ویرایش ۱۴۰۳/۵/۲۰

فصل ۱ کیهان زادگاه الفبای هستی

«هوَ الَّذی خَلَقَ السَّمواتِ و الأرضَ فی سِتَّةِ أیّام» آیهٔ۴، سورهٔ حدید

او کسی است که آسمان‌ها و زمین را در شش روز آفرید.

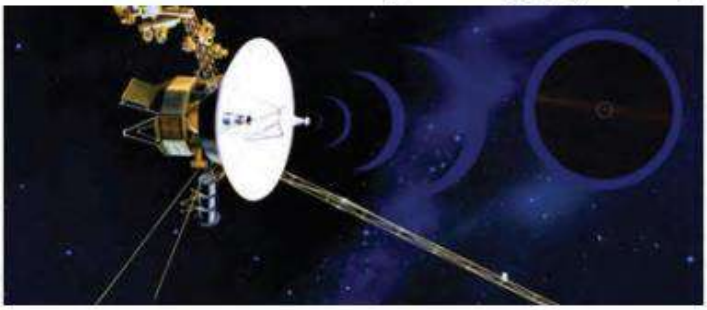
شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستارهٔ شبانگاهی باشید؛ سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پرفروغ با نوری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه‌باش می‌فرستند؛ پیامی که از گذشته‌های دور، روایت می‌کند؛ از اینکه جهان هستی چگونه پدید آمده است؟ ذره‌های سازندهٔ 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 مطالعهٔ خواص و رفتار ماده، همچنین برهم‌کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.

انسان همواره با پرسش‌هایی از این دست که «هستی چگونه پدید آمده است؟ جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ پدیده‌های طبیعی چگونه و چرا رخ می‌دهند؟» روبه‌رو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌هایی قانع‌کننده بیابد. پاسخ به نخستین پرسش ـ که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است ـ در قلمرو علم‌تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خویش در پرتو آموزه‌های الهی می‌تواند به پاسخی جامع دست یابد.

اما پس از عبور از این قلمرو، علم‌تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است. این تلاش‌ها سبب شد تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما دربارهٔ کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکانمان حتی نمی‌توانستند آنها را تصور کنند؛ برای نمونه ما به فضا می‌رویم؛ با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده‌ایم؛ درپی یافتن زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم و مسافرت به مریخ را طراحی می‌کنیم. آشکار است که با گذشت زمان، انسان به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروز در ذهن ما نمی‌گنجد.

تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه دارد. نمونه‌ای از آن، سفر طولانی و تاریخی دو فضاپیما به نام‌های **وویجر ۱ و ۲** در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی است (شکل ۱).



شکل ۱ـ عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری؛ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت.

دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آنها و ترکیب درصد این مواد باشد.

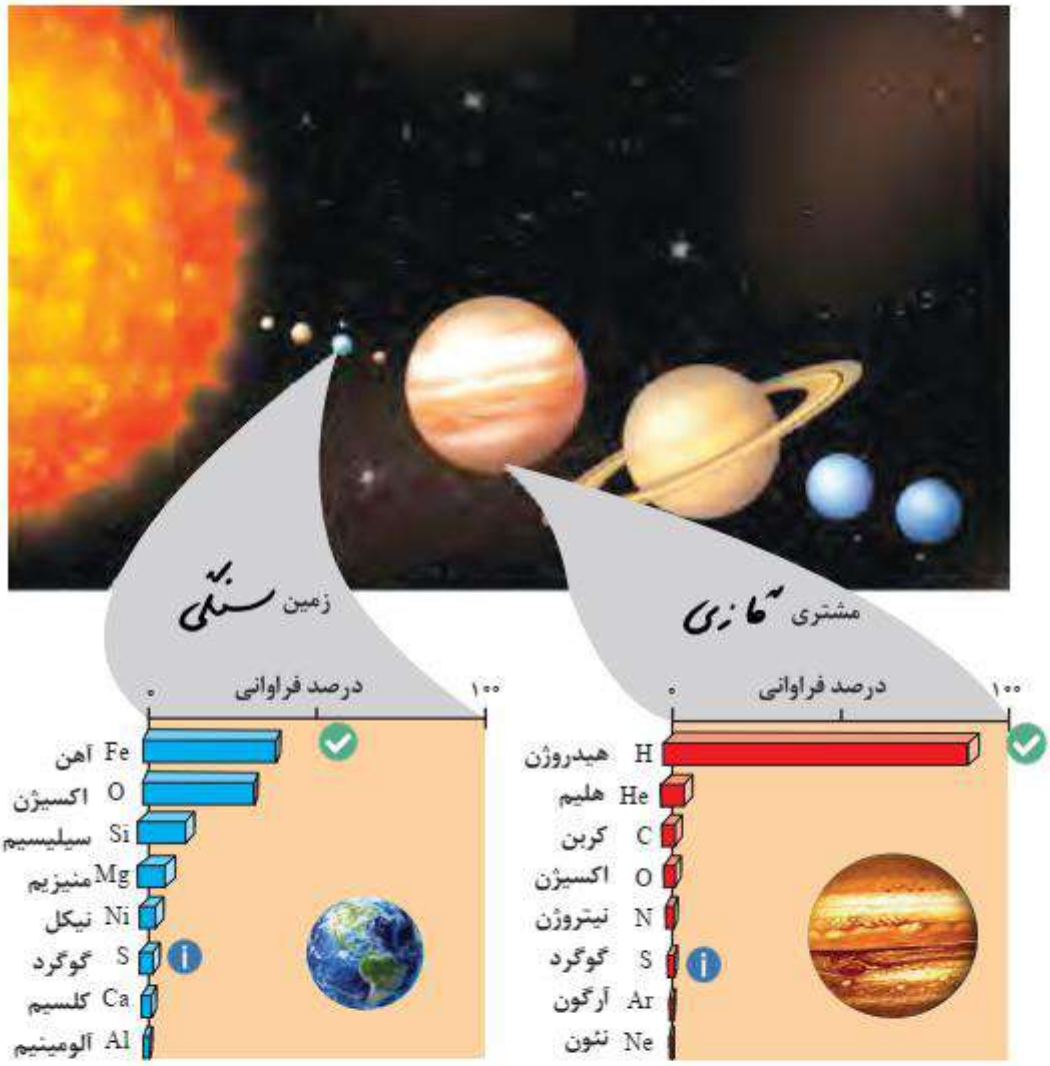
عنصرها چگونه پدید آمدند؟

یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست. جالب است بدانید که مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند؛ برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

● شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به‌دست آمده است نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

خود را بیازمایید

شکل زیر عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) فراوان‌ترین عنصر در هر سیاره، کدام است؟

ب) عنصرهای مشترک در دو سیاره را نام ببرید.

پ) در کدام سیاره، عنصر فلزی وجود ندارد؟

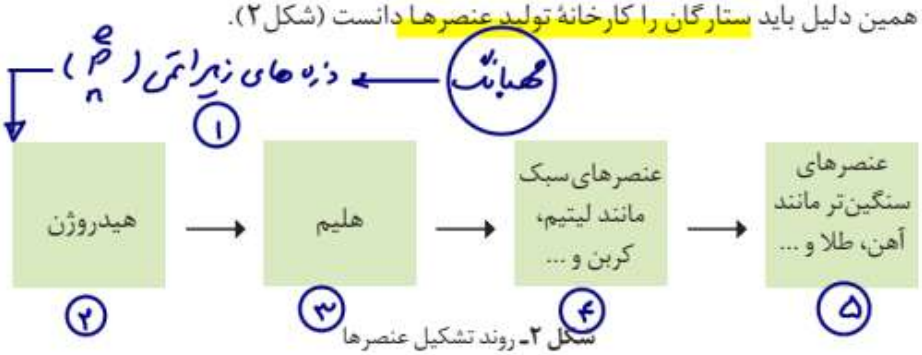
ت) پیش‌بینی کنید سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس گاز است یا سنگ؟ چرا؟

ث) آیا به‌جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری در زمین یافت می‌شود؟ چند نمونه نام ببرید.

مـرگ سـتاره ⟵ کـهـکشان ⟵ سـتاره ⟵ سـحابی ⟵ He ⟵ H ⟵ n ، p ، e ⟵ مهـبانـگ

دریافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند. این یافته‌ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند به‌طوری که برخی از آنها بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (**مهبانگ**)[1] همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی**[2] ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آنها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند. جالب است بدانید که **ستاره‌ها**[3] متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست (شکل ۲).

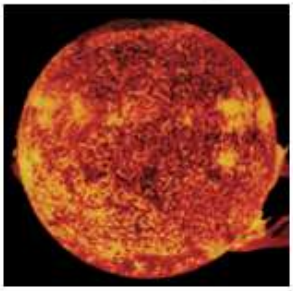


شکل ۲ـ روند تشکیل عنصرها

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آنها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده در واکنش هسته‌ای آن‌قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. البته توجه داشته باشید که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کمتر است.

آیا می‌دانید

دمای سطح خورشید به حدود ۶۰۰۰°C و دمای درون آن به حدود ۱۰۰۰۰۰۰۰°C می‌رسد. در این ستاره به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای در هر ثانیه ۵۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ کیلوگرم از جرم کاسته شده و به انرژی تبدیل می‌شود. آلبرت اینشتین رابطهٔ $E=mc^2$ را برای محاسبهٔ انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای ارائه کرد. در این رابطه، m جرم ماده برحسب کیلوگرم، c سرعت نور برحسب متر بر ثانیه ($3\times10^8\ ms^{-1}$) و E، انرژی آزاد شده برحسب ژول است. بر این اساس اگر در یک واکنش هسته‌ای ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل شود، $2/16\times10^{11}$ ژول انرژی تولید خواهد شد. با این توصیف برآورد می‌شود که خورشید می‌تواند تا ۵۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ سال دیگر نورافشانی کند.



نکات مهم:

۱- برخی پرسش های بنیادی:

آ) هستی چگونه بوجود آمده است؟ ← پاسخ در قلمرو علم تجربی نیست

ب) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ ← پاسخ در قلمرو علم تجربی است

پ) پدیده های طبیعی چرا وچگونه رخ می دهند؟ ← پاسخ در قلمرو علم تجربی است.

۲-ویجر ۱ و۲ برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی در سال ۱۹۷۷ به فضا پرتاب شده اند.

۳- ماموریت دو فضا پیما تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره های مشتری ، زحل ، اورانوس و نپتون بوده است.

۴- چهار سیاره مشتری ، زحل ، اورانوس و نپتون جزء سیاره های گازی (بیرونی) سامانه خورشیدی است.

۵- برخی از اطلاعات شناسنامه یک سیاره :

آ) نوع عنصر های سازنده

ب) ترکیب شیمیایی موجود در اتمسفر سیاره

پ) ترکیب درصد مواد موجود در اتمسفر سیاره

۶- آخرین تصویری که ویجرا پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زمین گرفت ، از فاصله ۷ میلیارد کیلومتری بوده است.

نکات مربوط به مقایسه کره زمین و مشتری:

۱- مشتری نسبت به زمین در فاصله دورتری قرار دارد.

۲- دمای سطح زمین بیشتر از مشتری است.

۳- ترتیب عناصر در مشتری : $H\ (90\%) > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

۴- ترتیب عناصر در زمین: $Fe\ (40\%) > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

۵- از عناصر فلزی در مشتری خبری نیست، به همین دلیل مشتری به صورت گاز است و چگالی زمین بخاطر وجود فلزات بیشتر از مشتری است.

۶-عناصر مشترک زمین و مشتری، اکسیژن و گوگرد است.

۷-اکسیژن در مشتری رتبه ۴ و در زمین رتبه ۲ دارد.

۸-گوگرد در زمین و مشتری رتبه ۶ را دارد.

نـکات مـربـوط به مهـبانگ:

۱- مهـبانگ:

آ) با آزاد شدن انرژی زیاد همراه است.

ب) تولید ذره های زیر اتمی (e ، p ، n) $\xleftarrow{\text{واکنش هسته ای}}$ **H** $\xleftarrow{\text{واکنش هسته ای}}$ **He**

پ) با گذشت زمان و سرد و متراکم شدن (H , He) $\xleftarrow{\text{سرد -متراکم}}$ **سحابی ⟵ ستاره ⟵ کهکشان**

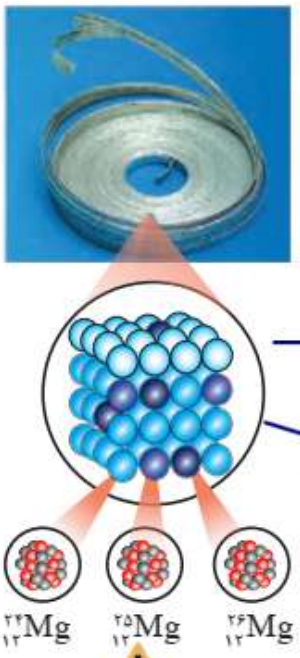
ت) ستاره مانند خورشید در دماهای بسیار بالا $\xleftarrow{\text{واکنش هسته ای}}$ **عنصرهای سبک (Li و C)** $\xleftarrow{\text{واکنش هسته ای}}$ **عناصر سنگین (Fe و Au)**

ث) در خورشید طی واکنش های هسته ای هیدرو ژن به هلیم تبدیل می شود که انرژی آزاد شده از فرمول انیشتین به صورت زیر محاسبه می شود.

در این فرمول: انرژی بر حسب ژول ــ جرم بر حسب کیلو گرم ــ C برابر 3×10^8 متر بر ثانیه است.

آیا همهٔ اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه منیزیم و هلیم عنصر به شمار می‌روند زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیم حاوی اتم‌های هلیم است. جالب است بدانید بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که جرم همهٔ اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ)[۱] است (شکل ۳).



شکل ۳ـ ایزوتوپ‌های منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی از آن.

خود را بیازمایید

۱ـ می‌دانید که هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نماد، شمار ذره‌های زیر اتمی را نیز می‌توان مشخص کرد. هرگاه بدانید که اتمی از آهن ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون دارد، با توجه به الگوی زیر مشخص کنید که Z و A هر کدام، چه کمیتی را نشان می‌دهد؟

$$^{A}_{Z}E$$ نماد همگانی اتم‌ها

$$^{56}_{26}Fe$$ نماد شیمیایی اتم آهن

● نماد E، حرف نخست واژهٔ Element به معنای عنصر است.

۲ـ با توجه به نماد ایزوتوپ‌های منیزیم (شکل ۳)، جدول زیر را کامل کنید.

ویژگی / نماد ایزوتوپ	A	Z	شمار الکترون	شمار نوترون

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند، به دیگر سخن ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصرند که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. از آنجا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ اتم‌های منیزیم همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می کنند؛ این در حالی است که همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

۱ – Isotope

اتم خنثی $(n \geq p = e)$ $^{A}_{Z}X$

کاتیون $(n \geq p > e)$ $^{A}_{Z}X^{2+}$

آنیون $^{A}_{Z}X^{2-}$

$(n \geq p)$ **و** $(e > p)$

در آنیون رابطه n و e دو حالت دارد:

$n > e$ **یا** $e > n$

برای ^{1}H و ^{2}H، نیمه‌عمر معنی ندارد

برای ساختگی‌ها فراوانی معنی ندارد

با هم بیندیشیم

۱ـ داده‌های جدول زیر را به دقت بررسی کنید؛ سپس به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

آ) چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی میان این ایزوتوپ‌ها وجود دارد؟

ب) یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن، مخلوطی از چند ایزوتوپ است؟

پ) نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. کدام ایزوتوپ هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟

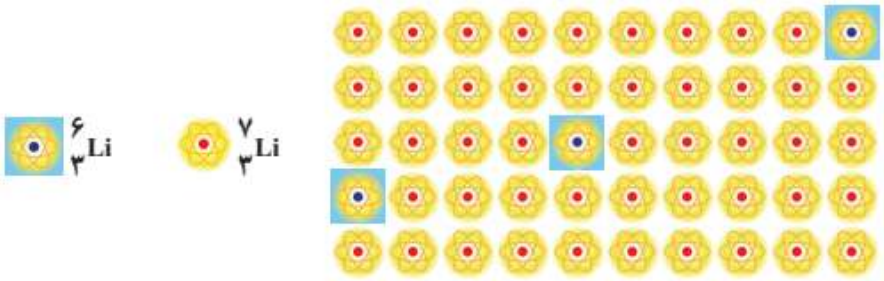
ت) هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند. انتظار دارید چند ایزوتوپ هیدروژن پرتوزا باشد؟

ث) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. چند ایزوتوپ هیدروژن دارای این ویژگی است؟

ج) اگر ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، **رادیوایزوتوپ**[1] نامیده شود، چه تعداد از ایزوتوپ‌های هیدروژن، رادیوایزوتوپ به شمار می‌رود؟

چ) **درصد فراوانی**[2] هر ایزوتوپ در طبیعت نشان‌دهندهٔ چیست؟ توضیح دهید.

۲ـ شکل زیر شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می‌دهد. با توجه به آن، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم را حساب کنید.



شباهت های ایزوتوپ های هیدروژن

۱– نماد شیمیایی

۲– e , Z

تفاوت ها

۱– A(جرم اتمی) و n

۲–پایداری رادیوایزوتوپ ها

۳– درصد فراوانی طبیعی ها

۴–خواص فیزیکی وابسته به جرم مثل دمای جوش و .....

***درایزوتوپ های Li**

۱–پایداری با جرم رابطه مستقیم دارد

۲– فراوانی ^{7}Li بیشتر و پایداری نیز بیشتر است.

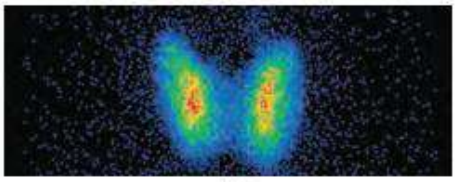
۳– جرم میانگین ۶/۹۴ می باشد.

۴–درصد فراوانی ایزوتوپ سبک ۶٪ می باشد.

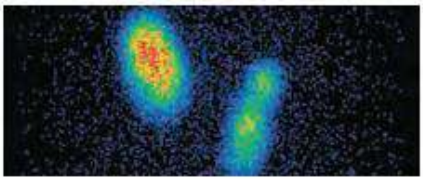
تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است. شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزهٔ کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری بود که در **واکنشگاه(راکتور)**[1] هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد (شکل ۴).

(آ)



(ب)



(پ)

شکل ۴ـ آ) غدهٔ پروانه‌ای‌شکل تیروئید در بدن انسان ب) تصویر غدهٔ تیروئید سالم
پ) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

همهٔ ^{99}Tc موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آنجا که نیم عمر آن کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بلکه به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

$\frac{n}{p} = \frac{۵۶}{۴۳} = ۱,۳$ $^{99}_{43}Tc$

● نمونه‌ای از یک مولد رادیو ایزوتوپ تکنسیم

● از تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ است، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

ما می‌توانیم

رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آنها کرده است، به طوری که از آنها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود (شکل ۵).

شکل ۵ یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آنها در تولید انرژی الکتریکی است.

● کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینهٔ بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند اما هزینهٔ تولید آن به‌اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.

این ایزوتوپ، ^{235}U بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کمتر است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، **غنی‌سازی ایزوتوپی**[1] گفته می‌شود؛ فرایندی که یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است. با این کامیابی ستودنی، نام ایران در فهرست ده‌گانهٔ کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود (شکل ۶).

شکل ۶- برخی رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران

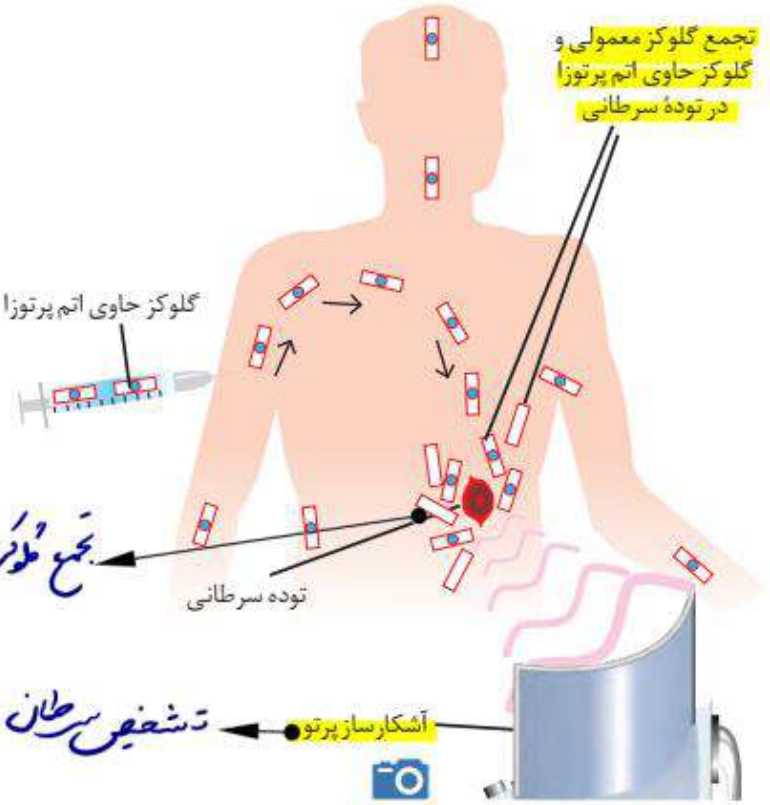
اما جالب است بدانید که پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آنها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

آیا می‌دانید

^{59}Fe یک رادیوایزوتوپ است و در تصویربرداری از دستگاه گردش خون به‌کار می‌رود زیرا یون‌های آن درساختار هموگلوبین وجود دارند.

با هم بیندیشیم

توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند. شکل زیر اساس استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها را برای تشخیص نوعی توده سرطانی نشان می‌دهد. با بررسی آن، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید.



● به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.

● دود سیگار و قلیان، مقدار قابل‌توجهی مواد پرتوزا دارد. ازاین‌رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

آیا می‌دانید

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه جا یافت می‌شود. البته میزان پرتوهای تابش شده بسیار اندک است و به‌طور معمول بر سلامت ما اثری نمی‌گذارد. یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافت می‌شود، گاز **رادون** است. رادون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است. این گاز پیوسته در لایه‌های زیرین زمین در واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود و به دلیل دما و فشار زیاد در آن لایه‌ها به منافذ و ترک‌های موجود در سنگ‌های سازندهٔ پوستهٔ زمین نفوذ می‌کند.

طبقه‌بندی عنصرها

طبقه‌بندی کردن یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان‌تر می‌کند. در واقع با استفاده از طبقه‌بندی، یافته‌ها و داده‌ها را به شیوهٔ مناسبی سازماندهی می‌کنند تا بتوان سریع‌تر و آسان‌تر به اطلاعات دسترسی یافت. در درس علوم با اساس طبقه‌بندی عنصرها، مواد و جانداران آشنا شدید. شیمی‌دان‌ها نیز ۱۱۸ عنصر شناخته شده را براساس یک معیار و ملاک در جدولی با چیدمانی ویژه کنار هم قرار داده‌اند (شکل ۷). این جدول به آنها کمک می‌کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی‌های عنصرها را به دست آورند و براساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنند.

IM NOT IN DANGER IM THE DANGER

تعریف ایزوتوپ:

شباهت ایزوتوپ ها

♣ عدد اتمی یکسان دارند.	♣ دوره و گروه یکسان دارند.
♣ پروتون های یکسان دارند.	♣ هم مکان(موقعیت درجدول تناوبی یکسان)
♣ الکترون های یکسان دارند.	♣ خواص شیمیایی یکسان دارند.
♣ آرایش الکترونی یکسان دارند.	♣ طیف نشری خطی یکسان دارند.

تفاوت ایزوتوپ ها

♣ عدد جرمی	♣ پایداری
♣ تعداد نوترون ها	♣ درصد فراوانی
♣ خواص فیزیکی (چگالی و ذوب و.....	♣ جرم نسبی
♣ نیمه عمر برای ایزوتوپ های نا پایدار.	

ایزوتوپ های هیدروژن

ایزوتوپ ها طبیعی : ۳ تا : ^{1}H , ^{2}H , ^{3}H
ایزوتوپ های ساختگی : ۴ تا : ^{4}H و ^{5}H و ^{6}H و ^{7}H
فراوانی ایزوتوپ های طبیعی : $^{1}H > 0/01\%$ $^{2}H > {}^{3}H$ (۹۹/۹۹ درصد)
تنها رادیو ایزوتوپ طبیعی : ^{3}H
پایداری رادیو ایزوتوپ های طبیعی و مصنوعی : $_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$

تکنـــسیم $^{99}_{43}Tc$

- اولین رادیو ایزوتوپ ساخته شده توسط بشر
- نیمه عمر کوتاه دارد (به مدت طولانی قابل نگهداری نیست) و مصنوعی تهیه می شود.
- برای تصویر برداری در غده تیروئید کاربرد دارد. (غده تیروئید پروانه ای شکل است.)
- هنگام جذب یون یدید (I^-) توسط تیروئید، یون یدید با یون حاوی ^{99}Tc اندازه مشابهی دارد و تیروئید هردو را جذب می کند.
- $^{99}_{43}Tc$: $P = 43$, $A = 99$, $n = 56$, $\frac{n}{p} = \frac{56}{44} = \frac{1}{3}$
- آرایش الکترونی به $5s^2 4d^5$ ختم می شود.

^{235}U اورانیم

* شناخته شده ترین رادیو ایزوتوپ است.
* ^{235}U در مخلوط طبیعی (^{235}U و ^{238}U) کمتر از ۰/۷ درصد است.
* ^{235}U را غنی سازی کرده و اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می شود.
* غنی سازی ایزوتوپی یکی از مراحل مهم تولید سوخت هسته ای می باشدوطی آن فراوانی ایزوتوپ را افزایش می دهند.
* می تواند انرژی الکتریکی کشور را تامین کند.
* پسماند رادیو اکتیوی هنوز خاصیت رادیو اکتیوی دارد و خطرناک است.
* دفع پسماندهای هسته ای رادیو اکتیوی یکی از چالش های صنایع هسته ای است.

گلوکز

تزریق گلوکز معمولی همراه با گلوکزی که دارای اتم نشاندار است.
غده سرطانی احتیاج به مصرف قند زیاد دارد، قند معمولی و قند نشاندار هر دو وارد غده می شوند.
چرتوزایی گلوکزنشاندار موجب عکس برداری و تشخیص سرطان می شود.
گلوکز نشاندار داروی درمانی نیست و جنبه تشخیصی دارد.

♣ منیزیم ۳ ایزوتوپ طبیعی دارد، $^{24}_{12}Mg$ و $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$

♣ فراوانی :

ایزوتوپ ها	$^{24}_{12}Mg$	$^{25}_{12}Mg$	$^{26}_{12}Mg$
درصد فراوانی	10	11	79

♣ پایداری : $^{25}_{12}Mg$ ، $^{26}_{12}Mg$ > $^{24}_{12}Mg$

♣ لیتیم ۲ ایزوتوپ طبیعی دارد، $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$

♣ فراوانی :

ایزوتوپ ها	$^{6}_{3}Li$	$^{7}_{3}LI$
درصد فراوانی	6	94

♣ پایداری : $^{6}_{3}Li$ ، $^{7}_{3}LI$ >

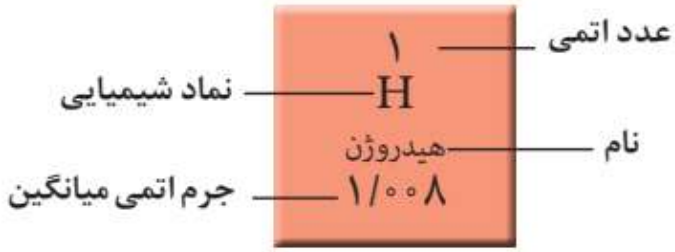
* کلر دو ایزوتوپ دارد، که پایداری $^{37}_{17}Cl$ > $^{35}_{17}Cl$ است و فراوانی آنها ۷۵ و ۲۵ درصد است.

جدول دوره‌ای عنصرها

۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰
۲ He هلیم ۴،۰۰۳								
۱۰ Ne نئون ۲۰،۱۸	۹ F فلوئور ۱۹،۰۰	۸ O اکسیژن ۱۶،۰۰	۷ N نیتروژن ۱۴،۰۱	۶ C کربن ۱۲،۰۱	۵ B بور ۱۰،۸۰			
۱۸ Ar آرگون ۳۹،۹۵	۱۷ Cl کلر ۳۵،۴۵	۱۶ S گوگرد ۳۲،۰۷	۱۵ P فسفر ۳۰،۹۷	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸،۰۹	۱۳ Al آلومینیم ۲۶،۹۸			
۳۶ Kr کریپتون ۸۳،۸۰	۳۵ Br برم ۷۹،۹۰	۳۴ Se سلنیم ۷۸،۹۶	۳۳ As آرسنیک ۷۴،۹۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲،۶۴	۳۱ Ga گالیم ۶۹،۷۲	۳۰ Zn روی ۶۵،۳۹	۲۹ Cu مس ۶۳،۵۵	۲۸ Ni نیکل ۵۸،۶۹
۵۴ Xe زنون ۱۳۱،۳۰	۵۳ I ید ۱۲۶،۹۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷،۶۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱،۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸،۷۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴،۸۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲،۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷،۹۰	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶،۴۰
۸۶ Rn رادون [۲۲۲]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹،۰۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷،۲۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴،۳۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰،۶۰	۷۹ Au طلا ۱۹۷،۰۰	۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵،۱
۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]

۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳،۰۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸،۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷،۳۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴،۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲،۵۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸،۹۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷،۳۰	۶۳ Eu اروپیم ۱۵۲،۰۰
۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]

شکل ۷ـ جدول دوره‌ای عنصرها. در این جدول هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به‌صورت بزرگ نوشته می‌شود؛ برای نمونه نماد سه عنصر آلومینیم، آرگون و طلا به ترتیب Al، Ar و Au است که همگی با حرف A آغاز می‌شود.



	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱	۱ H هیدروژن ۱/۰۰۸								
۲	۳ Li لیتیم ۶/۹۴	۴ Be بریلیم ۹/۰۱							
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲/۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴/۳۱							
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹/۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰/۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴/۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷/۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰/۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲/۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴/۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵/۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸/۹۳
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵/۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷/۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸/۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱/۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲/۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵/۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱/۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲/۹۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲/۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷/۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸/۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰/۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳/۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶/۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰/۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲/۲۰
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دابنیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتریم [۲۷۶]

۵۷ La لانتان ۱۳۸/۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰/۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰/۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴/۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰/۴۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲/۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱/۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸/۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]

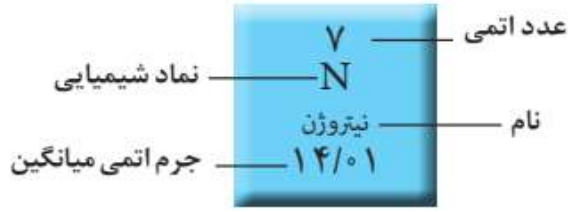
تمرین: از بین نمادهای زیر چند نماد درست است؟

$^{18}_{36}Kr$ ✗ — $^{244}_{94}Pu$ ✓ — $^{272}_{107}Bh$ ✓ — $^{59}_{27}CO$ ✗ — $^{164}_{83}Bi$ ✗

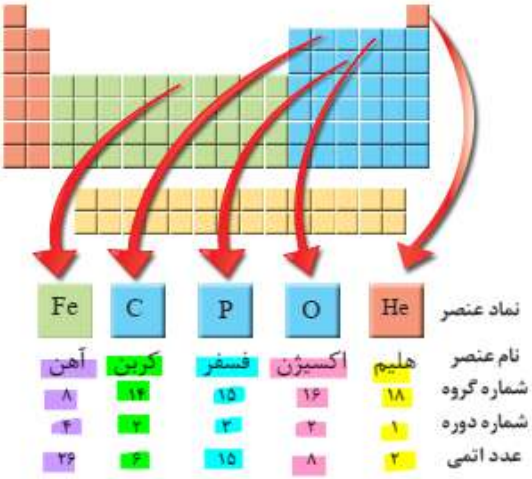
$^{18}_{36}Kr$: $^{84}_{36}Kr$ — $^{244}_{94}Pu$: حرف اول غلط — $^{272}_{107}Bh$: درست — $^{59}_{27}CO$: حرف دوم توپک Co — $^{164}_{83}Bi$: p باید از f بیشتر باشد

در **جدول دوره‌ای**[۱] (تناوبی) امروزی، عنصرها بر اساس افزایش **عدد اتمی**[۲] سازماندهی شده‌اند، به‌طوری که جدول دوره‌ای عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($Z=1$) آغاز و به عنصر شمارهٔ ۱۱۸ ختم می‌شود. این جدول، **۷ دوره**[۳] و **۱۸ گروه**[۴] دارد. هر ردیف افقی جدول، که نشان دهندهٔ چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است، **دوره** نام دارد؛ در حالی که هر ستون، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است. با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این رو چنین جدولی را **جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها** نامیده‌اند.

هر خانه از جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. برای نمونه خانهٔ شمارهٔ هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت زیر است:



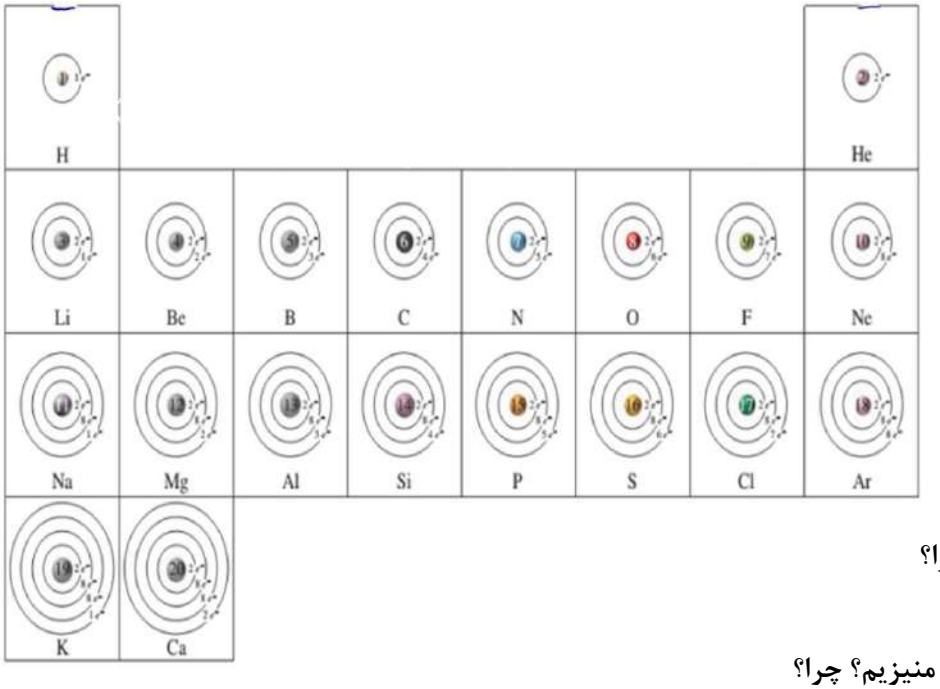
نمادها، داده‌های عددی و خلاصه‌نویسی‌ها در جدول دوره‌ای، اطلاعات مفیدی دربارهٔ عنصرها ارائه می‌کند. با استفاده از این نشانه‌ها و فراگیری مهارت استفاده از جدول می‌توان اطلاعاتی مانند شمارهٔ گروه، دوره، شمار ذره‌های زیراتمی و... را برای یک عنصر به‌دست آورد (شکل ۸).



شکل ۸ـ ارائهٔ اطلاعات برخی عنصرها با استفاده از جدول دوره‌ای و داده‌های آن

آیا می‌دانید

بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینهٔ دسته‌بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۹۰۷ـ۱۸۳۴ میلادی) به دست آمد. **مندلیف** یک معلم شیمی اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی میان عنصرها مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی‌برد.



*** با توجه به جدول پاسخ دهید.**

آ) دریک گروه چه جیزی تغییر می کند؟

ب) دریک دوره چه چیزی تغییر می کند؟

پ) آیا شماره دوره و لایه تفاوت دارد؟

ت)شبیه ترین عنصر به کلر کدام است؟ چرا؟

ث) سدیم بیشتر به پتاسیم شباهت دارد یا منیزیم؟ چرا؟

ج) فلزترین، نافلزترین، گاز بی اثر دوره دوم را معرفی کنید.

*** با توجه به جدول زیر پاسخ دهید.**

	1	2											13	14	15	16	17	18
1	H																	$_{2}$He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	$_{10}$Ne
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	$_{18}$Ar
4	K	Ca	$_{21}$Sc	Ti	V	$_{24}$Cr	Mn	Fe	Co	Ni	$_{29}$Cu	$_{30}$Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	$_{36}$Kr
5	Rb	Sr				$_{42}$Mo					$_{47}$Ag	$_{48}$Cd	In	Sn	Sb	Te	I	$_{54}$Xe
6	Cs	$_{56}$Ba	71									$_{80}$Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	$_{86}$Rn
7	Fr	$_{88}$Ra	103															

$_{57}$La	لانتانیدها													70
$_{89}$Ac	اکتینیدها													102

آ) دوره و گروه عناصر کلسیم ، گوگرد و آهن را معلوم کنید؟

ب) در دوره سوم چند عنصر دو حرفی و جود دارد ؟ نام و علامت آنها را بنویسید.

ت) حالت فیزیکی کدام عنصر با بقیه تفاوت دارد؟ **(S , Br , Ca , Zn)**

ث) حالت فیزیکی کدام دو عنصر تشابه دارد؟ **(S , Br , Hg , Cl)**

ج) چرا عناصر گروه ۱۸ بی اثر نامیده می شوند؟

چ) مشابه هر عنصر را در جدول پیدا کنید. **(منیزیم : گوگرد: نئون : فسفر:)**

● آیا تاکنون به اطلاعات داده شده در بلیت قطار، هواپیما، اتوبوس یا تابلوی نمایش زمان حرکت آنها دقت کرده‌اید؟ در هر یک از آنها، برخی از نمادها، خلاصه‌نویسی‌ها، واژه‌های مخفف و مجموعه‌ای از شناسه‌ها به کار رفته است. اگر با این نشانه‌ها آشنا نباشید، برای یافتن اطلاعات مفید سردرگم خواهید شد.

خود را بیازمایید

۱ـ با استفاده از جدول دوره‌ای، موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای آلومینیم ($_{13}Al$)، کلسیم($_{20}Ca$)، منگنز ($_{25}Mn$) و سلنیم($_{34}Se$) را تعیین کنید.

۲ـ هلیم ($_{2}He$)، عنصری است که تمایل به انجام واکنش‌شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر رفتاری مشابه با آن دارد؟ چرا؟

آ) $_{18}Ar$ ب) $_{6}C$ پ) $_{16}S$

۳ـ اتم فلوئور($_{9}F$) در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید (F^-) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

آ) $_{37}Rb$ ب) $_{35}Br$ پ) $_{15}P$

۴ـ از اتم آلومینیم($_{13}Al$)، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش‌بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب‌ها تبدیل شود؟

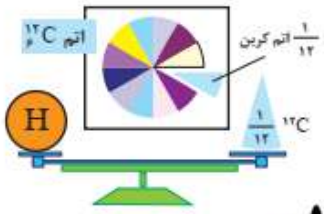
آ) $_{19}K$ ب) $_{31}Ga$ پ) $_{7}N$

جرم اتمی عنصرها

می‌دانید که جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آنها با ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌کنند (شکل ۹).

شکل ۹ـ جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند.

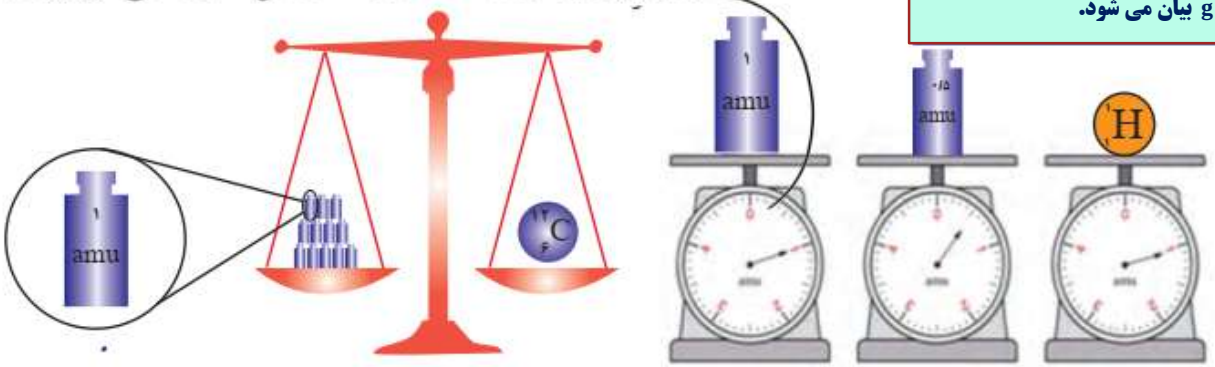
با این توصیف، ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارند؛ برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا یک‌صدم تن و دقت ترازوی زرگری تا یک‌صدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است. آیا می‌توان جرم یک دانهٔ برنج را با ترازوی معمولی اندازه‌گیری کرد؟



دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط‌زیست، محیط آزمایش و... بررسی و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند که چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است؛ از این‌رو آنها همواره درپی‌یافتن **سنجه‌ای مناسب** و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آنها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آنها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ۱۲ است (شکل ۱۰). به‌این وزنه، **یکای جرم اتمی**[1] (amu) می‌گویند.

این ترازو کمتر از ۱amu را نشان نمی‌دهد و دقتش ۱amu است.



(آ) (ب)

شکل ۱۰ـ آ) اگر جرم یک ایزوتوپ کربن ـ۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را ۱amu می‌نامند؛ به‌این ترتیب مقیاسی به‌دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همهٔ اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. ب) اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن ـ۱۲، اتم هیدروژن قرار گیرد، جرم ۱/۰۰۸ amu به دست می‌آید.

$$1amu = 1u = \frac{1}{12}\,{}^{12}C$$

$$1amu = \frac{1}{NA}g$$

$$1amu \sim < 1p \sim < 1n$$

جرم اتمی و جرم مولی برحسب amu بیان می شود.
اتم گرم و مولکول گرم و جرم مولی برحسب g بیان می شود.

یکای جرم اتمی را با نماد u نیز نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی میانگین هیدروژن برابر با ۱/۰۰۸ amu یا ۱/۰۰۸u است.

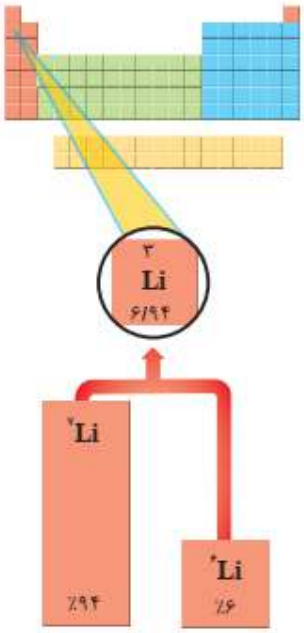
با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱amu بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ amu است (جدول ۱).

تمرین: آیا ترازوی (ب) جرم ۲۰e را می تواند اندازه گیری کند؟
خیر زیرا دقت ترازو کمتر است. $20e \times \frac{1}{2000}amu = 0/01amu$

جدول ۱ـ برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی #

نام ذره	نماد*	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}^{1}_{+1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

* در این نماد، عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.



با این توصیف جرم اتم ${}^{7}_{3}Li$ را می‌توان ۷amu در نظر گرفت. اکنون با مراجعه به جدول، جرم اتمی لیتیم را مشخص کنید. آیا تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ به نظر شما علت این تفاوت چیست؟

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) جدول زیر را کامل کنید.

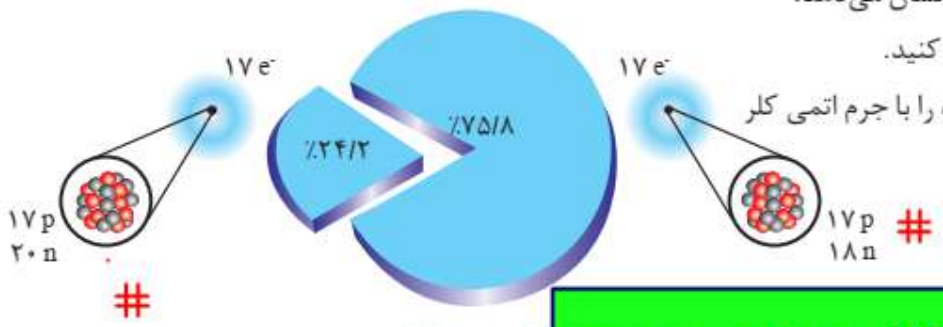
نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	جرم اتمی میانگین

ب) جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرهاست. رابطه‌ای بین **جرم اتمی میانگین**، درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها بنویسید.

۲ـ شکل روبه‌رو ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد.

آ) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.

ب) جرم اتمی میانگین به‌دست آمده را با جرم اتمی کلر در جدول دوره‌ای مقایسه کنید.

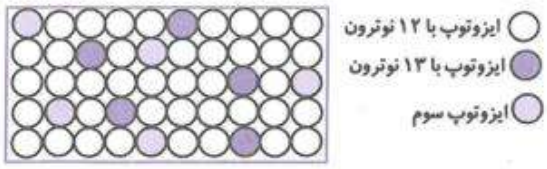


#

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1)\frac{F_2}{100} + (M_3 - M_1)\frac{F_3}{100} + \dots$$

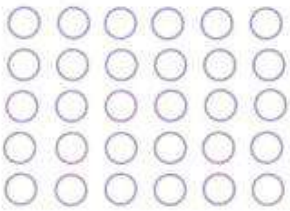
$$\bar{M} = 35 + (37 - 35)\frac{24/2}{100} = 35 + 2(/242) = 35/48$$

یون X^{2+} دارای ۱۰ الکترون است. اگر عنصر X با جرم اتمی میانگین ۲۴/۳amu، سه ایزوتوپ طبیعی داشته باشد کـه یکـی از آن‌هـا دارای ۱۲ نوترون و دیگری دارای ۱۳ نوترون باشد، تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سوم کدام است؟ (شکل زیر نمایش بخشـی از یـک نمونـه طبیعی عنصر X است.)



۱) ۱۱
۲) ۱۵
۳) ۱۶
۴) ۱۴

عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴amu و ۲۷amu است که در شکل زیر باید به‌ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۲۶/۷amu باشد، چند دایره در شکل زیر بایـد سـیاه رنـگ باشـد، تـا فراوانـی ایزوتوپ‌ها را به‌درستی نشان دهد؟



۱) ۱۶
۲) ۱۹
۳) ۲۲
۴) ۲۷

عنصر A دارای چهار ایزوتوپ با اعداد جرمی ۴۹، ۵۱، ۵۳ و ۵۴ است. اگر مجموع فراوانی دو ایزوتوپ اول ۶۵ و فراوانی ایزوتوپ سوم ۱۵ درصد باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A برابر ۵۰/۹۵ amu فرض شود.)

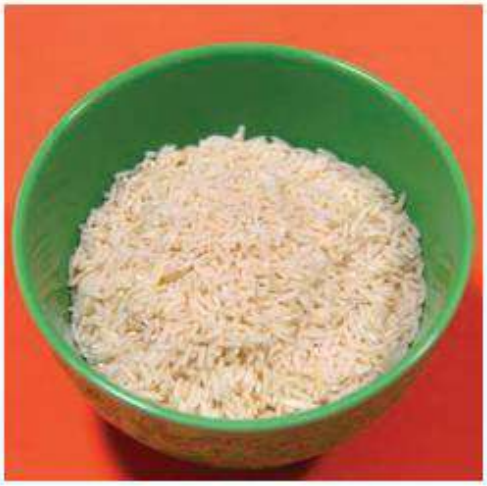
۱) ۳۵/۵ ،۲۹/۵
۲) ۴۷/۵ ،۱۷/۵
۳) ۵۰ ،۱۵
۴) ۵۰/۵ ،۱۴/۵

منیزیم طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^{24}Mg با جرم اتمی ۲۳/۹۹amu و فراوانی ۷۹ درصد، ^{25}Mg با جرم اتمی ۲۴/۹۹amu و فراوانی ۱۰ درصد، ^{26}Mg با جرم اتمی ۲۵/۹۸amu و فراوانی ۱۱ درصد، و فلوئور تنها به‌صورت ^{19}F با جرم اتمی ۱۸/۹۹amu وجود دارد. جرم مولی منیزیم فلوئورید طبیعی برابر چند گرم است؟

۱) ۶۱/۸۶
۲) ۶۲/۲۸
۳) ۶۴/۱۲
۴) ۶۶/۴۵

شمارش ذره‌ها از روی جرم آنها

اگر بخواهید دانه‌های خاکشیر یا برنج موجود در یک نمونهٔ کوچک از آنها را بشمارید، به نظر شما این تلاش چقدر وقت می‌گیرد؟ پس از شمردن دانه‌ها تا چه اندازه به نتیجهٔ شمارش خود اطمینان دارید؟ برای اینکه بتوانید دانه‌های برنج یا خاکشیر در یک کیسه از این مواد را بشمارید (شکل ۱۱)، چه راهکاری پیشنهاد می‌کنید؟



شکل ۱۱ـ شمارش تک‌تک دانه‌های خاکشیر، برنج و موادی که اندازهٔ دانه‌های آنها بسیار ریز است، کاری دشوار، وقت‌گیر و اغلب، نشدنی است.

● اگر جرم هر مهره به‌طور میانگین ۴/۲۹ گرم باشد، برآورد کنید در این ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف خالی برابر با ۴۵۰/۰۳ گرم است).

با هم بیندیشیم

آ) جدول زیر را کامل کنید.

ماده	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱ عدد (گرم)
کاغذ A۴	۴۵۰۰	.....	.....
عدس	۵۶	.....	.....
برنج	۲۲	.....	.....
خاکشیر	۲	.....	.....

ب) به نظر شما جرم یک عدد از کدام ماده را می‌توان با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری کرد؟ چرا؟

پ) روشی برای اندازه‌گیری جرم یک دانه خاکشیر ارائه کنید.

ت) آیا جرم هر یک از دانه‌های برنج موجود در نمونه با جرم به دست آمده در ستون چهارم جدول برابر است؟ توضیح دهید.

● برآورد کنید در یک کیسهٔ ۴۰ کیلویی برنج چند دانهٔ برنج وجود دارد؟

اتم‌ها به طور باور نکردنی ریز هستند به‌طوری که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و حتی با شمردن تک‌تک آنها، شمار آنها را به دست آورد؛ اما دریافتید که از روی جرم یک نمونه ماده می‌توان به‌شمار واحدهای موجود در آن دست یافت. الگویی که نشان می‌دهد چگونه می‌توان شمار اتم‌های موجود در یک نمونه عنصر را تعیین کرد.

پیوند با ریاضی

۱ـ اگر بدانید که میانگین جرم هر اتم هیدروژن $1amu=1/66\times10^{-24}\ g$ است، حساب کنید نمونهٔ یک گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم دارد؟

$1amu=\frac{1}{N_A}g$

۲ـ به عدد $6/02\times10^{23}$ که در پرسش ۱ به‌دست آمد، **عدد آووگادرو**[1] می‌گویند و آن را با N_A نشان می‌دهند. اگر N_A اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم نمونه چند گرم است؟

در زندگی روزانه نیز برای بیان شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می‌شود، برای نمونه استفاده از شانه برای تخم‌مرغ و دست برای قاشق و چنگال، شمارش و محاسبه را آسان‌تر می‌کند (شکل ۱۲).

(آ) (ب)

شکل ۱۲ـ آ) یک شانه تخم‌مرغ و ب) یک دست قاشق و چنگال

نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تخم‌مرغ‌هاست با این تفاوت چشمگیر که عدد آووگادرو، عدد بسیار بزرگی است. شیمی‌دان‌ها به $6/02\times10^{23}$ از هر ذره، **یک مول** از آن ذره می‌گویند به طوری که جرم یک مول ذره بر حسب گرم، **جرم مولی** آن نامیده می‌شود (شکل ۱۳).

$$mol = \frac{g}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A}$$

گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه و در عمل ناممکن است.

$= ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ atom Fe

۱mol Fe = ۵۵/۸۵ g Fe

$= ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ atom C

۱mol C = ۱۲/۰۱g C

شکل ۱۳ـ جرم و شمار اتم‌های یک مول آهن و کربن

آیا می‌دانید

اگر $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ دانهٔ برف در سطح ایران ببارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع قلهٔ دنا (۴۵۰۰m =) همهٔ کشور را می‌پوشاند.

با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آنها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که برای هر هم‌ارزی می‌توان دو **عامل (کسر) تبدیل**[۱] نوشت. در این عامل‌ها، صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکاست؛ برای نمونه از هم‌ارزی $۱m = ۱۰۰cm$ می‌توان این دو عامل تبدیل را نوشت:

$$\frac{۱۰۰cm}{۱m} \quad \text{و} \quad \frac{۱m}{۱۰۰cm}$$

از این عامل‌ها می‌توان در تبدیل متر به سانتی‌متر و برعکس استفاده کرد؛ برای نمونه به تبدیل ۰/۱۵ متر به سانتی‌متر توجه کنید:

$$?cm = ۰/۱۵\,m \times \frac{۱۰۰\,cm}{۱\,m} = ۱۵\,cm$$

به همین ترتیب برای $۱mol\ C = ۱۲/۰۱\ g\ C$، می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر نوشت:

$$\frac{۱۲/۰۱g\ C}{۱\,molC} \quad \text{و} \quad \frac{۱\,molC}{۱۲/۰۱gC}$$

بنابراین برای تبدیل جرم ۰/۶ گرم کربن به مول‌های آن می‌توان نوشت:

$$?molC = ۰/۶gC \times \frac{۱molC}{۱۲/۰۱gC} = ۰/۰۵molC$$

$mol = \frac{\text{مولکول}}{N_A} \Rightarrow ۵ = \frac{x}{N_A} \Rightarrow x = ۵N_A$ ۵mol آب چند مولکول دارد؟

$mol = \frac{\text{تعداد اتم}}{N_A \times \text{تعداد اتم}} \Rightarrow ۵ = \frac{x}{N_A \times ۳} \Rightarrow x = ۱۵N_A$ ۵mol آب چند اتم دارد؟

خود را بیازمایید

۱ـ با استفاده از $1mol\ Al = 27g\ Al$ و $1mol\ S = 32gS$ حساب کنید:

آ) ۵ مول آلومینیم، چند گرم جرم دارد؟

ب) ۰/۰۸ گرم گوگرد، چند مول گوگرد است؟

۲ ـ دانش‌آموزی برای تعیین شمار اتم‌های موجود در ۰/۲ مول فلز روی، محاسبهٔ زیر را به درستی انجام داده است. هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

$$?atom\ Zn = 0/2 mol\ Zn \times \frac{.....atom\ Zn}{.....mol\ Zn} = 1/204 \times 10^{23} atom\ Zn$$

۳ ـ حساب کنید $9/03 \times 10^{20}$ اتم مس، چند مول و چند گرم مس است؟

آیا می‌دانید

فلز مس گاهی در طبیعت به حالت آزاد یافت می‌شود. این عنصر اغلب به شکل ترکیب‌های گوناگون وجود دارد. حدود هفت هزار سال پیش، انسان توانست با گرم کردن سنگ معدن مس همراه با زغال سنگ، فلز مس را به شکل مذاب استخراج کند.

