« جزوه کامل شیمی دهم »

فصل اول : کیهان زادگاه الفبای هستی

مباحث عمده فصل : عنصرها و اینزوتوپ ها – طبقه بندی عنصرها – عدد آووگادرو و مفهوم مول –مدل کوانتومی اتم و آرایش الکترونی – تشکیل پیوند شیمیایی

جهان هستی چگونه پدید آمده است؟ ذره های سازندهٔ جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده اند؟

پرسش هایی که یافتن پاسخ آنها بسیار دشوار است.

زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش های گوناگون در آن ، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش ها هستند.

شیمی دان ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده ، همچنین بر هم کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته اند.

سه پرسش اساسی :
1. **هستی چگونه پدید آمده است؟**
2. **جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟**
3. **پدیده های طبیعی چگونه و چرا رخ می دهند؟**

پاسخ به نخستین پرسش که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است در قلمرو علم تجربی نمی گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خویش در پرتو آموزه های الهی می تواند به پاسخی جامع دست یابد.

پاسخ به پرسش های دوم و سوم توسط دانشمندان و با تکیه بر علوم تجربی امکان پذیر است.

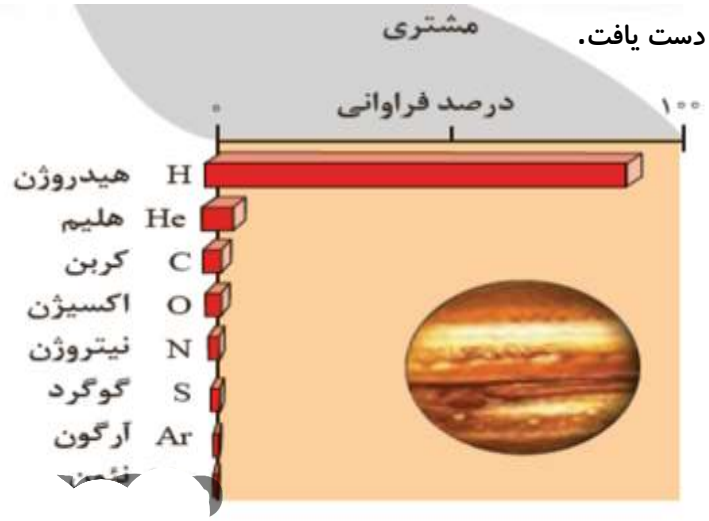
فضاپیماهای ویجر ۱و۲ ← در سال ۱۹۷۷(۱۳۵۶شمسی) دوفضاپیمای ویجر ۱و۲ برای
۱- شناخت کیهان و ۲- شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی به فضا فرستاده شدند.

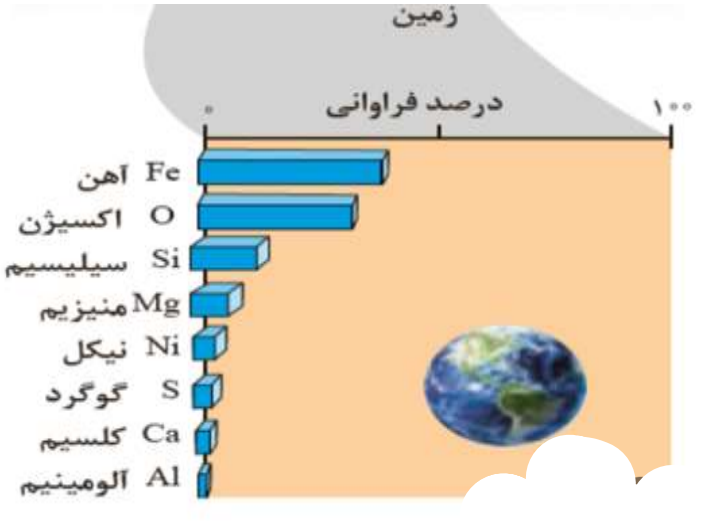
مأموریت فضاپیما های ویجر ۱و۲ ← گذر از کنار سیاره های (زمان) زحل ، مشتری ، اورانوس و نپتون (سیاره های گازی شکل) و تهیه شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی از آن ها بود.

اطلاعات موجود در شناسنامه ها:
1. **نوع عنصرهای سازنده**
2. **ترکیب شیمیایی در موجود در اتمسفر سیاره**
3. **ترکیب درصد مواد موجود در اتمسفر سیاره**

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

یکی از پرسش های مهمی که شیمی دان ها 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 می کند ؛ برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید می توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.





سیاره های زمین و مشتری و مقایسه بین آن ها :

۱ – زمین به خورشید نزدیک تر و مشتری از خورشید دورتر است.

۲ –فراوان ترین عنصر در زمین آهن (Fe) و سپس اکسیژن (O) است.

ترتیب فراوانی عناصر در سیاره زمین: Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al رمز: فیوزی مگه نیس کآله

۳ –در بین ۸ عنصر فراوان سیاره زمین ۵ عنصر فلزی ، ۲ عنصر نافلزی و ۱ عنصر شبه فلزی وجود دارد اما در بین ۸ عنصر فراوان سیاره مشتری عنصر فلزی و شبه فلزی یافت نمی شود.

۴ –فراوان ترین عنصر در مشتری هیدروژن (H) (حدود ۹۰درصد) و سپس هلیم (He) است.

ترتیب فراوانی عناصر در سیاره مشتری : H > He > C > O > N > S > Ar > Ne رمز: هلهله کُن سَرِ نِـی

۵ –ترتیب فراوانی گاز های نجیب در مشتری : $_{2}He > _{18}Ar > _{10}Ne$

۶ –عنصرهای گوگرد و اکسیژن در هر دو سیاره جزو هشت عنصر فراوان هستند.

۷ –عنصر گوگرد در هر دو سیاره در رتبه ششم از نظر فراوانی قرار دارند اما درصد آن در زمین بیشتر است.

۸ –مشتری بیشتر از جنس گاز و زمین بیشتر از جنس سنگ است پس چگالی زمین بیشتر از مشتری است.

۹ –بجز عنصرهای ذکر شده عناصر دیگری در زمین یافت می شود. مانند : طلا ، نقره ، مس ، پلاتین و ...

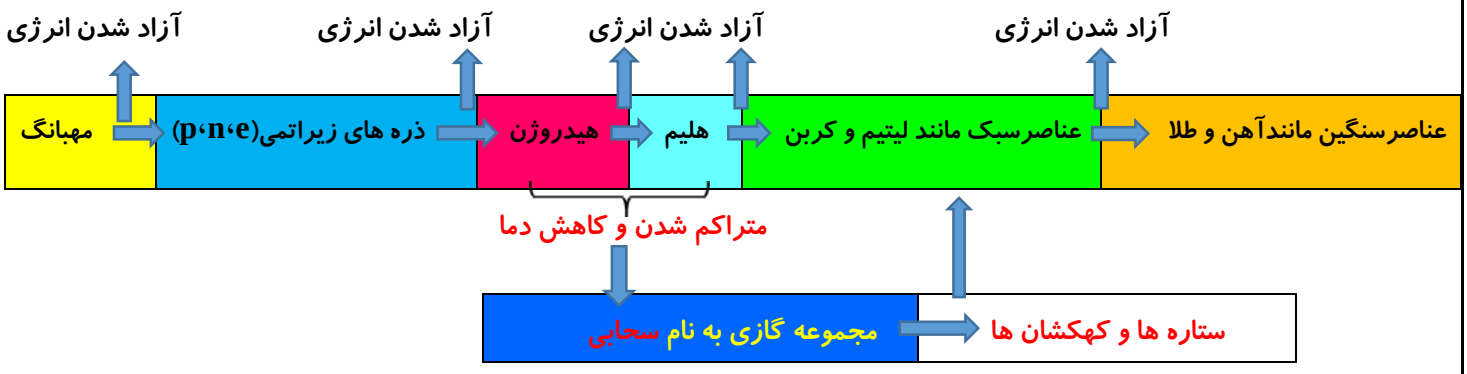
۱۰ –مقایسه درصد فراوانی عنصرها در سیاره زمین و مشتری نشانگر توزیع ناهمگون عنصرها در جهان هستی است.

سر آغاز کیهان :

سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است .در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره های 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 مجموعه های گازی به نام سحابی ایجاد کرد .بعدها این سحابی ها سبب پیدایش ستاره ها و کهکشان ها شد.

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا ، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک تر ، عنصرهای سنگین تر پدید می آیند به این ترتیب پس از هیدروژن و هلیم ابتدا عنصرهای سبک مانند لیتیم و کربن و درنهایت عنصرهای سنگین تر مانند آهن و طلا پدید می آیند . جالب است بدانید که ستاره ها متولد می‌شوند ؛ رشد می کنند و زمانی می‌میرند مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.

دما و اندازه هر ستاره تعیین کننده نوع عنصرهایی است که در آن ستاره می تواند ساخته شود هر چه دما بالاتر باشد شرایط برای تشکیل عنصرهای سنگین تر فراهم می شود.



نکته : با گذشت از هر مرحله به مرحله بعد مقداری انرژی نیز آزاد می شود.

خورشید نزدیک ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد . انرژی گرمایی و نور خیره کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش های هسته ای است ،واکنش هایی که در آنها انرژی هنگفتی آزاد می شود . انرژی آزاد شده در واکنش هسته ای آن قدر زیاد است که می تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند .در واکنش های شیمیایی که در پدیده های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کمتر است. (درفرایند همجوشی هسته ای ۴ اتم هیدروژن تبدیل به یک اتم هلیم می شوند که در این فرایند مقداری ماده طبق فرمول آلبرت اینشتین $E=mc^2$ به انرژی تبدیل می شود.)

تفاوت های واکنش های شیمیایی و واکنش های هسته ای:

۱ –در واکنش های شیمیایی ماهیت اتم تغییر نمی کند فقط اتم الکترون می گیرد یا ازدست میدهد یا الکترون به اشتراک می گذارد اما در واکنش هسته ای ماهیت اتم تغییرمی کند و به اتم عنصری دیگرتبدیل می شود.مثلا تبدیل هیدروژن به هلیم در خورشید

۲ –مقدار انرژی مبادله شده در واکنش های هسته ای بسیار بیشتراز مقدار انرژی مبادله شده در واکنش های شیمیایی است.

عنصر : شیمی دان ها ماده ای را عنصر می نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد ، مثلاً منیزیم و هلیم عنصر به شمار می روند.

عدد اتمی : برای هر عنصر عدد اتمی نمایانگر تعداد پروتون (ها) (P) در هستهٔ آن است و با نماد « Z » نمایش داده می شود که مهم ترین وجه تمایز عنصرهاست.

عدد جرمی : به مجموع تعداد نوترون(n) و پروتون (P یا Z) موجود در هستهٔ هر اتم عدد جرمی گفته می شود و با نماد « A » نشان داده می شود. $A = Z + n$

نماد همگانی عنصرها : برای هر عنصربا نماد شیمیایی (E) نماد همگانی به صورت $^{A}_{Z}E$ نمایش داده می شود که در آن « Z » عدد اتمی و « A » عدد جرمی است.

تعداد ذرات زیر اتمی در اتم خنثی : با توجه به نماد شیمیایی همگانی اتم ها تعداد ذرات زیر اتمی آن ها قابل تعیین است.

$^{A}_{Z}E$:
- Z = عدد اتمی (شمار پروتون)
- $Z = e$ شمار الکترون
- $n = A - Z$ شمار نوترون

تعداد ذرات زیر اتمی در یون ها

نکته : اگر اتم یک عنصر یک یا چند الکترون بگیرد یا از دست بدهد تعداد پروتون (ها) و نوترون (های) آن تغییری نمی کند.

آنیون : اگر اتم یک عنصر یک یا چند الکترون بگیرد به آن آنیون می گویند. در این صورت شمار الکترون ها بیشتر از حالت خنثی می باشد و بار اتم منفی می شود.(آنیون های چند اتمی نیز داریم که در ادامه آن ها را بررسی خواهیم کرد.)

کاتیون : اگر اتم یک عنصر یک یا چند الکترون از دست بدهد به آن کاتیون می گویند. در این صورت شمار الکترون ها کمتر از حالت خنثی می باشد و بار اتم مثبت می شود.(کاتیون های چند اتمی نیز داریم که در ادامه آن ها را بررسی خواهیم کرد.)

$^{A}_{Z}E^{m-}$: تعدادذرات زیراتمی در آنیون ها
- Z = عدد اتمی (شمار پروتون)
- $n = A - Z$ شمار نوترون
- $e = Z + m$ شمار الکترون

$^{A}_{Z}E^{m+}$: تعداد ذرات زیراتمی در کاتیون ها
- Z = عدد اتمی (شمار پروتون)
- $n = A - Z$ شمار نوترون
- $e = Z - m$ شمار الکترون

نکته ۱: محاسبه عدد اتمی عنصر با مشخص بودن عدد جرمی و اختلاف تعداد نوترون و پروتون. $Z = \frac{A - (\text{اختلاف } n \text{ و } P)}{2}$

مثال : اگر اختلاف تعداد نوترون و پروتون عنصر ^{147}Y برابر 23 باشد عدد اتمی عنصر Y چند است؟

راه حل اول : $Z = \frac{A-(\text{اختلاف } n \text{ و } P)}{2} = \frac{147-(23)}{2} = 62$

راه حل دوم :

$$\begin{cases} n + Z = 147 \\ n - Z = 23 \end{cases}$$

$2n=170 \rightarrow n=85 \rightarrow 85 + Z = 147 \rightarrow Z = 147 - 85 = 62$

نکته ۲ : محاسبه عدد اتمی عنصر با مشخص بودن عدد جرمی و اختلاف تعداد نوترون و الکترون در صورتی که اختلاف نوترون و الکترون بیشتر از مقدار بار باشد .

$$Z = \frac{A-(\text{اختلاف } n \text{ و } e) + \text{بار}}{2}$$

مثال ۱: اگر اختلاف نوترون و الکترون در یون $^{65}X^{2+}$ برابر 7 باشد عدد اتمی این عنصر چند است ؟

راه حل اول : $Z = \frac{A-(\text{اختلاف } n \text{ و } e)+\text{بار}}{2} = \frac{65-(7)+2}{2} = 30$

راه حل دوم :

$$\begin{cases} n + Z = 65 \\ n - Z = 5 \end{cases} \quad \Leftarrow \quad n - (Z - 2) = 7 \quad \Leftarrow \quad n - e = 7 \quad \Leftarrow \quad e = Z - 2$$

$2n = 70 \rightarrow n = 35 \rightarrow 35 + Z = 65 \rightarrow Z = 30$

مثال۲ : اگر اختلاف نوترون و الکترون در یون $^{47}X^{3-}$ برابر 4 باشد عدد اتمی این عنصر چند است؟

راه حل اول : $\frac{A-(\text{اختلاف } n \text{ و } e)+\text{بار}}{2} = \frac{47-(4)-3}{2} = 20$

راه حل دوم :

$$\begin{cases} n+Z = 47 \\ n - Z = 7 \end{cases} \quad \Leftarrow \quad n - (Z + 3) = 4 \quad \Leftarrow \quad n - e = 4 \quad \Leftarrow \quad e = Z + 3$$

$2n = 54 \rightarrow n = 27 \rightarrow 27 + Z = 47 \rightarrow Z = 20$

ایزوتوپ (هم مکان) : اتم های یک عنصرند که در شمار نوترون ها با یکدیگر تفاوت دارند یا به عبارتی ایزوتوپ های یک عنصر عدد اتمی (Z) یکسان و عدد جرمی (A) متفاوت دارند. مانند $^{24}_{12}Mg$ و $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$

شباهت های ایزوتوپ ها:

۱ -عدد اتمی یکسان و در یک خانه از جدول تناوبی قرار می گیرند.

۲ – تعداد الکترون یکسان

۳ –خواص شیمیایی یکسانی دارند.

نکته ۳ : خواص شیمیایی هر عنصر به تعداد پروتون (ها)ی آن (عدد اتمی) بستگی دارد.

تفاوت های ایزوتوپ ها:

۱– عدد جرمی متفاوتی دارند.

۲– در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی و نقطه جوش تفاوت دارند.

۳ – میزان فراوانی آنها در طبیعت برابر نیست.

۴- میزان پایداری آن ها یکسان نیست.

توضیح : پایداری ایزوتوپ های یک عنصر با هم متفاوت است بنابراین فراوانی ایزوتوپ ها در نمونه های طبیعی یکسان نیست.

نکات مربوط به ایزوتوپ های عنصر هیدروژن:

۱ –سه ایزوتوپ $_1^1H$ ، $_1^2H$ و $_1^3H$ طبیعی بوده و کم و بیش در طبیعت یافت می شوند.اما ایزوتوپ های $_1^4H$ و $_1^5H$ و $_1^6H$ و $_1^7H$ ساختگی بوده و در طبیعت یافت نمی شوند.

۲ –فقط دو ایزوتوپ $_1^1H$ و $_1^2H$ پایدارند و مابقی (۵ ایزوتوپ) ناپایدار و پرتوزا هستند.

۳ –مقایسه پایداری ایزوتوپ های هیدروژن : $_1^1H > {}_1^2H > {}_1^3H > {}_1^5H > {}_1^6H > {}_1^4H > {}_1^7H$

۴ –مقایسه پایداری و درصد فراوانی ایزوتوپ های طبیعی هیدروژن : $_1^1H > {}_1^2H > {}_1^3H$

نیم عمرایزوتوپ ها: مدت زمانی است که طی آن نیمی از اتم های آن ایزوتوپ متلاشی شده و از بین می روند. نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است هر چه نیم عمر یک ایزوتوپ بیشتر باشد درصد فراوانی آن نیز بیشتر است و هرچه نیم عمر کمتر باشد ایزوتوپ ناپایدارتر است.

مثلا نیم عمر $_1^3H$ برابر با ۱۲/۳۲ است یعنی پس از ۱۲/۳۲ سال جرم آن نصف می شود.

نکته ۱ : نیم عمر برخی مواد ناچیز است و لذا یافتن آن ها در طبیعت در عمل ممکن نیست مانند ایزوتوپ $_1^4H$ که ساختگی است و درطبیعت یافت نمی شود.

نکته ۲: عنصرهایی که عدد اتمی آن ها بیش از ۸۴ می باشد پرتوزا هستند.

نکته ۳: در هستهٔ اغلب ایزوتوپ های ناپایدار نسبت شمار نوترون به پروتون بیشتر یا مساوی ۱/۵ است. $\frac{n}{P} \geq 1/5$

برای مثال در ایزوتوپ $_1^3H$ نسبت شمار نوترون به شمار پروتون برابر 2 می باشد.

اما در رادیوایزوتوپ تکنسیم ($_{43}^{99}Tc$) نسبت شمار نوترون به شمار پروتون در حدود $\frac{1}{3}$ است .

رادیوایزوتوپ : به ایزوتوپ های ناپایدار و پرتوزا رادیوایزوتوپ می گویند. مانند $_{43}^{99}Tc$ ، $_{92}^{235}U$ و $_1^3H$

توضیحات بیشتر: برای مواد پرتوزا مقدار ماده باقی مانده پس از یک مدت زمان مشخص از رابطهٔ زیر بدست می آید:

$$m_n = m_0 * k^n$$

$$n = \frac{\text{زمان کل فرایند}}{\text{نیم عمر}} = \frac{t}{T}$$

n =تعداد دفعاتی که ماده پرتوزا دچار کاهش جرم می شود .

m_n= مقدار باقی مانده m_0 = مقدار اولیه k = چند برابرشدن ماده پرتوزا

مثال : نیم عمر ماده ای ۱۱ ساعت است اگر جرم اولیه آن ۸۰گرم باشد پس از گذشت ۶۶ ساعت چه مقدار از جرم ماده باقی می ماند؟

از 118 عنصر شناخته شده، تنها 92 عنصر در طبیعت یافت می شود ؛ این بدان معنا است که 26 عنصر دیگر ساختگی هستند.

نکاتی در مورد عنصر تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) :

۱. نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته ای ساخته شد و در طبیعت یافت نمی شود.

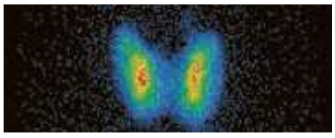
۲. در دوره پنجم و گروه هفتم جدول تناوبی عنصرها قرار دارد.

۳. همه تکنسیم موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش های هسته ای ساخته شود.

۴. برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می شود زیرا یون یدید با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می کند . با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می شود.

۵. نیم عمر کوتاهی دارد و نمی توان مقدار زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز مقداری از آن را با یک مولد هسته ای تولید و سپس مصرف می کنند.

آ) غدهٔپروانه ای شکل تیروئید



ب) تصویر غدهٔ تیروئید سالم

پ) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

نکاتی در مورد رادیو ایزوتوپ اورانیوم ($^{235}_{92}U$)

۱. شناخته شده ترین فلز پرتوزا (مشهور ترین آکتینید)که در تهیهٔ سوخت هسته ای کاربرد دارد.

۲. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی کمتر از ۰/۷ درصد است بنابر این برای بدست آوردن سوخت هسته ای ، اقدام به افزایش درصد این ایزوتوپ می شود که به این فرآیند « غنی سازی ایزوتوپی » گفته می شود.

۳. یکی از کاربردهای مواد پرتوزا مثل ($^{235}_{92}U$) تولید انرژی الکتریکی است.

۴. در دوره هفتم و گروه سوم جدول تناوبی جای دارد.

غنی سازی ایزوتوپی یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته ای است.

پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد وخطرناک است از اینرو دفع آنها ازجمله چالش های صنایع هسته ای به شمارمی آید.

با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می تواند طلا تولید کند اما هزینهٔ تولید آن به اندازه ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.

در کشور ما برخی رادیوایزوتوپ ها از جمله رادیوایزوتوپ های مربوط به فسفر و تکنسیم تولید می شود و در عرصه های غنی سازی ایزوتوپی نیز موفقیت هایی حاصل شده است.

نکته : دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می شوند، سیگاری هستند.

توضیح بیشتر: درمیان ایزوتوپ های کربن $^{14}_{6}C$ خاصیت پرتوزایی دارد و با استفاده از آن سن اشیای قدیمی و عتیقه ها را تخمین می زنند.

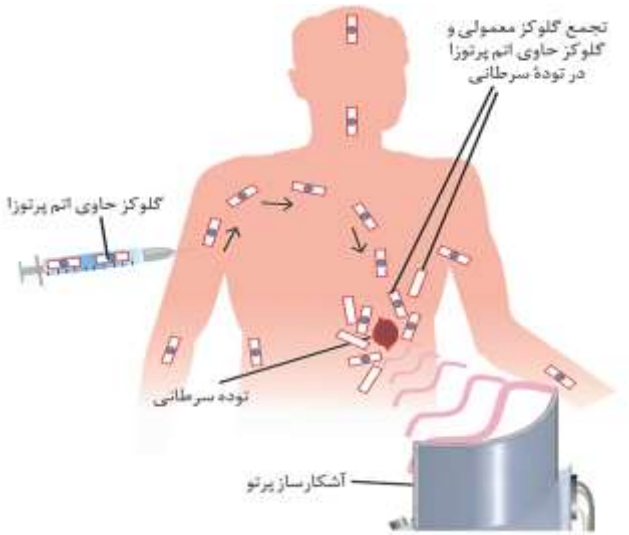
^{59}Fe یک رادیوایزوتوپ است و در تصویربرداری از دستگاه گردش خون به کارمی رودزیرایون های آن درساختارهموگلوبین وجوددارند.

تعریف : توده های سرطانی ، یاخته هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع تری دارند.

تعریف : به گلوکز حاوی اتم پرتوزا ، گلوکز نشان دار می گویند.

توده سرطانی رشد سریع و غیرعادی دارد. ← (پس) نیاز به گلوکز زیادی دارد ← (پس از تزریق گلوکزنشان دار) تجمع گلوکز معمولی و گلوکز

حاوی اتم پرتوزا در تودهٔ سرطانی زیاد می شود و امکان تصویر برداری پزشکی فراهم می شود. ← (در نهایت) محل تودهٔ سرطانی توسط آشکارساز تشخیص داده می شود.



بدست آوردن جرم اتمی میانگین :

راه حل اول :

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2}$$

راه حل دوم :

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100}(\Delta M)$$

M_1 : جرم ایزوتوپ اول M_2 : جرم ایزوتوپ دوم M_n : جرم ایزوتوپ n ام ΔM : اختلاف جرم دوایزوتوپ

F_2 : فراوانی ایزوتوپ اول F_1 : فراوانی ایزوتوپ دوم F_n : فراوانی ایزوتوپ n ام

مثال : نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم های ۱۰۶/۹ و ۱۰۸/۹ amu است اگر فراوانی ایزوتوپ سبک تر ۵۲ درصد باشد جرم اتمی میانگین را محاسبه کنید؟

$$\bar{M} = \left(\frac{52*106/9+48*108/9}{52+48}\right) = \frac{5558/8+5227/2}{100} = 107/86$$

$$\bar{M} = 106.9 + \frac{48*2}{100} = 107/86$$

اگر سه ایزوتوپ داشته باشیم فرمول فوق به صورت زیر تبدیل می شود.

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

مثال : عنصر X دارای سه ایزوتوپ ^{30}X ، ^{32}X و ^{34}X است اگر درصد فراوانی سبک ترین ایزوتوپ برابر ۲۰ درصد و جرم اتمی میانگین نیز ۳۲/۶ باشد درصد فراوانی سنگین ترین ایزوتوپ چند برابر درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر است ؟

$F_1 = 20\% = 0/2$ $F_2 + F_3 = 80\% = 0/8$ $F_2 = 0/8 - F_3$

$32/6 = 30 + (0/8 - F_3)\,2 + F_3 * (4) = 32 - 30 - 1/6 = 4F_3 - 2F_3$ ← $1 = 2F_3$ ← $F_3 = 0/5 = 50\%$

پ) $\frac{F_3}{F_1+F_2} = \frac{50}{20+30} = 1$

مثال : با توجه به جدول روبرو جرم مولکولی ترکیب A_2X_3 چند amu است؟

ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصدفراوانی	10	90	20	80

$\bar{A} = 45 + 0/9 \times (2) = 46/8$ amu

$\bar{X} = 35 + 0/8 \times (2) = 36/6$ amu

$A_2X_3 = 2 \times 46/8 + 3 \times 36/6 = 203/4$ amu

فرمول بدست آوردن تعداد مولکول های متفاوت از یک ترکیب از طریق جرم مولکولی :

تعداد مولکول = (سنگین ترین جرم مولکولی − سبک ترین جرم مولکولی) + ۱

مثال : اگر گوگرد و اکسیژن به ترتیب دارای ایزوتوپ های (^{32}S و ^{34}S) و (^{16}O و ^{17}O) باشند چند نوع مولکول گوگرد تری اکسید (SO_3) با جرم مولکولی مختلف حاصل می شود؟

جرم سنگین ترین (SO_3) = $34 + 3 \times (17) = 85$

جرم سبک ترین (SO_3) = $32 + 3 \times (16) = 80$

$\rightarrow$ $(85 - 80) + 1 = 6$

نکات مربوط به جدول تناوبی :

1																	18
1 H 1.008	2					Atomic Number Symbol Atomic Mass						13	14	15	16	17	2 He 4.03
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.80	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc –	44 Ru 101.1	45 Rh 102.90	46 Pd 106.40	47 Ag 107.90	48 Cd 112.40	49 In 114.80	50 Sn 118.70	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
55 Cs 132.91	56 Ba 137.3	71 Lu 175	72 Hf 178.5	73 Ta 180.90	74 W 183.80	75 Re 186.20	76 Os 190.2	77 Ir 192.20	78 Pt 195.1	79 Au 197.00	80 Hg 200.60	81 Tl 204.30	82 Pb 207.20	83 Bi 209.00	84 Po (209)	85 As (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	103 Lr (262)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (272)	108 Hs (277)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (277)	113 Nh (284)	114 Fl (289)	115 Mc (288)	116 Lv (293)	117 Ts (296)	118 Og (294)

57 La 138.90	58 Ce 140.10	59 Pr 140.90	60 Nd 144.20	61 Pm (145)	62 Sm 150.40	63 Eu 152.00	64 Gd 157.30	65 Tb 158.90	66 Dy 162.50	67 Ho 164.90	68 Er 167.30	69 Tm 168.90	70 Yb 173.00
89 Ac (227)	90 Th 232.00	91 Pa 231.00	92 U 238.00	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)

۱. جدول تناوبی دارای ۷ دوره یا تناوب و ۱۸ گروه یا ستون است.

۲. عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی (Z) سازماندهی شده اند.

۳. در جدول تناوبی هر عنصـــر با نماد لاتین یک یا دوحرفی نمایش داده شـــده اند که حرف اول نام لاتین باید با حروف بزرگ و حرف دوم نیز با حروف کوچک نوشته شود. مثلا Co کبالت است درصورتی که CO کربن مونو اکسید می باشد.

۴. هر ستون ، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می شود.

۵. با پیمایش هر دوره از چپ به راسـت ، خواص عنصـرها به طور مشـابه تکرار می شود ؛ از این رو چنین جدولی را جدول دوره ای (تناوبی) عنصرها نامیده اند. بجز دوره اول هریک از دوره های جدول با یک فلز قلیایی شروع و به یک گاز نجیب ختم می شود.

۶. نماد عنصرهای مختلف حداقل تا عنصر ۳۶ ام جدول را حفظ باشیم.

۷. گروه های ۱ و ۲ و گروه های ۱۳ تا ۱۸ گروه های اصلی و گروه های ۳ تا ۱۲ گروه های فرعی یا گروه های واسطه هستند.

۸. عدد اتمی گازهای نجیب را باید حفظ کنیم.

دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
نام گازنجیب	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn	Og
عدداتمی	۲	۱۰	۱۸	۳۶	۵۴	۸۶	۱۱۸
عنصرموجود دردوره	۲	۸	۸	۱۸	۱۸	۳۲	۳۲

۹. اتم های پرتوزا دارای عددجرمی تخمینی هستند که عدد جرمی آن ها داخل [ ] نمایش داده می شود.

۱۰. استثناهای رسم آرایش الکترونی : گروه ۱۱ گروه ۶

$_{29}Cu$ $_{24}Cr$ دوره ۴

$_{47}Ag$ $_{42}Mo$ دوره ۵

۱۱. در دوره چهارم و پنجم جدول تناوبی مجموع یکان و دهگان عدداتمی عناصر واسطه شماره گروه را نشان می دهد بجز $_{30}Zn$ و $_{39}Y$

مثال : شماره دوره و گروه $_{26}Fe$ را مشخص کنید؟ دوره ۴ و گروه ۸ $2 + 6 = 8$

۱۲. لانتانیدها : پس از عنصر $_{56}Ba$ تعداد ۱۴ عنصر (با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰) قرار دارند که همگی در دوره ۶ و گروه ۳ جدول می باشند که به لانتانیدها معروفند.

۱۳. آکتینیدها : پس از عنصر $_{88}Ra$ تعداد ۱۴عنصر (با عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲) قرار دارند که همگی در دوره ۷ و گروه ۳ جدول می باشند که به آکتینیدها معروفند. (معروف ترین آکتینید اورانیوم است.)

۱۴. نوعی دیگر از دسته بندی عناصر جدول تناوبی به این ترتیب است: فلز ، شبه فلز و نا فلز

فلزات شامل عناصر زیر هستند:

۱. عناصر گروه ۱ (فلزات قلیایی) بجز هیدروژن

۲. عناصر گروه ۲ (فلزات قلیایی خاکی)

۳. تمام عناصر گروه های ۳ تا ۱۲ (فلزات واسطه)

۴. برخی عناصر موجود در دسته P مثل قلع و سرب

نکته : حدود ۸۰ درصد از عناصر جدول تناوبی را فلزات تشکیل داده اند.

شبه فلزها عبارتند از:	شماره گروه :	شماره دوره ها:
B بور	۱۳	۲
Si سیلیسیم و Ge ژرمانیوم	۱۴	۳ و ۴
As آرسنیک و Sb آنتیموان	۱۵	۴ و ۵
Te تلوریم و Po پلونیم	۱۶	۵ و ۶

رمز شبه فلزات :« بسیجی از سربازان خوش تیپ است.»

B Si Ge As Sb Te Po

۱۵.معمولاً عناصر سمت چپ و پایین شبه فلزها ، فلز هستند و معمولاً عناصر سمت راست و بالای شبه فلزها ، نافلز هستند.

سوال ۱: آیا همواره عنصر سمت چپ یا پایین یک شبه فلز ، فلز است؟

سوال ۱: آیا همواره عنصر سمت راست یا بالای یک شبه فلز ، نافلز است؟

خیر ، زیرا در بعضی دوره ها و گروه ها دو شبه فلز وجود دارد.

سؤال : در دورهٔ سوم جدول دوره ای ، شمار عنصرهای فلزی و نافلزی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟(با صرف نظر از گازهای نجیب)

۱) ۳ – ۴ ۲) ۳ – ۳ ✓ ۳) ۴ – ۴ ۴) ۴ – ۳ (ریاضی ۹۸)

دورهٔ سوم : Na Mg Al (فلز) Si (شبه فلز) P S Cl (نافلز) Ar (گاز نجیب)

سؤال : در چند گروه از جدول تناوبی هر سه گونه از عنصرها (فلز ، شبه فلز و نافلز) یافت می شود؟ (تجربی ۹۷)

۱) ۲ گروه ✓ ۲) ۳ گروه ۳) ۱ گروه ۴) ۴ گروه پاسخ : (گروه های ۱۴ و ۱۵)

سؤال : گازهای نجیب در کدام گروه جدول تناوبی عنصرها ، جای دارند و تفاوت عدد اتمی گاز نجیب دوره اول و سوم کدام است؟

۱) ۱۷ – ۱۶ ۲) ۱۸ – ۱۷ ۳) ۱۸ – ۱۶ ۴) ۱۸ – ۱۶ ✓ (ریاضی ۹۶)

سؤال : جدول تناوبی عنصر ها (به ترتیب از راست به چپ) دارای چند دوره و چند گروه است؟ (ریاضی ۹۶ خارج)

۱) ۱۷ – ۱۶ ۲) ۱۸ – ۷ ✓ ۳) ۱۶ – ۸ ۴) ۱۸ – ۸

سؤال: فلزهای واسطه در هر دوره از جدول تناوبی در کدام گروه ها جای دارند و کوچک ترین عدد اتمی ممکن برای این فلزات کدام است؟

۱) ۳ تا ۱۲ – ۲۱ ✓ ۲) ۲ تا ۱۲ – ۲۱ ۳) ۴ تا ۱۲ – ۲۲ ۴) ۲ تا ۱۲ – ۲۲ (تجربی خارج ۹۶)

عناصر گروه ۱۸: گاز های نجیب

نخستین عنصر این گروه ($_{2}He$) است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پس بقیه عناصر این گروه نیز همانند($_{2}He$) تمایلی برای انجام واکنش نداشته یا واکنش پذیری کمی دارند. عناصر این گروه به صورت تک اتمی پایدار هستند.

پایدارترین عناصر ، عنصر های گروه ۱۸ (گاز های نجیب) می باشند و بقیهٔ عناصر تمایل دارند تا با تشکیل پیوند شیمیایی یا تبدیل شدن به یون آرایش الکترونی همانند گاز نجیب پیدا کنند.

مثال : اتم ($_{9}F$) که در گروه ۱۷ قرار دارد در ترکیب های یونی به صورت یون $_{9}F^{-}$ در می آید پس می توان انتظار داشت که بقیه عناصر این گروه نیز مشابه آن باشند. F^{-}, Br^{-}, Cl^{-}

نکته : همهٔ عناصر با تبدیل شدن به یون به آرایش گاز نجیب نمی رسند مثلاً یون گالیم($_{31}Ga^{3+}$) می باشد اما به آرایش گاز نجیب نمی رسد.

نکته : از اتم آلومینیم ($_{13}Al$) یون پایدار (Al^{3+}) شناخته شده است پیش بینی می شود دیگر عناصر این گروه نیز کاتیونی مشابه آن تشکیل دهند. ⇐ مثل یون گالیم Ga^{3+}

بدست آوردن شماره دو گروه عناصر به روش انگشتان دست :

نکته : در این روش باید عدد اتمی گازهای نجیب را حفظ باشیم.

عدد اتمی عنصر مورد نظر را با عدد اتمی گازهای نجیب مقایسه می کنیم و سپس شماره دوره را تعیین می کنیم.

برای بدست آوردن شماره گروه نیز از این رابطه استفاده می کنیم :

(عدد اتمی عنصر مورد نظر – عدد اتمی گاز نجیب هم دوره عنصر) –۱۸: شماره گروه

مثال : عنصر $_{25}Mn$ در کدام دوره قرار دارد ؟

تعیین دوره : عدد اتمی عنصر مورد نظر از ۱۸ بیشتر و از ۳۶ کمتر است از طرفی عنصر ۱۸ آخرین عنصر مربوط به دوره سوم می باشد پس عنصر $_{25}Mn$ مربوط به دوره چهارم است.

تعیین گروه : ۷ = (۲۵ – ۳۶) – ۱۸: شماره گروه

مثال : $_{31}Ga$ در کدام گروه و دوره قرار دارد؟ (دوره چهارم و گروه ۱۳ = (۳۱ – ۳۶) – ۱۸ : شماره گروه)

تذکر⇐ این فرمول برای عنصر هایی با عدد اتمی بیش از ۵۴ پاسخ درستی ارایه نمی کند.

مثلا: عنصر $_{57}La$ در کدام دوره و گروه قرار دارد؟ دوره ۶ و گروه ۳ اما طبق فرمول باید در گروه ۱۱- باشد. ۱۱- = (۵۷ – ۸۶) – ۱۸

جرم اتمی عنصرها :

جرم اجسام گوناگون وابسته به اندازه و نوع آن ها با ترازوهای مختلفی اندازه گیری می کنند.

جرم یک کامیون با باسکول و یکای تن (برابر 10^3 کیلو یا 10^6 گرم)

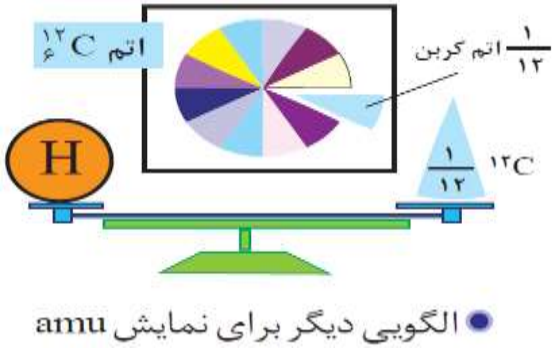
جرم هندوانه با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا با ترازوهای دقیق و یکای گرم

میزان دقت اندازه گیری ترازوهای مختلف متفاوت می باشد مثلا دقت باسکول های تنی تا یک صدم تن (۱۰ کیلوگرم) و دقت ترازوی زرگری تا یک صدم گرم (10^{-2} گرم) می باشد.

نکته : اگر جرم جسمی کمتر از میزان دقت یک ترازو باشد نمی توان با آن ترازو جرم جسم را تعیین کرد.

