند یورو مالیات می‌پردازد؟ (راهنمایی: هر خودرو به ازای تولید هر صد کیلوگرم CO₂ اضافی دو یورو مالیات متغیر می‌پردازد.)

محللول و مقدار حل شونده‌ها

محللول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده بوده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. محللول‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند (شکل ۷).

همه ساله خانه‌خدا را با گلاب ناب کاشان تست و شومی دهند.

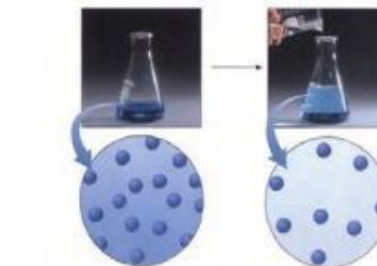


شکل ۷- برخی محللول‌ها و کاربرد آنها. (آ) هوای پاکی که تنفس می‌کنیم، محللولی از گازهاست، (ب) سرم فیزیولوژی محللول نمک در آب است، (پ) ضد بیخ، محللول اتیلن گلیکول در آب است و (ت) گلاب مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.

برخی محللول‌ها مانند سرم فیزیولوژی رقیق و برخی مانند گلاب دو آتشه غلیظ هستند. هنگامی که گفته می‌شود محللولی غلیظ است یعنی مقدار حل شونده(ها) در آن زیاد است (شکل ۸). برای مثال شاید امروز صبح هنگام خوردن صبحانه گفته باشید که جای شیرین من خیلی غلیظ است. این گفته نشان می‌دهد که یا مقدار شکر موجود در جای شما زیاد بوده یا جای شما بسیار پررنگ بوده است (شکل ۹).



شکل ۹- در جای غلیظ، شمار ذره‌های حل شونده در واحد حجم بیشتر است.



شکل ۸- نمای ذره‌ای از محللول آبی رقیق و غلیظ مس (II) سولفات

محللول و مقدار حل شونده‌ها

محللول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده بوده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. محللول‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند (شکل ۷).

همه ساله خانه‌خدا را با گلاب ناب کاشان تست و شومی دهند.

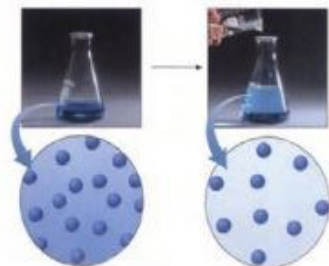


شکل ۷- برخی محللول‌ها و کاربرد آنها. (آ) هوای پاکی که تنفس می‌کنیم، محللولی از گازهاست، (ب) سرم فیزیولوژی محللول نمک در آب است، (پ) ضد بیخ، محللول اتیلن گلیکول در آب است و (ت) گلاب مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.

برخی محللول‌ها مانند سرم فیزیولوژی رقیق و برخی مانند گلاب دو آتشه غلیظ هستند. هنگامی که گفته می‌شود محللولی غلیظ است یعنی مقدار حل شونده(ها) در آن زیاد است (شکل ۸). برای مثال شاید امروز صبح هنگام خوردن صبحانه گفته باشید که جای شیرین من خیلی غلیظ است. این گفته نشان می‌دهد که یا مقدار شکر موجود در جای شما زیاد بوده یا جای شما بسیار پررنگ بوده است (شکل ۹).



شکل ۹- در جای غلیظ، شمار ذره‌های حل شونده در واحد حجم بیشتر است.



شکل ۸- نمای ذره‌ای از محللول آبی رقیق و غلیظ مس (II) سولفات

آیا می دانید

دریاچه ارومیه دومین دریاچه شور دنیا است که در هر کیلوگرم از آب آن، بیش از ۲۰۰ گرم از انواع حل شونده‌ها وجود دارد. چگالی آب دریاچه ارومیه در زمان پر آبی ۱/۱۴۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب و با pH=۷/۵ گزارش شده است.

کاتیون‌های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل Na^+ ، Li^+ ، Ca^{2+} و K^+ و آنیون‌های موجود در آن به طور عمده شامل Cl^- ، SO_4^{2-} و HCO_3^- است. مقدار Na^+ و Cl^- در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب دریاهای آزاد است. به همین علت آن را می‌توان منبعی غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که متأسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت‌های جبران‌ناپذیر و ردیای سنگینی بر زیست بوم منطقه برجای خواهد گذاشت.