*** سوال: جرم مولی ترکیبات زیر را پیدا کنید. (باتوجه به جرم های محاسبه شده به مسائل مطرح شده پاسخ دهید.)**

$Cu(NO_3)_2$ =

$Fe_2(SO_4)_3$ =

$NaAl(OH)_4$ =

Cu = 64 Fe = 56
Na = 23 Al = 27
N = 14 O = 16
S = 32 H = 1

*** ۰/۲ مول $Cu(NO_3)_2$ چند گرم جرم دارد؟**

*** ۴گرم $Fe_2(SO_4)_3$ چند مول می باشد؟**

*** در ۴گرم $Fe_2(SO_4)_3$ چند مول اتم اکسیژن وجود دارد؟**

*** در ۰/۲ مول $Cu(NO_3)_2$ چند اتم اکسیژن وجود دارد؟**

❋ در ۸ گرم $Fe_2(SO_4)_3$ تعداد اتم های گوگرد چندتا می باشد؟

❋ تعداد اتم های موجود در ۱/۶ گرم SO_3 چند برابر اتم های اکسیژن در ۰/۰۲ مول H_2SO_4 می باشد؟

❋ $3/01 \times 10^{21}$ در ترکیب $NaOH$ وجود دارد، این ترکیب چند مول می باشد؟

||◯⬚ℒ𝒜𝒮ℐℐ𝒦ℎℛℰ𝓇𝓉𝓈𝓀𝜆

❋ در چند مول H_2SO_4 ، $9/632 \times 10^{22}$ اتم هیدروژن وجود دارد؟

❋

❋

❋

حل چند مسئله در کلاس

حل چند مسئله در کلاس

حل چند مسئله در کلاس

مـحاسـبات درشیـمی

۱- اعداد طلایی مربوط به $6/02 \times 10^{23}$: این عدد را آووگادرو می نامیم، وقتی مسائل آووگادرو را حل می کنیم به احتمال زیاد با یکی از اعداد قابل ساده کردن مانند اعداد زیر درسوال روبرو می شویم.

$$48/16 \xleftarrow{\times 2} 24/08 \xleftarrow{\times 2} 12/04 \xleftarrow{\times 2} 6/02$$

توجه داشته باشین ممکن است این اعداد با ممیز بیشتری باشند که بازهم قبل ساده کردن هستند.

$$1/505 \xleftarrow{\div 2} 3/01 \xleftarrow{\div 2} 6/02$$

❋ اعداد طلایی مربوط به جرم مولی :

ببینید وقتی در مسئله صحبت از جرم ماده می شود معمولا اعدادی که در صورت مسئله داده می شود، به عدد جرم مولی قابل تقسیم می باشد.

بنابراین بهتر است جرم مولی ترکیب هایی که در مسائل زیاد بکار می رود را حفظ باشیم و در ذهن خود اعداد طلایی آنها را بسازیم

مثلا:

CO_2 ← عدد طلایی ۴۴ $\xleftarrow{\times 2}$ ۸۸ $\xleftarrow{\times 2}$ ۱۷۶ $\xleftarrow{\times 2}$ ۳۵۲

عدد طلایی ۴۴ $\xleftarrow{\div 2}$ ۲۲ $\xleftarrow{\div 2}$ ۱۱ $\xleftarrow{\div 2}$ ۵/۵

H_2O ← عدد طلایی ۱۸ $\xleftarrow{\times 2}$ ۳۶ $\xleftarrow{\times 2}$ ۷۲ $\xleftarrow{\times 2}$ ۱۴۲

عدد طلایی ۱۸ $\xleftarrow{\div 2}$ ۹ $\xleftarrow{\div 2}$ ۴/۵ $\xleftarrow{\div 2}$ ۲/۲۵

C_2H_5OH ← عدد طلایی ۴۶ $\xleftarrow{\times 2}$ ..... $\xleftarrow{\times 2}$ ..... $\xleftarrow{\times 2}$ ....

عدد طلایی ۴۶ $\xleftarrow{\div 2}$ ..... $\xleftarrow{\div 2}$ ..... $\xleftarrow{\div 2}$ .....

H_2SO_4 ← ۹۸ $\xleftarrow{\times 2}$ .... $\xleftarrow{\times 2}$ .... $\xleftarrow{\times 2}$ ....

۹۸ $\xleftarrow{\div 2}$ .... $\xleftarrow{\div 2}$ ..... $\xleftarrow{\div 2}$ ....

۲- سـاده کـردن کـسرها:

$$\frac{9\times 12/25\times 0/66\times 34}{98\times 51}=\frac{3\times 3\times 12/25\times \frac{2}{3}\times 17\times 2}{98\times 17\times 3}=\frac{12/25\times 2\times 2}{98}=\frac{49}{98}=\frac{1}{2}$$

$$\frac{6/02\times 10^{23}\times 336\times 0/002}{22/4\times 3/01\times 10^{20}}=\frac{6/02\times 10^{23}\times 336\times 0/002}{224\times 10^{1}\times 3/01\times 10^{20}}=\frac{2\times 10^{23}\times 2\times 10^{-3}\times 1/5}{1\times 10^{-1}\times 1\times 10^{20}}=60$$

۳- دوبـلاسـیون:

اگر دوعدد در هم ضرب می شوند برای راحتی کار می توان یکی را در دو ضرب و دیگری را در ۲ تقسیم کرد.

$$6/25\times 16=\ 12/25\times\ 8=\ 24/5\times 4=\ 49\times 2\ =98$$

۴- رنـداسـیون :

اگر دو عدد در هم ضرب شوند، می توان یکی از آنها را کوچکتر و دیگری را بزرگتر کرد به گونه ای که عدد بزرگ تر باید به میزان بیشتری تغییر نماید.

$$3/89\times 123/5=4\times 120=480$$

* اگر دو عدد بهم تقسیم شوند می توان هردوی آنها را کوچکتر یا بزرگتر کنیم.

$$\frac{6/02\times 10^{23}\times 24}{392\times 3/01\times 10^{20}}=\frac{25\ \times 2\ \times\ 10^{3}}{400\times 1}=\frac{1\times 2\times 10^{3}}{16}=\frac{1}{8}\times 10^{3}=125$$

۵- اعـشار زدایـی:

گاهی با اعداد اعشاری روبرو می شویم که محاسبات را سخت می کند، بهمین دلیل آنرا بصورت کسر می نویسیم تا راحت تر ساده شود.

$$(\text{اعشار}):0/25\rightarrow\ 0/5\ \rightarrow\ 0/75\ =\ 0/125=0/0625$$

$$(\text{اعشار})\ \frac{1}{4}\ \rightarrow\ \frac{1}{2}\ \rightarrow\ \frac{3}{4}\ =\ \frac{1}{8}\ =\frac{1}{16}$$

$$(\text{اعشار}):0/66\rightarrow\ 0/33\ \rightarrow\ 0/11\ =\ 0/09$$

$$(\text{اعشار})\ \frac{2}{3}\ \rightarrow\ \frac{1}{3}\ \rightarrow\ \frac{1}{9}\ \rightarrow\ \frac{1}{11}$$

۶- تـخـمین زدن :

$$\frac{9/06 \times 0/125}{3} = 3 \times \frac{1}{8} = \frac{3}{8} = 0/375$$

$\frac{85}{1/04} =\geq 0/85$ جواب کمی کمتر از ۰/۸۵ است

$\frac{85}{0/98} =\leq 0/85$ جواب کمی بیشتر از ۰/۸۵ است

۷- فیـتیـلا سیـون:

ضرب اعداد در ۲۵: عدد را ۲ بار نصف و بعد در ۱۰۰ ضرب می کنیم
تقسیم اعداد بر۲۵ : عدد را ۲ بار دوبل و بعد تقسیم بر ۱۰۰ می کنیم

ضرب اعداد در ۵: عدد را نصف و بعد در ۱۰ ضرب می کنیم
تقسیم اعداد بر۵ : عدد را دوبل و بعد تقسیم بر ۱۰ می کنیم

ضرب اعداد در ۱۲۵: عدد را ۳ بار نصف و بعد در ۱۰۰۰ ضرب می کنیم
تقسیم اعداد بر۱۲۵ : عدد را ۳ بار دوبل و بعد تقسیم بر ۱۰۰۰ می کنیم

نور، کلید شناخت جهان

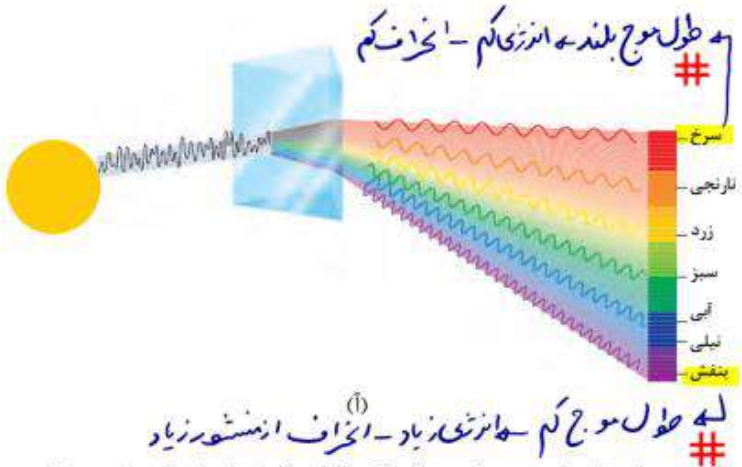
آیا تاکنون با خود اندیشیده‌اید، چگونه می‌توان به اجزای سازندهٔ خورشید و ستاره‌ها پی‌برد؟ چگونه می‌توان دمای خورشید را اندازه‌گیری کرد؟ آیا با دماسنج‌های معمولی می‌توان دمای خورشید را اندازه‌گیری کرد؟

به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند، ویژگی‌های آنها را نمی‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. همچنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی‌توان با ابزاری مانند دماسنج تعیین کرد؛ زیرا دماسنج در این دماها ذوب می‌شود؛ با این توصیف چگونه می‌توان دمای خورشید، اجزای سازندهٔ آن و دمای شعله‌های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آنها به دست آورد؟

● نور کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است.

نور[۱]، امکان یافتن پاسخ این پرسش‌ها را فراهم می‌آورد. نوری که از ستاره یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است؟ دانشمندان با دستگاهی به نام **طیف سنج**[۲] می‌توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آنها به‌دست آورند. اینکه نور چیست؟ چگونه تولید می‌شود؟ حامل چه اطلاعاتی است؟ پرسش‌های مهمی است که در ادامه، پاسخ آنها را خواهید یافت.

نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می‌شود و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گسترهٔ رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ـ آ) نور خورشید هنگام عبور از منشور تجزیه می‌شود. ب) رنگین کمان، گستره‌ای از رنگ‌های سرخ تا بنفش را در برمی‌گیرد.

چشم ما تنها می‌تواند گسترهٔ محدودی از نور را ببیند. به‌این گستره که رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را در برمی‌گیرد، **گسترهٔ مرئی**[1] می‌گویند (شکل ۱۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگ‌تری از این پرتوهاست. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی است و با خود انرژی حمل می‌کند به طوری که هر چه طول موج آن کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کند؛ برای نمونه انرژی نور آبی از نور سرخ بیشتر است (شکل ۱۵).

$1nm = 10^{-9}m$,

$1pm = 10^{-12}$

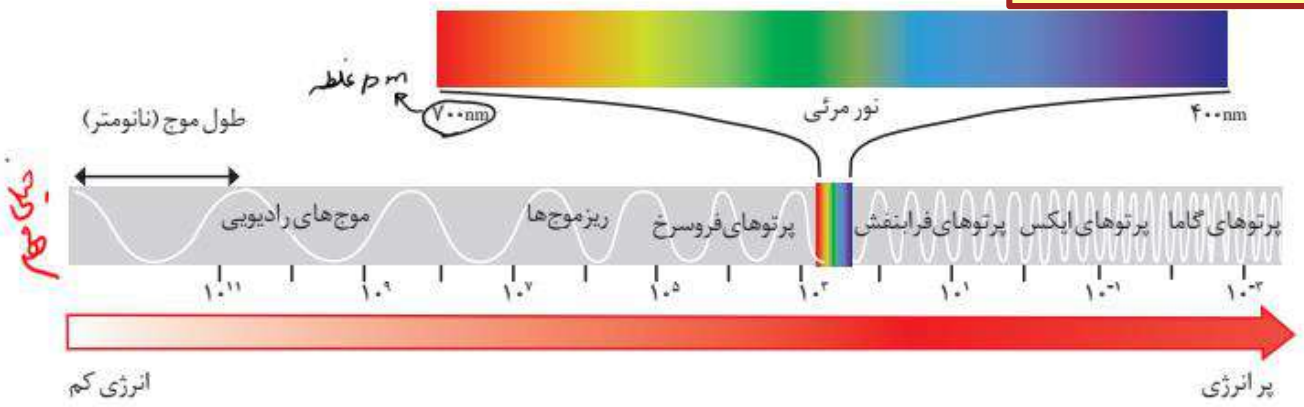
انرژی: $E \uparrow \sim \lambda \downarrow$

$E: \gamma > X > Uv$

E : بنفش > آبی > ... > قرمز

میزان انحراف: $E \uparrow = \lambda \downarrow$

E : فروسرخ > ریزموج > رادیویی



شکل ۱۵ـ نور مرئی تنها بخش کوچکی از گسترهٔ پرتوهای الکترومغناطیسی است. یکی از ویژگی‌های موج، **طول موج**[2] است که آن را با λ نشان می‌دهند. با توجه به شکل آن را تعریف کنید.

به فاصله دو برآمدگی ویا دو فرو رفتگی طول موج می گویند.

طول موج : گاما < ایکس < فرابنفش < بنفش < آبی < ... < قرمز < فروسرخ < ریزموج < رادیویی

nm : 10^{-3} 10^{-1} 10^{1} 410 ..... 656 10^{4} 10^{6} 10^{10}

انـرژی : گاما < ایکس < فرابنفش < بنفش < آبی < ... < قرمز < فروسرخ < ریزموج < رادیویی

خود را بیازمایید

مشاهده کردید که پرتوهای گوناگون، طول موج‌های متفاوتی دارند. با توجه به‌این ویژگی به نظر شما هریک از دماهای داده شده به کدام شکل مربوط است؟ چرا؟

آ) ۱۷۵۰°C قرمز

ب) ۲۷۵۰ °C زرد

پ) ۸۰۰ °C آبی

طول موج: قرمز > زرد > آبی

دما: قرمز > زرد > آبی

کاوش کنید

دربارهٔ اینکه «**آیا دیگر پرتوهای الکترومغناطیس را می‌توان مشاهده کرد؟**» کاوش کنید.

۱ـ یک کنترل تلویزیون را که باتری آن سالم است، بردارید و از یکی از دوستان خود بخواهید که کلید روشن و خاموش آن را فشار دهد. شما هم به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می کنید؟

۲ـ قسمت ۱ را تکرار کنید؛ اما این بار با دوربین یک موبایل به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می کنید؟ آن را توصیف کنید.

۳ـ آزمایش را با فشردن دیگر دکمه‌ها تکرار و مشاهده‌های خود را یادداشت نمایید. چه تفاوتی مشاهده می کنید؟ توضیح دهید.

۴ـ از این مشاهده‌ها چه نتیجه‌ای می گیرید؟

دوربین موبایل طول موج نور خارج شده از کنترل TV را کاهش می دهد تا مرئی شود. به عبارتی فرو سرخ را به مرئی تبدیل می کند.

نکته : **طول موج** (λ) با **انرژی موج** (E) **نسبت عکس** دارد. به عبارت دیگر هرچه **طول موج مربوط به یک پرتو بیشتر** باشد، **انرژی آن کمتر** است.

نکته : **تمامی پرتوها بر حسب محدوده طول موج وانرژی آن ها (به ترتیب) می بایست حفظ شود.**

نکته : با توجه به طیف مرئی و رنگ های مربوط به آن می توان به این نکته پی برد که **نوربنفش وآبی** نسبت به **نور زرد و قرمز** از **انرژی بیشتری** برخوردار می باشند، بنابراین **دمای سطح** اجسامی که دارای رنگ آبی یا بنفش می باشند نسبت به **دمای سطح** اجسامی که رنگ قرمز یا زرد از خود نشر می دهند **بیشتر** خواهد بود.

جاهای خالی را تکمیل نمایید.

آ) در تجزیه ی نور مرئی بیش ترین انحراف مربوط به رنگ ..... است که بیش ترین ..... را دارد.

ب) رنگ شعله ی نمک های لیتیم و مس به ترتیب ..... و ..... است.

پ) هر چه طول موج بلندتر باشد انرژی آن ..... می گردد.

درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید.

آ) علت دیده شدن نور چشمی کنترل تلویزیون در دوربین موبایل به طول موج ایجاد شده مربوط است.

ب) در نور خورشید بینهایت طول موج وجود دارد.

پ) می توانیم از روی رنگ شعله به وجود عنصرهای فلزی در یک نمک پی ببریم.

ت) همه ی نمک ها شعله ی رنگی دارند و با پاشیدن محلول این نمک ها به شعله رنگ آن تغییر می کند.

چگونه از نشر نور برای شناسایی عنصرها استفاده می شود؟

نور زرد لامپ آزاد راه ها و به دلیل وجود چه ماده ای اس؟

پرانرژی ترین پرتوهای الکترومغناطیسی را نام ببرید. (سه مورد)

کم انرژی ترین پرتوهای الکترومغناطیسی را نام ببرید. (سه مورد)

نشر نور و طیف نشری

آتش‌بازی با مواد شیمیایی، نورهای رنگی زیبا، چشم نواز و شادی بخشی در آسمان ایجاد می‌کند که از آن در جشن‌های ملی و رویدادهای جهانی مانند بازی‌های المپیک استفاده می‌شود (شکل ۱۶).

شکل ۱۶ـ هر یک از این جرقه‌های زیبا، ناشی از وجود یک مادهٔ شیمیایی معین در مواد آتش‌زاست.

کدام جزء از یک ترکیب شیمیایی، این رنگ‌ها را ایجاد می‌کند؟ تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از نمک‌ها شعلهٔ رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند؛ برای نمونه رنگ شعلهٔ فلز سدیم و ترکیب‌های گوناگون آن مشابه و زرد رنگ، درحالی که رنگ شعلهٔ فلز مس و ترکیب‌های گوناگون آن مشابه و سبز رنگ است (جدول ۲).

جدول ۲- رنگ شعله برخی فلزها و نمک‌های آنها

سبز	زرد	سرخ
مس (II) نیترات	سدیم نیترات	لیتیم نیترات
مس (II) کلرید	سدیم کلرید	لیتیم کلرید
مس (II) سولفات	سدیم سولفات	لیتیم سولفات
فلز مس	فلز سدیم	فلز لیتیم

● نور زرد لامپ هایی که شب‌هنگام، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست.

● از **لامپ نئون** در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ فام استفاده می‌شود.

● شعلهٔ ترکیب‌های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده از هر یک، فقط باریکهٔ بسیار کوتاهی از گسترهٔ طیف مرئی را دربرمی‌گیرد.

مطابق جدول، رنگ شعلهٔ فلز لیتیم و همهٔ ترکیب‌های آن به رنگ سرخ است؛ از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که رنگ سرخ ایجاد شده در یک شعله می‌تواند، نشان‌دهندهٔ وجود عنصر لیتیم در آن باشد. در واقع از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصرفلزی در آن پی برد.

شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، **نشر**[۱] می‌گویند. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم‌دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر به دست می‌آید که به آن **طیف نشری خطی لیتیم**[۲] می‌گویند (شکل ۱۷).

شکل ۱۷ـ طیف نشری خطی لیتیم

از آنجاکه طیف نشری خطی لیتیم در گسترهٔ مرئی، تنها شامل چهار خط یا طول موج رنگی است به آن طیف خطی می‌گویند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر عنصر، طیف نشری خطی ویژهٔ خود را دارد و مانند اثر انگشت ما، می‌توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

خود را بیازمایید

طیف نشری خطی زیر از یک عنصر تهیه شده است.

با بررسی طیف‌های نشان داده شده در شکل زیر، مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟

● کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد **خط نماد (بارکد)**[۳] روی جعبه یا بستهٔ مواد غذایی و بسیاری کالاهاست. هر نوع کالا، خط نماد ویژهٔ خود را دارد. با خواندن آن به وسیلهٔ دستگاه لیزری ویژه‌ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود.

۱– تعداد خطوط هر عنصر منحصر به فرد است.

۲– تعداد خطوط سه عنصر اول جدول تناوبی:

$_{1}H \longrightarrow 4$
$_{2}He \longrightarrow 6$
$_{3}Li \longrightarrow 4$
$_{11}Na \longrightarrow 7$

۳– طیف نشری خطی ایزوتوپ های یک عنصر کاملا یکسان است. زیرا شناسنامه هر اتم عدد اتمی است که در ایزوتوپ ها یکسان می باشد.

۱– Emission ۲– Linear Emission Spectra of Lithium ۳– Barcode

در یون A^{2+} مجموع تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۳۷ و تفاوت آن‌ها برابر ۳ است. رنگ شعلهٔ عنصر B و ترکیباتش که با A در یک گروه از جدول قرار گرفته‌اند و در دورهٔ سوم قرار دارد چه رنگی است؟

۱) سبز ۲) زرد ۳) سرخ ۴) نارنجی

کدام گزینه نادرست است؟

۱) نور زرد لامپ‌هایی که آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود سدیم در آن‌ها است.
۲) لامپ‌های نئون لامپ‌هایی با رنگ سرخ فام می‌باشند و رنگی شبیه به رنگ شعلهٔ لیتیم نیترات دارند.
۳) هریک از جرقه‌های موجود در آتش‌بازی ناشی از وجود یک مادهٔ شیمیایی معین در مواد آتش‌زاست.
۴) تمامی نمک‌ها دارای شعلهٔ رنگی می‌باشند.

چه تعداد از جملات زیر به‌درستی بیان شده‌اند؟

آ) رنگ نشر شده از شعلهٔ هر فلز گسترهٔ وسیعی از طول موج‌ها را همراه خود دارد.
ب) از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود هر عنصری در آن پی برد.
پ) طیف نشری عناصر به صورت پیوسته است و هر عنصر طیف مخصوص به خود را دارد.
ت) برای به‌دست آوردن طیف نشری خطی نور منتشر شده از شعلهٔ یک ترکیب، باید توسط یک منشور تجزیه شود.

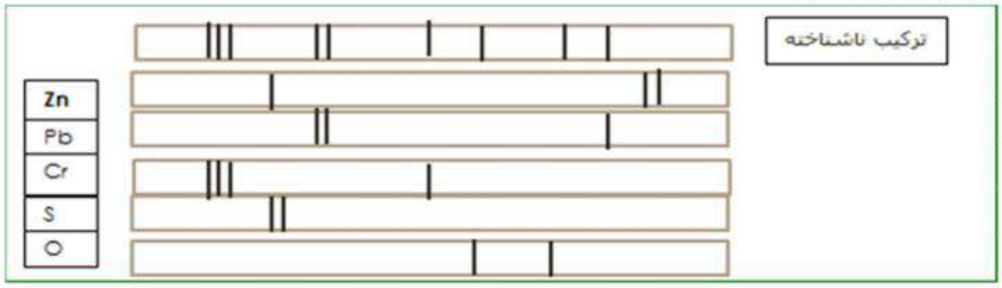
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

آ) در ناحیهٔ مرئی تعداد خطوط طیف نشری خطی هلیم بیشتر از عنصر لیتیم است.
ب) در طیف نشری خطی لیتیم، خطی به رنگ شعلهٔ فلز سدیم یافت می‌شود.
پ) تعداد خطوط هیدروژن در ناحیهٔ مرئی نصف تعداد خطوط عنصر نئون در این گستره می‌باشد.
ت) طیف نشری خطی عنصرها پیوسته بوده و هر خط دارای طول موج مشخصی است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

طیف نشری خطی یک ترکیب ناشناخته به صورت زیر است به نظرشما با توجه به طیف های خطی شاهد،چه عنصرهایی در این ترکیب وجود دارد؟



آیا می‌دانید

نیلز بور (۱۹۶۲-۱۸۸۵ میلادی) فیزیک‌دان دانمارکی در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل در فیزیک را از آن خود کرد.

وی با در نظر گرفتن اینکه الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد.

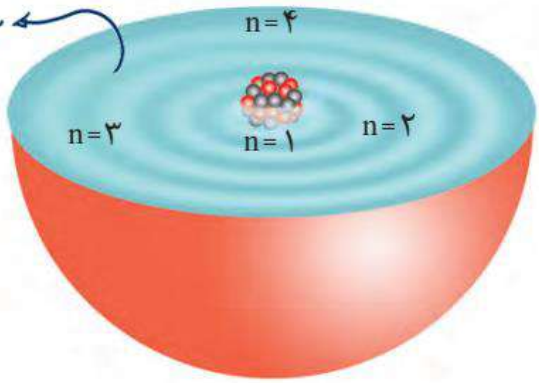
اتم هیدروژن در مدل بور

وی موفق شد با این مدل، طیف نشری هیدروژن را به خوبی توضیح دهد. مدل اتمی وی اگرچه عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

ساختار اتم

اتم هیدروژن به عنوان ساده‌ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است. در گسترهٔ مرئی از طیف نشری خطی به‌دست آمده از اتم‌های آن، وجود چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین، تأیید شده است. از آنجاکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد، **نیلز بور** بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آنها، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند (شکل ۱۸). در این مدل، اتم را کره‌ای درنظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. این لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شمارهٔ هر لایه را با n نمایش می‌دهند. n، **عدد کوانتومی اصلی**[۱] نامیده می‌شود که برای لایهٔ اول n=۱، برای لایهٔ دوم n = ۲ ، ... و برای لایهٔ هفتم n = ۷ است.



شکل ۱۸ـ ساختار لایه‌ای اتم

در ساختار لایه‌ای اتم مطابق شکل ۱۸، هر بخش پررنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایهٔ الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدودهٔ یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

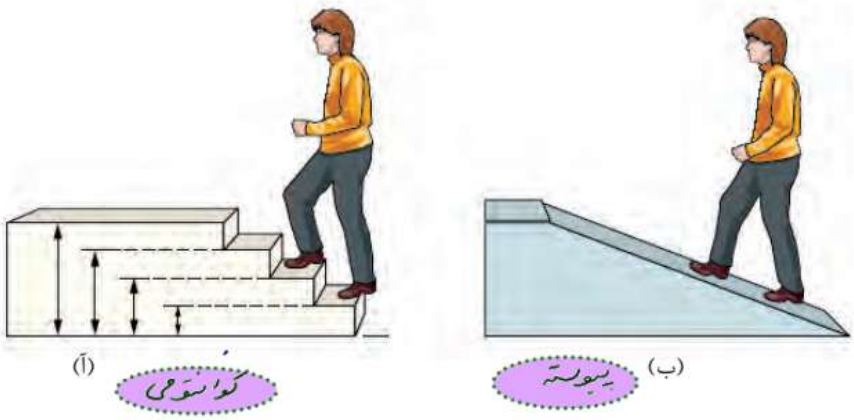
۱- Principal Quantum Number

وجود طیف نشری خطی برای عناصر ایده کوانتومی بودن انرژی را به ذهن دانشمندان رساند

مدل‌های کوانتومی

● خرمن گندم از دور به‌شکل توده‌ای یکپارچه، زردرنگ و زیباست؛ اما دیدن آن از نزدیک دانه‌های جدا از هم را نشان می‌دهد. پیوستگی تودهٔ ماده در نگاه ماکروسکوپی و کوانتومی بودن آن در نگاه میکروسکوپی در این مثال روشن است. انرژی نیز همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.

نکتهٔ مهم و جالب توجه در این مدل، **کوانتومی بودن دادوستد انرژی**[1] هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایهٔ دیگر، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند. برای درک بهتر مفهوم کوانتومی بودن انرژی، تصور کنید برای رسیدن به بالای یک بلندی دو راه وجود دارد، (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ـ مقایسهٔ مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

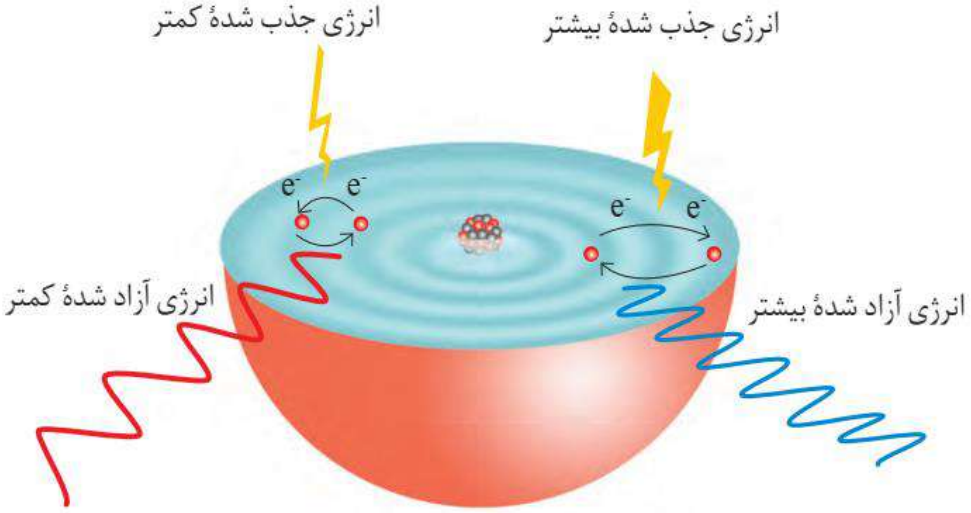
در راه اول می‌توان از پلکان بالا رفت. بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پلهٔ بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. همچنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی **معین** و **کافی** صرف کرد تا بدن را از آن پله به پلهٔ بعدی بالا بکشد؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پلهٔ بالاتر رسید (شکل ۱۹ـ آ). در راه دوم برای رسیدن به بالای این سربالایی، باید از یک مسیر هموار بالا رفت. در این راه، دیگر مشکل راه اول وجود ندارد، زیرا در هر لحظه و به هر اندازه می‌توان بالا رفت؛ هر جایی که ممکن است، ایستاد و به هر مقدار دلخواهی انرژی صرف کرد (شکل ۱۹ـ ب)؛ با این توصیف در میان این دو راه، هنگام بالا رفتن از پلکان محدودیت آشکاری وجود دارد.

انرژی الکترون در یک اتم میکروسکوپی و کوانتومی است و نمی‌تواند هر مقداری انرژی داشته باشد

الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست‌دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند؛ برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب‌شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند (شکل ۲۰).

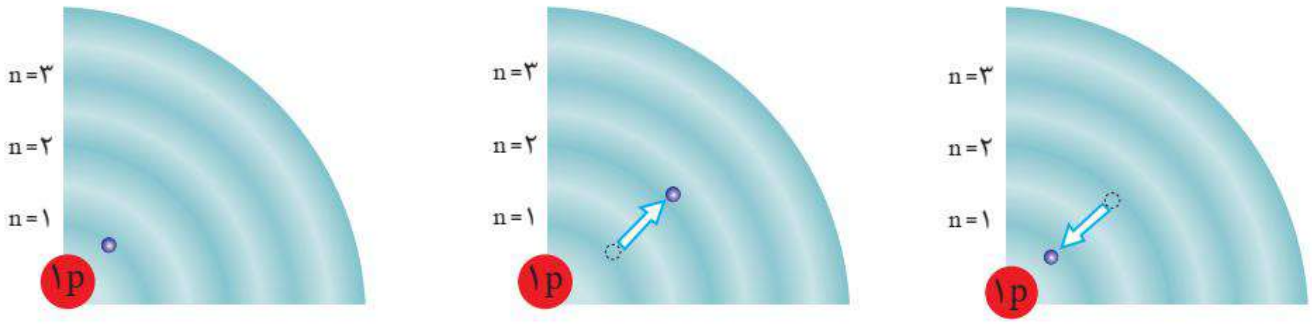
هر مقدار غلط

● هیچ کس نمی تواند جایی میان پله‌های این نردبان بایستد، همان‌گونه که الکترون‌ها میان دو لایه، انرژی معین و تعریف شده‌ای ندارند. این شیوهٔ نردبانی دریافت یا از دست‌دادن انرژی را شیوهٔ کوانتومی می‌نامند.



شکل ۲۰ـ در نتیجهٔ جابه‌جایی الکترون بین لایه‌ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می‌شود.

با این توصیف انرژی دادوستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است و انرژی در پیمانه‌های معینی، جذب یا نشر می‌شود؛ به‌همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتومی اتم**[1] نامیده‌اند. براساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است به‌طوری که گفته می‌شود اتم در **حالت پایه** قرار دارد. در این ساختار، انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته فزونی می‌یابد. حال اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آنها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد. به اتم‌ها در چنین حالتی، **اتم‌های برانگیخته**[2] می گویند (شکل ۲۱).



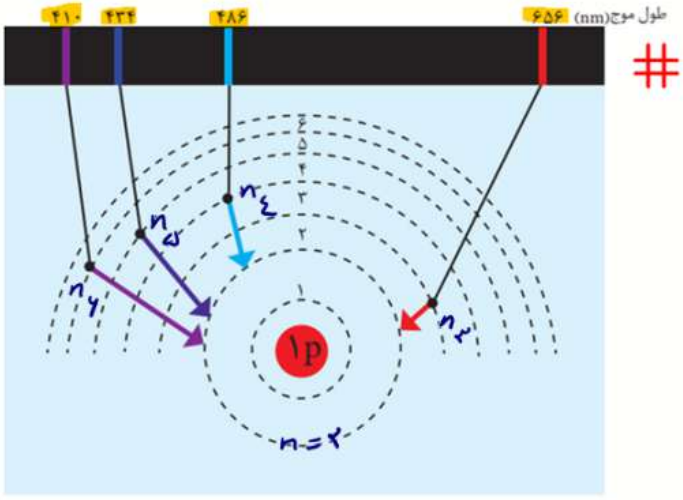
شکل ۲۱ـ آ) الکترون در حالت پایهٔ اتم هیدروژن، ب) الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن و پ) بازگشت الکترون به حالت پایه

۱- Quantum Model ۲- Excited Atoms

به طور کلی جایگاه اصلی e در هر لایه حالت پایه محسوب می‌شود. فقط در اتم H حالت پایه $n=1$ می‌باشد.

اتم‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند؛ از این‌رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. از آنجاکه برای الکترون، نشر نور مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می کنند.

اینک می‌توان گفت هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد. از آنجاکه انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هستهٔ هر اتم ویژهٔ همان اتم بوده و به عدد اتمی آن وابسته است، پس انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است و انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲ـ چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن

با تعیین دقیق طول موج نوارهای یادشده می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

۱- انرژی لا یه های الکترونی هر اتم ویژه هـ مان ا تم و به عدد ا تمی آن وابســته اســت و نه به لایه ظرفیت و جرم و ....

۲- سقوط e به n_2 نور مرئی وبه n_1 فرابنفش و به n_3 پرتوی فروســرخ می دهد.

۳- انرژی لایه ها با دور شدن از هسته بیـ شتر ولی تفاوت انرژی لایه ها با دور شدن از هسته کاهش می یابد.

$$E : n_4 \rightarrow n_3 < n_3 \rightarrow n_2$$
$$\lambda : n_4 \rightarrow n_3 > n_3 \rightarrow n_2$$

۴- حفظ کنید:

سرخ : $n_3 \rightarrow n_2$ (λ =656 nm)

سبز : $n_4 \rightarrow n_2$ (λ =486 nm)

آبی : $n_5 \rightarrow n_2$ (λ =434 nm)

بنفش : $n_6 \rightarrow n_2$ (λ =410 nm)

جاهای خالی را تکمیل نمایید.

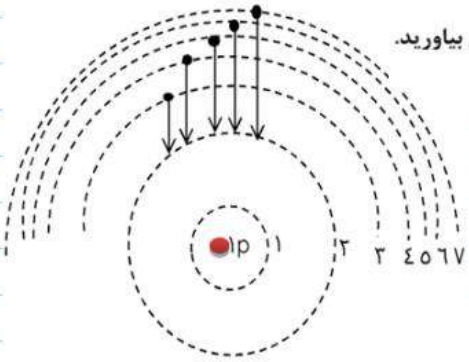
آ) الکترون در حالت ..... ناپایدار است. بنابراین انرژی خود را از دست می دهد و به حالت ..... می رسد.

ب) شماره هر لایه را با ..... نشان می دهیم و آن را ..... می نامیم.

پ) بور با مطالعه ی طیف نشری خطی ..... در ناحیه ی ..... توانست مدل اتمی خود را ارائه دهد.

ت) هر لایه می تواند ..... یا ..... الکترون با ظرفیت مشخص بپذیرد.

با توجه به شکل مقابل پاسخ مناسب دهید.



آ) این شکل بر اساس کدام مدل اتمی رسم شده است؟

ب) کدام یک از انتقال های الکترونی فوق در محدودهٔ فرابنفس است؟

ج) هریک از طول موج های زیر مربوط به کدام انتقال الکترونی فوق است؟برای انتخاب خود دلیل بیاورید.

طول موج ها(nm): ۶۵۶ - ۴۱۰ - ۴۳۴ - ۴۸۶

به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

آ) چرا بور مطالعه ی خود را روی گاز هیدروژن انجام داد؟

ب) الکترون ها مجاز هستند در کدام یک از هفت لایه حضور یابند؟

پ) در چه صورتی در طیف نشری خطی هیدروژن، نور مرئی مشاهده می شود؟

در اثر تحریک اتم های هیدروژن توسط قوس الکتریکی، امواج الکترومغناطیس با طول موج های ۴۱۰nm و ۴۳۴nm و ۴۸۶nm و ۶۵۶nm در ناحیه ی مرئی منتشر می شود. با بیان دلیل مشخص کنید که هر یک از این طول موج ها را به کدام انتقالات الکترونی در شکل می توان نسبت داد؟ چرا؟

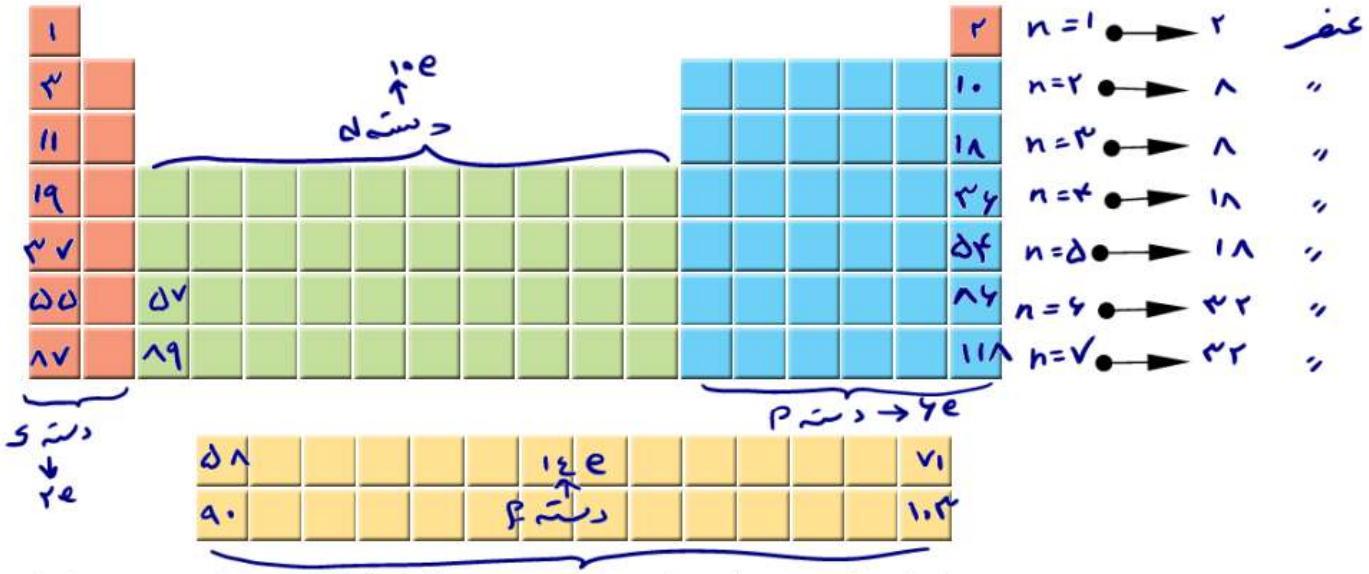
اگر در اتمی حداکثر چهار سطح انرژی وجود داشته باشد پس از برانگیخته شدن الکترون حداکثر چند خط طیفی مشاهده می شود؟

توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها

عنصرها در جدول دوره‌ای برمبنای عدد اتمی یا شمار الکترون‌های اتم خود، چیده شده‌اند. به‌طوری که اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون به ترتیب نخستین و دومین عنصرجدول است. این روند تا عنصر ۱۱۸ جدول دوره‌ای ادامه می‌یابد و اتم هر عنصر نسبت به اتم عنصر پیش از خود، یک الکترون بیشتر دارد.

هر عنصر در جدول نسبت به عنصر پیش از خود دو ذره زیراتمی باردار بیشتر دارد.

از سوی دیگر اتم، ساختار لایه‌ای دارد و الکترون‌ها در لایه‌های پیرامون هسته با نظم ویژه‌ای حضور دارند به گونه‌ای که در اتم عنصرهای ردیف اول، لایهٔ الکترونی اول و در عنصرهای دورهٔ دوم، لایهٔ دوم از الکترون پر می‌شود. آیا به نظر شما میان شمار عنصرهای موجود در هر دوره و گنجایش لایه‌های الکترونی رابطه‌ای هست؟



همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌کنید در دورهٔ اول فقط ۲ عنصر (هیدورژن و هلیم) وجود دارد که در اتم آنها، لایهٔ الکترونی اول (n = ۱) در حال پرشدن است. این لایه، نزدیک‌ترین لایه به هسته است و تنها می‌تواند ۲ الکترون را در خود جای دهد. از آنجا که لایهٔ اول حداکثر ۲ الکترون گنجایش دارد، شاید بتوان گفت به همین دلیل در دورهٔ اول فقط ۲ عنصر وجود دارد؛ اما اتم عنصرهای دورهٔ دوم، دارای دو لایهٔ الکترونی است (n =۲). در اتم این عنصرها، هر دو لایه دارای الکترون بوده به‌طوری که لایهٔ اول پر شده و لایهٔ دوم در حال پرشدن است؛ با این توصیف لایهٔ دوم حداکثر با ۸ الکترون پرمی‌شود (چرا؟). آیا می‌توان بین چیدمان ۸ عنصر دورهٔ دوم در جدول و شیوهٔ پر شدن لایهٔ دوم در اتم آنها ارتباطی یافت؟ آیا لایهٔ الکترونی دوم، لایه‌ای یکپارچه است یا از چند بخش تشکیل شده است؟

با هم بیندیشیم

۱ـ یک دانشجوی رشتهٔ شیمی، جدول دوره‌ای را به دقت بررسی و عنصرهای هر دوره را شمارش کرد. او میان شمار عنصرهای یک دوره و شیوهٔ پرشدن لایه‌های الکترونی در اتم عنصرها، ارتباطی کشف کرد. او نخست عنصرها را در چهار دسته قرار داد و هر یک را با رنگی شخص کرد؛ سپس فرض نمود که هر لایه، خود از بخش‌های کوچک‌تری تشکیل شده است

به‌طوری که میان شمار عنصرها درهر دستهٔ رنگی از هر ردیف (مطابق جدول صفحه قبل) با گنجایش الکترونی هر یک از این بخش‌های کوچک‌تر، رابطه‌ای منطقی برقرار است.

آ) در هر دسته از عنصرهای نشان داده شده با رنگ‌های نارنجی، سبز، آبی و زرد در هر ردیف به ترتیب چند عنصر وجود دارد؟

ب) لایهٔ دوم از چند بخش تشکیل شده است؟ گنجایش هر یک از این بخش‌ها چند الکترون است؟

پ) او هر یک از این بخش‌ها را یک **زیرلایه**[1] نامید؛ با این توصیف در اتم چند نوع زیرلایه وجود دارد و هر یک چند الکترون گنجایش دارد؟

۲ـ او گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها را به‌عنوان چهار جملهٔ نخست یک **دنباله** به‌صورت زیر در نظر گرفت:

$$۲, ۶, ۱۰, ۱۴, ..., ۱۸, ...$$

آ) **جملهٔ عمومی** (a_l) این دنباله را به دست آورید. ($l \geq ۰$)

ب) مقدار مجاز l را برای هر زیر لایه تعیین و جدول زیر را کامل کنید.

زیر لایه	۲ الکترونی	۶ الکترونی	۱۰ الکترونی	۱۴ الکترونی
مقدار مجاز l				

۳ـ در مدل کوانتومی اتم به هر نوع زیرلایه یک عدد کوانتومی نسبت می‌دهند. این عدد کوانتومی با نماد l نشان داده شده و **عدد کوانتومی فرعی**[2] نامیده می‌شود. مقادیر معین و مجاز آن به صورت زیر است:

آ) با این توصیف، جدول زیر را کامل کنید.

نماد زیر لایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش زیر لایه				۱۴
مقدار مجاز l	۰			

ب) پیش‌بینی کنید پنجمین نوع زیرلایهٔ یک اتم، ظرفیت پذیرش حداکثر چند الکترون را خواهد داشت؟

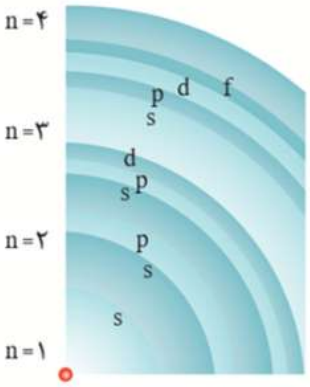
$n = 4 \rightarrow 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}4f^{14}$ $\quad e = 2n^2 = 2 \times (4)^2 = 32$

$l = 5 \rightarrow e = 4L + 2 = 4(4) + 2 = 18e$

● برای رمزگشایی از آنچه خدا آفریده است، دانشمندان علوم تجربی، مفاهیم علمی را کشف و روابط بین آنها را فرمول‌بندی می‌کنند تا از آنها بهره گیرند. گاهی از روی روابط و فرمول‌های ریاضی، برخی مفاهیم جدید را پیش‌بینی می‌کنند.

● نماد هر زیرلایهٔ معین با دو عدد کوانتومی مشخص می‌شود؛ به دیگر سخن هر زیرلایه را می‌توان با نماد nl نمایش داد؛ برای نمونه در زیر لایهٔ 2p، $n = ۲$ و $l = ۱$ است.

اتم را می‌توان کره‌ای درنظر گرفت که هستهٔ بسیار کوچک و سنگینی در مرکز آن جای دارد و محل تمرکز پروتون‌ها و نوترون‌هاست. پیرامون هسته، الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی حضور دارند. هر لایه، خود از زیرلایه‌های متفاوتی تشکیل شده است به‌گونه‌ای که لایهٔ اول دارای یک زیرلایه از نوع s با گنجایش ۲ الکترون، لایهٔ دوم دارای دو زیرلایه از نوع s و p با گنجایش ۲ و ۶ الکترون ، لایهٔ سوم دارای سه زیرلایه از نوع s ، p و d با گنجایش ۲، ۶ و ۱۰ الکترون است (جدول ۳).



● زیرلایه‌های موجود در چهار لایهٔ الکترونی

جدول ۳ـ مقدار n و l برای زیر لایه‌ها در سه لایهٔ الکترونی نخست

عدد کوانتومی اصلی	شمار زیرلایه‌ها	عدد کوانتومی فرعی	نماد زیرلایه
n = ۱	۱	l = ۰	۱s
n = ۲	۲	l = ۰	۲s
		l = ۱	۲p
n = ۳	۳	l = ۰	۳s
		l = ۱	۳p
		l = ۲	۳d

نکته : **نماد هر زیر لایه** بر اساس شماره لایه اصلی که در آن قرار دارد به صورت nl نوشته می شود، به عنوان مثال زیر لایه s در لایه دوم به صورت 2s نوشته می شود.

نکته : **زیرلایه های** s، p، d و f در **هر لایه ای** که باشند با **عدد کوانتومی فرعی (به ترتیب)** $l=0$، $l=1$، $l=2$ و $l=3$ مشخص می شوند.

نکته : **حداکثر ظرفیت زیرلایه های** s، p، d و f در **هر لایه ای** که باشند **به ترتیب برابر** ۲، ۶، ۱۰ و۱۴ الکترون می باشد.

نکته : **به طور کلی در ۱۱۸ عنصر جدول تناوبی تنها ۴ زیرلایه** s، p، d و f از الکترون اشغال می شود.

نکته : **در هر لایه اصلی حداکثر به تعداد** $2n^2$ **الکترون وجود دارد.**

نکته : **در هر زیرلایه (لایه فرعی) حداکثر به تعداد** $4l+2$ **الکترون وجود دارد.**

نکته : **در هر لایه اصلی (سطح انرژی اصلی)، ترتیب انرژی زیرلایه ها** به صورت زیر می باشد:

ترتیب انرژی زیرلایه ها در یک لایه معین: $s < p < d < f$

نکـته مهـم

آرایش الکترونی اتم

رفتار و ویژگی‌های هر اتم را می‌توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد؛ بنابراین یافتن آرایش درست الکترون‌ها در هر اتم از اهمیت بسیاری برخوردار است. مطابق مدل کوانتومی برای به‌دست آوردن آرایش الکترونی اتم‌ها باید الکترون‌های اتم هر عنصر در زیرلایه‌ها با نظم و ترتیب معینی توزیع شود.

هنگام پرشدن اتم از الکترون، نخست زیرلایهٔ ۱s و سپس زیرلایه‌های ۲s و ۲p از الکترون پر می‌شود؛ با این توصیف باید در اتم عنصرهای دورهٔ سوم زیرلایه‌های ۳s، ۳p و ۳d پرشود. از این‌رو انتظار می‌رود که این دوره شامل ۱۸ عنصر باشد؛ اما دورهٔ سوم دارای ۸ عنصر است. در واقع در این اتم‌ها تنها دو زیرلایهٔ ۳s و ۳p در حال پرشدن است و زیرلایهٔ ۳d در دورهٔ بعد شروع به پر شدن می‌کند. این روند نشان می‌دهد که پر شدن زیرلایه‌ها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست بلکه از یک قاعدهٔ کلی به نام **قاعدهٔ آفبا**[1] پیروی می‌کند.

• aufbau واژه‌ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام است.

قاعدهٔ آفبا ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها را در اتم‌های گوناگون نشان می‌دهد. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که دارای انرژی کمتری هستند و سپس زیرلایه‌های بالاتر پر خواهند شد (شکل ۲۳).

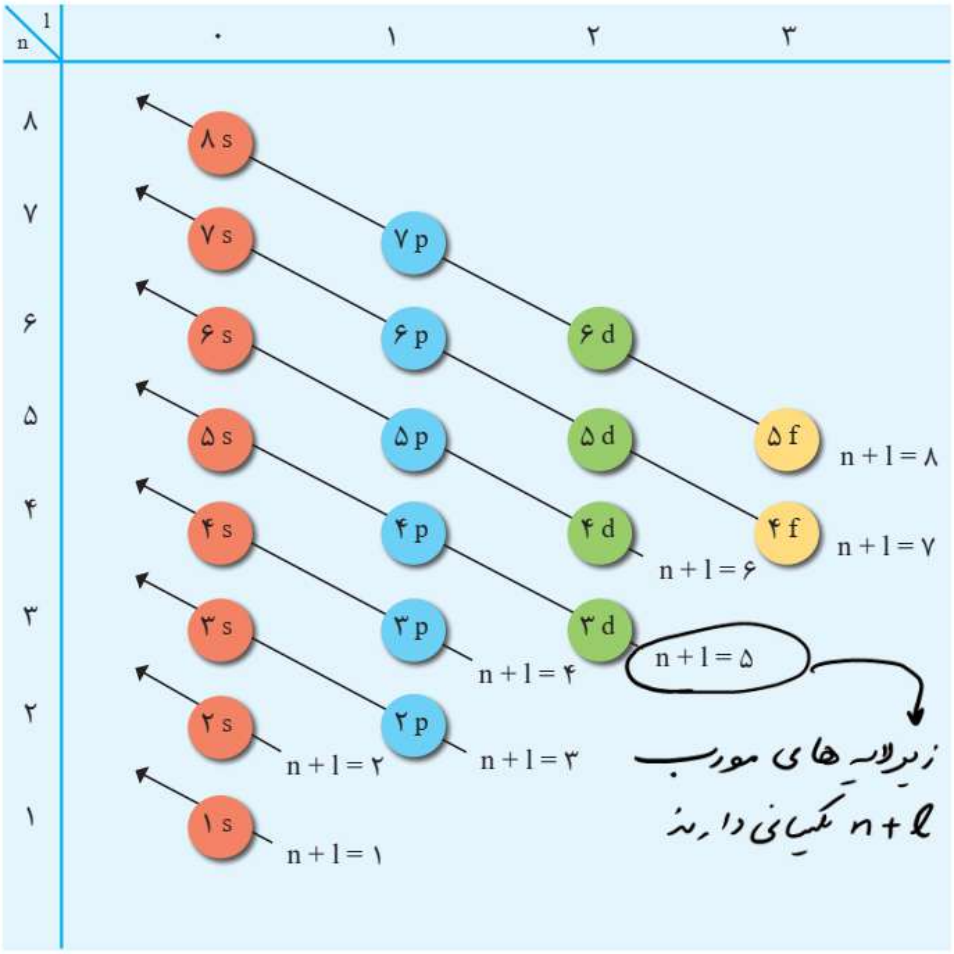
آیا زیر لایه های موجود در هر ردیف انرژی یکسانی دارند؟

خیر

$2S \rightarrow n + l = 2 + 0 = 2$

$2p \rightarrow n + l = 2 + 1 = 3$

انرژی(2p) بیشتر از 2S می باشد.



شکل ۲۳ـ قاعدهٔ آفبا، ترتیب پر شدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم را نشان می‌دهد. انرژی هر زیرلایه به $n + l$ وابسته است.

- انرژی زیرلایه‌ها به n و n+l وابسته است به‌طوری که اگر n+l برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n بزرگ‌تر، انرژی بیشتری دارد.

مجموع اعداد کوانتومی زیر لایه های نشان داده شده درشکل برابر چند است؟

8(S) + 6(P) + 4(d) + 2(f) =
8(0) + 6(1) + 4(2) + 2(3) = 20

آیا زیر لایه هایی که در یک ردیف قرار دارند $n + l$ وسطح انرژی یکسانی دارند؟

خیر فقط n یکسانی دارند.

4f , 4p , 4d , 4f

بر این اساس، آرایش الکترونی اتم بریلیم ($Z = ۴$)، اتم سدیم ($Z = ۱۱$)، اتم فسفر ($Z = ۱۵$)، اتم کلسیم ($Z = ۲۰$) و اتم تیتانیم ($Z = ۲۲$) به‌صورت زیر خواهد بود:

${}_{۴}Be: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}$

${}_{۱۱}Na: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۱}$

${}_{۱۵}P: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۳}$

${}_{۲۰}Ca: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۴s^{۲}$

${}_{۲۲}Ti: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶} ۳d^{۲}\ ۴s^{۲}$

خود را بیازمایید

۱ـ آرایش الکترونی اتم‌های داده شده را در جدول زیر بنویسید.

نماد شیمیایی عنصر	آرایش الکترونی
$_{۸}O$	
$_{۱۸}Ar$	
$_{۲۰}Ca$	
$_{۳۳}As$	
$_{۳۴}Se$	

● گفتنی است که قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را به‌درستی پیش‌بینی می‌کند؛ اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسایی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند.

۲ـ داده‌های طیف‌سنجی نشان می‌دهد که آرایش الکترونی برخی اتم‌ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند؛ برای نمونه هر یک از اتم‌های **کروم** و **مس** در بیرونی‌ترین زیر لایهٔ خود تنها یک الکترون دارد. آرایش الکترونی این دو اتم را رسم کنید.

آرایش الکترونی اتم‌ها را به شیوهٔ دیگری نیز می‌توان نوشت که **آرایش الکترونی فشرده**[۱] خوانده می‌شود؛ برای نمونه آرایش الکترونی فشرده برای اتم سدیم به صورت زیر خواهد بود:

$$_{۱۱}Na : [Ne]\ ۳s^{۱}$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این آرایش الکترونی از نماد گاز نجیب استفاده شده است. برای دستیابی به آرایش فشرده، نخست آرایش اتم موردنظر به‌صورت گسترده نوشته می‌شود؛ سپس بخشی از آرایش الکترونی که همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب است با عبارت [**نماد شیمیایی گاز نجیب**] جایگزین می‌شود.

$_{۱۱}Na: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}۳s^{۱}$ و $_{۱۰}Ne: ۱s^{۲}۲s^{۲}۲p^{۶}$ ← $_{۱۱}Na: [Ne]\ ۳s^{۱}$

اهمیت آرایش الکترونی فشرده به دلیل نمایش آرایش الکترون‌ها در بیرونی‌ترین لایه به نام لایهٔ ظرفیت اتم است. **لایهٔ ظرفیت**[۲] یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن رفتار شیمیایی

مهم

۱- Comperesed Electron Configuration
۲- Valence Shell

اتم را تعیین می کند. به الکترون های این لایه، **الکترون‌های ظرفیت اتم** می گویند (شکل ۲۴).

$_{35}Br: [Ar]3d^{10}\ 4s^{2}4p^{5}$ → شمار الکترون ظرفیت = ۲+۵ =۷

شمارهٔ لایهٔ ظرفیت

$_{11}Na: [Ne]\ 3s^{1}$ → شمار الکترون ظرفیت = ۱

شمارهٔ لایهٔ ظرفیت

شکل ۲۴ـ آرایش الکترونی و تعیین الکترون‌های ظرفیت در اتم سدیم و برم

خود را بیازمایید

۱ـ آ) با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، جدول زیر را کامل کنید.