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیط هایی چون بدن انسان ، محیط زیست ، محیط آزمایش و ... بررسی و عدد آن را گزارش کنند باید بدانند چه جرمی از اتم ها یا مولکول های آن ماده وارد محیط شده است پس همواره در پی یافتن سنجه ای مناسب و در دسترس برای اندازه گیری اتم ها بوده است.

اتم ها بسیار ریزند و نمی توان آنها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آن ها را اندازه گیری کرد. برای تعیین جرم نسبی اتم ها طبق قرارداد جرم اتم کربن -۱۲ ($^{12}_{6}C$) برابر 12 amu است و به این ترتیب واحد جرم اتمی 1 amu را به این صورت تعریف کرده اند.



$$1amu = \frac{1}{12} \times (\text{جرم } {}^{12}_{6}C)$$

جرم اتمی نسبی یک اتم یعنی جرم آن اتم چند برابر $\frac{1}{12}$ اتم کربن – ۱۲ است.

به عنوان مثال جرم اتم $^{27}_{13}Al$ حدوداً ۲۷ برابر جرم $\frac{1}{12}$ کربن – ۱۲ است

بنابراین جرم هر اتم کربن 12 amu و جرم هر اتم $^{27}_{13}Al$ را 27 amu در نظر می گیریم.

نکاتی در مورد یکای جرم اتمی عناصر (amu)

با استفاده از آن دانشمندان توانسته اند جرم اتمی همه عناصر و ذره های زیر اتمی (e , n , p) را اندازه گیری کنند.

نام ذره	نماد*	بار الکتریکی نسبی	جرم نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	$^{0}_{-1}e$	-۱	۰	۰/۰۰۰۵	$9/109 \times 10^{-28}$
پروتون	$^{1}_{+1}p$	+۱	۱	۱/۰۰۷۳	$1/673 \times 10^{-24}$
نوترون	$^{1}_{0}n$	۰	۱	۱/۰۰۸۷	$1/675 \times 10^{-24}$

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

نکته : جرم پروتون و نوترون تقریبا با هم برابر و مساوی 1 amu و جرم الکترون بسیار ناچیز و حدود $\frac{1}{2000}$ amu می باشد و در واقع جرم نسبی الکترون را صفر در نظر می گیرند.

نکته : عدد جرمی تقریبا با جرم اتمی برابر است (از نظر مقدار عددی) عدد جرمی یکا ندارد اما جرم اتمی یکا دارد (amu) مثلا اتم $^{27}_{13}Al$ دارای عدد جرمی ۲۷ و جرم اتمی آن نیز 27 amu می باشد.

کاربردهای دستگاه طیف سنج جرمی

۱ – با استفاده از آن دانشمندان توانسته اند جرم اتم ها را با دقت زیاد اندازه گیری کنند.

۲ – با استفاده از آن به وجود ایزوتوپ ها پی برده اند.

۳ – برخی فضاپیماها دارای طیف سنج جرمی بوده و برای شناسایی عنصر ها در فضا از آن استفاده می کنند.

جرم یک هیدروژن $^{1}_{1}H$ برابر $1/66 \times 10^{-24} g$ است که همان $1\ amu$ می باشد

مثال : در یک گرم $^{1}_{1}H$ چند اتم هیدروژن وجود دارد؟ $1g\left(^{1}_{1}H\right) \times \frac{1\ amu}{1/66 \times 10^{-24} g} = 6/02 \times 10^{23}$

عدد آووگادرو : به عدد $6/02 \times 10^{23}$ عدد آووگادرو می گوییم و با نماد N_A نشان می دهیم. در زندگی روزمره از واحد های مختلفی استفاده می کنیم مانند یک دست قاشق و چنگال یا یک شانه تخم مرغ ⇐ استفاده از این یکاها محاسبه را آسان تر می کند.

مفهوم مول (mol) : به تعداد $6/02 \times 10^{23}$ ذره از یک ماده شامل اتم ، مولکول ، یون و ... را یک مول از آن ذره گویند.

جرم اتم را نمی توان بر حسب گرم بیان کرد زیرا مقدار بسیار کمی دارد لذا جرم اتم بصورت جرم مولی بیان می شود که برابر است با جرم یک مول از اتم های آن عنصر یا جرم $6/02 \times 10^{23}$ ذره از اتم ها ، مولکول ها یا یون ها بر حسب گرم است.

رایج ترین یکای اندازه گیری جرم در آزمایشگاه گرم است . یکای جرم اتمی amu که یکای بسیار کوچکی است و کار با آن در عمل غیر ممکن است.

با استفاده از کسرهای تبدیل می توان کمیت های مختلف را به یکدیگر تبدیل کرد.

مثال : می دانیم که هر ۱۰۰ سانتی متر برابر یک متر است و بالعکس پس می توان کسر های تبدیل را به این صورت نوشت :

$$\frac{100\ cm}{1\ m} = \frac{1\ m}{100\ cm} \qquad 1m = 100\ cm$$

۰/۲۵ متر چند سانتی متر است؟ $?\ X\ Cm = 0/25\ m \times \frac{100Cm}{1\ m} = 25\ Cm$

تبدیل مول به جرم و تعداد اتم (یا مولکول) یک نمونه ماده به یکدیگر با استفاده از کسر تبدیل (روش اول) :

A) تبدیل مول ↔ جرم : اگر جرم مولی ماده ای مشخص و برابر $M(g.mol^{-1})$ باشد برای تبدیل جرم معینی از آن ماده به مول ، مقدار جرم را در کسر $\frac{1mol}{M\ g}$ ضرب می کنیم. بدیهی است برای تبدیل مول به جرم مقدار مول را در کسر روبرو ضرب می کنیم. $\frac{M\ g}{1mol}$

مثال ۱: $22/4\ g$ فلز آهن شامل چند مول آهن است؟ ($Fe = 56\ g/mol$)

$$?\ Xmol = 22/4\ g\ Fe \times \frac{1mol\ Fe}{56\ g\ Fe} = 0/4\ mol\ Fe$$

مثال ۲ : ۰/۰۴ مول فلز کلسیم چند گرم جرم دارد؟ $(Ca = 40\ g.mol^{-1})$

$$?\ Xg = 0/04\ mol\ Ca \times \frac{40\ g\ Ca}{1\ mol\ Ca} = 1/6\ g\ Ca$$

مثال ۳ : ۰/۰۶ گرم کربن چند مول است؟ $(1molC = 12/01gC)$ $?\ mol\ C = 0/6g\ C \times \frac{1\ molc}{12/01\ gC} \simeq 0/05\ molC$

B) تبدیل مول ↔ تعداد اتم (یا مولکول یا یون و ...) : در مواردی که تعداد ذرات تشکیل دهندهٔ ماده (اتم ، یون ، مولکول و ...) داده شود و مقدار مول ماده خواسته شود و بر عکس یعنی اگر مول ماده داده شود و تعداد آن خواسته شود به ترتیب در کسر های تبدیل $\frac{1\ mol}{NA}$ و $\frac{Na}{1\ mol}$ ضرب می کنیم. $(N_A = 6/02 \times 10^{23})$

مثال ۱ : $3/01 \times 10^{24}$ اتم آهن شامل چند مول آهن است؟ $(Fe = 56\ g.mol^{-1})$

$$?\ Xmol\ Fe = 3/01 \times 10^{24}\ atom\ Fe \times \frac{1\ mol\ Fe}{6/02 \times 10^{23} atom\ Fe} = 5\ mol\ Fe$$

مثال ۲ : ۰/۰۴ مول فلز منیزیم شامل چند اتم منیزیم است؟ $(Mg = 24\ g.mol^{-1})$

$$?\ Xatom\ Mg = 0/04\ mol\ Mg \times \frac{6/02 \times 10^{23} atom\ Mg}{1\ mol\ Mg} = 2/408 \times 10^{22}$$

C) تبدیل جرم(بر حسب گرم) ↔ تعداد اتم (مولکول یا یون) : برای تبدیل تعداد اتم (مولکول یا یون) به جرم ابتدا تعداد اتم را به مول و سپس تعداد مول را به گرم تبدیل می کنیم. برای تبدیل جرم به تعداد اتم ابتدا گرم را به مول و سپس مول را به تعداد اتم تبدیل می کنیم.

تبدیل تعداد اتم به گرم : $\ldots atom \times \frac{1\ mol}{NA} \times \frac{Mg}{1\ mol} = \ldots g$

تبدیل گرم به تعداد اتم :

$$\dots g \times \frac{1\ mol}{Mg} \times \frac{N_A}{1\ mol} = \dots atom$$

مثال ۱ : $3/01 \times 10^{24}$ اتم کلسیم چند گرم جرم دارد؟ $(Ca = 40\ g.mol^{-1})$

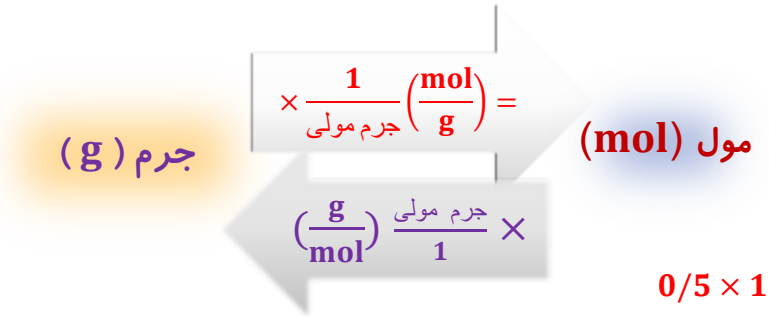
$$?xg = 3/01 \times 10^{24}\ atom\ Ca \times \frac{1\ mol\ Ca}{6/02 \times 10^{23}\ atom\ Ca} \times \frac{40\ g\ Ca}{1 mol\ Ca} = 200\ g\ Ca$$

مثال ۲ : ۹/۲ گرم فلز سدیم شامل چند اتم سدیم است؟ $(Na = 23\ g.mol^{-1})$

$$?X\ atom = 9/2\ g\ Na \times \frac{1mol\ Na}{23g\ Na} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ atom\ Na}{1mol\ Na} = 2/408 \times 10^{23} atom\ Na$$

تبدیل مول ، تعداد اتم (مولکول ، یون و ...) و جرم یک نمونه ماده به یکدیگر: (روش دوم)

A) تبدیل جرم (بر حسب گرم) ↔ مول :



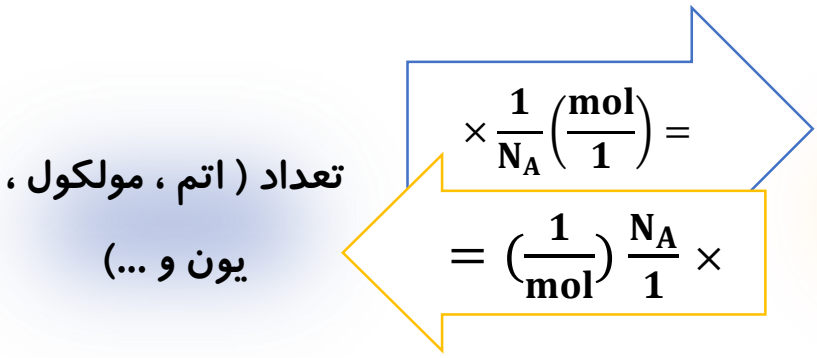
مثال ۱: ۰/۵ مول H_2O شامل چند گرم آب است؟ $(H_2O = 18g.mol^{-1})$

$$0/5 \times 18 = 9\ g\ H_2O \quad \Leftarrow$$

مثال ۲ : ۶/۴ گرم گوگرد شامل چند مول گوگرد است؟ $(S = 32g.mol^{-1})$

$$\frac{6/4}{32} = 0/2 mol\ S$$

B) تبدیل مول ↔ تعداد اتم (یا مولکول یا یون و ...) :



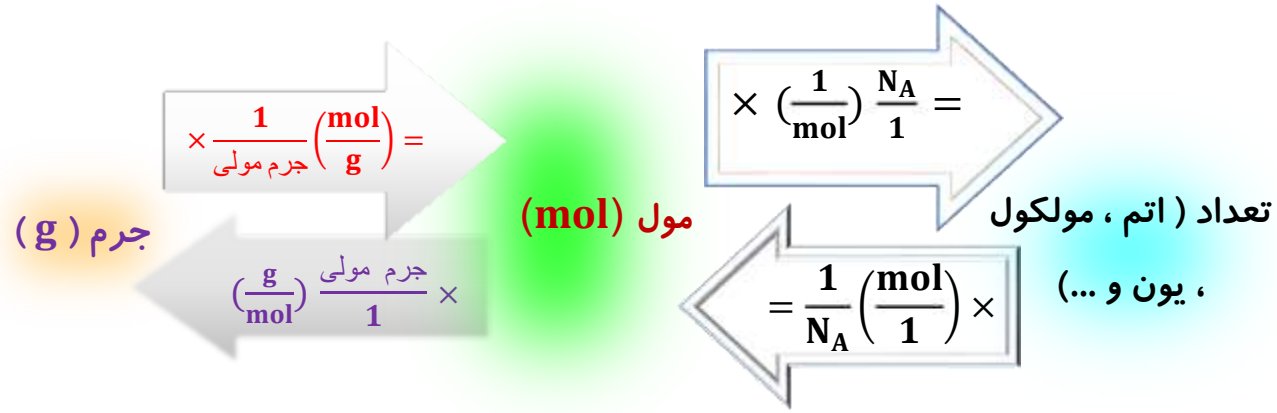
مثال ۱ : ۰/۰۸ مول فلز روی شامل چند اتم روی است؟

$$\frac{0}{08} \times \frac{6}{02} \times 10^{23} = 4/816 \times 10^{23} atom Zn$$

مثال ۲ : $9/03 \times 10^{24}$ اتم فلوئور شامل چند مول فلوئور است؟

$$\frac{9/03 \times 10^{24}}{6/02 \times 10^{23}} = 15\ mol\ F$$

C) تبدیل جرم (بر حسب گرم) ↔ تعداد اتم (یا مولکول یا یون و...) :



مثال ۱ : $3/01 \times 10^{24}$ اتم اکسیژن چند گرم جرم دارد؟ $(O = 16g.mol^{-1})$

$$\frac{3/01 \times 10^{24}}{6/02 \times 10^{23}} \times 16 = 80g\ O$$

مثال ۲ : ۴/۸ گرم منیزیم شامل چند اتم منیزیم است؟ $(Mg = 24g.mol^{-1})$

$$\frac{4/8}{24} \times 6/02 \times 10^{23} = 1/204 \times 10^{23} Mg$$

نور کلید شناخت جهان

دمای اجسام بسیار داغ مانند خورشید و دیگر اجسام آسمانی را نمی توان با ابزاری مانند دماسنج اندازه گرفت. زیرا دماسنج ذوب می شود.

با استفاده از نوری که از اجسام به ما می رسد می توان دمای خورشید و دیگر ستاره ها یا سیاره ها ، اجزای سازنده آن و دمای شعله های بسیار داغ را اندازه گرفت . نور کلید قفل صندوقچه راز های جهان به شمار می رود.

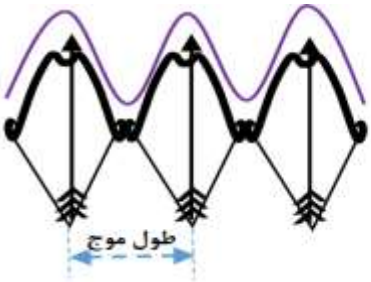
با استفاده از دستگاه طیف سنج می توان از پرتو های گسیل شده از مواد گوناگون ، اطلاعات ارزشمندی بدست آورد.

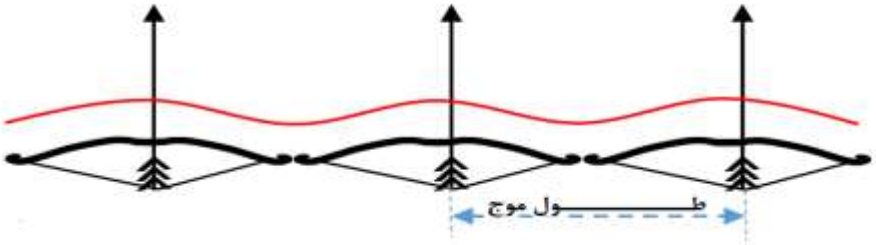
نور خورشید : سفید رنگ به نظر می رسد اما با عبور از قطره های آب موجود در هوا (قطرات آب مانند منشور عمل می کنند) تجزیه شده ، گسترهٔ پیوسته ای از رنگ ها را ایجاد می کند. این گسترهٔ رنگی ، شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون است.

چشم انسان تنها می تواند گسترهٔ محدودی از نور را ببیند. (طول موج مابین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (nm)). این گستره شامل رنگ های سرخ ، نارنجی ، زرد ، سبز ، آبی ، نیلی و بنفش است که به آنها گسترهٔ مرئی می گویند.

رمز : «بنفشا سبزنق» سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش : مقایسه میزان انحراف در منشور

تعریف طول موج : به فاصلهٔ بین دو نقطه هم ارز(دو قله یا دو دره متوالی) طول موج گفته می شود و با حرف لاندا «λ» نشان داده می شود.





در اینجا می توان موج را شبیه کمان در نظر گرفت. زمانی که زه کمان کشیده نشده فاصله دو سر کمان زیاد و انرژی آن کم است اما هر چه زه کمان بیشتر کشیده شود فاصله دو سر کمان کمتر شده و انرژی آن بیشتر می شود.

هر چه طول موج کمتر ← انرژی بیشتر ← دما بیشتر← شکست و انحراف در منشور بیشتر

هر چه طول موج بیشتر← انرژی کمتر ← دما کمتر ←شکست و انحراف در منشور کمتر.

بنفش > نیلی > آبی > سبز > زرد > نارنجی > سرخ : مقایسه طول موج نور مرئی

نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگتری از پرتوها است این پرتو ها از جنس الکترومغناطیس بوده ، حامل انرژی هستند و هر چه طول موج کمتر باشد انرژی موج بیشتر است.

گاما > ایکس > فرا بنفش > مرئی > فرو سرخ > ریز موج ها > رادیویی : مقایسه طول موج الکترومغناطیسی

رادیویی > ریز موج ها > فرو سرخ > مرئی > فرا بنفش > ایکس > گاما : مقایسه انرژی موج ها

پرتو های گوناگون ، طول موج و انرژی متفاوت دارند هر چه طول موج نور نشر شده کوتاه تر باشد انرژی و دمای آن بیشتر است.

کنترل تلویزیون امواج را منتشر می کند این امواج پس از برخورد به جسم آنرا گرم می کنند. پرتو های حاصل از کنترل تلویزیون با دوربین موبایل به رنگ بنفش دیده می شوند. تصویر خورشید را می توان با استفاده از دوربین های حساس به فرابنفش گرفت.

نشر نور و طیف نشری

آتش بازی با مواد شیمیایی نورهای رنگی زیبایی ایجاد می کند هریک از رنگ های ایجاد شده به دلیل وجود یک مادهٔ شیمیایی معین در مواد آتش بازی است. بسیاری از نمک ها شعله رنگی دارند. اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم رنگ شعله تغییرمی کند.

در آزمون شعله یک فلز یا نمک های آن را در برابر شعله قرار داده شده و بر اساس تغییر رنگ ایجاد شده در شعله نوع فلز تشخیص داده می شود.

رنگ شعله سدیم و ترکیب های گوناگون آن زرد است. نور زرد لامپ هایی که شب هنگام آزاد راه ها و خیابان ها را روشن می کند به دلیل وجود بخار سدیم است.

از لامپ نئون (Ne) در ساخت تابلوهای تبلیغاتی استفاده می شود که سرخ فام است.

رنگ شعله مس و ترکیبات گوناگون آن سبز است. رنگ شعله لیتیم و ترکیبات گوناگون آن سرخ است.

سبز		زرد		سرخ	
مس (II) نیترات	$Cu(NO_3)_2$	سدیم نیترات	$NaNO_3$	لیتیم نیترات	$LiNO_3$
مس (II) کلرید	$CuCl_2$	سدیم کلرید	$NaCl$	لیتیم کلرید	$LiCl$
مس (II) سولفات	$CuSO_4$	سدیم سولفات	Na_2SO_4	لیتیم سولفات	Li_2SO_4
فلز مس	Cu	فلز سدیم	Na	فلز لیتیم	Li

شعله ترکیب های سدیم ، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده هر یک فقط باریکهٔ بسیار کوتاهی (گسسته) از گسترهٔ طیف مرئی را در بر می گیرد.

نکته : از روی تغییر رنگ شعله می توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.

نکته : سایر عناصر نیز باعث تغییر رنگ شعله می شوند اما می بایست دمای شعله خیلی بالا باشد.

طیف نشری خطی

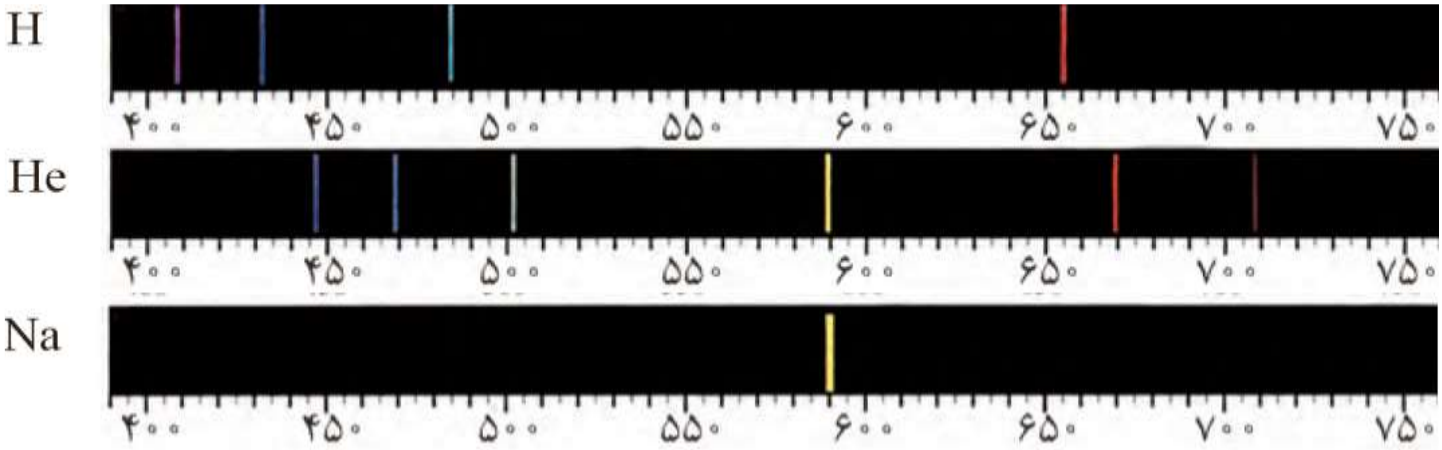
شیمی دان ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی از خود پرتو های الکترومغناطیسی گسیل می دارد نشر می گویند.

اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم الگویی مانند شکل زیر بدست می آید که به آن طیف نشری خطی لیتیم می گویند.

طیف نشری خطی لیتیم شامل ۴ خط طیفی جدا از هم در ناحیه مرئی می باشد که هر خط ، طول موج ، انرژی و رنگ خاص خود را دارد.

هر عنصر طیف خطی ویژهٔ خود را دارد که به آن طیف نشری خطی می گویند و مانند اثر انگشت ما می توان از آن برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

طیف نشری خطی هیدروژن دارای ۴ خط قرمز، آبی ، نیلی و بنفش است.



تعداد خطوط طیف نشری در عناصر مختلف : نئون 22 > هلیم 9 > لیتیم 4 = هیدروژن 4 → (تست کنکور ۹۸)

نکته : اغلب عناصر سنگین تر تعداد خطوط طیفی بیشتری دارند اما همواره اینگونه نیست. در بین طیف های این ۴ عنصر (نئون ، هلیم ، لیتیم و هیدروژن) فقط هیدروژن طیف بنفش دارد و هر ۴ عنصر دارای خط طیفی قرمز هستند.

کشف ساختار اتم

اتم هیدروژن ساده ترین اتم و تنها دارای یک الکترون و یک پروتون است. و در ناحیهٔ مرئی دارای ۴ خط طیف نشری است که هر خط دارای طول موج و انرژی معین است. نیلز بور فیزیک دان دانمارکی پس از مطالعاتی که دربارهٔ طیف نشری خطی هیدروژن انجام داد توانست مدلی برای هیدروژن ارائه کند. (فقط برای هیدروژن)

در مدلی که بـور ارائه کرد ، در فاصلهٔ معینی از هسته مداری وجود دارد که تنها الکترون هیدروژن روی این مدار قرار گرفته است.

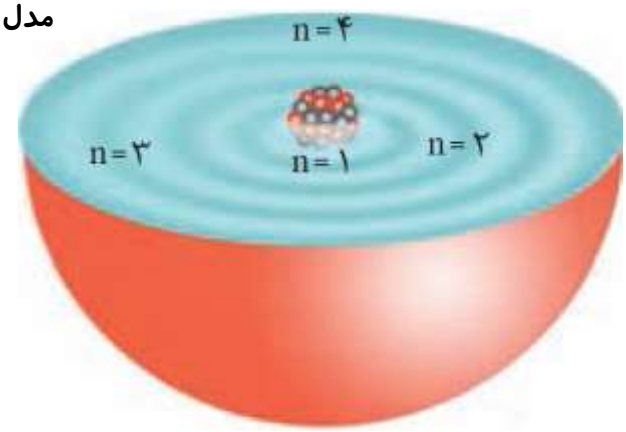
بور بر این باور بود که از بررسی جایگاه و تعداد طیف های نشری خطی اتم هیدروژن می توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن بدست آورد. (مدل اتمی بـور برای اتم H)

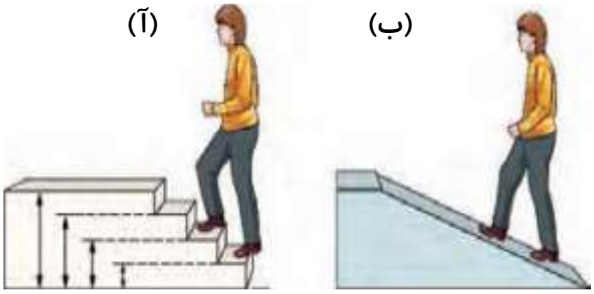
بـور مـوفـق شد با استفاده از مدل اتمی خود طیف نشری خطی اتم هیدروژن را به خوبی توضیح دهد اما این مدل توانایی توجیه طیف نشری خطی عنصر های دیگر را نداشت.

مدل بـور عمر زیادی نداشت اما گام مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

پس از بـور ، دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی عنصرهای دیگر و نیز چگونگی نشر نور از اتم ها ساختاری لایه ای برای اتم ارائه کردند که به مدل کوانتومی معروف است.

مدل کوانتومی اتم





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

ساختار لایه ای اتم دارای ویژگی های زیر است :

۱. به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی عنصرهای دیگر و نیز چگونگی نشر نور از اتم ها ارائه شد.

۲. اتم کره ای با ساختار لایه ای در نظر گرفته شد.

۳. هسته در فضایی کوچک (مرکز کره) و الکترون ها در فضایی بسیار بزرگ تر و در لایه های پیرامون هسته توزیع می شوند.

۴. لایـه هـا از سـمت هسـته بـه سـمت بیـرون شـماره گـذاری مـی شـوند و هـر لایـه را بـا n (عـدد کوانتـومی اصـلی) نمایش می دهیم که در اطراف هسته ۷ لایه وجود دارد.

۵. کوانتـومی بـودن داد و سـتد انـرژی : در هنگـام انتقـال الکتـرون از یـک لایـه بـه لایـهٔ دیگـر الکتـرون انـرژی را بـه صـورت پیمانـه ای یا بسته های معین جذب یـا نشـر مـی کنـد. شـبیه بـالا و پـایین رفـتن از پلـه کـه حتمـاً مقـدار خاصـی بایـد حرکـت کنـیم و جـایی میـان دو پله نمی توان ایستاد به همین علت به این مدل ، مدل کوانتومی گفته می شود.

۶. در سـاختار لایـه ای اتـم بخـش پـر رنـگ مهـم تـرین بخـش یـک لایـهٔ الکترونـی اسـت و الکتـرون هـا بیشـتر در ایـن بخـش قـرار دارند. (الکترون در همه جا حضور دارد اما احتمال حضور الکترون در این بخش ها بیشتر از بقیه بخش هاست.)

۷. هـر چـه لایـه هـا از هسـته اتـم دورتـر مـی شـوند سـطح انـرژی آنهـا بیشـتر (پایـداری کمتـر) شـده و حـداکثر گنجـایش الکترونـی آنها افزایش می یابد. (انرژی الکترون با شماره لایه رابطه مستقیم دارد.)

۸. الکترون های هر لایه انرژی معینی دارند. مقدار این انرژی با افزایش فاصله الکترون از هسته بیشتر شده و هر چه لایه ها از هسته دورتر می شوند فاصله بین دو لایه متوالی کمتر می شود. مثلاً فاصله بین لایه های ۱ و ۲ بیشتر از فاصله بین لایه های ۲ و ۳ می باشد.

۹. با دادن گرما یا تابش نور به اتم های سازنده ی یک عنصر گازی شکل الکترون ها به لایه های بالاتر منتقل می شوند اما باید بخاطر داشت که این انرژی به صورت پیمانه ای است نه هر مقداری.

۱۰. در مدل کوانتومی اتم ، الکترون ها در هر لایه آرایش و انرژی معینی دارند و از پایداری نسبی برخوردار هستند که به آن حالت پایه گفته می شود.

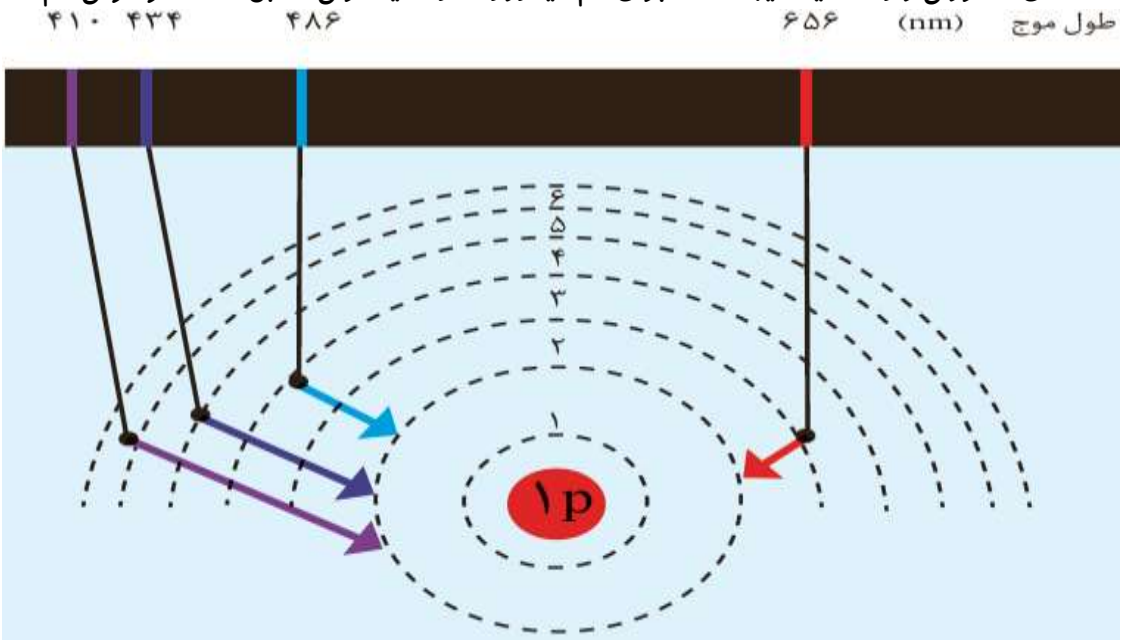
۱۱. اگر به اتم در حالت پایه انرژی داده شود الکترون ها با جذب انرژی به لایه های بالاتر انتقال می یابند که به آن حالت برانگیخته می گوییم. اتم های برانگیخته انرژی بیشتری دارند و ناپایدارند و تمایل دارند با از دست دادن انرژی به حالت پایدار (حالت پایه) برگردند.

۱۲. با بازگشت الکترون برانگیخته شده به حالت پایه ، نور با طول موج معین گسیل می شود هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون از لایه های بالاتر به لایه های پایین تر را نشان می دهد.

۱۳. انرژی لایه های الکترونی اطراف هسته هر اتم ویژه همان اتم است و به عدد اتمی آن وابسته است.

۱۴. هر چه تفاوت عدد کوانتومی اصلی بین دو لایه بیشتر باشد انرژی مبادله شده بر اثر انتقال الکترون بین آن ها بیشتر و دمای آن بیشتر و در نتیجه طول موج نور نشر شده کوتاه تر خواهد بود.

انتقال های الکترونی و رنگ طیف ایجاد شده برای اتم هیدروژن در ناحیهٔ مرئی مطابق « مدل کوانتومی اتم »

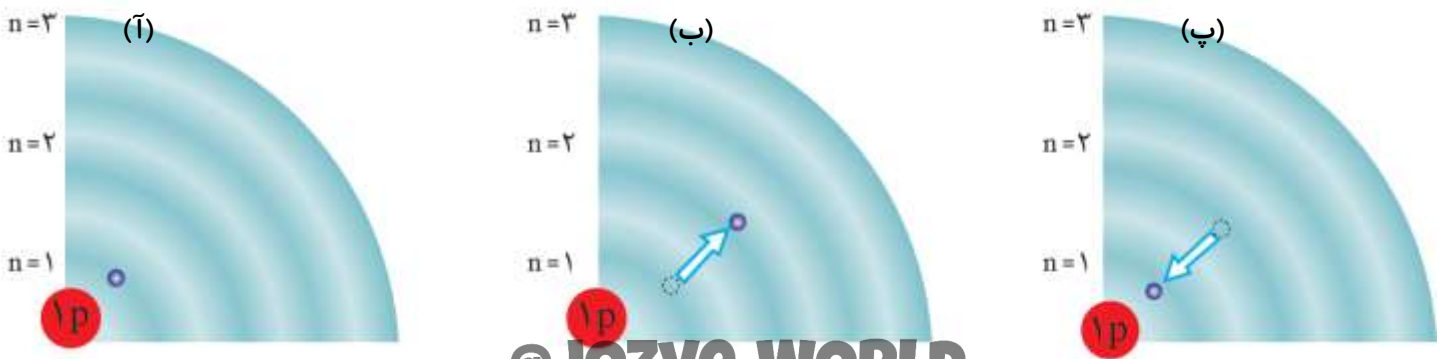


انتقال از لایهٔ	n = 3 ⇒ n = 2	n = 4 ⇒ n = 2	n = 5 ⇒ n = 2	n = 6 ⇒ n = 2
رنگ طیفی	سرخ	آبی	نیلی	بنفش
طول موج	۶۵۶	۴۸۶	۴۳۴	۴۱۰

نشر نور (با طول موج معین) مناسب ترین راه برای از دست دادن انرژی الکترون هنگام بازگشت به حالت پایه است.

نکته : هر عنصر طیف نشری خطی منحصر به فردی دارد که برای شناسایی آن استفاده می شود. پس ⇐ انرژی لایه ها و تفاوت میان آن ها در عناصر گوناگون متفاوت است.

بررسی سه شکل متفاوت برای تک الکترون اتم هیدروژن :



@JOZVE_WORLD

آ) تک الکترون هیدروژن در حالت پایه ($n = 1$) قرار دارد.

ب) با جذب مقدار معینی از انرژی ، این الکترون از لایه ($n = 1$) به لایه ($n = 2$) منتقل می شود. در این حالت الکترون برانگیخته شده و ناپایدار است و تمایل دارد به حالت پایه برگردد.

پ) الکترون برانگیخته اتم هیدروژن همان مقدار انرژی که دریافت کرده بود را به صورت نور با طول موج و انرژی معین از دست داده و به حالت پایه ($n = 1$) باز می گردد.

توزیع الکترون در لایه ها و زیر لایه ها :

۱. اتم ساختاری لایه ای دارد و الکترون ها در لایه های پیرامون هسته با نظم ویژه ای حضور دارند.

۲. درعنصرهای دوره اول لایهٔ الکترونی اول ($n = 1$) و در عنصرهای دوره دوم لایهٔ الکترونی دوم ($n = 2$) به تدریج از الکترون پرمی شود.

۳. در دورهٔ اول تنها دو عنصر هیدروژن و هلیم قرار دارند ، اتم هر کدام تنها دارای یک لایهٔ الکترونی ($n = 1$) است. این لایه نزدیک ترین لایه به هسته بوده و گنجایش ۲ الکترون دارد. پس به همین دلیل است که دورهٔ اول جدول تنها از دو عنصر تشکیل شده است.

۴. اتم های عنصرهای دورهٔ دوم دارای دو لایه الکترونی هستند ($n = 2$ و $n = 1$) که لایهٔ اول به طور کامل پر شده و لایهٔ دوم در حال پر شدن است. لایهٔ دوم الکترونی لایهٔ یکپارچه ای نیست و از دو بخش تشکیل شده است.

۵. گنجایش هرلایهٔ معین برای الکترون از رابطهٔ ($2n^2$) مشخص می شود به عنوان مثال لایهٔ سوم می تواند ($2(3)^2 = 18$) الکترون بگیرد.

۶. هر چه مقدار n بزرگتر باشد انرژی قرار گرفته در آن، بیشتر است.

۷. لایهٔ اصلی n ام شامل n زیر لایه است مثلاً لایهٔ سوم شامل سه زیر لایه است.

۸. هر زیر لایه با یک عدد کوانتومی فرعی (l) مشخص می شود نماد (l) نمایانگر شکل و نوع زیر لایه است.

۹. برای هر الکترون که عدد کوانتومی اصلی آن n باشد مقدار (l) از صفر تا ($n - 1$) می باشد. مثلاً اگر ($n = 3$) باشد(l) یکی از سه مقدار ۰ ، ۱ یا ۲ را خواهد داشت. پس لایهٔ سوم که دارای سه زیر لایه است که این سه زیر لایه را با عدد کوانتومی فرعی (l) از یکدیگر متمایز می کنیم.

$$n = 3 \implies \text{شامل سه زیر لایه} : \begin{cases} l = 0 \implies S \\ l = 1 \implies P \\ l = 2 \implies d \end{cases}$$

۱۰. زیر لایه ها را علاوه بر عدد با حروف نیز نمایش می دهند ، در جدول زیر نام و نماد زیر لایه ها و حداکثر گنجایش هر زیر لایه آورده شده است :

مقدار l	۰	۱	۲	۳	۴
نوع زیر لایه	S	P	d	f	g
حداکثر گنجایش زیر لایه	۲	۶	۱۰	۱۴	۱۸

۱۱. نماد یک زیر لایه را با استفاده از دو عدد کوانتومی اصلی (n) و فرعی (l) بیان می کنیم. شیوه بیان این نماد به صورت (nl) است.

$2s$	زیر لایهٔ S از لایهٔ دوم ($n = 2 , l = 0$)
$3P$	زیر لایهٔ P از لایهٔ سوم ($n = 3 , l = 1$)
$3d$	زیر لایهٔ d از لایهٔ سوم ($n = 3 , l = 2$)

۱۲. هر چه مقدار l کمتر باشد نشانگر کمتر بودن انرژی زیر لایه است مثلاً انرژی زیر لایه $3S < 3P$ است زیرا با n برابر برای دو زیر لایه مقدار l برای زیر لایه $3S$ کمتر است.