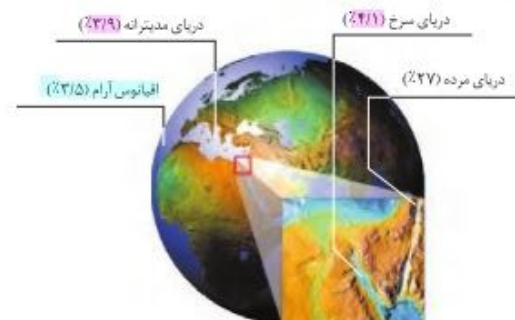


قسمت در میلیون

هر گاه ۱/۵ گرم مس (II) سولفات را در ۹۹/۵ گرم آب حل کنید، محلولی زیبا به رنگ آبی به دست می‌آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق تر کنیم، محلولی

۱. Solvent ۲. Solute

نمونه در هر ۱۰۰ گرم از آب دریای مرده (بحرالمتبت)، حدود ۲۷ گرم حل شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیا است که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه نیز بسیار غلیظ است؛ از این رو دریاچه ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به‌شمار می‌آید.



شکل ۱۰- مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون

در درس علوم آموختید که هر محلول از دو جزء، **حلال** و **حل شونده** تشکیل شده است. در واقع، حلال جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است. خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل شونده و مقدار هر یک از آنها بستگی دارد. بنابراین دانستن اینکه چه مقدار حل شونده در یک محلول وجود دارد، می‌تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

شیمی دان‌ها غلظت یک محلول را مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می‌کنند. آنها در آزمایشگاه با محلول‌های گوناگونی سرو کار دارند که مقدار حل شونده در آنها در گستره‌ای از مقدار بسیار کم تا مقدار بسیار زیاد متغیر است. از این رو غلظت محلول‌ها را به روش‌های گوناگون بیان می‌کنند. در اینجا سه مورد از انواع غلظت محلول‌ها بررسی می‌شود.

آیا می دانید

دریاچه ارومیه دومین دریاچه شور دنیا است که در هر کیلوگرم از آب آن، بیش از ۲۰۰ گرم از انواع حل شونده‌ها وجود دارد. چگالی آب دریاچه ارومیه در زمان پر آبی ۱/۱۴۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب و با pH=۷/۵ گزارش شده است.

کاتیون‌های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل Na^+ ، Li^+ ، Ca^{2+} و K^+ و آنیون‌های موجود در آن به طور عمده شامل Cl^- ، SO_4^{2-} و HCO_3^- است. مقدار Na^+ و Cl^- در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب دریاهای آزاد است. به همین علت آن را می‌توان منبعی غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که متأسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت‌های جبران‌ناپذیر و ردیای سنگینی بر زیست بوم منطقه برجای خواهد گذاشت.

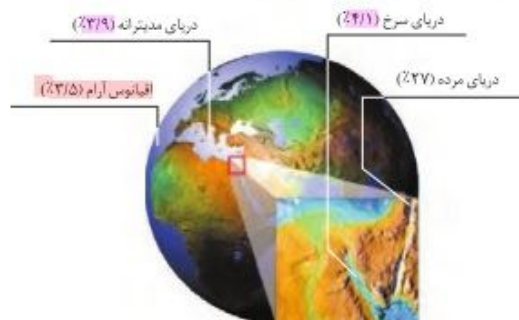


قسمت در میلیون

هر گاه ۱/۵ گرم مس (II) سولفات را در ۹۹/۵ گرم آب حل کنید، محلولی زیبا به رنگ آبی به دست می‌آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق تر کنیم، محلولی

۱. Solvent ۲. Solute

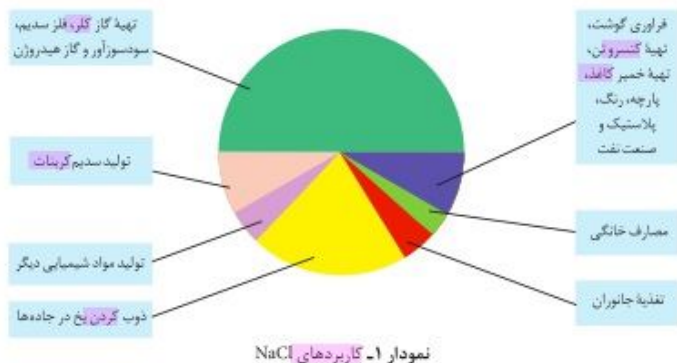
مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون نیز با هم تفاوت دارد (شکل ۱۰). برای نمونه در هر ۱۰۰ گرم از آب دریای مرده (بحرالمتبت)، حدود ۲۷ گرم حل شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیا است که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه نیز بسیار غلیظ است؛ از این رو دریاچه ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به‌شمار می‌آید.