نماد عنصر	$_{3}Li$	$_{8}O$	$_{10}Ne$	$_{14}Si$	$_{20}Ca$	$_{27}Co$	$_{35}Br$
شمارهٔ گروه							
شمارهٔ دوره							

ب) جدول زیر را کامل کنید.

نماد عنصر	آرایش الکترونی فشرده	شماره بیرونی‌ترین لایه	شمار الکترون‌های ظرفیت
$_{3}Li$			
$_{8}O$			
$_{10}Ne$			
$_{14}Si$			
$_{20}Ca$	$[Ar]4s^{2}$	$n=4$	۲
$_{27}Co$			
$_{35}Br$			

عناصر دسته S :
* **توان S لایه ظرفیت، نشان دهنده گروه عنصر است.**
* **ضریب S در لایه ظرفیت دوره عنصر را نشان می دهد.**

عناصر دسته P :
* **توان P + ۱۲ گروه عنصر را نشان می دهد.**
* **ضریب P در لایه ظرفیت دوره عنصر را نشان می دهد.**

● در عنصرهای دستهٔ d از دورهٔ چهارم، الکترون‌های ظرفیت شامل الکترون‌ها در زیرلایه‌های ۴s و ۳d است.

دسته d :
گروه = توان S + توان d در لایه ظرفیت
دوره = ضریب S در لایه ظرفیت

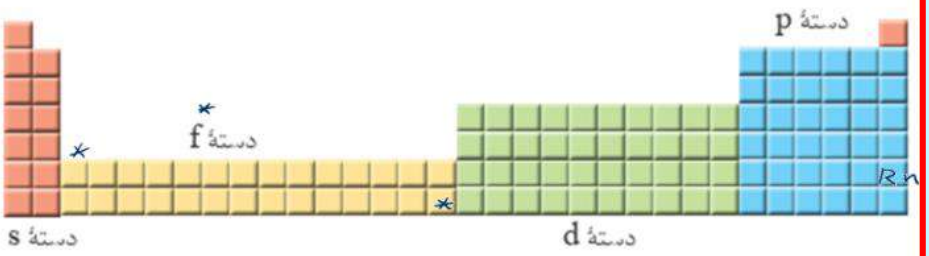
دسته f :
گروه = همه ی عناصراین دسته به گروه ۳ تعلق دارند.
دوره = ضریب f دوره می باشد.

پ) از روی آرایش الکترونی اتم هر عنصر می‌توان موقعیت آن را در جدول تعیین کرد، برای این منظور:

- شمارهٔ بیرونی‌ترین لایه را با شمارهٔ دوره این عنصرها مقایسه کنید. از این مقایسه چه نتیجه‌ای می گیرید؟
- شمارهٔ گروه کدام عنصرها با شمار الکترون‌های ظرفیت آنها برابر است؟
- شمارهٔ گروه کدام عنصرها با شمار الکترون‌های ظرفیت آنها برابر نیست؟ در این حالت بین شمارهٔ گروه و شمار الکترون‌های ظرفیت چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.
- برای عنصرهای دستهٔ d، شمارهٔ دوره و گروه را چگونه می‌توان از روی آرایش الکترونی به‌دست آورد؟ توضیح دهید.

۲ـ موقعیت عنصرهای کربن($_{6}C$)، آلومینیم ($_{13}Al$) ، آهن ($_{26}Fe$) و روی ($_{30}Zn$) را در جدول دوره‌ای عنصرها تعیین کنید.

۳ـ عنصرهای جدول دوره‌ای را می‌توان در چهار دسته به‌صورت زیر جای داد، اساس این دسته‌بندی را توضیح دهید.



۱–درعنا صر گروه۱ تا ۱۲ شماره گروه با تعداد الکترون ظرفیت برابر است.

۲– در ع ناصـر گروه ۱۳ تا ۱۸ الکترون ظرفیت یکان شماره گروه است.

۳–تمام دوره های جدول تناوبی به دسته P ختم می شوند. به جز He

۴–تمام گروه های جدول تناوبی آرایش لایه ظرفیت یک سانی دارند، به جزHe

۵– عنا صر د سته f بین د سته S و d قرار دارند، و زیر لایه 3 = l در حال پر شدن دارند.

۶–بین اولین عنـ صر f تا آخرین عنصر آن تنها گاز نجیب $_{86}Rn$ قرار گرفته است.

نکته : برای **تعیین تناوب و گروه** یک عنصر لازم است **گازهای نجیب به همراه عدد اتمی** هر کدام از آن ها را به ترتیب از بالا به پایین به خاطر بسپاریم. بدین ترتیب که برای **تعیین گروه** هر عنصر کافی است عدد اتمی مربوط به گاز نجیب قبل از آن را از عدد اتمی آن عنصر کم کنیم تا شماره گروه آن عنصر بدست آید. همچنین برای **تعیین تناوب** هر عنصر می بایست یک واحد به تناوب گاز نجیب قبل از آن عنصر اضافه کنیم. به عنوان مثال عنصر نقره $_{47}Ag$ با عدد اتمی ۴۷ را در نظر بگیرید. با توجه به عدد اتمی نقره، گاز نجیب قبل از آن کریپتون $_{36}Kr$ با عدد اتمی ۳۶ می باشد، بنابراین شماره گروه نقره $_{47}Ag$ برابر ۱۱ = ۳۶ – ۴۷ می باشد. همچنین کریپتون در تناوب ۴ قرار دارد بنابراین عنصر نقره $_{47}Ag$ با عدد اتمی ۴۷ در تناوب ۵ میبایست قرار داشته باشد. بنابراین عنصر نقره $_{47}Ag$ در **تناوب ۵ و گروه ۱۱** قرار دارد.

نکته : عنصرهای ۵۷ تا ۷۱ با نام **لانتانیدها** و ۸۹ تا ۱۰۳ با نام **اکتینیدها** در **گروه ۳** و به ترتیب در **تناوب های ۶ و ۷** قرار دارند. در واقع این دو دسته هرکدام شامل ۱۵ عنصر می باشند که در یک خانه قرار می گیرند.

نکته : با توجه به نکته قبل، برای تعیین شماره گروه عناصری که عدد اتمی آن ها بیشتر از ۵۴ می باشد می بایست این نکته را در نظر داشته باشیم که اگر عدد اتمی آن ها در محدوده ۵۷ تا ۷۱ و یا ۸۹ تا ۱۰۳ قرار داشت، این عناصر مربوط به گروه ۳ جدول تناوبی می باشند.

نکته : برای تعیین شماره گروه عناصری که عدد اتمی آن ها بیشتر از ۷۱ از تناوب ۶ و بیشتر از ۱۰۳ از تناوب ۷ باشد می بایست علاوه برکم کردن ع اتمی مربوط به گاز نجیب قبل از آن از عدد اتمی آن عنصر، ۱۴ واحد دیگر نیز کم کنیم تا شماره گروه صحیح بدست آید. به عنوان مثال عنصر تالیم Tl با عدد اتمی ۸۱، در گروه ۱۳ = ۱۴ - ۵۴ - ۸۱ قرار دارد.

نکته : **طولانی ترین گروه**، گروه ۳ می باشد با تعداد ۳۲ عنصر و **طولانی ترین تناوب**، تناوب های ۶ و ۷ می باشند با ۳۲ عنصر.

در رسم آرایش الکترونی از :

$_{2}He$ $1s^2$ / $_{10}Ne$ $2s^2 2p^6$ / $_{18}Ar$ $3s^2 3p^6$ / $_{36}Kr$ $4s^2 3d^{10} 4p^6$ / $_{54}Xe$ $5s^2 4d^{10} 5p^6$ / $_{86}Rn$ $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$ / $_{118}Og$ $7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^6$

آرایش الکترونی $_{31}Ga$ را به صورت گسترده بنویسید و به سوالات زیر پاسخ دهید :

آ) چند الکترون در این عنصر با L=۰ دارد ؟

ب) چند الکترون در n=۲ در این عنصر وجود دارد ؟

پ) چند زیر لایه از الکترون پر شده است ؟

ت) لایه ظرفیت این عنصر شامل کدام زیر لایه ها است ؟

با توجه به آرایش الکترونی عنصرهای داده شده به پرسش های زیر پاسخ دهید:

$[Ar]3d^4 4s^2$ $[Ne]3s^2 3p^2$ $[Ar]4s^2$ $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^5$

آ) آرایش الکترونی کدام عنصر درست نوشته نشده است؟ صحیح آن را بنویسید.

ب) کدام یک جزء عناصر واسطه است؟

پ) کدام عناصر در یک دوره اند؟ عدد اتمی سر گروه عنصر D را بنویسید.

آرایش الکترونی $_{25}Mn$ را با استفاده از آرایش گاز نجیب رسم کنید.

آ) این عنصر جزء کدام دسته از عناصر است؟

ب) الکترون های لایه ظرفیت آن را مشخص کنید.

پ) این عنصر فلز است یا نافلز؟

عنصر X هر گروه با عنصری می باشد که آرایش لایه ظرفیت آن به ns^2np^3 ختم می شود و این عنصر در تناوب سوم جا دارد.

آرایش الکترونی یون پایدار X را بنویسید.

برای نوشتن آرایش الکترونی کاتیون، ابتدا آرایش الکترونی اتم خنثی را می نویسیم، سپس با جدا کردن الکترون از ترازی با بیشترین سطح انرژی در لایه ظرفیت آن را بصورت کاتیون در می آوریم.

عنصری از دورهٔ چهارم که آخرین الکترون آن در $l=1$ قرار می گیرد و تعداد الکترون های لایهٔ ظرفیت آن برابر با ۵ است :

آ) آرایش الکترونی آن را رسم کنید.

ب)در اتم آن عنصر چند زیر لایه با $l=0$ از الکترون اشغال شده است؟

اگر عدد جرمی عنصری M برابر ۱۰۶ و تفاوت شمار نوترون و پروتون آن ۱۴ باشد عدد اتمی این عنصر و شمار الکترون های بیرونی ترین زیر لایه یون M^{2+} چند است؟

اگر تفاوت شمار الکترون ها و نوترون ها در یون تک اتمی $^{62}X^{5+}$ برابر ۱۶ باشد، عدد اتمی و دوره این عنصر کدام است؟

ساختار اتم و رفتار آن

از مدت‌ها پیش شیمیدان‌ها پی بردند که گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک‌اتمی یافت می‌شوند. این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند، از این‌رو پایدارند. به نظر شما آیا بین آرایش الکترونی این اتم‌ها، پایداری و واکنش‌ناپذیری آنها رابطه‌ای هست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش به آرایش الکترونی چهار گاز نجیب توجه کنید:

$_2He: 1s^2$

$_{10}Ne: [He]\ 2s^2\ 2p^6$

$_{18}Ar: [Ne]\ 3s^2 3p^6$

$_{36}Kr: [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2 4p^6$

در نمایش آرایش الکترونی فشرده الکترون‌هایی که پس از گازهای نجیب نوشته می‌شوند لزوماً الکترون های ظرفیت نیستند!!!

اگر آرایش اکترون ذره ای به P^6 ختم شده باشد، این ذره می تواند یک گاز بی اثر یا یک کاتیون و یا یک آنیون باشد.

مثلا:

$X\ ; 1S^2 2S^2\ 2p^6\ 3S^2 3p^6$

می تواند :

$_{17}Cl^{-1}\ ; 1S^2 2S^2\ 2p^6\ 3S^2 3p^6$

$_{19}K^{+}\ ; 1S^2 2S^2\ 2p^6\ 3S^2 3p^6$

$_{18}Ar\ ; 1S^2 2S^2\ 2p^6\ 3S^2 3p^6$

در لایهٔ ظرفیت این اتم‌ها، هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیم که در تنها لایهٔ الکترونی خود، دو الکترون دارد)؛ با این توصیف می‌توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای باشد به‌طوری که اگر لایهٔ ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب بوده یا **هشت‌تایی**[۱] باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد؛ به دیگر سخن اگر لایهٔ 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 به‌صورت $\dot{Na}.$ است.

برای رسم آرایش الکترون ـ 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 به‌صورت جفت نقطه درآید؛ برای نمونه آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌های کربن، فسفر و آرگون به‌صورت زیر است:

$\cdot\dot{C}\cdot$ $\quad$ $\cdot\ddot{P}\cdot$ $\quad$ $:\ddot{Ar}:$

خود را بیازمایید

آ) جدول زیر را کامل کنید.

عنصر	۳Li	۴Be	۵B	۶C	۷N	۸O	۹F	۱۰Ne
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای								
عنصر	۱۱Na	۱۲Mg	۱۳Al	۱۴Si	۱۵P	۱۶S	۱۷Cl	۱۸Ar
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای	Na.							

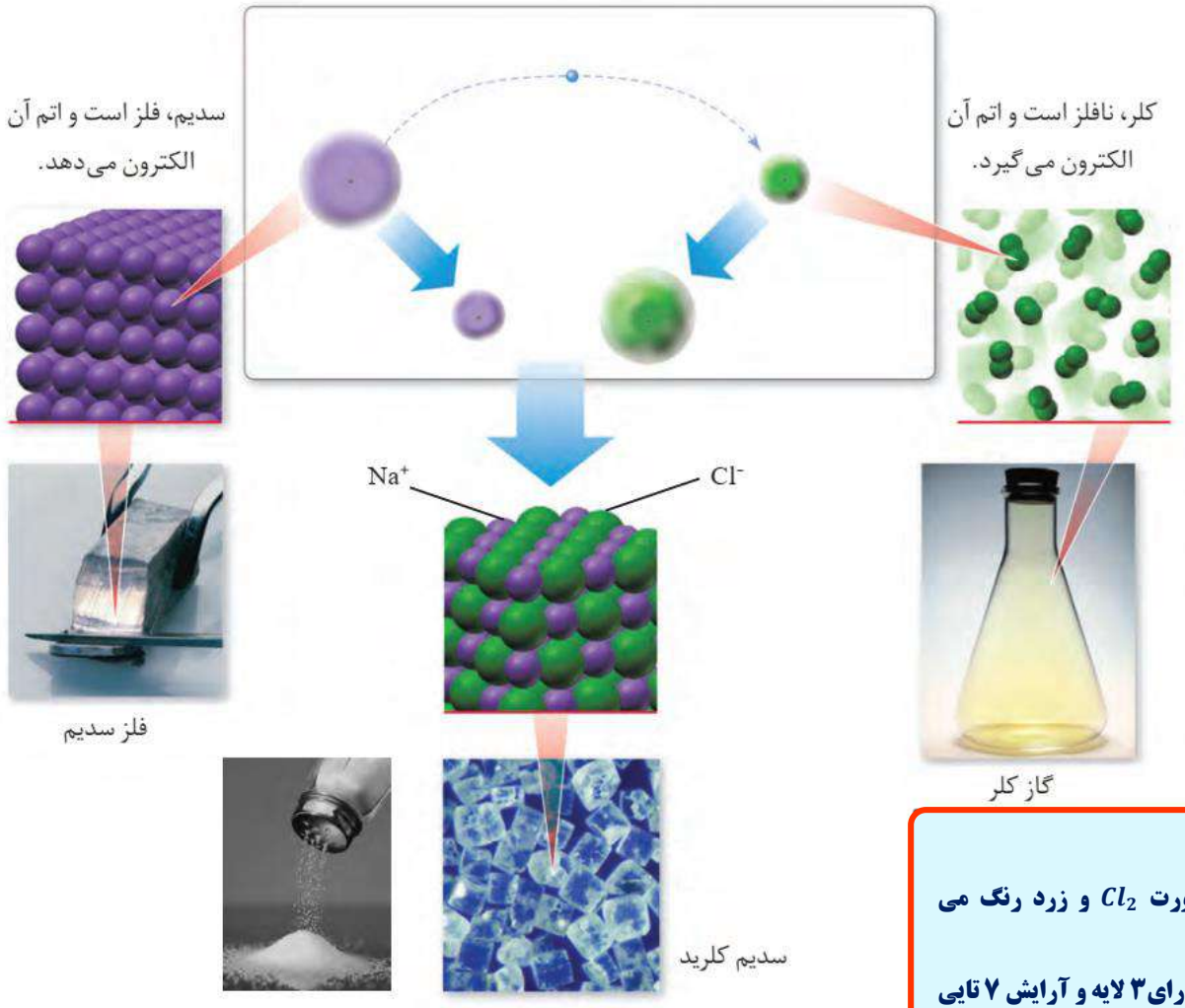
ب) آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم عنصرهای یک گروه چه شباهتی دارد؟ توضیح دهید.

پ) بین شمارهٔ گروه و آرایش الکترون ـ نقطه‌ای چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.

۱- Octet ۲- Electron-Dot Symbol

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

رفتار شیمیایی هر اتم به شمار الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد به‌طوری 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 هرگاه 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).



شکل ۲۵ـ 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 هم دورهٔ خود (آرگون) می‌رسند

گاز کلر:
۱– به صورت Cl_2 و زرد رنگ می باشد.
۲– Cl دارای ۳ لایه و آرایش ۷ تایی است.
۳– نافلزی فعال و ناپایدار است.
۴– با جذب 1e به Cl^- تبدیل می شود.
۵– Cl^- سه لایه دارد و به آرایش ۸ تای رسیده و آرایش گاز بی اثر آرگون را دارد. و بسیار پایدار می باشد.

Na: فلز – سه لایه – دارای تک الکترون در لایه آخر – نا پایدار – بسیار فعال
Na^{1+} : کاتیون – ۲لایه – اکتت است – آرایش Ne – پایدار – غیر فعال

با هم بیندیشیم

۱ـ جدول زیر را در نظر بگیرید:

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

آ) آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌های داده شده را با اتم گازهای نجیب، مقایسه و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی چه رفتاری خواهد داشت؟

ب) بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب این اتم‌ها در طبیعت به‌صورت 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
	۲		۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	$_{۲}He$
Li^{+}					$N^{۳-}$	$O^{۲-}$	F^{-}	$_{۱۰}Ne$
Na^{+}	$Mg^{۲+}$		$Al^{۳+}$		$P^{۳-}$	$S^{۲-}$	Cl^{-}	$_{۱۸}Ar$
K^{+}	$Ca^{۲+}$						Br^{-}	$_{۳۶}Kr$

۲ـ با توجه به جدول در هر مورد با خط‌زدن واژهٔ نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

آ) اگر شمار الکترون‌های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر با سه / چهار باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد که شماری از / همهٔ الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهد و به کاتیون / آنیون تبدیل شود.

ب) اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با از دست دادن / گرفتن الکترون به کاتیون / آنیون تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب پیش / پس از خود را دارند.

آیا می‌دانید

گیلبرت نیوتن لوویس
(۱۸۷۵-۱۹۴۶)
یکی از پیشتازان دانش شیمی و بنیان‌گذار نظریهٔ تشکیل پیوند شیمیایی و نظریهٔ الکترونی اسید-باز بود. او واژهٔ فوتون را برای ذره‌های سازندهٔ نور پیشنهاد کرد.

این شیمی فیزیک‌دان امریکایی ۳۵ بار نامزد دریافت جایزهٔ نوبل شد اما هیچ‌گاه این جایزه را دریافت نکرد. این ناکامی هیچ‌چیز از ارزشمندی، ماندگاری و تأثیرگذاری کارهای علمی لوویس کم نمی‌کند.

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

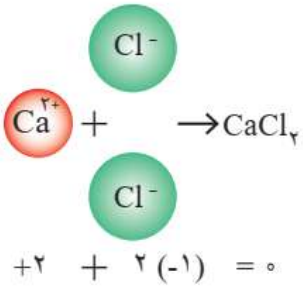
۳ـ پیش‌بینی کنید اتم هریک از عنصرهایی که به ترتیب در خانه‌های شمارهٔ ۷ و ۱۲ جدول دوره‌ای جای دارد، در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می‌شود؟

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب پس از خود باید دو الکترون بگیرد درحالی 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 به‌طوری که با دادوستد الکترون به یون‌های Ca^{2+} و O^{2-} تبدیل می‌شوند. میان یون‌های تولید شده به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبهٔ بسیار قوی برقرار می‌شود؛ نیروی جاذبه‌ای که **پیوند یونی**[1] 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 سازندهٔ این ترکیب‌اند و نسبت یون‌های سازندهٔ آن ۱ به ۱ است. ترکیب‌هایی از این دست که ذره‌های سازندهٔ آنها یون است، **ترکیب یونی**[2] نام دارند.

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

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



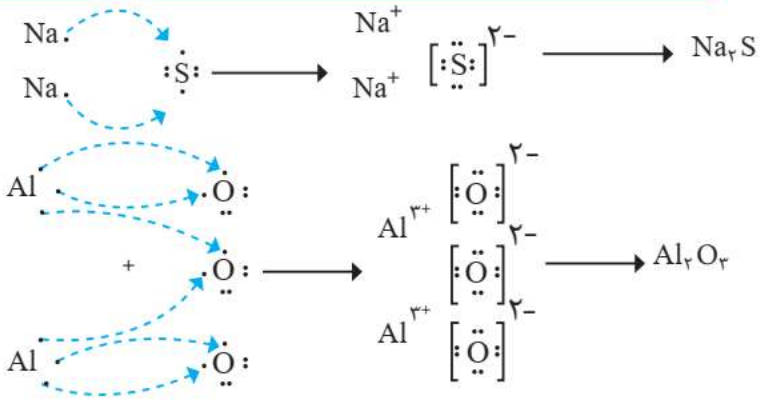
● فرمول شیمیایی کلسیم کلرید نشان می‌دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازندهٔ آن، ۱ به ۲ است.

با هم بیندیشیم

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 سدیم‌سولفید و آلومینیم‌اکسید و نوشتن فرمول شیمیایی آنها توجه کنید.

[1]- Ionic Bond [2]- Ionic Compound

محاسبه الکترون مبادله شده Al_2O_3 = ۲ × ۳ = بار یون‌های کاتیون



۱ـ روشی برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتایی ارائه کنید.

۲ـ فرمول شیمیایی هر یک از ترکیب‌های زیر را بنویسید.

آ) کلسیم برمید　　ب) پتاسیم نیترید

پ) منیزیم سولفید　　ت) آلومینیم فلوئورید

۳ـ با توجه به داده‌های جدول (آ)، شیوهٔ نام‌گذاری ترکیب‌های یونی دوتایی را مشخص و سپس جدول (ب) را کامل کنید.

جدول (آ) الکترونیت

نام و نماد شیمیایی کاتیون		نام و نماد شیمیایی آنیون	
یون لیتیم	Li^+	یون برمید	Br^-
یون پتاسیم	K^+	یون یدید	I^-
یون منیزیم	Mg^{2+}	یون نیترید	N^{3-}
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون سولفید	S^{2-}
یون آلومینیم	Al^{3+}	یون فلوئورید	F^-

جدول (ب)

فرمول شیمیایی	نماد یون‌های سازنده	نام ترکیب یونی
MgO	O^{2-} , Mg^{2+}	
$CaCl_2$	Cl^-, Ca^{2+}	
K_2O	K^+, O^{2-}	
Na_3P	Na^+, P^{3-}	سدیم فسفید
LiBr	Li^+, Br^-	

در خانه‌های جدول بالا، ابر الکترون‌ها (هم‌الکترون) همچنین نسبت آنیون به کاتیون و تعداد الکترون‌های مبادله شده را بررسی کنید.

نماد شیمیایی کاتیون	نام کاتیون
H^+	هیدروژن
Li^+	لیتیم
Na^+	سدیم
K^+	پتاسیم
Rb^+	روبیدیم
Cs^+	سزیم
NH_4^+	آمونیوم
Cu^+	مس (I)
Ag^+	نقره
Hg_2^{2+}	جیوه (I)
Mg_2^+	منیزیم
Ca^{2+}	کلسیم
Sr^{2+}	استرانسیم
Ba^{2+}	باریم
Ti^{2+}	تیتانیم (II)
Cr^{2+}	کروم (II)
Mn^{2+}	منگنز (II)
Fe^{2+}	آهن (II)
Co^{2+}	کبالت (II)
Ni^{2+}	نیکل (II)
Cu^{2+}	مس (II)
Zn^{2+}	روی
Sn^{2+}	قلع (II)
Pb^{2+}	سرب (II)
Cd^{2+}	کادمیم
Hg^{2+}	جیوه (II)
Sc^{3+}	اسکاندیم
V^{3+}	وانادیم
Cr^{3+}	کروم (III)
Mn^{3+}	منگنز (III)
Fe^{3+}	آهن (III)
Co^{3+}	کبالت (III)
Al^{3+}	آلومینیم
Ga^{3+}	گالیم
Bi^{3+}	بیسموت
Sn^{4+}	قلع (IV)
Pb^{4+}	سرب (IV)

عبارت درست را انتخاب کنید

آ)عنصری باعدد اتمی ۲۰ با (گرفتن – ازدست دادن)الکترون به (کاتیون – آنیون)تبدیل می شود وبه آرایشی شبیه گاز نجیب (پیش – پس)از خود می رسد.

ب) اتم های نافلزها با هم، در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای (اشتراکی- یونی) می توانند (مولکول - ترکیب یونی) رابسازند.

پ) در مولکول CS_2 ، تعداد (یک - دو) پیوند دوگانه و (دو – چهار)جفت ناپیوندی وجود دارد .

ت)گازهای نجیب در طبیعت به صورت گاز (تک اتمی- دو اتمی) وجود دارند.

ث) کلر (فلز- نافلز) و سدیم (فلز- نافلز) است. اولی یک الکترون (می گیرد- می دهد) و دومی یک الکترون (می گیرد- می دهد) تا به هشتایی پایدار برسد.

درستی یا نادرستی عبارت های زیر را مشخص کرده و شکل درست عبارت های نادرست را بنویسید.

آ) فرمول کلی یون پایدار عنصرهای گروه ۱۶، E^{2-} است.

ب) در مولکول آب(H_2O) هر اتم هیدروژن با دو پیوند کووالانسی به اتم اکسیژن متصل است.

پ) در مولکول نیتروژن،هر اتم نیتروژن سه الکترون به اشتراک می گذارد.

ت) در آرایش الکترون – نقطه ای اتم،الکترونهای ظرفیت آن نشان داده می شود.

ث)هر گاه ساختار الکترون نقطه ای دو عنصر شبیه به هم باشد، همواره ما می توانیم آن ها را متعلق به یک گروه در نظر بگیریم.

ج) اتم ها همواره برای رسیدن به قاعده ی هشت تایی به یون تبدیل می شوند.

چ) همواره بین دو اتم یکسان یک پیوند کووالانسی ساده تشکیل می شود.

ح)اتم عنصرهایی که در ساختار الکترون- نقطه ای کم تر از ۸ الکترون دارند، به حالت آزاد در طبیعت وجود ندارند.

خ) بین یونهای مثبت ومنفی نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می شود که (پیوند یونی –پیوند کوالانسی) نامیده می شود

د)ترکیب های یونی که تنها از دو(عنصر – اتم) تشکیل شده است ترکیب یونی دوتایی نامیده می شود

ذ)اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب دوالکترون (می گیرد – ازدست میدهد) درحالیکه کلسیم دو الکترون (می گیرد – ازدست می دهد)

ر) گاز نجیبی که لایه ظرفیت آن با دو الکترون پر شده است؟ (He یا Ne)

ز) در ترکیب یونی MBr_2، کاتیون M کدام یک می تواند باشد؟ (Ba^{2+} یا K^+)

به سوالات زیر پاسخ کوتاه بدهید.

آ) چرا ساختار الکترون- نقطه ای عنصرهای یک گروه معمولا شبیه به هم است؟

ب) ساختار الکترون- نقطه ای عنصر He شبیه به کدام گروه از جدول می باشد؟ چرا؟

پ)اتم ها از چه راه هایی می توانند لایه ی ظرفیت خود را هشت الکترونی کنند؟

ث)اگر یون A^{2+} با B^{3-} ترکیب یونی تشکیل دهد، فرمول حاصل از آن ها را بنویسید.

ج)پرتوهای کیهانی چه تاثیری روی مولکول های مورد مطالعه دارند؟

در ترکیب یونی X_2Y_3 ،

آ)اتم X به کاتیون تبدیل شده است یا آنیون؟

ب)بار کاتیون و آنیون را تعیین کنید.

پ)اتم Y به کدام گروه از جدول دوره ای تعلق دارد؟

با توجه به فرمول دو ترکیب MgO و Na_3P پاسخ دهید:

($_{11}Na$ $_{8}O$ و $_{15}P$ و $_{12}Mg$)

آ) یون های سازنده ترکیب Na_3P را مشخص کنید.

ب) با توجه به فرمول شیمیایی این دوترکیب فرمول شیمیایی منیزیم فسفید را بنویسید

آ)عنصر x با سدیم ترکیب یونی Na_2X را ایجاد می کند عنصر X به کدام گروه از جدول تناوبی تعلق دارد (برای پاسخ خود دلیل بنویسید)

ب)کدامیک از ترکیب های زیر یونی است ؟ چرا ؟(CH_4 ، CU_2O ، N_2O)

آرایش الکترونی عنصر A به صورت $[Ne]3S^2\ 3P^3$ و عنصر B به صورت $[Ar]\ 4S^2$ است فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از این دو عنصر را بنویسید.

با توجه به جدول داده شده به سوالات پاسخ دهید :

عنصر	A	B	C	D	E	F
آرایش آخرین زیر لایه	$2P^3$	$1S^1$	$2P^2$	$3P^4$	$2P^4$	$3P^3$

الف)مدل الکترون نقطه ای اتم E را بنویسید

ب) فرمول شیمیایی حاصل از ترکیب B با F را بنویسید

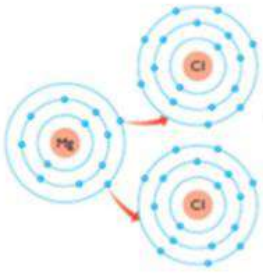
پ)نماد شیمیایی یون پایدار D را بنویسید

ت) عنصر C فلز است یا نافلز ؟

تعیین کنید در کدام یک از ترکیب های زیر آنیون و کاتیون به آرایش هشتایی رسیده است ؟ (با ذکر دلیل) ($_{11}Na$ و $_{9}F$ و $_{17}Cl$ و $_{26}Fe$)

NaF $FeCl_2$

شکل زیر چگونگی مبادلهٔ الکترون بین اتم منیزیم و کلر در تشکیل ترکیب یونی منیزیم کلرید را نشان می دهد. با توجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید.



آ)نماد کاتیون و آنیون این ترکیب را بنویسید.

ب)کاتیون و آنیون این ترکیب تک اتمی اند یا چنداتمی؟

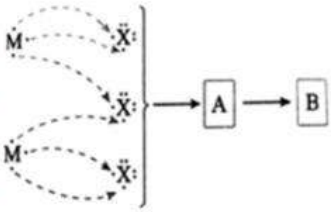
پ)فرمول این ترکیب یونی را بنویسید.

ت)آیا این ترکیب از نظر بار الکتریکی خنثی است؟ چرا؟

با توجه به شکل به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) در قسمت A چند کاتیون و چند آنیون وجود دارد؟ بار آنیون و بار کاتیون ها را تعیین نمایید.

ب) نماد شیمیایی ترکیب B رابنویسید.



پ) اتمی با عدد اتمی ۱۶ ،هم گروه با کدام ذره ی X یا M می باشد؟ چرا؟

ت) اگر بدانیم ذره ی M به دسته ی p تعلق دارد ، آرایش الکترونی لایه ی آخر آنرا نوشته و شما

با توجه به جدول زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید:

آ-اتم های AوX تشکیل چه پیوندی را می دهند؟

ب-فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از اتم های Bو N را بنویسید ؟

پ-ساختار یون پایدار اتمی که با اتم M هم گروه و با اتم C هم ردیف باشد را بنویسید.

ت)اتم E با هیدروژن ترکیب شده طریقه تشکیل آن را با رسم آرایش الکترونی توضیح دهید.

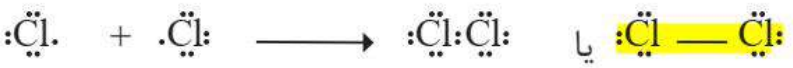
۱											۱۸
	۲					۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	
A							E	M	N		
	C					D				X	Y
	B	عناصر واسطه									

	F^-	Cl^-	O^{2-}	S^{2-}	N^{3-}	P^{3-}	H^-	O_2^{2-}	CN^-
Li^+									
Na^+									
Mg^{2+}									
Ca^{2+}									
Al^{3+}									
H^+									
Cr^{3+}									
Cr^{3+}									

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها

آیا همهٔ اتم‌ها هنگام ترکیب با یکدیگر، الکترون دادوستد می‌کنند؟ در درس علوم آموختید که بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره‌های سازندهٔ آنها مولکول‌ها هستند. حال این پرسش مطرح است که رفتار کدام اتم‌ها سبب تشکیل مولکول‌ها خواهد شد؟ آیا در تشکیل مولکول‌ها رسیدن به آرایش هشت‌تایی ملاکی برای رفتار اتم‌هاست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها به آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم کلر توجه کنید.

گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد از مولکول‌های دو اتمی (Cl_2) تشکیل شده است. با توجه به آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم کلر می‌توان تشکیل این مولکول را به‌صورت زیر نشان داد:



یا

با این توصیف هر اتم کلر، تک الکترون خود را با دیگری به اشتراک می‌گذارد به‌طوری که دو الکترون موجود بین دو اتم در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای به هر دوی آنها تعلق دارد. در این وضعیت هر یک از اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده است (شکل ۲۶).

شکل ۲۶ـ نمایش مولکول کلر آ) آرایش هشت‌تایی اتم‌ها در مولکول و ب) مدل فضا پرکن

جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم کلر در مولکول Cl_2، نشان‌دهندهٔ یک پیوند **اشتراکی(کووالانسی)**[1] است؛ پیوندی که سبب اتصال دو اتم به یکدیگر در مولکول شده است؛ به دیگر سخن اتم نافلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای اشتراکی می‌توانند مولکول‌های دو یا چند اتمی را بسازند (جدول ۴).

طرز تشخیص ترکیبات یونی از ترکیبات مولکولی:

یونی ها:
دارای عناصر زیر هستند.
۱– گروه اول ، بجز H
۲– گروه ۲ ، به جز Be
۳– Al دارند همراه F و O
۴– واسطه دارند.
۵– یون آمونیوم (NH_4^+) دارند.

*** کلمه مولکول برای یک ترکیب یونی بکار نمی رود.**

*** در یک ترکیب مولکولی بین اتم ها درون مولکول فقط پیوند کووالانسی وجود دارد.**
مانند CO_2 و H_2O

*** در یک ترکیب یونی دوتایی مانند $NaCl$, Al_2O_3 فقط پیوند یونی وجود دارد.**

*** در یک ترکیب یونی که آنیون چند اتمی دارد هم پیوند کووالانسی و هم پیوند یونی وجود دارد.**
مانند: $NaNO_3$ و NH_4NO_3

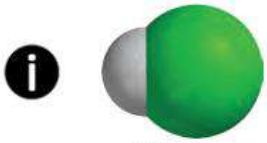
● مواد شیمیایی خالصی که در ساختار خود مولکول دارند، **مواد مولکولی** نامیده می‌شوند.

جدول ۴ـ چگونگی تشکیل و نمایش مولکول‌های اکسیژن و آب

	H_2O	O_2
تشکیل مولکول از اتم‌ها	$H\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot + \cdot H \rightarrow H{:}\ddot{O}{:}H$ یا $H-\ddot{O}-H$	$:\ddot{O}\cdot + \cdot\ddot{O}: \rightarrow :\ddot{O}::\ddot{O}:$ یا $:O=O:$
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای مولکول	H (دوتایی) O (هشت‌تایی) H (دوتایی)	O (هشت‌تایی) O (هشت‌تایی)
مدل فضاپرکن		
فرمول مولکولی	H_2O	O_2

مهم

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


(HCl)

(NH_3)

(CH_4)

● مدل فضاپرکن برای برخی مولکول‌ها

خود را بیازمایید

۱ـ آرایش الکترون ـ نقطه‌ای را برای هر یک از مولکول‌های زیر رسم کنید.

آ) هیدروژن کلرید (HCl) F_2 و HI و HBr و HF و H_2

ب) آمونیاک (NH_3) NF_3 و NCl_3 و NBr_3 و PH_3 و PF_3 و PI_3

پ) متان (CH_4) CF_4 و CCl_4 و $SiCl_4$ و CH_2Cl_2 و SiF_4

۲ـ جرم مولی هر یک از ترکیب‌های داده شده در پرسش بالا را با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای به‌دست آورید.

راهنمایی: جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن برابر است. برای نمونه، جرم مولی آب برابر است با: $(2\times 1/008)+16/00=18/016\ g\ mol^{-1}$

ترکیبات مولکولی

ترکیبات مولکولی معمولا از دو نافلز ساخته شده اند و با اشتراک گذاشتن الکترون و تشکیل پیوند کوالانسی بوجود می آیند. برای رسم ساختار ترکیبات مولکولی از روش لوویس (ساختار الکترون نقطه ای) استفاده می شود.

نکته: Be ، B و بعضی از ترکیبات Al پیوند کوالانسی تشکیل می دهند.

نام‌گذاری ترکیبات مولکولی:

(تعداد نافلز سمت چپ با پیشوندهای یونانی + نام نافلز سمت چپ) + (تعداد نافلز سمت راست با پیشوندهای یونانی + نام نافلز سمت راست) + ید

نکته: برای نوشتن تعداد نافلز می‌توان از پیشوندهای یونانی استفاده نمود.

تعداد نافلز	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پیشوند یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اوکتا	نونا	دکا

تذکر: اگر تعداد نافلز سمت چپ برابر ۱ باشد از نوشتن مونو خودداری می‌کنیم. ولی برای نافلز دوم، مونو را می نویسیم. مانند کربن مونواکسید(CO)

مثال۱۱) نام یا فرمول ترکیبات کوالانسی زیر را به روش پیشوند بنویسید

فرمول						NO	CF_4	SO_3	IF_7	P_4O_{10}	Cl_2O_7	SF_4	NCl_3
نام	گوگرد دی اکسید	فسفر پنتا برومید	برم هپتا فلوئورید	دی نیتروژن مونو اکسید	دی نیتروژن تری اکسید								

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ بررسی نمونه‌ای از یک شهاب‌سنگ نشان داد که در این شهاب‌سنگ ایزوتوپ‌های ^{54}Fe، ^{56}Fe، ^{57}Fe وجود دارد.

آ) آرایش الکترونی $_{26}Fe$ را رسم کنید.

ب) موقعیت آهن را در جدول دوره‌ای عنصرها مشخص کنید.

پ) آهن به کدام دسته از عنصرهای جدول تعلق دارد؟

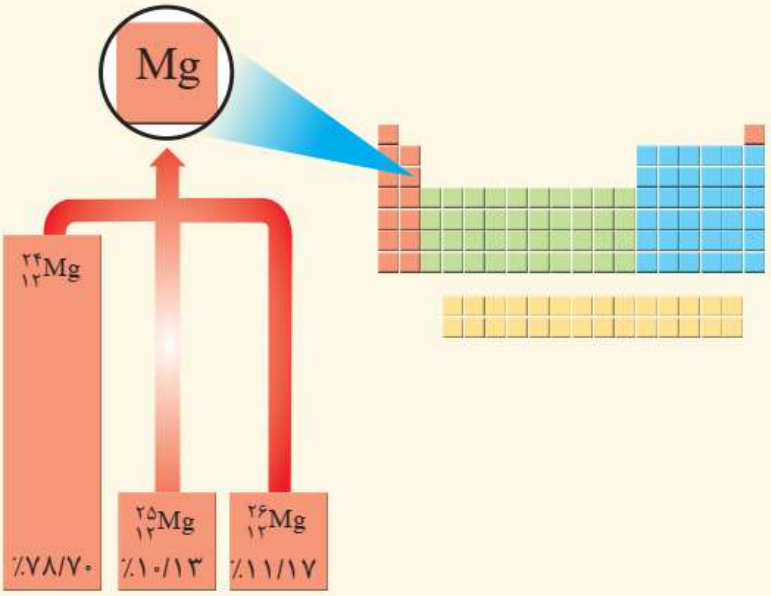
ت) آیا آرایش الکترونی ایزوتوپ‌های آهن یکسان است؟ چرا؟

۲ـ با استفاده از آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم‌ها در هر مورد، روند تشکیل، نام و فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش اتم‌های داده شده را مشخص کنید.

آ) $_{19}K$ با $_{9}F$ ب) $_{20}Ca$ با $_{7}N$ پ) $_{13}Al$ با $_{9}F$

۳ـ با توجه به شکل:

آ) جرم اتمی میانگین منیزیم را به‌دست آورید.



ب) مفهوم هم‌مکانی را توضیح دهید.

۴ـ هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و ۱۱۰ ولتی به یک خیار شور اعمال شود، خیارشور مانند شکل زیر شروع به درخشیدن می‌کند. علت ایجاد نور رنگی را توضیح دهید.

● این آزمایش توسط یک شیمی‌دان در شرایط ایمن و درون آزمایشگاه انجام شده است، از انجام چنین آزمایش‌هایی در بیرون از آزمایشگاه و در نبود معلم، خودداری کنید.

۵ـ آرایش الکترونی اتم‌های باریم و ید به شما داده شده است؛ با توجه به آن:

$_{56}Ba : [Xe]\ 6s^2$

$_{53}I : [Kr]\ 4d^{10}5s^25p^5$

آ) پیش‌بینی کنید که هر یک از اتم‌های باریم و ید در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می‌شود؟ چرا؟
ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش باریم با یُد را بنویسید.

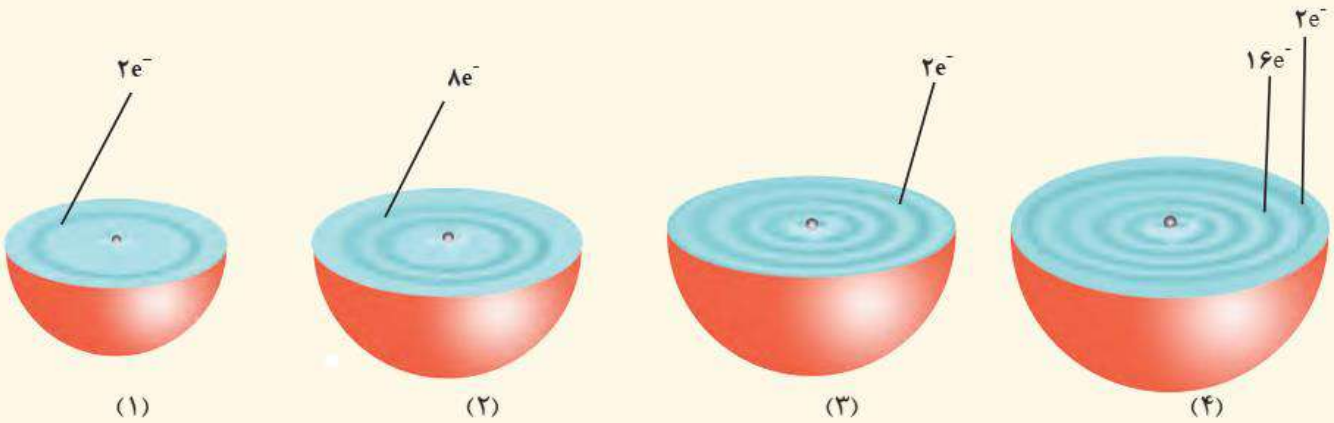
۶ـ اگر میانگین جرم هر اتم بور ($_5B$)، در حدود $1/794 \times 10^{-23}g$ باشد، جرم مولی آن را حساب و با جدول دوره‌ای مقایسه کنید.

۷ـ گرافیت دگر شکلی از کربن است. در سدهٔ شانزدهم میلادی تکهٔ بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به‌دلیل شکل ظاهری آن، مردم می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آنکه می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده همچنان به سرب مداد معروف است. در ۰/۳۶ گرم گرافیت خالص، چند مول کربن و چند اتم کربن وجوددارد؟

۸ـ در جدول روبه‌رو عنصرهایی نشان داده شده است که در دما و فشار اتاق به شکل ماده مولکولی با مولکول‌های دو اتمی وجود دارند. با استفاده از آرایش الکترون‌ـنقطه‌ای، ساختار این مولکول‌ها را رسم کنید.

۱							
۱ H هیدروژن				۱۵	۱۶	۱۷	
				۷ N نیتروژن	۸ O اکسیژن	۹ F فلوئور	
						۱۷ Cl کلر	
						۳۵ Br برم	
						۵۳ I ید	

۹ـ هر یک از شکل‌های زیر برشی از اتم یک عنصر را نشان می‌دهد؛ با توجه به آن:



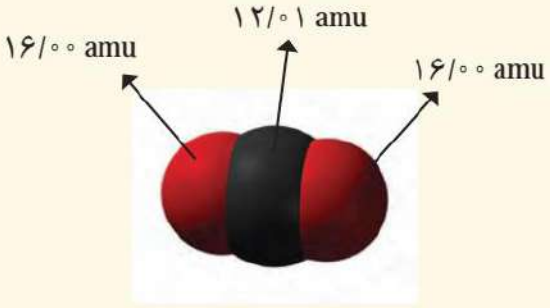
آ) موقعیت هر عنصر را در جدول دوره‌ای تعیین کنید.

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 فلوئور چه رفتاری دارد؟

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

۱۰ـ 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 هریک از ترکیب‌های زیر را برحسب $g\,mol^{-1}$ به‌دست آورید.

Al_2O_3 ، SO_3 ، CaF_2 ، NaCl ، HCl ، Cl_2

۱۱ـ 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 ۷۸/۹۲amu) و ^{81}Br (با جرم اتمی ۸۰/۹۲ amu) دارد و جرم اتمی میانگین آن برابر با ۷۹/۹amu است. آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟ چرا؟

«درصد فراوانی ایزوتوپ‌های برم تقریباً برابر است.»

۱۲ـ 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 درنظر بگیرید.)

آ) XY

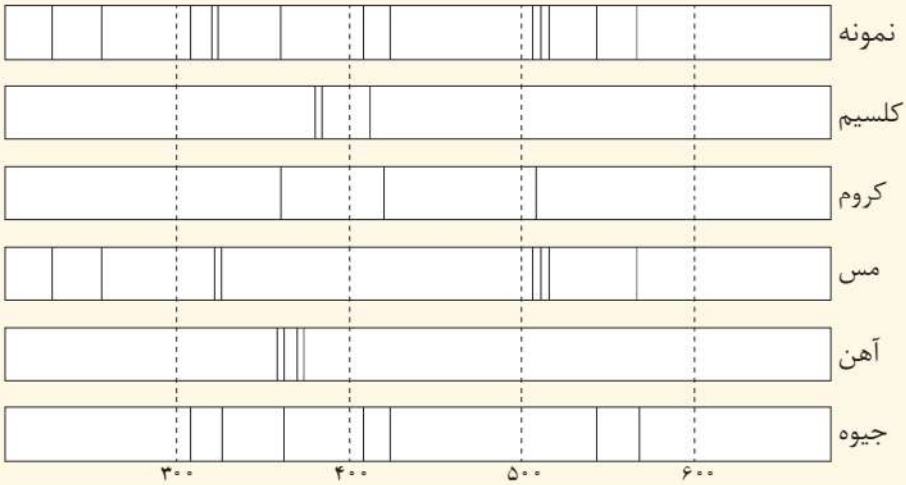
ب) X_2Y

پ) XY_2

ت) X_3Y

۱۳ـ آ) پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی، تکه‌ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند. آنها برای یافتن نوع عنصرهای فلزی آن به آزمایشگاه شیمی مراجعه کردند و از این نمونه طیف نشری گرفتند. شکل زیر الگویی از طیف نشری خطی این سفال و چند عنصر فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به آن پیش‌بینی کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟

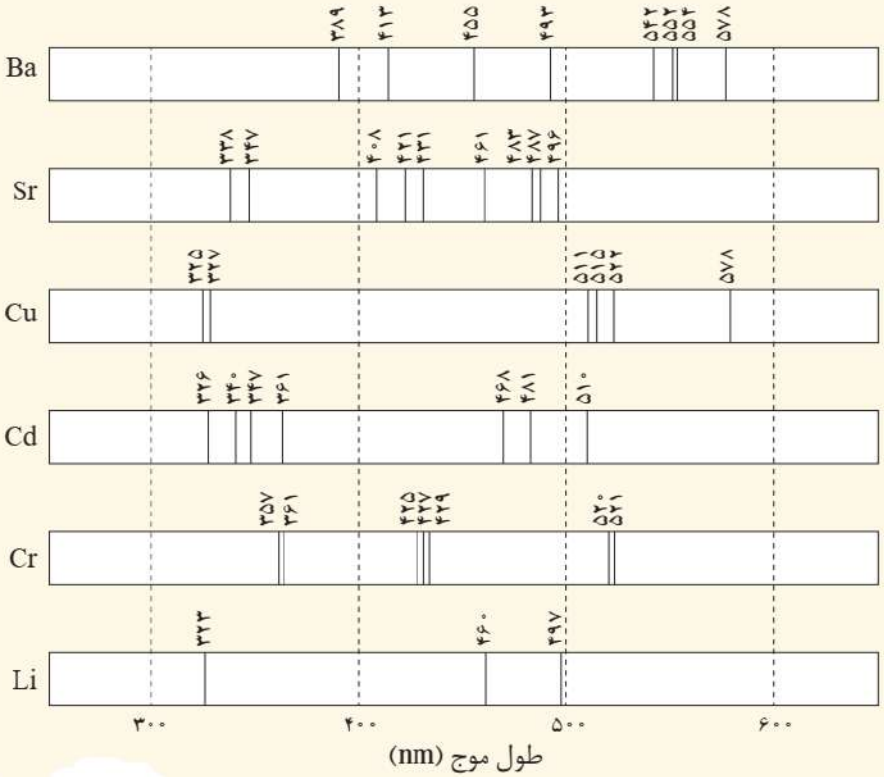
- مس و کروم
- مس و جیوه
- کلسیم و کروم



ب) طیف‌های نشری خطی دو نمونه مجهول، طول موج‌های زیر را نشان می‌دهند.

- (نمونه ۱) ۵۷۸ nm و ۵۲۲، ۵۱۵، ۵۱۱، ۴۸۱، ۴۶۸، ۳۶۱
- (نمونه ۲) ۵۲۱ nm و ۴۹۶، ۴۸۵، ۴۶۱، ۴۳۱، ۴۲۹، ۴۲۷، ۴۲۵، ۴۲۱، ۴۰۸، ۳۶۱، ۳۵۷

با توجه به آنها و طیف نشری خطی عنصرهای داده شده در شکل زیر، پیش‌بینی کنید در هر نمونه چه فلزهایی وجود دارد؟ (گاهی تعدادی از خط‌های طیف نشری خطی عنصرها به‌دلیل شدت کم مشاهده نمی‌شوند.)



۱۴ـ عنصر Z یکی از عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای عنصرهاست که در ساختار آرایش الکترون نقطه‌ای آن سه الکترون تک (جفت نشده) وجود دارد. اتم این عنصر می‌تواند در برخی واکنش‌ها سه الکترون به اشتراک بگذارد و در برخی واکنش‌ها سه الکترون بگیرد. آرایش الکترونی آن را رسم کنید.

۱۵ـ اتم‌های زیر را برحسب کاهش تعداد نوترون مرتب کنید.

$^{120}_{50}Sn$ $^{40}_{18}Ar$ $^{122}_{52}Te$ $^{59}_{29}Cu$ $^{112}_{48}Cd$ $^{58}_{27}Co$ $^{39}_{19}K$

۱۶ـ با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، در کدام گونه‌های شیمیایی زیر تعداد نوترون‌ها برابر با مجموع «تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» است؟

$^{24}Mg^{2+}$, ^{47}Cr, $^{60}Co^{3+}$, $^{35}Cl^{-}$, $^{124}Sn^{2+}$, ^{90}Sr

۱۷ـ درباره اتم مس (^{29}Cu) در حالت پایه، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) آرایش الکترونی آن را نوشته و شماره گروه و دوره آن را تعیین کنید.

ب) چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 0$ و چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ دارد؟

پ) در بیرونی‌ترین لایه آن چند الکترون وجود دارد؟

ت) در بیرونی‌ترین زیرلایه آن چند الکترون وجود دارد؟

ث) چند زیرلایه نیمه پر و پر وجود دارد؟

فصل ۲ ردِّ پای گازها در زندگی

«اَللّهُ الَّذی یُرْسِلُ الرِّیاحَ فَتُثیرُ سَحاباً فَیَبْسُطُهُ فِی السَّماءِ کَیْفَ یَشاءُ و ...» آیهٔ ۴۸، سورهٔ روم

خداوند همان کسی است که بادها را می‌فرستد تا ابرها را به حرکت درآورد سپس آنها را در پهنهٔ آسمان آن گونه که بخواهد می گستراند و ...

زمین در فضا همانندگوی فیروزه‌ای درون هاله‌ای از گازها با شکوه فراوان در چرخش است؛ هاله‌ای که سرشار از هوای پاک است؛ گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارد؛ ساکنان زمین را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت و آب را در سرتاسر سیارهٔ ما توزیع می کند. بدین‌ترتیب زمین با چرخش خود، زندگی را دوام می‌بخشد. تداوم زندگی سالم و پایدار در این سیاره در گروِ رفتار منطقی ما با ساکنان آن است؛ رفتاری که هماهنگ و سازگار با طبیعت باشد و نظم آن را برهم نزند.

علم شیمی کمک می کند تا با بررسی خواص، رفتار و برهم کنش گازهای این پوشش آبی رنگ، راه‌های تداوم زندگی سالم را بیابیم؛ باشد که رد پایی سنگین روی این سیارهٔ زیبا برجای نگذاریم.

در میان سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی، تنها زمین، اتمسفری دارد که امکان زندگی را روی آن فراهم می‌کند. این اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است به‌طوری که می‌توان گفت ما در کف اقیانوسی از مولکول‌های گازی زندگی می‌کنیم. جاذبهٔ زمین این گازها را پیرامون خود نگه می‌دارد و مانع از خروج آنها از اتمسفر می‌شود (شکل ۱). از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آنها درحال جنبش باشند و در سرتاسر **هواکره**[1] توزیع شوند.

● اگر زمین را به سیب تشبیه کنیم، ضخامت هواکره نسبت به زمین به تازکی پوست سیب می‌ماند.

شکل ۱ـ لایهٔ فیروزه‌ای پیرامون زمین، اتمسفر زمین یا همان هواکره است که اغلب هوا نامیده می‌شود.

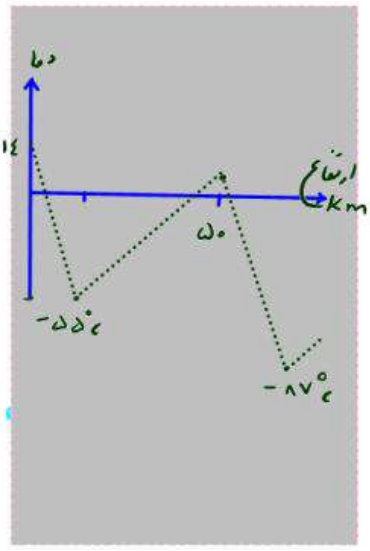
اغلب گازها نامرئی هستند به‌طوری که ما هوا را نمی‌توانیم ببینیم و به‌طور معمول وجود آن را در پیرامون خود حس نمی‌کنیم، مگر روزهایی که باد می‌وزد یا در مکان‌هایی که هوا به‌خوبی در جریان است. میان گازهای هوا، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب آنها برای ساکنان این سیاره سودمند هستند، اما برخی از این واکنش‌ها مفید نبوده و فراورده‌هایی تولید می‌کنند که دلخواه و مطلوب ساکنان سیارهٔ خاکی نیست.