۱۳. هر زیر لایه طبق رابطهٔ ($4l + 2$) می تواند الکترون بگیرد. مثلاً زیر لایه f با $l = 3$ ، $4(3) + 2 = 14$ الکترون بگیرد.

آرایش الکترونی اتم : رفتار و ویژگی های هر اتم را می توان از روی آرایش الکترونی آن بیان کرد. مطابق مدل کوانتومی برای بدست آوردن آرایش الکترونی اتم ها باید الکترون های اتم هر عنصر در زیر لایه ها با نظم و قانون معینی توزیع شوند.

پر شدن زیر لایه ها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست و از یک قاعدهٔ کلی بنام قاعدهٔ آفبا پیروی می کند. مطابق این قاعده :

۱. آفبا از واژه ی آلمانی (aufbau) به معنی ساختن یا افزایش گام به گام گرفته شده است.

۲. ترتیب پر شدن زیر لایه ها از الکترون را در اتم های مختلف بیان می کند.

۳. برای ساختن یک اتم فرضی به هنگام افزودن الکترون پیرامون هسته ابتدا زیر لایه های نزدیک تر به هسته که دارای انرژی کمتری هستند پر می شوند و سپس الکترون به زیر لایه های بالاتر می رود.

۴. از میان چند زیر لایه هر کدام از مقدار ($n+l$) کمتری برخوردار باشد سطح انرژی کمتری دارد.

۵. از دو زیر لایه با ($n+l$) یکسان هر کدام که n کوچکتری دارد انرژی کمتری دارد مثلاً بین دو زیر لایه $4S$ و $3P$ زیر لایه $3P$ با n کوچکتر انرژی کمتری دارد.

۶. ترتیب پر شدن زیر لایه ها بر اساس $n+l$ بدین صورت است :

زیر لایه	1S	2S	2P	3S	3P	4S	3d	4P	5S
n	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۳	۴	۵
n + l	۱	۲	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۵

پس از نوشتن آرایش الکترونی اتم عنصر مورد نظر طبق روال زیر آن ها را بر اساس n مرتب می کنیم:

$1S \quad 2S \quad 2P \quad 3S \quad 3P \quad 3d \quad 4S \quad 4P$

مثال : آرایش الکترونی اتم های بور ، کلسیم و منیزیم و منگنز به این صورت است :

$_{5}B$: $1S^2 \quad 2S^2 \quad 2P^1$ $\qquad$ $_{12}Mg$: $1S^2 \quad 2S^2 \quad 2P^6 \quad 3S^2$

$_{20}Ca$: $1S^2 \quad 2S^2 \quad 2P^6 \quad 3S^2 \quad 3P^6 \quad 4S^2$ $\qquad$ $_{25}Mn$: $1S^2 \quad 2S^2 \quad 2P^6 \quad 3S^2 \quad 3P^6 \quad 3d^5 \quad 4S^2$

در نوشتن آرایش الکترونی عددهای قبل از حروف شمارهٔ لایه و توان ها تعداد الکترون موجود در زیر لایه ها را نشان می دهد.

به این آرایش ، آرایش الکترونی گسترده می گوییم اما شیوهٔ دیگری نیز برای نمایش آرایش الکترونی داریم که به آن آرایش الکترونی فشرده گفته می شود و در آن از آرایش الکترونی گازهای نجیب استفاده می کنیم پس باید آرایش گازهای نجیب را حفظ کنیم .

ابتدا نماد گاز نجیب دوره قبل از عنصر مورد نظر را داخل [ ] نوشته سپس مطابق الگوی زیر ادامهٔ آرایش الکترونی را می نویسیم:

گاز نجیب انتخاب شده	$_{2}He$	$_{10}Ne$	$_{18}Ar$	$_{36}Kr$
شماره دورهٔ عنصر	۲	۳	۴	۵
الگو	$2S \rightarrow 2P$	$3S \rightarrow 3P$	$4S \rightarrow 3d \rightarrow 4P$	$5S \rightarrow 4d \rightarrow 5P$

مثال : آرایش الکترونی فشرده پتاسیم ($_{19}K$) و ($_{35}Br$) را بنویسید؟

گاز نجیب دورهٔ قبل از پتاسیم و برم ، آرگون می باشد پس : $_{19}K = [_{18}Ar]\ 4S^1$ ، $_{35}Br = [_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4S^2\ 4P^5$

در آرایش الکترونی فشرده ، تأکید بر روی نمایش لایهٔ ظرفیت اتم است.

تمرین : آرایش الکترونی گسترده و فشردهٔ عنصرهای ۱ تا ۳۶ جدول تناوبی را بنویسید.

قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عنصر ها را پیش بینی می کند اما برای برخی از عنصرهای جدول تناوبی نارسایی دارد.

داده های طیف سنجی نشان می دهد که آرایش الکترونی $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ از قاعدهٔ آفبا تبعیت نمی کند.

چیزی که انتظار داریم: $_{24}Cr : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^4\ 4S^2$

اما در واقعیت : $_{24}Cr : 1s^2\ 2S^2\ 2p^6\ 3S^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4S^1$

چیزی که انتظار داریم: $_{29}Cu : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^9\ 4S^2$

اما در واقعیت : $_{29}Cu : 1S^2\ 2S^2\ 2p^6\ 3S^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4S^1$

نکته : همیشه یک زیرلایه پر پایدارتر از یک زیر لایه است که به صورت ناقص از الکترون پرشده است. $3d^{10}$ پایدارتر از $3d^9$ می باشد.

نکته : همیشه یک زیرلایه نیمه پر پایدارتر از یک زیر لایه است که به صورت ناقص از الکترون پرشده است. $3d^5$ پایدارتر از $3d^4$ می باشد.

نکته : در عنصر های جدول تناوبی آرایش الکترونی d^9 و d^4 نداریم اما در یون ها این آرایش وجود دارد. $_{29}Cu^{2+} : [_{18}Ar]\ 3d^9$

از روی آرایش الکترونی اتم و همچنین عدد اتمی آن می توان موقعیت آن را در جدول تناوبی عناصر تعیین کرد:

شماره دوره :
- با استفاده از آرایش الکترونی : برابر شماره بزرگ ترین عدد کوانتومی اصلی (n) استفاده شده درآرایش الکترونی است.
- با استفاده از عدد اتمی :
  - اگر عنصر بعد از گاز نجیب بود ⟵ شماره ی دوره ی گاز نجیب + ۱
  - اگر عنصر قبل از گاز نجیب بود ⟵ شماره دوره گاز نجیب

شماره گروه :

اگر آرایش الکترونی به P ختم شود: شماره گروه = تعداد الکترون های موجود در P + ۱۲

مثال : $_{17}Cl : [_{10}Ne]\ 3S^2\ 3P^5$ ⇒ شماره گروه = ۵ + ۱۲ = ۱۷

اگر آرایش الکترونی به S ختم شود :
- اگر قبل از آن زیر لایه d وجود داشت : مجموع توان های S و d = شماره گروه
  - مثال : $_{26}Fe : [_{18}Ar]\ 3d^6\ 4S^2$ شماره گروه = 2 + 6 = 8
- اگر قبل از آن زیر لایه d نباشد : شماره گروه = توان S
  - مثال : $_{20}Ca : [_{18}Ar]\ 4S^2$ شماره گروه = 2

نکته : عنصرهایی با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ (لانتانیدها) و ۸۹ تا ۱۰۲ (آکتینیدها) همگی به گروه ۳ تعلق دارند.

آرایش الکترونی یون ها :

برای نوشتن آرایش الکترونی کاتیون ها (یون مثبت) کافیست به تعداد بار از الکترون های آخرین زیر لایه کم کنیم مثلاً :

$_{12}Mg : 1S^2\ 2S^2\ 2p^6\ 3S^2$ ⇒ $_{12}Mg^{2+} : 1S^2\ 2S^2\ 2p^6$

برای نوشتن آرایش الکترونی آنیون ها (یون منفی) طبق اصل آفبا و به تعداد بار منفی الکترون به آخرین زیر لایه اضافه می کنیم. مثال :

$_{17}Cl : [_{10}Ne]\ 3S^2\ 3p^5$ ⇒ $_{17}Cl^- : [_{10}Ne]\ 3S^2\ 3p^6$

$_{15}P : [_{10}Ne]\ 3S^2\ 3p^3$ ⇒ $_{15}P^{3-} : [_{10}Ne]\ 3S^2\ 3p^6$

نکته : لایهٔ ظرفیت به بیرونی ترین (آخرین) لایهٔ الکترونی می گوییم که تعیین کنندهٔ رفتار اتم در واکنش های شیمیایی است.

تعریف الکترون های ظرفیتی : به مجموع الکترون های لایهٔ ظرفیت الکترون های ظرفیتی اتم گفته می شود.

نحوهٔ بدست آوردن الکترون های ظرفیت اتم :

اگر آخرین الکترون وارد :

۱- زیر لایه S یا p شود : تعداد الکترون های ظرفیت برابر است با تعداد الکترون های موجود در آخرین لایه ی الکترونی (بزرگ ترین n)

تعداد الکترون ظرفیت : $_{15}P : [_{10}Ne]\ 3S^2\ 3p^3$ ⇒ 2 + 3 = 5

۲- زیر لایه ی d شود : تعداد الکترون ظرفیت برابر است با مجموع تعداد الکترون های موجود در زیر لایه ی S و d قبل از آن

الکترون ظرفیت : $_{28}Ni : [_{18}Ar]\ 3d^8\ 4S^2$ ⇒ 8 + 2 = 10

اگر عناصر را بر مبنای زیر لایه هایی که در حال پر شدن است دسته بندی کنیم با 4 دسته عنصر رو برو می شویم.

هر یک از عنصرهای جدول تناوبی به یکی از این ۴ دسته تعلق دارند : S ، p ، d و f .

عنصرهای دستهٔ S : دسته ای که زیر لایه S آن ها در حال پر شدن است. زیر لایه S گنجایش 2 الکترون دارد پس عناصر دسته S حداکثر دو ستون در جدول دوره ای عناصر دارد. شماره گروه این عناصر برابر تعداد الکترون های آخرین زیر لایه S است. این دسته دارای 14 عنصر (12 فلز و 2 نافلز(H و He) و در گروه های 1 و 2 قرار دارند (بجز He که در گروه 18 قرار دارد.)

مثال : عنصر کلسیم در دسته S قرار دارد و آرایش الکترونی آن به صورت مقابل است. $_{20}Ca : [_{18}Ar]\ 4S^2$

عناصر دسته P : دسته ای که زیر لایه P آنها در حال پر شدن است. حداکثر شش ستون داشته و شماره گروه آن ها برابر مجموع الکترون های ظرفیتی (آخرین P) بعلاوه 12 می باشد. این دسته شامل همه ی عناصر گروه های 13تا 18 (بجز He)

مثال : عنصر برم در دسته p قرار دارد و آرایش الکترونی آن به صورت مقابل است. $_{35}Br : [_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4S^2\ 4p^5$

عناصر دسته d : زیر لایه d آن ها در حال پر شدن است. دسته ای حداکثر ده ستونی داشته و شماره گروه آن ها برابر تعداد الکترون های ظرفیتی (مجموع الکترون های آخرین S و d) می باشد. دسته d شامل ۴۰ عنصر از گروه های 3 تا 12 و همگی فلز هستند.

مثال : عنصر آهن در دسته d قرار دارد و آرایش الکترونی آن به صورت مقابل است. $_{26}Fe : [_{18}Ar]\ 4S^2\ 3d^6$

عناصر دسته f : زیر لایه f آن ها در حال پر شدن و حداکثر 14 ستون داشته و همگی در گروه سوم جدول قرار دارند.

دستهٔ f شامل 28 عنصر در دوره های 6 و 7 (لانتانیدها و اکتینیدها)

مثال : عنصر لانتان در دسته d قرار دارد و آرایش الکترونی آن به صورت مقابل است. $_{57}La : [_{54}Xe]\ 6S^2\ 4f^1$

مطابق جدول عناصری که جزو یک دسته عناصر می باشند و تعداد الکترون ظرفیتی برابر با هم دارند متعلق به یک گروه از جدول دوره ای عناصر خواهند بود و خواص شیمیایی مشابه دارند. (عنصر $_2He$ با آرایش $1S^2$ در گروه 18 قرار دارد و شبیه عناصر گروه دوم نیست و جزو گازهای نجیب است.)

ساختار اتم و رفتار آن :

گازهای نجیب (عناصر گروه 18) در طبیعت به صورت تک اتمی یافت می شوند این گازها واکنش ناپذیر بوده یا واکنش پذیری بسیار کمی دارند از این رو پایدارند. در لایهٔ ظرفیت گازهای نجیب هشت الکترون وجود دارد (بجز $_2He$ که آرایش الکترونی آن به $1S^2$ ختم می شود دارای 2 الکترون ظرفیتی بوده و پایداراست.)

$_{10}Ne : [_2He]\ 2S^2\ 2p^6$ $_2He : 1S^2$

$_{36}Kr : [_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4S^2\ 4p^6$ $_{18}Ar : [_{10}Ne]\ 3S^2\ 3p^6$

آرایش هشتایی :

اگر لایهٔ ظرفیت اتمی 8 الکترون داشته باشد اتم واکنش پذیری چندانی نداشته ، پایدار بوده و به صورت تک اتمی باقی می ماند. اگر لایهٔ ظرفیت اتمی هشتایی نباشد آن اتم واکنش پذیر است و تمایل دارد با ۱- به اشتراک گذاشتن الکترون های لایهٔ ظرفیت یا ۲- تبدیل شدن به یون به آرایش هشتایی رسیده و پایدارتر شود.

رفتار شیمیایی هر اتم وابسته به تعداد الکترون های ظرفیتی (مجموع الکترون های آخرین لایه) بوده و هشتایی شدن لایهٔ ظرفیت و دستیابی به آرایش گاز نجیب را می توان مبنای میزان واکنش پذیری آن ها دانست.

نکته : هرچه یک اتم با مبادله کمتر الکترون به آرایش هشتایی برسد واکنش پذیری آن بیشتر است.

عنصرهای اصلی جدول دوره ای (دسته های S و P) در لایهٔ آخر خود دارای 1 تا 8 الکترون هستند.

لوویس برای توضیح و پیش بینی رفتار اتم ها آرایشی به نام آرایش الکترون - نقطه ای را ارائه کرد. در این آرایش الکترون های ظرفیتی پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می شوند.

در جدول زیر آرایش الکترون - نقطه ای عناصر دورهٔ دوم و سوم گروه های اصلی آمده است :

عنصر	$_3Li$	$_4Be$	$_5B$	$_6C$	$_7N$	$_8O$	$_9F$	$_{10}Ne$
شمار الکترون ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون - نقطه ای	Li•	Be•	•B•	•C•	•N•	•O:	:F:	:Ne:
عنصر	$_{11}Na$	$_{12}Mg$	$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_{18}Ar$
شمار الکترون ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون - نقطه ای	Na•	Mg•	•Al•	•Si•	•P•	•S:	:Cl:	:Ar:

نکته : از راه های رسیدن اتم ها به آرایش الکترونی هشتایی (آرایش گاز نجیب) ۱- از دست دادن الکترون ، ۲- گرفتن الکترون و ۳- به اشتراک گذاشتن الکترون است. اتم هایی که با گرفتن الکترون در واکنش های شیمیایی به آرایش گاز نجیب می رسند اتم نافلزی و اتم هایی که با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل می رسند اتم فلزی در نظر گرفته می شوند.

نکته : معمولاً اتم هایی که تعداد الکترون ظرفیتی آن ها کمتر از 4 است با از دست دادن الکترون و اتم هایی که 4 یا بیش از 4 الکترون ظرفیتی دارند با گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون به آرایش گاز نجیب (هشتایی) می رسند.

(در اینجا فقط عناصر گروه های اصلی مورد بررسی قرار گرفته شده است.)

مثال : فلوئور ($_9F$) واقع در گروه 17 و اکسیژن ($_8O$) واقع در گروه 16 نافلز هایی هستند که به ترتیب با گرفتن یک و دو الکترون به ترتیب به یون F^- و O^{2-} تبدیل می شوند و سدیم ($_{11}Na$) فلزی است که با از دست دادن یک الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب می رسد و تبدیل به یون $_{11}Na^+$ می شود.

$F\bullet + 1e \Rightarrow :\underset{\cdot\cdot}{F}:^-$ هم آرایش نئون

$\bullet O\bullet + 2e \Rightarrow :\underset{\cdot\cdot}{O}:^{2-}$ هم آرایش نئون

$Na\bullet \Rightarrow Na^+ + 1e$ هم آرایش نئون

نکته : به طور کلی عنصرهای فلزی در واکنش های شیمیایی به یون مثبت (کاتیون) و عنصرهای نافلزی به یون منفی (آنیون) تبدیل می شوند.

نکته : از دست دادن ، گرفتن و یا اشتراک الکترون نشانه ای از رفتار شیمیایی اتم هاست.

نکته : عناصر گروه های 1 و 2 با از دست دادن 1 و 2 الکترون به آرایش گازهای نجیب قبل از خود می رسند.

نکته : برلیم (Be) تمایلی به تشکیل یون Be^{2+} ندارد و به جای آن الکترون به اشتراک می گذارد.

نکته : آلومینیوم (Al) از گروه 13 با از دست دادن 3 الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود می رسد اما بور (B) که در همین گروه قرار دارد تمایلی به تشکیل یون B^{3+} ندارد و به جای آن الکترون به اشتراک می گذارد.

نکته : عناصر گروه 15 و 16 و 17 به ترتیب با گرفتن 3 و 2 و 1 الکترون به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می رسند.

در جدول زیر یون های تک اتمی مربوط به هر یک از عناصر مورد نیاز در جدول تناوبی آورده شده است.

1																
H^+ هیدروژن H^- هیدرید	2					Meysam Ahmadvand Chemistry						13	14	15	16	17
Li^+ لیتیم														N^{3-} نیترید	O^{2-} اکسید	F^- فلوئورید
Na^+ سدیم	Mg^{2+} منیزیم	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al^{3+} آلومینیم	Sn^{2+} قلع(II)	P^{3-} فسفید	S^{2-} سولفید	Cl^- کلرید
K^+ پتاسیم	Ca^{2+} کلسیم	Sc^{3+} اسکاندیم	Ti^{2+} تیتانیم(II)	V^{2+} وانادیم(II)	Cr^{2+} کروم(II)	Mn^{2+} منگنز(II)	Fe^{2+} آهن (II)	Co^{2+} کبالت (II)	Ni^{2+} نیکل (II)	Cu^+ مس (I)	Zn^{2+} روی	Ga^{3+} گالیم	Sn^{4+} قلع(IV)	As^{3-} آرسنید	Se^{2-} سلنید	Br^- برمید
Rb^+ روبیدیم	Sr^{2+} استرانسیم		Ti^{4+} تیتانیم(IV)	V^{3+} وانادیم(III)	Cr^{3+} کروم (III)	Mn^{3+} منگنز(III)	Fe^{3+} آهن(III)	Co^{3+} کبالت (III)	Ni^{3+} نیکل (III)	Cu^{2+} مس (II)	Cd^{2+} کادمیم		Pb^{2+} سرب(II)			I^- یدید
Cs^+ سزیم	Ba^{2+} باریم									Ag^+ نقره	Hg^{2+} جیوه		Pb^{4+} سرب (IV)			

نکته : تنها اتمی که توانایی تشکیل کاتیون و آنیون را دارد هیدروژن است. (H^+ و H^-)

نکته : عناصر گروه ۱۴ (بجز فلزات این گروه) یون تشکیل نمی‌دهند و تمایل دارند با به اشتراک گذاشتن الکترون به آرایش گاز نجیب برسند و پایدار شوند.

نکته : شبه فلزها کاتیون و آنیون تشکیل نمی‌دهند.

نکته : بسیاری از عناصر دسته (d) کاتیونی پدید می‌آورند که از آرایش الکترونی هشت تایی برخوردار نیست مانند Fe^{2+} و Fe^{3+}

نکته : از عناصر دسته p فقط آلومینیم (Al) کاتیونی پدید می‌آورد که به آرایش گاز نجیب می‌رسد و بقیه عنصرهای فلزی این دسته مانند Ga^{3+} و Sn^{2+} و Pb^{2+} فاقد آرایش الکترونی هشت تایی هستند.

ترکیب یونی سدیم کلرید (NaCl)

هنگامی که اتم های سدیم ($_{11}Na$) و کلر ($_{17}Cl$) کنار هم قرار می‌گیرند اتم سدیم الکترون از دست می دهد و به یون سدیم ($_{11}Na^+$) تبدیل می‌شود (به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود ($_{10}Ne$) می‌رسد) و اتم کلر با گرفتن الکترون سدیم به یون کلرید تبدیل می‌شود (به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود ($_{18}Ar$) می‌رسد.)

سدیم فلزی جامد و بلوری است و کلر گازی سمی و زرد رنگ است. واکنش میان این دو عنصر به شدت گرماده و همراه با آزاد شدن مقدار زیادی انرژی است.

نکته : شعاع کاتیون هر عنصر از شعاع اتم آن عنصر کوچک تر است.

نکته : شعاع آنیون هر عنصر از شعاع اتم آن عنصر بزرگ تر است.

ترکیب های یونی و نحوهٔ تشکیل ترکیب های یونی:

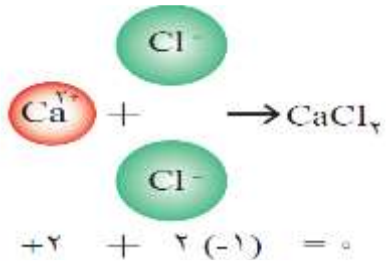
تعریف ترکیب یونی : به ترکیب هایی گفته می‌شود که از یون های مثبت و منفی تشکیل شده اند مانند سدیم کلرید که از یون های (Na^+ و Cl^-) تشکیل شده اند (یون‌های تشکیل دهنده ترکیب های یونی ممکن است تک اتمی و یا چند اتمی باشند.)

چند مثال از یون های تک اتمی Na^+ ، Al^{3+} ، F^- ، O^{2-} و ...

یون تک اتمی صرفاً از یک اتم و یون چند اتمی حداقل از دو یا چند اتم تشکیل‌شده است که در آن اتم ها به وسیلهٔ پیوندهای اشتراکی (کووالانسی) به هم متصل شده اند هم چنین در ساختار ترکیب یونی چیزی به نام مولکول وجود ندارد.

با قرار گرفتن یک یا چند کاتیون (یون حاصل از اتم فلزی یا آمونیوم) در کنار یک یا چند آنیون (یون حاصل از اتم نافلزی یا آنیون های چند اتمی) در کنار یکدیگر میان یون ها به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهم نام (مثبت و منفی) نیروی جاذبهٔ بسیار قوی برقرار می‌شود که پیوند یونی نام دارد.

مثال : اتم اکسیژن برای اینکه به آرایش گاز نجیب هم دوره برسد باید دو الکترون بگیرد اتم کلسیم نیز برای اینکه به آرایش گاز نجیب دوره قبل(Ar) برسد باید دو الکترون از دست بدهد. اگر اتم های این دو عنصر در شرایط مناسب کنار هم قرار گیرند باهم واکنش می‌دهند به طوری که با داد و ستد الکترون به یون های Ca^{2+} و O^{2-} تبدیل می‌شوند و چون بارهای الکتریکی ناهم نام دارند نیروی جاذبه بسیار قوی بین آن ها برقرار می‌شود. (نام این ترکیب یونی کلسیم اکسید است که آن را با فرمول شیمیایی CaO نشان می دهند. این فرمول شیمیایی نشان می دهد که کلسیم و اکسیژن دو عنصر سازندهٔ این ترکیب اند و نسبت یون های سازندهٔ آن ۱ به ۱ است.)



فرمول شیمیایی کلسیم کلرید ($CaCl_2$) نشان می دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازندهٔ آن ، 1 به 2 است.

نکته : ترکیبات یونی ازنظر بار الکتریکی خنثی هستند یعنی مجموع بار الکتریکی کاتیون ها با مجموع بار الکتریکی آنیون ها برابر است.

نکته : در ترکیب‌های یونی مختلف نسبت کاتیون به آنیون متفاوت است. مثلاً در کلسیم اکسید نسبت کاتیون به آنیون یک به یک است اما در کلسیم کلرید($CaCl_2$) نسبت کاتیون به آنیون ۱ به ۲ است.

نکته : ترکیب های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شوند. مثال : Al_2O_3 ، $MgCl_2$ ، Na_2S ، CaF_2 و ...

نکته : ترکیب های یونی شامل تعداد بسیار زیادی **یون** با آرایش منظم می باشد که ساختاری **بلوری** شکل و **سه بعدی** تشکیل می دهند.

نکته : در نام گذاری کاتیون های تک اتمی که فقط یک نوع **یون** دارند فقط کافی است ابتدای نام اتم واژه **یون** را به کار ببریم.

مثال : یون پتاسیم K^+

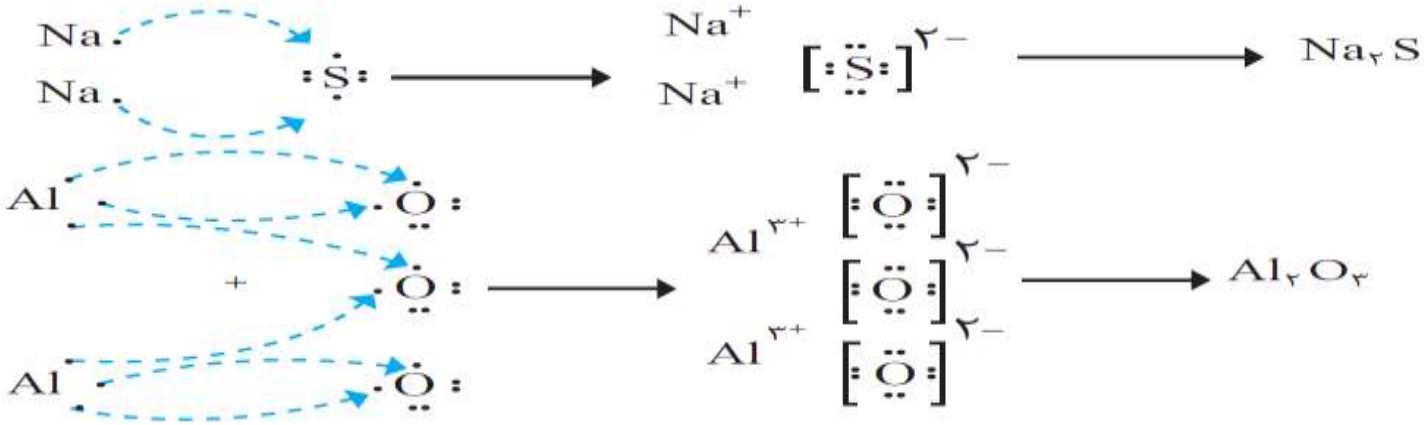
نکته : برخی فلزات مانند **مس** ، **کروم** ، **آهن** و ... در واکنش ها بیش از یک نوع کاتیون تولید می کنند که برای نام گذاری آن ها بار کاتیون را به صورت عدد رومی داخل پرانتز می گذاریم. Cu^+ و Cu^{2+} - Fe^{2+} و Fe^{3+} - Cr^{2+} و Cr^{3+}

به عنوان مثال : Cu^+ ← یون مس (I) ، Sn^{2+} ← یون قلع (II) ⟸ Cr^{3+} یون کروم (III)

بارکاتیون	۱	۲	۳	۴
عددرومی	I	II	III	IV

نکته : در نام‌گذاری **آنیون های** تک اتمی نیاز است آخر نام یون(**ـید**) آورده شود. (O^{2-}) یون اکسید،(P^{3-})یون فسفید،(S^{2-})یون سولفید

چگونگی تشکیل سدیم سولفید و آلومینیم اکسید و نوشتن فرمول شیمیایی



فرمول نویسی و نام گذاری اکسیدهای فلزی و ترکیب های یونی :

ترکیب یونی: موادی هستند که از یون های **مثبت** و **منفی** تشکیل شده اند.

در ساختار ترکیب یونی چیزی به نام **مولکول** وجود ندارد.

ترکیب یونی دوتایی: هر ترکیب یونی که تنها از **دو عنصر** تشکیل شده ، ترکیب یونی **دوتایی** نامیده می شود. این ترکیب ها اغلب می توانند از واکنش **فلزها** با **نافلزها** پدید آیند. (NH_4NO_3 نیز یک ترکیب یونی است که در آن **فلز** وجود ندارد.)

یون تک اتمی ، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است .(زیروند ندارد) مانند Na^+ و S^{2-}

یون چند اتمی ، یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است. مانند SO_4^{2-} ، NH_4^+

برای نوشتن فرمول این ترکیب ها ابتدا نماد **کاتیون** و پس از آن نماد **آنیون** را می نویسیم اگر بارها قابل ساده کردن بودند آن ها را ساده می کنیم. سپس **بارها** را به صورت ضربدری زیروند یون دیگر قرار می دهیم. (توجه : مقدار بار مهم است با علامت آن کاری نداریم.)

نکته : از نوشتن زیروند ۱ خودداری می کنیم.

مثال : سدیم اکسید Na^+ و O^{2-} ➔ Na_2O

نکته : اگر زیروندها قابل ساده شدن باشند آن ها را ساده می کنیم.

..... Mg^{2+} و O^{2-} ➔ Mg_2O_2 ➔ MgO

برای نام گذاری ترکیب های یونی و اکسیدهای فلزی نیز ابتدا نام **کاتیون** و سپس نام **آنیون** همراه با پسوند (**ید**) آورده می شود.

برای نوشتن نام یون های تک اتمی به انتهای نام نافلز پسوند (**ید**) اضافه می شود در ضمن به جز هالوژن ها درمورد نامی بقیه نافلزها قسمت آخر نام نافلز حذف می‌شود مثال : Cl^- : کلر + ید ← یون **کلرید** Br^- : برم + ید ← یون **برمید**

O^{2-} : اکسیژن ← (حذف قسمت آخر) یون **اکسید** S^{2-} : گوگرد یا سولفور ← (حذف قسمت آخر) + ید ← **سولفید**

مثال : کلسیم کلرید : Ca^{2+} و $Cl^{-} \Longrightarrow CaCl_2$

پتاسیم کلرید : K^{+} و $O^{2-} \Longrightarrow K_2O$

سدیم فسفید : Na^{+} و $P^{3-} \Longrightarrow Na_3P$

آلومینیم نیترید : Al^{2+} و $N^{3-} \Longrightarrow Al_3N_3 \Longrightarrow AlN$

مواد مولکولی : (تبدیل شدن اتم ها به مولکول)

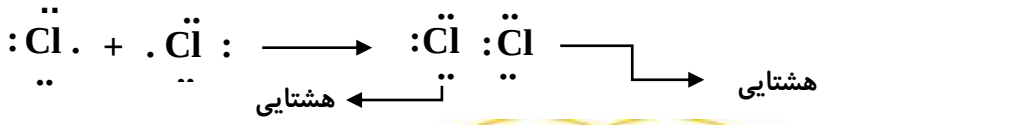
بسیاری از ترکیب های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی نداشته و ذره های آن ها به صورت مولکول های بدون بار و مستقل از هم می باشند. اغلب اتم های نافلزی و برخی اتم های شبه فلزی و فلزی مانند ($_5B$ و $_4Be$) می‌توانند بدون داد و ستد (مبادله) الکترون و تبدیل شدن به یون و فقط با به اشتراک گذاشتن الکترون های تک (جفت نشده) لایهٔ ظرفیت خود به آرایش گاز نجیب برسند.

به ترکیب هایی که در ساختار خود دارای مولکول هستند ترکیب مولکولی می گوییم. فرمول شیمیایی ترکیب های مولکولی علاوه بر نوع عنصرهای سازنده، تعداد اتم های هر عنصر را نیز نشان می دهد و به آن فرمول مولکولی می گوییم.

ترکیب مولکولی کلر (Cl_2):

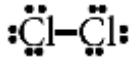
گاز کلر خاصیت رنگ بری و گندزدایی دارد ، زرد رنگ است و از مولکول های دو اتمی تشکیل شده است.

هنگام قرار گرفتن دو اتم کلر در کنار هم ، با به اشتراک گذاشتن الکترون های تک (جفت نشده) لایهٔ ظرفیت هر دو به آرایش گاز نجیب می رسند.



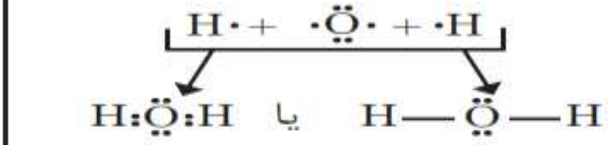
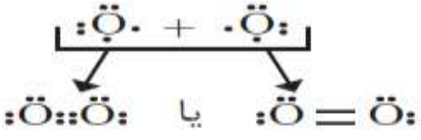
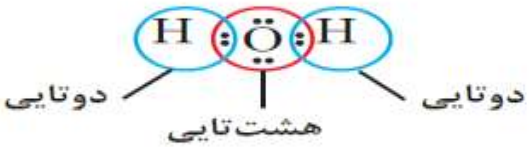
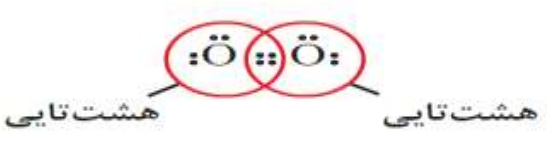
نمایش مولکول کلر آ) آرایش هشت تایی اتم ها در مولکول و ب) مدل فضا پرکن

نکته : در آرایش الکترون – نقطه ای گاز کلر (Cl_2) جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم نشان دهنده یک پیوند اشتراکی (کووالانسی) است.

می توان هر جفت الکترون اشتراکی را به صورت یک خط نیز نشان داد (آرایش خطی) 

همانند گاز کلر ، اتم های نافلز می توانند در شرایط مناسب با تشکیل پیوند اشتراکی (کووالانسی)مولکول های دو اتمی یا چند اتمی بسازند.

چگونگی تشکیل و نمایش مولکول های اکسیژن و آب :

تشکیل مولکول از اتم‌ها		
آرایش الکترون- نقطه‌ای مولکول		
مدل فضاپرکن		
فرمول مولکولی	H_2O	O_2

نکته : بر اساس شکل ها و ساختار های داده شده مشخص می شود که تمامی اتم ها با تشکیل پیوند اشتراکی (کووالانسی) به آرایش هشتایی می رسند (بجز اتم هیدروژن که با رسیدن به دو الکترون پایدار شده و آرایش گاز نجیب هم دوره خود را پیدا می کند.)

مولکول یک ماده مولکولی را علاوه بر فرمول مولکولی می توان به فرم های دیگری نیز نشان داد :

۱) آرایش الکترونی نقطه ای : در این فرم از نمایش مولکول ، ترتیب وصل شدن اتم ها به یکدیگر و جفت الکترون اشتراکی و همین طور جفت الکترون های ناپیوندی مشخص می شود. به آرایش الکترون – نقطه ای ساختار لوویس هم گفته می شود .

۲) مدل فضا پر کن : علاوه بر ترتیب وصل شدن اتم ها به یکدیگر آرایش سه بعدی اتم ها را نیز در مولکول مربوطه نشان می دهد.

نکته : جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم های سازنده آن برابر است.

مثال : جرم مولی آب را محاسبه کنید؟ ($O = 16\ g/mol$ g ، $H = 1.008\ g/mol$) $(۱\times۱۶) + (۲ \times ۱/۰۰۸) = ۱۸/۰۱۶\ g/mol$

مثال : جرم مولی CH_4 را محاسبه کنید؟ ($H=1g/mol$, $C=12\ g/mol$) $(۱\times۱۲) + (۴ \times ۱) = ۱۶\ g/mol$

مثال : جرم مولی HCl را محاسبه کنید؟ ($H=1g/mol$, $Cl=35.5\ g/mol$) $(۱ \times ۳۵/۵) + (۱ \times ۱) = ۳۶/۵\ g/mol$

مثال : جرم مولی NH_3 را محاسبه کنید؟ ($H=1g/mol$, $N=14\ g/mol$) $(۱ \times ۱۴) + (۳ \times ۱) = ۱۷\ g/mol$

تمرین های دوره ای :

۱) بررسی نمونه ای از یک شهاب سنگ نشان داد که در این شهاب سنگ ایزوتوپ های ^{54}Fe ,^{56}Fe ,^{57}Fe وجود دارد.

آ) آرایش الکترونی $_{26}Fe$ را رسم کنید. $_{26}Fe : [_{18}Ar]\ 3d^6\ 4S^2$

ب) موقعیت آهن را در جدول دوره ای عنصرها مشخص کنید. دوره ۴ گروه ۸

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

ت) آیا آرایش الکترونی ایزوتوپ های آهن یکسان است؟ چرا؟ بله ، زیرا ایزوتوپ های آهن دارای z یکسان و در نتیجه شمار الکترون های یکسانی هستند.