شکل ۱۰- مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون

در درس علوم آموختید که هر محلول از دو جزء، **حلال** و **حل شونده** تشکیل شده است. در واقع، حلال جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است. خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل شونده و مقدار هر یک از آنها بستگی دارد. بنابراین دانستن اینکه چه مقدار حل شونده در یک محلول وجود دارد، می‌تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

شیمی دان‌ها غلظت یک محلول را مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می‌کنند. آنها در آزمایشگاه با محلول‌های گوناگونی سرو کار دارند که مقدار حل شونده در آنها در گستره‌ای از مقدار بسیار کم تا مقدار بسیار زیاد متغیر است. از این رو غلظت محلول‌ها را به روش‌های گوناگون بیان می‌کنند. در اینجا سه مورد از انواع غلظت محلول‌ها بررسی می‌شود.



فلز منیزیم ماده ارزشمند دیگری است که در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. یکی از منابع تهیه این فلز آب دریاست. منیزیم در آب دریا به شکل $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن، در مرحله نخست منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می‌کنند. در پایان با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب را به عنصرهای سازنده آن تجزیه می‌کنند.



غلظت مولی (مولار)

غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود، برای نمونه سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب است. همچنین محلول غلیظ نیتریک اسید در صنعت با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید و بسته به کاربرد آن، به محلول‌های رقیق‌تر تبدیل می‌شود.

با این توصیف نباید چنین تصور شود که تهیه محلول‌ها به حالت مایع، با درصد جرمی معین کار آسانی است. تجربه نشان می‌دهد که اندازه‌گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه، آسان‌تر از جرم آن است (چرا؟).

از سوی دیگر شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می‌کنند در واقع مبنای محاسبه‌های کمی در شیمی، مول است. اینک چنین به نظر می‌رسد بیان غلظتی از محلول پر کاربردتر خواهد بود که با مول‌های ماده حل‌شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی^۱ (مولار) می‌نامند.

^۱ Molar Concentration



فلز منیزیم ماده ارزشمند دیگری است که در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. یکی از منابع تهیه این فلز آب دریاست؛ با استخراج آن از آب دریا در شیمی (۳) آشنا خواهید شد.

غلظت مولی (مولار)

غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود، برای نمونه سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب است. همچنین محلول غلیظ نیتریک اسید در صنعت با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید و بسته به کاربرد آن، به محلول‌های رقیق‌تر تبدیل می‌شود.

با این توصیف نباید چنین تصور شود که تهیه محلول‌ها به حالت مایع، با درصد جرمی معین کار آسانی است. تجربه نشان می‌دهد که اندازه‌گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه، آسان‌تر از جرم آن است (چرا؟).

از سوی دیگر شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می‌کنند در واقع مبنای محاسبه‌های کمی در شیمی، مول است. اینک چنین به نظر می‌رسد بیان غلظتی از محلول پر کاربردتر خواهد بود که با مول‌های ماده حل‌شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی^۱ (مولار) می‌نامند.

^۱ Molar Concentration

• هنگام بیماری، توازن غلظت برخی گونه‌ها در خون به هم می‌خورد. از این‌رو انجام آزمایش‌های پزشکی و تعیین غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن از ضروری‌ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

• هنگام بیماری، توازن غلظت برخی گونه‌ها در خون به هم می‌خورد. از این‌رو انجام آزمایش‌های پزشکی و تعیین غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن از ضروری‌ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

پیوند با ریاضی

۱- دانش آموزی از منابع علمی، انحلال پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

θ(°C)	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S\left(\frac{g NaNO_3}{100g H_2O}\right)$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

او توانست با استفاده از داده های این جدول، معادله $S = 0.8\theta + 72$ را به دست آورد.
 (آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟
 (ب) انحلال پذیری سدیم نیترات را در $70^\circ C$ پیش بینی کنید.

۲- با توجه به جدول زیر، معادله ای برای انحلال پذیری پتاسیم کلرید بر حسب دما به دست آورید.