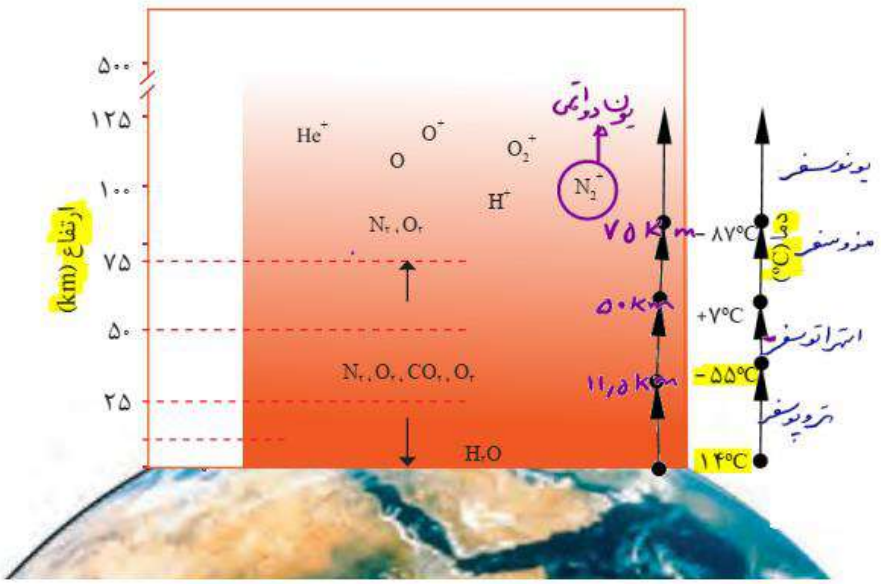
گاز NO_2 خرمایی رنگ که هنگام باران به نیتریک اسید تبدیل و باران اسیدی بوجود می آید.
گاز کلر زرد و به شدت سمی است

اینک این پرسش‌ها مطرح می‌شود که مواد اصلی پیرامون زمین چیست؟ تا کجاها یافت می‌شود؟ گازها به‌عنوان بخش عمدهٔ این مواد چه رفتارهایی دارند؟ چه واکنش‌هایی میان گازهای هوا رخ می‌دهد؟ این واکنش‌ها بر زندگی ساکنان این سیارهٔ خاکی چه اثری می‌گذارد؟ رفتار انسان‌ها تا چه اندازه بر هواکره و ویژگی‌های آن تأثیر دارد؟ و پرسش‌های دیگری که ممکن است ذهن شما را به خود مشغول کرده باشد. برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها با ما در این فصل همراه باشید.

با هم بیندیشیم

۱ـ در شکل زیر، تغییر دما و برخی اجزای سازندهٔ هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین نشان داده شده است. با توجه به آن:



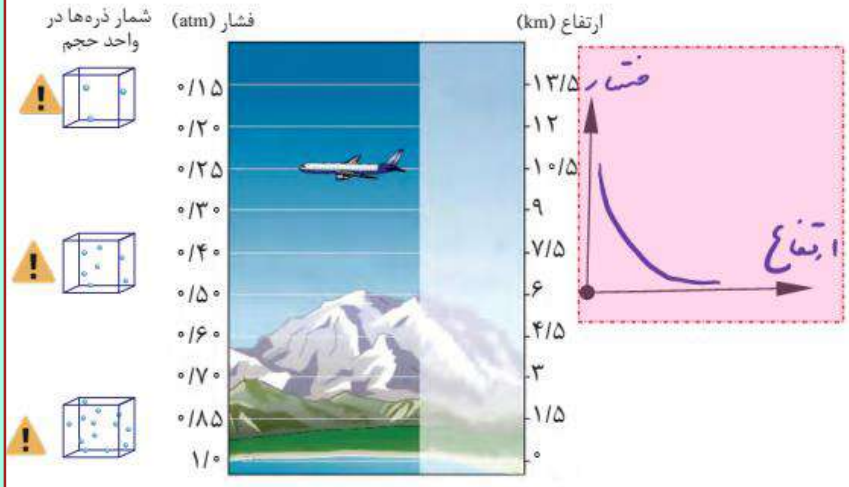


آ) آیا روند تغییر دما در هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای بودن آن دانست؟ توضیح دهید.

ب) آیا به جز اتم و مولکول، ذره‌های دیگری هم در این لایه‌ها هست؟ علت ایجاد آنها را توضیح دهید.

۲ـ دما و فشار هواکره، از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی‌های آن است. با توجه به شکل زیر مشخص کنید با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار هوا چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.

● فشار هر گاز، ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیوارهٔ ظرف است. هواکره نیز به‌دلیل داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همهٔ جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می‌شود.



با افزایش ارتفاع :

۱– فاصله مولکول ها بیشتر می شود.
۲– چگالی هوا کمتر می شود.
۳– حجم مولی افزایش می یابد.
۴–فشار هوا کاهش می یابد.
۵– تغییرات فشار و چگالی در ارتفاع کمتر بیشتر است.

پیوند با ریاضی

تغییر آب و هوای زمین در **لایهٔ تروپوسفر**[۱] رخ می‌دهد. در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $6^{\circ}C$ افت می‌کند و در انتهای لایه به حدود $-55^{\circ}C$ (۲۱۸ کلوین) می‌رسد. اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود $14^{\circ}C$ (۲۸۷ کلوین) در نظر گرفته شود:

آ) ارتفاع تقریبی لایهٔ تروپوسفر را حساب کنید.

ب) رابطه‌ای برای تبدیل دما، بر حسب درجهٔ سلسیوس به دما بر حسب کلوین پیدا کنید.

نـکات هـواکـره

- به لایه گازی و فیروزه ای رنگ پیرامون زمین، اتمسفر یا هواکره می گویند.
- ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سیب می باشد.
- در سامانه خورشیدی، تنها زمین که دارای اتمسفر می باشد.
- مخلوطی از گازهای گوناگون که تا فاصله 500km از زمین قرار دارد.
- جاذبه زمین مانع از خروج گازها از زمین می شود.
- انرژی گرمایی مولکول های هواکره سبب می شود تا پیوسته در جنبش باشند ودر سراسر هواکره توزیع شوند.
- اغلب گازها نامرئی هستند. (گاز NO_2 قهوه ای و گاز Cl_2 زرد رنگ می باشد.)
- میان گازهای هواکره واکنش های شیمیایی رخ می دهد که اغلب سودمند هستند.

مفید: جلوگیری تابش فرابنفش توسط لایه اوزون $2O_3(g) + UV \longleftrightarrow 3O_2(g)$

$NO(g) + CO_2(g) \longrightarrow CO(g) + NO_2(g)$

$NO_2(g) + H_2O(g) \longrightarrow HNO_3$ تولید باران اسیدی:(مضر)

لایـه هـای هـوا کـره

نام لایه	ارتفاع(km)	از دمای ... تا دمای	نوع تغییر دما
تروپوسفر	۰ ـ ۱۱/۵	$14 \rightarrow -55^{o}C$	کم
استراتوسفر	۱۱/۵ ـ ۵۰	$-55 \rightarrow 7^{o}C$	زیاد
مزوسفر	۵۰ ـ ۷۵	$+7 \rightarrow -87^{o}C$	کم
یونوسفر	۷۵ ـ ۵۰۰	$-87 \rightarrow +\cdots^{o}C$	زیاد

تـروپـوسـفر Teropsphere

◄ ۷۵٪ جرم هواکره در این لایه است.	◄ تا ارتفاع ۱۱/۵ کیلومتری از زمین (نزدیک ترین لایه)
◄ دمای سطح زمین 14^oC (287k) و انتها -55^oC(218k)	◄ به ازای افزایش هرکیلومتر 6^oC کاهش دما وجود دارد.
◄ دارای گازهای N_2و O_2 و CO_2 و O_3 و H_2O می باشد.	◄ رابطه معکوس بین ارتفاع و دما وجود دارد.
◄ رابطه معکوس بین ارتفاع وفشار هوا وجود دارد.	◄ تغییرات آب و هوا مربوط به همین لایه است.

اسـتراتـوسـفر Stratosphere

♣ از ۵۰km ـ ۱۱/۵ سطح زمین می باشد.	♣ اوزون موجود در این بخش از عبور فرابنفش جلوگیری می کند.
♣ با افزایش ارتفاع دما افزایش می یابد.(رابطه مستقیم)	♣ دما از ۵۵- درجه در ابتدا به ۷+ درجه در انتها می رسد.
♣ ضخامت لایه ۳۸/۵ km = ۱۱/۵ – ۵۰ می باشد.	

مـزوسـفر Mesosphere

♣ بین ۷۵ km ـ ۵۰ از زمین می باشد.	♣ رابطه معکوس بین ارتفاع و دما وجود دارد.
♣ دما از ۷+ کاهش می یابد ودر انتها به ۸۷- درجه می رسد.	♣ سرد ترین لایه هواکره می باشد.
♣ ضخامت لایه مزوسفر ۲۵ km = ۵۰ – ۷۵ می باشد.	

یـونـوسـفر Ionosphere

♣ از ارتفاع ۷۵ km به بالا تا ۵۰۰km یونوسفر است.	♣ رقیق ترین هواکره می باشد.
♣ ذرات بیشتر به شکل یون می باشند.	♣ عبارتند از: O_2^+ و O^+ و O و H^+ و He^+ و N_2^+

اجزا سازنده هواکره

- در تمام لایه های هواکره N_2 و O_2 یافت می شود.
- در سه لایه اول، چهار گاز N_2 و O_2 و CO_2 و O_3 وجود دارد.
- بخار آب تنها در تروپوسفر وجود دارد.
- درهواکره یون منفی نداریم!!!
- در لایه های بالایی علاوه بر N_2 و O_2 اتم O و کاتیون های تک اتمی (O^+ و H^+ و He^+) و کاتیون های چند اتمی($O_2^+N_2^+$) وجود دارند.

رابطه فشار هوا با ارتفاع:

۱- هرچه از زمین دورتر می شویم هوا رقیق تر می شود.
۲- شمار مولکول ها در واحد حجم کاهش می یابد.
۳- چگالی هوا کم می شود.
۴- تغییرات فشار هوا در نزدیکی زمین بیشتر است.
۵- نمودارفشار برحسب ارتفاع نزولی و غیر خطی است

هوا معجونی ارزشمند

♣ مقایسه درصد جرمی ۸ گاز مهم در هواکره:

N_2	O_2	Ar	CO_2	Ne	He	Kr	Xe
۷۸٪	۲۱٪	/۹۲۸	/۰۳۸٪	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	–

♣ بررسی های دانشمندان در مورد هوای به دام افتاده در بلور یخ ها در یخچال های قطبی و نیز سنگ های آتشفشانی نشان می دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تا کنون ، نسبت گازهای هواکره به تقریب ثابت باقی مانده است.

کاربردهای نیتروژن

♥ بسته بندی مواد غذایی
♥ پر کردن تایر خودروها
♥ انجماد مواد غذایی
♥ در صنعت سرماسازی و نگهداری نمونه های بیولوژیک
♥ گاز نیتروژن را جانداران ذره بینی برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می کنند.

هوا معجونی ارزشمند

شاید تجربه کرده باشید که گاهی مغز گردو، بادام، آفتابگردان و ... بو و مزهٔ کهنگی می‌دهد که دلیل این ویژگی، ماندن آنها در هوای آزاد به مدت طولانی است. امروزه در صنعت با بسته‌بندی مناسب، می‌توان زمان ماندگاری مواد غذایی را افزایش داد. جالب است بدانید در بسته‌بندی برخی مواد خوراکی از گاز نیتروژن (۱) استفاده می‌شود. افزون بر این، گاز نیتروژن کاربردهای دیگری نیز دارد (شکل ۲).

(پ)

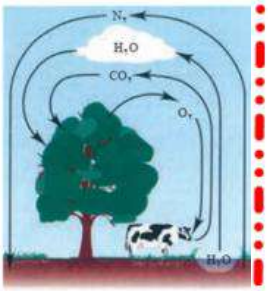
(ب)

(آ)

شکل ۲ـ از گاز نیتروژن، آ) برای پرکردن تایر خودروها (۲)، ب) در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی (۳) و پ) برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود (۴).

نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند (شکل ۳).

اکنون این پرسش مطرح است که آیا هواکره می‌تواند منبع ارزشمندی برای تهیهٔ برخی گازها باشد؟ حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره، در نزدیک‌ترین لایه به زمین (تروپوسفر) قرار دارد. این بخش از هوا کره، همان بخشی است که ما در آن زندگی می کنیم. پس از تروپوسفر،



شکل ۳ـ برهم کنش هواکره با زیست‌کره. زندگی جانداران گوناگون در **زیست‌کره** با گازهای موجود در هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی‌اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

هواکره رقیق و رقیق‌تر می‌شود. در جدول ۱، درصد حجمی گازهای تشکیل دهندهٔ هوای خشک و پاک در لایهٔ تروپوسفر نشان داده شده است. توجه کنید که رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا، حدود یک درصد است. هر چند این مقدار از جایی به جای دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعت دیگر تغییر می کند.

جدول ۱ـ نام و درصد حجمی گازهای سازندهٔ هوای پاک و خشک

نام گاز	درصد گاز در هوا
نیتروژن	۷۸/۰۷۹
اکسیژن	۲۰/۹۵۲
آرگون	۰/۹۲۸
کربن دی اکسید	۰/۰۳۸۵
نئون	۰/۰۰۱۸
هلیم	۰/۰۰۰۵
کریپتون	۰/۰۰۰۱
زنون و دیگر گازها	ناچیز

جدول ۱ نشان می‌دهد بخش عمدهٔ هواکره را دو گاز نیتروژن و اکسیژن تشکیل می‌دهد. گاز آرگون در میان اجزای هواکره در رتبهٔ سوم قرار دارد؛ بنابراین می‌توان هوا را منبعی غنی برای تهیهٔ این گازها دانست. در صنعت، این گازها را از **تقطیر جزءبه جزء**[1] هوای مایع تهیه می کنند (شکل ۴).

شکل ۴ـ نمایی از یک برج تقطیر برای جداسازی اجزای هوا در پتروشیمی ماهشهر

● بررسی های دانشمندان برای هوای به دام افتاده درون بلورهای یخ در یخچال های قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون، نسبت گازهای سازندهٔ هواکره تقریباً ثابت مانده 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 $0^{\circ}C$ (صفر درجهٔ سلسیوس)، رطوبت هوا به صورت یخ از آن جدا می‌شود (چرا؟). در دمای $-78^{\circ}C$، گاز کربن دی‌اکسید هوا نیز به حالت جامد در می‌آید. با سرد کردن بیشتر تا دمای $-200^{\circ}C$، مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می‌آید که به آن **هوای مایع**[1] 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. واژهٔ آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا واکنش پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزءبه‌جزءِ هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود. آرگون به‌عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

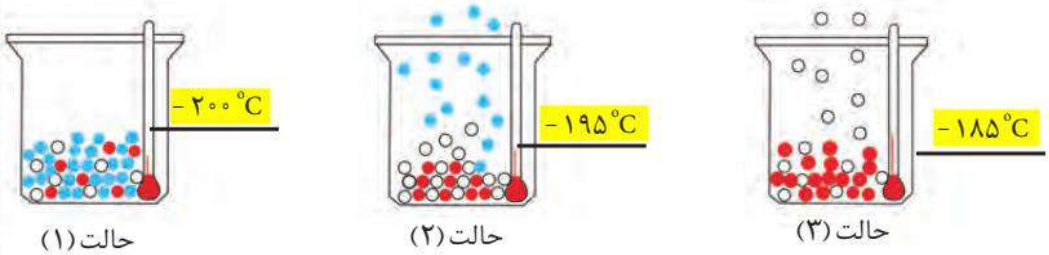
با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به جدول روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

گاز	نقطهٔ جوش ($^{\circ}C$)
نیتروژن	-۱۹۶
اکسیژن	-۱۸۳
آرگون	-۱۸۶
هلیم	-۲۶۹

آ) نمونه‌ای از هوای مایع با دمای $-200^{\circ}C$ تهیه شده است، اگر این نمونه تقطیر شود، ترتیب جداسازی گازها را مشخص کنید.

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



حالت (۱) حالت (۲) حالت (۳)

پ) در دمای $-80^{\circ}C$، اجزای سازندهٔ هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟

حالت (۱) حالت (۲)

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

پیوند با صنعت

هلیم به‌عنوان سبک‌ترین گاز نجیب، بی‌رنگ و بی‌بو است که کاربردهای فراوانی در زندگی دارد (شکل ۵).

شکل ۵ـ از هلیم، 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[1] استفاده می‌شود.

هلیم در کرهٔ زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود؛ به‌طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوستهٔ زمین وجود دارد؛ از این‌رو، منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.

هلیم 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 از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد. البته مقدار هلیم در میدان‌های گازی گوناگون، متفاوت است (شکل ۶).

شکل ۶ ـ هلیم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده‌های سوختن بدون مصرف وارد هوا کره می‌شود.

هلیم را می‌توان افزون بر هوای مایع، از تقطیر جزءبه جزءِ گاز طبیعی نیز به دست آورد. تهیهٔ این گاز از کدام روش مقرون به صرفه‌تر است؟ چرا؟

جداسازی هلیم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد. متخصصان کشورمان تاکنون موفق به جداسازی و تهیهٔ آن نشده‌اند و همچنان، هلیم از دیگر کشورها وارد می‌شود. امید است گسترش دانش علوم پایه و فنی و مهندسی سبب تربیت دانش‌آموختگان و متخصصانی شود تا بتوانیم از منابع خدادادی و ثروت‌های ملی، بهرهٔ مناسب ببریم.

اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره

اکسیژن یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل‌دهندهٔ هواکره است که زندگی روی زمین به وجود آن گره خورده است. به‌طوری که بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مانند فرسایش سنگ و صخره، زنگ‌زدن، فساد مواد غذایی و... که پیوسته پیرامون ما رخ می‌دهند به‌دلیل تمایل زیاد اکسیژن برای انجام واکنش است. این عنصر در آب کره، در ساختار مولکول‌های آب و در زیست کره در ساختار همهٔ مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می‌شود. در هواکره نیز این گاز به‌طور عمده به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارد؛ هرچند مقدار این گاز در لایه‌های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.

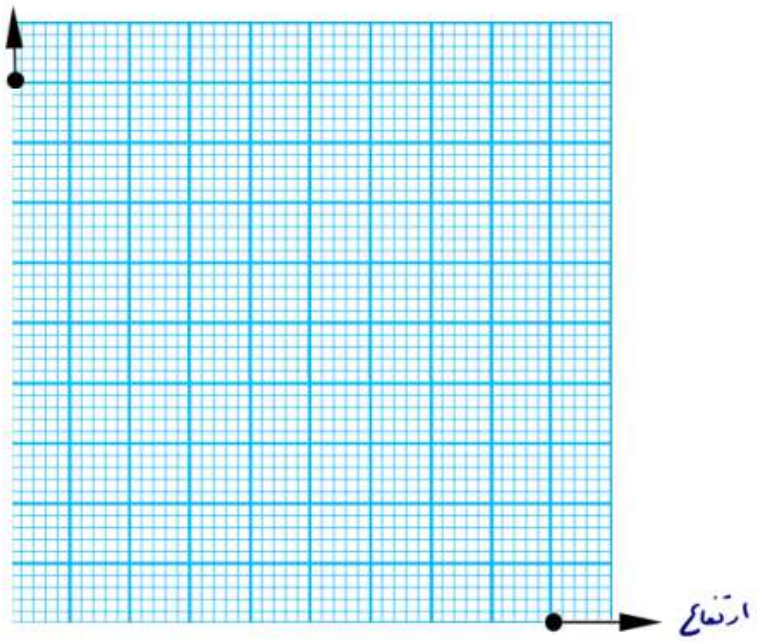
● چرا هواپیماها با خود اتاقکی از گاز اکسیژن حمل می‌کنند؟

خود را بیازمایید

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

ارتفاع از سطح زمین(km)	۰	۰/۳	۰/۶	۱/۸	۲/۴	۳/۰	۳/۶	۴/۲	۴/۸	۶	۶/۷	۷/۳	۷/۹
فشار گاز اکسیژن ($\times 10^{-2}$atm)	۲۰/۹	۲۰/۱	۱۹/۴	۱۶/۶	۱۵/۴	۱۴/۳	۱۳/۲	۱۲/۳	۱۱/۴	۹/۷	۹	۸/۴	۷/۶

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



● کوهنوردان به‌هنگام صعود به ارتفاعات کپسول اکسیژن حمل می‌کنند.

ب) با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع در هواکره فشار گاز اکسیژن چه تغییری می‌کند؟

پ) با استفاده از نمودار، فشار این گاز را در ارتفاع ۲/۵ کیلومتری پیش‌بینی کنید.

ت) چرا کوهنوردان هنگام صعود به قله‌های بلند، از کپسول اکسیژن استفاده می‌کنند؟

ث) با استفاده از یک نرم‌افزار رسم نمودار، این نمودار را رسم و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

مـراحل جـداسـازی اجزا هـوا

۱- عبور دادن هوا از روی صافی برای زدودن گرد و غبار
۲- استفاده از عامل فشار برای کاهش دما به طور پیوسته
۳-جدا کردن رطوبت(H_2O) بصورت یخ در دمای صفر درجه
۴- جدا کردن گاز (CO_2) در دمای -78^oC به صورت جامد.
۵- سرد کردن هوا تا -200^oC و به دست آوردن مخلوط بسیار سردی از چند مایع (هوای مایع)

تقطـیر هـوای مـایع

۱- هوای مایع را در دمای -200^oC از یک ستون تقطیر عبور می دهند تا دمای آن به تدریج افزایش یابد.
۲- هرچه دمای جوش گاز پائین تر(منفی تر) باشد در این فرایند زودتر به جوش آمده و زودتر از مخلوط مایع خارج می شود.
۳- دمای جوش گـازها: $N_2 < Ar < O_2$
۴- ترتیب خروج از برج: $O_2 < Ar < N_2$
۵- هلیم با دمای جوش -269^oC در هوای مایع جایی ندارد زیرا در دمای -200^oC به صورت گاز می باشد.

تقطیر جزبه جز،
یک فرآیند فیزیکی برای جداسازی مواد بانقطه جوش نزدیک به هم است.

گاز	O_2	Ar	N_2	He
نقطه جوش C^o	−۱۸۳	−۱۸۶	−۱۹۶	−۲۶۹
ترتیب خروج ازبرج	سوم	دوم	اول	-

هلـیم و راهـهای اسـتـخراج آن

۱- اولین گاز نجیب در دوره ۱ وگروه ۱۸ است.
۲-گاز تک اتمی با آرایش $1s^2$ و پایدار (جز دسته S)
۳-سبک ترین گاز نجیب، بی رنگ ، بی بو و بی مزه
۴- در هواکره خیلی کم یافت می شود به طوری که مقدار ناچیزی در هواکره و مقدار بیشتری در لایه های زیرین زمین است.
۵-در مقیاس صنعتی استفاده از منابع زمینی مناسب تر از هوا کره است.
۶- هلیم از واکنش های هسته ای در اعماق زمین تولید و سپس وارد میدان های گازی می شود.
۷- یافته های تجربی نشان می دهد حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گازهای طبیعی را هلیم تشکیل می دهد که در میدان های گازی مختلف با هم متفاوت است.
۸- درصد حجـمی هلـیم درگازهای سازنده هواکره حدود ۰/۰۰۰۵ است.
۹- نسبت گاز هلیم در گاز طبیعی به هواکره برابر است با:
نتیجه: $\frac{\text{گاز طبیعی 7 درصد}}{\text{هواکره } 0/0005} = 1400$ مرتبه →
تهیه هلیم از گاز طبیعی مقرون به صرفه تر است.
۱۰- دانش جداسازی هلیم از گاز طبیعی در کشورمان وجود ندرد.
۱۱-با سوزاندن گاز طبیعی، هلیم به همراه سایر فرآورده های سوختن، بدون مصرف وارد هواکره می شود.

کاربرد گاز آرگون

♣ سومین گازدر هواکره ♣ بی رنگ بی بو و غیر سمی
♣ به صورت تک اتمی در طبیعت است.
♣ به عنوان محیط خنثی درجوش کاری کاربرد دارد.
♣ در ساخت لامپ رشته ای کاربرد دارد.
♣ از تقطیر جز به جز هوای مایع با خلوص بسیار زیاد در پتروشیمی شیراز بدست می آید.

کاربرد گاز هلیم

♣ بعنوان ایجاد محیط بی اثر در جوش کاری کاربرد دارد.
♣ پر کردن بالن هواشناسی
♣ در کپسول قواصی کاربرد دارد.
♣ مهمترین کاربرد:خنک کردن قطعات الکترونیک در دستگاه های تصویر برداری MRI

هلـیم : ✓ درست یا نادرست ✗

✗ * هلیم دومین گاز نجیب فراوان در هواکره است.

✓* هلیم سبک ترین گاز نجیب بوده و بی رنگ و بی بو است.

✗* مقدار هلیم در هواکره از مقدار آن در زیر لایه های زمین بیشتر است.(درصد)

✗* حدود ۷ درصد جرمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می دهد. (حجمی)

✗* هلیم طی واکنشهای شیمیایی در زیر لایه های پوسته ی زمین تولید می شود. (هسته ای)

✓* از هلیم برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاههای تصویر برداری مانند MRI استفاده می شود.

✗* تهیه گاز هلیم از هواکره به صرفه تر از تهیه آن از مخلوط گاز طبیعی است.(در ایران خیر)

✓* از هلیم افزون برپر کردن بالن های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی در جوشکاری وکپسول غواصی نیز استفاده می شود.

✗* هرچه جرم مولی یک گاز کمتر باشد، چگالی گاز کمتر و سبک تر است. در نتیجه He سبک ترین گاز است.(H_2)

اکسـیژن : ✓ درست یا نادرست ✗

✓* در فرایند تنفس سلولی و آزاد شدن انرژی از مولکول هایی مانند قندها و چربی ها در بدن موجودات زنده نقش اساسی دارد.

✓* فرآیند تنفس سلولی بصورت: انرژی + $CO_2 + H_2O$ ⟵ اکسیژن + قندها یا چربی ها می باشد.

✓* اکسیژن در ساختار همه مولکول های زیستی مانند چربی ها پروتئین ها و هیدروکربن ها یافت می شود.

✓* اکسیژن در بسیاری از واکنش ها مانند فرسایش سنگ و صخره، زنگ زدن، فساد مواد غذایی و... شرکت دارد.

✗* اکسیژن با برخی از عناصر واکنش می دهد.(اغلب)

✓* بدلیل افزایش فشار با افزایش ارتفاع، کوهنوردان و داخل هواپیما از کپسول اکسیژن استفاده می کنند. (افت فشار)

آرگـون : ✓ درست یا نادرست ✗

✓* ازگاز Ar به دلیل عدم واکنش پذیری در لامپ رشته ای استفاده می شود.

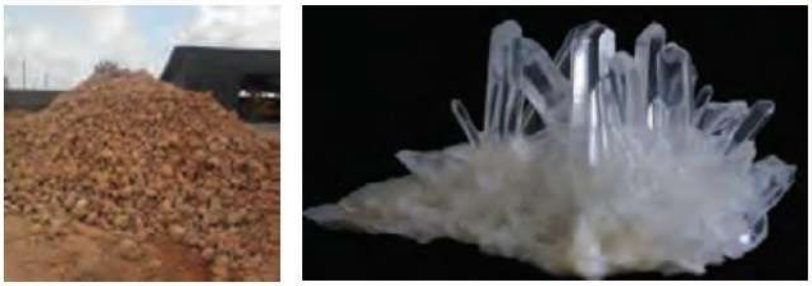
✗* گاز Ar فرآوانترین گاز نجیب بوده، بی رنگ و بی بو و سمی است.(غیر سمی)

✓* گاز Ar از هوا به روش تقطیر تهیه می شود و واژه آرگون به معنای تنبل است.

✓* گاز Ar به عنوان یک محیط بی اثر در جوشکاری و برش فلزها استفاده می شود.

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

اکسیژن در سنگ کره به شکل اکسیدهای گوناگون نیز یافت می‌شود. برای نمونه فلز آلومینیم به شکل بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) و سیلیسیم به شکل سیلیس (SiO_2) در طبیعت وجود دارد (شکل ۷).



(آ) (ب)

شکل ۷ـ آ) سنگ معدن آلومینیم و ب) سیلیس

شاید تصور کنید که فلزها تنها یک نوع اکسید در طبیعت دارند، جالب است بدانید که افزون بر فلزهایی مانند طلا و پلاتین که به حالت آزاد در طبیعت یافت می‌شوند، فلزهایی نیز وجود دارند که با بیش از یک نوع اکسید در طبیعت شناخته شده‌اند. آهن نمونه‌ای از آنهاست. این فلز در ترکیب با اکسیژن دو نوع اکسید با فرمول‌های شیمیایی FeO ، Fe_2O_3 تولید می کند (شکل ۸). آیا می‌دانید این ترکیب‌ها را چگونه باید نام‌گذاری کرد؟

■ نام تجاری برخی از ترکیبات
♣ بوکسیت:
Al_2O_3 همراه باناخالصی
♣ سیلیس : SiO_2
♣ هماتیت: Fe_2O_3
■ برخی فلزات دو نوع ظرفیت دارند، که باید ظرفیت آنها را به عدد رومی بنویسیم. مثلا: آهن II Fe^{+2} وآهن III Fe^{3+}
کروم II Cr^{2+} و کروم III Cr^{3+}
■ آهن II اکسید: FeO
■ آهن III اکسید: Fe_2O_3
■ کروم III اکسید: Cr_2O_3
■ کروم II اکسید: CrO

نام گذاری ترکیبات یونی:
۱- نام فلز را می نویسیم.
♣ اگر فلزدونوع ظرفیت داشته باشد، ظرفیت آن را به رومی می نویسیم.
۲- نام نافلز را می نویسیم.
۳- از پسوند " ید " در آخر نام ترکیب یونی دوتایی استفاده می کنیم.

با هم بیندیشیم

در جدول زیر، نام و فرمول شیمیایی برخی اکسیدهای فلزی داده شده است.

نام	فرمول	نام	فرمول
آهن (III) اکسید	Fe_2O_3	سدیم اکسید	Na_2O
مس (I) اکسید	Cu_2O	منیزیم اکسید	MgO
مس (II) اکسید	CuO	آهن (II) اکسید	FeO

۱ـ با بررسی داده‌های جدول:
آ) کدام فلزها بیش از یک نوع اکسید تشکیل داده‌اند؟
ب) نماد کاتیون را در اکسیدهای آهن و مس مشخص کنید.
پ) چه رابطه‌ای بین نام ترکیب با بار الکتریکی این کاتیون‌ها وجود دارد؟
ت) شیوهٔ نام‌گذاری ترکیب‌های یونی را که در آنها کاتیون بارهای الکتریکی متفاوتی دارد، توضیح دهید.

۲ـ جدول زیر را کامل کنید.

نام ترکیب	آلومینیم فلوئورید		پتاسیم سولفید		آهن (III) فلوئورید	
فرمول شیمیایی		CaO		$MgBr_2$		Cu_2S

۳ـ هرگاه بدانید که اتم عنصر کروم در ترکیب‌های خود اغلب به شکل کاتیون Cr^{2+} یا Cr^{3+} یافت می‌شود، فرمول و نام شیمیایی اکسیدها و کلریدهای آن را بنویسید.

تعداد	پیشوند
۱	مونو
۲	دی
۳	تری
۴	تترا
۵	پنتا
۶	هگزا

واکنش عنصرها با اکسیژن، تنها به فلزها محدود نمی‌شود بلکه نافلزها نیز با آن واکنش می‌دهند و به اکسید نافلزها تبدیل می‌شوند. در واقع اکسیدهای نافلزی، دستهٔ دیگری از ترکیب‌های شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می‌شوند. ترکیب‌هایی مانند CO_2، SO_2، SO_3 و NO_2، نمونه‌هایی از اکسیدهای نافلزی هستند. با توجه به اینکه هر زیروند در فرمول شیمیایی، نمایانگر شمار اتم‌های آن عنصر در ترکیب است، شیمی‌دان‌ها برای بیان شمار هر یک از اتم‌ها، پیشوندهای معرفی شده در جدول روبه‌رو را به کار می‌برند. برای نمونه، به فرمول و نام شیمیایی ترکیب زیر توجه کنید:

N_2O_4

دی نیتروژن تترا اکسید

نام شیمیایی این ماده، الگویی برای نام‌گذاری این نوع ترکیب‌ها است. بدین‌ترتیب 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.

نامگذاری ترکیبات مولکولی

۱- تعداد نافلز سمت چپ را به یونانی (دی ، تری و تترا و...)می نویسیم.
۲- نام نافلزسمت چپ را می نویسیم .
۳- تعداد نافلز راست را می نویسیم.
۴- نام نافلز راست را می نویسیم.
۵- از پسوند "ید" استفاده می کنیم.

خود را بیازمایید

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

آ) NO_2
ب) CO
پ) SO_2
ت) PCl_3
ث) $SiBr_4$
ج) دی نیتروژن تری اکسید
چ) کربن دی سولفید
ح) گوگرد تری اکسید
خ) کربن تترا کلرید
د) نیتروژن تری فلوئورید

فرمول ترکیب	نام ترکیب	فرمول ترکیب	نام ترکیب	فرمول ترکیب	نام ترکیب
CO_2		S_2F_2		N_2O_5	
ICl_5		IF		SF_6	
SO_3		Cl_2O_7		PBr_3	
SBr_4		CO		XeF_6	
N_2O		$SiCl_4$		NH_3	

فرمول ترکیب	نام ترکیب	فرمول ترکیب	نام ترکیب	فرمول ترکیب	نام ترکیب
	کربن تترا برمید		دی فسفرتری اکسید		دی نیتروژن مونو اکسید
	کربن دی سولفید		دی نیتروژن پنتا اکسید		دی کلرو هپتا برمید
	دی کلرو تری اکسید		سیلسیم دی اکسید		تتر افسفردکا اکسید
	دی هیدروژن دی اکسید		نیتروژن مونو اکسید		زنون هگزا فلوئورید
	ید هپتا فلوئورید		دی هیدروژن مونوسولفید		فسفین

خود را بیازمایید

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

آ) NO_2 ج) دی نیتروژن تری‌اکسید

ب) CO چ) کربن دی سولفید

پ) SO_2 ح) گوگرد تری‌اکسید

ت) PCl_3 خ) کربن تترا کلرید

ث) $SiBr_4$ د) نیتروژن تری‌فلوئورید

فرمول و نام ترکیبات مولکولی

فسفر پنتا کلرید		NBr_3	
برم هپتا فلوئورید		SF_4	
دی فسفر پنتا اکسید		P_2S_4	
نیتروژن مونواکسید		N_2O	
تترا فسفردکااکسید		PH_3	

فرمول و نام ترکیبات یونی

آهن III اکسید		CrF_3	
مس I سولفید		SnF_4	
کروم III نیترید		Al_2S_3	
آهن II نیترید		Cu_2s	
آلومینیوم کلرید		FeI_3	
قلع IV اکسید		Ba_3N_2	

با هم بیندیشیم

در آرایش **الکترون ـ نقطه‌ای (ساختار لوویس)**، الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌ها طوری کنار آنها چیده می‌شوند که همهٔ اتم‌های سازندهٔ ترکیب از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی کنند. اینک با توجه به آرایش الکترون ـ نقطه‌ای کربن دی‌اکسید و بررسی موارد زیر، روشی برای رسم ساختار لوویس مولکول‌ها بیابید.

$$\ddot{O} = C = \ddot{O}$$

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

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

$$O = C = O \qquad O = C - O$$

$$O \equiv C - O \qquad O - C - O$$

۳ـ 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.

۴ـ از میان ساختارهایی که رسم کرده‌اید، آنکه ویژگی‌های زیر را دارد، ساختار لوویس درست ترکیب را نشان می‌دهد:

- مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در مولکول، برابر با مجموع الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازندهٔ آن باشد.
- همهٔ اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده باشند (اتم هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهد، از این‌رو تنها با دو الکترون پایدار می‌شود).

راهنمایی: در رسم ساختار لوویس، هنگامی که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، نمایش پیوند دوگانه بر پیوند سه‌گانه مقدم است.

اکنون با روشی که آموخته‌اید، ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کنید.

آ) SO_2 ب) CO پ) PCl_3

ت) HCN ث) CH_2O ج) CS_2

- اگر در فرمول مولکولی یک ترکیب، تنها یک اتم از عنصر سمت چپ وجود داشته باشد، از به‌کار بردن پیشوند مونو پیش از نام این عنصر چشم‌پوشی می‌شود.
- در فرمول مولکولی، اتمی که سمت چپ نوشته می‌شود (به‌جز اتم هیدروژن) ، اتم مرکزی است و اتم های دیگر با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به آن متصل می‌شوند.
- هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷، اتم کناری باشند، تنها یک پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند.
- بررسی ساختار لوویس گونه‌هایی که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند و گونه‌هایی که بیش از یک اتم مرکزی دارند، جزو هدف‌های این کتاب نیست. بنابراین طرح پرسش از این موارد، در ارزشیابی پایانی ممنوع است.

آرایش لوئیس

۱- اتم مرکزی را انتخاب می کنیم. (اتمی است که ظرفیت بیشتر و تعدادش کمتر است و معمولا سمت چپ نوشته می شود.
مانند S در SF_4

۲- اتم مرکزی راقرار داده و اتم های مجاور را دورش می چینیم.

۳- تعداد پیوند ها را با استفاده از فرمول زیرمحاسبه می کنیم.

$$\text{تعداد پیوند} = \frac{\text{بار} + \left(\text{ظرفیت اتم مجاور}\right) \text{تعداد اتم مجاور} + \text{ظرفیت مرکزی}}{2}$$

◄ مثلا در NO_3^- داریم

$$\text{تعداد پیوند} = \frac{3 + 3\,(2) - 1}{2} = ۴$$

◄ با داشتن تعداد پیوندها رسم آرایش لوئیس به راحتی انجام می شود.

آرایش لوئیس مولکول ها رارسم کنید

NH_3:	CO_2:	OF_2:
H_2O:	HCN:	CH_2O:
CH_3OH:	SO_3:	SO_2:
O_3:	$SOCl_2$:	$COCl_2$:

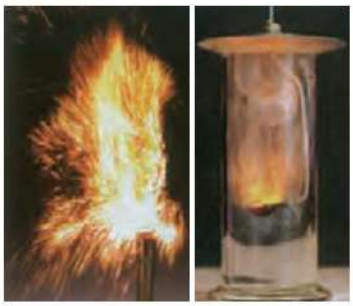
$SiHF_3$:	BF_3:	SF_4:
NO_2^+:	NO_2:	NO_2^-:
NO_3^-:	NH_4^+:	NH_2^-:
SO_3^{2-}:	SO_4^{2-}:	CO:
CN^-:	N_2:	NO:
C_2^{2-}:	I_3^-:	ICl_4^+:

.

C_2H_2:	C_2H_4:	C_2H_6:
CN_2^{2-}:	CH_3^-:	H_2SO_3:
H_2SO_4:	HNO_3:	HNO_2:
H_2CO_3:	$HClO_4$:	$HClO_3$:
HCOOH:	CH_3COOH:	

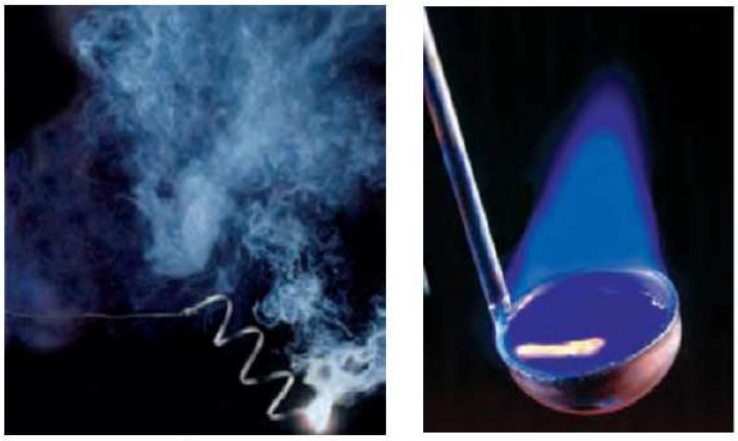
اکسیدها در فراورده‌های سوختن

دریافتید که اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر است و با اغلب عنصرها و مواد واکنش می‌دهد؛ به‌طوری‌که شیمی‌دان‌ها از این ویژگی برای تهیه بسیاری از مواد بهره می‌گیرند، برای نمونه در صنعت برای تهیه سولفوریک‌اسید، نخست گوگرد را در واکنش با اکسیژن به SO_2 تبدیل می‌کنند. واکنشی که به سوختن گوگرد معروف است. جالب است بدانید که برخی عنصرهای فلزی و نافلزی دیگر نیز می‌توانند با اکسیژن بسوزند و به اکسیدهای فلزی و نافلزی تبدیل شوند. شکل‌های ۹ و ۱۰ نمونه‌هایی از این واکنش‌ها را نشان می‌دهند.



(آ) (ب)

شکل ۹ـ اغلب فلزها در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزند.
آ) سوختن پودر آهن، ب) سوختن سدیم



(آ) (ب)

شکل ۱۰ـ سوختن آ) منیزیم، ب) گوگرد

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 عنصرها؛ 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 می کند (شکل ۱۱).

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

شکل ۱۱ـ سوختن زغال سنگ در هوا

(آ)

(ب)

شکل ۱۲ـ آ) رنگ زرد شعله، نشان‌دهندهٔ سوختن ناقص است و ب) رنگ آبی شعله، نشان می‌دهد که وسیلهٔ گازسوز به درستی کار می کند و اکسیژن کافی در محیط واکنش وجود دارد.

نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد؛ به‌طوری که اگر اکسیژن کافی باشد، **سوختن کامل**[۱] 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**[۲] است (شکل ۱۲).

کربن مونوکسید[۳]، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمّی است. چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ به‌طوری که به سرعت در همهٔ فضای اتاق پخش می‌شود.

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

کربن مونو اکسید:

♥ گازی بی رنگ، بی بو و سمی
♥ چگالی آن از هوا کمتر است و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.
♥ میل ترکیبی هموگلوبین با CO بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ اکسیژن (O_2) است.
♥مولکول CO به آهن هموگلوبین متصل شده و مانع رسیدن اکسیژن به بافت های بدن شده وباعث مسمومیت و فلج شدن سامانه عصبی و مرگ

واکنـش سـوخـتن

واکنش سوختن: به واکنش سریع مواد با اکسیژن که طی آن بخشی از انرژی شیمیایی آنها بصورت گرم ونور آزاد می شود.

دسته های مهم واکنش سوختن:

♣ سوختن ترکیب های آلی ♣ سوختن اغلب فلزها ♣ سوختن برخی نافلزها

سوختن ترکیبات آلی

(هیدروکربن ها: آلکان ، آلکن ، آلکین و سیکلوآلکان ها) و الکل ها و ....

سوختن کامل	$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + q_1$
سوختن ناقص	$2CH_4(g) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO(g) + 4H_2O(g) + q_1$

به تعداد کربن CO_2
نصف هیدروژن ها H_2O

حالت فیزیکی آب گاز است

سوختن کامل	سوختن ناقص
رنگ شعله آبی	رنگ شعله زرد
گرمای بیشتر q_1	گرمای کمتر q_2
مصرف O_2 بیشتر	مصرف O_2 کمتر
فرآورده: $CO_2 + 2H_2O$	فرآورده: $CO_2 + CO + 2H_2O$

اگر مقدار اکسیژن در محیط بسیار کم باشد مقداری دوده (C) نیز تولید می شود.

موازنه واکنش سوختن مواد آلی

سوختن آلکان ها	$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$
سوختن آلکن ها	$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2} O_2 \longrightarrow nCO_2 + nH_2O$
سوختن آلکین ها	$C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2} O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n-1)H_2O$

● معادله های داده شده را کامل و موازنه نمائید.

$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow$

$C_8H_{18} + O_2 \longrightarrow$

$C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow$

سـوخـتن فلـزهـا

◄ اغلب فلزها در شرایط مناسب می سوزند.
◄ فلز های گروه اول و دوم به جز Be می سوزند.
◄ فلزهایی مانند آلومینیم و آهن می سوزند.

سوختن سدیم	$Na(s) + O_2(g) \longrightarrow Na_2O(s)$	شعله زرد
سوختن منیزیم	$Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow MgO(s)$	شعله سفید
سوختن آهن	$Fe(s) + O_2(g) \longrightarrow Fe_2O_3(s)$	شعله نارنجی

سـوخـتن نا فلـزهـا

◄ برخی نافلزها مانند هیدروژن، کربن ، گوگرد و فسفر می سوزند.
◄ نافلز هایی مانند نیتروژن (N_2) نمی سوزند.

سوختن کربن	$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$	
سوختن هیدروژن	$H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O(g)$	انفجاری
سوختن گوگرد	$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$	شعله آبی

◄ زغال سنگ حاوی کربن، گوگرد و .... می باشد که هنگام سوختن تولید کربن دی اکسید(CO_2) گوگرد دی اکسید(SO_2) وکربن مونواکسید (CO) می کند.

زغال سنگ (C_xH_yNSO) + $O_2 \longrightarrow SO_2 + CO_2 + H_2O$ + گرما و نور

معـادلـه شیـمیـایـی

نشانه یک واکنش شیمیایی می تواند یک یا چند مورد از تغییرات زیر باشد.

♣ تغییر رنگ ♣ آزاد شدن گاز ♣ ایجاد رسوب ♣ آزاد شدن گرما و نور

■ **اطلاعات موجود در معادله نمادی:**

۱– فرمول یا نماد واکنش دهنده ها و فرآورده ها

۲– حالت فیزیکی مواد:

* گاز → g * مایع → l * جامد → s * محلول در آب → aq

۳– شرایط انجام واکنش:

■ واکنش می دهد یا تولید می کند → ■ واکنش برگشت پذیر ⟷

■ در دمای ۲۰۰ درجه انجام می شود $\xrightarrow{200^o}$ ■ درحضور کاتالیزگر Pt انجام می شود $\xrightarrow{Pt}$

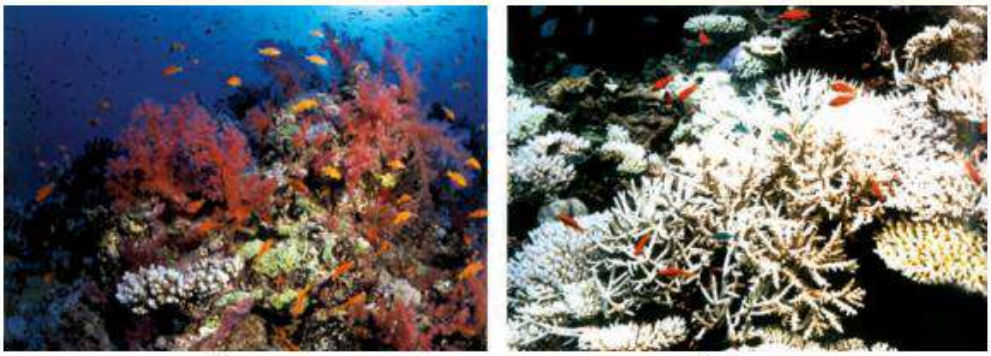
■ در فشار 20 atm انجام می شود $\xrightarrow{20atm}$ ■ برای انجام واکنش می بایستی واکنش دهنده را حرارت داد. $\xrightarrow{\Delta}$

رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

اکسیدهای فلزی و نافلزی، به دلیل تنوع رفتار، کاربردهای فراوانی در زندگی دارند. برای نمونه برخی کشاورزان کلسیم‌اکسید (آهک) را به عنوان اکسیدفلزی برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند؛ زیرا افزودن این نوع مواد به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند. همچنین از کلسیم‌اکسید برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۱۴).

شکل ۱۴ـ افزودن آهک به زمین‌های کشاورزی و دریاچه‌های اسیدی

در درس علوم آموختید که مرجان‌ها، گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی هستند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این جانداران با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید محلول در آب از بین می‌روند زیرا خاصیت اسیدی آب افزایش می‌یابد (شکل ۱۵).



(آ) (ب)

شکل ۱۵ـ آ) مرجان‌های سالم و ب) اثر CO_2 بر مرجان‌ها

● اثر هیدروکلریک اسید بر روی برگ گیاه

محیط اسیدی ← PH کاهش ← CO_2 ← اسکلت آهکی ← کیسه تن ← مرجان

کاوش کنید

دربارهٔ «**رفتار شیمیایی اکسیدهای فلزی و نافلزی**» کاوش کنید.

۱ـ درون بشری تا نیمه آب بریزید؛ مقداری آهک به آن بیفزایید و مخلوط را خوب به هم بزنید.

۲ـ یک تکه کاغذ pH بردارید و آن را به محلول آب آهک آغشته نمایید. چه مشاهده می‌کنید؟

۳ـ یک بطری محتوی آب گازدار بردارید و کاغذ pH را به آن آغشته نمایید. چه رنگی می‌شود؟

۴ـ از این آزمایش‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

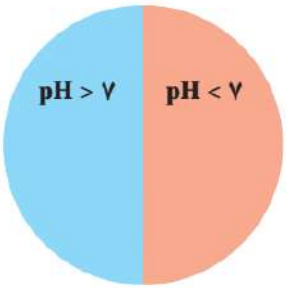
۵ـ پیش بینی کنید با افزودن هر یک از مواد زیر به آب، محلول به دست آمده چه خاصیتی دارد؟ هر ماده را درون دایره و در جای مناسب بنویسید.

آ) MgO

ب) SO_2

پ) CO_2

ت) Na_2O



برخی از اکسید های نافلزی مانند CO , NO در آب خاصیت اسیدی یا بازی ندارند.

به‌طور کلی، اکسیدهای فلزی را **اکسیدهای بازی**[1] و اکسیدهای نافلزی را **اکسیدهای اسیدی**[2] می‌نامند؛ زیرا از واکنش اغلب آنها با آب به ترتیب باز و اسید تولید می‌شود.

کاغذ PH آبی ← PH افزایش ← محلول قلیایی ← کلسیم هیدرواکسید ← $Ca(OH)_2$ ← آب آهک

واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

در هر تغییر شیمیایی مانند سوختن مواد، فساد موادغذایی و... از یک یا چند مادهٔ 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 فراورده‌ها در سمت راست نوشته می‌شوند؛ برای مثال، سوختن کربن را به صورت زیر نمایش می‌دهند:

کربن + اکسیژن ⟶ کربن دی‌اکسید

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

معادلهٔ نخست، **نوشتاری**[1] و معادلهٔ دوم، **نمادی**[2] نامیده می‌شود. معادلهٔ نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آنها و اطلاعاتی دربارهٔ شرایط واکنش نیز ارائه کند؛ برای نمونه، معادلهٔ شیمیایی زیر بیان می‌کند که این واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام می‌شود:

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{Pt(s)} 2H_2O(l)$$

یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همهٔ آنها از **قانون پایستگی جرم**[3] پیروی می‌کنند.

● 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.

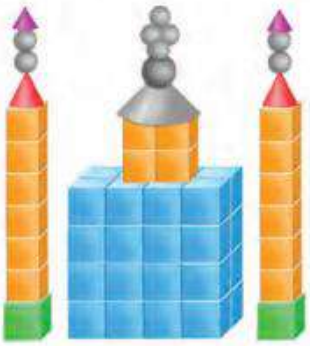
نماد	معنا
(s)	جامد
(l)	مایع
(g)	گاز
(aq)	محلول آبی

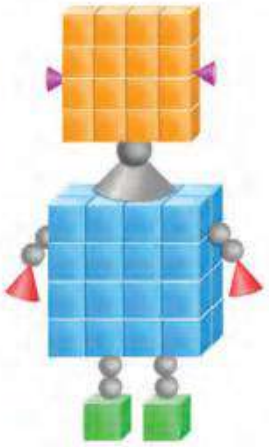
● نمادهای به‌کاررفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی.

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

با هم بیندیشیم

۱ـ دو دانش‌آموز با استفاده از قطعه‌های پلاستیکی، دو دست سازه به شکل‌های زیر درست کرده‌اند. دربارهٔ جرم این دو دست‌سازه گفت‌وگو کنید و شرط برابری جرم آنها را بنویسید.



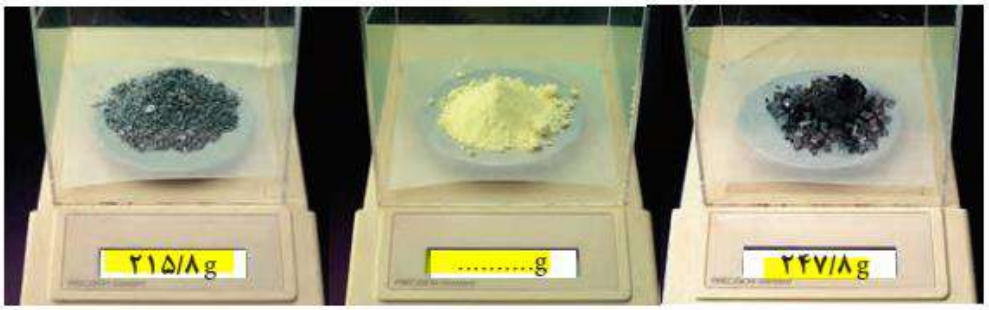


نماد	معنا
⟶	تولید می‌کند یا می‌دهد.
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش‌دهنده‌ها برای گرم‌شدن واکنش می‌دهند.
$\xrightarrow{۲۰\ atm}$	واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.
$\xrightarrow{۱۲۰۰^\circ C}$	واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجهٔ سلسیوس انجام می‌شود.
$\xrightarrow{Pd(s)}$	برای انجام‌شدن واکنش، از فلز پالادیم (Pd) به‌عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

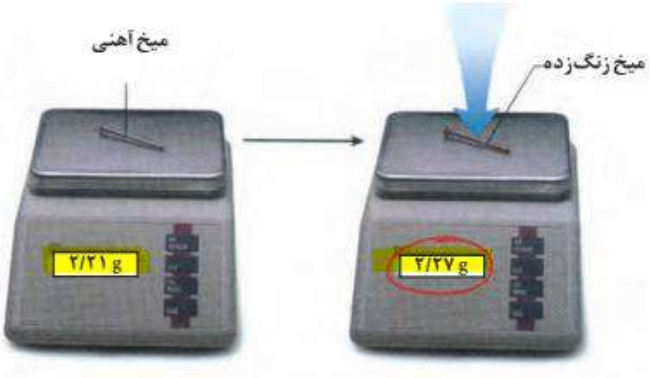
● معنای برخی نمادها در معادله‌های شیمیایی

۲ـ جای خالی را پر کنید.

نقره سولفید $\xrightarrow{\Delta}$ گوگرد + فلز نقره



۳ـ میخ آهنی در هوای مرطوب زنگ می‌زند. با توجه به جرمی که ترازوها نشان می‌دهند، قانون پایستگی جرم را در این واکنش توضیح دهید.

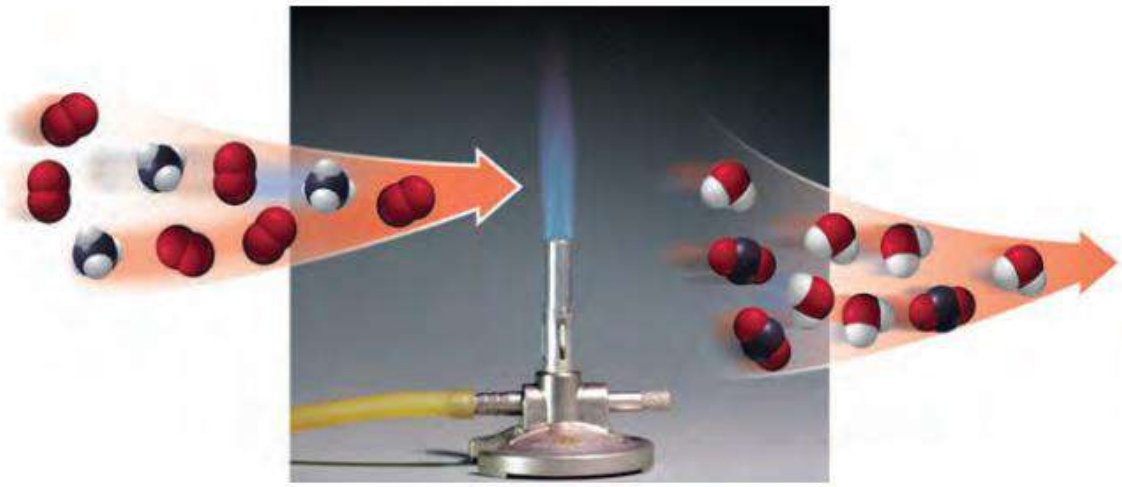


۴ـ دربارهٔ درستی جملهٔ زیر در کلاس گفت وگو کنید.

«جرم کلّ مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است.»

موازنه کردن معادلهٔ واکنش‌های شیمیایی

در واکنش‌های شیمیایی، اتمی از بین نمی‌رود و به‌وجود هم نمی‌آید، بلکه پس از انجام واکنش، اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها به شیوه‌های دیگری به هم متصل می‌شوند و فراورده‌ها را به‌وجود می‌آورند. این ویژگی نشان می‌دهد که جرم مواد، پیش از واکنش برابر با جرم مواد، پس از واکنش است؛ به دیگر سخن، جرم مواد شرکت‌کننده در یک واکنش شیمیایی، ثابت است. مطابق قانون پایستگی جرم، شمار اتم‌های هر عنصر در یک واکنش شیمیایی ثابت است، (شکل ۱۸).