---

۲) با استفاده از آرایش الکترون – نقطه ای اتم ها در هر مورد ، روند تشکیل ، نام و فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش اتم های داده شده را مشخص کنید.

$$\dot{K} + :\ddot{\underset{..}{F}}: \rightarrow K^+ \left[:\ddot{\underset{..}{F}}:\right]^- \rightarrow KF$$

الف) پتاسیم فلوئورید

$$\left.\begin{matrix} {}_{19}K : [Ar]\,4s^1 \\ {}_{9}F : [He]\,2s^2\,2p^5 \end{matrix}\right\} \Rightarrow K. + .\ddot{\underset{..}{F}}: \rightarrow \underbrace{K^+[:\ddot{\underset{..}{F}}:]^-}$$

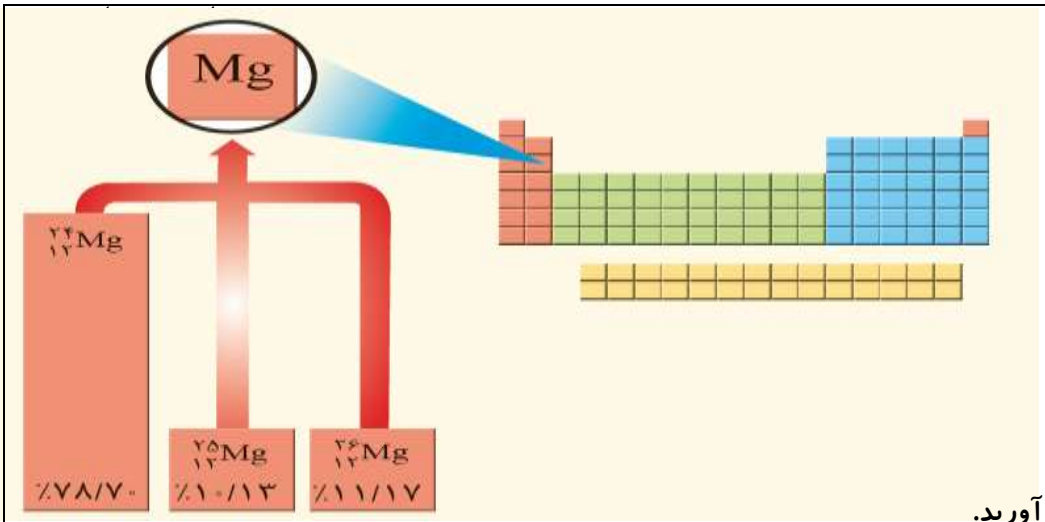
ب) کلسیم نیترید

$$\left.\begin{matrix} {}_{20}Ca : [Ar]\,4s^2 \\ {}_{7}N : [He]\,2s^2\,2p^3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{matrix} Ca. \\ Ca. \\ Ca. \end{matrix} \begin{matrix} \\ \\ \\ \end{matrix} \begin{matrix} .\ddot{N}: \\ .\ddot{N}: \\ .\ddot{N}: \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} Ca^{2+} \\ Ca^{2+} \\ Ca^{2+} \end{matrix} \begin{matrix} \\ \\ \\ \end{matrix} \begin{matrix} [:\ddot{\underset{..}{N}}:]^{3-} \\ [:\ddot{\underset{..}{N}}:]^{3-} \\ \end{matrix}$$

پ) آلومینیم فلوئورید

$$\left.\begin{matrix} {}_{13}Al : [Ne]\,3s^2\,3p^1 \\ {}_{9}F : [He]\,2s^2\,2p^5 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{matrix} \\ Al. \\ \\ \end{matrix} \begin{matrix} .\ddot{\underset{..}{F}}: \\ .\ddot{\underset{..}{F}}: \\ .\ddot{\underset{..}{F}}: \end{matrix} \rightarrow Al^{3+} \begin{matrix} [:\ddot{\underset{..}{F}}:]^- \\ [:\ddot{\underset{..}{F}}:]^- \\ [:\ddot{\underset{..}{F}}:]^- \end{matrix}$$

۳) با توجه به شکل :



آ) جرم اتمی میانگین منیزیم را به دست آورید.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(24\times 78/7)+(25\times 10/13)+(26\times 11/17)}{100} = ۲۴/۳۲ \text{ amu}$$

$$\text{جرم اتمی میانگین} = 24 + \frac{(1\times 10/13)+(2\times 11/17)}{100} = ۲۴/۳۲ \text{ amu}$$

ب) مفهوم هم مکانی را توضیح دهید. ایزوتوپ های یک عنصر به دلیل اینکه z یکسان دارند در یک خانه از جدول تناوبی قرار می گیرند.

---

۴) هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و 110 ولتی به یک خیار شور اعمال شود ، خیارشور مانند شکل زیر شروع به درخشیدن می کند .

علت ایجاد نور رنگی را توضیح دهید.

وجود نمک خوراکی (یون های Na^+ و Cl^-) در خیار شور می تواند باعث رسانایی شود زیرا یون ها به سمت قطب های ناهم نام حرکت می کنند. پس از مدتی حرکت انتقالی یون ها در بافت گیاهی محدود شده اما با وجود میدان الکتریکی یون های سدیم با جذب انرژی شروع به نشر می کنند این فرایند باعث ایجاد رنگ زرد درخشان می شود.

(نشر یون های کلرید در گسترهٔ فرا بنفش است و دیده نمی شود.)

---

۵) آرایش الکترونی اتم های باریم و ید به شما داده شده است ؛ با توجه به آن :

$_{56}Ba : [Xe]\ 6S^2$ $_{53}I : [kr]\ 4d^{10}\ 4S^2\ 4p^5$

آ) پیش بینی کنید که هر یک از اتم های باریم و ید در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می شود؟ چرا؟

اتم ید به I^- و اتم باریم به Ba^{2+} تبدیل می شود. چون باریم در لایه ظرفیت دارای دو الکترون است و با از دست دادن آن ها به آرایش الکترونی گاز نجیب دوره قبل خود (زنون) و ید با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب هم دوره خود (زنون) می رسد.

ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش باریم با یُد را بنویسید. باریم یدید BaI_2

---

۶) اگر میانگین جرم هر اتم بور ($_5B$) در حدود $۱/۷۹۴\times ۱۰^{-۲۳}$ باشد ، جرم مولی آن را حساب و با جدول دوره ای مقایسه کنید.

جرم مولی = جرم یک مول

$$1.794\times 10^{-23} \times \frac{6/02\times 10^{23}\ \text{atom B}}{1\ \text{mol B}} = 10.8\ \text{g/mol}$$:جرم مولی؟

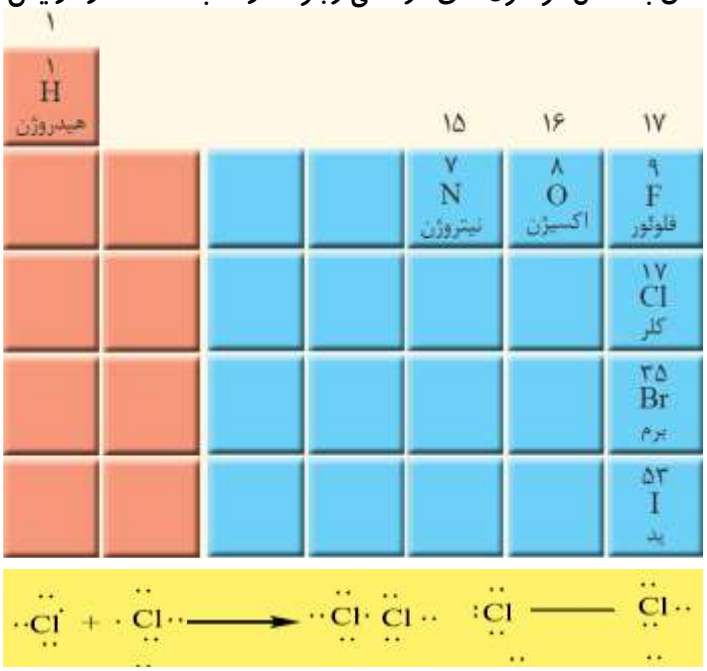
---

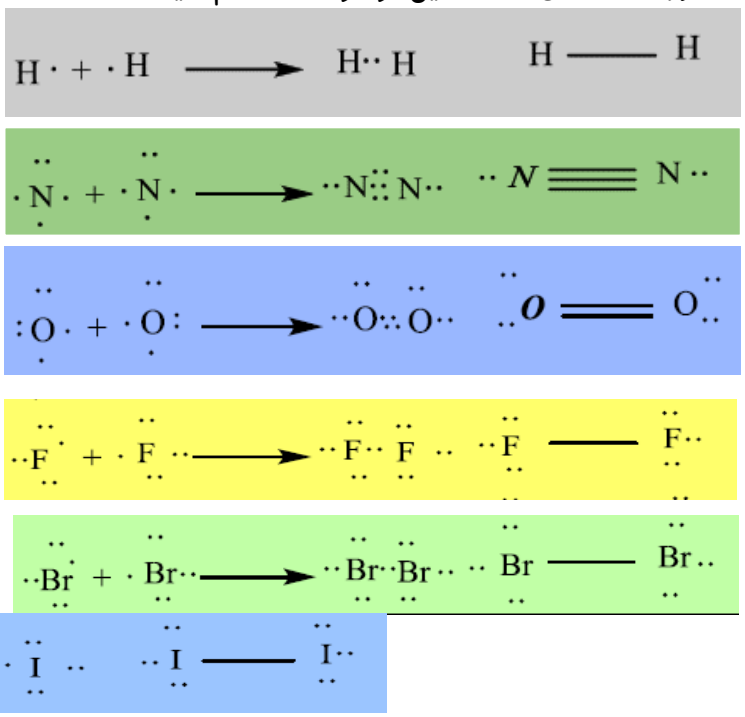
۷) گرافیت دگر شکلی از کربن است. در سدهٔ شانزدهم میلادی تکهٔ بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری آن ، مردم می پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آنکه می دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده همچنان به سرب مداد معروف است. در ۰/۳۶ گرم گرافیت خالص ، چند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

$$?\ \text{mol C} : 0/36\ \text{g C} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12/01\ \text{g C}} \simeq 0/03\ \text{molC}$$

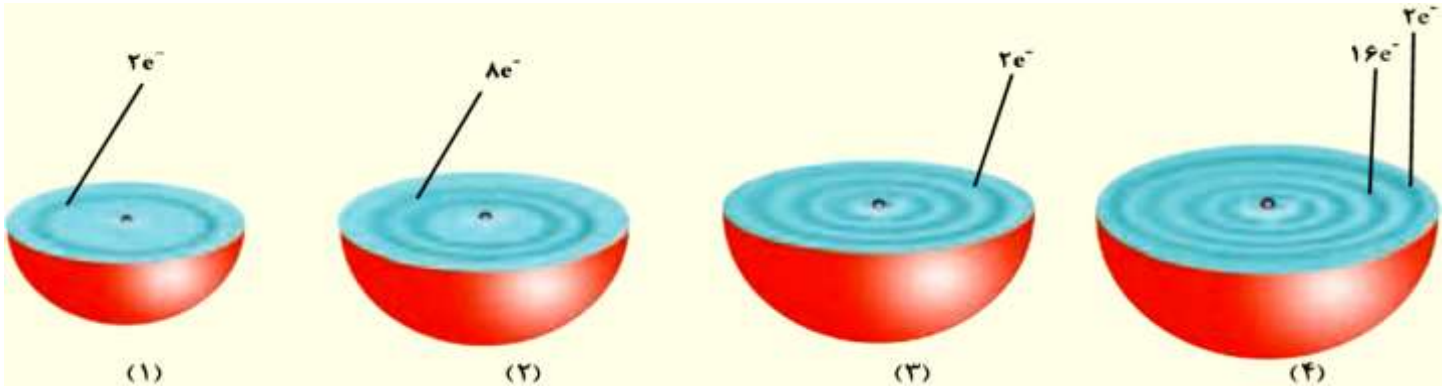
$$?\ \text{atom C} : 0/03\ \text{mol C} \times \frac{6/02\times 10^{23}\ \text{atom C}}{1\ \text{mol C}} = ۱/۸۰۶\times 10^{22}\ \text{atom}$$

۸) در جدول روبه رو عنصرهایی نشان داده شده است که در دما و فشار اتاق به شکل مولکول های دو اتمی وجود دارند. با استفاده از آرایش الکترون – نقطه ای، ساختار این مولکول ها را رسم کنید.





۹) هر یک از شکل های زیر برشی از اتم یک عنصر را نشان می دهد ؛ با توجه به آن :



آ) موقعیت هر عنصر را در جدول دوره ای تعیین کنید.

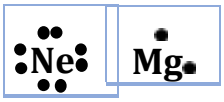
(۱) دوره اول گروه ۱۸ (۲) دوره دوم گروه ۱۸ (۳) دوره سوم گروه ۲ (۴) دوره ۴ گروه ۱۰

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

اتم های شماره ۱ و ۲ ، زیرا لایه های الکترونی آن ها به طور کامل از الکترون پر شده است. (گاز نجیب هستند.)

پ) آرایش الکترون – نقطه ای (۲) و (۳) را رسم و پیش بینی کنید هر یک از این اتم ها در واکنش با فلوئور چه رفتاری دارد؟

اتم (۲) با فلوئور ترکیبی تشکیل نمی دهد.



اتم (۳) با فلوئور ترکیب یونی منیزیم فلوئورید تشکیل می دهد. MgF_2

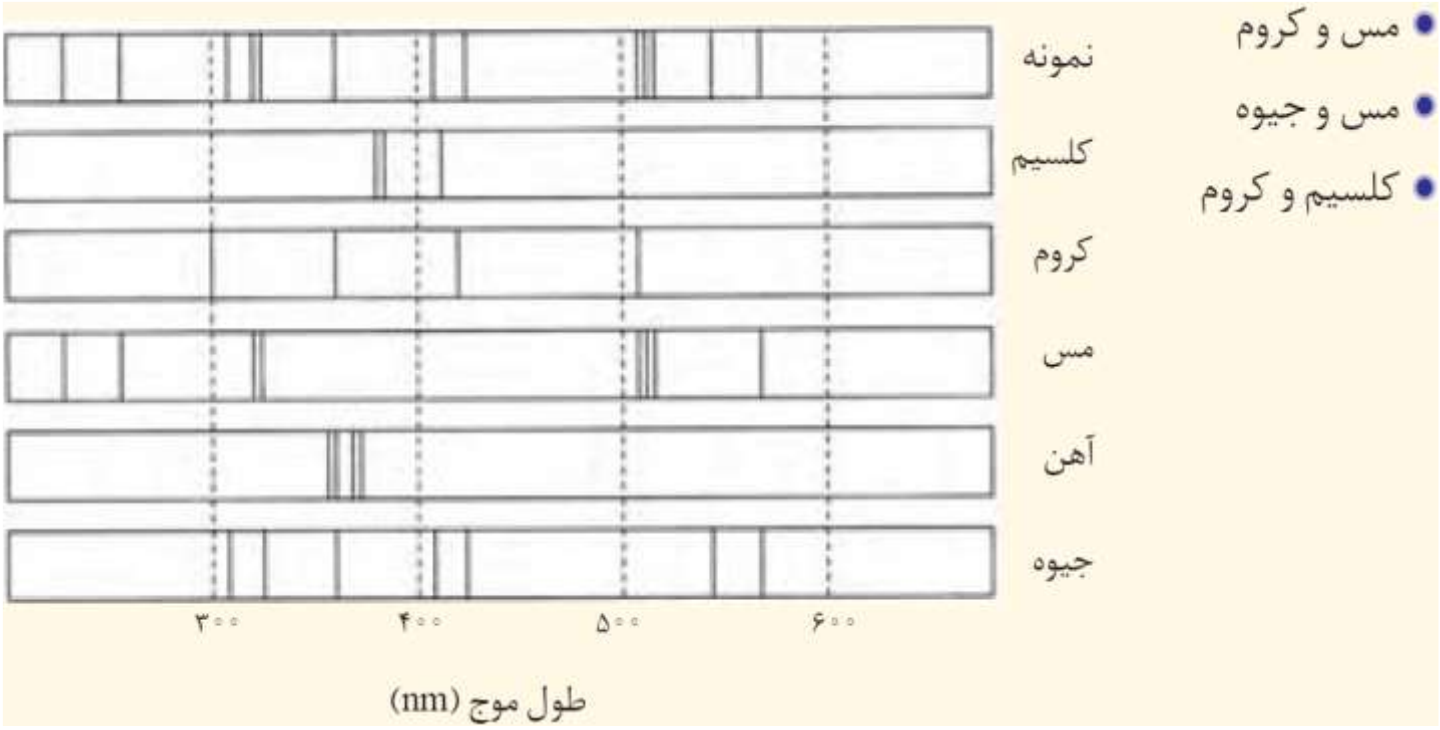
ت) در اتم (۴) چند زیر لایه به طور کامل از الکترون ها پر شده است؟ توضیح دهید.

$_{28}Y : 1S^2\ \ 2S^2\ \ 2P^6\ \ 3S^2\ \ 3P^6\ \ 3d^8\ \ 4S^2$

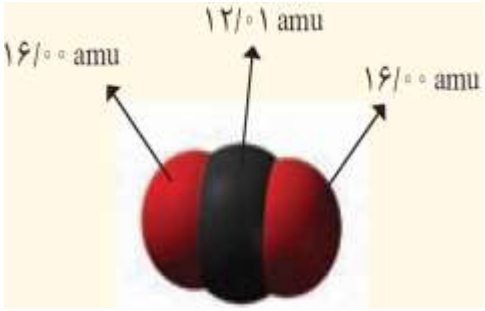
بجز زیر لایه d ۳ دیگر زیر لایه ها از الکترون پر شده اند در واقع از هفت زیر لایهٔ آن ۶ زیر لایه به طور کامل از الکترون پرشده اند.

---

۱۰) پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی ، تکه ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند. آن ها 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 می دهد. با توجه به آن پیش بینی کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟



هر خط را در طیف نمونه با توجه به جایگاه آن با خطوط موجود در الگوی طیف نشری تک تک فلزها مقایسه می کنیم. در این نمونه فقط مس و جیوه وجود دارد.



۱۱) دانش آموزی با استفاده از مدل فضا پرکن کربن دی اکسید مطابق شکل زیر توانست ، جرم یک مولکول از آن را برحسب amu به درستی محاسبه کند.

آ) روش کار او را توضیح دهید. با جمع کردن جرم اتمی میانگین اتم های سازنده مولکول کربن دی اکسید جرم مولکولی آنرا محاسبه کرده است.

جرم مولکولی CO_2 : $16\ amu + 12/01\ amu + 16\ amu = 44/01\ amu$

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

جرم مولی (جرم یک مول) کربن دی اکسید 44/01g است به طوری که می توان نوشت : $1\ mol\ CO_2 = 44/01\ g\ CO_2$

$$?\ g\ CO_2 : 1\ mol\ CO_2 \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ \text{مولکول } CO_2}{1\ mol\ CO_2} \times \frac{44/01\ amu}{1\ \text{مولکول } CO_2} \times \frac{1/66 \times 10^{-24} g}{1\ amu} = 43/9\ g\ CO_2$$

پ) جرم مولی کربن دی اکسید را با استفاده از داده ها در جدول دوره ای به دست آورید.

جرم مولی کربن دی اکسید بر اساس داده های جدول به صورت $44/01\ g\ mol^{-1}$ بیان می شود.

دلیل تفاوت ، تقریب در جرم های اتمی و ثابت های به کار رفته (شامل عدد آووگادرو و جرم معادل 1amu) می باشد.

ت) با استفاده از داده های جدول دوره ای عنصرها، جرم مولی هریک از ترکیب های زیر را برحسب $g\ mol^{-1}$ به دست آورید.

Al_2O_3 ، SO_3 ، CaF_2 ، $NaCl$ ، HCl ، Cl_2

$Cl_2 = 70/9\ g.mol^{-1}$ — $35.45 + 35.45 = 70.9$

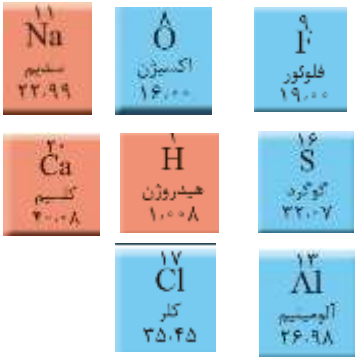
$HCl = 36/46\ g.mol^{-1}$ — $1.008 + 35.45 = 36.458$

$NaCl = 58/44\ g.mol^{-1}$ — $22.99 + 35.45 = 58.44$

$CaF_2 = 78/08\ g.mol^{-1}$ — $40.08 + 2 \times 19.00 = 78.08$

$SO_3 = 80/07\ g.mol^{-1}$ — $32.07 + 3 \times 16.00 = 80.07$

$Al_2O_3 = 101/96\ g.mol^{-1}$ — $26.98 \times 2 + 3 \times 16.00 = 101.96$



@JOZVE_WORLD

فصل دوم : رد پای گازها در زندگی

مباحث عمده فصل : هوا کره و اجزای آن ، قانون پایستگی جرم و موازنهٔ معادله واکنش ها ، اکسیدهای فلزی و نافلزی ، نام گذاری برخی از ترکیبات و رسم ساختار لوویس آنها ، قوانین گازها و استوکیومتری واکنش ها

زمین در فضا همانندگویی فیروزه ای درون هاله ای از گازها با شکوه فراوان در چرخش است ؛ هاله ای که سرشار از هوای پاک است و چند وظیفه دارد :

وظایف اتمسفر (هواکره) :
۱. گرمای خورشید را در خود نگه می دارد .
۲. ساکنان زمین را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت می کند.
۳. توزیع آب در سرتاسر سیارهٔ زمین .

بدین ترتیب زمین با چرخش خود، زندگی را دوام می بخشد. 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 برهمکنش گازهای این پوشش آبی رنگ ، راه های تداوم زندگی سالم را بیابیم ؛ باشد که رد پایی سنگین روی این سیارهٔ زیبا برجای نگذاریم .

اتمسفر ، لایهٔ گازی فیروزه ای رنگی است که پیرامون زمین را پوشانده است و اغلب آنرا با نام هوا می شناسیم .

در میان سیاره های سامانهٔ خورشیدی ، تنها زمین ، اتمسفری دارد که امکان زندگی را روی آن فراهم می کند.

این اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله (Km ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است .

جاذبهٔ زمین این گازها را پیرامون خود نگه می دارد و مانع از خروج آنها از اتمسفر می شود .

انرژی گرمایی مولکول ها سبب می شود تا پیوسته آنها درحال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.

اگر زمین را به سیب تشبیه کنیم ، ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سیب می ماند.

اغلب گازها نامرئی هستند به طوری که ما هوا را نمی توانیم ببینیم (برخی گازها مانند NO_2 قهوه ای (خرمایی) رنگ هستند.) و به طور معمول وجود آن را در پیرامون خود حس نمی کنیم ، مگر روزهایی که باد می وزد یا در مکان هایی که هوا به خوبی در جریان است. میان گازهای هوا ، واکنش های شیمیایی گوناگونی رخ می دهد که اغلب آنها برای ساکنان این سیاره سودمند هستند ،اما برخی از این واکنش ها مفید نبوده و فراورده هایی تولید می کنند که دلخواه و مطلوب ساکنان سیارهٔ خاکی نیست.

هواکره شامل ۴ لایه متمایز است که به ترتیب دور شدن از سطح زمین عبارتند از :

۱. تروپوسفر ۲ . استراتوسفر ۳ . مزوسفر ۴. ترموسفر

ویژگی های لایه های مختلف هواکره :

تروپوسفر :
۱. نزدیک ترین لایه به زمین و محل زندگی ما
۲. از سطح زمین تا ارتفاع ۱۰-۱۲ کیلومتری ادامه دارد (حدوداً ۱۱/۵ کیلومتر)
۳. محل تغییرات آب و هوایی زمین .
۴. حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره را شامل می شود .(بیشترین جرم هواکره در این لایه قرار دارد.) (سنگین ترین لایه)
۵. با افزایش ارتفاع در آن دما کاهش می یابد. (به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع دما حدود $6\ ^0C$ کاهش می یابد.)

نکته : میانگین دما در سطح زمین حدود $14\ ^0C$ (۲۸۷ کلوین) و در انتهای لایه به حدود $-55\ ^0C$ (۲۱۸ کلوین) می رسد.

$$\text{دما بر حسب کلوین } (K) = 273 + \frac{\text{دما بر حسب } ^0C}{^0C}$$

نکته : تغییرات دما بر حسب کلوین و سلسیوس (سانتیگراد) یکسان است. $\Delta T = \Delta \theta$

دماهای زیر را به کلوین و سلسیوس تبدیل کنید؟

الف) $25\ ^0C$ ب) $373\ K$ پ) $127\ ^0C$ ت) $200\ K$ ث) $-269\ ^0C$ ج) $123K$

استراتوسفر :
۱. از ارتفاع حدود ۱۱ کیلومتری تا حدود ۵۰ کیلومتری امتداد دارد .
۲. حضور گاز اوزون (O_3) در این لایه بیشتر از بقیه لایه هاست.
۳. دمابه طور کلی افزایش می یابد. (از حدود $-55\ ^0C$ به $7\ ^0C$ می رسد.(به دلیل جذب پرتو فرابنفش و تبدیل به فروسرخ (گاز اوزون مانع از رسیدن پرتوهای خطرناک فرابنفش به سطح زمین می شود.)پرتوفرابنفش باعث ایجادسرطان پوست درانسان می شود.

مزوسفر :
۱. از ارتفاع حدود ۵۰ تا ۸۰ کیلومتری امتداد دارد.
۲. کاهش تدریجی دما از حدود $7\ ^0C$ به به $-87\ ^0C$
۳. سردترین لایه است .

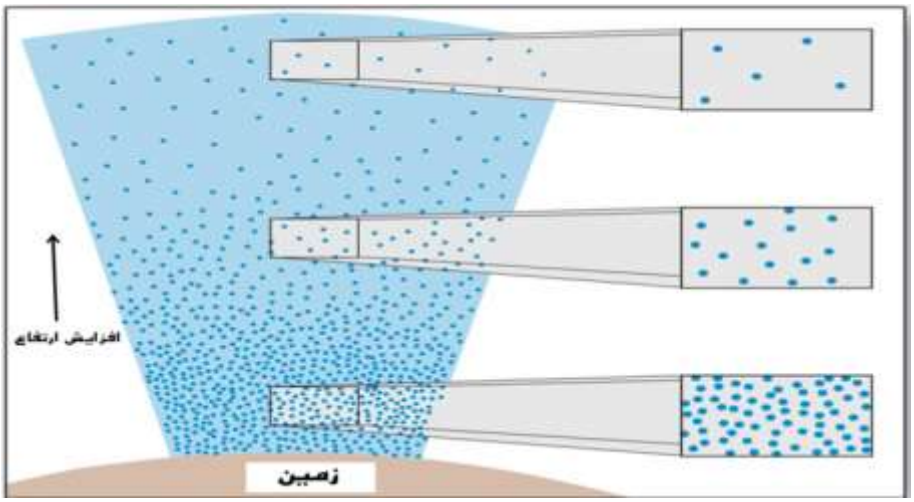
ترموسفر :
۱. از ارتفاع حدود ۸۰ کیلومتری تا ۵۰۰ کیلومتری امتداد دارد.
۲. ضخیم ترین لایه هواکره با حدود ۴۲۰ کیلومتر ارتفاع
۳. کمترین مقدار فشار و کمترین میزان جاذبهٔ زمین

فشار هر گاز ، ناشی از برخورد مولکول های آن با دیوارهٔ ظرف است.

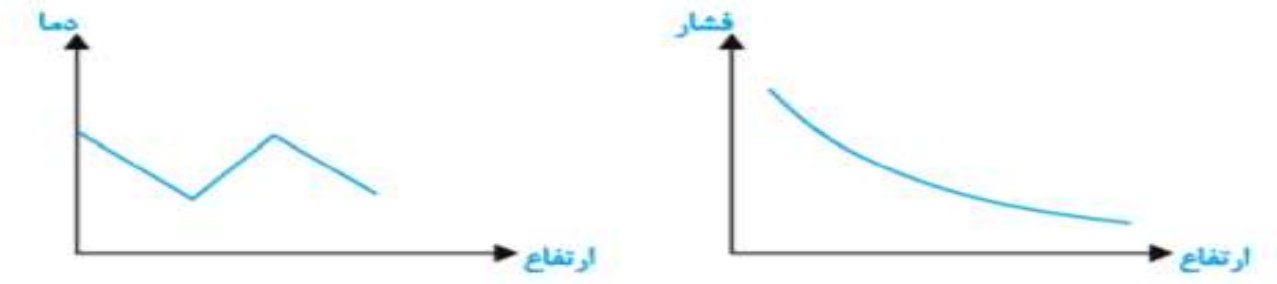
هواکره نیز به دلیل داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همهٔ جهت ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می شود.

نکته: با افزایش ارتفاع فشار و چگالی هوا کم می شود.(غلظت و تراکم گازها کاهش می یابد.)

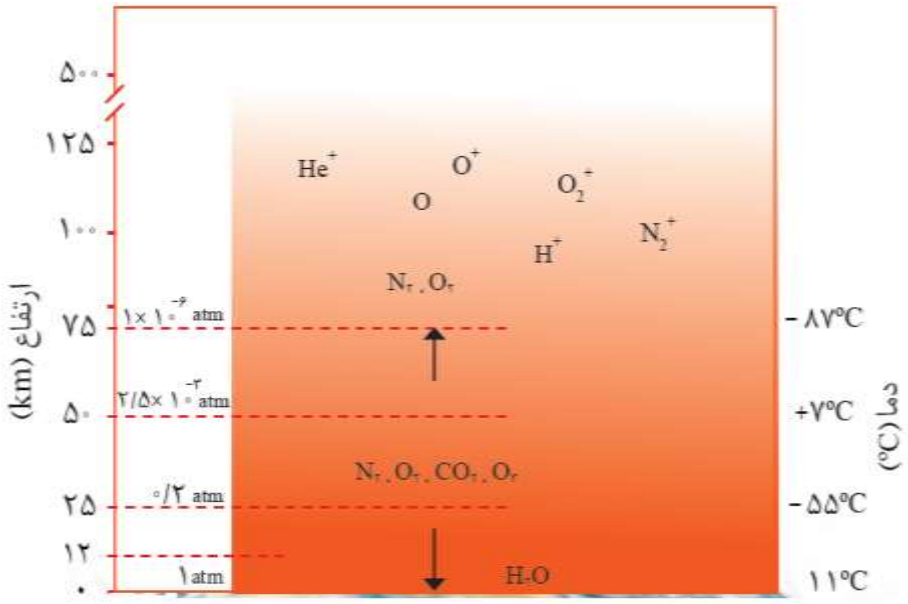
هواپیماهای مسافربری معمولی اغلب در ارتفاع حدود ۱۰/۵ کیلومتری و در فشار ۰/۲۵ اتمسفر (atm) پرواز می کنند.



نمودار تغییرات دما و فشار در لایه های مختلف هواکره :



۱) آ) 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 لایه ای بودن آن دانست؟ توضیح دهید.

بله ،با افزایش ارتفاع ازسطح زمین ،دما در هر گسترهٔ معینی ، چشمگیر اما نامنظم تغییر میکنداین نشان دهندهٔ لایه ای بودن هواکره است.

ب) آیا به جز اتم و مولکول، ذره های دیگری هم در این لایه ها هست؟ علت ایجاد آنها را توضیح دهید.

بله ، یون های (تک اتمی و چند اتمی): زیرا هرچه از سطح زمین دور شویم امکان برخورد پرتوهای کیهانی با اتم ها و مولکول های موجود در لایه های بالایی هواکره بیشتر شده و این فرایند باعث جدا شدن الکترون از آن ها و تشکیل یون های مثبت می شود.

توزیع گازها در هواکره

سه لایه اول O_2 ، CO_2 ، N_2 ، O_3 و H_2O دارند که H_2O فقط در لایه اول وجود دارد.

لایه چهارم شامل گازهای O_2 ، N_2 ، O ، N_2^+ ، O^+ ، H^+ ، O_2^+ ، He^+ می باشد.

گازهای O_2 ، N_2 در هر چهار لایه وجود دارند.

درلایه چهارم برخلاف سه لایه دیگر ذرات باهمدیگرمخلوط نمی شوند و معمولاً ذره های سبک تر بالاتر قرار می گیرند.

برهم کنش هواکره با زیست کره

زندگی جانداران گوناگون در زیست کره با گازهای موجود در هوا ، گره خورده است. گیاهان با بهره گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی اکسید هواکره ، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می کنند. جانداران ذره بینی ، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می کنند.

شـاید تجربه کرده باشـید که گاهی مغز گردو ، بادام ، آفتابگردان و ... بو و مزهٔ کهنگی می دهد که دلیل این ویژگی، ماندن آنها در هوای آزاد به مدت طولانی است. امروزه در صنعت با بسته بندی مناسب، میتوان زمان ماندگاری مواد غذایی را افزایش داد.

کاربردهای نیتروژن :
۱. بسته بندی مواد خوراکی ⟸ افزایش زمان ماندگاری مواد خوراکی (هدف)
۲. برای نگهداری نمونه های بیولوژیک در پزشکی استفاده می شود.
۳. برای پرکردن تایر خودروها
۴. در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی بکار می رود.

نیتروژن (N_2)، اکسیژن (O_2) و کربن دی اکسید (CO_2) از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند.

در جدول زیردرصد حجمی گازهای تشکیل دهندهٔ هوای خشک و پاک در لایهٔ تروپوسفر نشان داده شده است .

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

مقدار(درصدحجمی)گازها در هوا : $Xe < Kr < He < Ne < CO_2 < Ar < O_2 < N_2$

نکته : رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا ، حدود یک درصد (۱٪) اسـت. هر چند این مقدار از جایی به جای دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعت دیگر تغییر می کند.

بخـش عمـدهٔ هـواکره را دو گـاز نیتـروژن و اکسـیژن تشـکیل مـی دهـد .گـاز آرگـون در میـان اجـزای هواکره در رتبـهٔ سـوم قـرار دارد؛ بنـابراین میتـوان هـوا را منبعـی غنـی بـرای تهیـهٔ ایـن گازهـا دانسـت.

در صنعت ، این گازها را از تقطیر جزء به جزء هوای مایع تهیه می کنند .

بررسـی هـای دانشـمندان بـرای هـوای بـه دام افتـاده درون بلورهـای یـخ در یخچـال هـای قطبـی و نیـز سـنگ هـای آتشفشـانی نشـان می دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون ، نسبت گازهای سازندهٔ هواکره تقریباً ثابت مانده است.

مراحل تقطیر جزء به جزء هوای مایع

۱. عبور هوا از صافی ⟸ گرفته شدن گرد و غبار آن

۲. با استفاده از فشار ، دمای هوا را پیوسته تا دمای $-200\ ^0C$ تا کاهش می دهند .
۱. خروج رطوبت هوا به صورت یخ در دمای $0\ ^0C$
۲. خروج CO_2 جامد در $-78\ ^0C$

با سرد کردن هواتا دمای $-200\ ^0C$ مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می آیدکه به آن هوای مایع می گویند.

نکته : در هوای مایع هلیم (He) همچنان به صورت گاز است.

۳. ایجاد مخلوطی از چند مایع (N_2 ، O_2 ، Ar)

۴. عبور هوای مایع از ستون تقطیر و جداسازی گازهای سازنده در ظرف های جداگانه .

نکته : با افزایش دما در هوای مایع ابتدا گازهایی که نقطه جوش کمتری دارند به حالت گاز تبدیل شده و از هوای مایع خارج می شوند.

نام گاز	نقطهٔ جوش (°C)
نیتروژن	-۱۹۶
اکسیژن	-۱۸۳
آرگون	-۱۸۶
هلیم	-۲۶۹

ترتیب جداشدن گازها : N_2 ⇦ Ar ⇦ O_2 رمز : نـــارو

نکته : مقدار گازهای نجیب در هواکره بسیار کم است . از این رو به گازهای کمیاب نیز معروف هستند.

ویژگی های آرگون (Ar)

۱. سومین گاز نجیب (در دوره سوم و گروه ۱۸) که به صورت تک اتمی یافت می شود.

۲. در بین گازهای هواکره از نظر درصد حجمی در رتبه سوم قرار دارد.

۳. گازی بی رنگ ، بی بو و غیرسمی است.

۴. واژهٔ آرگون به معنای تنبل است ؛ زیرا واکنش پذیری ناچیزی دارد.

۵. آرگون به عنوان محیط بی اثر در جوشکاری ، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ های رشته ای به کار می رود.

۶. از تقطیر جزءبه جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می شود.

ویژگی ها و کاربردهای هلیم (He)

۱. سبک ترین گاز نجیب (دوره اول و گروه ۱۸) و به صورت تک اتمی یافت می شود.

۲. بی رنگ ، بی بو و بی مزه است.

۳. برای پر کردن بالن های هواشناسی ، تفریحی و تبلیغاتی .

۴. جوشکاری (به عنوان محیط بی اثر)

۵. پر کردن کپسول غواصی

۶. برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه های تصویربرداری مانند MRI

هلیم در کرهٔ زمین به مقدار خیلی کم یافت می شود:
- ۱. مقدار ناچیزی از آن در هوا
- ۲. مقدار بیشتری از آن در لایه های زیرین پوستهٔ زمین وجود دارد.*

نکته: منابع زمینی هلیم از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب ترند.

هلیم از واکنش های هسته ای در ژرفای (اعماق) زمین تولید می شود.

هلیم پس از نفوذ به لایه های زمین ، وارد میدان های گازی می شود.

حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می دهد. البته مقدار هلیم در میدان های گازی گوناگون، متفاوت است.

هلیم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده های سوختن بدون مصرف وارد هوا کره می شود. (هلیم نمی سوزد.)

روش های تهیه هلیم:
- ۱. هوای مایع
- ۲. تقطیر جزءبه جزء گاز طبیعی :
  - ۱. به صرفه تر (به دلیل بیشتر بودن درصدحجمی آن)
  - ۲. متخصصان ما تاکنون موفق به جداسازی و تهیهٔ هلیم نشده اند.

اکسیژن ، گازی واکنش پذیر در هواکره

اکسیژن یکی از مهم ترین گازهای تشکیل دهندهٔ هواکره است که زندگی روی زمین به وجود آن گره خورده است. به طوری که بسیاری از واکنش های شیمیایی مانند فرسایش سنگ و صخره ، زنگ زدن ، فساد مواد غذایی و ... که پیوسته پیرامون ما رخ می دهند به دلیل تمایل زیاد اکسیژن برای انجام واکنش است.

گاز اکسیژن بیش از ۲۰ درصد حجم هواکره را به خود اختصاص می دهد و در صنعت از تقطیر جزء به جزءِ هوای مایع تهیه می شود.

اکسیژن در آب کره ← در ساختار مولکول های آب

اکسیژن در ساختار زیست کره ← در ساختار همهٔ مولکول های زیستی مانند کربوهیدرات ها ، چربی ها و پروتئین ها یافت می شود.

اکسیژن در هواکره ← این گاز به طور عمده به شکل مولکول های دو اتمی و به طور جزئی به صورت اوزون (O_3) ، کربن دی اکسید (CO_2) و .... وجود دارد هرچند مقدار این گاز در لایه های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.

اکسیژن در سنگ کره ← به شکل اکسیدهای گوناگون مثل Al_2O_3 و SiO_2 و ... می شود.

در جدول زیر، فشار گاز اکسیژن هوا در ارتفاع های 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	۶/۰	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

نکته : با افزایش ارتفاع از سطح زمین مقدار اکسیژن و فشار آن به دلیل کاهش فشار هوا کاهش می یابد.

سوال : چرا کوهنوردان هنگام صعود به قله های بلند ، از کپسول اکسیژن استفاده می کنند؟

فعالیت های بیولوژیکی بدن انسان متناسب با اکسیژن با فشار حدود (۰/۲۱ اتمسفر) می باشد پس با بالارفتن از سطح زمین و کاهش فشار گاز اکسیژن نیاز است تا با استفاده از کپسول اکسیژن این فشار کم جبران شود.

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

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

اغلب فلزات در طبیعت به صورت ترکیب وجود دارند اما فلزاتی مانند طلا (Au) و پلاتین (Pt) به حالت آزاد(جامد فلزی) وجود دارند و با اکسیژن واکنش نمی دهند.

فلزهایی نیز وجود دارند که با بیش از یک نوع اکسید در طبیعت شناخته شده اند. آهن نمونه ای از آنهاست. این فلز در ترکیب با اکسیژن دو نوع اکسید با فرمول های شیمیایی FeO ، Fe_2O_3 تولید می کند.

فرمول نویسی و نام گذاری ترکیبات

ترکیبات مولکولی و یونی دو دسته مهم از ترکیبات هستند. (علاوه بر آن ها ترکیبات کووالانسی نیز وجود دارند که بعدا بررسی می شوند.)

ترکیب یونی: موادی هستند که از یون های مثبت و منفی تشکیل شده اند.

در ساختار ترکیب یونی چیزی به نام مولکول وجود ندارد.

ترکیب یونی دوتایی: هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر تشکیل شده ، ترکیب یونی دوتایی نـامـیـده مـی شـود. ایـن تـرکـیـب هـا اغلب می توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید آیند. (NH_4NO_3 نیز یک ترکیب یونی است که در آن فلز وجود ندارد.)