θ(°C)	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S\left(\frac{g KCl}{100g H_2O}\right)$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

۳- با مقایسه دو معادله به دست آمده برای سدیم نیترات و پتاسیم کلرید:
 (آ) تأثیر دما بر انحلال پذیری این دو ماده را مقایسه کنید.
 (ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی، انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است؟

رفتار آب و دیگر مولکول ها در میدان الکتریکی

آب تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می شود. وجود و تبدیل این حالت ها به یکدیگر زندگی را در سیاره آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی های گوناگون و شگفت انگیزی دارد. از جمله آنها توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیر عادی است. اما دلیل این ویژگی ها چیست و چه اثری بر زندگی موجودات زنده دارد؟ برای پاسخ به این پرسش ها، بررسی ساختار مولکولی آب ضروری به نظر می رسد.

در درس علوم با آزمایش انحراف باریکه آب به وسیله شانه یا میله شیشه ای مالش داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکه آب از راستای طبیعی خود منحرف می شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میله شیشه ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول های آب به سوی آن جذب می شوند (چرا؟).



شکل ۱۴- انحراف باریکه آب به وسیله میله شیشه ای مالش داده شده به موی سر.

۱۰۲

پیوند با ریاضی

۱- دانش آموزی از منابع علمی، انحلال پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

θ(°C)	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S\left(\frac{g NaNO_3}{100g H_2O}\right)$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

او توانست با استفاده از داده های این جدول، معادله $S = 0.8\theta + 72$ را به دست آورد.
 (آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟
 (ب) انحلال پذیری سدیم نیترات را در $70^\circ C$ پیش بینی کنید.

۲- با توجه به جدول زیر، معادله ای برای انحلال پذیری پتاسیم کلرید بر حسب دما به دست آورید.

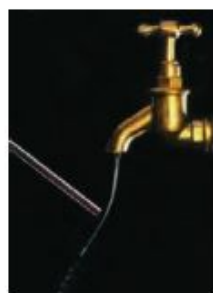
θ(°C)	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S\left(\frac{g KCl}{100g H_2O}\right)$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

۳- با مقایسه دو معادله به دست آمده برای سدیم نیترات و پتاسیم کلرید:
 (آ) تأثیر دما بر انحلال پذیری این دو ماده را مقایسه کنید.
 (ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی، انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است؟

رفتار آب و دیگر مولکول ها در میدان الکتریکی

آب تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می شود. وجود و تبدیل این حالت ها به یکدیگر زندگی را در سیاره آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی های گوناگون و شگفت انگیزی دارد. از جمله آنها توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیر عادی است. اما دلیل این ویژگی ها چیست و چه اثری بر زندگی موجودات زنده دارد؟ برای پاسخ به این پرسش ها، بررسی ساختار مولکولی آب ضروری به نظر می رسد.

در درس علوم با آزمایش انحراف باریکه آب به وسیله شانه یا میله شیشه ای مالش داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکه آب از راستای طبیعی خود منحرف می شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میله شیشه ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول های آب به سوی آن جذب می شوند (چرا؟).



شکل ۱۴- انحراف باریکه آب به وسیله میله شیشه ای مالش داده شده به موی سر.

۱۰۲

زنده ماندن به **اکسیژن** (O_2) نیازمندند. آنها با عبور دادن آب از درون آبش خود، **اکسیژن** مولکولی حل شده در آب را جذب می کنند. با اینکه گاز **اکسیژن** به میزان کمی در آب حل می شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. آیا می دانید انحلال پذیری گاز **اکسیژن** و دیگر گازها در آب به چه عواملی بستگی دارد؟

کاوش کنید

دربارهٔ «اثر دما بر انحلال پذیری گازها در آب، کاوش کنید. ابزار، وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز: ظرف پلاستیکی بزرگ، استوانهٔ مدرج، قیف، آب، یخ، قرص جوشان. آزمایش ۱-ا) ظرف پلاستیکی را بردارید و مخلوط آب و یخ را تا نیمه درون آن بریزید. ب) یک قرص جوشان را نصف کنید و با استفاده از تکه ای خمیربازی آن را به دیوارهٔ داخلی قیف بچسبانید.



پ) استوانهٔ مدرج را از آب پر کنید و کف دست خود را روی دهانهٔ آن قرار دهید. حال استوانه را وارونه کرده و مانند شکل، درون ظرف محتوی آب قرار دهید (استوانهٔ مدرج را با دست نگهدارید).