شکل ۱۸ـ سوختن متان. برابری شمار اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن در واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها

برای این واکنش می‌توان معادلهٔ نمادی به صورت زیر نوشت:

$$CH_۴(g) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + H_۲O(g)$$

در این معادله، شمار اتم‌های کربن در واکنش‌دهنده‌ها (متان) برابر با ۱ و در فراورده‌ها (کربن دی‌اکسید) نیز با ۱ برابر است؛ اما شمار اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در دو سوی معادله، برابر نیست. حال برای اینکه شمار اتم‌های این دو عنصر نیز در دوسوی معادله، برابر شود، باید به $O_۲$ و $H_۲O$ ضریب ۲ داده شود؛ در این صورت، معادلهٔ موازنه شده به دست می‌آید.

$$CH_۴(g) + ۲O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲H_۲O(g)$$

● در معادله‌های شیمیایی موازنه شده، نیازی به نوشتن ضریب ۱ نیست.

با توجه به معادلهٔ موازنه شده می‌توان نتیجه گرفت که برای موازنه کردن هر معادلهٔ نمادی، باید برای هر یک از واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ضریبی قرارداد تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

براساس یکی از ساده‌ترین روش‌های موازنه (**روش وارسی**[۱]) اغلب به ترکیبی که دارای بیشترین شمار اتم است؛ ضریب ۱ می‌دهند سپس با توجه به شمار اتم‌های این ترکیب، ضرایبی را به دیگر مواد می‌دهند تا شمار اتم های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

برای نمونه، معادلهٔ نمادی سوختن کامل پروپان به‌صورت زیر است:

$$C_۳H_۸(g) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + H_۲O(g)$$ (معادلهٔ موازنه نشده)

برای موازنه، به $C_۳H_۸$ ضریب ۱ بدهید.

$$۱C_۳H_۸(g) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + H_۲O(g)$$

اینک شمار اتم‌های کربن و هیدروژن در سمت چپ مشخص شده است. حال اگر به $H_۲O$ ضریب ۴ و به $CO_۲$ ضریب ۳ بدهید، شمار اتم‌های C و H در دو طرف برابر می‌شود.

$$۱C_۳H_۸(g) + O_۲(g) \rightarrow ۳CO_۲(g) + ۴H_۲O(g)$$

در پایان، چون شمار اتم‌های اکسیژن در سمت راست، تعیین شده و برابر با ۱۰ اتم است، اگر به اکسیژن در سمت چپ، ضریب ۵ بدهید، شمار اتم‌های همهٔ عنصرها در دو سوی معادله برابر می‌شوند.

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$$

همان‌طور که مشاهده کردید، هنگام موازنه کردن، نباید زیروندها را در فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر داد. همچنین توجه به این نکته ضروری است که هریک از ضریب‌ها در معادلهٔ موازنه‌شده، باید کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن باشد.

برای نمونه به روش موازنهٔ معادلهٔ واکنش سوختن گاز هیدروژن دقت کنید.

(معادلهٔ موازنه نشده) $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$

در اینجا برای موازنه به H_2O، ضریب ۱ می‌دهیم.

$$H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 1H_2O(g)$$

حال شمار اتم‌های H و O در سمت راست معادله مشخص شده است. اگر به H_2 ضریب ۱ و به O_2 ضریب $\frac{1}{2}$ بدهیم، شمار اتم‌های هر دو عنصر در دو سوی معادله برابر می‌شود.

$$1H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow 1H_2O(g)$$

در پایان برای از بین‌بردن ضریب کسری اکسیژن، همهٔ ضریب‌ها را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم.

(معادلهٔ موازنه‌شده) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

● معادلهٔ شیمیایی موازنه‌شده، به دو صورت خوانده می‌شود؛ برای نمونه:
۱ـ دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول بخار آب تولید می‌کند.
۲ـ دو مولکول هیدروژن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مولکول آب تولید می‌کند.

خود را بیازمایید

معادلهٔ واکنش‌های زیر را موازنه کنید:

آ) $SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$

ب) $C_2H_5OH(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

پ) $C_3H_5N_3O_9(l) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g) + N_2(g) + O_2(g)$

ت) $Ca_3P_2(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + PH_3(g)$

ث) $C_5H_{10}O_2(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

♣ واکنش های زیر را موازنه کنید.

1) $Ca(OH)_3 + H_3PO_4 \longrightarrow Ca_3(pO_4)_2 + H_2O$

2) $Na_2S + MoCl_5 \longrightarrow NaCl + MoS_2 + S$

3) $NaOH + P_4 + H_2O \longrightarrow NaH_2PO_4 + PH_3$

4) $C_3H_5N_3O_9 \longrightarrow CO_2 + N_2 + O_2 + H_2O$

5) $CaSi + SbCl_3 \longrightarrow Si + Sb + CaCl_2$

6) $CH_3NH_2 + O_2 \longrightarrow N_2 + CO_2 + H_2O$

7) $Ca_3(PO_4)_2 + H_3PO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2$

♣ کدامیک از واکنش های زیر از قانون پایستگی جرم پیروی می کنند ؟ چرا؟

a) $2FeCl_3 + Al \longrightarrow AlCl_3 + 2FeCl_2$

b) $6NaOH + 12\,HF + Al_2O_3 \longrightarrow 2Na_3AlF_6 + 9H_2O$

c) $4C_3H_5(NO_3)_3 \longrightarrow 12CO_2 + 6N_2 + 2O_2 + 10H_2O$

d) $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 2CO_2$

e) $10HNO_3 + 4Cu \longrightarrow 4Cu(NO_3)_2 + 2NH_4NO_3 + H_2O$

♣ پس از موازنه واکنش $NH_3 + O_2 \longrightarrow NO + H_2O$ ، به موارد زیر پاسخ دهید.

آ) مجموع ضرایب مولی واکنش دهنده ها برابر چند است؟

ب) نسبت ضریب مولی آب به نیتروژن مونواکسید را تعیین کنید.

پ) نسبت مجموع ضرایب مولی فرآورده به واکنش دهنده را بنویسید.

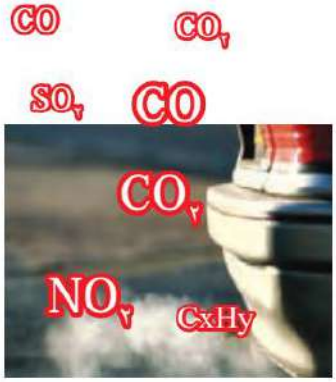
ت) نسبت مولی گاز NH_3 به گاز NO را مشخص کنید.

چه بر سر هواکره می‌آوریم؟

سبک 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 سشوار خشک می‌کنیم به‌دلیل مصرف انرژی الکتریکی، مقداری کربن دی‌اکسید وارد هواکره می‌کند و درصدگازهای هواکره را تغییر می‌دهد. در واقع سبک زندگی می‌تواند بیانگر میزان اثرگذاری هر یک از انسان‌ها بر کرهٔ زمین و هواکره باشد.

ردپا[1] اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده‌اند. یکی از این ردپاها، ردپای کربن‌دی‌اکسید است. برای اینکه مقدار کربن‌دی‌اکسید در هواکره از مقدار طبیعی آن فراتر نرود، باید مقدار اضافی کربن دی‌اکسید به‌وسیلهٔ گیاهان یا دیگر پدیده‌های طبیعی مصرف شود. حال هر چه مقدار کربن‌دی‌اکسید وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، ردپای ایجاد شده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده‌های طبیعی طولانی‌تر است.

شکل ۱۷ـ سوزاندن سوخت فسیلی در هواپیماها، حجم انبوهی کربن‌دی‌اکسید 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 اثرخواهد گذاشت.

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

با هم بیندیشیم

در جدول زیر روش به دست آوردن مقدار کربن‌دی‌اکسید 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 (y میزان برق مصرفی خانهٔ 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	ستون۲	ستون۳	ستون۴	ستون ۵
برق مصرفی در سال (کیلو وات ساعت)	منبع تولید برق	مقدار کربن‌دی‌اکسید تولید شده در ماه (کیلوگرم)	مقدار کربن‌دی‌اکسید تولیدشده در سال (کیلوگرم)	شمار درخت لازم برای پاک‌سازی هواکره
y=۴۸۰۰	زغال سنگ	۰/۹ × y = ...	.....	.....
	نفت خام	۰/۷ × y = ...	.....	.....
	گاز طبیعی	۰/۳۶ × y = ...	.....	.....
	باد	۰/۰۱ × y = ...	.....	.....
	گرمای زمین	۰/۰۳ × y = ...	.....	.....
	انرژی خورشید	۰/۰۵ × y = ...	.....	.....

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

ب) استفاده از کدام منبع برای تولید برق، کربن‌دی‌اکسید بیشتری تولید خواهد کرد؟

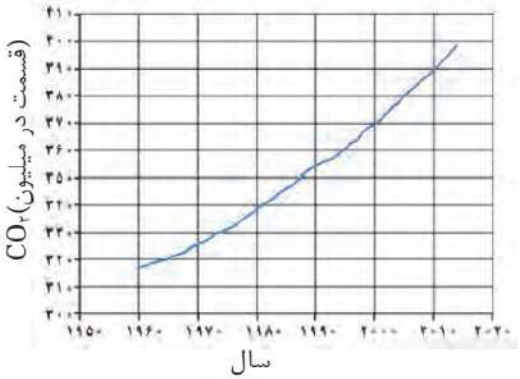
پ) چرا میزان کربن‌دی‌اکسید تولید شده از منابع گوناگون انرژی با هم تفاوت دارد؟ توضیح دهید.

ت) حساب کنید که چند درخت تنومند نیاز است تا کربن‌دی‌اکسید وارد شده به هواکره در اثر برق مصرفی خانهٔ شما، مصرف و هوا پاک‌سازی شود.

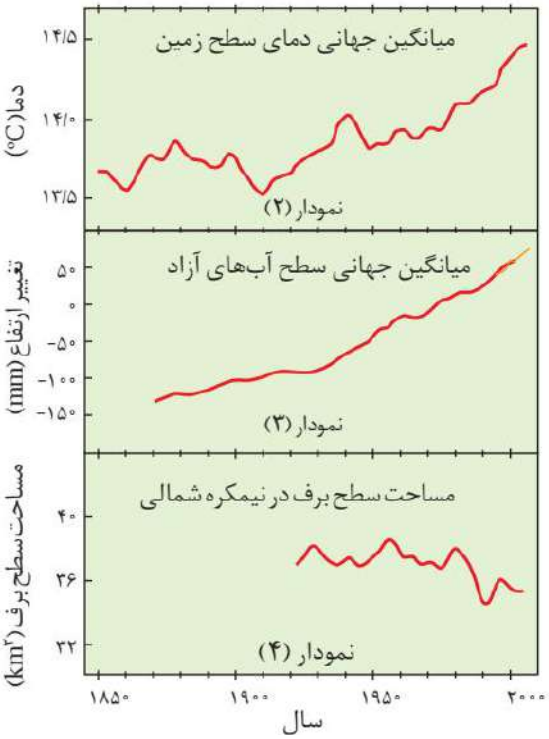
دانشمندان با استفاده از بالون‌های هواشناسی، ماهواره‌ها، کشتی‌های اقیانوس‌پیما و گویچه‌های شناور در دریاها که به حسگرهای دما مجهز هستند، پیوسته دمای کرهٔ زمین را در سرتاسر نقاط آن رصد می‌کنند. شواهد نشان می‌دهند که در طول سدهٔ گذشته میانگین دمای کرهٔ زمین افزایش یافته است. این افزایش دما سبب شده تا شرایط آب و هوایی در نقاط گوناگون زمین تغییر کند. اکنون می‌پرسید چه عواملی سبب ایجاد این تغییر می‌شود؛ آیا گازهای موجود در هواکره در آن نقش دارند؟ آیا رفتار و سبک زندگی ما سبب این تغییرها شده یا پدیده‌های طبیعی عامل آن هستند؟

با هم بیندیشیم

آمارها نشان می‌دهند که سالانه میلیاردها تن کربن‌دی‌اکسید به هواکره وارد می‌شود به طوری که مقدار این گاز در سدهٔ اخیر در هواکره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. نمودارهای روبه‌رو تغییر مقدار میانگین کربن دی‌اکسید در هواکره، میزان بالا آمدن سطح آب دریاها، تغییر میانگین دمای کرهٔ زمین و میانگین مساحت سطح برف در نیمکرهٔ شمالی را نشان می‌دهند.



نمودار (۱)



● یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی‌اکسید مصرف می‌کند.

● ردپای کربن‌دی‌اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می‌شود.

● شکستن شاخهٔ درختان مانند شکستن بال فرشتگان است.
پیامبر گرامی اسلام(ص)

آیا می‌دانید

بویه‌ها تجهیزات شناوری هستند که به منظور تشخیص مسیرهای ایمن دریایی، تعیین دمای آب، سرعت و جهت وزش باد و ... در مسیرهای آبی قرار داده می‌شوند. آنها داده‌های ثبت‌شده را از طریق ارتباطات ماهواره‌ای به مراکز هواشناسی ارسال می‌کنند.

● گلخانه، گیاه یا میوه را از آسیب‌های ناشی از تغییر دما و آفت‌ها حفظ می‌کند. آیا می‌دانید نقش لایهٔ پلاستیکی در گرم نگه‌داشتن گلخانه چیست؟

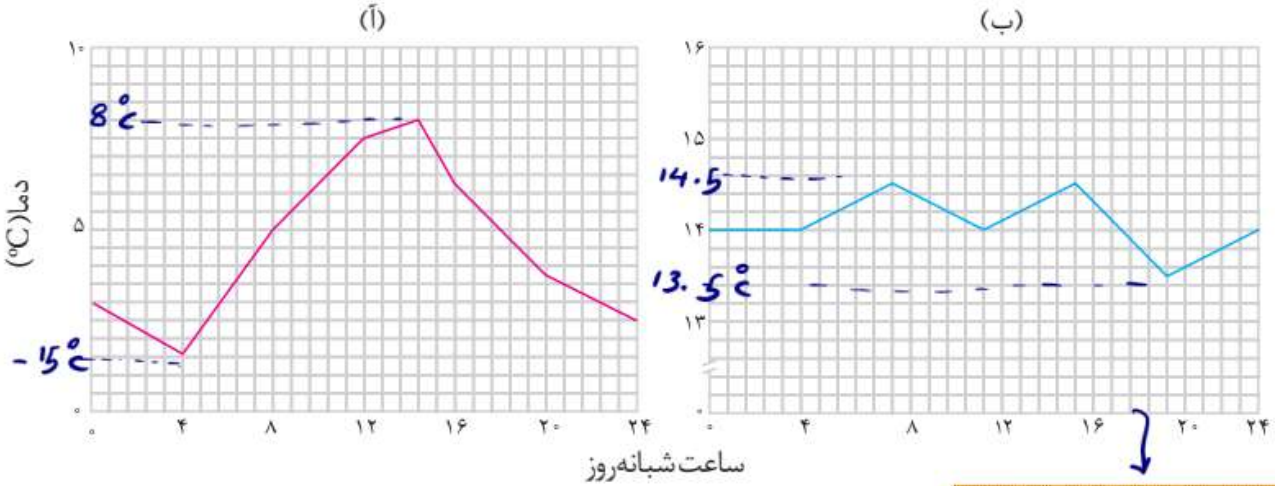
آ) توضیح دهید بین نمودار (۱) با نمودارهای (۲)، (۳) و (۴) چه ارتباطی وجود دارد؟

ب) شواهد نشان می‌دهند که فصل بهار در نیمکرهٔ شمالی زمین، نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود. علت را توضیح دهید.

● شما نیز دربارهٔ آثار گرم شدن کرهٔ زمین در شهر یا منطقهٔ محل سکونت خود با بزرگ‌ترها گفت‌وگو و اطلاعاتی در این باره جمع‌آوری و به کلاس گزارش کنید.

اثر گلخانه‌ای[1]

آیا می‌دانید گلخانه و کشت گلخانه‌ای چیست؟ گلخانه برای چه هدفی و چگونه ساخته می‌شود؟ گلخانه‌ها، زمین‌های کشاورزی ویژه‌ای هستند که دور تا دور آنها را تا ارتفاع معینی با لایه‌ای از پلاستیک‌های شفاف می‌پوشانند و در آنها گیاهان و میوه‌های گوناگونی پرورش می‌دهند. در گلخانه‌ها در چهارفصل سال به‌ویژه در زمستان، فراورده‌های کشاورزی مانند قارچ، خیار، گوجه فرنگی، توت‌فرنگی و... کشت می‌شود (نمودار ۱).



نمودار ۱ـ تغییر دمای یک گلخانه را در یک روز زمستانی نشان می‌دهد. کدام منحنی مربوط به درون و کدام‌یک به بیرون گلخانه مربوط است؟ چرا؟

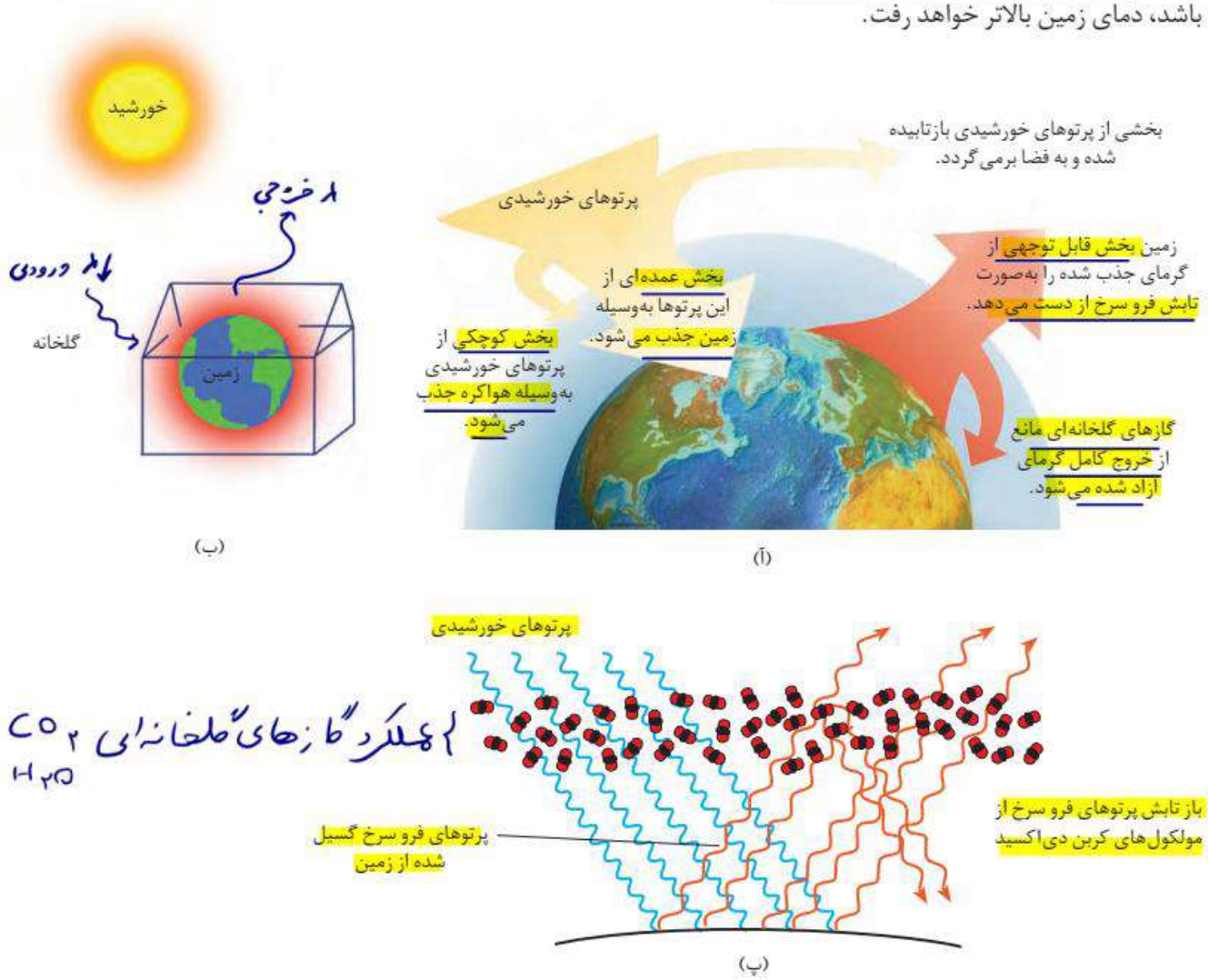
تغییرات دمای درون گلخانه حدود ۱۰°c کمتر است ولی میانگین دما بالاتره، نه؟

نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های آن برخورد می‌کند و تنها بخشی از آن به سطح زمین می‌رسد. از این‌رو، زمین گرم می‌شود و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل شده، کمتر و طول موج آنها بلندتر است (شکل ۲۰). اکنون می‌توانید توضیح دهید چگونه لایهٔ پلاستیکی سبب گرم شدن گلخانه می‌شود. همان‌طورکه دریافتید کرهٔ زمین با لایه‌ای از گازها به‌نام هواکره احاطه شده است.

هواکره (اوزون) غلظ

این لایه برای زمین همانند لایهٔ پلاستیکی برای گلخانه است و سبب گرم شدن کرهٔ زمین می‌شود، به‌طوری که اگر این لایه وجود نداشت میانگین دمای کرهٔ زمین به $-18^{\circ}C$ کاهش می‌یافت.

با این توصیف پرتوهای خورشیدی پس از برخورد به زمین دوباره با طول موج‌های بلندتر به هواکره برمی‌گردند، اما برخی گازهای موجود در هواکره مانند CO_2، H_2O و... مانع از خروج آنها می‌شوند و بدین‌ترتیب زمین را گرم‌تر می‌کنند. هرچه مقدار این گازها در هواکره بیشتر باشد، دمای زمین بالاتر خواهد رفت.



شکل۲۰ـ رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی، آ) نمایی از گرمای جذب و بازتاب شده به‌وسیله زمین، ب) مقایسهٔ هواکرهٔ زمین و لایهٔ محافظ گلخانه و پ) عملکرد مولکول‌های CO_2 در برابر تابش خورشیدی

شیمی سبز، راهی برای محافظت از هوا کره

شیمی سبز شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمی‌دان‌ها در جستجوی فرایندها و فراورده‌هایی هستند که به کمک آنها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم‌زمان از طبیعت محافظت کرد. در این راستا بایستی تولید و مصرف مواد شیمیایی را که ردپاهای سنگینی روی کرهٔ زمین برجای می‌گذارند، کاهش داد یا متوقف کرد.

تولید سوخت سبز

سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به‌دست می‌آید. این مواد زیست تخریب‌پذیرند، ازاین رو به‌وسیلهٔ جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند.

اتانول و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از این نوع سوخت‌ها هستند.

مزارع سویا در کشور استرالیا که برای تولید سوخت سبز زیر کشت می‌روند.

شیمی

تبدیل CO_2 به مواد معدنی

(فیلتر کردن با مواد معدنی)

برای این منظور کربن‌دی‌اکسید تولید شده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید واکنش می‌دهند.

آهک

$$CO_2(g) + CaO(s) \longrightarrow CaCO_3(s)$$ گچ

$$CO_2(g) + MgO(s) \longrightarrow MgCO_3(s)$$

املی هم

آیا می‌دانید

شرکت‌های بزرگ خودروسازی در دنیا با بهره‌گیری از دانش علوم پایه و مهندسی، کربن‌دی‌اکسید تولید شده از خودروها را به ازای طی یک کیلومتر از ۱۶۵ گرم به ۱۳۰ گرم کاهش داده‌اند. آنها در تلاش‌اند تا این مقدار را به ۱۰۵ گرم کاهش دهند. امید است متخصصان کشور ما نیز با تکیه بر دانش و فناوری بتوانند به موفقیت‌های خوبی در این زمینه دست‌یابند.

تولید پلاستیک‌های سبز

پلاستیک‌های سبز (زیست‌تخریب‌پذیر)، پلیمرهایی هستند که بر پایهٔ مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ساختار آنها اکسیژن نیز وجود دارد. این پلاستیک در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شوند و به طبیعت باز می‌گردند.

دفن کردن کربن دی‌اکسید

کربن‌دی‌اکسید را می‌توان به جای رها کردن در هواکره در مکان‌های عمیق و امن در زیر زمین ذخیره و نگهداری کرد. سنگ‌های متخلخل در زیر زمین، میدان‌های قدیمی گاز و چاه‌های قدیمی نفت که خالی از این مواد هستند، جاهای مناسبی برای دفن این گاز هستند.

راه‌های پیشنهادی گوناگون محافظت از هواکره. هر یک از راه‌های پیشنهادی چه مزایا، معایب و مشکلاتی دارند؟

سبز

تولید خودرو و سوخت با کیفیت بسیار خوب

با این توصیف:

آ) توضیح دهید چرا برخی از کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی می‌کنند؟

ب) چرا برخی از کشورها در پی تولید پلاستیک‌های زیست‌تخریب پذیرند در حالی که قیمت تمام شدهٔ تولید پلاستیک‌ها با پایهٔ نفتی در کارخانه کم است؟

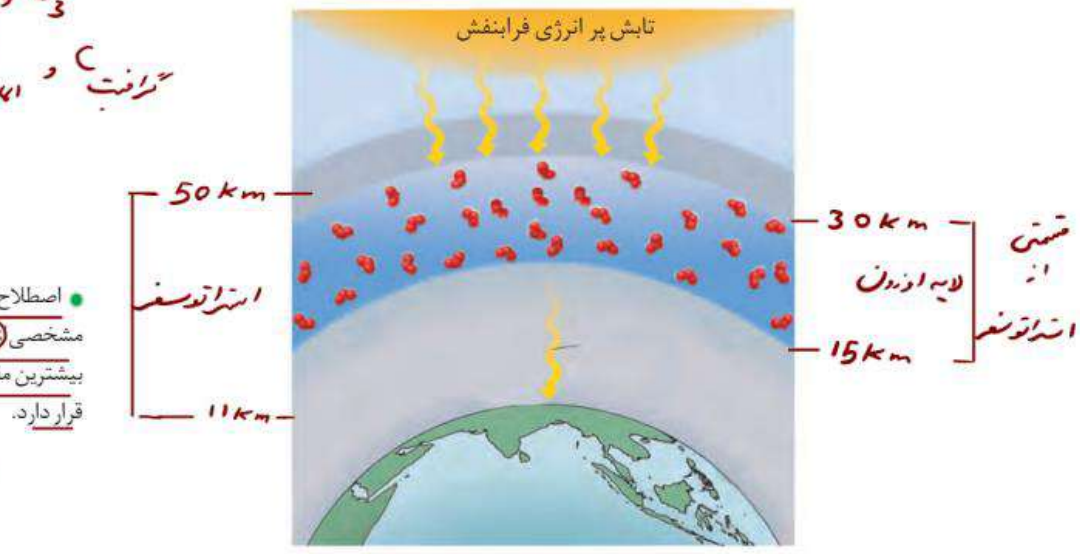
پ) توضیح دهید چرا طراحان و متخصصان در شرکت‌های بزرگ تولید خودرو و هواپیما، هزینه‌های هنگفتی صرف می‌کنند تا موتورهایی با انتشار کمترین مقدار CO_2 بسازند؟

● **توسعهٔ پایدار**[1] یعنی اینکه در تولید هر فراورده، همهٔ هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی[4] آن در نظر گرفته شود.

اوزون، دگر شکلی از اکسیژن در هواکره

بررسی‌ها نشان می‌دهد که عنصر اکسیژن به شکل دیگری نیز در هواکره یافت می‌شود که به اوزون شهرت دارد. اوزون، گازی با مولکول‌های سه اتمی در لایه‌های بالایی هواکره (استراتوسفر) مانند پوششی کرهٔ زمین را احاطه کرده، هر چند که مقدار آن در هواکره ناچیز است (شکل ۲۱).

● **دگر شکل** (آلوتروپ)[2] به هر یک از شکل‌های مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می‌شود.



● اصطلاح **لایهٔ اوزون**[3] به منطقهٔ مشخصی از استراتوسفر می‌گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد.

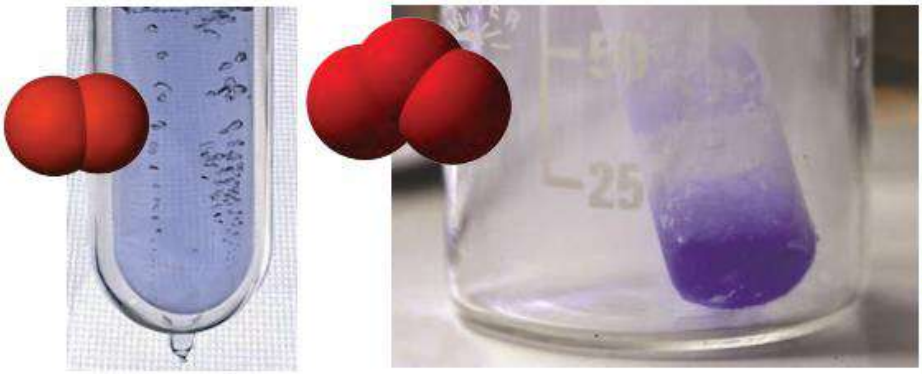
شکل ۲۱ـ مولکول‌های اوزون مانع ورود بخش عمده‌ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شود تا موجودات زنده از آثار زیانبار این تابش در امان بمانند.

خود را بیازمایید

با توجه به دگر شکل‌های اکسیژن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

آ) ساختار لوویس هر یک را رسم کنید.

ب) با توجه به شکل و جدول زیر خواص فیزیکی آنها را مقایسه کنید.



نام دگر شکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش(°C)
اکسیژن	O_2	۳۲	-۱۸۳
اوزون	O_3	۴۸	-۱۱۲

پ) در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود. آیا از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که اوزون از اکسیژن واکنش‌پذیرتر است؟ چرا؟

ت) توضیح دهید آیا تفاوت رفتار این دو ماده را می‌توان به این موضوع نسبت داد که:

«ساختار هر ماده، تعیین کنندهٔ خواص و رفتار آن است.»

همان‌طور که دیدید در مولکول اوزون سه پیوند اشتراکی وجود دارد. هنگامی که تابش پرانرژی فرابنفش به این مولکول می‌رسد، پیوند اشتراکی بین دوتا از اتم‌های اکسیژن می‌شکند و مولکول اوزون به یک اتم اکسیژن و یک مولکول اکسیژن تبدیل می‌شود.

ذره‌های تولید شده می‌توانند دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول اوزون را تولید کنند اما در این واکنش، مقداری انرژی به‌شکل تابش فروسرخ آزاد می‌شود.

مهم

$$UV + O_3 \longrightarrow O_2 + O$$
$$O_2 + O \longrightarrow O_3 + IR$$
$$(E\uparrow, \lambda\downarrow)UV \longrightarrow IR\,(E\downarrow, \lambda\uparrow)$$

با تکرار پیوستهٔ این دو واکنش، لایهٔ اوزون بخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب می‌کند و تابش‌های کم انرژی تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌دارد.

با هم بیندیشیم

● در باتری‌های قابل شارژ، واکنش‌های شیمیایی برگشت‌پذیر رخ می‌دهد.

مجموعه واکنش‌های لایهٔ اوزون را می‌توان با معادلهٔ زیر نمایش داد:

$$3O_2(g) \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2O_3(g)$$

اگر فقط (۱) انجام شود همه جهان را نابود می‌کند

اگر فقط (۲) انجام شود اکسیژن مورد نیاز حیات نابود

آ) شیمی‌دان‌ها به واکنش در جهت (۱)، **واکنش رفت**[1] و به واکنش در جهت (۲)، **واکنش برگشت**[2] می‌گویند. اگر در لایهٔ اوزون تنها واکنش (۱) یا (۲) انجام شود، چه فاجعه‌ای رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

ب) واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن برگشت‌پذیر است. با این توصیف، واکنش **برگشت‌پذیر**[3] و **برگشت ناپذیر**[4] را تعریف و چند مثال از آنها در زندگی بیان کنید.

پ) با توجه به برگشت‌پذیری واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن، نقش محافظتی و ثابت ماندن مقدار اوزون را در لایهٔ استراتوسفر توضیح دهید.

اوزون سمی

جالب است بدانید که اوزون در لایهٔ تروپوسفر نیز یافت می‌شود. از آنجا که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است، این ماده، آلاینده‌ای سمی و خطرناک به‌شمار می‌آید به‌طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود. 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 می‌آید؟

گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازندهٔ هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به‌طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد. تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شوند (شکل ۲۲).

مرحله ۱ (در اثر رعد و برق یا دمای بالای موتور): $N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$

مرحله ۲: $2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$

شکل ۲۲ـ جایی که رعد و برق ایجاد شده، دما به اندازه‌ای بالاست که اکسیدهای نیتروژن تشکیل می‌شوند.

خلاصه

$N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{رعد و برق}} 2NO$

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

$NO_2 + O_2 \xrightarrow[\text{فرابنفش}]{\text{نور}} NO + O_3$

اوزون

از سوی دیگر در هوای آلودهٔ 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 به‌وجود می‌آیند. از آنجا که گاز نیتروژن دی‌اکسید به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلوده کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود (شکل ۲۳). در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می‌دهد و مقداری گاز اوزون تولید می‌گردد. این اوزون، همان **اوزون تروپوسفری** است.

رعد و برق غلظ

$$NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + O_3(g)$$

شکل ۲۳ـ نمایی از هوای آلودهٔ شهر تهران

برای شناخت بهتر هواکره و یافتن راه حل‌های مناسب برای محافظت از آن باید رفتار و ویژگی‌های ذره‌های سازندهٔ هوا کره و واکنش میان آنها را به خوبی مطالعه کرد.

گـــاز CO_2 اثرگلـــخانه ای

اثرات گاز کربن دی اکسید	راه های کاهش مقدار کربن دی اکسید
افزایش دمای میانگین کره زمین	جایگزینی سوخت های فسیلی ← انرژی خورشیدی، بادو...
ذوب شدن یخ های قطبی، بالا آمدن سطح آب دریاها	کاشت و مراقبت از درختان ← فوتوسنتز CO_2
تغییرفصول(در نیم کره شمالی نسبت به ۵۰ سال گذشته بهار یک هفته زودتر شروع می شود.	تغییرعادت های مصرف انرژی ← وسایل عمومی ، دوچرخه وپیاده روی
تحول صنعتی (افزایش مصرف سوخت های فسیلی جهت تولید انرژی الکتریکی)	افزایش بازده مصرف ماشین ها
تغییرسبک زندگی (استفاده بیشترازوسایل برقی، ماشین ها و هواپیماها)← افزایش رد پای CO_2	استفاده از ایده های شیمی سبز← استفاده ازسوخت هیدروژن

ردپـــای CO_2: مقدار CO_2 که هرانسان تولید می کند، به عبارت دیگر هر فرایندی که منجر به تولید CO_2 می کند، از خود ردپای CO_2 به جای می گذارد.

شیـــمی ســـبز: شاخه ای از شیمی است که در آن شیمی دان ها در جستجوی فرآیندها و فرآورده ها هستند که کیفیت زندگی افزایش یابد و هم زمان از طبیعت محافظت شود.

۱– ســـوخت ســـبز:

♣ سوختی که دارای H , C, O دارد. ♣ ازپسماند های گیاهی مانند شاخ وبرگ گیاه سویا، نیشکر و دانه های روغنی

♣ به وسیله جانداران ذره بینی به مواد ساده ترتجزیه می شود.(زیست تخریب پذیر) ♣ مثال : اتانول و روغن گیاهی

۲–تبدیل CO_2 به مواد معدنی:

در نیروگاه ها وکارخانه های صنعتی با استفاده از واکنش های زیر مانع ورود CO_2 به هوا می شود.

$CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$ کلسیم کربنات

$CO_2 + MgO \rightarrow MgCO_3$ منیزیم کربنات

۳– پلاستیک سبز(زیست تخریب پذیر)

در ساختار این پلاستیک ها اکسیژن وجود دارد و در مدت زمان کوتاهی تجزیه می شوند.

پلاستیک سبز ← زیست تخریب پذیر ← برپایه مواد گیاهی مانند نشاسته

۴– دفن کردن CO_2: می توان به جای رها کردن CO_2 آن را در مکان های امن مانند میدان های قدیمی گاز و چاه های قدیمی نفت دارای سنگ های متخلخل هستند، دفن و نگهداری کرد.

۵– تولید خودرو وسوخت سبز: تولید خودرو با کیفیت بسیار خوب و سوخت بسیار خوب

اثر گلـخانه ای

سرنوشت نور خورشید

۱- بخش عمده آن به سطح زمین رسیده باعث گرم شدن آن می شود.

۲- بخشی از آن در فضا باز تابیده می شود.

۳- بخش کوچکی از آن بوسیله مولکول های هواجذب می شود.

***اثر گلـخانه ای:**

بخش عمده نورخورشیدکه انرژی زیاد داردبه زمین می رسد ← زمین گرم می شود و امواج گرمایی با انرژی کمتر گسیل می کند ← امواج گرمایی که طول موج بلندتردارندبه وسیله گازهای گلخانه به زمین بازمی گردند ← به جذب امواج گرمایی به وسیله گازهای CO_2 و H_2O وبرگشت دوباره آن ها به سمت زمین اثر گلخانه ای گفته می شود.

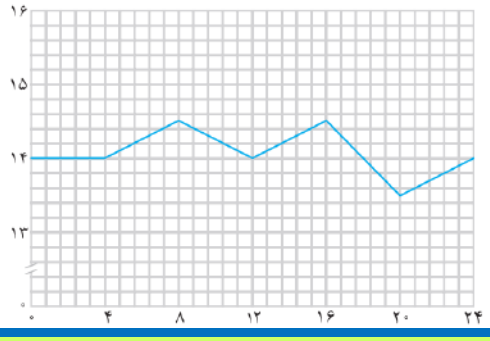
چنـد نکـته مهـم

◄ اگر اثر گلخانه ای وجود نداشت، میانگین دمای زمین به -18^oC می رسید.

◄ حدود ۶۰ درصد گرمای گسیل شده از سطح زمین از هواکره خارج و ۴۰ درصد گرما با اثرگلخانه ای دوباره به زمین باز می گردد.

◄ مشابه اثر گلخانه ای، داخل فضاهای بسته مانند گلخانه و ماشین نیز اتفاق می افتد ← لایه پلاستیکی یا شیشه نقش مشابه گازهای گلخانه ای را دارند.

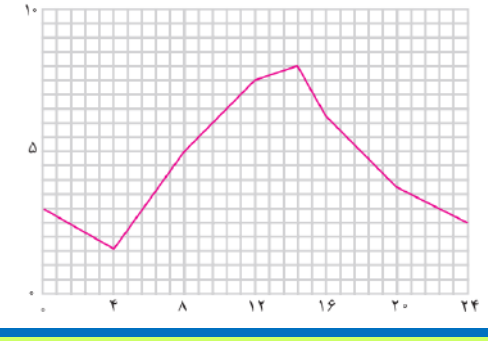
درون گلخانه



♣ اختلاف دمای شبانه روز کم (حدود ۱ درجه)

♣ دمای میانگین بالاتر(حدود ۱۴ درجه)

خارج گلخانه



♣ اختلاف دمای شبانه روز زیاد (حدود ۶ درجه)

♣ دمای میانگین پائین تر(حدود ۵درجه)

اوزون

■ اوزون دگر شکلی (آلوتروپ) از اکسیژن است.

دگرشکل: به شکل های مختلف مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می شود. مانند گرافیت و الماس یا O_2 و O_3

■ لایه اوزون به منطقه مشخص ازاستراتوسفر گفته می شود که بیشترین مقدار O_3 را دارد. (۳۰ – ۱۵کیلومتر)

■ O_2 و O_3 درحالت گازی بی رنگ ودر حالت مایع هردو رنگی (آبی متمایل به بنفش) هستند.

!!! البته O_3 مایع از O_2 مایع پر رنگ تر است.

ساختار هر ماده تعیین کننده خواص و رفتار آن است.
O_2 پیوند دوگانه دارد ولی O_3 علاوه برپیوند دوگانه، پیوند یگانه هم دارد، در نتیجه O_3 فعالتر است.

■ جرم مولی O_3 (۴۸) > O_2 (۳۲) است.

■ دمای جوش $O_3 > O_2$ است.

■ پایداری $O_2 > O_3$ است.

■ واکنش پذیری $O_3 > O_2$ است.

■ بدلیل واکنش پذیری بالا از گاز اوزون برای ضد عفونی میوه ها، سبزی ها و از بین بردن جانداران ذره بینی درون آب استفاده می شود.

■ با وجود اینکه مقدار O_3 در لایه اوزون کم است ولی همین مقدار مانع ورود تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می شود.

نحوه جذب اشعه فرابنفش بوسیله اوزون

اوزون طی یک واکنش چرخه ای (برگشت پذیر) مانع ورود اشعه فرابنفش به لایه های پائین تر جو می شود.

1) $O_3(g) + UV \rightarrow O_2(g) + O(g)$ (رادیکال)

2) $O(g) + O_2(g) \rightarrow O_3(g) + IR$ (فروسرخ)

$$O_3(g) + UV \leftrightarrow O_3(g) + IR$$

دلیل تمام نشدن مولکول های اوزون ، چرخه ای بودن فرآیند است.

واکنش ها:

۱) یکطرفه: واکنش دهنده به طور کامل به فرآورده تبدیل می شود. ($A \rightarrow B$)

مثال: سوختن ـ زنگ زدن آهن

۲) برگشت پذیر: واکنشی است که هم در جهت رفت و هم جهت برگشت انجام می شوند. ($A \leftrightarrow B$)

مثال: چرخه اوزون ـ باطری شارژی ـ فرآیند های فیزیکی (ذوب و انجماد و....)

اوزون تروپوسفری:

- اوزون ازگاز اکسیژن واکنش پذیرتر است و وجود آن در لایه تروپوسفر یک ماده سمی، آلاینده و خطرناک محسوب می شود.
- اوزون تروپوسفری باعث سوزش چشم ها و آسیب دیدن ریه ها می شود.

چگونگی تولید اوزون تروپوسفری:

مرحله ۱: در اثر رعد وبرق یا دمای بالا درون موتور ماشین ها دو واکنش زیر انجام می شود:

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$$ رادیکال

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$ رادیکال

مرحله۲: گاز NO_2 تولید شده با O_2 هوا واکنش می دهد.

$$NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow O_3(g) + NO(g)$$

$2NO_2$ گاز رنگی است و در حضور این گاز رنگ هوا به صورت قهوه ای روشن می شود.

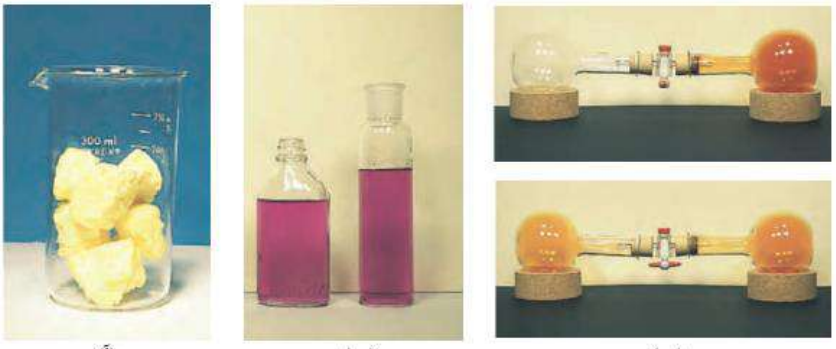
رفتار گازها

پخش شدن بوی نان تازه، گلاب و دود اسپند در فضای خانه، نشان می‌دهد که مولکول‌های یک مادهٔ گازی در هوا منتشر شده و به یاخته‌های بویایی ما رسیده است. ماده به حالت گاز شکل و حجم معینی ندارد، بلکه به شکل ظرف محتوی آن درمی‌آید و همهٔ فضای ظرف را اشغال می‌کند. از این‌رو، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است (شکل ۲۴).

● بوی گل رز و محمدی ناشی از انتشار مولکول‌های گازی از آن است.

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$



(آ) (ب) (پ)

شکل ۲۴ـ آ) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد، ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آنها درمی‌آیند و پ) به محض باز کردن شیر در لولهٔ رابط بین دو ظرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

در درس علوم دریافتید که گاز برخلاف جامد و مایع تراکم‌پذیر است. به‌طوری که اگر به یک نمونه گاز درون سرنگ یا سیلندری با پیستون روان، فشار وارد کنیم، گاز فشرده‌تر و حجم آن کمتر می‌شود (شکل ۲۵).

رابطه بین فشار و حجم

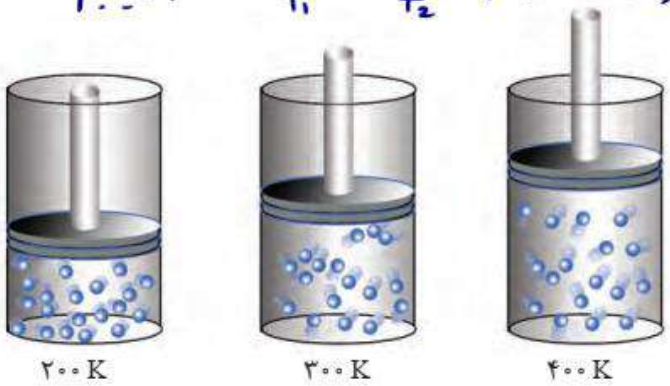
$$P \propto \frac{1}{V}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

شکل ۲۵ـ گاز بر اثر فشار متراکم می‌شود اما اگر فشار کاهش یابد، فاصله بین مولکول‌های آن افزایش می یابد.

با هم بیندیشیم

۱ـ شکل زیر یک نمونه گاز را درون سیلندری با پیستونی متحرک در دماهای گوناگون نشان می‌دهد.



آ) با افزایش دما، حجم گاز چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

ب) بین حجم یک نمونه گاز و دمای آن در فشار ثابت چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.

● قرار دادن بادکنک‌های پر شده از هوا درون نیتروژن مایع سبب می‌شود که حجم آنها به شدت کاهش یابد (چرا؟).

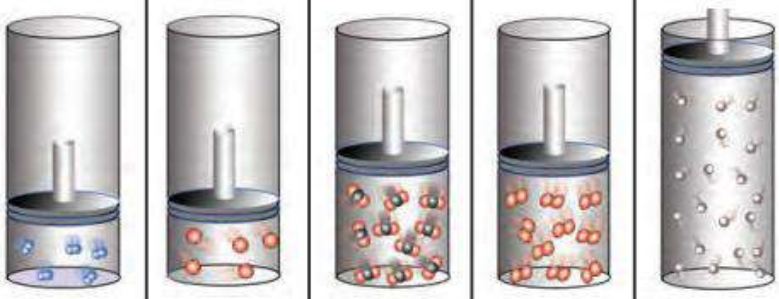
۲ـ شکل زیر دو نمونه از یک گاز را در دما و فشار ثابت نشان می‌دهد. تفاوت حجم این دو را توضیح دهید.

دریافتید که حجم یک نمونه گاز به مقدار، دما و فشار آن وابسته است. بنابراین، با تغییر هریک از این کمیت‌ها، حجم گاز تغییر می‌کند. برای یافتن رابطه بین حجم و مقدار یک نمونه گاز باید دما و فشار ثابت باشد. براساس قرارداد، شیمی‌دان‌ها دمای صفر درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر را به عنوان **شرایط استاندارد (STP)**[1] در نظر گرفته‌اند. در جدول ۲، حجم چند نمونه گاز در این شرایط نشان داده شده است.

خلاصه

● برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد؛ برای مثال ۰/۲ مول گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق مثالی از یک نمونه گاز است.

جدول ۲ـ برخی ویژگی‌های چند نمونه گاز در STP

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H_2	Ne	CO_2	O_2	He
ظرف محتوی گاز					
مول (mol)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۱/۰
حجم (L)	۵/۶	۵/۶	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
جرم (g)	۰/۵۰	۵/۰	۲۲/۰	۱۶/۰	۴/۰

• در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون باهم برابر است. این بیان نخستین بار در سال ۱۸۱۱ توسط آووگادرو ارائه و بعدها به قانون آووگادرو [۱] مشهور شد.

۲۲٫۴ غلط
فقط در STP
۲۲٫۴ است.

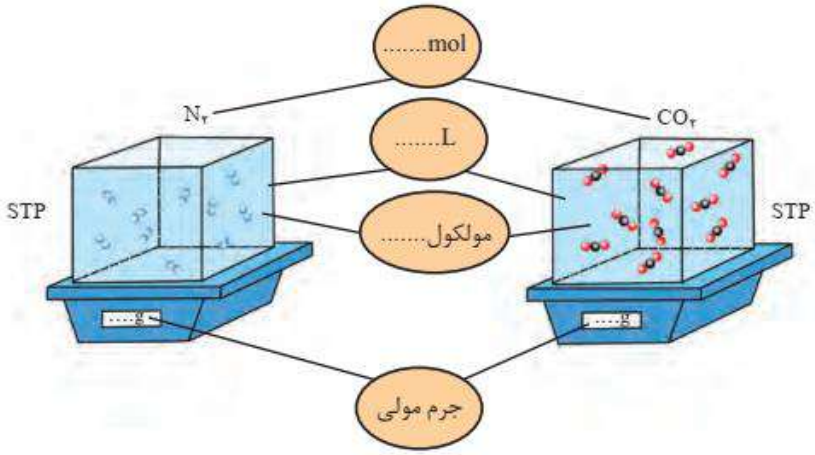
مطابق داده‌های جدول در این شرایط با افزایش شمار مول‌های هر گاز، حجم آن افزایش می‌یابد. از این‌رو حجم یک نمونه گاز با شمار مول‌های آن رابطه‌ای مستقیم دارد. طبق این رابطه حجم یک مول گاز در STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است؛ به دیگر سخن، حجم مولی گازها در STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است.

خود را بیازمایید

۱ـ هر ذره را هم‌ارز با ۰/۱ مول در نظر بگیرید و در شکل زیر جاهای خالی را پر کنید.
($O = 16/00\ g\ mol^{-1}$,$C = 12/01$,$N = 14/01$)

هم ارز مول

1mol { هم ارز جرمی = جرم مولی
هم ارز تعدادی = N_A
هم ارز حجمی = حجم مولی



۲ـ هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می‌کشد و هر بار ۰/۵ لیتر هوا به ریه‌ها وارد می‌شود.

آ) در یک شبانه روز چند لیتر هوا و چند لیتر اکسیژن وارد شش‌ها می‌شود؟

ب) چند مول اکسیژن در یک شبانه‌روز وارد شش‌ها می‌شود؟ (شرایط را STP فرض کنید).

Stoichiometry

از هر گاز چقدر؟

واکنش گازها در صنعت، اهمیت و کاربردهای بسیاری دارد به طوری که هر یک از فرایندهای تهیهٔ سولفوریک اسید و نیتریک اسید شامل چندین واکنش گازی متوالی است. یکی از این واکنش‌ها، تبدیل گاز گوگرد دی اکسید به گوگرد تری‌اکسید است.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

در معادلهٔ موازنه شدهٔ این واکنش، دو مول گاز گوگرد دی‌اکسید با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول گاز گوگرد تری اکسید تولید می‌شود؛ با این توصیف می‌توان گفت نسبت مولی اکسیژن مصرف شده به گوگرد تری اکسید تولید شده، ۱ به ۲ است؛ به دیگر سخن نسبت‌های کمّی زیر برقرار است:

$$\frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,SO_3} \quad \text{و} \quad \frac{2\,mol\,SO_3}{1\,mol\,O_2}$$

به هریک از این نسبت‌ها یک عامل (کسر) تبدیل می‌گویند که می‌توان با استفاده از آنها شمار مول‌های هر مادهٔ شرکت کننده در واکنش را از شمار مول‌های دیگری به دست آورد.

نمونهٔ حل شده

برای تولید ۸ مول گازگوگرد تری اکسید به چند مول گاز اکسیژن نیاز است؟

پاسخ:

$$?\,mol\,O_2 = 8\,mol\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,SO_3} = 4\,mol\,O_2$$

به بخشی از دانش شیمی که به ارتباط کمّی میان مواد شرکت کننده (واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها) در هر واکنش می‌پردازد، **استوکیومتری**[1] **واکنش** می‌گویند. دانشی که کمک می‌کند تا شیمی‌دان‌ها و مهندسان در آزمایشگاه و صنعت با بهره‌گیری از آن، مشخص کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده به چه مقدار از هر واکنش‌دهنده نیاز است.

● به هریک از ضرایب مواد شرکت کننده در یک معادلهٔ موازنه شده، **ضریب استوکیومتری** می‌گویند.

با هم بیندیشیم

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

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{انرژی}$$

آ) بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می کند. برای مصرف این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

ب) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند لیتر گاز اکسیژن در STP است؟

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

$$\frac{1\,mol\,O_2}{22/4\,LO_2} \quad \text{و} \quad \frac{22/4\,LO_2}{1\,mol\,O_2}$$

پ) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند گرم اکسیژن است؟

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

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

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.

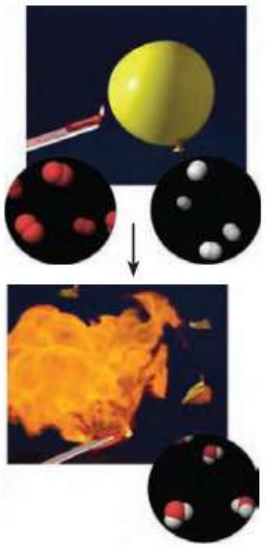
$$?\,g\,H_2O = 2/5\,mol\,C_6H_{12}O_6 \times \frac{\cdots\cdots H_2O}{1\,mol\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{\cdots\cdots H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 270\,g\,H_2O$$

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

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

تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازندهٔ هواکره بوده که در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است؛ برای نمونه مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید، منفجر می‌شود و آب تولید می کند (شکل ۲۶) اما در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه، هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد.



شکل ۲۶ـ سوختن گاز هیدروژن

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} 2H_2O(l)$$

$$H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} \text{واکنشی رخ نمی‌دهد}$$

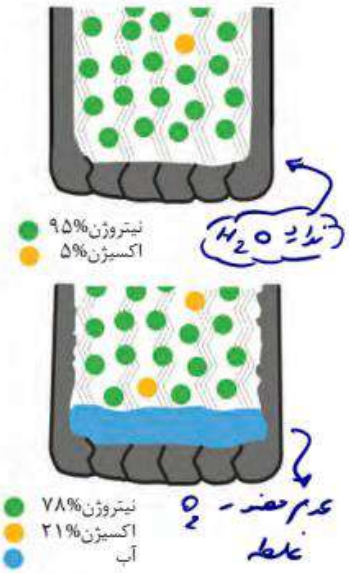
از این رو گاز نیتروژن به جوّ بی‌اثر شهرت یافته و در محیط هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به‌جای آن از گاز نیتروژن استفاده می کنند.

O_2 باعث از بین رفتن تایر می‌شود و تایر می‌پوسد.

خود را بیازمایید ... فرآیند هابر

۱ـ شاید دیده باشید که برای پر کردن و تنظیم باد تایر خودرو به جای هوا مطابق شکل روبه‌رو از گازنیتروژن استفاده می کنند. توضیح دهید استفاده از این گاز به‌جای هوا چه فایده‌ای دارد؟

۲ـ گاز نیتروژن دارای مولکول‌های دو اتمی است. ساختار لوویس مولکول آن را رسم کنید.



هر چند گاز نیتروژن واکنش پذیری ناچیزی دارد، اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می کنند که آمونیاک یکی از مهم‌ترین آنهاست. اکنون این پرسش مطرح است که از نیتروژن با واکنش پذیری ناچیز، چگونه شیمی‌دان‌ها آمونیاک و ترکیب‌های دیگر را تهیه می کنند. یافتن پاسخ این پرسش به اندازه‌ای اهمیت داشت که دانشمندی به نام **فریتس هابر** در سال ۱۹۱۸ میلادی به دلیل تهیهٔ آمونیاک از گازهای H_2 و N_2، برندهٔ جایزهٔ نوبل شیمی شد. هابر واکنش زیر را مبنای پژوهش‌های خود قرار داد:

کم

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2NH_3(g)$$

بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود، به‌طوری که:

① • واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد.

هابر واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن را بارها در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا بتواند شرایط بهینه آن را پیدا کند. سرانجام دریافت که اگر مخلوط این گازها از روی یک ورقهٔ آهنی (کاتالیزگر) در دما و فشار مناسب عبور داده شود با انجام واکنش، مقدار قابل توجهی آمونیاک تولید می‌شود؛اما همهٔ واکنش دهنده‌ها به فراورده 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:

② • چگونه می‌توان فراوردهٔ واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد.