فرمول نویسی و نام گذاری اکسیدهای فلزی و ترکیب های یونی :

یون تک اتمی ، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است .(ژیروند ندارد) مانند Na^+ و S^{2-}

یون چند اتمی ، یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است. مانند SO_4^{2-} ، NH_4^+

برای نوشتن فرمول این ترکیب ها ابتدا نماد کاتیون و پس از آن نماد آنیون را می نویسیم اگر بارها قابل ساده کردن بودندساده می کنیم سپس بارها را به صورت ضربدری زیروند یون دیگر قرار می دهیم.(توجه : مقدار بار مهم است با علامت آن کاری نداریم.)

نکته : از نوشتن زیروند ۱ خودداری می کنیم.

مثال: سدیم اکسید Na^+ و O^{2-} ➔ Na_2O

نکته: اگر زیروندها قابل ساده شدن باشند آن ها را ساده می کنیم.

..... Mg^{2+} و O^{2-} ➔ Mg_2O_2 ➔ MgO

برای نام گذاری ترکیب های یونی و اکسیدهای فلزی نیز ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون همراه با پسوند (ید) آورده می شود.

نکته : نام آنیون ها در ترکیب های یونی و اکسیدها به این شکل تبدیل می شود.

اکسید (O^{2-}) سولفید (S^{2-}) فلوئورید (F^-) کلرید (Cl^-) برومید (Br^-) نیترید (N^{3-}) یدید (I^-) فسفید (P^{3-})

یون های چند اتمی مانند SO_4^{2-} ، NH_4^+ و... اگر بخواهند زیروند بگیرند باید داخل پرانتز نوشته شوند.

یون های چنداتمی مهم که باید آن ها را حفظ باشیم.

فسفات	PO_4^{3-}	کلرات	ClO_3^-	نیترات	NO_3^-	هیدروژن فسفات	HPO_4^{2-}
سیانید	CN^-	یون آمونیوم	NH_4^+	نیتریت	NO_2^-	دی هیدروژن فسفات	$H_2PO_4^-$
هیدروکسید	OH^-	کربنات	CO_3^{2-}	سیلیکات	SiO_4^{4-}	هیدروژن سولفات	HSO_4^-
سولفات	SO_4^{2-}	پراکسید	O_2^{2-}	پرمنگنات	MnO_4^-	هیدروژن کربنات	HCO_3^-
اگزالات	$C_2O_4^{2-}$	استات(اتانوآت)	$CH_3CO_2^-$	فرمات(متانوآت)	HCO_2^-	بنزوآت	$C_6H_5CO_2^-$

نکته : برخی فلزات مانند مس ، کروم ، آهن و ... در واکنش با اکسیژن بیش از یک نوع اکسید تولید می کنند که برای نام گذاری آن ها بارکاتیون را به صورت عدد رومی داخل پرانتز می گذاریم. Cu^+ و Cu^{2+} - Fe^{2+} و Fe^{3+} - Cr^{2+} و Cr^{3+}

بارکاتیون	۱	۲	۳	۴
عددرومی	I	II	III	IV

مثال: آهن(III) اکسید : Fe_2O_3 مس(I)کلرید : $CuCl$ FeI_2 : آهن (II) یدید

$CrCl_2$: کروم (II) کلرید CuO : مس (II) اکسید Cu_2O : مس (I) اکسید

جدول زیر را مطابق نمونه ها کامل کنید.

آنیون / کاتیون	Cl^- یون کلرید	O^{2-} یون اکسید	N^{3-} یون نیترید	OH^- یون هیدروکسید	SO_4^{2-} یون سولفات	PO_4^{3-} یون فسفات
Na^+ یون سدیم						
Ca^{2+} یون کلسیم			Ca_3N_2			$Ca_3(PO_4)_2$
						کلسیم فسفات
Al^{3+} یون آلومینیم	$AlCl_3$			$Al(OH)_3$		
				آلومینیم هیدروکسید		
Fe^{3+} یون آهن(III)		Fe_2O_3				
		آهن(III) اکسید				
Cu^+ یون مس (I)	CuCl					
	مس (I) کلرید					
Cr^{3+} یون کروم (III)		Cr_2O_3				
		کروم (III) اکسید				
NH_4^+ یون آمونیوم					$(NH_4)_2SO_4$	
					آمونیوم سولفات	
Cr^{2+} یون کروم (II)						

برای بدست آوردن نسبت کاتیون به آنیون در ترکیبات یونی از رابطهٔ زیر استفاده می کنیم:

$$\frac{\text{بار آنیون}}{\text{بار کاتیون}} = \frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}}$$

تمرین : پس از کامل نمودن جدول فوق نسبت کاتیون به آنیون هر یک از ترکیبات را مانند نمونه بنویسید؟

مثال: Fe_2O_3 : $\frac{\text{شمار کاتیون}}{\text{شمار آنیون}} = \frac{2}{3}$

نام گذاری اکسیدهای نافلزی و ترکیبات مولکولی :

واکنش عنصرها با اکسیژن ، تنها به فلزها محدود نمی شود بلکه نافلزها نیز با آن واکنش می دهند و به اکسید نافلزها تبدیل می شوند.

برای نامگذاری این ترکیب ها از پیشوندهای عددی مطابق جدول زیر استفاده می کنیم.

در ابتدا تعداد و نام عنصر نافلزی که در سمت چپ فرمول آمده و پس از آن تعداد و نام عنصر سمت راست با پسوند (ید) آورده می شود.

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

نکته ۱: در این شیوهٔ نام گذاری لفظ مونو در ابتدای نام ترکیب آورده نمی شود.

نکته ۲: اگر عنصر گوگرد (S) اتم ابتدایی ترکیب باشد درنام گذاری باید گوگرد نوشته شود اما اگر اتم ابتدایی نباشد باید سولفید نوشته شود.

نکته ۳: ترکیبات حاصل از عناصر شبه فلز با این شیوه نام گذاری می شوند.

نکته ۴: اکسیدهای نافلزی و ترکیبات مولکولی که در ساختار خود هیدروژن دارند نام های خاص دارند و از این قاعده برای نام گذاری آنها استفاده نمی کنیم.

مثال: NH_3 : آمونیاک CH_4 : متان H_2O : آب HNO_3 : نیتریک اسید H_3PO_4 : فسفریک اسید

مثال : نام و فرمول شیمیایی ترکیب های زیر را بنویسید؟

دی نیتروژن تری اکسید:	N_2O_4 :	CO :
کربن دی اکسید :	$SiCl_4$:	SO_3 :
فسفر تری برومید :	P_4O_{10} :	N_2O_5 :
گوگرد دی اکسید:	CF_4 :	CS_2 :

نکته بسیارمهم: در یک ترکیب مولکولی اگر تعدادی از این عناصر یا برخی هم گروه هایشان داشتیم از این رابطه برای بدست آورن تعداد پیوندها استفاده می کنیم. (بدون رسم ساختار لوویس)

تعداد پیوندکووالانسی : $X = \frac{(C*4)+(N*3)+(O*2)+(H*1)+(F*1)}{2}$

نکته بسیارمهم: برای بدست آوردن تعداد جفت های ناپیوندی ازرابطه زیر استفاده می کنیم.

اگر اتم موردنظرمربوط به گروه ۱۴ و گروه های قبل از آن باشد. ← اتم مورد نظرجفت ناپیوندی ندارد.

اگر اتم موردنظرمربوط به گروه ۱۵ باشد. ← اتم مورد نظر یک جفت ناپیوندی دارد.

اگر اتم موردنظرمربوط به گروه ۱۶ باشد. ← اتم مورد نظر دو جفت ناپیوندی دارد.

اگر اتم موردنظرمربوط به گروه ۱۷ باشد. ← اتم مورد نظر سه جفت ناپیوندی دارد.

مثال: نسبت جفت های پیوندی به جفت های ناپیوندی در ترکیب های زیر را بدست آورید؟

$C_6H_{12}O_6$: $X = \frac{(6*4)+(0*3)+(6*2)+(12*1)+(0*1)}{2} = \frac{48}{2} = 24$

تعداد جفت های ناپیوندی : $6*2=12$

$\frac{\text{جفت های پیوندی}}{\text{جفت های ناپیوندی}} = \frac{24}{12} = 2$

H_2SO_4 : .....

رسم آرایش الکترون نقطه ای(ساختار لوویس) :

ساختار لوویس برای رسم ترکیب های مولکولی که شامل مولکول های جدا ازهم می باشند و اغلب از اتم های نافلزی تشکیل شده اند استفاده می شود.

ســاختار الکترون – نقطه ای اتم را رســم کرده و الکترون های ظرفیت اتم ها (الکترون های پیوندی + ناپیوندی) را طوری کنار هم قرار می دهیم که همه اتم ها با تشکیل پیوند از قاعدهٔ هشتایی پیروی کرده و دارای هشت الکترون در پیرامون خود باشد.

نکته: اتم هیدروژن با تشکیل یک پیوند و داشتن دو الکترون در ترکیب پایدار می شود. (به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می رسد)

مراحل رسم ساختار لوویس :

مثال) ساختار لوویس مولکول گوگرد دی اکسید (SO_2) را رسم کنید:

۱) تعداد الکترون های هشتایی = تعداد همه اتم ها بجز H × ۸ + تعداد H × ۲

تعداد الکترون های هشتایی = $3 \times 8 = 24$

۲) تعداد الکترون های لایه ظرفیت = مجموع الکترون های لایهٔ ظرفیت همه اتم ها – بار

تعداد الکترون های لایه ظرفیت = $6 + 2\,(6) = 18$

۳) تعداد الکترون های پیوندی = تعداد الکترون های لایه ظرفیت – تعداد الکترون های هشتایی ➔ $24 - 18 = 6$

اگرتعداد الکترون های پیوندی را بر 2 تقسیم کنیم تعداد پیوندهای کووالانسی (اشتراکی) بدست می آید. تعداد پیوند $6 \div 2 = 3$

۴) تعداد الکترون های ناپیوندی = تعداد الکترون های لایه ظرفیت – تعداد الکترون های پیوندی ➔ $18 - 6 = 12$

اگر تعداد الکترون های ناپیوندی را بر 2 تقسیم کنیم تعداد جفت های ناپیوندی به دست می آید. تعدادجفت های ناپیوندی $12 \div 2 = 6$

برای رسم ساختار لوویس باید نکات زیر را رعایت کنیم:

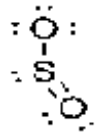
۱) اولین اتم از سمت چپ اتم مرکزی است بجز هیدروژن و هالوژن

۲) بقیه اتم ها را ابتدا با یک پیوند به اتم مرکزی وصل می کنیم سپس تعدادپیوندها را تا مقدار محاسبه شده اضافه می کنیم.

۳) هیدروژن بیشتر از یک پیوند (اتصال) ندارد و جفت ناپیوندی هم ندارد.

۴) هالوژن ها (عناصر گروه ۱۷) با تشکیل یک پیوند به هشتایی می رسند.

۵) پیوند دوگانه بر پیوند سه گانه ارجحیت (اولویت) دارد.



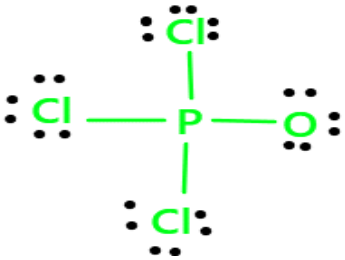
چند ساختار الکترون – نقطه ای را در تصویر زیر آورده شده است بامشاهده آنها و استفاده از قواعد فوق ساختارهای لوویس مولکول های زیر رارسم کنید.

$POCl_3$ ، SiO_4^{4-} ، SO_4^{2-} ، $SiCl_4$ ، PO_4^{3-} ، NOCl ، CO ، CS_2 ، NO_3^- ، Cl_2 ، N_2 ، O_2 ، H_2

SO_2: ne = ۶ + (۶ ×۳) = ۲۴	CH_2Cl_2 : ne = ۴ + ۲ ×۱+ (۲ ×۷) = ۲۰	$COCl_2$: ne = ۴ + ۶ + (۲ ×۷) = ۲۴	SO_2Cl_2: ne = ۶ + (۶×۲) +(۷×۲) = ۳۲
CO_3^{2-}: ne = ۴ + (۳ ×۶) +۲ = ۲۴	CH_2O : ne = ۴ + (۲ ×۱) + ۶ = ۱۲	NH_2 : ne = ۵ + (۳ ×۱) = ۸	NO_2^+: ne = ۵ + (۶×۲) -۱ = ۱۶

@JOZVE WORLD

محل رسم ساختارهای لوویس مولکول های فوق:



اکسیدها در فراورده های سوختن:

اکسیژن ، گازی واکنش پذیر است و با اغلب عنصرها و مواد واکنش می دهد.

در صنعت برای تهیه سولفوریک اسید(H_2SO_4 (aq)) ، نخست گوگرد را در واکنش با اکسیژن به SO_2 (گوگرد دی اکسید) تبدیل میکنند . واکنشی که به سوختن گوگرد معروف است .

واکنش سوختن گوگرد : $S_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$

(سوختن منیزیم)

(سوختن گوگرد)

(سوختن سدیم)

(سوختن گرد آهن)

نکته : اغلب فلزها مانند آهن در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می سوزند.

تعریف سوختن : نوعی واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می شود.

چه موادی می توانندبسوزند؟ علاوه بر برخی عنصرها مانند آهن ، گوگرد ، سدیم و... دیگر مواد از جمله سوخت های فسیلی مانند بنزین ، گاز طبیعی ، زغال سنگ و مواد غذایی مانند چربی ها ، قندها و ... نیز در شرایط مناسب می سوزند.

توضیح بیشتر: مقایسه واکنش اکسایش و سوختن : ترکیب یک ماده با اکسیژن که به تولید ترکیب اکسیژن دار می انجامد واکنش اکسایش است. این واکنش سرعت پایینی داشته و انرژی زیادی از آن حاصل نمی شود اما اگر ترکیب شدن با اکسیژن سریع انجام شود و همراه با آزاد شدن انرژی زیاد باشد به آن واکنش سوختن می گویند.

زغال سنگ در حضور اکسیژن می سوزد و افزون بر تولید گازهای SO_2 ، CO_2 و بخار آب ، مقدار زیادی انرژی آزاد می کند.

نور و گرما + کربن دی اکسید + گوگرد دی اکسید + بخار آب ⟵ اکسیژن + زغال سنگ

نوع فراورده ها در واکنش سوختن سوخت های فسیلی ، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد:

اگر اکسیژن کافی باشد ⇐ سوختن کامل انجام می شود ⇐ گاز کربن دی اکسید $CO_{2(g)}$ و بخار آب $H_2O_{(g)}$ تولید می گردد.

اگر اکسیژن کافی نباشد ⇐ سوختن ناقص انجام می شود ⇐ گاز کربن مونو اکسید $CO_{(g)}$ و دیگر فراورده ها تولید می گردد.

آ) رنگ زرد شعله ، نشان دهندهٔ سوختن ناقص است.

ب) رنگ آبی شعله ، نشان می دهد که وسیلهٔ گازسوز به درستی کار می کند و اکسیژن کافی در محیط واکنش وجود دارد. (سوختن کامل)

(ب)

(آ)

از فصل ۱ به یاد داریم که رنگ شعله فلزات مختلف با هم تفاوت است چند نمونه در زیر آورده شده است:

رنگ شعله آهن : نارنجی **رنگ شعله سدیم : زرد** **رنگ شعله منیزیم : سفید**

ویژگی های کربن مونو اکسید $CO_{(g)}$:

۱. گازی بی رنگ ، بی بو و بسیار سمّی است.

۲. چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است ؛ به طوری که به سرعت در همهٔ فضای اتاق پخش می شود.

۳. فراوردهٔ سوختن ناقص سوخت هاست.

۴. $CO_{(g)}$ ناپایدارتر از $CO_{2(g)}$ است بنابراین به سرعت با اکسیژن واکنش می دهد. $2\,CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\,CO_{2(g)}$

۵. میل ترکیبی هموگلوبین خون با کربن مونو اکسید بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است ، مولکول های آن پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت های بدن جلوگیری می کنند. این ویژگی باعث مسمومیت می شود و سامانهٔ عصبی را فلج می کند به طوری که قدرت هرگونه اقدامی را از فرد مسموم می گیرد و بدین ترتیب باعث مرگ می شود.

یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی اثر هنگام جوشکاری است. به نظر شما این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری شده چه تأثیری خواهد داشت؟ توضیح دهید.گاز آرگون با دور کردن اکسیژن مانع اکسید شدن فلز می شود، فلز استحکام خود را ازدست نمی دهد.

رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی :

اکسیدهای فلزی و نافلزی ، به دلیل تنوع رفتار ، کاربردهای فراوانی در زندگی دارند.

برخی کشاورزان کلسیم اکسید (CaO یا آهک) را به عنوان اکسید فلزی برای افزایش بهره وری در کشاورزی به خاک می افزایند؛ زیرا افزودن این نوع مواد به خاک سبب می شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند.

همچنین از کلسیم اکسید برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه ها استفاده می شود.زیرا اغلب اکسیدهای فلزی خاصیت بازی دارند.

در دمای $25\ ^\circ C$ برای مشخص کردن میزان اسیدی ، بازی یا خنثی بودن یک محیط از معیاری به نام pH استفاده می شود بطوری که :

۱. اگر دردمای اتاق pH محیطی کمتر از ۷ باشد آن محیط اسیدی است و رنگ کاغذ pH در آن محیط قرمز (سرخ) خواهد بود.

۲. اگر دردمای اتاق pH محیطی بیشتر از ۷ باشد آن محیط بازی است و رنگ کاغذ pH در آن محیط آبی خواهد بود.

۳. اگر دردمای اتاق pH محیطی برابر ۷ باشد آن محیط خنثی است و رنگ کاغذ pH در آن محیط تغییر نخواهد کرد.

با افزایش مقدار کربن دی اکسید در هواکره ، بخش زیادی از آن در آب دریاها و اقیانوس ها حل شده ، خاصیت اسیدی آب بیشتر می شود(pHکمتر از۷) و زندگی آبزیان به خطر می افتد به طور مثال مرجان ها ، گروهی از کیسه تنان با اسکلت آهکی هستند که با محیط اسیدی در آب از بین می روند برای رفع این مشکل می توان به آب آهک افزود.

محیط اسیدی و افزودن ترکیبی مانند هیدروکلریک اسید($HCl_{(aq)}$) بر روی برگ گیاهان سبب تغییررنگ آن به قهوه ای می شود.

اغلب اکسیدهای فلزی مانند کلسیم اکسید(CaO) ، منیزیم اکسید(MgO)، سدیم اکسید(Na_2O) و ... هنگام حل شدن در آب pH را بالاتر از ۷ برده ، محیط را بازی می کنند پس به آن ها اکسیدهای بازی نیز گفته می شود. (کاغذ pH در این محیط ها آبی رنگ است.)

اغلب اکسیدهای نافلزی مانندکربن دی اکسید(CO_2) ،گوگرد دی اکسید(SO_2) ، دی نیتروژن پنتا اکسید(N_2O_5) و ...هنگام حل شدن درآب pH را کمتر از ۷ کرده و محیط را اسیدی می کنندکه به آن ها اکسید اسیدی نیزگفته می شود.(کاغذ pH دراین محیط ها قرمزرنگ است)

نکته : هراکسید نافلزی اکسید اسیدی نمی باشد به طور مثال گازهای (CO ، NO ، N_2O) به صورت مولکولی درآب حل شده و باعث تغییر pH آب نمی شوند.

نکته : هراکسید فلزی اکسید بازی نمی باشد به طور مثال ترکیب (Al_2O_3) در آب نامحلول است و pH را تغییر نمی دهد.

باران اسیدی :

باران به دلیل CO_2 حل شده در آن ، اندکی اسیدی است و pH کمتر از ۷ دارد.

در شیمی هواکره، اصطلاح رایجی با عنوان «آنچه به بالا می رود ، سرانجام باید پایین بیاید » وجود دارد. این اصطلاح بیان می کند آلاینده هایی که از سوختن سوخت های فسیلی وارد هواکره می شوند و بالا می روند ، سرانجام باید به زمین برگردند. این آلاینده ها به طور عمده شامل اکسیدهای اسیدی NO_2 و SO_2 هستند که هنگام بارش در آب حل می شوند. بارشی که خاصیت اسیدی چشمگیری دارد و به زمین فرو می ریزد در این حالت میگوییم باران اسیدی باریده است.

باران اسیدی آثار جبران ناپذیری بر جنگل ها ، باغ های میوه و زندگی آبزیان دارد ؛ زیرا تغییر میزان خاصیت اسیدی آب به بافت های جانداران آسیب می زند. آثار زیان بار باران اسیدی برروی پوست ، دستگاه تنفس و چشم ها به سرعت قابل تشخیص است. گاهی خاصیت اسیدی باران باعث خشکی و ترک خوردگی پوست بدن می شود.

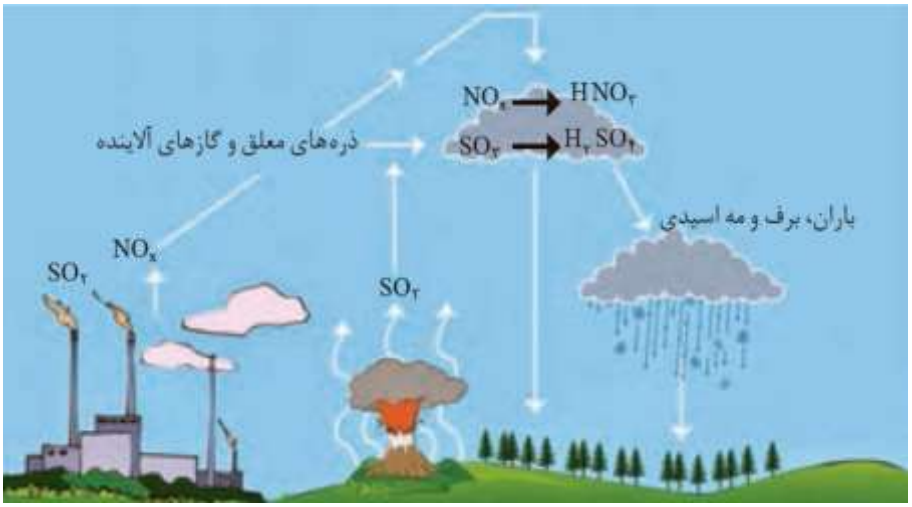
گاز گوگرد دی اکسید حاصل از صنایع ،مطابق واکنش های زیر ابتدا به گاز گوگردتری اکسید (SO_3) تبدیل شده و واکنش این گاز با آب باران سولفوریک اسید تولید می کند :

$$2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2SO_{3\,(g)}$$

$SO_3\ (g) + H_2O\ (l) \rightarrow H_2SO_4\ (aq)$

اکسیدهای نیتروژن نیز هنگام ترکیب با آب نیتریک اسید تولید می کنند:

$NO_X\ (g) + H_2O\ (l) \rightarrow HNO_3\ (aq)$



روند تشکیل باران اسیدی

واکنش های شیمیایی :

نشانه های انجام یک تغییر شیمیایی عبارتند از : تغییر رنگ ، مزه ، بو یا آزادسازی گاز ، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا

همانند تغییر رنگ شکر از سفید به قهوه ای در هنگام جذب گرما ، در این فرایند با انجام تغییر شیمیایی رنگ آن عوض می شود.

در هر تغییر شیمیایی از یک یا چند ماده شیمیایی ، یک یا چند مادهٔ جدید تولید می شود. در این تغییر ماهیت مواد عوض شده و مواد جدیدی تولید می شوند مانند مانند سوختن مواد ، فساد مواد غذایی و ...

واکنش شیمیایی : توصیف یک تغییر شیمیایی است و هر تغییر شیمیایی می تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آن ها را با یک معادله نشان می دهند

معادلهٔ شیمیایی : برای بیان یک واکنش شیمیایی آن ها را با یک معادله نمایش می دهیم که در این معادله ، واکنش دهنده ها در سمت چپ و فراورده ها در سمت راست نوشته می شوند.

انواع معادله های شیمیایی : ۱. معادله نوشتاری ۲. معادله نمادی

معادله نوشتاری : در آن تنها نام مواد موجود در واکنش آمده و اطلاعات بیشتری به ما نمی دهد.

مثال : کربن دی اکسید → اکسیژن + کربن

معادله نمادی : علاوه بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش دهنده ها و فراورده ها ، حالت فیزیکی آنها ، ضرایب استوکیومتری ، اطلاعاتی دربارهٔ شرایط واکنش نیز ارائه کند.

مثال : معادله شیمیایی روبرو بیان می کند این واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام می شود. $2H_2\ (g) + O_2\ (g) \xrightarrow{Pt(s)} 2H_2O\ (l)$

معنای برخی نمادها در معادله های شیمیایی

نماد	معنا	نماد	معنا
$\rightarrow$	تولید می کند یا می دهد.	(S)	جامد یا رسوب
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش دهنده ها براثر گرم شدن واکنش می دهند.	(l)	مایع یا مذاب
$\xrightarrow{20\ atm}$	واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می شود.	(g)	گاز یا بخار
$\xrightarrow{1200^\circ C}$	واکنش در دمای ۱۲۰۰درجهٔ سلسیوس انجام می شود.	(aq)	محلول آبی

تمرین : در هر مورد معادله نمادی یا نوشتاری واکنش را بنویسید؟ (توجه : از یون های چنداتمی که در قسمت قبل گفته شده استفاده کنید)

$\xrightarrow{Pd_{(s)}}$ برای انجام شدن واکنش ، ازفلز پالادیم (Pd) به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود.

۱) محلول سدیم نیترات + رسوب نقره سیانید → محلول نقره نیترات + محلول سدیم سیانید

$$NaCN_{(aq)} + AgNO_{3\,(aq)} \rightarrow AgCN_{(S)} + NaNO_{3\,(aq)}$$

$$2KClO_{3(S)} \xrightarrow{\Delta} 2KCl_{(S)} + 3O_{2\,(g)}$$

پتاسیم کلرات جامد در اثر گرما به پتاسیم کلرید جامد و گاز اکسیژن تجزیه می شود.

۳) گاز هیدروژن و گاز نیتروژن در شرایط بهینه واکنش می دهند و گاز آمونیاک تولید می کنند.

$$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2\,NH_{3\,(g)}$$

۴) انرژی + گازکربن دی اکسید + بخار آب → گاز اکسیژن + گاز متان

$$CH_{4\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + CO_{2\,(g)} + Energy$$

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

$$2\,Ag_{(s)} + S_{(S)} \xrightarrow{\Delta} Ag_2S_{(S)}$$

از واکنش فلز مس با گاز کلر ، مس (II) کلرید جامد بدست می آید.

$$Cu_{(s)} + Cl_{2\,(g)} \rightarrow CuCl_{2(s)}$$

قانون پایستگی جرم و موازنهٔ واکنش های شیمیایی :

تعریف قانون پایستگی جرم : در واکنش های شیمیایی ، اتمی از بین نمی رود و به وجود هم نمی آید ، بلکه پس از انجام واکنش ، اتم های واکنش دهنده ها به شیوه های دیگری به هم متصل می شوند و فراورده ها را به وجود می آورند. به دیگر سخن ، جرم مواد شرکت کننده در یک واکنش شیمیایی، ثابت است. مطابق قانون پایستگی جرم ، شمار اتم های هر عنصر در یک واکنش شیمیایی ثابت است.

نکته : در واکنش های هسته ای قانون پایستگی جرم صادق نیست. (از جرم مواد اولیه کم می شود.)

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

در فرایند زنگ زدن میخ آهنی در هوای مرطوب ، تغییر جرم ایجاد شده به دلیل جذب اکسیژن است. یعنی جرم میخ زنگ زده برابر با مجموع جرم میخ آهنی و جرم اکسیژن و رطوبت جذب شده است.

برای این که جرم مواد شرکت کننده در واکنش ثابت باشد باید معادله نمادی واکنش را موازنه کرد که پس از آن در دو سمت معادله تعداد اتم های هر عنصر برابر می شود.

یکی از روش هایی که برای موازنهٔ معادلهٔ یک واکنش شیمیایی به کار می رود روش وارسی است که به توضیح آن می پردازیم.

با به کارگیری این سه قاعده معادله های شیمیایی را موازنه می کنیم :

قاعده اول : انتخاب عنصر آغازگر موازنه : این عنصر باید دو شرط داشته باشد : ۱) در دو طرف معادله واکنش فقط در یک ترکیب وجود داشته باشد. ۲) به صورت عنصر نباشد. برای پیداکردن عنصر آغازگر موازنه اغلب به ترکیبی که دارای بیشترین شمار اتم و متنوع ترین ترکیب است (اگر اتم های موجود در این ترکیب شرایط موازنه را نداشتند ترکیب دیگری را انتخاب می کنیم) ؛ ضریب ۱ می دهیم و ضریب هر یک از مواد دیگر را مجهول در نظر می گیریم .

قاعده دوم : در تعیین نوبت عنصرها برای انجام موازنه ، در هر نوبت ، اولویت با عنصری است که تعداد اتم های آن در یکی از دو سمت معادلهٔ واکنش مشخص شده و در سمت دیگر معادلهٔ واکنش ، فقط یکی از مواد دارندهٔ آن عنصر دارای ضریب مجهول باشد.

قاعدهٔ سوم : معمولاً ماده ای که در یکی از دو سمت معادله به صورت عنصر آزاد (مثل N_2 ، Na ، O_2 و ...) حضور دارد در آخر موازنه می شود.

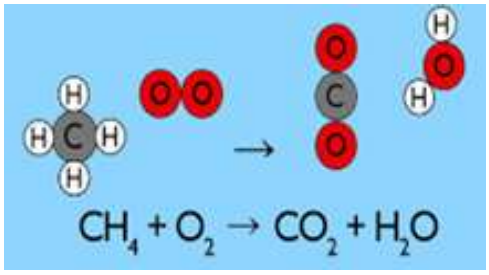
نکته ۱ : در هر مرحله از انجام موازنهٔ واکنش اگر ضریب ماده ای کسری به دست آمد لازم است همهٔ ضرایب مشخص شده تا آن مرحله را در عدد مخرج کسر ضرب می کنیم.

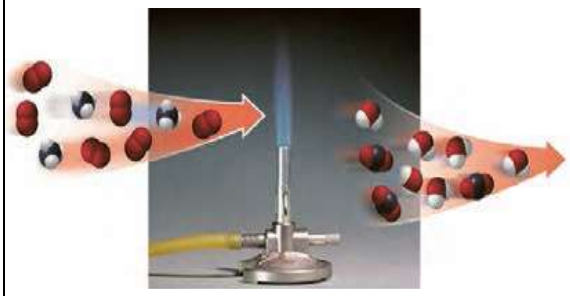
نکته ۲ : ضرایب نهایی در معادلهٔ موازنه شده باید کوچک ترین عدد طبیعی (غیر کسری) ممکن باشد.

نکته۳ : در فرایند موازنهٔ واکنش نمی توان زیروندها را تغییر داد.

نکته ۴ : در معادلهٔ شیمیایی موازنه شده ضریب ۱ نوشته نمی شود.

مدل فضا پرکن سوختن متان





مثال : معادله سوختن متان (CH_4)

$\square\ CH_4\ (g) + \square\ O_2\ (g) \rightarrow \square\ H_2O\ (g) + \square\ CO_2\ (g)$

وارسی ۱: انتخاب ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد و دادن ضریب ۱ به آن

$1\ CH_4\ (g) + \square\ O_2\ (g) \rightarrow \square\ H_2O\ (g) + \square\ CO_2\ (g)$

وارسی ۲: برای برابر شدن تعداد اتم های کربن به ترکیب CO_2 در سمت فراورده ها ضریب « ۱ » می دهیم و برای برابر شدن تعداد اتم های هیدروژن به ترکیب H_2O در سمت فراورده ها ضریب « ۲ » قرار می دهیم.

$1\ CH_4\ (g) + \square\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ H_2O\ (g) + 1\ CO_2\ (g)$

وارسی ۳: برای این که تعداد اتم های هیدروژن در دو سمت معادله برابر باشد برای $O2$ در سمت مواد اولیه ضریب « ۲ » قرار می دهیم.

$1\ CH_4\ (g) + 2\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ H_2O\ (g) + 1\ CO_2\ (g) \quad \Rightarrow \quad CH_4\ (g) + 2\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ H_2O\ (g) + CO_2\ (g)$

برای موازنهٔ معادلهٔ واکنش سوختن کامل کربوهیدرات ها (ترکیب هایی متشکل از C , H , O) و هیدروکربن ها (ترکیب هایی متشکل از C , H) از رابطهٔ زیر نیز می توان استفاده نمود :

(1 $C_XH_YO_Z + \left(X + \frac{Y}{4} - \frac{Z}{2}\right) O_2 \rightarrow X\ CO_2 + \frac{Y}{2} H_2O$ (2 $C_XH_Y + \left(X + \frac{Y}{4}\right) O_2 \rightarrow X\ CO_2 + \frac{Y}{2} H_2O$

مثال: معادله های سوختن پروپان (C_3H_8) و گلوکز ($C_6H_{12}O_6$)را موازنه کنید؟

$\square\ C_3H_8 + \square\ O_2 \rightarrow \square\ CO_2 + \square\ H_2O \Rightarrow C_3H_8 + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$

$\square\ C_6H_{12}O_6 + \square\ O2 \rightarrow \square\ CO_2 + \square\ H_2O \Rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$

معادلهٔ موازنه شده $CH_4\ (g) + 2\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ H_2O\ (g) + CO_2\ (g)$ را می توان به دو صورت خواند.

۱. یک مول گاز متان با دو مول گاز اکسیژن واکنش می دهد و یک مول کربن دی اکسید و دو مول بخار آب تولید می کند.

۲. یک مولکول متان با دو مولکول اکسیژن واکنش می دهد و یک مولکول کربن دی اکسید و دو مولکول آب تولید می کند.

مثال : معادلهٔ تجزیهٔ نیتروگلیسیرین ($C_3H_5N_3O_9$یا $C_3H_5(NO_3)_3$) : $\square\ C_3H_5N_3O_9 \rightarrow \square\ CO_2 + \square\ H_2O + \square\ N_2 + \square\ O_2$

وارسی ۱: انتخاب ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد و دادن ضریب ۱ به آن و برابر کردن اتم های کربن در دو سمت معادله :

$$1\ C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 3\ CO_2 + \square\ H_2O + \square\ N_2 + \square\ O_2$$

وارسی ۲ : انتخاب ضریب $\frac{5}{2}$ برای H_2O برای موازنهٔ اتم های هیدروژن در دو سمت معادله و ضرب کردن ضرایب معلوم در مخرج کسر برای تبدیل ضریب H_2O به ضریب غیر کسری :

$$1\ C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 3\ CO_2 + \frac{5}{2} H_2O + \square\ N_2 + \square\ O_2$$

$$\left(1\ C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 3\ CO_2 + \frac{5}{2} H_2O + \square\ N_2 + \square\ O_2\right) \times 2$$

$$2\ C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 6\ CO_2 + 5\ H_2O + \square\ N_2 + \square\ O_2$$

وارسی۳: انتخاب ضریب 3 برای N_2 برای موازنهٔ اتم های نیتروژن در دو سمت معادله :

$$2\ C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 6\ CO_2 + \square\ H_2O + 3\ N_2 + \square\ O_2$$

وارسی۴: انتخاب ضریب $\frac{1}{2}$ برای O_2 برای موازنهٔ اتم های اکسیژن در دوسمت معادله و ضرب کردن ضرایب معلوم در مخرج کسر برای تبدیل ضریب O_2 به ضریب غیر کسری :

$$\left(2\ C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 6\ CO_2 + 5\ H_2O + 3\ N_2 + \frac{1}{2}O_2\right) \times 2$$

$$4\ C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 12\ CO_2 + 10\ H_2O + 6\ N_2 + 1\ O_2$$

مثال : معادلهٔ روبرو را موازنه کنید؟ $\square\ KMnO_4 + \square\ H_2SO_4 \rightarrow \square\ K_2SO_4 + \square\ MnSO_4 + \square\ H_2O + \square\ O_2$

نکته: اگر یون های چند اتمی مانند کربنات (CO_3^{2-}) ، سولفات (SO_4^{2-}) ، فسفات (PO_4^{3-}) و .... عیناً در دو طرف معادله تکرار شوند آن ها را می توان شبیه یک عنصر در نظر گرفت و موازنه را انجام داد.

در این مثال گونهٔ سولفات مانند یک عنصر در نظرگرفته می شود پس به جای آن میتوان X نوشت و معادله به صورت زیر تبدیل می شود $SO_4^{2-}: X$

$$\square\ KMnO_4 + \square\ H_2X \rightarrow \square\ K_2X + \square\ MnX + \square\ H_2O + \square\ O_2$$

وارسی ۱: انتخاب ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد(K_2SO_4) ودادن ضریب 1 به آن و برابر کردن اتم های K در دوسمت معادله :

$$2\ KMnO_4 + \square\ H_2SO_4 \rightarrow 1\ K_2SO_4 + \square\ MnSO_4 + \square\ H_2O + \square\ O_2$$

وارسی۲: در ترکیب $(KMnO_4)$ با ضریب 2 تعداد Mn مشخص می شود با قرار دادن ضریب 2 برای $MnSO_4$ اتم Mn موازنه می شود:

$$2\ KMnO_4 + \square\ H_2SO_4 \rightarrow 1\ K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + \square\ H_2O + \square O_2$$

وارسی۳: از میان عناصری که موازنه نشده اند(S ، O ، H) تعداد S در سمت راست مشخص شده است (۳ اتم) با قرار دادن ضریب مناسب یعنی (3) برای H_2SO_4 عنصر S را نیز موازنه می کنیم.

$$2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 \rightarrow 1\ K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + \square\ H_2O + \square\ O_2$$

وارسی۴: از دو عنصر موازنه نشده (O ، H) تعداد اتم های آن ها در سمت چپ معادله مشخص شده است اما نمی توان در این مرحله عنصر اکسیژن را موازنه کرد زیرا در سمت راست معادله دو ماده دارای O وجود دارند که ضریب ندارند پس با تعیین ضریب مناسب برای H_2O به موازنهٔ عنصر H می پردازیم.

$$2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 \rightarrow 1\ K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 3\ H_2O + \square\ O_2$$

وارسی۵ : انتخاب ضریب $\frac{5}{2}$ برای O_2 برای موازنهٔ اتم های اکسیژن در دوسمت معادله و سپس ضرب کردن ضرایب معلوم در مخرج کسر برای تبدیل ضریب O_2 به ضریب غیر کسری :

$$\left(2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 \rightarrow 1\ K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 3\ H_2O + \frac{5}{2}O_2\right) \times 2$$

$$4\ KMnO_4 + 6\ H_2SO_4 \rightarrow 2\ K_2SO_4 + 4\ MnSO_4 + 6\ H_2O + 5\ O_2$$

مثال : معادلهٔ روبرو را موازنه کنید؟ $\square\ Ca_5(PO_4)_3F + \square\ H_2SO_4 \rightarrow \square\ CaSO_4 + \square\ Ca(H_2PO_4)_2 + \square\ HF$

نکته: اگر یون های چند اتمی مانند کربنات (CO_3^{2-}) ، سولفات (SO_4^{2-}) ، فسفات (PO_4^{3-}) و .... عیناً در دو طرف معادله تکرار شوند آن ها را می توان شبیه یک عنصر در نظر گرفت و موازنه را انجام داد.