ت) اکنون از یکی از دوستان خود بخواهید که قیف را درون ظرف بزرگ به گونه ای قرار دهد که لولهٔ قیف در زیر دهانهٔ استوانهٔ مدرج قرار گیرد. مشاهده های خود را بنویسید.

زنده ماندن به **اکسیژن** (O_2) نیازمندند. آنها با عبور دادن آب از درون آبش خود، **اکسیژن** مولکولی حل شده در آب را جذب می کنند. با اینکه گاز **اکسیژن** به میزان کمی در آب حل می شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. آیا می دانید انحلال پذیری گاز **اکسیژن** و دیگر گازها در آب به چه عواملی بستگی دارد؟

کاوش کنید

دربارهٔ «اثر دما بر انحلال پذیری گازها در آب، کاوش کنید. ابزار، وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز: ظرف پلاستیکی بزرگ، استوانهٔ مدرج، قیف، آب، یخ، قرص جوشان. آزمایش ۱-ا) ظرف پلاستیکی را بردارید و مخلوط آب و یخ را تا نیمه درون آن بریزید. ب) یک قرص جوشان را نصف کنید و با استفاده از تکه ای خمیربازی آن را به دیوارهٔ داخلی قیف بچسبانید.



پ) استوانهٔ مدرج را از آب پر کنید و کف دست خود را روی دهانهٔ آن قرار دهید. حال استوانه را وارونه کرده و مانند شکل، درون ظرف محتوی آب قرار دهید (استوانهٔ مدرج را با دست نگهدارید).

ت) اکنون از یکی از دوستان خود بخواهید که قیف را درون ظرف بزرگ به گونه ای قرار دهد که لولهٔ قیف در زیر دهانهٔ استوانهٔ مدرج قرار گیرد. مشاهده های خود را بنویسید.

آزمایش ۲- آزمایش ۱ را با آب گرم تکرار کنید. مشاهده‌های خود را یادداشت و جدول زیر را کامل کنید.

حجم گاز جمع شده درون استوانه مدرج (میلی لیتر)		آزمایش
آزمایش ۲	آزمایش ۱	
		بار اول
		بار دوم
		بار سوم
		میانگین

اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- ۱- از واکنش قرص جوشان با آب چه گازی آزاد می‌شود؟
- ۲- آیا میانگین حجم گاز آزاد شده در دو آزمایش یکسان است؟ چرا؟
- ۳- حجم گاز جمع‌آوری شده در کدام آزمایش کمتر است؟
- ۴- از مشاهده‌های خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.
- ۵- چه رابطه‌ای بین دمای آب و میزان انحلال‌پذیری گاز وجود دارد؟
- ۶- چرا در هوای گرم، ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند؟

• درباره اینکه مقدار نمک موجود در آب دریا بر میزان انحلال‌پذیری گازها اثر دارد، کاوش کنید (در کاوش خود باید آزمایش طراحی و اجرا کنید و از داده‌های آن نتیجه درست و قابل اطمینان بگیرید).

با هم بیندیشیم

۱- نمودار زیر انحلال‌پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند در دمای 20°C نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

آزمایش ۲- آزمایش ۱ را با آب گرم تکرار کنید. مشاهده‌های خود را یادداشت و جدول زیر را کامل کنید.

حجم گاز جمع شده درون استوانه مدرج (میلی لیتر)		آزمایش
آزمایش ۲	آزمایش ۱	
		بار اول
		بار دوم
		بار سوم
		میانگین

اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- ۱- از واکنش قرص جوشان با آب چه گازی آزاد می‌شود؟
- ۲- آیا میانگین حجم گاز آزاد شده در دو آزمایش یکسان است؟ چرا؟
- ۳- حجم گاز جمع‌آوری شده در کدام آزمایش کمتر است؟
- ۴- از مشاهده‌های خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.
- ۵- چه رابطه‌ای بین دمای آب و میزان انحلال‌پذیری گاز وجود دارد؟
- ۶- چرا در هوای گرم، ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند؟

• درباره اینکه مقدار نمک موجود در آب دریا بر میزان انحلال‌پذیری گازها اثر دارد، کاوش کنید (در کاوش خود باید آزمایش طراحی و اجرا کنید و از داده‌های آن نتیجه درست و قابل اطمینان بگیرید).

با هم بیندیشیم

نمودار زیر انحلال‌پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند در دمای 20°C نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