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

نمودار ۲ـ نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

ماده	نقطه جوش(°C)
H_2	-۲۵۳
N_2	-۱۹۶
NH_3	-۳۳

دما ↓ -۳۳ -۱۹۶ -۲۵۳ سردکردن

زودتر مایع شدن گازها : $NH_3 > N_2 > H_2$

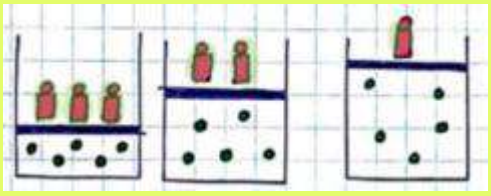
رفتار گازها

♣ سرعت، تنوع حرکت مولکول ها، حجم و فاصله بین مولکولی در گاز > مایع > جامد است.
♣ میزان جاذبه در جامد > مایع > گاز است.
♣ برخلاف جامد ها و مایع ها، گازها تراکم پذیرند.

قوانین گازها

برای توصیف یک نمونه گاز باید ۱- دما ۲- فشار ۳- حجم ۴- مقدار آن را بیان کنیم.
قانون گازها ارتباط بین این کمیت ها را بررسی می کند.

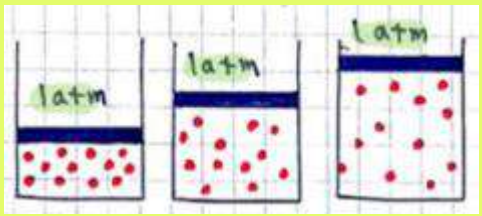
۱- قانون فشار ـ حجم :



در دما و مقدارمول ثابت، حجم گاز با فشار رابطه عکس دارد. $P \alpha \frac{1}{V}$

$$P_1V_1 = P_2V_2 = \ldots.$$ دردما و مول ثابت

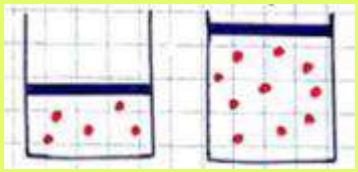
۲- قانون دما ـ حجم :



در فشار و مول ثابت، دما با حجم گاز رابطه مستقیم دارد. $V \alpha T$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}\ldots.$$ درفشار و مول ثابت

۳-قانون مقدارمول گاز ـ حجم :



در دما و فشار ثابت، حجم گاز با مقدار مول آن رابطه مستقیم دارد.

$$V \alpha n \rightarrow \frac{V}{n} = \text{عدد ثابت}$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}\ldots.$$ دردما و فشار ثابت

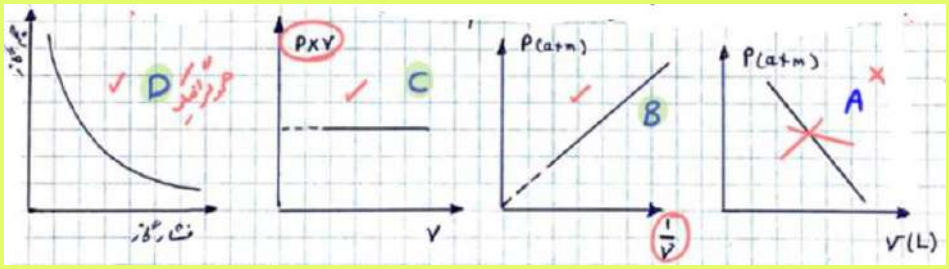
۴- ادغام قانون ها:

$$\frac{PV}{nT} = \text{ثابت گازها} \rightarrow \frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} = \ldots$$

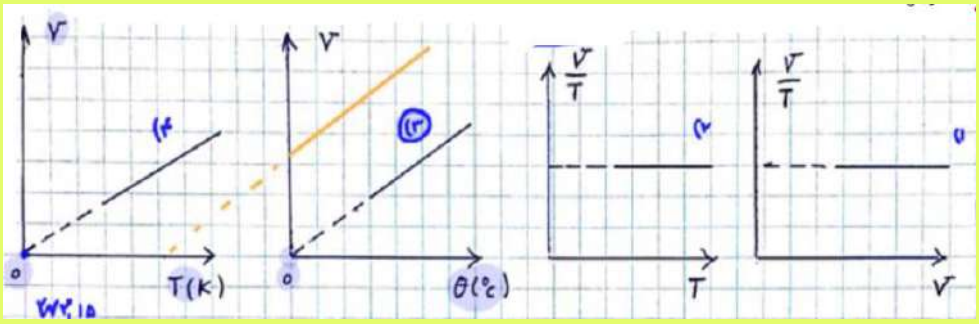
$$PV = nRT \rightarrow R = 0/082\ L.ATM/MOL.K$$

هریک از نمودارهای زیر را بررسی نمائید.

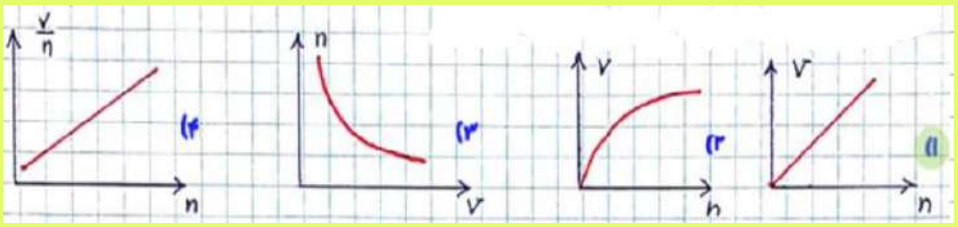
♣ نمودار ۱:



♣ نمودار ۲:



♣ نمودار ۲:



تهیه آمونیاک به روش هابر

۱– از کلمات داخل پرانتز انتخاب کنید.

آ) در دما و فشار اتاق در مخلوطی از گازهای (**نیتروژن ــ اکسیژن**) و هیدروژن در حضور جرقه هیچ واکنشی رخ نمی دهد.

ب) مناسب ترین دما برای انجام واکنش هابر، دمای ($723K$ ــ $450K$) است.

ت) در فرآیند تولید آمونیاک به روش هابر (**همه ــ بخشی**) از واکنش دهنده ها به فرآورده تبدیل می شوند.زیرا این واکنش (**برگشت پذیر ــ برگشت ناپذیر**) است.

ث) اگر مخلوط گازهای N_2 ، H_2 و NH_3 را سرد کنیم، گازی که به حالت مایع در می آید، (NH_3 ــ N_2) است.

۲– دو چالش بزرگ هابر برای تهیه آمونیاک چه بود؟ او برای رفع هریک از این چالش ها چه راه حلی را پیشنهاد کرد؟

۳–درست و نادرست بودن عبارت های زیر را بررسی کنید.

آ) فریتس هابر یکی از ایجاد شرایط بهینه را استفاده از کاتالیزگر ورقه آهنی می دانست. درست ☺ نادرست ☺

ب) فریتس هابر به دلیل آنکه توانست گاز هیدروژن و نیتروژن را با یکدیگر واکنش دهد، برنده جایزه نوبل شد. درست ☺ نادرست ☺

پ) در روش پیشنهادی هابر به منظور جداسازی آمونیاک گازهای N_2 و H_2 که واکنش نداده اند را از محفظه واکنش خارج می کنند. درست ☺ نادرست ☺

ت) کشاورزان آمونیاک را به عنوان کود شیمیایی نیتروژن دار به طور مستقیم به خاک تزریق می کنند. درست ☺ نادرست ☺

ث) چون نقطه جوش آمونیاک پائین تر از گازهای N_2 و H_2 بود، هابر از این موضوع برای جداسازی آمونیاک از این دو گاز استفاده کرد. درست ☺ نادرست ☺

ج) شرایط بهینه ی تولید آمونیاک به روش هابر دمای $450^{\circ}C$ وفشار $250atm$ و استفاده از کاتالیزگر ورقه آهنی بود. درست ☺ نادرست ☺

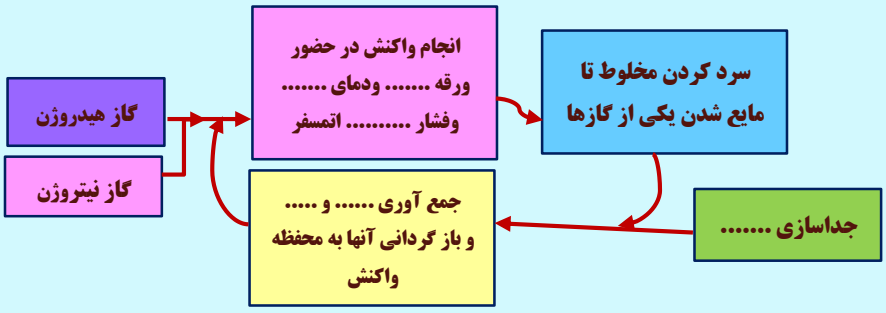
۴– اگر فرض کنیم واکنش تولید آمونیاک به روش هابر برگشت پذیر نباشد، آنگاه به پرسش های زیر پاسخ دهید.

آ) برای تهیه ی ۶۸ تن آمونیاک مایع به چند مول گاز هیدرون و چند لیتر گاز نیتروژن در شرایط **STP** نیاز داریم؟

ب) از واکنش ۲۸۰۰ لیتر گاز نیتروژن با مقدار کافی گاز هیدروژن در شرایط ***STP*** چند کیلو گرم آمونیاک به دست می آید؟

پ) با ۲۰۰ مول گاز نیتروژن چند گرم آمونیاک می توان تهیه کرد؟

۵– نمودار زیر را کامل کنید.



اسـتوکـیومـتری

۱- براثر واکنش ۱۶۲ گرم فلز (Al) با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید (HCl) طبق واکنش زیر چند میلی لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید می شود؟($Al = 27\ g.mol^{-1}$)

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$$

۲- معادله ی واکنش زیر را موازنه کرده و با توجه به آن ، به پرسش های زیر پاسخ دهید .

$$C_6H_{12}O_{6\,(aq)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + H_2O_{\,(l)}$$

آ) برای اکسایش کامل **۱/۵** مول گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) به چند مول گاز اکسیژن (O_2) نیاز است ؟

ب) در این واکنش به ازای تولید **۱۱** گرم گازکربن دی اکسید (CO_2) چند گرم آب تولید می شود ؟

$(C = 12\ ,O = 16\ ,H = 1\ g.mol^{-1})$

۳-آ)طبق واکنش داده شده، برای تولید ۸ گرم گاز SO_3 به چندگرم گاز اکسیژن نیاز است؟

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\qquad$ S=32 , O=16 g/mol

ب)بادکنکی شامل ۲ مول گاز هلیوم:

۱) در شرایط STP چند لیتر حجم خواهد داشت ؟

۲) در داخل بادکنک چه تعداد اتم هلیوم وجود دارد ؟

۴- در واکنش ۶ مول گاز نیتروژن دی اکسید با آب، چند میلی لیتر گاز در شرایط STP تولید خواهد شد؟

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$$

۵–در واکنش $2KClO_{3(s)} \rightarrow 2KCl_{(s)}+3O_{2(g)}$ اگر ۲۴۵ گرم $KClO_3$ تجزیه شود.

جرم مولی مورد نیاز : $K=39$ و $Cl=35/5$ و $O=16$

الف) محاسبه کنید چند لیترگاز اکسیژن در شرایط S.T.P تولید می شود؟

ب) چند مول پتاسیم کلرید تولید خواهد شد؟

۶– درشرایطی که حجم مولی گازها برابر ۳۰ لیترباشد، از تجزیه ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات طبق معادله زیر، چند میلی لیتر گاز در این شرایط تولید خواهد شد؟ ($KNO_3 = 101\ g.mol^{-1}$)

$$2KNO_3(s) \longrightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$$

۷–مقدار ۹۰ گرم گلوکز برای سوختن کامل طبق واکنش زیر به چند گرم اکسیژن نیاز دارد ؟

($C=12$; $H=1$; $O=16$ $g.mol^{-1}$)

$$C_6H_{12}O_{6\ (aq)} + 6\ O_{2\ (g)} \rightarrow 6\ CO_{2\ (g)} + 6\ H_2O_{\ (g)}$$

۸–اگر از واکنش تجزیه ۶۸/۴ گرم آلومینیوم سولفات مقدار X گرم آلومینیم اکسید تولید شده باشد ؟

($Al = 27\ g.mol^{-1}$) $Al_2(SO_4)_{3\ (s)} \longrightarrow Al_2O_{3\ (s)} + 3SO_{3\ (g)}$

آ) مقدار X بر حسب مول را به دست آورید .

ب) چند لیتر گاز در شرایط استاندارد آزاد شده است؟

۹– طبق واکنش داده شده ، برای تولید ۸ گرم گاز SO_3 به چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد نیاز است ؟

$$2\ SO_{2\ (g)} + O_{2\ (g)} \rightarrow 2\ SO_{3\ (g)}$$

۱۰– اگر ۲۳ گرم از اکسیدی به فرمول NO_m در شرایط STP حجمی برابر ۱۱/۲ لیتر اشغال کند، m را بدست بیاورید.

($N = 14$ و $O = 16 g/mol$)

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ در هریک از واکنش‌های زیر نخست نام مواد شرکت‌کننده را بنویسید و سپس آن را موازنه کنید.

آ) $Si + Cl_2 \longrightarrow SiCl_4$

ب) $H_2S + O_2 \longrightarrow SO_2 + H_2O$

پ) $Al + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + Fe$

ت) $NH_3 + O_2 \longrightarrow NO + H_2O$

ث) $CaCl_2 + NaF \longrightarrow NaCl + CaF_2$

۲ـ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش تولید آمونیاک به‌صورت زیر است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

آ) برای تهیهٔ 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؟

۳ـ 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:

$$2C_{57}H_{110}O_6(s) + 163O_2(g) \longrightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l)$$

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

۴ـ آ) جدول زیر را کامل کنید.

نام گاز	نماد یا فرمول شیمیایی	میزان واکنش‌پذیری در دما و فشار اتاق	آرایش الکترون ـ نقطه‌ای	قیمت هر لیتر (ریال)	آلاینده یا غیرآلاینده
آرگون				۱۹۲	
اکسیژن				۳۵	
متان				۳	
کربن دی‌اکسید				۱۳	
نیتروژن				۷۱	

ب) استفاده از کدام گاز در بسته‌بندی خوراکی مناسب‌تر است؟ چرا؟

۵ـ گاز شهری به‌طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به‌صورت ناقص می‌سوزد و بخار آب، کربن‌مونوکسید، نور و گرما تولید می‌کند.

آ) معادلهٔ 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؟

۶ـ در برخی کشورها از اتانول (C_2H_5OH) به‌عنوان سوخت سبز به‌جای سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود.

آ) معادلهٔ واکنش سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنه کنید.

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

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

برچسب آلایندگی خودرو	گسترهٔ انتشار گاز کربن دی‌اکسید (گرم) به‌ازای طی یک کیلومتر
A	کمتر از ۱۲۰
B	۱۲۰ـ۱۴۰
C	۱۴۰ـ۱۵۵
D	۱۵۵ـ۱۷۰
E	۱۷۰ـ۱۹۰
F	۱۹۰ـ۲۲۵
G	بیشتر از ۲۲۵

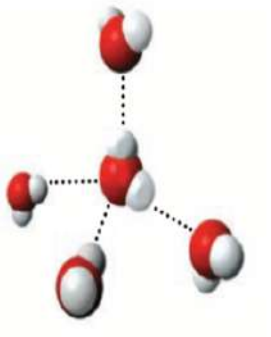
آ) نوعی خودرو در این کشور به‌ازای طی یک کیلومتر، ۱۰۵ گرم گاز کربن‌دی‌اکسید منتشر می‌کند. برچسب این خودرو را تعیین کنید.

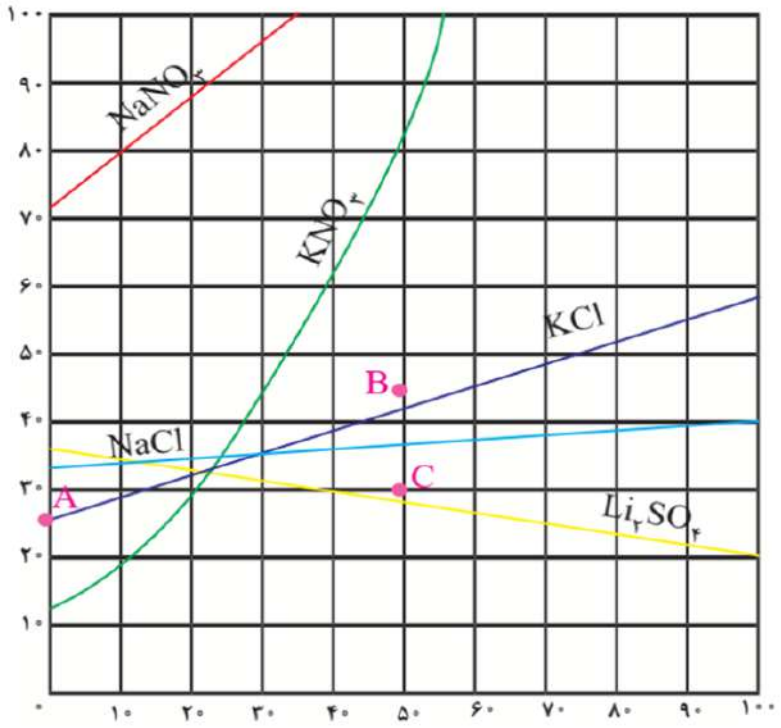
ب) هر خودرو به‌طور میانگین سالانه مسافتی حدود ۱۸۰۰۰ کیلومتر طی می‌کند. حساب کنید سالانه چند کیلوگرم گاز کربن‌دی‌اکسید بر اثر استفاده از هر خودرو وارد هواکره می‌شود؟

پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعهٔ پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می‌کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز کربن دی‌اکسید 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 به‌ازای تولید هر صد کیلوگرم CO_2 اضافی دو یورو مالیات متغیر می‌پردازد.)

Shimi 1

Chapter 3





Lashkari

09190090032

«أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ» آیهٔ ۶۸، سورهٔ واقعه

آیا به آبی که می‌نوشید، اندیشیده‌اید؟

سیاره ما با جوّی سرشار از اکسیژن و سطحی پوشیده از آب فراوان همانند سفینه‌ای مجهز و بسیار بزرگ است. سفینه‌ای که میلیاردها مسافر خود را با منابع عظیم آب و آذوقه که در سرتاسر آن گسترده شده است، رایگان به سفر آفاق می‌برد. این مروارید آبی در سامانهٔ خورشیدی، امن‌ترین جا برای زندگی ما و دیگر جانداران و نیز پهناورترین زیستگاه برای آبزیان به شمار می‌رود. در این سیارهٔ آبی رنگ یکی از زیباترین جلوه‌های آفرینش، آب است. آبی که با گذر از هر راهی در زمین از روی هزاران هزار سنگ و سنگریزه بی‌هیچ مِنّتی همراهانی را با خود تا دور دست می‌برد و در گذر پر پیچ و خم خود به هر جا، حتی درون یاخته‌های موجودات زنده نیز راه می‌یابد.

با اینکه آب در جای‌جای گیتی، نماد زندگی است، اما امروزه این واژه یک زنگ خطر و بیدار باش برای اصلاح رفتار ما در راستای حفظ و مصرف بهینه از منابع آن است.

زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است؛ به گونه‌ای که جرم کل آب‌های روی کرهٔ زمین در حدود $۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}$ تن برآورد می‌شود (شکل ۱). بخش عمدهٔ این آب در اقیانوس‌ها و دریاها توزیع شده است، به‌گونه‌ای که اگر کرهٔ زمین را مسطح در نظر بگیریم آب، همهٔ سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر می‌پوشاند.

آب اقیانوس‌ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است. برآوردها نشان می‌دهند که ۵×۱۰^{۱۶} تن نمک در آب اقیانوس‌ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ کره نیز وارد آب کره می‌شوند. از آنجا که جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شوند.

کرهٔ زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره است (شکل ۲).

شکل ۲- زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست و بخش‌های گوناگون آن با یکدیگر برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند.

درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شود؛ برای نمونه سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می‌شود و به‌صورت بارش در آب کره یا سنگ کره فرود می‌آید. جانداران آبزی سالانه میلیاردها تن کربن‌دی‌اکسید را وارد هواکره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می‌کنند. فعالیت‌های آتشفشانی سبب می‌شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار وارد هواکره شوند. لاشهٔ جانوران و گیاهان بر اثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک‌تری وارد آب کره، هواکره یا سنگ کره می‌شوند. همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب‌های کربن‌دار را وارد بخش‌های گوناگون کرهٔ زمین می‌کنند.

خود را بیازمایید

۱ـ در مورد مواد موجود در آب دریا به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

آ) چند نمونه از این مواد را نام ببرید.

ب) این مواد از کجا می‌آیند؟ توضیح دهید.

۲ـ این عبارت را که «**زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست**» توضیح دهید.

۳ـ در جدول زیر نام، نماد شیمیایی و مقدار برخی یون‌های حل شده در آب دریا نشان داده شده است.

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد یون	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

آ) کاتیون عنصرهای کدام گروه‌های جدول دوره‌ای در آب دریا وجود دارند؟

ب) مقدار کدام آنیون در آب دریا از دیگر آنیون‌ها بیشتر است؟

پ) مقدار کدام کاتیون در آب دریا از دیگر کاتیون‌ها بیشتر است؟

ت) وجود انواع یون‌ها در آب دریا به دلیل انحلال نمک‌های گوناگون در آن است. نام و فرمول چند ترکیب شیمیایی دوتایی را بنویسید که انحلال آنها باعث ورود یون‌های کلرید و سدیم در آب دریا می‌شود.

۴ـ اگرچه ۷۵ درصد سطح زمین را آب پوشانده است، اما ۵۰ درصد جمعیت جهان از کم‌آبی رنج می‌برند و ۶۶ درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه‌رو خواهند شد. با توجه به شکل صفحه بعد دلیل کمبود آب برای مردم جهان را توضیح دهید.

پاسخ مناسب در کدام گزینه می‌باشد؟

- **فراوانی یون‌های Na^+ و K^+ به ترتیب از فراوانی یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} بیشتر است.**
- **اگر چه ۷۵ درصد از حجم کره زمین را آب تشکیل داده است اما امروزه ۵۰٪ درصد جمعیت جهان از کم آبی رنج می‌برند.**
- **همه کاتیون‌های تک اتمی موجود در یک نمونه از آب آشامیدنی به آرایش الکترونی یک گاز نجیب رسیده‌اند.**
- **لامپ‌های موجود در بزرگراه‌ها حاوی بخار عنصری است که فراوان‌ترین کاتیون موجود در آب دریاها را تولید می‌کند.**

۱) نادرست - درست - درست - نادرست
۲) نادرست - نادرست - درست - نادرست
۳) نادرست - نادرست - درست - درست
۴) درست - نادرست - درست - درست

آبها:
اقیانوس: ٪ ۹۷/۲
غیراقیانوس: ٪ ۲/۸
زیرزمینی ٪ ۶۵/۰ کوه‌های یخی ٪ ۲/۱۵
توجه: بخش عمده زیرزمینی‌ها چشمه‌ها هستند.

بیشتر آب‌های روی زمین شور است و نمی‌توان از آنها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد؛ از این‌رو تهیهٔ آب شیرین و آشامیدنی، همچنین آب قابل استفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه‌ها یکی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است. از سوی دیگر اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فراورده‌های پروتئینی، مواد و وسایل تزیینی، تهیهٔ داروهای گوناگون و ... هستند. بنابراین ضروری است با افزایش دانش شیمی خود بتوان پاسخ پرسش‌های زیر را یافت.

وقت: آب شور مانند آب شیرین منبع بسیار ارزشمندی است و مواد مانند Na و Mg و ... از آن بدست می‌آید.

خواص فیزیکی و شیمیایی آب چیست؟ چرا برخی نمک‌ها در آب دریا حل می‌شوند اما، برخی دیگر حل نمی‌شوند؟ آیا مواد شیمیایی موجود در آب دریا با یکدیگر، آبزیان و جانداران دریایی واکنش می‌دهند؟ مواد حل شده در آب دریا از کجا می‌آیند؟ کدام ویژگی آب سبب شده است تا زندگی در آب کره در زمستان و با وجود یخ زدن آب ادامه یابد؟ امید است با آموزش شیمی، شهروندانی آگاه و مسئولیت‌پذیر تربیت شوند که با تکیه بر دانش، از منابع خدادادی به طور مناسب بهره‌برداری و استفاده نموده و در عین حال از ایجاد ردپاهای سنگین و بزرگ بر روی بخش‌های گوناگون کرهٔ زمین جلوگیری نمایند.

آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است.

همراهان ناپیدای آب

فقط یون دارند غلطه !!!

دریاها مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند. نوع و مقدار مواد حل شده در دریاها با یکدیگر تفاوت دارند، زیرا آب‌هایی که به دریاها می‌ریزند در مسیر خود از زمین‌هایی گذر می کنند که مواد شیمیایی گوناگون دارند.

اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است (شکل ۳). آیا این آب‌ها خالص‌اند یا ناخالص؟ آیا آب‌های معدنی که از رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس تهیه می‌شوند، ناخالصی دارند؟

کاوش کنید

شناسایی یون های Ag^{+} و Ca^{2+} و Ba^{2+}

درباره «**وجود برخی یون‌ها در آب**» کاوش کنید.

ابزار، وسایل و مواد مورد نیاز: چند لولهٔ آزمایش، قطره چکان، قاشقک، آب مقطر، نقره نیترات، سدیم فسفات، سدیم کلرید، سدیم سولفات، باریم کلرید و کلسیم کلرید.

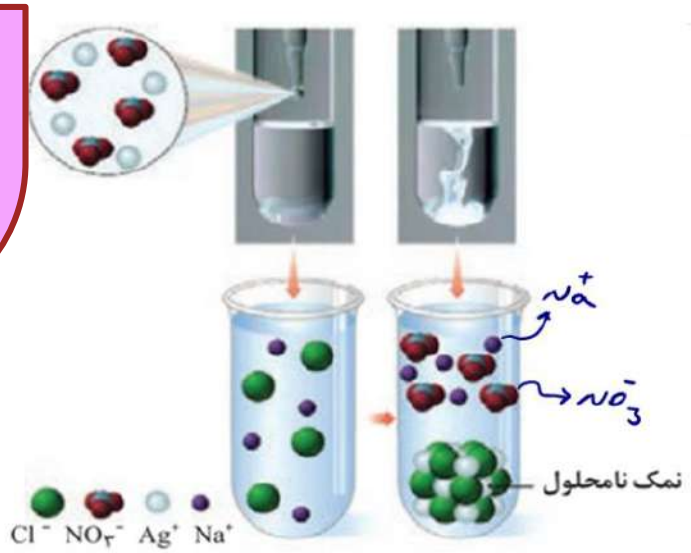
آزمایش ۱ـ آ) یک لولهٔ آزمایش بردارید و تا یک سوم حجم آن آب مقطر بریزید. سپس با استفاده از قاشقک چند بلور کوچک سدیم کلرید به آن بیفزایید. لولهٔ آزمایش را تکان دهید. مشاهدهٔ خود را بنویسید.

ب) لولهٔ آزمایش دیگری بردارید و تا یک سوم حجم آن آب مقطر بریزید. سپس با استفاده از قاشقک چند بلور نقره نیترات به آن بیفزایید. لولهٔ آزمایش را تکان دهید. مشاهدهٔ خود را بنویسید.

پ) اکنون با استفاده از قطره‌چکان، چند قطره از محلول نقره‌نیترات تهیه شده را درون محلول سدیم کلرید بریزید. مشاهدهٔ خود را بنویسید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می گیرید؟

ت) با توجه به شکل زیر، معادلهٔ شیمیایی واکنش را بنویسید و آن را موازنه کنید.

دقت :
در این واکنش یون های Na^{+} و NO_3^{-} باهم واکنش نمی دهند، به طور کلی یون هایی که رسوب نمی دهند، واکنش نداده اند.



$$NaCl(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow AgCl(s) + 2NaNO_3\,(aq)$$

آزمایش ۲ـ آ) آزمایش ۱ را با سدیم فسفات (Na_3PO_4) و کلسیم کلرید تکرار کنید. مشاهدهٔ خود را بنویسید

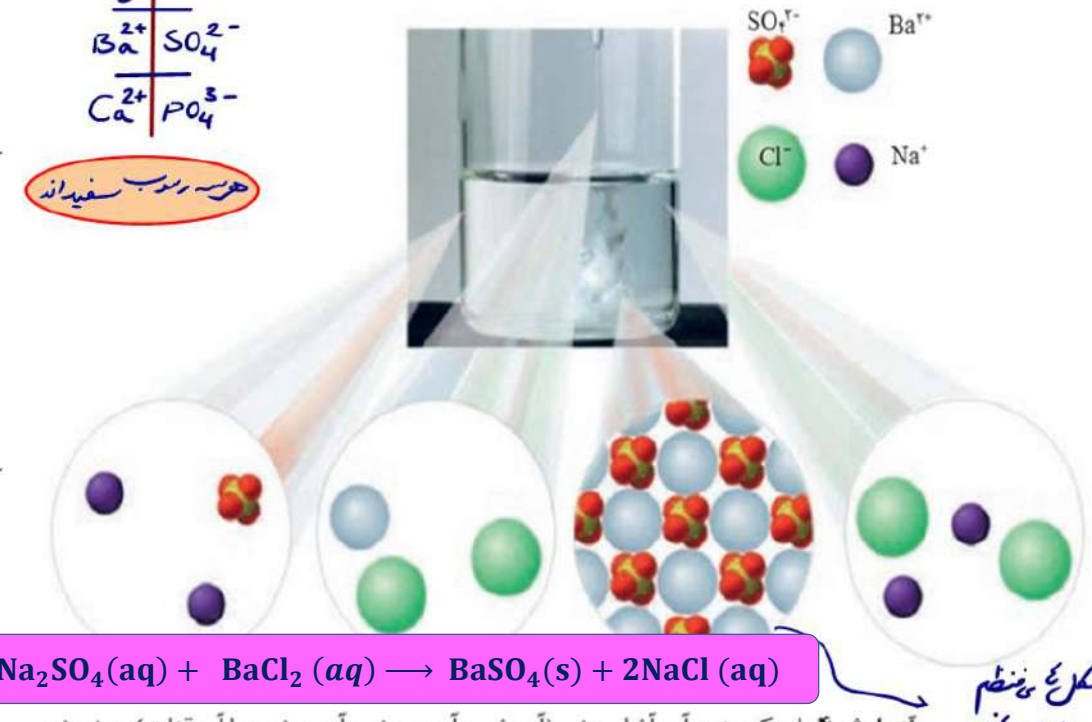
ب) هرگاه بدانید که کلسیم فسفات، $Ca_3(PO_4)_2$ و سدیم کلرید فراورده‌های واکنش هستند، معادلهٔ شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید.

$$2Na_3PO_4(aq) + 3CaCl_2(aq) \longrightarrow 2Ca_3(PO_4)_2(s) + 6NaCl(aq)$$

آزمایش ۳ـ دانش‌آموزی برای شناسایی یون باریم در محلول آبی، آزمایشی طراحی کرده است. شکل زیر نمایی از آن را نشان می‌دهد.

آ) این آزمایش را انجام دهید.

ب) معادلهٔ شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید.



$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + 2NaCl(aq)$$

آزمایش ۴ـ از یک منبع آب آشامیدنی (آب شیر، آب معدنی، آب چشمه یا آب قنات) دو نمونه تهیه کنید، سپس با انجام آزمایش، وجود یون‌های کلرید و کلسیم را در آنها بررسی کنید.

آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است (شکل ۴). برخی از این یون‌ها به‌طور طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای نمونه به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کم و مناسب یون فلوئورید می‌افزایند زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.

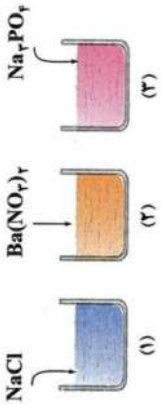
مطابق شکل زیر درون ظرف‌های ۱ تا ۳ پس از افزودن نمک‌های مشخص شده، به محلول‌های درون ظرف، رسوب سفیدرنگ تشکیل می‌شود. چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد رسوب‌های تشکیل شده در ۳ ظرف درست است؟

آ) کاتیون رسوب تشکیل شده در ظرف (۱) آرایش هشت‌تایی پایدار دارد.

ب) هر واحد از رسوب تشکیل شده در ظرف (۲)، ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی در لایه‌ی ظرفیت آنیون خود دارد.

پ) کاتیون رسوب تشکیل شده در ظرف (۳)، در ترکیب یونی آهک وجود دارد.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳



تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب ها در نوع و مقدار حل شونده های آنهاست.
مثلا آب سخت بخاطر مقدار حل شونده Mg^{2+} و Ca^{2+} سخت می شود وگرنه آب آشامیدنی نیز Mg^{2+} و Ca^{2+} دارد.
*** در آب آشامیدنی یون واسطه، یون تک اتمی وچنداتمی دیده می شود.**

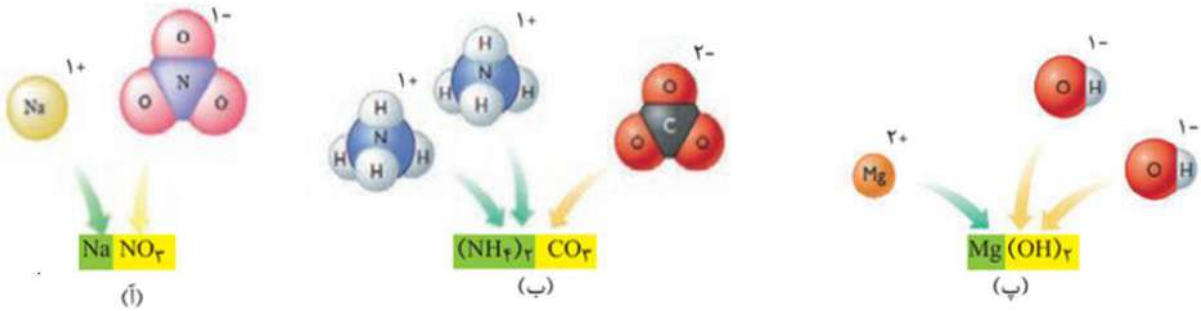
شکل ۴ـ برخی یون‌های موجود در آب‌های آشامیدنی و شیرین. مقدار و نوع یون‌های موجود در آب‌های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد.

برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی، مانند Ca^{2+}، Cl^-، Na^+ و F^- تک‌اتمی هستند، درحالی‌که برخی دیگر مانند یون نیترات (NO_3^-) و یون سولفات (SO_4^{2-}) از چند اتم تشکیل شده‌اند. این یون‌ها را **یون‌های چند اتمی**[1] می‌نامند. پتاسیم‌سولفات، ترکیبی یونی است که هر واحد آن شامل دو یون تک اتمی پتاسیم و یک یون چند اتمی سولفات است (شکل ۵).

۲ـ غلط

شکل ۵ـ یون‌های سازندهٔ پتاسیم سولفات و فرمول شیمیایی آن (توجه کنید در یون چند اتمی SO_4^{2-}، بار الکتریکی ۲- به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به کل یون است).

برای نوشتن فرمول شیمیایی این ترکیب‌ها، نخست نماد کاتیون را سمت چپ و فرمول شیمیایی آنیون را در سمت راست می‌نویسند. با توجه به اینکه یک ترکیب یونی خنثی است، بر این اساس شمار کاتیون‌ها و آنیون‌ها را مشخص می کنند و به‌صورت زیروند در سمت راست هر یون قرار می‌دهند (شکل ۶).



شکل ۶ـ نام و فرمول شیمیایی آ) سدیم نیترات، ب) آمونیوم کربنات و پ) منیزیم هیدروکسید

منیزیم II هیدرواکسید غلطه!!!

خود را بیازمایید

۱ـ جدول زیر را کامل کنید.

آنیون / کاتیون	Cl^- یون کلرید	NO_3^- یون نیترات	SO_4^{2-} یون سولفات	CO_3^{2-} یون کربنات	OH^- یون هیدروکسید
Li^+			Li_2SO_4		
یون لیتیم			لیتیم سولفات		
Mg^{2+}					$Mg(OH)_2$
یون منیزیم					منیزیم هیدروکسید
Fe^{2+}					
یون آهن (II)					
Al^{3+}					
یون آلومینیم					
NH_4^+				$(NH_4)_2CO_3$	NH_4OH
یون آمونیوم				آمونیوم کربنات	آمونیوم هیدروکسید

۲ـ گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند N، P، S و ... نیاز دارند. آمونیوم‌سولفات یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

آ) از انحلال هر واحد آمونیوم سولفات در آب، چند یون تولید می‌شود؟ توضیح دهید.

ب) ساختار لوویس یون‌های آمونیوم و سولفات را رسم کنید.

CN^-	OH^-	MnO_4^-	NO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	SiO_4^{4-}	NH_4^+
سیانید	هیدروکسید	پرمنگنات	نیترات	کربنات	سولفات	فسفات	سولفات	سیلیکات	آمونیوم

خلاصه درس و نکات مهم

۱- زمین ازفضا به رنگ ..... دیده می شود، زیرا نزدیک به ..... درصد سطح آن را آب پوشانده است.

۲- اگر زمین را مسطح فرض کنیم، آب همه سطح آن را تا ارتفاع ..... می پوشاند.

۳- جرم کل آب های کره زمین حدود ..... تن برآورد می شود.(حدود یک میلیونیوم جرم کل زمین)

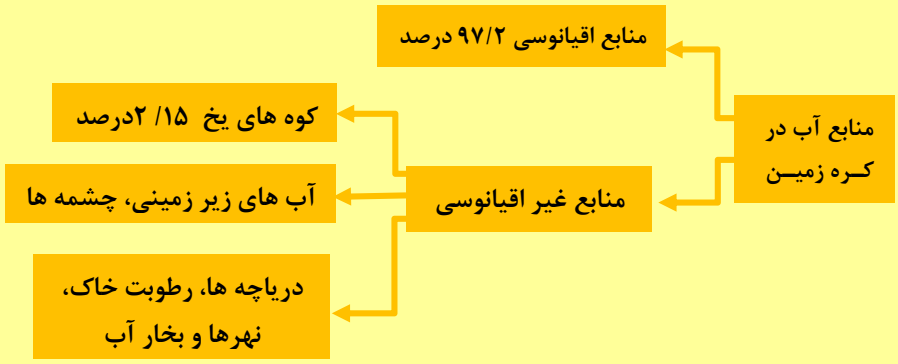
۴- مقدار نمک در آب اقیانوس ها و دریاها..... تن برآورد می شود.

۵- آب اقیانوس ها و دریاها مخلوطی ..... است و مزه شور دارد.

۶-سالانه ..... تن مواد گوناگون از ..... وارد آب کره می شود. از آنجا که جرم کل مواد حل شده در آب کره زمین ..... است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آن خارج شود.

۷- اگرچه ..... درصد سطح زمین را آب پوشانده است، اما ..... درصد جمعیت جهان از کم آبی رنج می برند و ..... درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه رو خواهند شد.

۸-



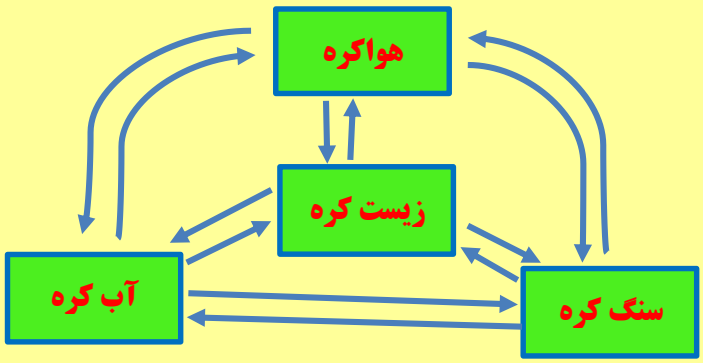
۹- زمین از چهار بخش هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره تشکیل شده است. بین این بخش ها به طور پیوسته مواد گوناگون مبادله می شوند.

۱۰- برخی از فرآیندها در چرخه مواد در طبیعت: ♣ فتوسنتز ♣ آتشفشان ♣ تجزیه لاشه جانداران ♣ چرخه آب

۱۱- جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب های کربن دار وارد بخش های گوناگون کره زمین می کنند.

۱۲- زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست وبخش گوناگون آن با یکدیگر برهم کنش های فیزیکی و شیمیایی دارند.

۱۳-چهار بخش کره زمین:



۱۴- یون های موجود در داخل آب اقیانوس ها و دریاها:

فرآوانی یون ها: $Cl^- > Na^+ > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+ > CO_3^{2-} > Br^-$

فرآوانی آنیون ها: $Cl^- > SO_4^{2-} > CO_3^{2-} > Br^-$

فرآوانی کاتیون ها: $Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$

۱۵- اغلب، کاتیون های گروه اول و دوم در آب دریاها وجود دارند.
هالوژن به صورت یون یک بار منفی (هالید) در آب دریا وجود دارند.

۱۶- هنگام تشکیل برف و باران تقریبا همه مواد حل شده در آب از آن جدا می شود، در نتیجه آب باران در هوای پاک تقریبا خالص است.

۱۷- از فرآیند تقطیر برای تهیه آب خالص می توان استفاده کرد که فرآورده این فرآیند " آب مقطر " نام دارد.

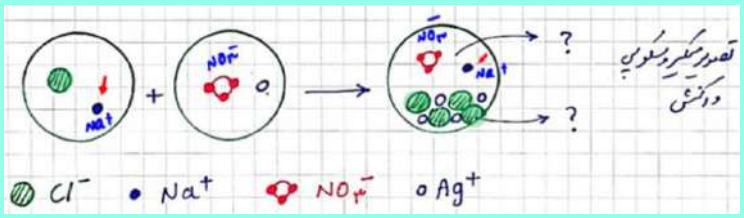
شناسایی کاتیون ها

برای شناسایی یون ها از واکنش های جابجایی دوگانه و رسوبی استفاده می شود. بدین منظور برای شناسایی یک یون، از یونی استفاده می کنند که در حضور هم رسوب کنند.

۱-شناسایی کاتیون Ag^+: (با استفاده از یون کلرید Cl^-)

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

رسوب سفید



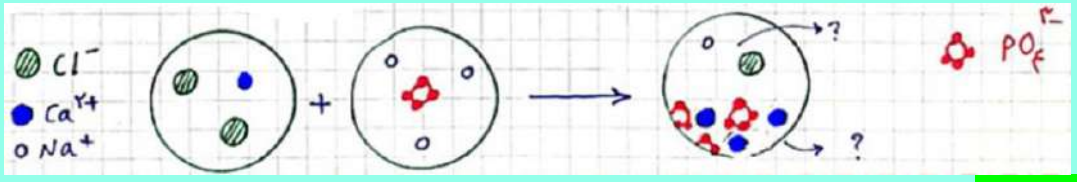
نکته۱: نمک های حاوی کاتیون های گروه اول و NH_4^+ وهمچنین حاوی آنیون های نیترات NO_3^- در آب محلولند.

نکته۲: یون ناظر به یون هایی می گویند که در واکنش وارد نمی شوند و عینا در دوسمت معادله تکرار می شوند، مانند یون های Na^+ و NO_3^-

۲-شناسایی کاتیون Ca^{2+}: (با استفاده از یون فسفات PO_4^{3-})

$$3CaCl_2(aq) + Na_3PO_4(aq) \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) + 6\,NaCl(aq)$$

معادله یونی: $3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)$



۳-شناسایی کاتیون Ba^{2+}: (با استفاده از یون سولفات SO_4^{2-})

$$BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + 2\,NaCl(aq)$$

رسوب ها و رنگ های آنها

ردیف	کاتیون محلول	آنیون محلول	رسوب حاصل از واکنش کاتیون با آنیون
۱	$Ag^{+}(aq)$	$Cl^{-}(aq)$	$AgCl(s)$ (سفید رنگ)
۲	$Ba^{2+}(aq)$	$SO_4^{2-}(aq)$	$BaSO_4(s)$ (سفید رنگ)
۳	$Ca^{2+}(aq)$	$PO_4^{3-}(aq)$	$Ca_3(PO_4)_2(s)$
۴	$Mg^{2+}(aq)$	$PO_4^{3-}(aq)$	$Mg_3(PO_4)_2(s)$
۵	$Mg^{2+}(aq)$	$OH^{-}(aq)$	$Mg(OH)_2(s)$
۶	$Fe^{2+}(aq)$ (سبز رنگ)	$OH^{-}(aq)$	$Fe(OH)_2(s)$ (سبز رنگ)
۷	$Fe^{3+}(aq)$ (زرد رنگ)	$OH^{-}(aq)$	$Fe(OH)_3(s)$ (آجری رنگ)

◀ جدول زیر را جهت شناسایی یون های مورد نظر تکمیل کنید.

نمادیون	ترکیب شناساگر	فرمول رسوب	نام رسوب	رنگ رسوب
Ag^{+}				
Ca^{2+}				
Ba^{2+}				

نام ترکیبات شیمیایی زیر را در جدول داده شده بنویسید.

ترکیب شیمیایی	نام ترکیب	ترکیب شیمیایی	نام ترکیب
$BaSO_4$		$Cu_3(PO_4)_2$	
$NaNO_3$		Na_2CO_3	
$AgNO_3$		NH_4NO_3	
$(NH_4)_2SO_3$		$Ni(NO_3)_2$	
K_3PO_4		$NaHSO_4$	
$Fe_2(HPO_4)_3$		K_2HPO_3	
Li_3PO_3		$Cr_2(CO_3)_3$	

فرمول ترکیبات شیمیایی زیر را در جدول داده شده بنویسید.

نام ترکیب	ترکیب شیمیایی	نام ترکیب	ترکیب شیمیایی
پتاسیم کربنات		کروم III فسفات	
پتاسیم هیدروژن کربنات		کروم IIفسفات	
منیزیم کربنات		مس I هیدروژن سولفات	
منیزیم هیدروژن کربنات		مس I هیدروژن فسفات	
آهن III کربنات		آمونیوم هیدروژن سولفید	
آهن III هیدروژن کربنات		آمونیوم سولفات	
آهن III نیترات		آمونیوم هیدروژن کربنات	
مسII نیترید		آمونیوم فسفید	

جدول زیر را کامل کنید.

نسبت کاتیون به آنیون	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	آنیون	کاتیون
	کلسیم کربنات			
		$Al(NO_3)_3$		
			OH^-	NH_4^+
		$Fe_2(SO_4)_3$		

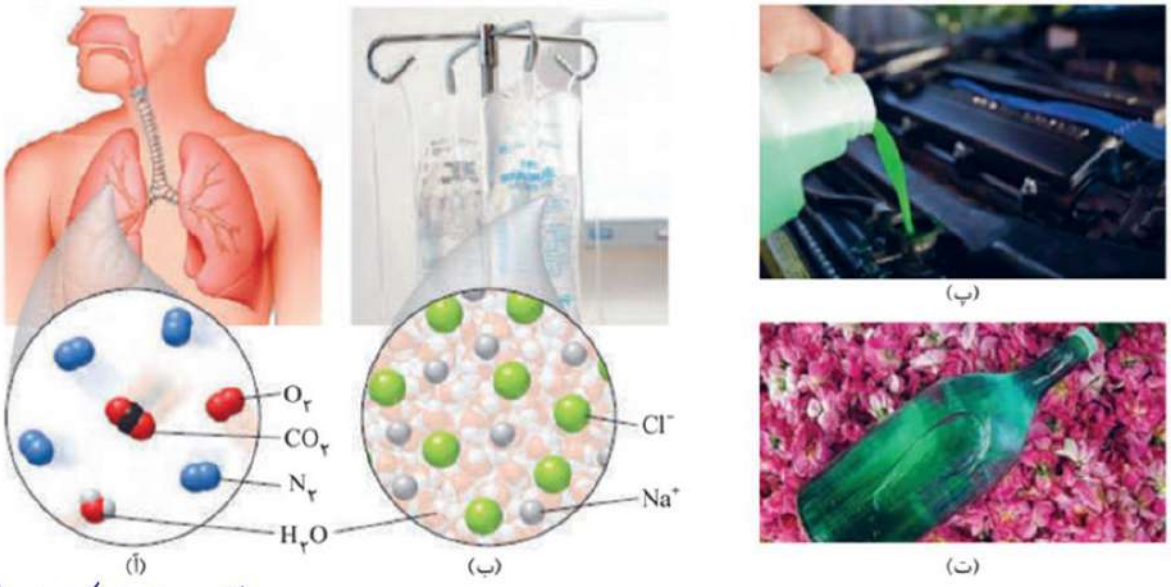
در کلسیم فسفات شمار کاتیون به شمار آنیون ..... می‌باشد.

در آمونیوم نیترات شمار اتم‌ها به شمار عنصرها ..... می‌باشد.

در کروم III کربنات شمار اتم فلزی به شمار کل اتم‌ها ..... می‌باشد.

محلول و مقدار حل شونده‌ها

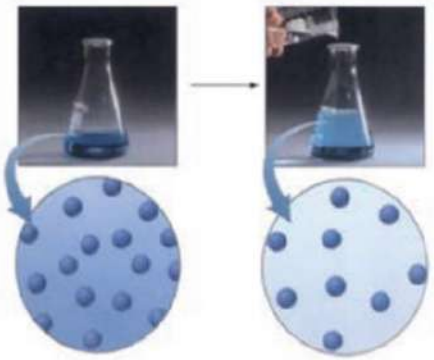
محلول[۱]، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده بوده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. محلول‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند (شکل ۷).



(آ) (ب) (پ) (ت)

شکل ۷ـ برخی محلول‌ها و کاربرد آنها. آ) هوای پاکی که تنفس می‌کنیم، محلولی از گازهاست، ب) سرم فیزیولوژی محلول نمک در آب است، پ) ضد یخ، محلول اتیلن گلیکول در آب است و ت) گلاب مخلوطی همگن از چند مادهٔ آلی در آب است.

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



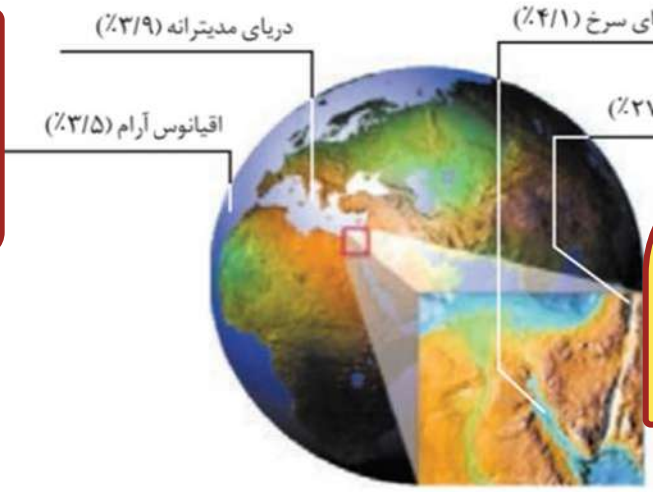
شکل ۸ـ نمای ذره‌ای از محلول آبی رقیق و غلیظ مس(II) سولفات

شکل ۹ـ در چای غلیظ، شمار ذره‌های حل شونده در واحد حجم بیشتر است.

- همه ساله خانهٔ خدا را با گلاب ناب کاشان شست‌وشو می‌دهند.
- در محلول آبی ضدیخ، حالت فیزیکی در سرتاسر آن مایع و ترکیب شیمیایی مانند رنگ، غلظت و... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

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 (بحرالمیت)، حدود ۲۷ گرم حل‌شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به‌راحتی روی آن شناور بماند. دریاچهٔ ارومیه نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیاست که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه نیز بسیار غلیظ است؛ از این رو دریاچهٔ ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به‌شمار می‌آید.

تمرین: در محلول ۹۲ گرم اتانول در ۵۴ گرم آب ، حلال کدام است ؟ ودرصد جرمی حل شونده چند است؟



٪۲۷ دریای مرده یعنی؛ ازانواع نمک ها ۲۷ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب دریا وجود دارد.

شکل ۱۰ـ مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون

در درس علوم آموختید که هر محلول از دو جزء، **حلال**[1] و **حل‌شونده**[2] تشکیل شده است. درواقع، حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است. خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل‌شونده 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.

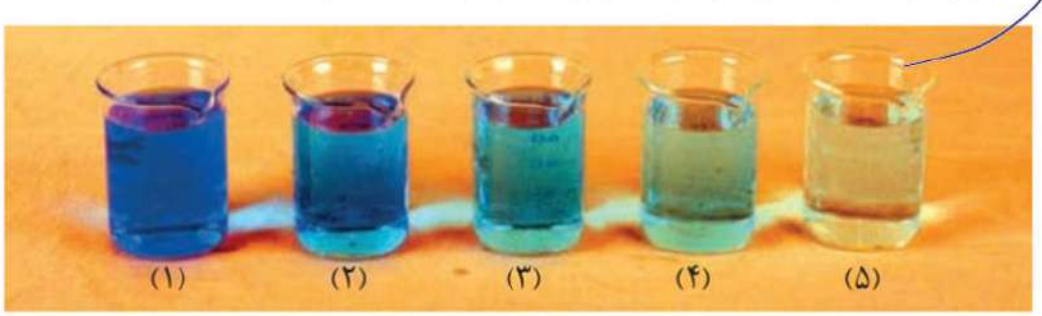
شیمی‌دان‌ها **غلظت** یک محلول را مقدار حل‌شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می‌کنند. آنها در آزمایشگاه با محلول‌های گوناگونی سروکار دارند که مقدار حل‌شونده در آنها در گستره‌ای از مقدار بسیار کم تا مقدار بسیار زیاد متغیر است. از این رو غلظت محلول‌ها را به روش‌های گوناگون بیان می‌کنند. در اینجا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

قسمت در میلیون

هرگاه ۰/۵ گرم مس (II) سولفات را در ۹۹/۵ گرم آب حل کنید، محلولی زیبا به رنگ آبی به‌دست می‌آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق‌تر کنیم، محلولی

$$\frac{\text{0/00005 گرم حل شونده}}{\text{100 } g \text{ محلول}} \times 100 = 0/00005\%$$

بسیار کم رنگ پدید می‌آید که گویی رنگ ندارد. ظاهر بی‌رنگ آن نشان می‌دهد که محلول بسیار رقیق بوده و مقدار حل‌شونده در آن بسیار کم است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ـ در هر ۱۰۰ گرم محلول شمارهٔ ۵، حدود ۰/۰۰۰۰۵ گرم مس (II) سولفات وجود دارد.

برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا از کمیتی به نام **قسمت در میلیون (ppm)**[1] استفاده می‌شود. این کمیت نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل شونده وجود دارد. ppm از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$$

توجه کنید در این رابطه، یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد.

رابطه تبدیل درصد جرمی (a) به ppm:
$a \times 10^4 = \text{pmm}$

بیان های متفاوت از ppm:

$\text{Ppm:} \frac{\text{mg حل شونده}}{\text{محلول } kg}$

$\text{Ppm:} \frac{\text{mg حل شونده}}{\text{محلول } Lit}$

ppm برای محلول های خیلی رقیق که در این شرایط در فرمول های ppm می توان به جای محلول از حلال استفاده نمود.

نمونهٔ حل شده

در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم ۲۰۰ گرم، ۰/۰۵ میلی‌گرم یون فلوئورید وجود دارد. غلظت یون F^- در این نمونه چند ppm است؟

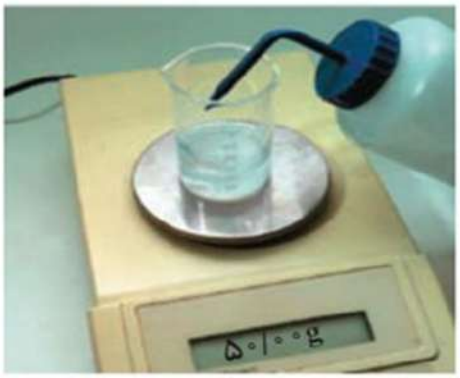
پاسخ:

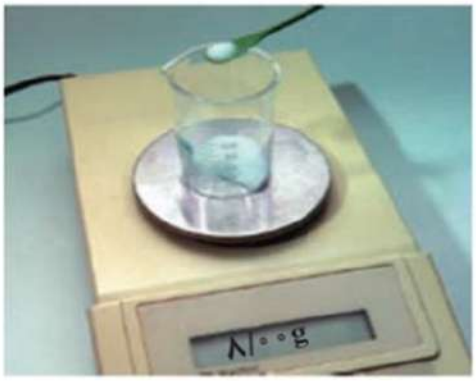
$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۵ \times ۱۰^{-۵}\,g}{۲۰۰\,g} \times ۱۰^۶ = ۰/۲۵\,\text{ppm}$$

با هم بیندیشیم

درصـد جـرمـی

مربی آزمایشگاه پس از قرار دادن بشر روی ترازو، جرم آن را روی صفر تنظیم کرده و سپس با افزودن مقدار معینی پتاسیم کلرید (حل شونده) و آب (حلال)، محلولی تهیه می کند. با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.