در مثال فوق گونه های فسفات و سولفات مانند یک عنصر در نظر گرفته می شوند پس به جای آن ها می توان X و Y نوشت.

$$\square\ Ca_5X_3F + \square\ H_2Y \rightarrow \square\ CaY + \square\ Ca(H_2X)_2 + \square\ HF \qquad X: PO_4^{3-} \qquad Y: SO_4^{2-}$$

وارسی ۱: انتخاب ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد یعنی(Ca_5X_3F) و دادن ضریب 1 به آن. با این کار تعداد گونهٔ X در ست چپ مشخص می شود پس با دادن ضریب $\frac{3}{2}$ برای ترکیب ($Ca(H_2X)_2$) گونهٔ X موازنه می شود. سپس با ضرب کردن ضرایب معلوم در مخرج کسر برای تبدیل ضریب ترکیب ($Ca(H_2X)_2$) به ضریب غیر کسری :

$$\left(1\ Ca_5X_3F + \square\ H_2Y \rightarrow \square\ CaY + \frac{3}{2}Ca(H_2X)_2 + \square\ HF\right) \times 2$$

$$2\ Ca_5X_3F + \square\ H_2Y \rightarrow \square\ CaY + 3\ Ca(H_2X)_2 + \square\ HF$$

وارسی۲: تعداد اتم های Ca در سمت چپ معادله مشخص شده است در طرف راست معادله نیز ضریب یکی از ترکیب هایی که عنصر Ca دارد مشخص است پس با دادن ضریب 7 به ترکیب (CaY) اتم Ca نیز موازنه می شود.

$$2\ Ca_5X_3F + \square\ H_2Y \rightarrow 7\ CaY + 3\ Ca(H_2X)_2 + \square\ HF$$

وارسی۳: با انتخاب ضریب 7 برای ترکیب H_2Y گونهٔ Y نیز موازنه می شود.

$$2\ Ca_5X_3F + 7\ H_2Y \rightarrow 7\ CaY + 3\ Ca(H_2X)_2 + \square\ HF$$

وارسی۴: در نهایت با انتخاب ضریب 2 برای ترکیب HF اتم های F را نیز موازنه می کنیم.

$$2\ Ca_5X_3F + 7\ H_2Y \rightarrow 7\ CaY + 3\ Ca(H_2X)_2 + 2\ HF$$

معادلهٔ نهایی پس از جایگذاری بدین صورت خواهد بود: $2Ca_5(PO_4)_3F + 7\ H_2SO_4 \rightarrow 7\ CaSO_4 + 3\ Ca(H_2PO_4)_2 + 2\ HF$

تمرین : معادله های زیر را موازنه کنید؟

1. $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$
2. $Al_2O_3 + NaOH + HF \rightarrow Na_3AlF_6 + H_2O$
3. $FeCl_3 + Al \rightarrow AlCl_3 + FeCl_2$
4. $K_2Cr_2O_7 + BaCl_2 + H_2O \rightarrow BaCrO_4 + KCl + HCl$
5. $Al(OH)_3 + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2O$
6. $KMnO_4 + H_2SO_4 + H_2S \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + S + H_2O$
7. $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$
8. $NaClO_3 + KI + HCl \rightarrow NaCl + KCl + I_2 + H_2O$
9. $P_4 + KClO_3 \rightarrow P_4O_{10} + KCl$
10. $Na_2CO_3 + KNO_3 + Cr_2O_3 \rightarrow Na_2CrO_3 + KNO_2 + CO_2$
11. $H_2SO_4 + HI \rightarrow H_2S + I_2 + H_2O$
12. $FeS_2 + Na_2O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + Na_2SO_4 + Na_2O$
13. $N_2O_5 \rightarrow NO_2 + O_2$
14. $NaBH_4 + NH_4Cl \rightarrow B_3N_3H_6 + NaCl + H_2$
15. $Cu_2S + O_2 \rightarrow Cu_2O + SO_2$
16. $Bi(NO_3)_3 + Al + NaOH \rightarrow Bi + NH_3 + NaAlO_2$
17. $HNO_2 \rightarrow HNO_3 + NO + H_2O$
18. $FeCr_2O_4 + K_2CO_3 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + K_2CrO_4 + CO_2$
19. $KNO_3 \rightarrow K_2O + N_2 + O_2$
20. $KMnO_4 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + O_2 + H_2O$
21. $Sb_2S_3 + O_2 \rightarrow Sb_2O_3 + SO_2$
22. $H_2SO_4 + FeSO_4 + H_2O_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$
23. $KNO_3 + C + S \rightarrow K_2S + CO_2 + N_2$
24. $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO2 + H_2O$
25. $CH_4 + NH_3 + O_2 \rightarrow HCN + H_2O$
26. $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow KCl + CrCl_3 + Cl_2 + H_2O$
27. $Al_4C_3 + H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + CH_4$
28. $NaOH + Cl_2 \rightarrow NaCl + NaClO_3 + H_2O$
29. $Na_2S + MoCl_5 \rightarrow NaCl + MoS_2 + S$
30. $As_2O_3 + KI + HCl \rightarrow AsI_3 + KCl + H_2O$
31. $HClO_4 + P_4O_{10} \rightarrow H_3PO_4 + Cl_2O_7$
32. $B_3N_3H_6 + O_2 \rightarrow N_2O_5 + B_2O_3 + H_2O$
33. $S_2F_2 + H_2O \rightarrow H_2S_4O_6 + HF + S_8$

راهنمایی : موازنه به روش وارسی می تواند روش مناسبی برای واکنش های ساده و پیچیده باشداگرچه برای برخی ازواکنش های اکسایش – کاهش این روش به صورت استفاده از یک یا دو مجهول و ضریبی که بعد از حل یک یا دو معادله جبری بدست می آیدبه کار می رود.

مثال: معادله روبرو را موازنه کنید؟ $\square\ Cu + \square\ H_2SO_4 \rightarrow \square\ CuSO_4 + \square\ SO_2 + \square\ H_2O$

وارسی ۱: انتخاب ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد یعنی(H_2SO_4) و دادن ضریب 1 به آن. با این کار اتم های H در سمت چپ مشخص می شود و با دادن ضریب 1 به H_2O اتم های H موازنه می شود.

$$\square\ Cu + 1\ H_2SO_4 \rightarrow \square\ CuSO_4 + \square\ SO_2 + 1\ H_2O$$

وارسی۲: حال عنصر مناسب دیگری برای ادامه موازنه وجود **ندارد** پس باید ضریب مجهول **X** برای $CuSO_4$ در نظر گرفته شود.چون در دو طرف معادله اتم **Cu** فقط یک بار تکرار شده است پس ضریب مجهول **X** برای **Cu** نیز در نظر گرفته شود.

$$X\,Cu + 1\,H_2SO_4 \rightarrow X\,CuSO_4 + SO_2 + 1\,H_2O$$

وارسی۳: اتم های **S** را با ضریب مجهول **X** موازنه می کنیم. $X\,Cu + 1\,H_2SO_4 \rightarrow X\,CuSO_4 + (1-X)\,SO_2 + 1\,H_2O$

وارسی۴: ضریب مجهول **X** از موازنهٔ **اکسیژن** بدین ترتیب بدست می آید : $4 = 4x + 2(1-x) + 1(0) \Rightarrow 1 = 2X \Rightarrow X = \frac{1}{2}$

پس از جایگذاری ضریب بدست آمده معادلهٔ واکنش موازنه می شود.

$$(\frac{1}{2}\,Cu + 1\,H_2SO_4 \rightarrow \frac{1}{2}\,CuSO_4 + \frac{1}{2}\,SO_2 + 1\,H_2O) \times 2$$

معادلهٔ موازنه شده: $1\,Cu + 2\,H_2SO_4 \rightarrow 1\,CuSO_4 + 1\,SO_2 + 2\,H_2O$

توضیح بیشتر : روش وارسی برای موازنهٔ معادله های یونی نیز مفید است.برای مثال معادلهٔ زیر را موازنه می کنیم:

☐ $I^- + IO_3^- + H^+ \rightarrow I_2 + H_2O$

وارسی ۱: انتخاب ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد یعنی(IO_3^-) و دادن ضریب **1** به آن. با این کار اتم های **O** در سمت چپ مشخص می شود و با دادن ضریب **3** به H_2O اتم های **O** موازنه می شود. ☐ $I^- + 1\,IO_3^- + H^+ \rightarrow I_2 + 3\,H_2O$

وارسی۲: با انتخاب ضریب 6 برای H^+ این گونه نیز موازنه می شود. ☐ $I^- + 1\,IO_3^- + 6\,H^+ \rightarrow I_2 + 3\,H_2O$

وارسی۳: در طرف راست معادله هیچ یونی وجود ندارد و ترکیب ها خنثی هستند اما در طرف چپ **6** بار **مثبت** و **1** بار **منفی** در یون های موازنه شده وجود دارد پس به I^- ضریب **5** می دهیم تا بارهای الکتریکی در سمت چپ معادله خنثی شود.

$$5\,I^- + 1\,IO_3^- + 6\,H^+ \rightarrow I_2 + 3\,H_2O$$

وارسی۴: با انتخاب ضریب **3** برای I_2 اتم های **I** را موازنه می کنیم.

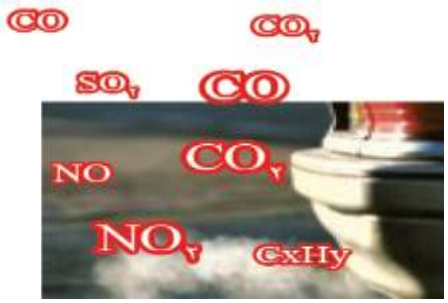
معادلهٔ موازنه شده : $5\,I^- + 1\,IO_3^- + 6\,H^+ \rightarrow 3\,I_2 + 3\,H_2O$

چه بر سر هواکره می آوریم؟

سوزاندن سوخت فسیلی در هواپیماها

آتش سوزی در سکوهای نفتی

و ماشین ها و... حجم انبوهی کربن دی اکسید تولید می کنند.



در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی، انواع آلاینده ها وارد هوا کره می شود.

گسترش صنعت در سدهٔ اخیر توسط بشر ، افزایش قابل توجه گاز **کربن دی اکسید** در **هواکره** را در بر داشته است. اصطلاح **ردپای کربن دی اکسید** نمایانگر مقدار گاز کربن دی اکسید است که ضمن تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت ، تولید و وارد هواکره می شود. برای اینکه مقدار کربن دی اکسید در هواکره از مقدار طبیعی آن فراتر نرود ، باید مقدار اضافی کربن دی اکسید به وسیلهٔ گیاهان یا دیگر پدیده های طبیعی مصرف شود. حال هر چه مقدار کربن دی اکسید وارد شده به طبیعت زیادتر باشد ، ردپای ایجاد شده سنگین تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده های طبیعی طولانی تر است.

با سوزاندن سوخت های فسیلی علاوه بر کربن دی اکسید(CO_2) گازهای کربن مونواکسید(**CO**) ، گوگرد دی اکسید(SO_2) ، اکسیدهای نیتروژن (**NO** ، NO_2) و هیدروکربن ها (C_XH_Y) نیز وارد هواکره می شوند.

کربن دی اکسیدی که وارد هواکره شده ، در آن جابه جا می شود و می تواند هوای شهرهای دیگر را نیز آلوده کند. بنابراین هر رفتار ما بر زندگی همه مردمان جهان اثرخواهد گذاشت.

اثرات هوای آلوده : هوای آلوده بوی بدی دارد و چهره شهر را زشت می کند. باعث سوزش چشم ، سردرد ، تهوع و به وجود آمدن انواع بیماری های تنفسی مانند سرطان ریه می شود.

برخی منابع تولید کننده انرژی مواد کربن داربیشتری دارند(مانندزغال سنگ) وهنگام سوختن مقداربیشتری کربن دی اکسیدتولیدمی کنند اما نفت خام وگازهای طبیعی که به صورت عمده ازهیدروکربن هاتشکیل شده اندهنگام سوختن کامل علاوه برکربن دی اکسیدبخارآب نیز تولید خواهد کرد.

ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳	ستون ۴	ستون ۵	ستون ۶
برق مصرفی در ماه (کیلووات ساعت)	منبع تولید برق	مقدار کربن دی اکسید تولیدشده در ماه(Kg)	مقدار کربن دی اکسید تولید شده در سال(Kg)	مقدار کربن دی اکسید مصرفی یک درخت با قطر ۲۹ تا ۳۴ سانتی متر	تعداد درخت های لازم برای پاکسازی هواکره
Y = ۲۰۰	زغال سنگ	۰/۹ × y = ۱۸۰	۲۱۶۰	۵۵/۳	≃ ۳۹
	نفت خام	۰/۷ × y = ۱۴۰	۱۶۸۰	۵۵/۳	≃ ۳۰
	گازطبیعی	۰/۳۶ × y = ۷۲	۸۶۴	۵۵/۳	≃ ۱۳
	باد	۰/۰۱ × y = ۲	۲۴	۵۵/۳	≃ ۰/۴۳
	گرمای زمین	۰/۰۳ × y = ۶	۷۲	۵۵/۳	≃ ۱/۳
	انرژی خورشید	۰/۰۵ × y = ۱۰	۱۲۰	۵۵/۳	≃ ۲/۱۷

مقایسهٔ مقدار کربن دی اکسید آزاد شده از منابع مختلف انرژی(به عنوان منبع تولید برق) به صورت زیر است :

باد > گرمای زمین > انرژی خورشید > گاز طبیعی > نفت خام > زغال سنگ

طبیعت به کمک گیاهان ، کربن دی اکسید را (طی فرایند فتوسنتز) مصرف می کند ؛ بنابراین یکی از راهکارهای کاهش ردپای کربن دی اکسید ، کاشت و مراقبت از درختان و ایجاد کمربندهای سبز در شهرها ، شهرک های صنعتی و روستاها است. از این رو حفظ و توسعه مزارع، باغ ها و پوشش های گیاهی به کاهش رد پای کربن دی اکسید کمک می کند و بدیهی است که تخریب باغ و خشکاندن درختان آثار جبران ناپذیری به دنبال دارد.

دانشمندان با استفاده از بالون های هواشناسی ، ماهواره ها ، کشتی های اقیانوس پیما و گویچه های شناور در دریاها که به حسگرهای دما مجهز هستند، پیوسته دمای کرهٔ زمین را در سرتاسر نقاط آن رصد می کنند. شواهد نشان می دهند که در طول سدهٔ گذشته میانگین دمای کرهٔ زمین افزایش یافته است.

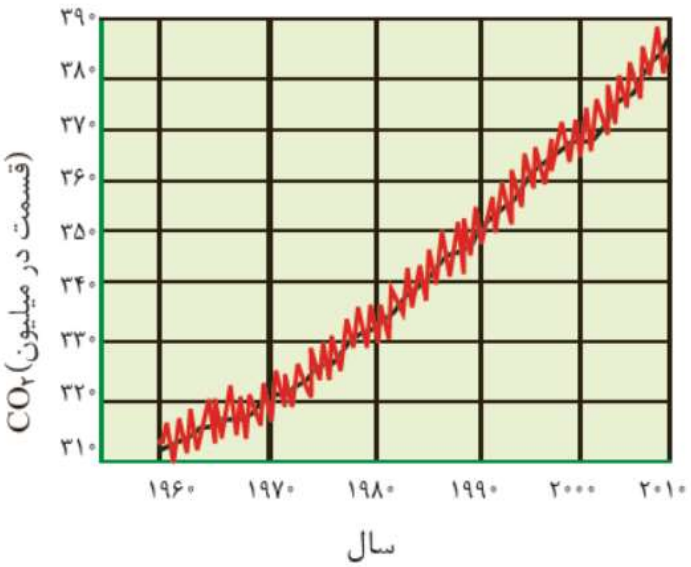
سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید به هواکره وارد می شود به طوری که مقدار این گاز در سدهٔ اخیر در هواکره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است.هرچه یک درخت تنومندتر باشد مقدار مصرف کربن دی اکسید آن بیشتر است. یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی اکسید مصرف می کند.

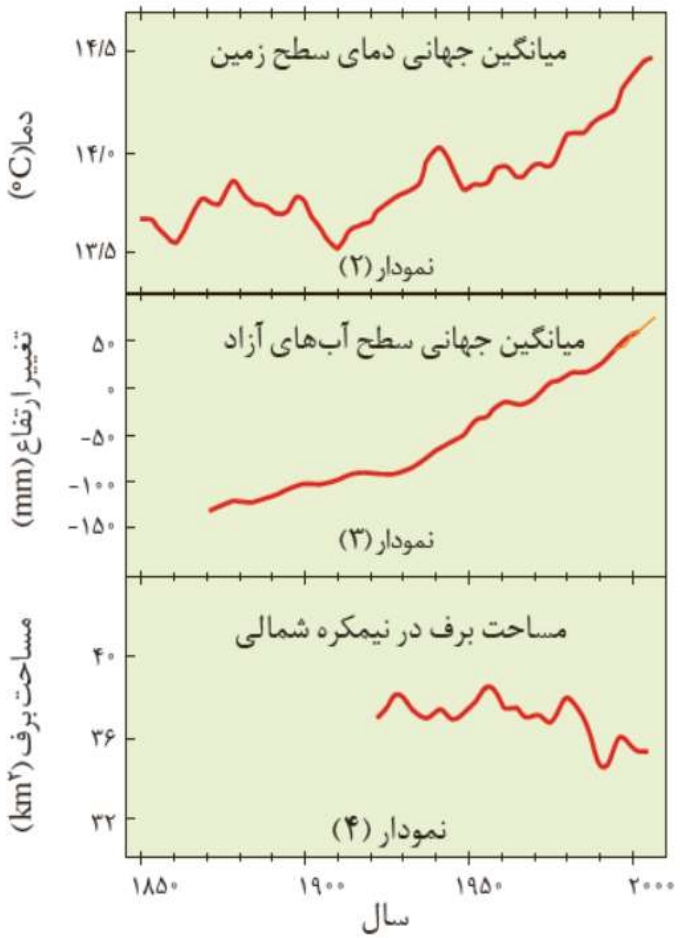
شواهد نشان می دهند که فصل بهار در نیمکرهٔ شمالی زمین ، نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می شود. علت را توضیح دهید.

دلیل آن افزایش نسبی میانگین دمای زمین و ذوب شدن زودتر برف هاست که باعث زودتر بیدارشدن گیاهان از خواب زمستانی می شود.

افزایش میزان CO_2 موجود در هواکره موجب گرم شدن زمین و در نهایت افزایش سطح آب دریا و کاهش مساحت برف در نیم کرهٔ شمالی و آغاز زود هنگام فصل بهار در نیمکره شمالی خواهد شد.

نمودارهای زیر تغییر مقدار میانگین کربن دی اکسید در هواکره ، میزان بالا آمدن سطح آب دریاها ، تغییر میانگین دمای کرهٔ زمین و میانگین مساحت برف در نیمکرهٔ شمالی را نشان می دهند.



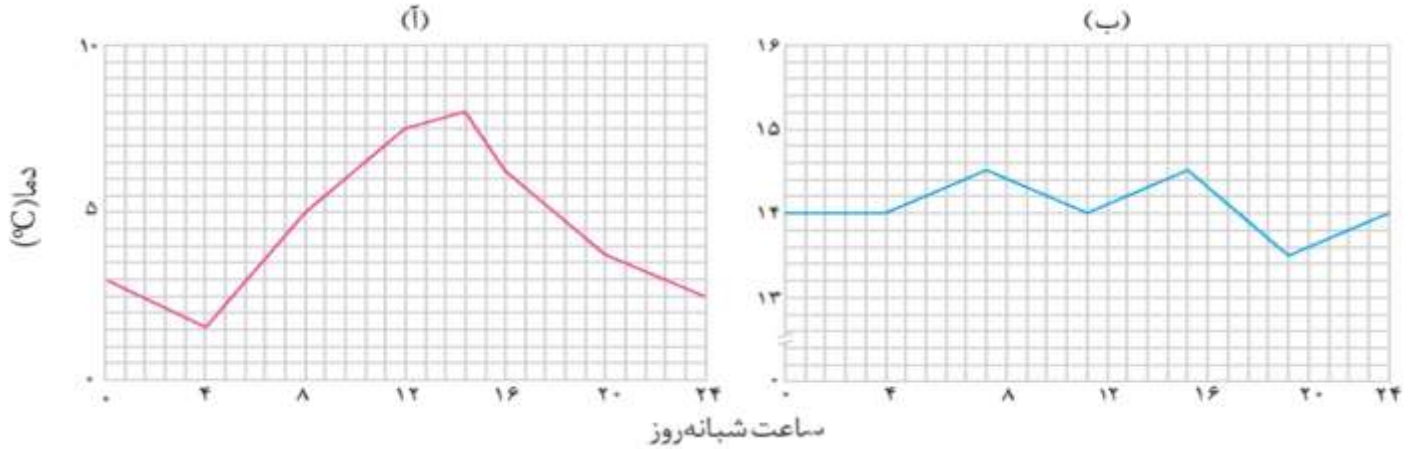


اثر گلخانه ای :

گلخانه و کشت گلخانه ای چیست؟ گلخانه برای چه هدفی و چگونه ساخته می شود؟

گلخانه ها، زمین های کشاورزی ویژه ای هستند که دور تا دور آنها را تا ارتفاع معینی با لایه ای از پلاستیک های شفاف می پوشانند و در آنها گیاهان و میوه های گوناگونی پرورش می دهند. در گلخانه ها در چهار فصل سال به ویژه در زمستان ، فراورده های کشاورزی مانند قارچ، خیار، گوجه فرنگی، توت فرنگی و... کشت می شود.گلخانه، گیاه یا میوه را از آسیب های ناشی از تغییر دما و آفت ها حفظ می کند .

نمودار زیرتغییر دمای یک گلخانه را در یک روز زمستانی نشان می دهد.



نمودار (آ) مربوط به محیط بیرون از گلخانه و نمودار (ب) مربوط به درون گلخانه می باشد. زیرا تغییرات دما درون گلخانه نسبت به بیرون آن در طول شبانه روز کمتر است.

نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول ها و دیگر ذره های آن برخورد می کند و تنها بخشی از آن به سطح زمین می رسد. از این رو ، زمین گرم می شود و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس(پرتوهای فروسرخ) گسیل می دارد ؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل شده ، کمتر و طول موج آن ها بلندتر است.

با این توصیف پرتوهای خورشیدی پس از برخورد به زمین دوباره با طول موج های بلندتر به هواکره برمی گردند ، اما برخی گازهای موجود در هواکره مانند CO_2 ، H_2O و... مانع از خروج آن ها می شوند و بدین ترتیب زمین را گرم تر می کنند. هرچه مقدار این گازها در هواکره بیشتر باشد ، دمای زمین بالاتر خواهد رفت. کرهٔ زمین با لایه ای از گازها به نام هواکره احاطه شده است این لایه برای زمین همانند لایهٔ پلاستیکی برای گلخانه است و سبب گرم شدن کرهٔ زمین می شود ، به طوری که اگر این لایه وجود نداشت میانگین دمای کرهٔ زمین به $-18^\circ C$ کاهش می یافت.

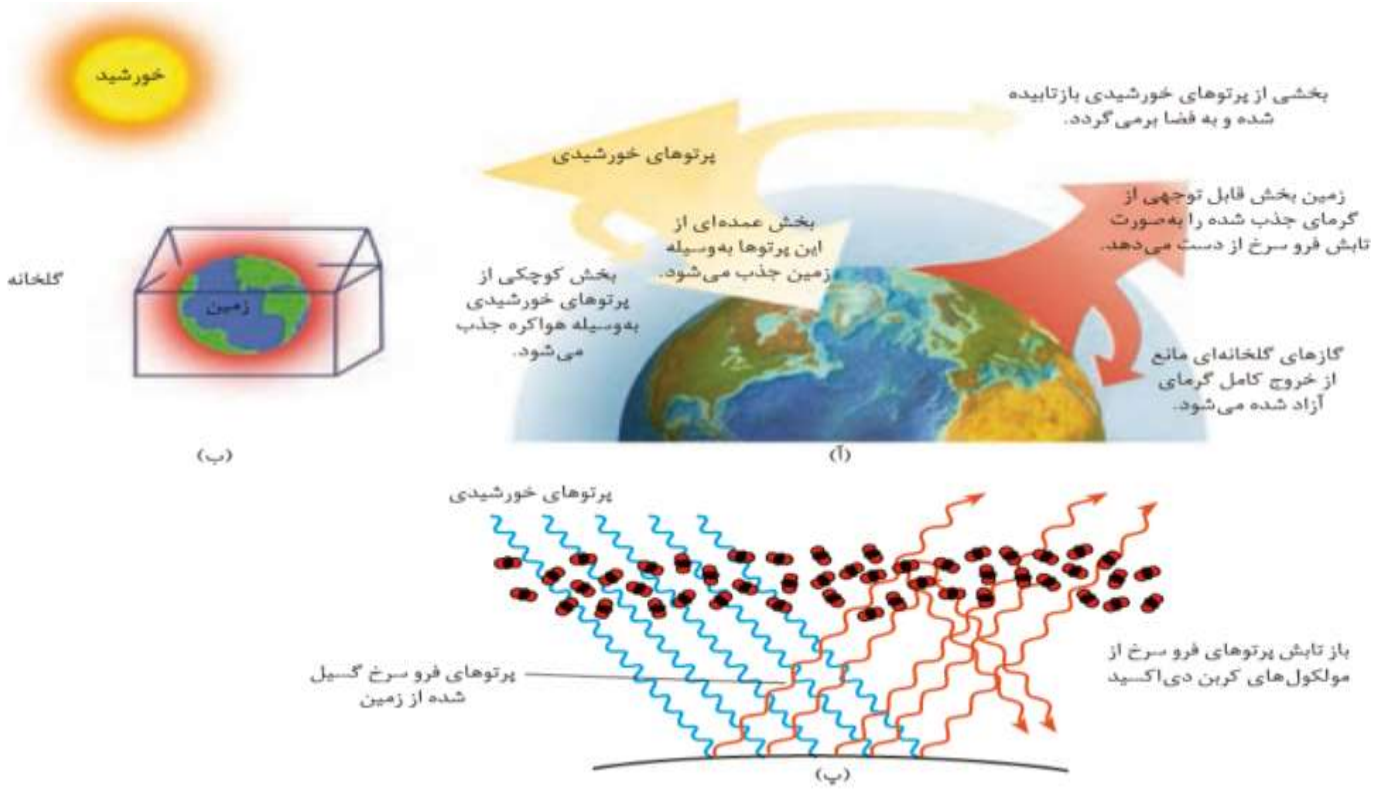
سرنوشت کل پرتوهای خورشیدی که به سمت زمین می آیند چه می شود؟

۱. بخشی کمی از پرتوهای خورشیدی باز تابیده شده و به فضا برمی گردد.

۲. بخش عمده ای از این پرتوها به وسیله زمین و بخش کوچکی از آن ها به وسیله هواکره جذب می شود.

۳. زمین بخش قابل توجهی از گرمای جذب شده را به صورت تابش فرو سرخ از دست می دهد و بخش کمی هم توسط گازهای گلخانه ای جذب می شود.

تصویر زیر رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی را نشان می دهد:



آ) نمایی از گرمای جذب و بازتاب شده به وسیله زمین ، ب) مقایسهٔ هواکرهٔ زمین و لایهٔ محافظ گلخانه و پ) عملکرد مولکول های CO_2 در برابر تابش خورشیدی

سوال : آیا می دانید نقش لایهٔ پلاستیکی در گرم نگه داشتن گلخانه چیست؟

واضح است که پوشش پلاستیکی گلخانه موجب می شود مقدار قابل توجهی از گرمای درون گلخانه در فضای داخل گلخانه باقی بماند و در نتیجه، تغییرات دما در درون گلخانه کم تر بوده و در مجموع گرم تر از فضای بیرون آن است.

شیمی سبز، راهی برای محافظت از هوا کره :

تعریف شیمی سبز: شاخه ای از شیمی است که در آن شیمی دان ها در جستجوی فرایندها و فراورده هایی هستند که به کمک آنها بتوان کیفیت زندگی را با بهره گیری 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 می گذارند، کاهش داد یا متوقف کرد.

راهکار های شیمی سبز برای محافظت از طبیعت و افزایش کیفیت زندگی در زمین :

۱. تولید سوخت سبز

تعریف سوخت سبز : سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن (C)و هیدروژن (H)، اکسیژن (O)نیز دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا ، نیشکر و دانه های روغنی به دست می آید.

این مواد زیست تخریب پذیرند، ازاین رو به وسیلهٔ جانداران ذره بینی به مواد ساده تر تجزیه می شوند. اتانول (C_2H_5OH) و روغن های گیاهی نمونه هایی از این نوع سوخت ها هستند. استفاده از سوخت سبز در مقایسه با سوخت های فسیلی ، هزینهٔ تولید بالاتری دارد ، انرژی کمتری تولید می کند و در اثر سوختن آن ها آلاینده های کمتری وارد هواکره می شود.

مثال : واکنش سوختن اتانول : $C_2H_5OH\ (l) + 3\ O_2\ (g) \rightarrow 2CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (g)$

۲. تبدیل CO_2 به مواد معدنی

برای این منظور کربن دی اکسید تولید شده در نیروگاه ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید (MgO) یا کلسیم اکسید(CaO یاآهک) واکنش می دهند.

$CO_2\ (g) + CaO\ (s) \rightarrow CaCO_3\ (s)$

$CO_2\ (g) + MgO\ (s) \rightarrow MgCO_3\ (s)$

۳. تولید پلاستیک های سبز

پلاستیک های سبز(زیست تخریب پذیر)، پلیمرهایی هستند که بر پایهٔ مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می شوند و به همین دلیل در ساختار آنها اکسیژن نیز وجود دارد. این پلاستیک ها در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می شوند و به طبیعت باز می گردند.

هزینهٔ تولید این نوع پلاستیک ها در مقایسه با پلاستیک های بر پایهٔ مواد نفتی بالاتر بوده و استحکام آن ها نیز کمتر است.

۴. دفن کردن کربن دی اکسید :

کربن دی اکسید را می توان به جای رها کردن در هواکره در مکان های عمیق و امن در زیر زمین ذخیره و نگهداری کرد. سنگ های متخلخل در زیر زمین ، میدان های قدیمی گاز و چاه های قدیمی نفت که خالی از این مواد هستند ، جاهای مناسبی برای دفن این گاز هستند. این روش کمترین تأثیر را بر محیط زیست دارد اما گنجایش مخازن زیر زمینی محدود است.

۵. تولید خودرو و سوخت با کیفیت بسیار خوب موجب کاهش CO_2 تولیدی به هواکره می شود.

با توجه به جدول زیر به پرسش ها پاسخ دهید:

نام سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزاد شده(کیلوژول بر گرم)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فراورده های سوختن	CO و CO_2 و H_2O	CO و CO_2 و H_2O و SO_2	H_2O	CO و CO_2 و H_2O
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵

۱) استفاده از کدام سوخت آلاینده های کمتری ایجاد می کند؟

هیدروژن ، زیرا سوختن آن با تولید گاز CO_2 همراه نیست و فقط آب (H_2O) تولید می شود که برای محیط زیست خطرناک نیست .

مقایسهٔ گرمای آزاد شده به ازای سوختن ۱ گرم : زغال سنگ > بنزین > گاز طبیعی > هیدروژن

مقایسهٔ قیمت به ازای یک گرم : زغال سنگ > گاز طبیعی > بنزین > هیدروژن

۲) تولید، حمل و نقل و نگهداری هیدروژن بسیار پرهزینه است. آیا تولید این گاز صرفهٔ اقتصادی دارد؟

هیدروژن سوخت گرانی است و تولید آن صرفهٔ اقتصادی ندارد.

نکته : کارخانجات فقط به فکر منافع اقتصادی هستند و ملاحظات اقتصادی نظیر هزینهٔ تولید و سود کالا را در نظر می گیرند از این نظر گاز هیدروژن سوخت به صرفه ای نیست.

ویژگی های هیدروژن :

هیدروژن فراوان ترین عنصر در جهان است که به شکل ترکیب های گوناگون یافت می شود که آب مهم ترین ترکیب آن است.

این گاز می تواند مانند سوخت های فسیلی با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند.

توسعهٔ پایدار بیان می کند هرگاه در مجموع ، شرکت ها و کارخانه ها ، کالا هایی را تولید کنند که قیمت تمام شده تولید کالا برای کشور کاهش یابد ، این توسعه سبب رشد واقعی کشور می شود و در دراز مدت سبب حفظ یا کاهش مصرف منابع طبیعی می گردد.

تعریف : توسعهٔ پایدار یعنی اینکه در تولید هر فراورده ، همهٔ هزینه های اقتصادی ، اجتماعی و زیست محیطی آن در نظر گرفته شود.

ملاحظات اقتصادی : قیمت ریالی تمام شده برای کارخانه و سودخالص چقدر است.

ملاحظات اجتماعی : یک محصول تا چه اندازه می تواند به حفظ روابط اجتماعی کمک کند.

ملاحظات زیست محیطی : مصرف یک مادهٔ خوراکی تا چه اندازه سبب حفظ سلامتی مصرف کنندگان و حفظ محیط زیست می شود و تا چه حد به سلامت شهروندان و محیط زیست آسیب خواهد زد.

سوال : چرا برخی از کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه گذاری های هنگفتی می کنند؟

اگر همهٔ هزینه های اقتصادی ، اجتماعی و زیست محیطی آن را در نظر بگیریم سوختی به صرفه است به همین دلیل برخی کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه گذاری می کنند.

سوال : چرا برخی از کشورها در پی تولید پلاستیک های زیست تخریب پذیرند در حالی که قیمت تمام شدهٔ تولید پلاستیک ها با پایهٔ نفتی در کارخانه کم است؟

تولید پلاستیک زیست تخریب پذیر هزینهٔ بالاتری دارد اما با در نظر گرفتن هزینه های اقتصادی ، اجتماعی و زیست محیطی مقرون به صرفه تر از پلاستیک ها با پایهٔ نفتی است در واقع پلاستیک ها با پایهٔ نفتی ارزان تر تولید می شوند اما هزینه های اجتماعی به ویژه زیست محیطی بالایی دارند که گاه جبران ناپذیرند.

سوال : چرا طراحان و متخصصان در شرکت های بزرگ تولید خودرو و هواپیما ، هزینه های هنگفتی صرف می کنند تا موتورهایی با انتشار کمترین مقدار CO_2 بسازند؟

هرچه تولید و انتشار CO_2 کاهش یابد باعث کند شدن افزایش میانگین دمای زمین خواهد شد ، در نتیجه ذوب برف ها در نیم کرهٔ شمالی و افزایش سطح آب های آزاد کندتر پیش می رود.

اوزون، دگر شکلی از اکسیژن در هواکره

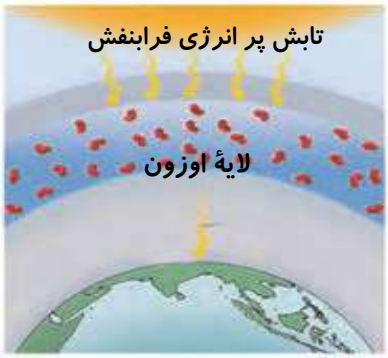
تعریف : دگر شکل (آلوتروپ) به هر یک از شکل های **مولکولی** یا **بلوری** یک **عنصر** گفته می شود.

عنصر اکسیژن به طور **عمده** به صورت مولکول های O_2 (**اکسیژن**) و به مقدار **ناچیز** به صورت مولکول های O_3 (**اوزون**) وجود دارند.

آلوتروپ های یک عنصر، تنها از **یک نوع اتم** ساخته شده اما **شکل بلوری** یا **مولکولی** آن ها متفاوت بوده و **خواص** متفاوتی دارند.

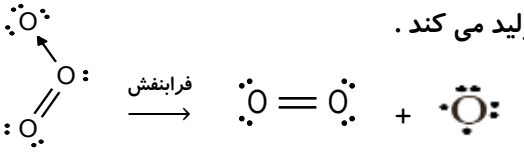
به عنوان مثال آلوتروپ های اکسیژن (O_2 و O_3 اوزون) و آلوتروپ های کربن (**الماس** و **گرافیت**) می باشند.

تعریف : اصطلاح **لایهٔ اوزون** به منطقهٔ مشخصی از **استراتوسفر** می گویند که **بیشترین** مقدار اوزون در آن **محدوده** قرار داردگفته می شود.



مولکول های **اوزون** مانع ورود بخش عمده ای از تابش **فرابنفش** خورشید به سطح زمین می شود تا موجودات زنده از آثار **زیانبار** این تابش در امان بمانند.

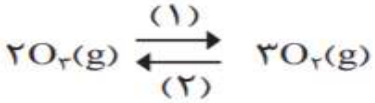
با برخورد پرتوهای پر انرژی **فرابنفش** به مولکول **اوزون** ، پیوند میان **دو اتم اکسیژن** در آن شکسته شده و **یک اتم اکسیژن** و **یک مولکول اکسیژن** تولید می کند .



ذره های تولید شده (O_2 و O) می توانند دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول **اوزون** را تولید کنند اما در این واکنش ، مقداری انرژی به شکل تابش **فروسرخ** **آزاد** می شود. با تکرار پیوستهٔ این دو واکنش ، لایهٔ اوزون بخش قابل توجهی از تابش **فرابنفش** را جذب می کند و تابش های کم انرژی تر **فروسرخ** را به زمین گسیل میدارد .

1) $O_{3(g)} \xrightarrow{\text{فرابنفش}} O_{2(g)} + O_{(g)}$

2) $O_{2(g)} + O_{(g)} \rightarrow O_{3(g)}$ + پرتو فروسرخ



مجموعه واکنش های لایهٔ اوزون را می توان با معادلهٔ روبرو نمایش داد:

شیمی دان ها به واکنش در جهت (۱) ، **واکنش رفت** و به واکنش در جهت (۲) واکنش **برگشت** می گویند.

اگر یک واکنش تنها در **یک جهت** (تبدیل مواد اولیه به فراورده) پیش برود واکنش **برگشت ناپذیر** و **یک طرفه** است. این واکنش می تواند تا مصرف **کامل** همه یا یکی از مواد واکنش دهنده پیش برود (**واکنش کامل**). مانند **سوختن** مواد سوختی ، **سفت** شدن سیمان ، **رسیدن** میوه ، واکنش های انجام شده در باتری های غیر قابل شارژ و ...

واکنشی که بتواند در جهت **برگشت** نیز انجام شود ، واکنش **برگشت پذیر** می باشد. مانند **همهٔ تغییرات فیزیکی** (تبخیر ، ذوب ، میعان و ...) **پر و خالی** شدن باتری های قابل شارژ ، تبدیل **اوزون** به اکسیژن و ...

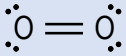
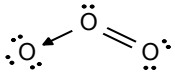
سوال : اگر در لایهٔ اوزون تنها واکنش رفت یا برگشت انجام شود ، چه فاجعه ای رخ میدهد؟ توضیح دهید.

اگر واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن به صورت یک طرفه و برگشت ناپذیر انجام می شد همهٔ اوزون لایهٔ استراتوسفر به اکسیژن تبدیل شده ، لایهٔ محافظی برای پرتوهای پر انرژی خورشید وجود نداشته و امکان زندگی در زمین از بین می رود.

سوال : با توجه به برگشت پذیری واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن ، نقش محافظتی و ثابت ماندن مقدار اوزون را درلایهٔ استراتوسفر توضیح دهید.

با توجه به برگشت پذیری واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن ($2O_{3(g)} \leftrightarrows 3O_{2(g)}$) ، در کنار مصرف اوزون در جهت برگشت دوباره اوزون ، تولید شده و اگر میزان مصرف و تولید آن برابر باشد ، مقدار اوزون در لایهٔ استراتوسفر ثابت مانده و نقش حفاظتی خود را به خوبی ایفا می کند.

با توجه به شکل و جدول زیرخواص فیزیکی و شیمیایی مولکول های اکسیژن و اوزون را مقایسه کنید؟

نام دگر شکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش(℃)	مدل فضاپرکن	ساختار	قطبیت	ساختارلوویس
اکسیژن	O_2	۳۲	-۱۸۳		خطی	ناقطبی	
اوزون	O_3	۴۸	-۱۱۲		خمیده	قطبی	

مقایسهٔ مولکول اوزون با مولکول اکسیژن :

۱. دگر شکلی از عنصر اکسیژن دارای سه اتم اکسیژن ولی مولکول اکسیژن دو اتمی است.

۲. در لایه های بالایی هواکره (استراتوسفر) مانند پوششی کرهٔ زمین را احاطه کرده ، هر چند که مقدار آن در هواکره ناچیز است.

۳. اوزون همانند اکسیژن در حالت مایع آبی رنگ است. (در حالت گازی هر دو بی رنگ هستند.)

۴. در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه ها ، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره بینی درون آب استفاده می شود.

۵. جرم مولی اوزون ۱/۵ برابر مولکول اکسیژن یعنی $48\ g.mol^{-1}$ می با شد.

۶. اوزون واکنش پذیرتر از اکسیژن است و نسبت به اکسیژن بیشتر در آب حل می شود.

۷. اگر مخلوطی مایع از هر دو آلوتروپ در اختیار داشته باشیم با افزایش تدریجی دما اکسیژن زودتر از مخلوط جدا می شود و اگر مخلوطی گازی از آن ها داشته باشیم با کاهش تدریجی دما اوزون سریع تر به حالت مایع تبدیل می شود.

۸. ساختار هر ماده ، تعیین کنندهٔ خواص و رفتار آن است. اکسیژن و اوزون اگر چه از اتم های یکسانی تشکیل شده اند اما تفاوت ساختاری آنها باعث تفاوت در خواص آن ها شده است.

اوزون تروپوسفری :

اوزون در لایهٔ تروپوسفر نیز به مقدار بسیار کم یافت می شود. از آنجا که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است ، این ماده، آلاینده ای سمی و خطرناک به شمار می آید به طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می کنیم ، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه ها می شود.

اوزون به طور عمده در استراتوسفر(لایهٔ اوزون) و به طور جزئی در تروپوسفر وجود دارد.

پس اوزون گازی با دوچهره است :

۱. مفید : در استراتوسفر نقش محافظتی دارد و باعث جلوگیری از رسیدن پرتوهای فرابنفش خورشید به زمین می شود.(تبدیل فرابنفش به فروسرخ)

۲. مضر : در تروپوسفر سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه ها می شود.

سوال : اوزون تروپوسفری چگونه بوجود می آید؟

گاز نیتروژن به عنوان اصلی ترین جزءِ سازندهٔ هواکره ، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد. تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می شوند.

(جایی که رعد و برق ایجاد شده ، دما به اندازه ای بالاست که اکسیدهای نیتروژن تشکیل می شوند.)

در هوای آلودهٔ شهرهای صنعتی و بزرگ ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد که این گازها از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می آیند. گاز نیتروژن دی اکسید ($NO_2\ (g)$) به رنگ قهوه ای است، هوای آلوده کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه ای روشن دیده می شود. در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید واکنش زیررخ می دهد و مقداری گاز

اوزون تولید می گردد. این اوزون، همان اوزون تروپوسفری است.

واکنش های تولید اوزون تروپوسفری :

$$N_2\,(g) + O_2\,(g) \xrightarrow{\text{رعد و برق}} 2NO\,(g)$$

$$NO_2\,(g) + O_2\,(g) \xrightarrow{\text{نورخورشید}} NO(g) + O_3\,(g)$$

$$2NO\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow 2NO_2\,(g)$$

رفتار گازها

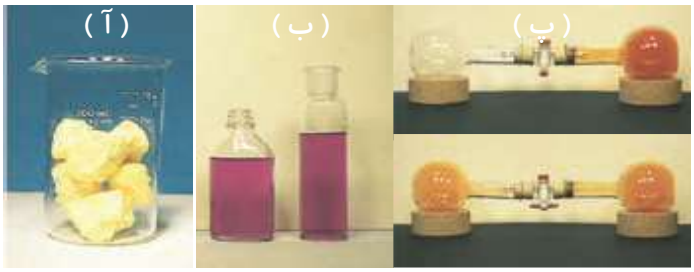
مولکول های گاز به راحتی در هوا منتشر شده و به سلول های بویایی ما می رسند مثل پخش شدن بوی نان تازه ، گلاب ، دود اسپند در فضای خانه و بوی گل رز و محمدی

مقایسهٔ ویژگی های جامد ، مایع و گاز :

۱. موادجامد شکل و حجم معینی دارند ، وابسته شکل ظرف نمی باشند و جاذبهٔ میان مولکول های جامد مانع از جابجا شدن ذرات مادهٔ جامد می شود ، همچنین تراکم پذیر نیستند.

۲. مواد مایع ، حجم معینی دارند اما فاقد شکل معینی هستند و شکل ظرف محتوی خود را می گیرند ، جاذبهٔ میان مولکول های مایع کمتر از مولکول های جامد است. تراکم پذیر نیستند و ذرات تشکیل دهندهٔ آن می توانند بدون جدا شدن روی هم بلغزند و جابجا شوند.

۳. در مواد گازی ، حجم و شکل مشخص وجود ندارد بلکه به شکل ظرف محتوی آن درمی آید و همهٔ فضای ظرف را اشغال می کند. از این رو، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است . جاذبه ای میان ذرات گاز دیده نمی شود و به دلیل فاصلهٔ زیاد میان ذرات تشکیل دهنده ، قابلیت تراکم پذیری دارند.



آ) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد.

ب) مایع ها به شکل ظرف محتوی آنها در می آیند.

پ) به محض باز کردن شیر در لولهٔ رابط بین دو ظرف ، گاز در هر دو محفظه پخش می شود.

نکته : گازها برخلاف مواد جامد و مواد مایع ، تراکم پذیر بوده و با افزایش فشار ظرف محتوی آن ها ، فشرده تر شده و حجم کمتری اشغال می کنند.

نکته : 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.

رابطهٔ حجم و فشار گاز در دمای ثابت :

نکته : اگر در یک نمونه گاز دما ثابت باشد رابطهٔ معکوس بین حجم و فشار گاز وجود دارد به طوری که هرچه فشار را روی یک گاز بیشتر کنیم ذرات گاز متراکم تر شده و حجم آن کم می شود و حتی در فشارهای بالا می توان انتظار داشت که گاز به حالت مایع دربیاید. (مانند تهیهٔ هوای مایع)

نکته : در دمای ثابت حاصل ضرب فشار یک نمونه گاز در حجم آن مقداری ثابت است. مقدارثابت = $P_{\text{گاز}} \times V_{\text{گاز}}$: در دمای ثابت

به عبارت دیگر به هرنسبتی که فشار گاز افزایش یابد حجم آن به همان نسبت کم می شود. $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$: در دمای ثابت

مثال : اگردر دمای ثابت ، یک نمونه گاز به حجم ۲۰ لیتر و فشار ۶ اتمسفر را متراکم کنیم تا فشار به ۱۵ اتمسفر برسد حجم آن چند لیتر می شود؟

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \Rightarrow 20 \times 6 = 15 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 8\ Lit$$

گازها بر اثر فشار متراکم می شوند اما اگر فشار کاهش یابد ، فاصله بین مولکول های آن ها افزایش می یابد.(شکل مقابل بیانگر این رفتار گازهاست.)

رابطهٔ حجم و دمای گاز در فشار ثابت :

نکته : اگر در یک نمونه گاز فشار ثابت باشد رابطهٔ مستقیم بین دمای یک گاز و حجم اشغال شده توسط ذرات گاز وجود دارد. بطوری که اگر ظرف حاوی یک پیستون متحرک در فشار ثابت باشد با افزایش دمای گاز جنبش مولکول ها تشدید شده و میانگین فاصله میان ذرات گاز و در پی آن ، حجم افزایش می یابد.

تذکر : در روابط گازها دما حتما باید بر حسب کلوین بیان شود.

در فشار ثابت اگر دمای گاز بر حسب کلوین بیان شود، به هر نسبت که دمای گاز افزایش یابد حجم آن نیز به همان نسبت بیشتر می شود.

نسبت دمای گاز (برحسب کلوین) به حجم گاز در فشار ثابت مقداری ثابت است. مقدار ثابت $= \frac{V_{گاز}}{T_{گاز}}$: در فشار ثابت مقدار ثابت $= \frac{T_{گاز}}{V_{گاز}}$

اگر در صورت سوال گفته شود مقداری گاز درون محفظه ای با پیستون متحرک یا روان یا بدون اصطکاک قرار دارد یعنی فشار ثابت است.

در رابطه ها دمای کلوین را با نماد T و دمای درجهٔ سلسیوس را با نماد θ نمایش می دهند.

تذکرمهم : دمای کلوین و دمای سلسیوس به یک نسبت تغییر نمی کنند اما میزان تغییر آن ها یکسان است. $\Delta\theta = \Delta T$ $\quad \frac{T_2}{T_1} \neq \frac{\theta_1}{\theta_2}$

مثال : یک نمونه گاز در دمای $0\ ^\circ C$ ۲۴ لیتر حجم دارد هرگاه در فشار ثابت دمای این نمونه گاز را به $54/6\ ^\circ C$ برسانیم حجم آن به چند لیتر می رسد؟

$\theta_1 = 0\ ^\circ C = 273\ K$ $\qquad \theta_2 = 54/6\ ^\circ C = 273 + 54/6 = 327/6\ K$

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{24}{273} = \frac{V_2}{327/6} \Rightarrow V_2 = 28/8\ Lit$

رابطهٔ حجم و شمار مول های گاز در دما و فشار ثابت :

نکته : اگردر یک نمونه گاز دما و فشار ثابت باشد رابطهٔ مستقیم بین شمار مولکول ها (شمار مول ها) و حجم اشغال شده توسط ذرات گاز وجود دارد. به طوری که اگرظرف حاوی یک پیستون متحرک در دما و فشار ثابت باشد با افزایش شمار مولکول ها (شمار مول ها) حجم اشغال شده نیز افزایش می یابد.

نسبت حجم گاز به شمار مول آن در دما و فشار ثابت مقداری ثابت است. مقدار ثابت $= \frac{V_{گاز}}{n_{گاز}}$ $\quad$ مقدار ثابت $= \frac{n_{گاز}}{V_{گاز}}$

رابطهٔ حجم و دما و فشار یک نمونه گاز :

رابطهٔ زیر، رابطهٔ حجم گاز برحسب لیتر (V) ، فشار گاز برحسب اتمسفر (P) و دمای گاز برحسب کلوین (T) و مول گاز (n) را در دو حالت مختلف نشان می دهد. می توان هر کدام از عوامل را که ثابت باشند از رابطه حذف کرد.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2}$$

مثال : 8 گرم گاز اکسیژن در دمای $0\ ^\circ C$ و فشار 1 اتمسفر حجمی معادل $5/6$ لیتر دارد. اگر فشار گاز را به 5 اتمسفر و دمای آن را به $^\circ C$ 819 برسانیم حجم گاز در شرایط جدید برابر چند لیتر خواهد بود؟ (نکته : اکسیژن گاز دواتمی است) ($O = 16\ g.mol^{-1}$)

V_1 ، T_1 ، P_1 ، P_2 ، T_2 مشخص است و می توان V_2 را محاسبه کرد. $\quad T1 = 0 + 273 = K \quad T2 = 819 + 273 = 1092\ K$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 5/6}{273} = \frac{5 \times V_2}{1092} \Rightarrow V_2 = 4/48 \text{ Lit}$$

قرار دادن بادکنک های پر شده از هوا، درون نیتروژن مایع (محیط بسیار سرد) سبب می شود که حجم آنها به شدت کاهش یابد.

نتیجه گیری : حجم گاز به سه عامل فشار ، دما و شمار مول ها (تعداد ذرات گاز) بستگی دارد.

شرایط استاندارد STP : براساس قرارداد شیمی دان ها دمای (0 °C) فشار یک اتمسفر (1atm) را به عنوان شرایط استاندارد (STP) در نظر گرفته اند در این شرایط یک مول از هرگازی حجمی برابر با 22/4 Lit یا 22400 ml را اشغال می کند.

برخی ویژگی های چند نمونه گاز

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 (Lit)	۵/۶	۵/۶	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
جرم (g)	۰/۵۰	۵/۰	۲۲/۰	۱۶/۰	۴/۰

نکته : مطابق داده های جدول فوق در شرایط استاندارد STP حجم یک نمونه گاز رابطهٔ مستقیم با شمار مول های گاز دارد و ارتباطی با جرم گاز و تک یا چند اتمی بودن آن ندارد.

قانون آووگادرو : در دما و فشار یکسان ، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.

مثال : حجم 7 گرم گاز نیتروژن در شرایط STP چند برابر حجم $3/01 \times 10^{22}$ مولکول گاز کربن دی اکسید در همین شرایط است؟

($N_2 = 28\ g.mol^{-1}$) (از آنجا که دما و فشار برای هر دو گاز یکسان است نسبت حجم آن ها با نسبت مول آن ها برابر است.)

$$n_{CO_2} = 3/01 \times 10^{22} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{6/02 \times 10^{23}} = \frac{1}{20}\ mol\ CO_2$$

$$\frac{V_{N_2}}{V_{CO_2}} = \frac{n_{N_2}}{n_{CO_2}} = \frac{\frac{7}{28}}{\frac{1}{20}} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{20}} = 5$$

نکته : برای تعیین چگالی گازها در شرایط STP کافیست جرم مولی را بر حجم مولی گاز را بر حجم مولی (۲۲/۴ لیتر) تقسیم می کنیم.

مثال : چگالی گازهای متان (CH_4) و اکسیژن (O_2) را در شرایط STP بدست آورید؟ ($CH_4 = 16\ g.mol^{-1}$ و $O_2 = 32\ g.mol^{-1}$)

$$d = \frac{M}{22/4} \Rightarrow d_{O_2} = \frac{32}{22/4} = 1/42\ g.l^{-1} \quad \text{و} \quad d_{CH_4} = \frac{16}{22/4} = 0/71\ g.l^{-1}$$

سوال : هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس میکشد و هر بار ۰/۵ لیتر هوا به ریه ها وارد می شود.

آ) در یک شبانه روز چند لیتر هوا و چند لیتر اکسیژن وارد شش ها می شود؟

$$L_{\text{هوا}} = 24\ h \times \frac{60\ min}{1\ h} \times \frac{12(\text{تنفس})}{1\ min} \times \frac{0/5\ L}{1(\text{تنفس})} = 8640\ L\ \text{هوا}$$

ب) چند مول اکسیژن در یک شبانه روز وارد شش ها می شود؟ (شرایط را STP فرض کنید.)

$$?\ mol\ O_2 = 8640\ L\ \text{هوا} \times \frac{0/21\ L\ O_2}{1\ L\ \text{هوا}} \times \frac{1\ mol\ O_2}{22/4\ L} = 81\ mol\ O_2$$

روابط استوکیومتری در گازها :

تعریف : استوکیومتری واکنش : به بخشی از دانش شیمی که به ارتباط کمّی میان مواد شرکت کننده (واکنش دهنده ها و فراورده ها) در هر واکنش می پردازد ، استوکیومتری واکنش می گویند. دانشی که کمک می کند تا شیمی دان ها و مهندسان در آزمایشگاه و صنعت با بهره گیری از آن ، مشخص کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده به چه مقدار از هر واکنش دهنده نیاز است .

ضریب استوکیومتری : به هر یک از ضرایب مواد شرکت کننده در یک معادلهٔ **موازنه** شده ، **ضریب استوکیومتری** می گویند.

واکنش گازها در صنعت ، اهمیت و کاربرد های بسیاری دارد به طوری که هر یک از فرایند های تهیهٔ سولفوریک اسید(H_2SO_4) و نیتریک اسید(HNO_3) شامل چندین واکنش گازی متوالی است. یکی از این واکنش ها ، تبدیل گاز SO_2 به SO_3 است.

$$2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\,SO_{3(g)} \qquad SO_{3\,(g)} + H_2O_{\,(l)} \rightarrow H_2SO_{4\,(aq)}$$

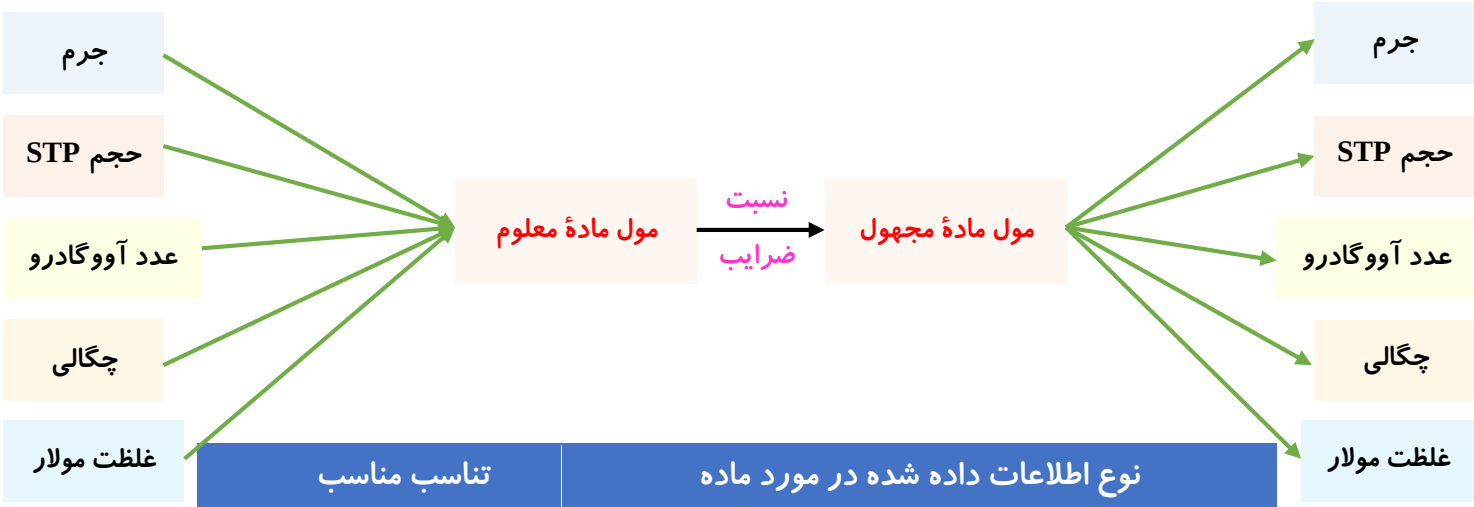
در معادلهٔ **موازنه** شدهٔ این واکنش ، **دو** مول گاز **گوگرد دی اکسید** با **یک** مول گاز **اکسیژن** واکنش می دهد و **دو** مول گاز **گوگرد تری اکسید** تولید می شود ؛ با این توصیف می توان گفت نسبت مولی **اکسیژن** مصرف شده به **گوگرد تری اکسید** تولید شده ، **۱** به **۲** است؛ به دیگر سخن نسبت های کمّی روبرو برقرار است :

$$\frac{2\ mol\ SO_3}{1\ mol\ O_2} \quad \text{و} \quad \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ SO_3}$$

به هریک از این نسبت ها یک عامل (کسر) تبدیل می گویند که می توان با استفاده از آن ها **شمار مول** های هر مادهٔ شرکت کننده در واکنش را از **شمار مول های** دیگری به دست آورد.

از طریق نمودارهای زیر می توانیم توسط اطلاعات داده شده در مسئله استفاده و نموده و مقادیر خواسته شده را بدست می آوریم:

اطلاعات خواسته شده : **اطلاعات داده شده :**



نوع اطلاعات داده شده در مورد ماده	تناسب مناسب
تعداد مول	$\frac{\text{تعداد مول}}{\text{ضریب مولی}}$
جرم بر حسب گرم	$\frac{\text{جرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$
حجم گاز بر حسب لیتر در شرایط STP	$\frac{\text{حجم (L)}}{22/4 \times \text{ضریب مولی}}$
حجم گاز بر حسب لیتر با چگالی d (گرم بر لیتر)	$\frac{\text{حجم (L)} \times d}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$
شمار ذرات (اتم ، مولکول ، یون و ...)	$\frac{\text{شمار ذره}}{N_A \times \text{ضریب مولی}}$

$$\frac{\text{تعداد مول}}{\text{ضریب مولی}} = \frac{\text{جرم (g)}}{\text{مولی جرم} \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{شمار ذره}}{N_A \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{حجم (L)}}{22/4 \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{حجم (L)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$$

A) اگر تعداد مول مصرف شده یا تولید شدهٔ یکی از مواد ، معلوم باشد، تعداد مول مواد دیگر را می توان به روش های زیر بدست آورد:

A_1) استفاده از عامل (کسر) های تبدیل (روش خطی) : (مادهٔ مجهول).....mol = (مادهٔ معلوم).....mol × ضریب مولی مادهٔ مجهول / ضریب مولی مادهٔ معلوم

A_2) روش تناسب : در این روش تناسبی به شکل زیر تشکیل می دهیم و به جای مجهول نماد X را قرار می دهیم.

$$\frac{\text{تعداد مول مادهٔ مجهول}}{\text{ضریب مولی مادهٔ مجهول}} = \frac{\text{تعداد مول مادهٔ معلوم}}{\text{ضریب مولی مادهٔ معلوم}}$$

مثال ۱: برای تهیهٔ ۸ مول گاز گوگرد تری اکسید به چند مول گاز اکسیژن نیاز است؟ $2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\,SO_{3(g)}$

1) $?mol\,O_2 = 8\,mol\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,SO_3} = 4\,mol\,O_2$ **2)** $\frac{8}{2} = \frac{X}{1} \Rightarrow X = 4\,mol\,O_2$

مثال ۲: اگر در واکنش : $N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ **مقدار ۱/۲ مول H_2 مصرف شود چند مول NH_3 تولید می شود؟**

1) $mol\,NH_3 = 1/2\,mol\,H_2 \times \frac{2\,mol\,NH_3}{3\,mol\,H_2} = 0/8\,mol\,NH_3$ **2)** $\frac{1/2}{3} = \frac{X}{2} \Rightarrow X = 0/8\,mol\,NH_3$

B) ۱) اگر جرم مصرف یا تولید شدهٔ یکی از مواد ، معلوم باشد، جرم مواد دیگر را می توان به روش های زیر بدست آورد:

B_1) استفاده از عامل (کسر) های تبدیل (روش خطی) : اگر جرم یکی از مواد داده شود و جرم مادهٔ دیگری خواسته شود از این رابطه استفاده می کنیم.

$$g\ (\text{مادهٔ معلوم}) \xrightarrow{(1)} mol\ (\text{مادهٔ معلوم}) \xrightarrow{(2)} mol\ (\text{مادهٔ مجهول}) \xrightarrow{(3)} g\ (\text{مادهٔ مجهول})$$

(1) ضرب درکسرتبدیل $\frac{1\,mol}{\text{جرم مولی مادهٔ معلوم}}$ **(2) ضرب درکسرتبدیل** $\frac{\text{ضریب مولی مادهٔ مجهول}}{\text{ضریب مولی مادهٔ معلوم}}$ **(3) ضرب درکسرتبدیل** $\frac{\text{جرم مولی مادهٔ مجهول}}{1\,mol}$

B_2) روش تناسب : در این روش تناسبی به شکل زیر تشکیل می دهیم که در آن به جای مجهول ، نماد X قرار می دهیم.

$$\frac{\text{X g (مادهٔ مجهول)}}{\text{جرم مولی مادهٔ مجهول} \times \text{ضریب مولی مادهٔ مجهول}} = \frac{\text{... g (مادهٔ معلوم)}}{\text{جرم مولی مادهٔ معلوم} \times \text{ضریب مولی مادهٔ معلوم}}$$

مثال ۱: مطابق واکنش: $N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ **برای تولید ۶/۸ گرم NH_3 چند گرم H_2 نیاز است؟** $(NH_3=17\ ,H_2=2: g.mol^{-1})$

۱) $\frac{6/8}{2\times17} = \frac{X}{3\times2} \Rightarrow X = 1/2\,g\,H_2$

۲) $?g\,H_2 = 6/8\,g\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,NH_3} \times \frac{2\,g\,H2}{1\,mol\,H_2} = 1/2\,g\,H_2$

مثال ۲: اگر ۱۵۰ گرم اتان طبق واکنش زیر بسوزد چند گرم گاز کربن دی اکسید تولید می شود؟ $(C_2H_6 = 30\ g.mol^{-1}$ و $CO_2 = 44)$

$2\,C_2H_{6\,(g)} + 7\,O_{2(g)} \rightarrow 4\,CO_{2(g)} + 6\,H_2O_{\,(g)}$

۱) $?g\,CO_2 = 150\,g\,C_2H_6 \times \frac{1\,mol\,C_2H_6}{30\,g\,C_2H_6} \times \frac{4\,mol\,CO_2}{2\,mol\,C_2H_6} \times \frac{44g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 440\,g\,CO_2$

۲) $\frac{150\,g\,C_2H_6}{30\times2} = \frac{X\,g\,CO_2}{44\times4} \Rightarrow X = 440\,g\,CO_2$

C : ۲) اگر حجم مصرف یا تولید شدهٔ یکی از مواد ، معلوم باشد، حجم موادگازی دیگر را می توان به روش های زیر بدست آورد:

C_1: برای تبدیل **حجم** در شرایط **STP** به **مول** و بر عکس از این کسرهای تبدیل استفاده می کنیم:

$$\text{حجم گازبرحسب لیتر} \times \frac{1\ mol}{22/4\ L} = \ldots mol \qquad \ldots mol \times \frac{22/4\ L}{1\ mol} = \text{حجم گازبرحسب لیتر}$$

اگر **حجم** بر حسب **میلی لیتر** باشد:

$$\text{حجم گاز برحسب میلی لیتر} \times \frac{1\ mol}{22400\ mL} = \ldots mol \qquad \ldots mol \times \frac{22400\ mL}{1\ mol} = \text{حجم گاز برحسب میلی لیتر}$$

C_2 : روش **تناسب** : در این روش تناسبی به شکل زیر تشکیل می دهیم که در آن به جای **مجهول** ، نماد **X** قرار می دهیم.

$$\frac{\ldots\ L\ (\text{مادهٔ معلوم})}{\text{ضریب مولی} \times 22/4} = \frac{X\ L\ (\text{مادهٔ مجهول})}{\text{ضریب مولی} \times 22/4}$$

مثال : با توجه به واکنش زیر، از مصرف هر مول بور اکسید ، چند لیتر گاز در شرایط **STP** تولید می شود؟(کنکور ریاضی ۹۸ خارج)

$$2\ B_2O_3(s) + 6\ Cl_2(g) \xrightarrow{\Delta} 4\ BCl_3(l) + 3\ O_2(g)$$

$$۱)\ ?\ L\ O_2 = 1\ mol\ B_2O_3 \times \frac{3\ mol\ O_2}{2\ mol\ B_2O_3} \times \frac{22/4\ L\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 33/6\ L\ O_2$$

$$۲)\ \frac{1\ mol B_2O_3}{2\ mol\ B_2O_3} = \frac{X\ L\ O_2}{3 \times 22/4} \Rightarrow X = 33/6\ L\ O_2$$

D : ۳) اگر شمار ذرات مصرف یا تولید شدهٔ یکی از مواد ، معلوم باشد، شمار ذرات مواد دیگررا می توان با روش های زیر بدست آورد:

D_1 : برای تبدیل **شمار ذرات** به **مول** و برعکس از این کسرهای تبدیل استفاده می کنیم: (**N_A** : **عدد آووگادرو**)

$$\text{شمار ذرات ماده} \times \frac{1\ mol}{N_A} = \ldots\ mol \qquad \ldots\ mol \times \frac{N_A}{1\ mol} = \text{شمار ذرات ماده}$$

D_2 : روش **تناسب** : در این روش تناسبی به شکل زیر تشکیل می دهیم که در آن به جای **مجهول** ، نماد **X** قرار می دهیم.

$$\frac{\text{شمار ذرات مادهٔ معلوم}}{\text{ضریب مولی} \times N_A} = \frac{\text{شمار ذرات مادهٔ مجهول } (X)}{\text{ضریب مولی} \times N_A}$$

مثال ۱ : اگر $12/04 \times 10^{23}$ مولکول پروپان طبق معادلهٔ روبرو بسوزد. $1\ C_3H_8\ (g) + 5\ O_2\ (g) \rightarrow 3\ CO_2\ (g) + 4\ H_2O\ (g)$

الف) چند مولکول (O_2) مصرف می شود؟ ب) چند لیتر گاز **CO_2** در شرایط **STP** تولید می شود؟ پ) چندگرم **H_2O** تولید می شود؟

$$\text{الف .۱) ؟ مولکول اکسیژن} = 12/04 \times 10^{23}_{\text{مولکول پروپان}} \times \frac{1\ mol_{\text{پروپان}}}{6/02 \times 10^{23}_{\text{مولکول پروپان}}} \times \frac{5\ mol\ O_2}{1\ mol_{\text{پروپان}}} \times \frac{6/02 \times 10^{23}_{O_2}}{1\ mol\ O_2} = 6/02 \times 10^{24}_{\text{مولکول اکسیژن}}$$

$$\text{الف .۲)}\ \frac{12/04 \times 10^{23}}{1 \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{X}{5 \times 6/02 \times 10^{23}} \Rightarrow X = 6/02 \times 10^{24}\ \text{مولکول اکسیژن}$$

$$\text{ب .۱)}\ ?L\ CO_2 = 12/04 \times 10^{23}_{\text{مولکول پروپان}} \times \frac{1\ mol_{\text{پروپان}}}{6/02 \times 10^{23}_{\text{مولکول پروپان}}} \times \frac{3\ mol\ CO_2}{1\ mol_{\text{پروپان}}} \times \frac{22/4\ L\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = 134/4\ L\ CO_2$$

$$\text{ب .۲)}\ \frac{12/04 \times 10^{23}}{1 \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{X}{3 \times 22/4} \Rightarrow X = 134/4\ L\ CO_2$$

$$H_2O = 18\ g.mol^{-1} \qquad \text{پ .۱)}\ ?g\ H_2O = 12/04 \times 10^{23} \times \frac{1\ mol\ \text{پروپان}}{6/02 \times 10^{23}} \times \frac{4\ mol\ H_2O}{1\ mol\ \text{پروپان}} \times \frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 144\ g\ H_2O$$

$$\text{پ .۲)}\ \frac{12/04 \times 10^{23}}{1 \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{X}{4 \times 18} \Rightarrow X = 144\ g\ H_2O$$

تعریف اکسایش : به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است ، واکنش اکسایش می گویند.

مثال۲ : معادلهٔ واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن به صورت زیر است: ($O_2=32\ g.mol^{-1}$)

$C_6H_{12}O_6\ (aq) + 6O_2\ (g) \rightarrow 6\ CO_2\ (g) + 6\ H_2O\ (l)$ + 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؟

۱) $?\ mol\ O_2 = 2/5\ mol_{\text{گلوکز}} \times \frac{6\ mol\ O_2}{1\ mol\ \text{گلوکز}} = 15\ mol\ O_2$

۲) $\frac{2/5\ mol_{\text{گلوکز}}}{1} = \frac{X}{6} \Rightarrow X = 15\ mol\ O_2$

ب) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند لیتر گاز اکسیژن در STP است؟

$?\ L\ O_2 = 15\ mol\ O_2 \times \frac{22/4\ L\ O_2}{mol\ O_2} = 336\ L\ O_2$

پ) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند گرم اکسیژن است؟

$?\ g\ O_2 = 15\ mol\ O_2 \times \frac{32\ g\ O_2}{mol\ O_2} = 480\ g\ O_2$

ت) از اکسایش ۲/۵ مول گلوکز چند گرم آب تولید می شود؟ ($H = 1 , O = 16\ g.mol^{-1}$)

۱) $?g H_2O = 2/5\ mol_{\text{گلوکز}} \times \frac{6\ mol\ \text{آب}}{1\ mol\ \text{گلوکز}} \times \frac{18\ g\ \text{آب}}{1\ mol\ \text{آب}} = 270\ g\ \text{آب}$

۲) $\frac{2/5\ mol\ \text{گلوکز}}{1} = \frac{X}{6 \times 18} \Rightarrow X = 270\ g\ \text{آب}$

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

۱) $?L\ CO_2 = 2/5\ mol_{\text{گلوکز}} \times \frac{6\ mol\ CO_2}{1\ mol\ \text{گلوکز}} \times \frac{22/4\ L\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = 336\ L\ CO_2$

۲) $\frac{2/5\ mol\ \text{گلوکز}}{1} = \frac{X}{6 \times 22/4} \Rightarrow X = 336\ L\ CO_2$

E: ۴) اگر حجم و چگالی گازی در شرایط غیر STP معلوم باشد می توان شمار مول، شمارذرات ، جرم مواد و... را می توان با روش زیر بدست آورد. E_1 برای تبدیل حجم گازها در شرایط غیر STP با استفاده از چگالی به مول و برعکس از این کسرهای تبدیل استفاده می کنیم:

$...mol = ...\ L\ (\text{گاز}) \times \text{چگالی}\ (g.L^{-1}) \times \frac{1\ mol}{\text{جرم مولی}}$

$...\ L\ (\text{گاز}) = ...mol \times \frac{\text{جرم مولی}}{1\ mol} \times \frac{1}{\text{چگالی}\ (g.L^{-1})}$

E_2 : $\frac{\text{حجم}\ (L) \times d}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$

مثال : با مصرف ۶ لیتر گاز هیدروژن با چگالی ۰/۴ گرم بر لیتر چند گرم آمونیاک تولید می شود؟ ($H=1$ و $N= 14\ g.mol^{-1}$)

$N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

۱) $?\ g\ NH_3 = 6\ L\ H_2 \times \frac{0/4\ g\ H_2}{1\ L\ H_2} \times \frac{1\ mol\ H_2}{2\ g\ H_2} \times \frac{2\ mol\ NH_3}{3\ mol\ H_2} \times \frac{17\ g\ NH_3}{1\ mol\ NH_3} = 13/6\ g\ NH_3$

۲) $\frac{6 \times 0/4}{3 \times 2} = \frac{X}{2 \times 17} \Rightarrow X = 13/6\ g\ NH_3$

F: ۵) اگر غلظت مولار و حجم محلولی معلوم باشد با استفاده از رابطهٔ زیر می توان شمار مول های آن را بدست آورد:

برای تبدیل غلظت مولار به مول و برعکس از این رابطه استفاده می کنیم: (رابطهٔ غلظت مولار : $M = \frac{mol}{V}$) (حجم : V)

$...mol = M \times V$

مثال: در ۰/۵ لیتر محلول $0/4\ mol.L^{-1}$ سدیم هیدروکسید (NaOH) چند مول و چند گرم از این ماده وجود دارد؟

($Na = 23$ و $O = 16$ و $H = 1$:$g.mol^{-1}$)

$mol\ NaOH = 0/4 \times 0/5 = 0/2\ mol\ NaOH$

$g\ NaOH = 0/2\ mol\ NaOH \times \frac{40\ g\ NaOH}{1\ mol\ NaOH} = 8\ g\ NaOH$

@JOZVE_WORLD

ویژگی ها و کاربردهای گاز نیتروژن :

۱. در دورهٔ دوم و گروه ۱۵ جدول دوره ای قرار دارد.

۲. فراوان ترین جزء سازندهٔ هوا کره بوده که در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش ناپذیر است.(فعالیت کمی دارد.)

دلیل فعالیت کمتر آن در مقابل اکسیژن پیوند قدرتمند سه گانه بین دو اتم N در N_2 است.

۳. بسته بندی مواد خوراکی برای افزایش زمان ماندگاری مواد خوراکی

۴. برای نگهداری نمونه های بیولوژیک در پزشکی استفاده می شود.

۵. برای پرکردن تایر خودروها

۶. در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی بکار می رود.

۷. به جوّ بی اثر شهرت یافته و در محیط هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می کنند.

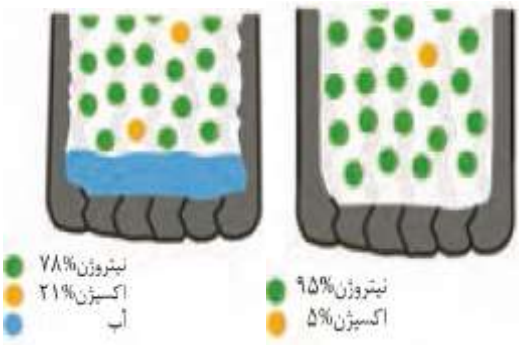
۸. در صنعت برای تولید آمونیاک از آن استفاده می شود. کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن دار را به خاک می افزایند. یکی از این کودها ، آمونیاک است که به طور مستقیم به خاک تزریق می شود.

مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید، منفجر می شود و آب تولید می کند.

$$2\,H_2\,(g) + O_2\,(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} 2\,H_2O\,(l)$$

اما در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه ، هیچ واکنشی رخ نمی دهد.

$$H_2\,(g) + N_2\,(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} \text{واکنشی رخ نمی دهد}$$



سوال : برای پر کردن و تنظیم باد تایر خودرو به جای هوا مطابق شکل رو به رو از گاز نیتروژن استفاده می کنند. توضیح دهید استفاده از این گاز به جای هوا چه فایده ای دارد؟

درهوا بخار آب وجود دارد که با کاهش دما درزمستان مایع شده و یخ می زند و خوردگی تایر راسرعت می بخشد. حضور اکسیژن و رطوبت در داخل تایر می تواند باعث اکسایش (زنگ زدن) اجزای فلزی شود. گاز O_2 راحت تر از گاز N_2 از تایر خارج شده باید در زمان های کوتاه تری تنظیم باد تایرها را انجام داد. چگالی کمتر N_2 باعث کاهش مصرف سوخت می شود. به علت همگن سازی سامانه از نظر انرژی (چون ظرفیت گرمایی با N_2 یکسان می شود) طول عمرتایر بیشتر می شود.