آ) جرم حل شونده، محلول و حلال را تعیین کنید.

ب) برای تهیه ۱۰۰ گرم از این محلول به چند گرم حل شونده و چند گرم حلال نیاز است؟

پ) غلظت پتاسیم کلرید در این محلول ۱۶ درصد جرمی است. با این توصیف، مفهوم درصد جرمی را توضیح دهید.

ت) رابطه‌ای برای محاسبه **درصد جرمی** محلول بیابید.

ث) بر روی ظرف حاوی محلول شست‌وشوی دهان عبارت «محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ درصد» نوشته شده است. معنی این عبارت را توضیح دهید.

خود را بیازمایید

۱ـ جدول زیر غلظت برخی یون‌ها را در یک نمونه از آب دریا نشان می‌دهد، آن را کامل کنید.

نام یون	نماد یون	میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	غلظت یون	
			٪w/w	ppm
یون کلرید	Cl^-	۱۹۰۰۰	.....	.....
یون سدیم	Na^+	۱۰۵۰۰	.....	.....
یون سولفات	SO_4^{2-}	۲۶۵۵	.....	.....
یون منیزیم	Mg^{2+}	۱۳۵۰	.....	.....
یون کلسیم	Ca^{2+}	۴۰۰	.....	.....
یون پتاسیم	K^+	۳۸۰	.....	.....

۲ـ جرم کل آب‌های زمین در حدود $۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}$ تن است. اگر مقدار نمک‌های حل شده در این آب‌ها برابر با ۳/۵ درصد باشد، حساب کنید چند تن از انواع نمک در آنها وجود دارد؟

$\frac{\text{جرم نمک}}{\text{جرم محلول}} = \frac{۳/۵}{۱۰۰} = \frac{x}{۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}} \Rightarrow x = ۵/۲۵ \times ۱۰^{۱۶}$ ton

۳ـ با توجه به شکل، درصد جرمی قند موجود در هر یک از نوشابه‌های گازدار را تعیین کنید.

پیوند با صنعت — استـخراج NaCl و Mg

دریا یکی از نعمت‌های خدادادی است که منبعی سرشار از مواد شیمیایی است. در آب دریا در حدود ۵×۱۰^{۱۶} تن از انواع مواد گوناگون وجود دارد (شکل ۱۲).

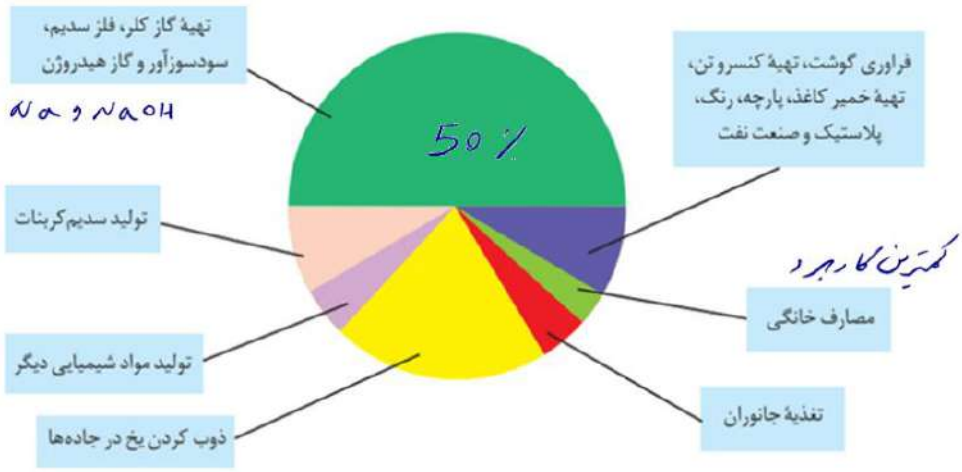
شکل ۱۲ـ گرمای شدید، سبب تبخیر آب دریاچه‌ها و دریاها شده، در نتیجه بلورهای جامد زیبایی تشکیل می‌شود. بلورهایی که شامل انواع نمک‌ها هستند.

مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش **تبلور**[۱] از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود (شکل ۱۳).

شکل ۱۳ـ استخراج و جداسازی سدیم کلرید به روش تبلور

نمک خوراکی در زندگی روزانه و صنایع گوناگون کاربردهای فراوانی دارد (نمودار ۱).

تمرین : یک قوطی نوشابه محلول آن ۳۳۰ گرم است، حاوی ۹ گرم قند می باشد.
آ) درصد جرمی محلول رابیابد.
ب) برای تولید ۱۰۰ هزار قوطی نوشابه، به چند کیلوگرم قند و چند متر مکعب آب نیاز است؟



نمودار ۱ـ کاربردهای NaCl

چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست است؟

• از سدیم کلرید افزون بر تهیه‌ی کنسرو تن، خمیر کاغذ، پارچه و رنگ می‌توان در تغذیه‌ی جانوران و صنعت نفت هم استفاده کرد.

• جداسازی سدیم کلرید از آب دریا به روش شیمیایی انجام می‌گیرد.

• گرمای شدید، سبب تبخیر آب دریاچه‌ها و دریاها شده و در نتیجه بلورهای جامدی تشکیل می‌شود که همان سدیم کلرید هستند.

• یون‌های موجود در ساختار رسوب تشکیل شده طی مراحل استخراج منیزیم از آب دریا، در آب آشامیدنی یافت می‌شود.

• چهارمین یون فراوان موجود در آب دریا، در واکنش با یون OH^- چند اتمی ماده‌ای نامحلول در آب را تولید می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

کدام موارد از مطالب زیر درباره‌ی کاربردهای NaCl نادرست است؟

الف) کمترین کاربرد سدیم کلرید در مصارف خانگی است.

ب) میزان مصرف سدیم کلرید در تولید سدیم کربنات بیشتر از مصرف آن برای ذوب کردن یخ جاده‌هاست.

پ) از سدیم کلرید افزون بر تهیه‌ی کنسرو تن، خمیر کاغذ، پارچه و رنگ می‌توان در تغذیه‌ی جانوران و صنعت نفت هم استفاده کرد.

ت) در حدود نیمی از سدیم کلرید استخراج شده در صنعت برای تهیه‌ی گاز کلر، فلز سدیم، سود سوزآور و گاز هیدروژن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱) فقط ب ۲) فقط الف ۳) ب و ت ۴) ب و پ

فلز منیزیم مادهٔ ارزشمند دیگری است که در تهیهٔ آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. یکی از منابع تهیهٔ این فلز آب دریاست. منیزیم در آب دریا به شکل $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن، در مرحلهٔ نخست منیزیم را به‌صورت 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 سازندهٔ آن تجزیه می‌کنند.

$$MgCl_2(l) \longrightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

$$Mg^{2+} \xrightarrow{OH^-} Mg(OH)_2(s) \xrightarrow{+HCl} MgCl_2 \xrightarrow{\text{برق‌کافت}} Mg_{(l)} + Cl_2$$

غلظت مولی (مولار)

غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود، برای نمونه سرکهٔ خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به‌عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول ۵ درصد جرمی استیک‌اسید در آب است. همچنین محلول غلیظ نیتریک‌اسید 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 تهیهٔ 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 کمّی در شیمی، مول است. اینک چنین به نظر می‌رسد بیان غلظتی از محلول پرکاربردتر خواهد بود که با مول‌های مادهٔ حل‌شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را **غلظت مولی**[1] (مولار) می‌نامند.

با هم بیندیشیم

محـلول مـولار

۱ـ شکل زیر دو محلول از یک نوع حل‌شونده را در آب نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

آ) کدام کمیت در این محلول‌ها یکسان است؟

ب) کدام کمیت در این محلول‌ها متفاوت است؟

پ) اگر هر ذرهٔ حل‌شونده در شکل هم‌ارز با ۰/۰۰۱ مول باشد، نسبت مول‌های حل‌شونده به حجم محلول (برحسب لیتر) را برای هریک از دو محلول به‌دست آورید.

ت) کمیت به دست آمده در قسمت «پ»، غلظت مولی نام دارد. آن را در یک سطر تعریف و یکای آن را مشخص کنید.

ث) براساس غلظت مولی محاسبه‌شده، کدام محلول رقیق‌تر است؟ چرا؟

۲ـ با توجه به شکل، هریک از جمله‌های زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست کامل کنید.

آ) با افزودن مقداری $\frac{\text{حلال}}{\text{حل‌شونده}}$ به یک محلول در حجم ثابت، غلظت محلول $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ می‌یابد.

ب) با افزودن مقداری $\frac{\text{حلال}}{\text{حل‌شونده}}$ به محلولی با غلظت معین، غلظت محلول $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ می‌یابد.

● محلول مولار سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد که در هر لیتر از این محلول، ۱mol سدیم هیدروکسید حل شده است. از این رو در ۰/۱ لیتر از این محلول، ۰/۱ مول و در ۱۰ لیتر از آن، ۱۰ مول سدیم هیدروکسید حل شده وجود دارد.

● دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر). این دستگاه میلی‌گرم گلوکز را در هر دسی‌لیتر (dL) از خون نشان می‌دهد. غلظت مولی گلوکز در این نمونه از خون چند مولار است؟

(۱dL = ۱۰۰mL)

مثال:

نمایشگر دستگاه گلوکومتر پس از قرار دادن نمونه خون فردی که غلظت مولی گلوکزدر آن 5×10^{-3} مولار است، چه عددی را نشان می دهد؟

تمرین : دستگاه اندازه گیری قند خون عدد ۹۰ را نشان می دهد.

آ) این دستگاه چه چیزی را نشان میدهد؟ جواب : نشان می دهد در هر ۰/۱ لیتر خون، ۹۰ گرم قند وجود دارد.

ب) غلظت مولار خون چند است؟ (جرم مولی قند خون را ۱۸۰ در نظر بگیرید.)

$$M\left(\text{مولار}\right) = \frac{mol}{L} = \frac{\frac{90\,mg}{180g}}{\frac{1}{10}L} = 0/005$$

سـدیم کلـرید

♣ سالانه میلیون ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریاها جداسازی می شود.

■ **مواد شیمیایی مهمی که که می توان با واکنش های شیمیایی از NaCl تهیه کرد :**

◄ سودسوز آور یا سدیم هیدروکسید($NaOH$) ◄ فلز سدیم ◄ گاز کلر Cl_2

◄ گاز هیدروژن H_2 ◄ سدیم کربنات Na_2CO_3

مراحل استخراج منیزیم

۱– یون Mg^{2+} را باافزودن سدیم هیدروکسید ($NaOH$) به صورت $Mg(OH)_2$ نامحلول، رسوب می دهند.

۲– با افزودن اسید HCl ترکیب $Mg(OH)_2$ را به $MgCl_2$ تبدیل می کنند.

۳– با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب را برقکافت می کنند و به دو عنصر Mg و Cl_2 تجزیه می کنند.

کاربرد Mg : ♣ تولید آلیاژ در هواپیماها ♣ تولید شربت معده $Mg(OH)_2$

خواندنی های حلال و محلول ☺

* **محلول :** به مخلوط همگن دو یا چند ماده که حالت فیزیکی و شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است، گفته می شود. **محلول ماده ناخالص تک فازی است.☺**

چـند مثال از مـحلول هـا :

◄ **هوا :** هوای پاک !!! محلولی از گازهای O_2 و N_2 و CO_2 است که حلال N_2 است.

◄ **سرم فیزیولوژی :** محلول رقیق سدیم کلرید در آب است. ◄ **سرکه :** محلول استیک اسید در آب است.

◄ **ضدیخ :** محلول اتیلن گلیکول در آب است. ◄ **گلاب :** محلول همگن از چند ماده آلی خوشبو در آب است.

توجه !!! هر محلول از دو جز حلال و حل شونده تشکیل می شود که ،

آ) ماده ای که طی فرآیند انحلال تغییر حالت فیزیکی می دهد، **حل شونده است.**

ب) درصورتیکه حلال و حل شونده حالت فیزیکی یکسان داشته باشند، **ماده ای با مول بیشتر حلال است.**

پ) خواص محلول ها به خواص **حل شونده، حلال و غلظت** آن ها بستگی دارد.

ت) در یک محلول همزمان **چند حل شونده** می تواند وجود داشته باشد.

پ) مقدار حل شونده موجود در محلول که به آن **غلظت** می گوئیم می تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

غلـظت Ppm

برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق که جرم مادهٔ حل‌شونده در مقایسه با جرم محلول بسیار کم است (مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا) از کمیتی به نام قسمت در میلیون (ppm) استفاده می‌شود. این کمیت نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل‌شونده وجود دارد. توجه کنید که در رابطهٔ ppm، یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد.

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$$

درصـد جـرمـی

درصدجرمی نوعی از بیان غلظت برای محلول‌هاست. غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود. درصد جرمی را با نماد $\%W/W$ نشان می‌دهند که هم ارز با شمار قسمت‌های حل‌شونده در ۱۰۰ قسمت از محلول است. در واقع مقدار گرم مادهٔ حل‌شونده در ۱۰۰ گرم از یک محلول، درصد جرمی محلول نامیده می‌شود.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{گرم مادهٔ حل‌شونده}}{\text{گرم محلول}} \times ۱۰۰$$

مثال

غلـظت مـولار

از آن‌جایی که اندازه‌گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه، آسان‌تر از جرم آن است و همچنین شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می‌کنند و در واقع مبنای محاسبه‌های کمّی در شیمی، مول است، بنابراین بیان غلظتی از محلول پرکاربردتر خواهد بود که با مول‌های مادهٔ حل‌شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی (مولار) می‌نامند.

$$M(\frac{mol}{L}) = \frac{\text{شمار مول‌های حل‌شونده}(n)}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}(L)} \quad \text{(غلظت مولی)}$$

نکته! یکی از روابط پرکاربرد برای محاسبهٔ غلظت مولی یک محلول با توجه به درصد جرمی و چگالی محلول، رابطهٔ زیر است، در این رابطه، a نشان‌دهندهٔ درصد جرمی محلول و d چگالی $(\frac{g}{mL})$ محلول را نشان می‌دهد و در مخرج کسر جرم‌مولی مادهٔ حل‌شونده نوشته می‌شود.

$$M(\frac{mol}{L}) = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}}$$

نکته! غلظت معمولی بیانی از غلظت محلول است که در آن مقدار گرم حل‌شونده در یک لیتر از محلول، در نظر گرفته می‌شود.

$$C(\frac{g}{L}) = \frac{\text{گرم مادهٔ حل‌شونده}(g)}{\text{حجم محلول}(L)} \quad \text{(غلظت معمولی)}$$

به کمک رابطه زیر می‌توان غلظت معمولی(گرم بر لیتر) را به غلظت مولی تبدیل کرد.

$$M(\frac{mol}{L}) = \frac{\text{غلظت معمولی } (\frac{g}{L})\ (C)}{\text{جرم مولی } (\frac{g}{mol})}$$

توجه! بیان محلول « مولار» یک ماده، اشاره به محلولی یک مولار از آن ماده دارد. برای مثال محلول مولار سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد که در هر لیتر از این محلول، ۱ مول سدیم هیدروکسید حل شده‌است.

مثال

حـل مسـئله در کـلاس

مثال ۱: ۴۰ گرم محلول ۱۰ درصد جرمی سود موجود است، چند گرم NaOH جامد به این محلول اضافه کنیم تا محول ۲۵ درصد جرمی سود بدست می آید؟

مثال ۲: در ۴۰ گرم محلول ۴۱٪ جرمی کلسیم نیترات، چند مول نیترات وجود دارد؟

$Ca(NO_3)_2 = 164$

$Ca(NO_3)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2NO_3^-$

مثال ۳: هرگاه درصد جرمی NaOH برابر باشد در 50g محلول از آن چند گرم Na^+ وجود دارد؟

(Na = 23 , OH = 17)

مثال ۴: در ۴ تن آب رود خانه ای غلظت یون Ca^{2+} برابر ۱۳۰ Ppm است، چند مول یون Ca^{2+} وجود دارد؟ Ca = 40

مثال ۵ (کنکور ۱۴۰۲): غلظت یک نمونه محلول نمک MNO_3 برابر ۱۷۰ Ppm است. اگر شمار مول های نمک در ۳۰۰ گرم محلول آن، به تقریب، برابر 6×10^{-4} باشد، فلز M کدام است؟ (N = 14 , O = 16)

۱) ^{7}Li

۲) ^{23}Na

۳) ^{39}K

۴) ^{108}Ag

مثال ۶: در محلولی از کلسیم نیترات $Ca(NO_3)_2$، غلظت NO_3^- برابر ۶۲ Ppm است. در ۵۰ کیلوگرم از این محلول چند مول کلسیم نیترات حل شده است؟

$Ca(NO_3)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2NO_3^-$

۱) 5×10^{-2}

۲) 5×10^{-3}

۳) 10^{-2}

۴) 10^{-3}

مثال ۷: در محلولی از کلسیم برمید ، غلظت یون برمید ۴۸۰ Ppm است. درصد جرمی کلسیم برمید در این محلول کدام است؟ (Ca = 40 , Br = 80)

مثال ۸ : مقداری سدیم سولفات را در آب حل کرده و محلول رقیقی با غلظت ۷۱۰ Ppm از آن تهیه کرده ایم. در ۳ لیتر از این محلول چند مول یون سدیم حل شده است؟($d_{\text{محلول}} = 1$, Na = 23 , S = 32 , O = 16)

مثال ۹ : محلولی از منیزیم نیترات ۸۸/۸ درصد جرمی با چگالی $1/5g.ml^{-1}$ موجود است. در ۲۵۰ میلی لیتر از این محلول چند مول یون نیترات وجود دارد؟ $Mg(NO_3)_2 = 148$

$$Mg(NO_3)_2 \longrightarrow Mg^{2+} + 2NO_3^-$$

مثال ۱۰ : در یک لیتر محلول ۵ درصد جرمی سدیم کربنات در آب با چگالی $1/06\ \frac{g}{ml}$ ، چند گرم یون سدیم وجود دارد؟

$$Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na + CO_3^{2-}$$

مثال ۱۱ : ۲۰۰ میلی لیتر از محلول هیدرو کلریک اسید ۰/۵ مولار با چند گرم فلز آلومینیم طبق معادله موازنه نشده ی زیر، واکنش می دهد؟

$$Al(s) + 3HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + H_2(g)$$

مثال ۱۱: با افزودن مقدار کافی HCl به ۱۲۰ میلی لیتر سولفوریک اسید، ۹/۶ لیتر گاز Cl_2 دردمای ۲۷۳ °C و فشار ۵/۶ اتمسفر آزاد می شود. مولاریته سولفوریک اسید کدام است؟

$$H_2SO_4 + HCl \longrightarrow H_2S + H_2O + Cl_2$$

مثال ۱۲ : چند میلی لیتر آب به ۱۲۵ میلی لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید با چگالی ۱/۴ و درصد جرمی ۸۰٪ اضافه کنیم تا محلول ۴ مولار آن به دست آید؟(K =39 , O = 16 , H = 1)

مثال ۱۳: ۲۰۰ میلی لیتر محلول کلسیم سولفات ۰/۰۳ مولار را با ۶۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۴ مولار آن مخلوط می کنیم غلظت محلول نهایی برحسب مولار چند است؟

آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

آمارها نشان می‌دهند که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این بیماری افزون بر زمینهٔ ژن‌شناختی می‌تواند به دلیل تغذیهٔ نامناسب، کم‌تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود. آیا بین میزان حل شدن نمک‌ها در آب و تشکیل سنگ کلیه رابطه‌ای وجود دارد؟ برای پاسخ به این پرسش، دانستن و درک مفهوم انحلال پذیری ضروری است.

شیمی‌دان‌ها بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می‌شود، **انحلال‌پذیری**[1] آن ماده می‌نامند. در این عبارت، واژهٔ «بیشترین» نشان‌دهندهٔ رسیدن محلول به حالت سیرشده است، محلولی که نمی‌تواند حل‌شوندهٔ بیشتری را در خود حل کند. جدول ۱، انحلال‌پذیری برخی مواد را در آب و ۲۵°C نشان می‌دهد.

••• اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم دار در کلیه تشکیل می‌شوند.
••• در ادرار افراد سالم، مقدار نمک کلسیم از انحلال پذیری آن در دمای ۳۷ (بدن) کم‌تر است و رسوب نداریم ولی در افراد مبتلا بیشتر است و رسوب ایجاد می‌شود.

جدول ۱ـ انحلال‌پذیری برخی مواد در آب (۲۵°C)

نام حل‌شونده	فرمول شیمیایی	انحلال‌پذیری ($\frac{\text{گرم حل شونده}}{۱۰۰\text{g } H_2O}$)
شکر	$C_{12}H_{22}O_{11}$	۲۰۵
سدیم نیترات	$NaNO_3$	۹۲
سدیم کلرید	$NaCl$	۳۶
کلسیم سولفات	$CaSO_4$	۰/۲۳
کلسیم فسفات	$Ca_3(PO_4)_2$	۵×۱۰^{-۲}
نقره کلرید	$AgCl$	$۲/۱\times۱۰^{-۴}$
باریم سولفات	$BaSO_4$	$۱/۹\times۱۰^{-۴}$

جدول ۱، نشان می‌دهد که در ۲۵°C در ۱۰۰g آب، هر مقدار کمتری از ۳۶g سدیم‌کلرید می‌تواند در آب حل شود، اما یک محلول سیر نشده پدید می‌آید. در حالی که در این دما، حداکثر ۳۶g سدیم‌کلرید می‌تواند در ۱۰۰g آب حل شود تا ۱۳۶g محلول سیر شده به‌دست آید. بدیهی است که در این دما برای تهیهٔ محلول سیر شده‌ای از کلسیم سولفات باید ۰/۲۳g از آن را در ۱۰۰g آب حل نمود.

خود را بیازمایید

۱ـ اگر ۱۹۰g سدیم نیترات را در ۲۵°C درون ۲۰۰g آب بریزیم، پس از تشکیل محلول سیر شده:

آ) چند گرم محلول به‌دست می‌آید؟

ب) چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می‌ماند؟

چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست است؟

- نمک‌های حاوی کاتیونی که در ساختار ترکیب سازنده گچ‌پا نیز یافت می‌شود سنگ کلیه را در بدن افراد ایجاد می‌کنند.
- تمامی سنگ‌های کلیه، از رسوب برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند.
- مقدار برخی از نمک‌های کلسیم‌دار در ادرار افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می‌شود از انحلال‌پذیری آن‌ها بیشتر است.
- انحلال‌پذیری ترکیب یونی حاصل از یون کلسیم و فراوان‌ترین یون چند اتمی آب دریا بین ۰/۱ تا ۱۰ گرم در هر کیلوگرم آب است.
- بیماری سنگ‌کلیه، هیچ‌گونه زمینه‌ی ژن‌شناختی نداشته و عوامل ایجادکننده‌ی آن به نوع زندگی فرد و تغذیه‌ی او مربوط است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲ـ اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب کردن برخی نمک‌های کلسیم‌دار درکلیه‌ها تشکیل می‌شوند، با این توصیف:

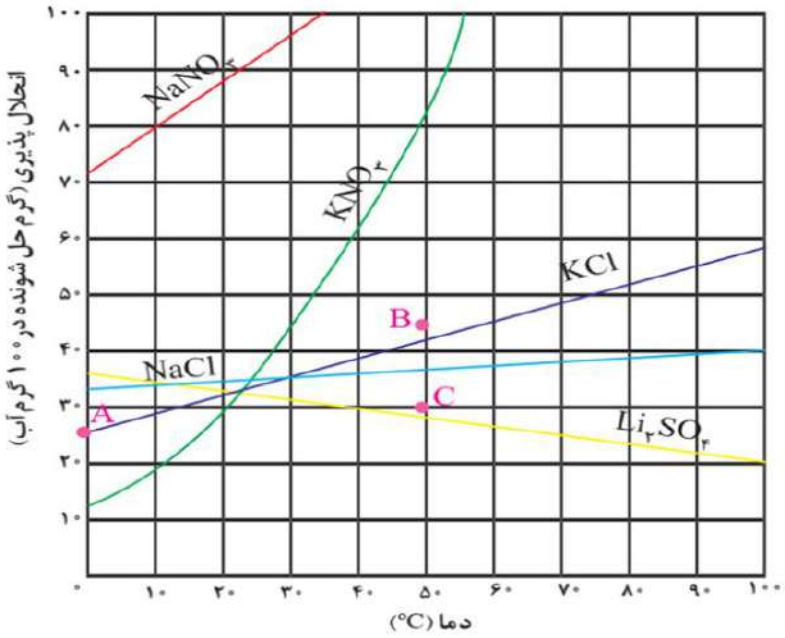
آ) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

ب) در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

۳ـ شیمی‌دان‌ها مواد حل شوندهٔ جامد را براساس انحلال‌پذیری در آب و دمای اتاق به صورت زیر دسته‌بندی می کنند:

هر یک از ترکیب‌های جدول ۱ را در این دسته‌بندی جای دهید.

دریافتید که انحلال‌پذیری نمک‌ها به نوع آنها و دما بستگی دارد اما تأثیر دما بر میزان حلال‌پذیری آنها یکسان نیست به‌طوری که انحلال‌پذیری برخی نمک‌ها با افزایش دما، فزایش یافته و برخی دیگر کاهش می‌یابد (نمودار ۲).



نمودار ۲ـ انحلال پذیری برخی ترکیب‌های یونی در آب برحسب دما

۱- در این نمودار کم‌ترین شیب و کم‌ترین اثر دما بر روی ..... است.
۲- در این نمودار بیشترین شیب و بیشترین اثر دما بر روی ..... است.
۳- در این نمودار ..... غیر خطی است.
۴- در دمای اتاق بیشترین انحلال‌پذیری مربوط به ..... است.
۵- با ۲ برابر کردن دما انحلال‌پذیری .....

انحلال‌پذیری KNO_3 در دمای $20^\circ C$ برابر ۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. اگر در دمای $20^\circ C$، ۳۰ گرم KNO_3 را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، یک محلول سیرشده از KNO_3 به دست می‌آید.

۲- اگر در دمای مشخص، کمتر از مقدار انحلال‌پذیری یک ماده در آب حل کنیم، محلول سیرنشده و اگر بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری آن (در شرایط خاص) بتوانیم حل‌شونده در آب حل کنیم محلول فراسیرشده به دست می‌آید.

با هم بیندیشیم

با توجه به نمودار ۲، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در ۸۵°C چند گرم است؟ در چه دمایی انحلال‌پذیری آن برابر با ۲۸g است؟

ب) هریک از نقطه‌های B و C نسبت به منحنی انحلال‌پذیری KCl نشان‌دهندهٔ چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

پ) هنگامی که ۱۳۳g محلول سیرشدهٔ لیتیم سولفات را از دمای ۲۰°C تا دمای ۷۰°C گرم می‌کنیم، چه رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

ت) انحلال‌پذیری کدام ترکیب یونی کمتر به دما وابسته است؟ چرا؟

ث) نقطهٔ A روی نمودار انحلال‌پذیری KCl، عرض از مبدأ آن نام دارد. این نقطه نشان‌دهندهٔ چیست؟ توضیح دهید.

چند جمله نادرست است؟

۱) • انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در دمای ۳۰ درجه از انحلال‌پذیری در دمای ۵۰ بیش‌تر است.
• نمودار انحلال‌پذیری دما برای یک ترکیب یونی در آب می‌تواند به صورت خطی نباشد.
• نمی‌توان انحلال‌پذیری ۲ ماده در برخی دماها یکسان باشد.
• نمکی که نمودار انحلال‌پذیری آن نزولی است Li_2SO_4 است.
• سدیم کلرید یک نمک دوتایی با رنگ شعله زردرنگ بوده و تأثیر دما بر انحلال‌پذیری آن در آب، بیشتر از پتاسیم کلرید است.

۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پیوند با ریاضی

۱ـ دانش‌آموزی از منابع علمی، انحلال‌پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

$\theta(^\circ C)$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S(\frac{g\,NaNO_3}{100\,g\,H_2O})$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

او توانست با استفاده از داده‌های این جدول، معادلهٔ «$S = 0/8\,\theta + 72$» را به‌دست آورد.

آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟

ب) انحلال‌پذیری سدیم نیترات را در ۷۰°C پیش‌بینی کنید.

۲ـ با توجه به جدول زیر، معادله‌ای برای انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید برحسب دما به‌دست آورید.

$\theta(^\circ C)$	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S(\frac{g\,KCl}{100\,g\,H_2O})$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

۳ـ با مقایسهٔ دو معادلهٔ به‌دست‌آمده برای سدیم‌نیترات و پتاسیم کلرید:

آ) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری این دو ماده را مقایسه کنید.

ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی، انحلال‌پذیری سدیم‌نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است؟

محلول اگر معادلهٔ انحلال‌پذیری (S) یک نمک بر حسب دما (θ) به صورت $S = 0/2\theta + 44$ باشد، بر اثر گرم کردن ۴۲۰g **سیرشدهٔ** این نمک از دمای ۲۰°C تا دمای ۵۰°C، چند گرم رسوب تشکیل می‌شود.

۱) ۶ ۲) ۱۸ ۳) ۲۴ ۴) ۳۶

انـحلال پـذیـری:

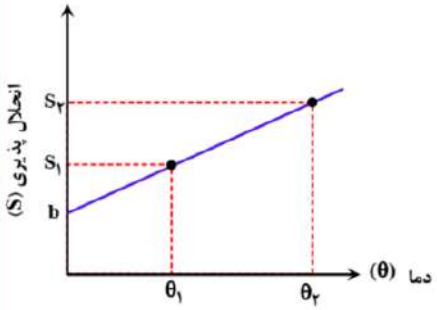
مواد حل‌شونده را براساس انحلال‌پذیری آن‌ها در ۱۰۰ گرم آب و دمای اتاق، به صورت زیر دسته بندی می‌کنند:

مواد محلول: موادی هستند که انحلال‌پذیری آنها در آب در دمای $25^{\circ}C$، بیش از یک گرم در ۱۰۰ گرم آب است. مانند: شکر، سدیم‌نیترات، سدیم‌کلرید و آمونیوم نیترات و ...

مواد کم‌محلول: موادی هستند که انحلال‌پذیری آنها در آب در دمای $25^{\circ}C$، بین ۰/۰۱ گرم تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. مانند: کلسیم‌سولفات ($CaSO_4$)، ۱- هگزانول و ...

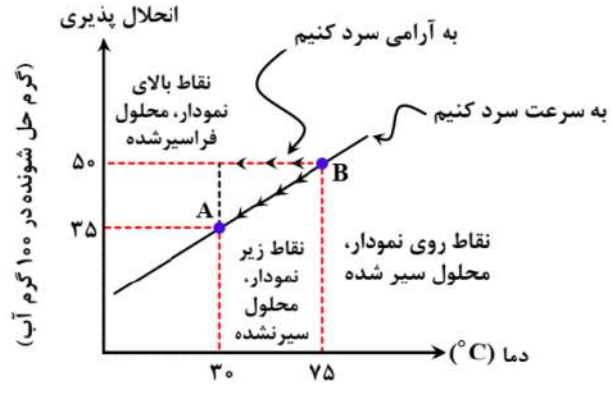
مواد نامحلول: موادی هستند که انحلال‌پذیری آنها در آب در دمای $25^{\circ}C$، کمتر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. مانند: هگزان، رسوب‌های $Mg(OH)_2$، $Ca_3(PO_4)_2$، $BaSO_4$، $AgCl$ و ...

معادلهٔ انحلال‌پذیری بر حسب دما:

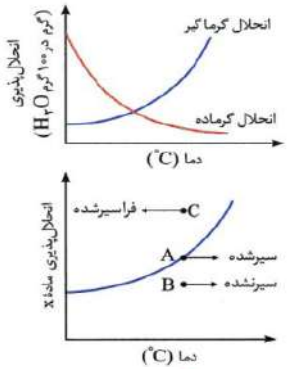


معادلهٔ انحلال‌پذیری بر حسب دما برای نمک‌هایی که نمودار «انحلال‌پذیری- دما » آن‌ها به صورت خطی است، با فرم کلی $S=a\theta+b$ نمایش داده می‌شود. که در آن S بیانگر انحلال‌پذیری (Solubility) در دمای مربوطه است، θ نشان‌دهندهٔ دما، b نشان‌دهندهٔ عرض از مبدأ خط و a نشان‌دهندهٔ شیب خط انحلال‌پذیری است که با توجه به رابطهٔ روبرو محاسبه می‌شود.

$$a=\frac{\Delta S}{\Delta\theta}=\frac{S_2-S_1}{\theta_2-\theta_1}$$



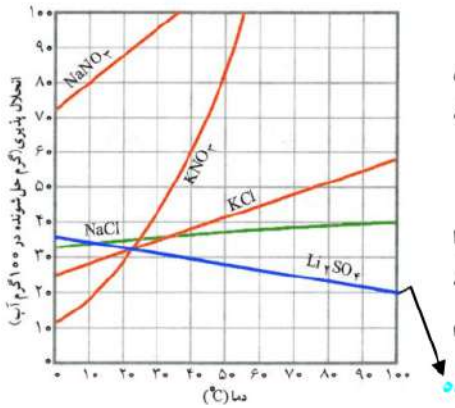
● نمودار انحلال‌پذیری



۱- در دماهای مختلف، انحلال‌پذیری یک ماده در ۱۰۰ گرم آب تغییر می‌کند. اگر نمودار انحلال‌پذیری یک ماده برحسب دما را رسم کنیم، برای انحلال گرماگیر نمودار صعودی و برای انحلال گرماده نمودار نزولی است.

۲- در نمودار انحلال‌پذیری، تمام نقاط روی منحنی، نشان‌دهنده‌ی محلول سیرشده هستند، زیرا در نقاط روی منحنی، مقدار ماده‌ی حل‌شونده دقیقاً برابر مقدار انحلال‌پذیری ماده است. تمام نقاط زیر منحنی، نشان دهنده‌ی محلول سیرنشده هستند، زیرا در نقاط زیر منحنی، مقدار ماده‌ی حل‌شونده کمتر از مقدار انحلال‌پذیری ماده است و تمام نقاط بالای منحنی، نشان دهنده‌ی محلول فراسیرشده هستند، زیرا در نقاط بالای منحنی، مقدار ماده‌ی حل‌شونده بیشتر از مقدار انحلال‌پذیری ماده است.

● نمودار «انحلال‌پذیری – دما»

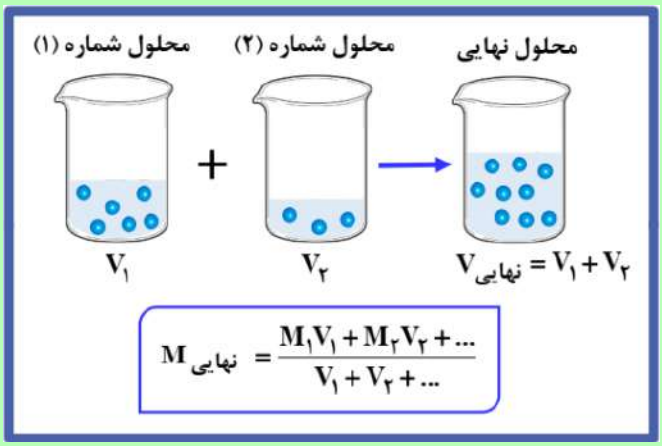


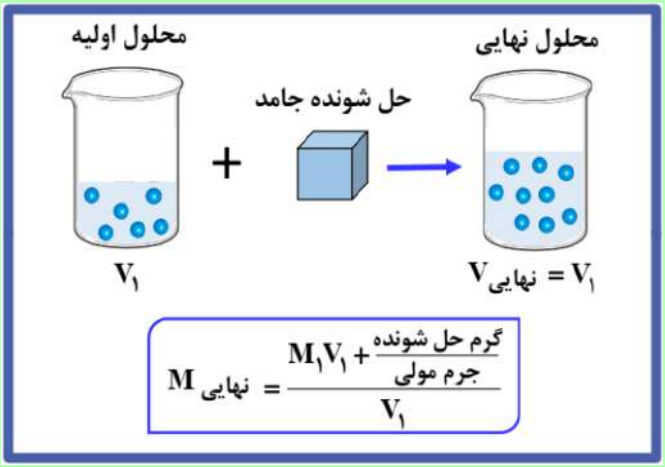
دریافتید که انحلال‌پذیری نمک‌ها به نوع آن‌ها و دما بستگی دارد اما تأثیر دما بر میزان انحلال‌پذیری آن‌ها یکسان نیست به طوری که انحلال‌پذیری برخی نمک‌ها با افزایش دما، افزایش یافته و برخی دیگر کاهش می‌یابد.

با توجه به این نمودار کتاب درسی، باید موارد زیر را به خاطر بسپارید:

اگر منحنی «انحلال‌پذیری- دما» حرکت صعودی داشته باشد، نشان دهنده‌ی آن است که با افزایش دما، انحلال‌پذیری ماده‌ی موردنظر افزایش می‌یابد. به بیان دیگر، در مورد نمک‌هایی که منحنی «انحلال‌پذیری- دما» برای آن‌ها صعودی است، انحلال‌پذیری با دما رابطه‌ی مستقیم دارد.

نمک ..... همانند Li_2SO_4 نزولی است یعنی گرماده





رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

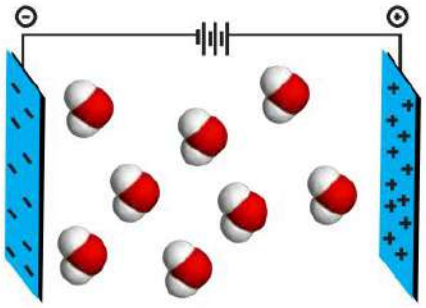
آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود. وجود و تبدیل این حالت‌ها به یکدیگر زندگی را در سیارهٔ آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیزی دارد. از جملهٔ آنها توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطهٔ جوش بالا و غیر عادی است. اما دلیل این ویژگی‌ها چیست و چه اثری بر زندگی موجودات زنده دارد؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها، بررسی ساختار مولکولی آب ضروری به نظر می‌رسد.

شکل ۱۴ـ انحراف باریکهٔ آب به‌وسیلهٔ میلهٔ شیشه‌ای مالش داده شده به موی سر.

در درس علوم با آزمایش انحراف باریکهٔ آب به وسیلهٔ شانه یا میلهٔ شیشه‌ای مالش‌داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکهٔ آب از راستای طبیعی خود منحرف می‌شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میلهٔ شیشه‌ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول‌های آب به سوی آن جذب می‌شوند (چرا؟).

این رفتار مولکول‌های آب از ویژگی‌های ساختاری آن سرچشمه می‌گیرد. شکل مولکول آب خمیده (V شکل) بوده و در آن هر اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی یگانه به اتم مرکزی (اکسیژن) متصل است.

نوع اتم‌های سازنده و ساختار خمیدهٔ مولکول آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آن دارد. هنگامی که این مولکول‌ها در یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرند، جهت‌گیری می‌کنند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی

نحوهٔ جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی نشان می‌دهد که اتم اکسیژن، سَرِ منفی و اتم‌های هیدروژن، سرِ مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند. شیمی‌دان‌ها به مولکول‌هایی مانند آب که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، **مولکول‌های دوقطبی** یا **قطبی**[۱] می‌گویند. این درحالی است که مولکول‌های سازندهٔ ترکیب‌هایی مانند گاز اکسیژن (O_2)، کربن دی اکسید (CO_2) و متان (CH_4) در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند (شکل ۱۶). چنین مولکول‌هایی، **ناقطبی** نامیده می‌شوند.

جهت گیری مولکول ها در میدان الکتریکی:

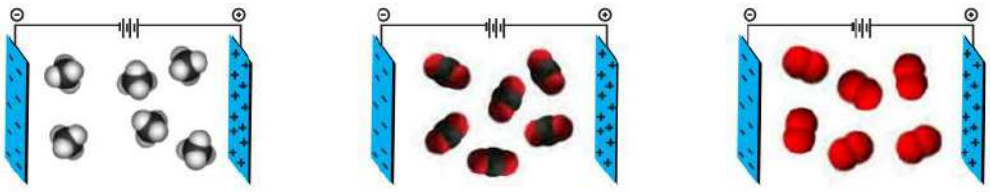
۱– مولکول هایی که از یک نوع عنصرمی باشند مولکول ناقطبی می باشند ودر میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند مانند O_2 و N_2 و F_2 و Cl_2 و P_4 به جز O_3 که قطبی است.

۲– مولکول های دو اتمی ناجور هسته که قطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند .مانند HCl , HF, CO , NO

۳– مولکول های چند اتمی که اتم های مجاور متفاوت هستند قطبی اند ودر میدان جهت گیری می کنند مانند $NOCl$, CH_2O

۴–مولکول های چند اتمی که اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی دارند قطبی هستند ودر میدان الکتریکی جهت گیری می کنند. مانند H_2O و NH_3 و H_2S و PH_3 و .. (از سمت اتم مرکزی که بارمنفی دارند به سمت قطب مثبت جهت گیری می کنند)

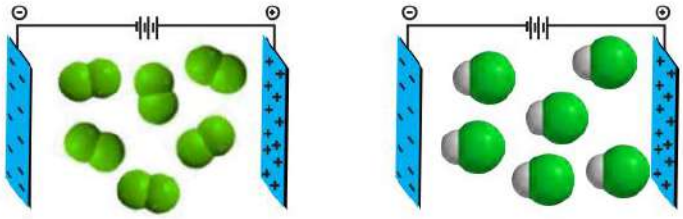
۵– مولکول های چند اتمی ناقطبی CH_4 و SiH_4 و CO_2 و ... که اتم مرکزی فاقد جفت ناپیوندی هستند ناقطبی می باشند.



شکل ۱۶ـ رفتار مولکول‌های O_2، CO_2 و CH_4 در میدان الکتریکی

با هم بیندیشیم

۱ـ شکل زیر مولکول‌های F_2 و HCl با جرم مولی نزدیک به یکدیگر را در یک میدان الکتریکی نشان می‌دهد.



آ) کدام یک دارای مولکول‌های قطبی است؟ چرا؟

ب) اگر نقطهٔ جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر با $-۱۸۸^\circ C$ و $-۸۵^\circ C$ باشد، نیروهای بین‌مولکولی در کدام‌یک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.

پ) جملهٔ زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه / متفاوت، ماده با مولکول‌های قطبی / ناقطبی، نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

۲ـ جرم مولی گازهای نیتروژن (N_2) و کربن مونوکسید (CO) برابر است، بر این اساس:

آ) پیش‌بینی کنید مولکول‌های دواتمی کدام گاز در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند؟ چرا؟

ب) کدام یک در شرایط یکسان آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود؟ توضیح دهید.

خود را بیازمایید

با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

ویژگی / ماده	Cl_2	Br_2	I_2
حالت فیزیکی ($25^\circ C$)	گاز	مایع	جامد
جرم مولی ($g\,mol^{-1}$)	۷۱	۱۶۰	۲۵۴

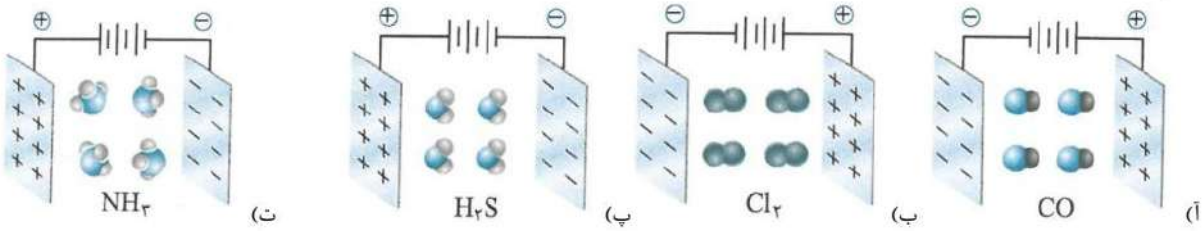
آ) آیا مولکول‌های سازندهٔ این مواد در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟ چرا؟

ب) نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.

پ) جملهٔ زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

در مواد مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با افزایش / کاهش جرم مولی، دمای جوش کاهش / افزایش می‌یابد.

مثال : چه تعداد از شکل‌های زیر، میدان الکتریکی و رفتار مولکول‌های مورد نظر را به‌درستی نشان می‌دهد؟



آ) ب) پ) ت)

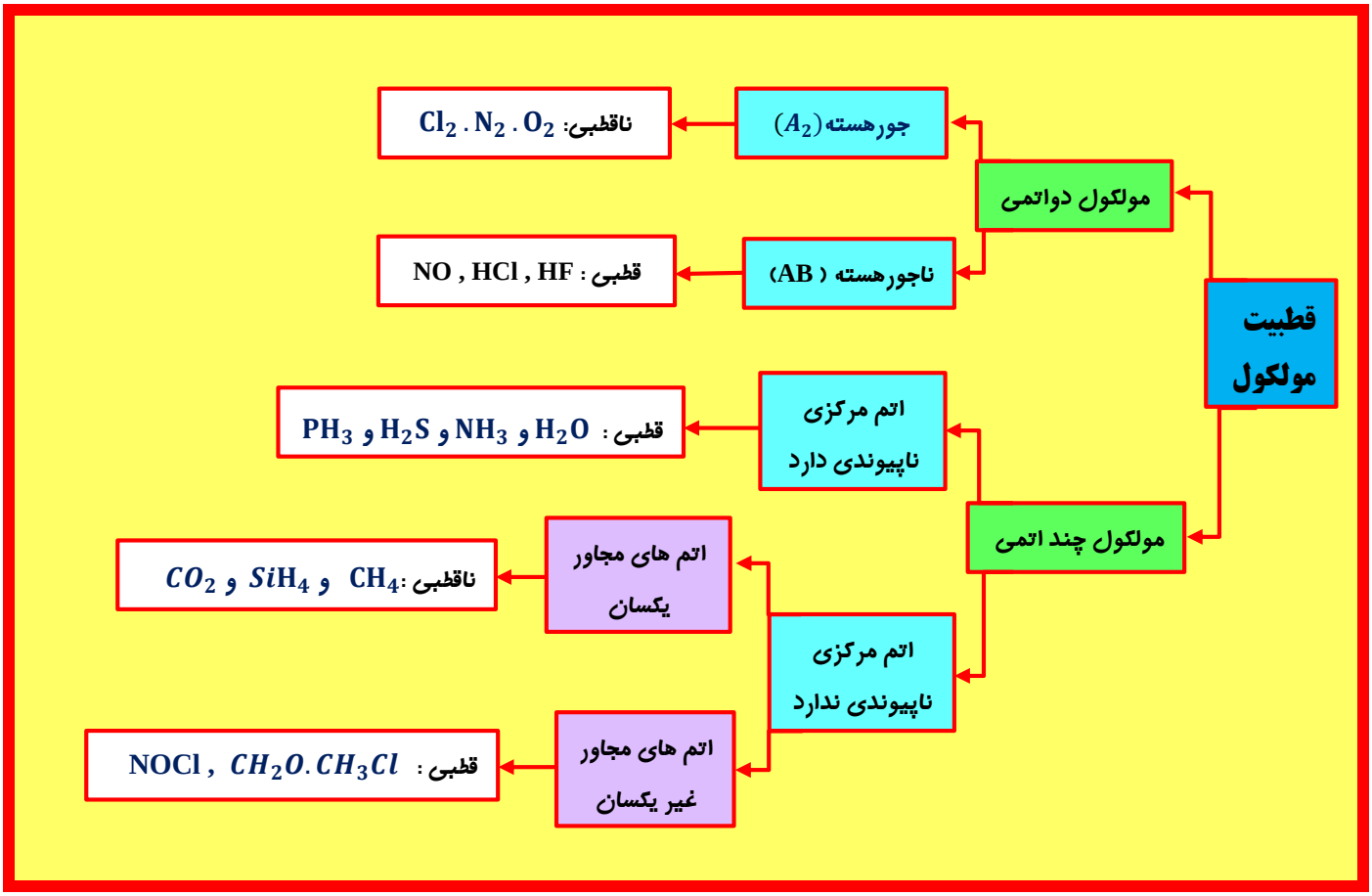
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

مثال : چند جمله از نظر درستی و نادرستی مشابه عبارت «گشتاور دوقطبی $H_2O > H_2S > CO_2 = O_2$ می‌باشد.» می‌باشد؟

- ترکیب حاصل از گوگرد و اکسیژن همواره مولکول قطبی است.
- مولکول‌های NH_2^- و NO_2^- و SO_2 و H_2S همگی V شکل می‌باشد.
- گشتاور دوقطبی $H_2O > H_2S > CO_2 = O_2$ می‌باشد.
- در میان مولکول‌هایی با مدل فضاپرکن و تنها دو مولکول می‌توانند دارای $\mu = 0$ باشند.

گشتاور دو قطبی مولکول‌ها را با واحد μ مشخص می‌کنند.

۱) ۲) ۳) ۴)



نـکات مـهم

۱– هیدروکربن ها همه ناقطبی اند. (آلکان و آلکن و آلکین و بنزن و نفتالن و سیکلو هگزان و ...)

۲– مولکول های کوچک آلی (C_1 تا C_5) که در ساختار خود اکسیژن دارند، قطبی محسوب می شوند.
(بخش قطبی آنها بر بخش ناقطبی غلبه دارد) مانند متانول ، اتانول ، استون و استیک اسید و...

۳– میزان قطبیت در مولکول ها متفاوت است و برخی مولکول ها قطبی ترند. این ویژگی با اندازه گیری کمیتی به نام « گشتاور دوقطبی الکتریکی » برای مولکول ها در میدان الکتریکی، قابل مقایسه است.

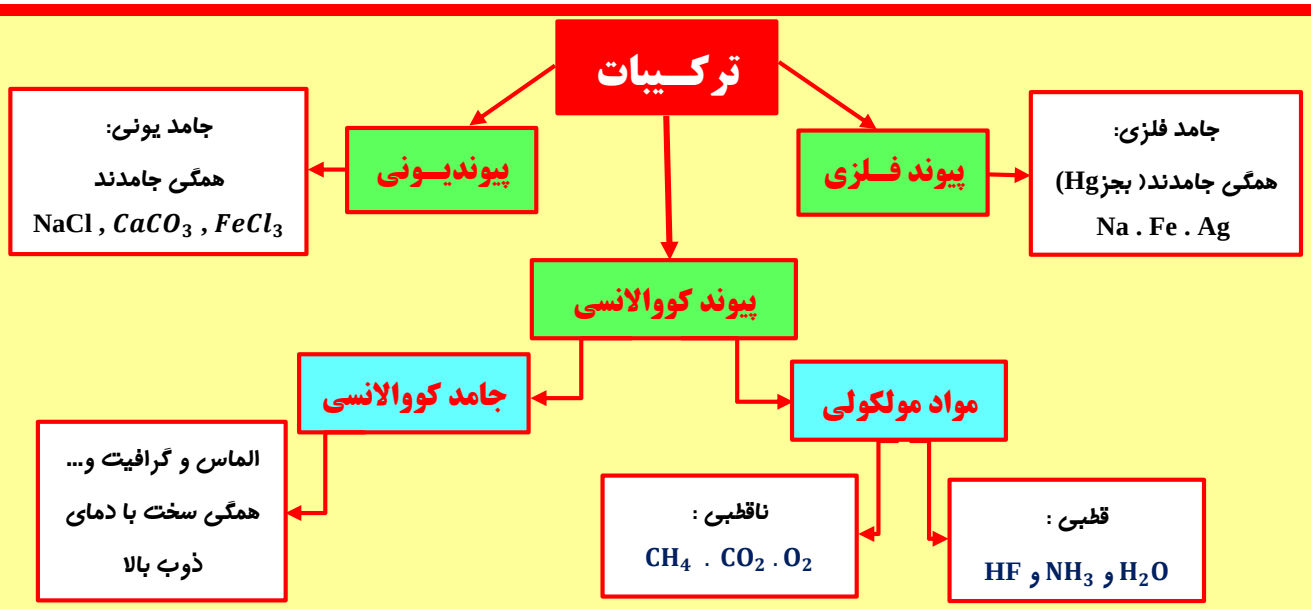
- گشتاور دوقطبی با علامت « μ » و یکای دبای « D » گزارش می شود.

۴– هرچه گشتاور دوقطبی مولکولی بیشتر↑ ـ مولکول قطبی تر↑ است: $\mu: H_2O(1/85D) > H_2S(0/97D)$

۵– گشتاور دوقطبی مولکول های دو اتمی یکسان (جور هسته) برابر صفر است.

$$\mu\ (O_2 . H_2 . N_2 . Cl_2 . \ldots) = 0$$

۶– هرچه مولکول قطبی تر باشد، جاذبه بین مولکولی آن قوی تر و دمای ذوب و جوش آن بیشتراست.



تعریف مواد مولکولی :

به ترکیب هایی مانند O_2 . CO_2 و CH_4 که از مولکول های مجزا تشکیل شده اند، گفته می شود.

در ترکیب های مولکولی(بسته به قطبی یا ناقطبی بودن) نیروهای واندروالس و لاندن و هیدروژنی وجود دارد.

دمای ذوب و جوش ترکیبات مولکولی به عوامل زیر دارد:

آ) جرم مولکولی یا سطح تماس ب) میزان قطبیت مولکول پ) داشتن یا نداشتن پیوند هیدروژنی

نیروهای بین مولکولی آب، فراتر از انتظار

نیروهای بین‌مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند. گازها، دارای مولکول‌های مجزا با کمترین برهم‌کنش‌ها هستند. اما برهم‌کنش مولکول‌ها در مایع‌ها بیشتر است و در جامدها، برهم‌کنش‌ها میان مولکول‌ها می‌تواند به بیشترین مقدار ممکن برسد. از این رو در شرایط یکسان، نیروهای بین‌مولکولی در حالت جامد قوی‌تر از حالت مایع و آن هم به مراتب قوی‌تر از حالت گازی است. البته باید توجه داشت که نیروهای بین‌مولکولی به‌طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و جرم آنها وابسته است.

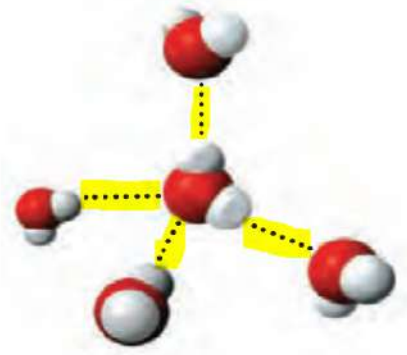
جدول ۲ برخی ویژگی‌های آب را در مقایسه با هیدروژن سولفید نشان می‌دهد.

جدول ۲ـ مقایسهٔ برخی ویژگی‌های آب با هیدروژن سولفید (فشار= ۱ atm)

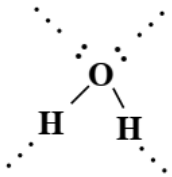
ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	حالت فیزیکی (۲۵°C)	نقطهٔ جوش (°C)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

مطابق جدول، هر دو ماده مولکول‌های خمیده و قطبی دارند، اما آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد به‌طوری که تفاوتی برابر با ۱۶۰°C را نشان می‌دهد. گویی نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب از آنچه انتظار می‌رود، قوی‌تر است. اما چرا؟ دلیل این تفاوت را در کجا باید جستجو کرد؟

با جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی آشنا شدید. این ویژگی مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام **گشتاور دوقطبی**[۱] است؛ کمیتی تجربی که با افزایش میزان قطبیت مولکول‌ها، افزایش می‌یابد. برای نمونه گشتاور دوقطبی مولکول‌هایی مانند O_2، CO_2 و CH_4 برابر با صفر است (چرا؟)، در حالی که گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با ۱/۸۵D و ۰/۹۷D است. این کمیت‌ها نشان می‌دهند که میزان قطبیت مولکول‌های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن نزدیک به دو برابر مولکول‌های هیدروژن‌سولفید است. از این رو نیروهای جاذبه میان مولکول‌های H_2O به اندازه‌ای قوی است که در شرایط اتاق می‌تواند این مولکول‌ها را کنار یکدیگر نگه دارد و آب به حالت مایع باشد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ـ پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های H_2O



۴ پیوند هیدروژنی پیرامون هر مولکول آب در حالت جامد

با توجه به ویژگی‌های مولکول‌های آب و هیدروژن سولفید، کدام مورد درست است؟

۱) تفاوت نیروی جاذبهٔ موجود بین مولکول‌ها، مهم‌ترین عامل تفاوت نقطهٔ جوش آنهاست.

۲) تفاوت در ساختار مولکولی، یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کنندهٔ تفاوت نقطهٔ جوش دو مولکول است.

۳) تفاوت شعاع اتمی و جرم مولی اتم‌های مرکزی، نقش بسزایی در تعیین تفاوت نقطهٔ جوش دو مولکول دارد.

۴) تفاوت قطبیت دو مولکول، مانند تفاوت قطبیت مولکول‌های CS_2 و CO_2 است و نقشی در تعیین نقطهٔ جوش آنها ندارد.

از آنجا که بارهای الکتریکی ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند، در یک نمونه آب که دارای شمار بسیاری مولکول H_2O است، سرمثبت هر مولکول، سرمنفی مولکول همسایه را جذب می کند. از این رو در مجموعه‌ای از مولکول‌های آب، هر اتم هیدروژن با یک نیروی جاذبهٔ قوی از سوی اتم اکسیژن درمولکول همسایه جذب می‌شود. این نیروهای جاذبهٔ قوی میان مولکول‌های آب که در آن هیدروژن نقش کلیدی ایفا می کند، **پیوندهای هیدروژنی**[1] نامیده می‌شود.

آیا تنها میان مولکول‌های H_2O پیوند هیدروژنی وجود دارد؟ یا اینکه مولکول‌های دیگر نیز می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند؟

با هم بیندیشیم

۱ـ دو جدول‌زیر برخی خواص ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۵ و ۱۷ جدول دوره‌ای را نشان می‌دهند.

ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)
HF	۲۰	۱۹
HCl	۳۶/۵	-۸۵
HBr	۸۱	-۶۷

ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطهٔ‌جوش ($^\circ C$)
NH_3	۱۷	-۳۳/۵
PH_3	۳۴	-۸۷/۵
AsH_3	۷۸	-۶۲/۵

آ) در میان ترکیب‌های هر جدول انتظار دارید مولکول‌های کدام ماده توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی را داشته باشد؟ توضیح دهید.

ب) جمله زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

پیوند هیدروژنی، $\frac{\text{قوی‌ترین}}{\text{ضعیف‌ترین}}$ نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آنها، اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های $\frac{\text{F و Cl ، Br}}{\text{F و N ، O}}$ با پیوند اشتراکی متصل است.

۲ـ اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند که به‌عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به‌کار می‌روند. به کمک داده‌های جدول زیر پیش‌بینی کنید هریک از نقطه‌جوش‌های $56^\circ C$ و $78^\circ C$ مربوط به کدام ترکیب است؟ چرا؟

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)
اتانول	C_2H_5OH	۴۶
استون	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_3$	۵۸

	پیوند $O-H$	پیوند هیدروژنی لابه‌لای مولکول‌های خودش	قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی با آب
اتانول	دارد	دارد	دارد
استون	ندارد	ندارد	دارد

ترتیب نقطه جوش موارد زیر مشخص شود. ($N=14, O=16, H=1, S=32, C=14$)

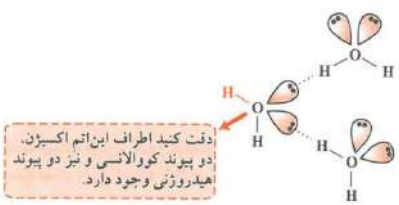
۱) HF و NaH و CO و N_2

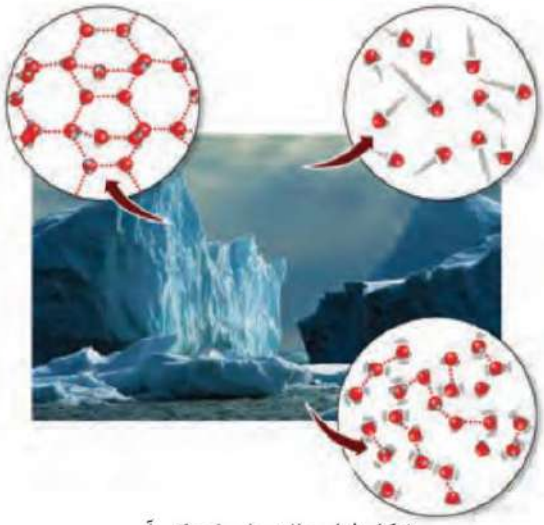
۲) H_2O و I_2 و H_2S و CH_4

۳) پروپان-دی‌متیل اتر-اتانول ← پروپان < دی متیل اتر < اتانول

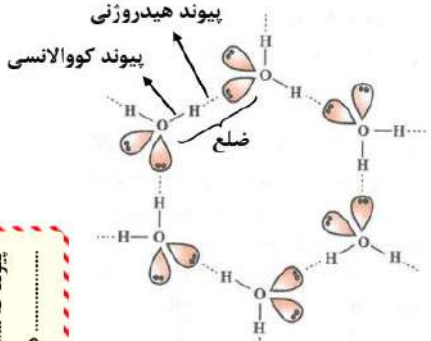
پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

آب را در سه حالت فیزیکی جامد (یخ)، مایع و بخار در نظر بگیرید (شکل ۱۸). مولکول‌های H_2O در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود ندارد. در این حالت، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها با یکدیگر پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در یخ، مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند. درواقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است (شکل ۱۸).





شکل ۱۸ـ حالت‌های فیزیکی آب



* نمایش یکی از حلقه‌های شش ضلعی در یخ

در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به‌گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند کندوی زنبور عسل را به‌وجود می‌آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بُعد گسترش یافته است. شکل‌های زیبا و متنوع دانه‌های برف ناشی از وجود این حلقه‌های شش‌ضلعی است (شکل ۱۹).

* در ساختار یخ، پیرامون هر اتم اکسیژن ..... پیوند می‌باشد که ..... کووالانسی ..... هیدروژنی و پیرامون هر اتم هیدروژن ..... پیوند که ..... پیوند کووالانسی و ..... پیوند هیدروژنی می‌باشد. هر ضلع دارای ..... که یک پیوند ..... و یک پیوند ..... دارد.

خود را بیازمایید

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

آ) با نوشتن دلیل، چگالی جرم یکسانی از آب و یخ را در دمای صفر درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر مقایسه کنید.

ب) چرا دیوارهٔ یاخته‌ها در بافت کلم بر اثر یخ زدن تخریب می‌شوند؟

انواع جاذبه های بین ذره ای

۱– قطبی ــ قطبی (دوقطبی ــ دوقطبی):

این جاذبه بین مولکول های قطبی ایجاد می شود. مانند: ($H^{\delta+} - Cl^{\delta-} \ldots H^{\delta+} - Cl^{\delta-} \ldots H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$)

دوقطبی ـ دوقطبی

* بین سر مثبت یک مولکول HCl (یعنی $H^{\delta+}$) و سرمنفی HCl(یعنی $Cl^{\delta-}$) از مولکول دیگر این نوع جاذبه بوجود می آید.

* بین دو مولکول قطبی مختلف نیز جاذبه دوقطبی ـ دوقطبی بوجود می آید مانند حل شدن HCl در آب (H_2O) :

$$H_2O \ldots H^{\delta+} - Cl^{\delta-} \ldots H_2O$$

۲– پیوند هیدروژنی :

این جاذبه بین مولکول هایی ایجاد می شود که H متصل به یکی از سه اتم FON داشته باشد.

مانند پیوند هیدروژنی در مولکول های HF : $H^{\delta+} - F^{\delta-} \ldots H^{\delta+} - F^{\delta-} \ldots H^{\delta+} - F^{\delta-} \ldots$

هیدروژنی

* پیوند هیدروژنی بین مولکول های NH_3 . H_2O , HF و همچنین الکل ها و اسیدهای آلی و ... که H متصل به O دارند بوجود می آید.

* این مولکول ها وقتی در هم حل می شوند نیز بینشان پیوند هیدروژنی بوجود می اید که عامل اصلی انحلال بین آن ها می باشد مانند حل شدن آمونیاک در آب. $H_2O \ldots NH_3 \ldots H_2O$

۳– ناقطبی ــ ناقطبی (القایی ــ القایی):

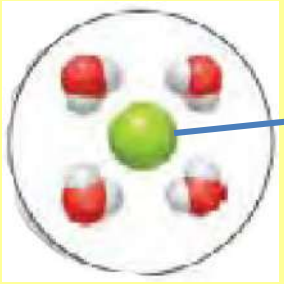
این جاذبه بین مولکول های ناقطبی ایجاد می شود.

مانند نیروی بوجود آمده بین مولکول های ناقطبی ید (I_2) با هم ویا نیروهای بین مولکولی بوجود آمده بین مولکول های ید وقتی در هگزان حل می شود که از نوع ناقطبی ـ ناقطبی است.

* نیروهای ناقطبی ـ ناقطبی به **نیروهای لاندن** معروف می باشند که نوعی از نیروهای **واندروالس** به حساب می آیند.

۴– یــون ــ دوقطــبی:

این جاذبه بین یک یون و مولکول های قطبی مانند آب بوجود می آید.



نـکات مـهم

۱– به جز پیوند هیدروژنی، به نیروهای جاذبه بین مولکولی، نیروهای واندروالسی می گویند.

۲– مقایسه قدرت نیروهای بین مولکولی : ناقطبی ـ ناقطبی < دوقطبی ـ دوقطبی < هیدروژنی : اغلب

۳– مقایسه قدرت جاذبه ها در کل: ناقطبی ـ ناقطبی < دوقطبی ـ دوقطبی < هیدروژنی < یون ـ دو قطبی

*پیوند کووالانسی و پیوند یونی در مقایسه با جاذبه های بین ذره ای بسیار قوی ترند.

۴– در مولکول های قطبی، هرچه گشتاور دوقطبی بزرگتری داشته باشند، جاذبه دوقطبی ـ دوقطبی آن ها قویتر می شود.

فرمول مولکولی	PH_3	AsH_3
گشتاور دو قطبی	0/58	> 0/21

PH_3 قطبی تر بوده وجاذبه دوقطبی ـ دوقطبی قوی تر دارد.

۵– در مولکول های ناقطبی، هرچه اندازه وجرم مولکول بیشتر باشد، جاذبه بین مولکولی آنها قویتر است.

اندازه و جرم	$I_2 > Br_2 > Cl_2$
جاذبه بین مولکولی	$I_2 > Br_2 > Cl_2$

۶– در مولکول هایی که قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی هستند، پیوند هیدروژنی مولکولی قوی تر است که گشتاور دو قطبی مولکول آن بزرگتر باشد.

فرمول مولکولی	H_2O > NH_3
گشتاور دو قطبی	1/85 > 1/46

پیوند هیدروژنی بین مولکول های H_2O قوی تر است.

۷– حالت فیزیکی یک ماده به : ♣ قدرت جاذبه بین مولکولی ♣ اندازه و جرم مولکول ها بستگی دارد.

• هرچه جاذبه، جرم و حجم بیشتر باشد احتمال اینکه ماده مایع یا جامد باشد بیشتر است.

جرم مولکولی	$I_2 > Br_2 > Cl_2$
جاذبه مولکولی	$I_2 > Br_2 > Cl_2$
حالت فیزیکی	گاز ـ مایع ـ جامد

۸– همواره جاذبه بین مولکولی در مواد قطبی از ناقطبی بیشتر نیست!!!!

• در جرم مشابه ماده قطبی جاذبه و دمای جوش بیشتر دارد. !!!!!

♣ به علت اختلاف جرم زیاد (حالت فیزیکی) : میزان جاذبه و دمای جوش : $I_2 > HCl$

عوامل موثر بردمای جوش در ترکیبات مولکولی

اول : حالت فیزیکی : $I_2 > H_2O$: دمای جوش

دوم : پیوند هیدروژنی: $H_2O > H_2S$: دمای جوش

سوم : قطبی بودن مولکول: $SO_2 > CO_2$: دمای جوش

چهارم : جرم مولکولی : $SiH_4 > CH_4$: دمای جوش

پنجم : سطح تماس : ۲،۲ – دی متیل هگزان $>$ n – اکتان:دمای جوش

توجه !!!! عوامل موثر بر دمای جوش در مواد مولکولی به شرط نزدیک بودن جرم مولی است.

توجه !!!!! هرچه جاذبه بین مولکولی در یک گاز قویتر باشد، آسان ترو در دمای بالاتر به مایع تبدیل می شود.
به عبارت دیگر هرچه دمای جوش بیشتر باشد گاز راحتر به مایع تبدیل می شود.

◄ جاذبه بین مولکولی CO (قطبی) قویتر از N_2 (ناقطبی) و آسان تر مایع می شود. (جرم ها برابرند)

تمرین : موارد زیر را مقایسه کنید.

۱	NH_3 ○ AsH_3	دمای جوش	۶	SnH_4 ○ GeH_4	قدرت جاذبه
۲	HF ○ KF	دمای جوش	۷	HCl ○ SH_4	سهولت مایع شدن
۳	BF_3 ○ PF_3	دمای جوش	۸	PH_3 ○ AsH_3	سهولت مایع شدن
۴	SiH_4 ○ SH_4	دمای جوش	۹	متان ○ پنتان	دمای جوش
۵	CO_2 ○ Br_2	قدرت جاذبه	۱۰	دی متیل پنتان ○ هپتان	دمای جوش

تمرین : مقایسه کنید.

دمای جوش: H_2O ○ HF ○ NH_3 ○ CH_4

دمای جوش : استون ○ اتانول

تعداد پیوند هیدروژنی: $H_2O(s)$ ○ $H_2O(l)$ ○ $C_2H_5OH(l)$ ○ $C_2H_5OH(g)$

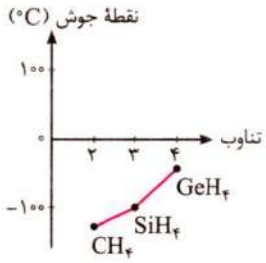
نقطه جوش موارد زیر را مشخص کنید.

CO_2 ☐ CH_4 I_2 ☐ Br_2 PH_3 ☐ AsH_3

NH_3 ☐ HF HF ☐ H_2O HF ☐ NaH

$SiCl_4$ ☐ CCl_4

● مقایسه نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه پانزدهم تا هفدهم



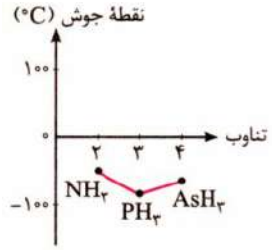
۱– ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه چهاردهم:

ترکیب‌های هیدروژن‌دار این گروه شامل CH_4، SiH_4 و GeH_4 هستند. هیچ‌یک از این مولکول‌ها در ترکیب خود پیوند هیدروژنی ندارند و هر سه مولکول آرایش متقارن و ناقطبی دارند. بنابراین با توجه به جرم و حجم آن‌ها، ترتیب نقطهٔ جوش این سه ترکیب به صورت زیر است:

نقطهٔ جوش: $GeH_4 > SiH_4 > CH_4$

جرم مولی: ۱۷/۶ > ۳۲ > ۱۶

۲– ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه پانزدهم:



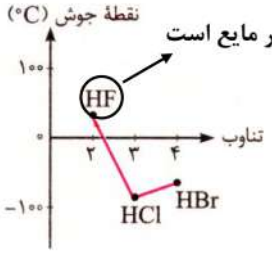
این ترکیب‌ها عبارتنداز: NH_3، PH_3 و AsH_3 که در این میان NH_3 دارای پیوند هیدروژنی است. بنابراین انتظار می‌رود بیشترین نقطهٔ جوش را داشته باشد. غیر از NH_3 که پیوند هیدروژنی دارد، روند افزایش نقطهٔ جوش PH_3 و AsH_3 با توجه به قطبی بودن هر دو مولکول، به دلیل افزایش جرم و حجم روند زیر را دارد.

نقطهٔ جوش: $AsH_3 > PH_3$

جرم مولی: ۷۷/۹ > ۳۳/۹

نقطهٔ جوش: $NH_3 > AsH_3 > PH_3$

۳– ترکیب هیدروژن دار گروه هفدهم:



روند افزایش نقطهٔ جوش در این گروه دقیقاً مانند گروه ۱۶ است. در این گروه HF به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی بالاترین نقطهٔ جوش را دارد و بین HCl و HBr با توجه به قطبی بودن هر دو مولکول، با افزایش جرم و حجم مولکول‌ها، نیروهای جاذبهٔ بین‌مولکولی و در نتیجه نقطهٔ جوش افزایش می‌یابد:

نقطهٔ جوش: $HF > HBr > HCl$

آب و دیگر حلّال‌ها

آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند. آب و **محلول‌های آبی**[1] در زندگی جانداران نقش حیاتی دارند. اما همهٔ محلول‌ها آبی نیستند زیرا افزون بر آب، حلال‌های دیگری نیز وجود دارند. جدول ۳، سه ترکیب آلی را نشان می‌دهد که به‌عنوان حلال به کار می‌روند.

هوا و آب دریا از جمله محلول‌هایی هستند که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده‌اند.

جدول ۳ـ سه حلال آلی و برخی ویژگی‌های آنها

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ (D)	کاربرد
اتانول	C_2H_6O	>۰	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	>۰	حلال برخی چربی‌ها، رنگ‌ها و لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈۰	حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (تینر)

برخی مواد شیمیایی مانند اتانول (الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. از این رو نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آنها تهیه کرد.

به محلول‌هایی که حلال آنها آلی است، **محلول‌های غیرآبی**[2] می‌گویند. شکل ۲۰، دو نمونه از این محلول‌ها را نشان می‌دهد.

(آ)

(ب)

شکل ۲۰ـ دو نمونه محلول غیرآبی آ) محلول یُد در هگزان و ب) بنزین خودرو

گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.

خود را بیازمایید

آیا حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر هر یک از مخلوط‌های زیر یکسان و یکنواخت است؟ چرا؟

آ) آب و هگزان

ب) آب و یخ

● کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟

بدون انجام آزمایش می‌توان انحلال‌پذیری یک ماده در یک حلال و تشکیل محلول را پیش‌بینی کرد.

«شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند»

- **ترکیب‌های یونی، در آب که یک حلال قطبی است، بهتر حل می شوند.**
- **ترکیب‌های قطبی، در حلال‌های قطبی بهتر حل می‌شوند.**
- **ترکیب‌های ناقطبی، در حلال‌های ناقطبی بهتر حل می‌شوند.**
- **ترکیب‌های دارای پیوند هیدروژنی، در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی بهتر حل می‌شوند.**

پیوند با زندگی

اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی هستند. محلول‌هایی که بیشتر واکنش‌های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا، کنترل دمای بدن، تنفس، جلوگیری از خشکی پوست و ... در آنها انجام می‌شود. با این توصیف بخش عمدهٔ جرم بدن را آب تشکیل می‌دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته‌ها و باقی آن در مایع‌های برون سلولی جریان دارد. این مایع‌ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول‌ها و دستگاه گردش خون جابه‌جا می‌کند. هر فرد بالغ روزانه به‌طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌لیتر آب را به صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و... از دست می‌دهد. اگر این مقدار آب با خوردن مواد غذایی، میوه‌ها و نوشیدنی‌ها جبران نشود، بدن دچار کم آبی خواهد شد (شکل ۲۱).

شکل ۲۱ـ بخش عمدهٔ اغلب خوراکی‌ها را آب تشکیل می‌دهد.

آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول‌ها و دفع آنها نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد.

کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟

تاکنون آموختید که برخی حل‌شونده‌ها در برخی حلال‌ها حل می‌شوند و محلول تشکیل می‌دهند، در حالی که برخی دیگر مخلوط ناهمگن می‌سازند. برای نمونه، افزودن استون به آب یا اندکی یُد به هگزان منجر به تشکیل محلول می‌شود اما، افزودن هگزان به آب، مخلوطی ناهمگن پدید می‌آورد.

- در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما قابل چشم‌پوشی است.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به مقدار گشتاور دو قطبی هر ماده، موارد زیر را توجیه کنید.

آ) انحلال استون در آب

ب) انحلال یُد در هگزان

پ) حل نشدن هگزان در آب

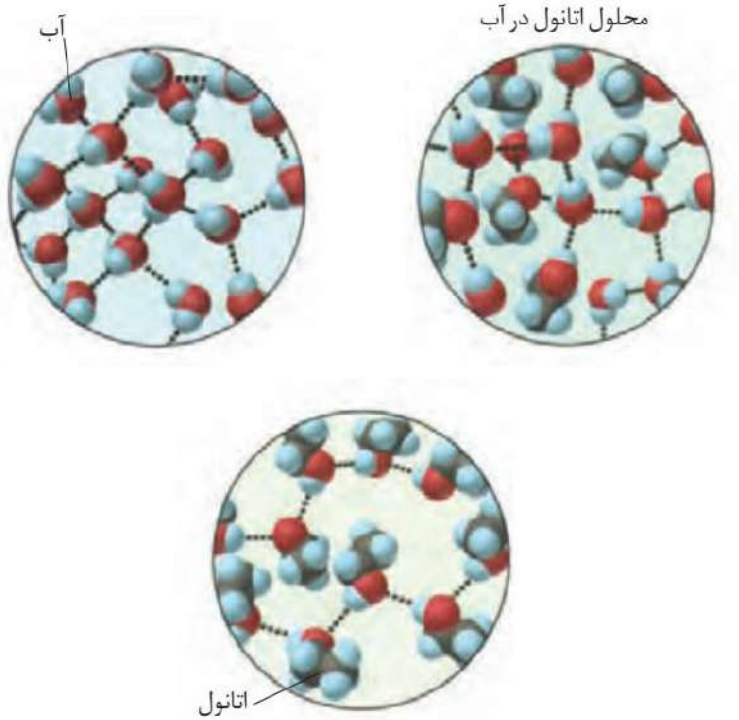
ماده	گشتاور دوقطبی (D)
آب	> ۰
استون	> ۰
یُد	$= ۰$
هگزان	$\simeq ۰$

۲ـ آیا جملهٔ «**شبیه، شبیه را حل می‌کند**[۱]» درست است؟ توضیح دهید.

۳ـ آزمایش‌ها نشان می‌دهند که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که:

(**میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص**) < (**جاذبه‌های حل‌شونده با حلال در محلول**)

با این توصیف با توجه به شکل زیر، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) نیروهای بین مولکولی در هریک از چه نوعی است؟ چرا؟

ب) در مربع زیر علامت < یا > قرار دهید.

نیروی جاذبه میان مولکول‌ها در محلول اتانول در آب ☐ میانگین نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب خالص و اتانول خالص

پ) چرا شیمی‌دان‌ها انحلال اتانول در آب را **انحلال مولکولی** می‌نامند؟ توضیح دهید.

● اگر مولکول‌های حلال را با A و ذره‌های حل‌شونده را با B نمایش دهیم، می‌توان نیروهای جاذبه میان آنها را در حالت خالص با A...A و B...B نشان داد. با این توصیف برای محلول B در A رابطه زیر برقرار است.

$$(A...B) > \frac{(A...A)+(B...B)}{۲}$$

فرایند انحلال نمک‌ها در آب

با انحلال مولکولی آشنا شدید. انحلالی که در آن مولکول‌های حل‌شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند، گویی ساختار مولکول‌های حل‌شونده در محلول دچار تغییر نشده است. انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال یُد در هگزان از این نوع هستند. اما همهٔ فرایندهای انحلال چنین نیستند، برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید(شکل ۲۲).

سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته‌اند. هنگامی که بلور کوچکی از این مادهٔ جامد در آب وارد می‌شود، مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده، نیروی جاذبه‌ای میان آنها برقرار می‌شود. این نیروی جاذبه، **یون ـ دوقطبی**[1] نام دارد؛ نیروی جاذبه‌ای که باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شوند. این **یون‌های آبپوشیده**[2] در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد، به‌طوری که محلول آب نمک را می‌توان محلولی محتوی یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ دانست.

همان گونه که در شکل ۲۲ پیداست، در این فرایند انحلال، مادهٔ حل‌شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است و یون‌های سازندهٔ شبکهٔ بلور یونی، تفکیک و آبپوشیده شده‌اند. این فرایند، **انحلال یونی** به‌شمار می‌رود.

شکل ۲۲ـ فرایند انحلال سدیم کلرید در آب و تشکیل یون‌های آبپوشیده

$$H_2O^{\delta-} \cdots\cdots Na^+Cl^- \cdots\cdots H_2O^{\delta+}$$

آیا گازها هم در آب حل می‌شوند؟

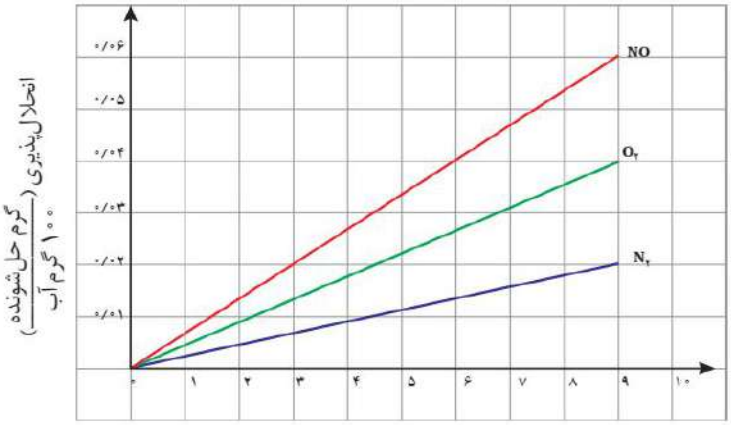
آیا تاکنون به تنفس ماهی‌های درون آبزی‌دان (**آکواریوم**)[3]، توجه کرده‌اید؟ آیا می‌دانید آبزیان اکسیژن لازم را برای سوخت و ساز از کجا تأمین می‌کنند؟ همهٔ جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده ماندن به اکسیژن (O_2) نیازمندند. آنها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. آیا می‌دانید انحلال‌پذیری گاز اکسیژن و دیگر گازها در آب به چه عواملی بستگی دارد؟

اکسیژن کافی و محلول در آب برای ادامهٔ زندگی ماهی‌ها ضروری است.

ترکیب یونی نامحلول ⇒ میانگین پیوند یونی در ترکیب یونی مربوطه و پیوند هیدروژنی در آب > نیروی جاذبه یون – دوقطبی در محلول
ترکیب یونی محلول ⇒ میانگین پیوند یونی در ترکیب یونی مربوطه و پیوند هیدروژنی در آب < نیروی جاذبه یون – دوقطبی در محلول

با هم بیندیشیم

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



آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال‌پذیری گازها نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.

ب) نتیجه‌گیری از این نمودار **قانون هنری**[1] نام دارد. آن را در یک سطر توضیح دهید.

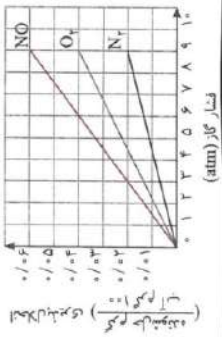
پ) شیب نمودار برای کدام گاز تندتر است؟ از این واقعیت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۲ـ با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی CO_2 برخلاف NO صفر است:

آ) پیش‌بینی کنید در دما و فشار معین، انحلال‌پذیری کدام گاز در آب بیشتر است؟ چرا؟

ب) آزمایش‌ها نشان می‌دهد که در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی، انحلال‌پذیری گاز CO_2 بیشتر از NO است. چرا؟

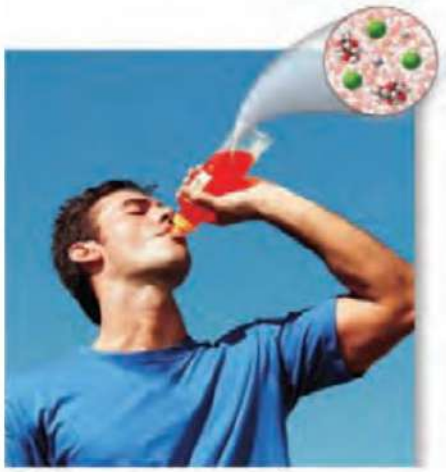
۱) در نقطه صفر انحلال‌پذیری ..... است.
۲) به صورت خطی است پس شیب آن ..... است.
۳) تأثیر فشار بر روی NO و O_2 و N_2 متفاوت است. انحلال‌پذیری N_2 با تغییر فشار تغییر کم‌تری دارد.
۴) با دو برابر کردن فشار، انحلال‌پذیری .....



پیوند با زندگی

آیا تاکنون دیده یا شنیده‌اید که ورزشکاران به ویژه دوچرخه سواران و دوندگان پس از تمرین یا مسابقه، نوشیدنی‌های ویژه‌ای مصرف می‌کنند؟ آیا می‌دانید هر یک از این نوشیدنی‌ها حاوی چه موادی است؟ چرا نوشیدن این نوع مایع‌ها به ورزشکاران توصیه می‌شود؟

بدن ما سامانهٔ پیچیده و متعادلی از یاخته‌ها، بافت‌ها و مایعاتی است که در هر لحظه با نظمی باور نکردنی، پیام‌های عصبی، احساسات و حرکات ما را کنترل می‌کنند. این هنگامی رخ می‌دهد که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود؛ محیطی که یک محلول آبی محتوی یون‌های گوناگونی مانند Cl^-، K^+، Na^+ و ... است.



شکل ۲۳ـ تأمین یون‌های موردنیاز بدن

پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدتی دویدن، احساس خستگی به دلیل کاهش چشمگیر این یون‌ها در مایع‌های بدن است. از این‌رو نوشیدن محلول‌هایی حاوی این یون‌ها ضروری است. (شکل ۲۳).

یکی از مهم‌ترین یون‌ها در مایع‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است، کمبود آن به‌ندرت احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم (K^+) برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به‌طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. درواقع، اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.

ردپای آب در زندگی

آیا می‌دانید روزانه چند لیتر آب مصرف می کنید؟ آیا مصرف آب، تنها شامل میزان آبی است که می‌نوشید؟ هر فرد، روزانه در حدود ۳۵۰ لیتر آب مصرف می کند. این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت و پز ، شستشو در آشپزخانه، نظافت، شستشوی لباس و .... است.

مصرف آب به فعالیت‌های روزانه هر شخص محدود نمی‌شود، بلکه روزانه در صنایع گوناگون، حجم بسیار زیادی آب استفاده می‌شود. در میان صنایع، صنعت کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که برای تولید هر وسیله، کالا یا فراورده مقدار معینی آب نیاز است (شکل ۲۴).

شکل ۲۴ـ ردپای آب برای تولید برخی فراورده‌ها

همانند ردپای کربن دی‌اکسید، برای هر فرد، **ردپای آب** نیز تعریف می‌شود. درواقع، ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس مصرف می کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود. این میزان، همهٔ آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد. برای مثال اگر شما سالانه ۱۵۰ کیلوگرم گندم مصرف کنید، ردپای آب شما در تولید این مقدار گندم برابر با ۲۷۴۵۰۰ لیتر خواهد بود. با حساب کردن همهٔ آب مصرفی در زندگی سالانه هر فرد می‌توان میانگین ردپای آب او را برآورد کرد. هر چه رد پای آب ایجاد شده، سنگین‌تر باشد، منابع آب شیرین بیشتر مصرف می‌شوند و زودتر به پایان می‌رسند. برآوردهای پژوهشگران نشان می‌دهد که میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود ۱۰۰۰۰۰۰ لیتر است.

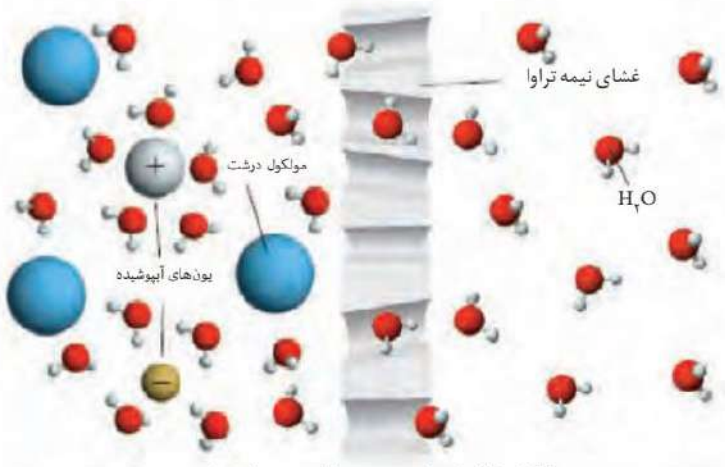
این ردپا شامل همه آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، بهداشت، خانه، مدرسه، دانشگاه و... است که همگی از آب‌های سطحی یا زیرزمینی تأمین می‌شود. توجه کنید که آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است؛ به‌طوری که ممکن است آبی برای شستشو مناسب باشد اما آشامیدنی نباشد. هر چند که آب دریاها و اقیانوس‌ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیهٔ آب به شمار می‌آیند، اما به اندازه‌ای شور هستند که باید قبل از مصرف، نمک‌زدایی و تصفیه شوند.

پیوند با زندگی

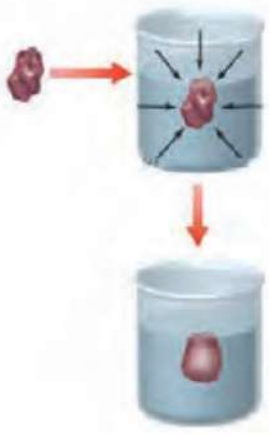
هنگامی که حبوبات و میوه‌های خشک را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، متورم می‌شوند در حالی که خیار در آب شور چروکیده می‌گردد (شکل ۲۵). آیا تاکنون اندیشیده‌اید که در این پدیده‌ها چه رخ می‌دهد؟

شکل ۲۵ـ نمونه‌هایی از پدیدهٔ اسمز در زندگی روزانه

دیوارهٔ یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازندهٔ مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به‌گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها **غشای نیمه تراوا**[1] نامیده می‌شوند (شکل ۲۶).



شکل ۲۶ـ غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی



هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیوارهٔ سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود. **گذرندگی(اسمز)**[2] نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند، برخی نمک‌ها ، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابد.

کدام مورد نادرست است؟

۱) با استفاده از روش اسمز معکوس، می‌توان شیر را تغلیظ کرد.

۲) فرایند اسمز، خودبه‌خودی و فرایند معکوس آن، غیر خودبه‌خودی است.

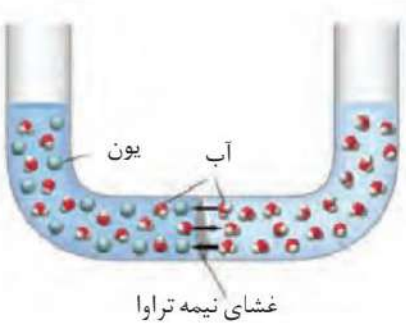
۳) در فرایند اسمز، در نهایت، غلظت حل شونده در دو محیط جدا شده با غشای نیمه تراوا، برابر می‌شود.

۴) کیفیت آب می‌تواند بر مدت زمان استفادهٔ مؤثر از غشای نیمه‌تراوا برای شیرین‌سازی آب دریا در فرایند اسمز معکوس، تأثیر بگذارد.

با هم بیندیشیم

۱ـ مطابق شکل زیر، حجم‌های برابری از آب دریا و آب مقطر به‌وسیلهٔ یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده‌اند.

آ) اگر این غشا مانع گذر یون‌های سدیم و کلرید شود، با گذشت زمان چه رخ می‌دهد؟

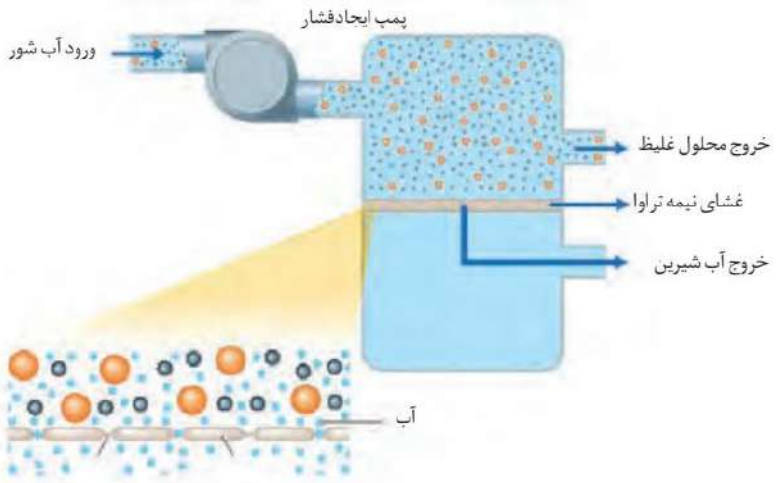


ب) آیا با این روش می‌توان آب دریا را نمک‌زدایی و آب شیرین تهیه کرد؟ چرا؟

پ) براساس شکل روبه‌رو، اگر بر پیستون نیرو وارد کنیم چه رخ می‌دهد؟ چرا؟

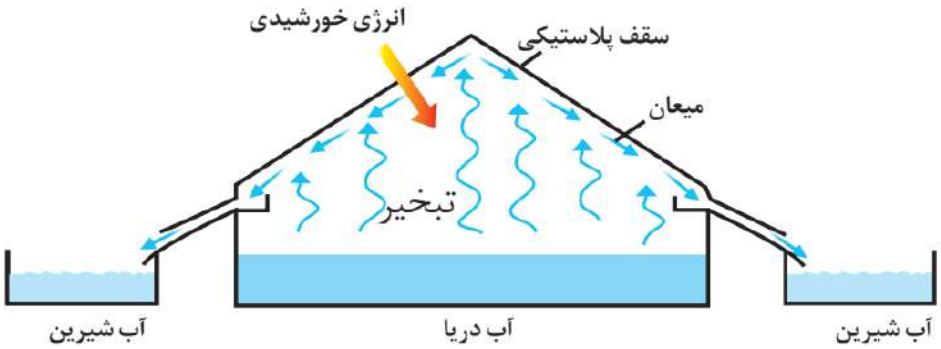
ت) چرا فرایند انجام شده در قسمت «پ» را **اسمز وارونه (معکوس)**[1] می‌نامند؟

۲ـ با توجه به شکل زیر، چگونگی تولید آب شیرین از آب دریا را توضیح دهید.



خود را بیازمایید

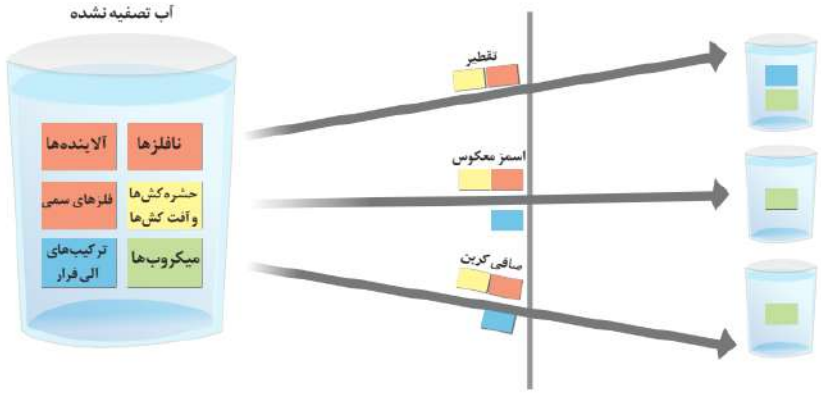
۱ـ شکل زیر روشی برای تهیهٔ آب شیرین از آب دریا را نشان می‌دهد.



آ) این روش چه نام دارد؟

ب) روند تهیهٔ آب شیرین را در این روش توضیح دهید.

۲ـ شکل زیر برخی روش‌های تصفیه یک نمونه آب را نشان می‌دهد، با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



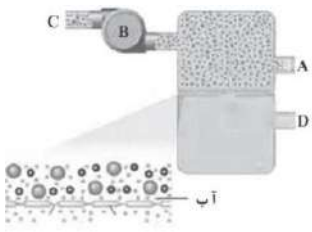
آ) با انجام تقطیر، کدام مواد موجود در آب از آن جدا می‌شوند؟ توضیح دهید.

ب) با عبور آب از صافی کربن، کدام آلاینده‌ها حذف می‌شوند؟

پ) با روش اسمز معکوس، کدام مواد را می‌توان از آب جدا کرد؟

ت) آب به‌دست آمده از کدام روش‌ها، آلایندهٔ کمتری دارد؟

ث) چرا آب تصفیه شده در این روش‌ها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد؟



چند جمله از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- برای تصفیه آب به روش تقطیر برخلاف روش اسمز معکوس و صافی کربن مرحله کلرزنی باید انجام شود.
- تمام موادی که با روش صافی کربن از آب حذف می‌شوند با روش تقطیر نیز از آب جدا می‌شود.
- در روش تقطیر برای تصفیه آب از فرایندهای تبخیر و میعان کمک گرفته می‌شود.
- در این دستگاه تولید آب شیرین به کمک فرایند خودبه خودی اسمز معکوس انجام می‌شود.
- روش تقطیر برخلاف روش اسمز معکوس و صافی کربن، قادر به جداسازی ترکیبات آلی فرار از آب نیست.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

عوامل مؤثر بر انحلال‌پذیری گاز:

A– نوع گازها

۱- جرم و حجم مولکول‌های گازی: هر چه جرم و حجم مولکول‌های گازی بیشتر باشد، امکان ایجاد نیروهای بین‌مولکولی قوی‌تر با آب وجود داشته و در نتیجه انحلال‌پذیری آن‌ها در آب افزایش می‌یابد.

جرم و حجم مولکول‌های گاز ↑ ⇐ انحلال‌پذیری گاز ↑

۲- قطبی بودن گاز: در قسمت قبل خواندیم که «شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند». از آن‌جا که مولکول‌های آب به شدت قطبی هستند، هر چه مولکول‌های گازی قطبی‌تر باشند، میزان انحلال‌پذیری آن‌ها در آب بیشتر است.

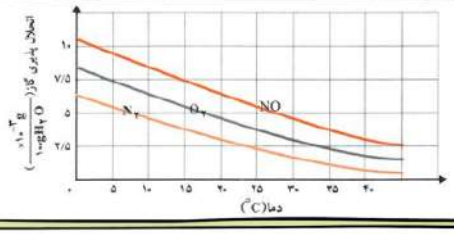
$$CO_2 > NO > O_2 > N_2$$

نکته! انحلال‌پذیری CO_2 از NO **در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی** بیش‌تر است چون از معدود گازهایی است که با آب واکنش می‌دهد ولی دقت کنید میزان انجام واکنش شیمیایی بین CO_2 و آب کم است و CO_2 بیش‌تر بصورت مولکولی در آب حل می‌شود و یک دلیل دیگر جرم بیشتر CO_2 از NO می‌باشد.

۲– دما

در رابطه با دما باید بدانیم:

۱) تأثیر دما بر روی سه گاز NO و O_2 و N_2 یکسان است.



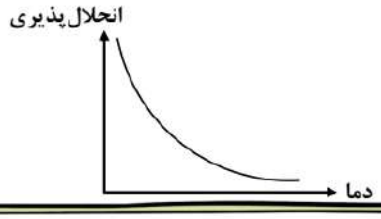
در تمرین‌های دوره‌ای کتاب درسی عنوان شده است.

۱) در نقطه صفر انحلال‌پذیری Max است.

۲) چون به صورت منحنی است شیب آن متغیر است.

۳) با دو برابر کردن دما، انحلال‌پذیری $\frac{1}{2}$ نمی‌شود

۴) انحلال‌پذیری گازها با دما رابطه عکس دارد مثل نمک Li_2SO_4



۳– فشار

به طور کلی با افزایش فشار گاز، برخورد مولکول‌های گازی با سطح حلال (آب) بیش‌تر بوده و احتمال این که مولکول‌های گازی به داخل حلال نفوذ کنند افزایش می‌یابد. بدین ترتیب انحلال‌پذیری نیز زیاد می‌شود.

قانون هنری: در دمای ثابت، انحلال‌پذیری یک گاز معین با فشار آن گاز رابطه‌ی مستقیم دارد.

نکته! با توجه به قانون هنری، رابطه‌ی انحلال‌پذیری گاز با فشار گاز به صورت یک معادله‌ی خطی (با فرم کلی $y = ax$) است. پس فرم کلی منحنی‌های «انحلال‌پذیری- فشار گاز» به صورت روبه‌رو است.

عوامل موثر در انحلال گازها

۱– دما : در فشار ثابت با افزایش دما، انحلال پذیری گازها در آب کاهش می یابد.

۲– فشار : در دمای ثابت با افزایش فشار، انحلال پذیری گازها به صورت خطی افزایش می یابد.

۳– ماهیت گاز : (هرچه جرم یا حجم بیشتر انحلال بیشتر) **ناقطبی > قطبی > هیدروژنی > یون ـ دوقطبی**

تمرین : انحلال پذیری گازهای آمونیاک، هیدروژن کلرید، کربن دی اکسید، نیتروژن و اکسیژن را در دمای اتاق در آب مقایسه کن

♣ گازهایی که با آب واکنش شیمیایی می دهند در آب بهترحل می شوند.
♣ CO_2 ناقطبی است و NO قطبی است ولی CO_2 در آب بهتر حل می شود چون :
◄ جرم وحجم بیشتری دارد
◄ با آب واکنش شیمیایی می دهد.
◄ قطبیت NO ناچیز است.

تمرین : فرمول یا عدد یا واژه مناسب را انتخاب کنید.

۱) اغلب محلول های موجود در بدن انسان، محلول های $\frac{\text{آلی}}{\text{آبی}}$ هستند.

۲) اختلال در حرکت یون $\frac{K^+}{Ca^{2+}}$ مانع انتقال پیام های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می شود.

۳) در مخلوط های ناهمگن به حالت $\frac{\text{گازی}}{\text{مایع}}$، مانند آب وهگزان، اجزای مخلوط به میزان $\frac{\text{ناچیزی}}{\text{زیادی}}$ در یکدیگر حل می شود و $\frac{\text{می توان}}{\text{نمی توان}}$ از آن چشم پوشی کرد.

۴– بنزین و محلول ید در هگزان دو نمونه $\frac{\text{محلول غیر آبی}}{\text{محلول آبی}}$ هستند که به ترتیب رنگ آنها $\frac{\text{سبز}}{\text{آبی}}$ و $\frac{\text{بنفش}}{\text{قرمز}}$ می باشد.

۵– آب ویخ مخلوط $\frac{\text{1 فازی}}{\text{2 فازی}}$ و آب وهگزان مخلوط $\frac{\text{1 فازی}}{\text{2 فازی}}$ می باشند که درهردو آب فاز $\frac{\text{بالایی}}{\text{پائینی}}$ را تشکیل می دهد.

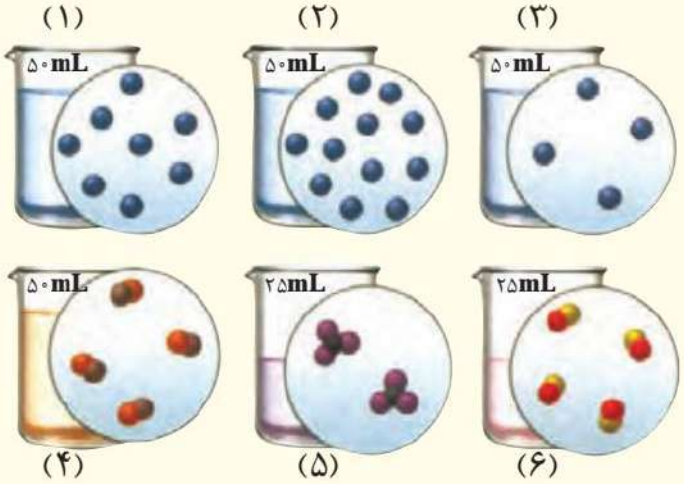
۶– آزمایش ها نشان می دهد که در فشار 1atm ودر $\frac{\text{هردمایی}}{\text{دماهای پائین}}$، انحلال پذیری گاز CO_2 از گاز NO $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ است. زیرا گاز CO_2 $\frac{\text{بزرگتر}}{\text{قطبی تر}}$ بوده ودر ضمن گاز $\frac{CO_2}{NO}$ با آب واکنش می دهد.

۷– بخش عمده جرم بدن را آب تشکیل می دهد. $\frac{\text{بیش از}}{\text{کمتر از}}$ نیمی از آن در درون یاخته ها و باقی آن در $\frac{\text{مایع برون سلولی}}{\text{بافت های عضلانی}}$ جریان دارد. این مایع ها $\frac{\text{مواد مغزی}}{\text{مواد مغزی و زائد}}$ را بین سلول ها و دستگاه $\frac{\text{گردش خون}}{\text{اعصاب}}$ جا به جا می کنند.

۸– هر فرد بالغ میانگین ، $\frac{1/5-3}{3-4/5}$ لیتر را بصورت $\frac{\text{فقط ادرار}}{\text{ادرار، تعرق ، بازدم}}$ ازدست می دهد.

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ اگر در محلول‌های آبی (۱) تا (۶) هر ذرهٔ حل شونده هم‌ارز با ۰/۰۲ مول باشد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) کدام محلول غلیظ‌تر است؟ چرا؟

ب) غلظت مولی کدام محلول‌ها با هم برابر است؟

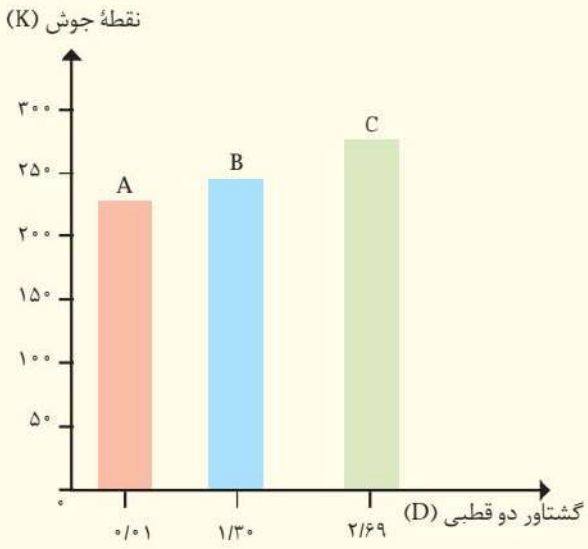
پ) غلظت مولی محلول به‌دست آمده از مخلوط کردن محلول (۱) و (۳) را حساب کنید.

ت) غلظت مولی محلول (۴) را پس از افزودن ۱۱۰ میلی‌لیتر آب به آن حساب کنید.

ث) غلظت مولی محلول (۵) را پس از انحلال ۰/۰۲ مول حل شونده به‌دست آورید (از تغییر حجم چشم‌پوشی کنید).

۲ـ ادامهٔ زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از ۵ppm باشد. با انجام محاسبه مشخص کنید که آیا ۹ kg آب حاوی ۶۷/۵ میلی‌گرم اکسیژن محلول برای ادامهٔ زندگی ماهی‌ها مناسب است؟

۳ـ با توجه به نمودار روبه‌رو به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید. جرم مولی هر سه مادهٔ آلی A، B و C با یکدیگر برابر است.

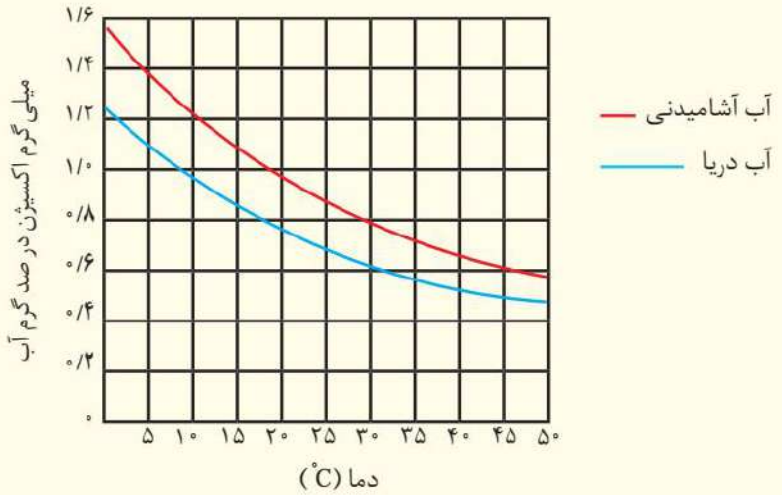


آ) جهت‌گیری و منظم شدن مولکول‌های کدام ترکیب در میدان الکتریکی محسوس‌تر است؟ چرا؟

ب) سه ترکیب داده شده را بر اساس کاهش قدرت نیروهای بین مولکولی مرتب کنید؟

پ) پیش‌بینی کنید کدام ماده در شرایط یکسان انحلال‌پذیری بیشتری در هگزان دارد؟ چرا؟

۴ـ در نمودار زیر انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا نشان داده شده است.

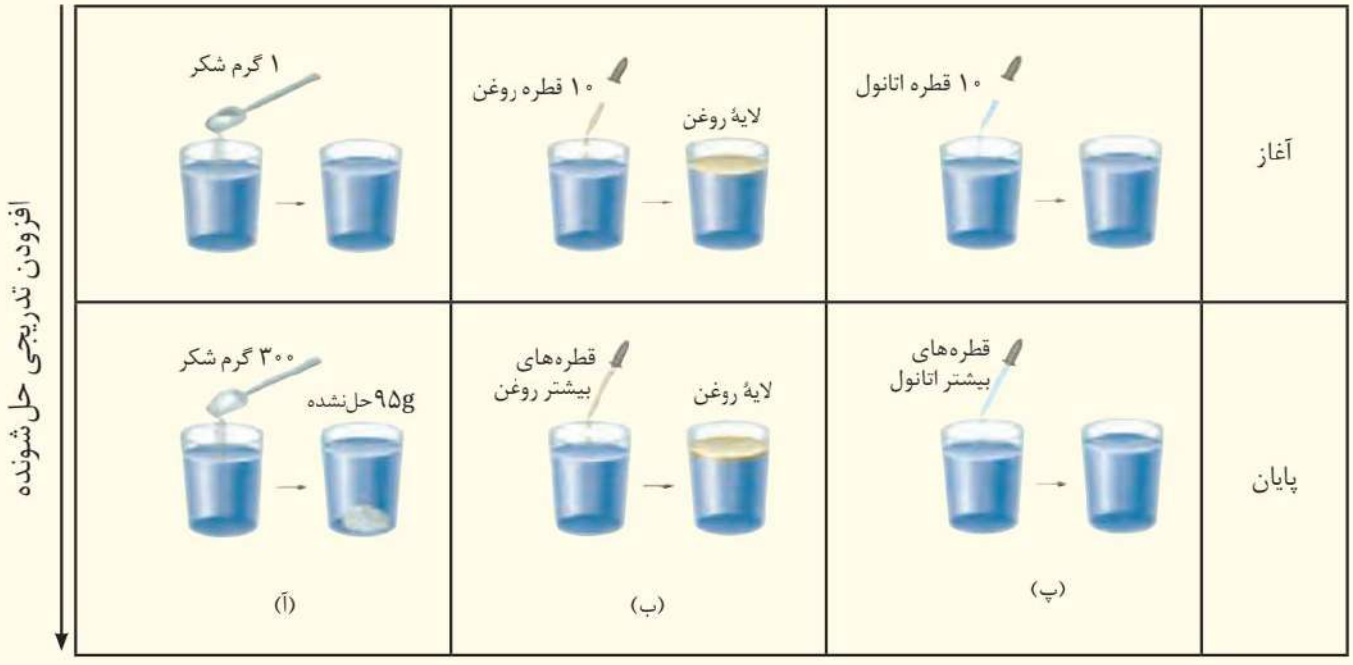


آ) در دمای $5^{\circ}C$ انحلال‌پذیری گاز اکسیژن چقدر است؟

ب) با افزایش دما چه تغییری در مقدار حل شدن گاز اکسیژن مشاهده می‌شود؟

پ) آیا می‌توان گفت با افزایش مقدار نمک در آب، انحلال‌پذیری گاز اکسیژن کاهش می‌یابد؟ توضیح دهید.

۵ـ هر یک از شکل‌های زیر نمایی از آغاز و پایان آزمایشی برای درک مفهوم انحلال‌پذیری سه ماده در آب و دمای $25^{\circ}C$ است. نتیجهٔ هریک از این آزمایش‌ها را بنویسید.



۶ـ هر یک از شکل‌های زیر، کاربردی از یک ترکیب یونی را نشان می‌دهد.

آ) کدام شکل کاربرد کلسیم سولفات و کدام شکل کاربرد آمونیوم نیترات را نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.

ب) اگر انحلال‌پذیری کلسیم سولفات و آمونیوم نیترات در آب و دمای $20^{\circ}C$ به ترتیب برابر با ۰/۲ و ۶۵/۵ گرم باشد، درصد جرمی محلول سیرشدهٔ هریک را در این دما حساب کنید.

۷ـ کوسه‌های شکارچی حس بویایی بسیار قوی دارند و می‌توانند بوی خون را از فاصلهٔ دورتر حس کنند. اگر یک قطره (۰/۱ گرم) از خون یک شکار در فضایی از آب دریا به حجم 4×10^{12} لیتر پخش شود، این کوسه‌ها بوی خون را حس می‌کنند. حساب کنید حس بویایی این کوسه‌ها به حداقل چند ppm خون حساس است؟ (جرم یک لیتر آب دریا را یک کیلوگرم در نظر بگیرید).