برخی مزایای استفاده از نیتروژن به جای هوای فشرده باد تایر عبارتند از :

۱. کاهش دمای درحال حرکت تایر
۲. بهبود کیفیت رانندگی
۳. افزایش عمر تایر
۴. ایجاد فشار ثابت تر در تایر برای مدت طولانی تر
۵. کاهش میزان افت فشار
۶. عدم واکنش با تایر و لبهٔ مواد فلزی

همچنین تنظیم باد تایر خودرو یکی از عوامل مهم در نگهداری خودرو است. میزان فشار باد درون تایر خودرو تاثیر مستقیم روی مصرف سوخت ، نرمی حرکت خودرو ، ترمز گیری مطمئن تر ، فرمان پذیری بهتر و کشش بالاتر خودرو دارد.

تولید آمونیاک به روش هابر:

با وجود واکنش پذیری ناچیز نیتروژن امروزه در صنعت مواد گوناگونی از آن تهیه می کنند، آمونیاک یکی از مهم ترین این مواد است.

در سال1918میلادی دانشمندی به نام فریتس هابر توانست از واکنش گازهای نیتروژن(N_2) و هیدروژن(H_2) آمونیاک (NH_3) تولیدکند.

$$3H_2\,(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2\,NH_3\,(g)$$

☆بزرگ ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود، به طوری که:

☆این واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی شود.

☆چالش دیگر نیز چگونگی جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش است.

شرایط بهینهٔ ارائه شده توسط هابر برای تولید آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن :

۱. فشار 200 atm ۲. دمای 450 °C یا (723 k) ۳. استفاده از ورقهٔ آهنی به عنوان کاتالیزگر

با انجام واکنش ، در شرایط بهینه مقدار قابل توجهی آمونیاک تولید می شود؛ اما همهٔ واکنش دهنده ها به فراورده تبدیل نخواهد شد ؛ زیرا این واکنش برگشت پذیر است. با این توصیف در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد.

سوال : چگونه می توان فراوردهٔ واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد؟

مطابق شکل و جدول زیر ، هابر با بررسی نقطه جوش مواد موجود در ظرف واکنش توانست با سرد کردن مخلوط گازی ، آمونیاک را زودتر از دو گاز دیگر به حالت مایع تبدیل کرده و با خروج آن از ظرف واکنش میزان بازدهی تولید آمونیاک را افزایش دهد.

ماده	نقطه جوش(°C)
H_2	- ۲۵۳
N_2	- ۱۹۶
NH_3	- ۳۳

نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

مقایسهٔ نقطه جوش گازهای مختلف در فرایند هابر : $H_2 < N_2 < NH_3$ رمز: آمنه

تمرین های دوره ای :

۱) در هریک از واکنش های زیر نخست نام مواد شرکت کننده را بنویسید و سپس آن را موازنه کنید.

آ) $Si + Cl_2 \rightarrow SiCl_4$ $Si + 2\,Cl_2 \rightarrow SiCl_4$ سیلیسیم تترا کلرید→ کلر + سیلیسیم

ب) $H_2S + O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$ $2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$ آب + گوگرد دی اکسید → اکسیژن + دی هیدروژن سولفید

پ) $Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + Fe$ $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$ آهن + آلومینیم اکسید → آهن(III) اکسید + آلومینیم

ت) $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$ $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ آب +نیتروژن مونو اکسید → اکسیژن + آمونیاک

ث) $CaCl_2 + NaF \rightarrow NaCl + CaF_2$ $CaCl_2 + 2NaF \rightarrow 2NaCl + CaF_2$ کلسیم فلوئورید+سدیم کلرید→سدیم فلوئورید+کلسیم کلرید

---

۲)معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش تولید آمونیاک به صورت مقابل است : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3\,(g)}$

آ) برای تهیهٔ ۴۲/۵ کیلوگرم آمونیاک به چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟($NH_3 = 17\ g.mol^{-1}$)

۱) $?\,mol\,H_2 = 42/5\,Kg\,NH3 \times \frac{1000g\,NH_3}{1\,Kg\,NH_3} \times \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,NH_3} = 3750\,mol\,H_2$

۲) $\frac{42/5 \times 1000}{2 \times 17} = \frac{X}{3} \Rightarrow X = 3750\,mol\,H_2$

ب) برای تولید ۳۳۶۰ لیتر آمونیاک در STP به چندگرم گاز هیدروژن و چندگرم گاز نیتروژن نیاز است؟($N_2=28\ g.mol^{-1}$ و $H_2=2$)

$a_1)\ ?g\,H_2 = 3360\,L\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{22/4\,L\,NN_3} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,NH_3} \times \frac{2\,g\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 450\,g\,H_2$

$b_1)\ ?g\,N_2 = 3360\,L\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{22/4\,L\,NN_3} \times \frac{1\,mol\,N_2}{2\,mol\,NH_3} \times \frac{28\,g\,N_2}{1\,mol\,N_2} = 2100\,g\,N_2$

$a_2)\ \frac{3360}{2 \times 22/4} = \frac{X}{3 \times 2} \Rightarrow X = 450\,g\,H_2$ $b_2)\ \frac{3360}{2 \times 22/4} = \frac{X}{1 \times 28} \Rightarrow X = 2100\,g\,N_2$

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

$$2\ C_{57}H_{110}O_6\ (s) + 163\ O_2\ (g) \rightarrow 114\ CO_2\ (g) + 110\ H_2O\ (l)$$

جرم آب تولید شده از اکسایش یک کیلوگرم چربی را حساب کنید؟ ($C= 12\ g.mol^{-1}$ و $H= 1$ و $O= 16$)

$$1\ mol\ C_{57}H_{110}O_6 = (57 \times 12) + (110 \times 1) + (6 \times 16) = 890\ g$$

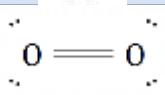
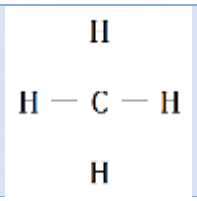
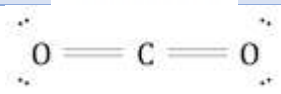
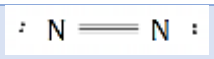
$$1\ mol\ H2O = (2 \times 1) + (1 \times 16) = 18\ g$$

$$۱)\ ?\ g\ H2O = 1\ Kg\ \text{چربی} \times \frac{1000\ g\ \text{چربی}}{1\ Kg\ \text{چربی}} \times \frac{1\ mol\ \text{چربی}}{890\ g\ \text{چربی}} \times \frac{110\ mol\ H_2O}{2\ mol\ \text{چربی}} \times \frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 1112/36\ g\ H_2O$$

$$۲)\ \frac{1 \times 1000}{2 \times 890} = \frac{X}{110 \times 18} \Rightarrow X = 1112/36\ g\ H_2O$$

---

۴. آ) جدول زیر را کامل کنید.

نام گاز	نماد یا فرمول شیمیایی	میزان واکنش پذیری در دما و فشار اتاق	آرایش الکترون ـ نقطه ای	قیمت هر لیتر (ریال)	آلاینده یا غیرآلاینده
آرگون	Ar	ندارد		192	غیرآلاینده
اکسیژن	O_2	دارد		35	غیرآلاینده
متان	CH_4	ناچیز		3	آلاینده
کربن دی اکسید	CO_2	ناچیز		13	آلاینده
نیتروژن	N_2	خیلی ناچیز		71	غیرآلاینده

ب) استفاده از کدام گاز در بسته بندی خوراکی مناسب تر است؟ چرا؟

گاز نیتروژن زیرا فراوان ترین و در دسترس ترین گاز بوده و واکنش پذیری بسیار کمی در شرایط عادی دارد.

---

۵) گاز شهری به طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به صورت ناقص می سوزد و بخار آب، کربن مونوکسید، نور و گرما تولید می کند.

آ) معادلهٔ واکنش سوختن ناقص متان را بنویسید و موازنه کنید؟

$$CH_4(g) + O_2(g) \rightarrow CO\ (g) + H_2O(g) \quad \Rightarrow \quad 2\ CH_4(g) + 3\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO\ (g) + 4\ H_2O(g) + \text{نور و گرما}$$

ب) حجم گاز CO حاصل از سوختن ناقص ۴۸ گرم متان در STP چند لیتر است؟ ($C=12\ g.mol^{-1}$ و $H= 1$)

$$1\ mol\ CH_4 = (1 \times 12) + (4 \times 1) = 16\ g$$

$$۱)\ L\ CO = 48\ g\ CH_4 \times \frac{1\ mol\ CH_4}{16\ g\ CH_4} \times \frac{2\ mol\ CO}{2\ mol\ CH_4} \times \frac{22/4\ L\ CO}{1\ mol\ CO} = 67/2\ L\ CO$$

$$۲)\ \frac{48}{2 \times 16} = \frac{X}{2 \times 22/4} \Rightarrow X = 67/2\ L\ CO$$

---

۶) در برخی کشورها از اتانول (C_2H_5OH)به عنوان سوخت سبز به جای سوخت های فسیلی استفاده می شود.

آ) معادلهٔ واکنش سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنه کنید.

$$C_2H_5OH\ (l) + O_2\ (g) \rightarrow 2\ CO_2\ (g) + H_2O\ (l) \quad \Rightarrow \quad C_2H_5OH\ (l) + 3\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (l)$$

ب) استفاده از اتانول به جای سوخت های فسیلی چه اثری بر میزان آلاینده هایی دارد که به هواکره وارد می شود؟ توضیح دهید.

اتانول یک ترکیب آلی اکسیژن دار است که شمار اتم های کربن موجود در هر مولکول آن به مراتب کم تر از هیدروکربن های سازنده گازوییل و بنزین است ، از سوی دیگر به دلیل وجود اکسیژن در ساختار آن ، O_2 کمتری برای سوختن کامل مصرف می کند.

---

۷) جدول زیر داده هایی را درباره خودروهای یک کشور توسعه یافته نشان می دهد.

برچسب آلایندگی خودرو	گسترهٔ انتشار گاز کربن دی اکسید (گرم) به ازای طی یک کیلومتر
A	کمتر از ۱۲۰
B	۱۲۰ـ۱۴۰
C	۱۴۰ـ۱۵۵
D	۱۵۵ ـ ۱۷۰
E	۱۷۰ـ ۱۹۰
F	۱۹۰ـ ۲۲۵
G	بیشتر از ۲۲۵

آ) نوعی خودرو در این کشور به ازای طی یک کیلومتر، ۱۰۵ گرم گاز کربن دی اکسید منتشرمی کند.برچسب این خودرو را تعیین کنید. A

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

خودرو A (با انتشار $120\ g\ CO_2$):

$$?Kg\ CO2 = 18000\ Km \times \frac{120\ g\ CO_2}{1\ Km} \times \frac{1\ Kg\ CO_2}{1000\ g\ CO_2} = 2160\ Kg\ CO_2$$

خودرو B (با میانگین انتشار $130\ g\ CO_2$):

$$?Kg\ CO2 = 18000\ Km \times \frac{130\ g\ CO_2}{1\ Km} \times \frac{1\ Kg\ CO_2}{1000\ g\ CO_2} = 2340\ Kg\ CO_2$$

خودرو C (با میانگین انتشار $147/5\ g\ CO_2$):

$$?Kg\ CO2 = 18000\ Km \times \frac{147/5\ g\ CO_2}{1\ Km} \times \frac{1\ Kg\ CO_2}{1000\ g\ CO_2} = 2655\ Kg\ CO_2$$

خودرو D (با میانگین انتشار $162/5\ g\ CO_2$):

$$?Kg\ CO2 = 18000\ Km \times \frac{162/5\ g\ CO_2}{1\ Km} \times \frac{1\ Kg\ CO_2}{1000\ g\ CO_2} = 2925\ Kg\ CO_2$$

براساس چنین محاسبه ای میزان تولید CO_2 سالانه ازخودروها با برچسبE،FوgG به ترتیب ۳۲۴۰ و ۳۷۳۵ و ۴۰۵۰ کیلوگرم خواهد شد.

پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعهٔ پایدار سالانه دو نوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز کربن دی اکسید تولید شده از خودرو بستگی دارد. اگر خودروهای دارای برچسب A از پرداخت مالیات متغیر معاف باشند ، خودرو با برچسب E سالانه چند یورو مالیات می پردازد؟ (راهنمایی: هر خودرو به ازای تولید هر صد کیلوگرم CO_2 اضافی دو یورو مالیات متغیر می پردازد.)

توضیح نشان می دهد که مبنای محاسبه خودرو با برچسب A است . خودرو با برچسب E به طور میانگین به ازای هر کیلومتر $60\ g\ CO_2$ بیش تری تولید می کند.

میزان گرم کربن دی اکسید اضافی ۶۰ = ۱۲۰ – ۱۸۰

$$?\text{یورو} = 18000\ Km \times \frac{162/5\ g\ CO_2}{1\ Km} \times \frac{1\ Kg\ CO_2}{1000\ g\ CO_2} \times \frac{2\ \text{یورو}}{100\ Kg\ CO_2} = 21/6\ \text{یورو}$$

خودرو E باید : یورو ۱۲۱/۶ = ۲۱/۶ + ۱۰۰ مالیات بپردازد.

فصل سوم : آب ، آهنگ زندگی

مباحث عمده فصل : همراهان ناپیدای آب ، یون های چند اتمی ، محلول ها و غلظت آن ها ، فرایند انحلال و عوامل مؤثر بر انحلال پذیری ، نیروهای بین مولکولی و قطبیت مولکول ها

زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است ؛ به گونه ای که جرم کل آب های روی کرهٔ زمین در حدود $۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}$ تن برآورد می شود. بخش عمدهٔ این آب در اقیانوس ها و دریاها توزیع شده است ، به گونه ای که اگر کره زمین را مسطح در نظر بگیریم آب ، همهٔ سطح آن را تا ارتفاع بیش از ۲ کیلومتر(Km) می پوشاند.

آب اقیانوس ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک های گوناگون در آن حل شده است. برآوردها نشان می دهند که ۵×۱۰^{۱۶} تن انواع نمک ها در آب اقیانوس ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ کره نیز وارد آب کره می شوند. 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 اقیانوس ها خارج شوند.(به همان مقدار رسوب می کند)

کره ی زمین را می توان سامانه ای بزرگ در نظر گرفت که شامل ۴ بخش هوا کره ، آب کره ، سنگ کره و زیست کره است.

زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست و بخش های گوناگون آن با یکدیگر برهم کنش های فیزیکی و شیمیایی دارند. به عنوان مثال :

۱. سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می شود و به صورت بارش در آب کره یا سنگ کره فرود می آید.

۲. جانداران آبزی سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید را وارد هواکره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف میکنند.

۳. فعالیت های آتشفشانی سبب می شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار وارد هواکره شوند.

۴. لاشهٔ جانوران و گیاهان بر اثر واکنش های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول های کوچک تری وارد آب کره ، هواکره یا سنگ کره می شوند.

۵. جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب های کربن دار را وارد بخش های گوناگون کرهٔ زمین می کنند.

آب دریا بخار می شود — بارش — مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار

آب کره ⟵ هواکره ⟵ آب کره و سنگ کره

سنگ کره ⟵ هواکره

۱ــ در مورد مواد موجود در آب دریا به پرسش های زیر پاسخ دهید:

آ) چند نمونه از این مواد را نام ببرید.

اکسیژن ، سدیم کلرید ($NaCl$) ، منیزیم کلرید ($MgCl_2$) ، کلسیم برمید ($CaBr_2$) و ... از جمله مواد حل شده در آب دریاها هستند.

ب) این مواد از کجا می آیند؟ توضیح دهید.

اکسیژن از هواکره اما دیگر مواد محلول در آب ، در مسیر رودها و رودخانه ها (از سنگ کره) تا رسیدن به دریا در آب حل می شوند ، گاهی برخی مواد از فاضلاب های خانگی و صنعتی نیز همراه آن ها وارد آب دریا می شود. موجودات زنده در دریا نیز خود تولید کننده این مواد هستند.(زیست کره)

۲ــ این عبارت را که «زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست» توضیح دهید.

این جمله نشان می دهد که در زمین پیوسته مواد شیمیایی گوناگون در یک چرخهٔ طبیعی در میان هواکره ، سنگ کره ، زیست کره و آب کره جابه جا می شوند ، این جابه جایی دائمی مواد ، نشانه ی پویایی زمین از دیدگاه شیمیایی است.

۳ــ در جدول زیر نام، نماد شیمیایی و مقدار برخی یون های 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^-
میلی گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

آ) کاتیون وآنیون عنصرهای کدام گروه های جدول دوره ای در آب دریا وجود دارند؟ کاتیون های گروه های ۱ و ۲ و آنیون های گروه ۱۷

ب) مقدار کدام آنیون و کاتیون در آب دریا از دیگر مواد حل شده در آب بیشتر است؟

بیشترین مقدار یون موجود در آب دریا مربوط به آنیون کلرید (Cl^-) و بیشترین کاتیون مربوط به یون سدیم (Na^+) است.

مقایسهٔ مقدار کاتیون ها و آنیون های حل شده در آب دریا :

$$Cl^- > Na^+ > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+ > CO_3^{2-} > Br^-$$

در آنیون های چند اتمی مقدار آنیون سولفات (SO_4^{2-}) حل شده در آب بیشتر از آنیون کربنات (CO_3^{2-}) است. $SO_4^{2-} > CO_3^{2-}$

پ) وجود انواع یون ها در آب دریا به دلیل انحلال نمک های گوناگون در آن است.

سدیم کلرید : $NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

منیزیم برمید : $MgBr_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+}_{(aq)} + 2\,Br^-_{(aq)}$

پتاسیم سولفات : $K_2SO_{4\,(s)} \xrightarrow{H_2O} 2\,K^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)}$

نام و فرمول چند ترکیب شیمیایی دوتایی را بنویسید که انحلال آن ها باعث ورود یون های کلرید و سدیم در آب دریا می شود.

$NaBr$ ، $NaCl$ ، $MgCl_2$ ، KCl ، $CaCl_2$

۴ــ اگرچه ۷۵ درصد سطح زمین را آب پوشانده است ، اما ۵۰ درصد جمعیت جهان از کم آبی رنج می برند و ۶۶ درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه رو خواهند شد. با توجه به شکل صفحه بعد دلیل کمبود آب برای مردم جهان را توضیح دهید.

آب شیرین در دسترس ما درصد بسیار کمی از آب های موجود در جهان را تشکیل می دهد این ویژگی مصداق « آب مایعی کمیاب در عین فراوانی » است.

منابع آب در سیارهٔ زمین به شکل زیر است :

منابع آب کره به دو دسته تقسیم می شود:

۱) اقیانوس ها (٪ ۹۷/۲)

۲) غیر اقیانوسی (٪ ۲/۸)

- a) کوه های یخ (٪ ۲/۱۵)
- b) آب های زیر زمینی (چشمه ها)
- C) نهرها و جوی ها
- d) آب شیرین و آب شور دریاها و

٪ ۰/۶۵

دریاچه ها ، رطوبت خاک و بخار آب هوا

مقایسهٔ مقدار آب های غیر اقیانوسی :

آب شیرین و آب شور دریاها و دریاچه ها ،رطوبت خاک و بخار آب هوا>نهرها و جوی ها>آب های زیر زمینی(چشمه ها)>کوه های یخ

نکته : بیشتر آب های روی زمین شور است و نمی توان از آن ها در کشاورزی ، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد.

نکته : تهیهٔ آب شیرین و آشامیدنی ، همچنین آب قابل استفاده در کشاورزی ، صنعت و دیگر حوزه ها یکی از چالش های اساسی در سطح جهان است.

نکته : آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است ، زیرا هنگام تشکیل برف و باران ، تقریبا همهٔ مواد حل شده در آب از آن جدا می شود.

این فرایند، الگویی برای تهیهٔ آب خالص است. فرایندی که تقطیر نام دارد و فراوردهٔ آن آب مقطر است.

نکته : اقیانوس ها ، دریاها، دریاچه ها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون ، تولید فراورده های پروتئینی، مواد و وسایل تزیینی، تهیهٔ داروهای گوناگون و ... هستند.

همراهان ناپیدای آب:

دریاها مخلوطی همگن از انواع یون ها و مولکول ها در آب هستند. نوع و مقدار مواد حل شده در دریاها با یکدیگر تفاوت دارند، زیرا آب هایی که به دریاها می ریزند در مسیر خود از زمین هایی گذر می کنند که مواد شیمیایی گوناگون دارند.

اغلب چشمه ها، قنات ها و رودخانه ها، آبی زلال و شفاف و ناخالص دارند که شیرین ، گوارا و آشامیدنی است.

شناسایی یون ها در محلول آبی :

نکته : به طور کلی اگر دو یون معین(کاتیون و آنیون) در محلول آبی با یکدیگر ترکیب شده و رسوب ایجاد کنند می توان از آن دو یون برای شناسایی یکدیگر استفاده کرد.

۱) شناسایی یون کلرید (Cl^-) توسط یون نقره (Ag^+) :

محلولی از نمک طعام ($NaCl$) و نقره نیترات ($AgNO_3$) در آب خالص تهیه می کنیم.(هر دو محلول بی رنگ هستند.) با افزودن چند قطره از محلول نقره نیترات به محلول نمک طعام ، رسوب سفید رنگی تشکیل می شود که به دلیل تشکیل نقره کلرید ($AgCl$) است.

$$AgNO_{3\,(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow NaNO_{3\,(aq)} + AgCl_{(S)}$$

---

۲) شناسایی یون کلسیم (Ca^{2+}) توسط یون فسفات(PO_4^{3-}) :

محلولی از سدیم فسفات (Na_3PO_4) و کلسیم کلرید($CaCl_2$) در آب خالص تهیه می کنیم. (هر دو محلول بی رنگ هستند.) با افزودن چند قطره از محلول سدیم فسفات به محلول کلسیم کلرید ، رسوب سفید رنگی تشکیل می شود که به دلیل تشکیل رسوب کلسیم فسفات $Ca_3(PO_4)_2$ است.

$$2\,Na_3PO_{4\,(aq)} + 3\,CaCl_{2\,(aq)} \rightarrow 6\,NaCl_{(aq)} + Ca_3(PO_4)_{2\,(s)}$$

---

۳) شناسایی یون باریم (Ba^{2+}) توسط یون سولفات (SO_4^{2-}) :

محلولی از باریم کلرید ($BaCl_2$) و سدیم سولفات (Na_2SO_4) در آب خالص تهیه می کنیم. .(هر دو محلول بی رنگ هستند.) با افزودن چند قطره از محلول باریم کلرید به محلول سدیم سولفات ،رسوب سفید رنگی تشکیل می شود که به دلیل تشکیل رسوب باریم سولفات $BaSO_4$ است.

$$Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2\,(aq)} \rightarrow 2\,NaCl_{(aq)} + BaSO_{4\,(S)}$$

نتیجه :

اگر به آب نقره نیترات اضافه کنیم و رسوب سفید ایجاد شود نشان از حضور یون کلرید (Cl^-) است.

اگر به آب سدیم فسفات اضافه کنیم و رسوب سفید ایجاد شود نشان از حضور یون کلسیم (Ca^{2+}) است.

اگر به آب سدیم سولفات اضافه کنیم و رسوب سفید ایجاد شود نشان از حضور یون باریم (Ba^{2+}) است.

تمرین : معادلهٔ واکنش های زیر را کامل کنید؟

$AgNO_3\,(aq) + KCl\,(aq) \rightarrow$ .....(aq) + ...(S)
$AgNO_3\,(aq) + CaCl_2\,(aq) \rightarrow$ .....(aq) + ...(S)
$BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow$.....(aq) + ...(S)
$Ca(NO_3)_2(aq) + K_3PO_4(aq) \rightarrow$ .....(aq) + ...(S)
$Ca(NO_3)_2\,(aq) + Na_3PO_4\,(aq) \rightarrow$ .....(aq) + ...(S)
$Ba(NO_3)_2\,(aq) + K_2SO_4\,(aq) \rightarrow$ .....(aq) + ...(S)

آب آشامیدنی ، مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون های گوناگون است که برخی از این یون ها به طور طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می شود. برای نمونه به آب آشامیدنی ، مقدار بسیار کم و مناسب یون فلوئورید(F^-) می افزایند زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان ها می شود.

برخی یون های موجود در آب های آشامیدنی و شیرین عبارتند از : یون کلرید (Cl^-) ، یون کلسیم (Ca^{2+})، یون منیزیم (Mg^{2+}) ، یون سدیم (Na^+) ،یون سولفات (SO_4^{2-})، یون آهن(II) (Fe^{2+})، یون نیترات (NO_3^-)و یون هیدروکسید (OH^-)

تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب ها در نوع و مقدار حل شونده های آنها است. همچنین مقدار و نوع یون های موجود در آب های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد.

یون تک اتمی و یون چند اتمی :

اگر یونی (کاتیون یا آنیون) تنها از یک اتم تشکیل شده باشد به آن یون تک اتمی گفته می شود. مانند یون کلرید (Cl^-) ، یون کلسیم (Ca^{2+})، یون منیزیم (Mg^{2+}) ، یون سدیم (Na^+) ، یون آهن(II) (Fe^{2+})

یونی که از اتصال دو یا چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده است ، یون چند اتمی نام دارد. مانند یون سولفات (SO_4^{2-})، یون نیترات (NO_3^-)و یون هیدروکسید (OH^-) و یون فسفات (PO_4^{3-}) ، پراکسید (O_2^{2-}) ، یون آمونیوم (NH_4^+)

نکته : در یون های چند اتمی بار الکتریکی یون به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به کل یون است.

نکته : درساختار یون های چند اتمی ، اتم ها با پیوند کووالانسی به هم متصل هستندو در واکنش ها به صورت یک واحد مستقل عمل می کنند.

نکته : برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات یونی چندتایی ، نخست نماد (فرمول شیمیایی) کاتیون را سمت چپ و فرمول شیمیایی آنیون را در سمت راست می نویسند. اگر بارها قابل ساده کردن بودند آن ها را ساده می کنیم با توجه به اینکه یک ترکیب یونی خنثی است ، بر این اساس شمار کاتیون ها و آنیون ها را مشخص می کنند و به صورت زیروند در سمت راست هر یون قرار می دهند.

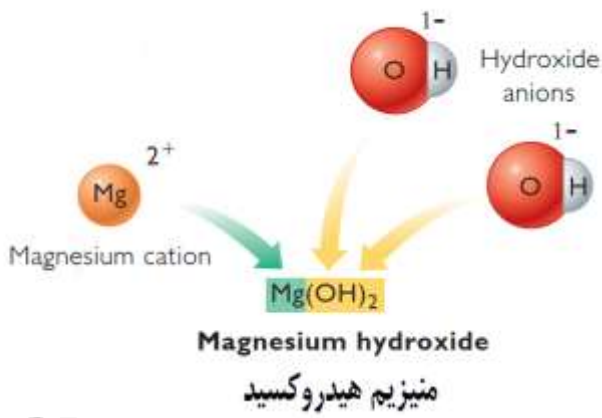
توجه : (این قسمت در فصل دوم همین جزوه آورده شده است فقط چند مثال ذکر می شود)

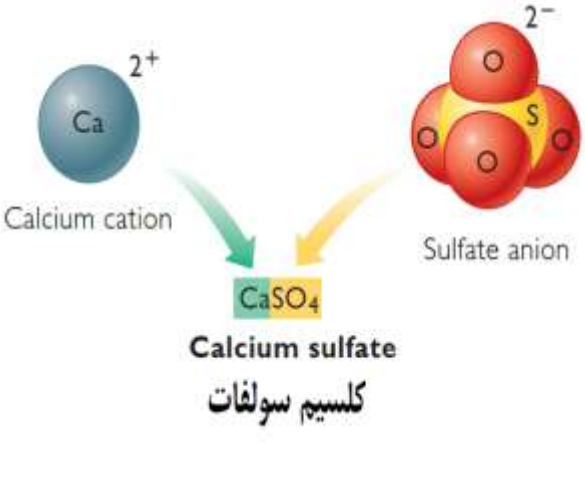
کلسیم فسفات : Ca^{2+} و PO_4^{3-} $\rightarrow Ca_3(PO_4)_2$

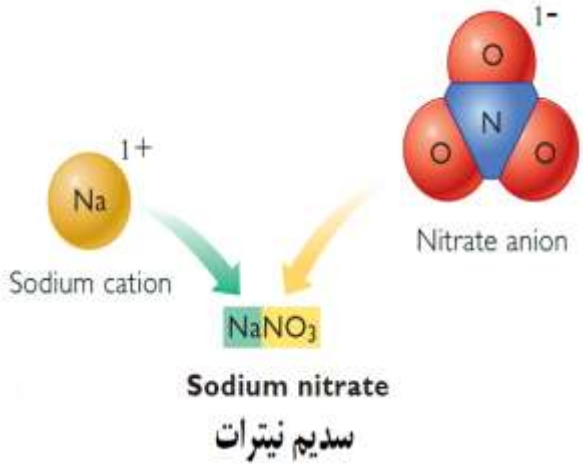
پتاسیم سولفات : K^+ و SO_4^{2-} $\rightarrow K_2SO_4$

آمونیوم نیترات : NH_4^+ و NO_3^- $\rightarrow NH_4NO_3$

آهن(II) کربنات : Fe^{2+} و CO_3^{2-} $\rightarrow FeCO_3$







تمرین : مدل فضا پرکن یون های **نیترات** و **سولفات** به ترتیب مشابه کدام یون ها می باشد؟

۱) آمونیوم – کربنات ۲) فسفات – هیدروکسید ۳) کربنات –آمونیوم ۴) هیدروکسید– فسفات

تمرین : اگر فرمول نیترید فلز اصلی M به صورت MN باشد؛ فرمول سولفات و نیترات آن کدام است؟

1) MNO_3 , MSO_4 2) MNO_3 , MSO_3 3) $M(NO_3)_3$, MSO_4 4) $M(NO_3)_3$, $M_2(SO_4)_3$

نکته : گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند S ، P ، N و ... نیاز دارند. **آمونیوم سولفات** $(NH_4)_2SO_4$ یکی از کودهای **شیمیایی** است که دو عنصر **نیتروژن** و **گوگرد** را در اختیار گیاه قرار می دهد.

نکته : بر اثر حل شدن هر واحد فرمولی از ترکیب های یونی انحلال پذیردر آب به تعداد یون های سازندهٔ آن ، درآب یون ایجاد می شود.

مثال : از حل شدن هر یک از ترکیب های زیر در آب چند مول یون تولید می شود؟

به ازای انحلال ۱ مول آمونیوم سولفات در آب ۳ مول یون تولید می شود. $(NH_4)_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2\,NH_{4\,(aq)}^{+} + SO_{4\,(aq)}^{2-}$

به ازای انحلال ۱ مول سدیم نیترات در آب ۲ مول یون تولید می شود. $NaNO_3 \xrightarrow{H_2O} Na_{(aq)}^{+} + NO_{3\,(aq)}^{-}$

تمرین : هر واحد فرمولی زیر شامل چند یون است؟

آلومینیوم سولفات..... کلسیم کربنات..... آهن(III)هیدروکسید ..... سدیم کربنات.....

برخی ترکیب های یونی در آب حل نمی شوند مانند : نقره کلرید ($AgCl$) ، باریم سولفات ($BaSO_4$) ، کلسیم فسفات ($Ca_3(PO_4)_2$)

تمرین : نام کدام یک از ترکیب های زیر، درست است؟

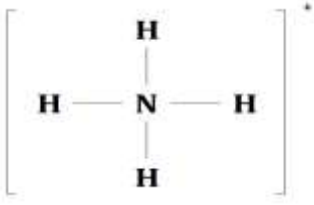
فرمول شیمیایی	a) $CaCO_3$	b) $AlPO_4$	c) $Cr_2(SO_4)_3$	d) NH_4NO_3	e) Fe_2O_3	f) $Cu(OH)_2$
نام ترکیب	کلسیم (II)کربنات	آلومینیوم فسفات	کروم(III)سولفات	آمونیوم نیترات	آهن اکسید	مس هیدروکسید

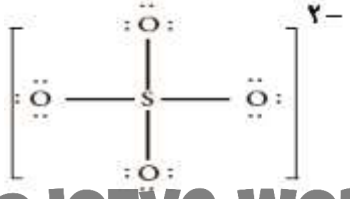
۱) f ، e ، b ۲) f ، c ، a ۳) b ، c ، d ۴) e ، d ، a

تمرین : در واکنش آلومینیوم هیدروکسید با سولفوریک اسید (H_2SO_4) که به تولید آلومینیوم سولفات و آب می انجامد ؛ مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ موازنه شدهٔ آن ، کدام است؟

1) 7 2) 19 3) 11 4) 12

ساختار لوویس یون های چند اتمی: (قواعد رسم ساختار لوویس در فصل دوم آورده شده است فقط چند ساختار را رسم می کنیم.)





دسته بندی مواد :

یکی از انواع دسته بندی برای مواد در حالت های فیزیکی مختلف به صورت زیر است :

ماده :
- ۱) خالص
  - a) عنصر
  - b) ترکیب
- ۲) ناخالص
  - a) مخلوط همگن
  - b) مخلوط ناهمگن

۱) مواد خالص : ماده ای که تنها از یک جزء تشکیل شده و شامل دو دسته می باشد:

a) مواد خالص عنصری (تنها شامل یک نوع اتم می باشند مانند : P_4 ، O_3 ، H_2 ، He و ...)

b) مواد خالص به صورت ترکیب (شامل بیش از یک نوع اتم می باشند مانند : H_2O ، $C_6H_{12}O_6$ ، Al_2O_3 و ...)

۲) مواد ناخالص (مخلوط) : در ساختار آن ها بیش از یک نوع ماده دیده می شود و شامل دو دسته می باشد :

a) مخلوط همگن (محلول) که مواد در آن به صورت یکنواخت در هم توزیع شده اند. مانند محلول آب و اتانول

b) مخلوط ناهمگن که مواد تشکیل دهندهٔ آن به صورت غیر یکنواخت در هم توزیع شده اند و خواص فیزیکی و شیمیایی آن ها در سرتاسر مخلوط یکسان نمی باشد. مانند آجیل یا شربت خاکشیر

محلول و مقدار حل شونده ها :

محلول ، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده بوده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

مثلا در محلول آبی ضد یخ (آب و اتیلن گلیکول) حالت فیزیکی در سرتاسر آن مایع و ترکیب شیمیایی مانند رنگ ، غلظت ، چگالی ، بو ، مزه و... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

نکته : هر محلول از دو بخش حلال و حل شونده تشکیل شده است. (بخش حلال فقط یک ماده است ولی بخش حل شونده می تواند یک یا بیش از یک ماده باشد مانند محلول آب و نمک طعام و شکر که در آن آب حلال و نمک طعام و شکر حل شونده می باشند.)

نکته : حلال جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل می کند و شمار مول های آن بیشتر است.

نکته : با حل شدن حل شونده در حلال ، حالت فیزیکی حلال حفظ می شود در حالی که حل شونده ممکن است حالت فیزیکی خود را از دست بدهد. به عبارت دیگر حالت فیزیکی محلول وابسته به حلال آن است نه حل شوندهٔ آن. چند مثال را در جدول زیر مشاهده می کنید.

مثال	حالت فیزیکی حل شونده	حالت فیزیکی حلال	حالت فیزیکی محلول
محلول شکر درآب یا نمک درآب	جامد	مایع	مایع
نوشابه (محلول CO_2 در آب)	گاز	مایع	مایع
محلول الکل در آب	مایع	مایع	مایع
هوا	گاز	گاز	گاز
آلیاژها (مانند سکه)	جامد	جامد	جامد

چند محلول مهم و کاربرد آن ها :

۱) هوای پاکی که تنفس می کنیم ، محلولی از گازهاست در این محلول گاز نیتروژن(N_2) نقش حلال و سایر گازها نقش حل شونده را دارند.

۲) سرم فیزیولوژی محلول نمک در آب است.

۳) ضد یخ ، محلول اتیلن گلیکول در آب است. (اتیلن گلیکول) یک الکل دو عاملی با فرمول $C_2H_6O_2$ است.)

۴) گلاب مخلوطی همگن از چند مادهٔ آلی در آب است.

۵) چای هم یک محلول است.

۶) آب دریاها یک محلول است که نمک های زیادی درآن ها حل شده است هر چه غلظت این نمک ها بیشتر باشد آب آن ها شورتراست.

نکته : خواص محلول ها به خواص حلال ، حل شونده و مقدار هر یک از آنها بستگی دارد. دانستن اینکه چه مقدار حل شونده در یک محلول وجود دارد ، می تواند به درک خواص ، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

انواع محلول ها بر اساس مقدار حل شونده :

۱) محلول رقیق : محلولی که در آن مقدار حل شونده در واحد حجم کم است مانند سرم فیزیولوژیک

۲) محلول غلیظ : محلولی که مقدار حل شونده (ها)در آن زیاد است مانند :
- گلاب دو آتشه
- آب دریای مرده (بحرالمیت)
- آب دریاچهٔ ارومیه (از شورترین دریاچه های دنیا)

نکته : هرچه مقدار حل شونده در مقدار معینی حلال یا محلول بیشتر باشد محلول غلیظ تر است.

نکته : محلول مس (II) سولفات غلیظ به رنگ آبی پررنگ و محلول مس (II) سولفات رقیق آبی کم رنگ می باشد.

مقدار نمک های حل شده در آب دریاهای گوناگون نیز با هم تفاوت دارد برای نمونه در هر ۱۰۰ گرم از آب دریای مرده (بحرالمیت) ، حدود ۲۷ گرم حل شونده(انواع نمک ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می تواند به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچهٔ ارومیه نیز یکی از دریاچه های شور دنیاست که مقدار نمک های 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 به شمار می آید.

مقایسهٔ مقدار نمک ها در ۱۰۰ گرم آب : اقیانوس آرام (۳/۵٪) > دریای مدیترانه (۳/۹٪) > دریای سرخ (۴/۱٪) > دریای مرده (۲۷٪)

تعریف غلظت : شیمی دان ها غلظت یک محلول را مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می کنند.

نکته : مقدار حل شونده در یک محلول از مقدار بسیار کم تا مقدار بسیار زیاد متغیر است. از این رو غلظت محلول ها را به روش های گوناگون بیان می کنند.در این فصل به سه روش غلظت را بیان می کنیم.

1) قسمت در میلیون (ppm) :

این نوع غلظت برای محلول های بسیار رقیق استفاده می شود مانند:
- ۱) مقدار آلاینده های هوا
- ۲) غلظت کاتیون ها و آنیون ها در آب معدنی ، آب آشامیدنی ، آب دریا ، بدن جانداران ، بافت های گیاهی

رابطهٔ مربوط به محاسبهٔ غلظت ppm یک گونه در محلول به صورت مقابل است :

$$\text{غلظت ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

مثال:وقتی بیان می شودکه غلظت یون کلرید درمحلول برابر ۵۰۰ppm است یعنی در 10^6 گرم از محلول شامل ۵۰۰ گرم یون کلرید است.

سوال : درصورتی که ۵ کیلوگرم آب یک دریاچه شامل ۲ گرم یون برمید باشد، غلظت این یون در آب دریاچه چند ppm است؟

$$\text{ppm} = \frac{2\ \text{g}}{5 \times 10^3} \times 10^6 = 400\ \text{ppm}$$

نکته : بجز واحد گرم می توان واحدهای مختلف جرمی مانند میلی گرم ، کیلوگرم و ... نیز در رابطهٔ ppm در نظر گرفت. فقط باید توجه کنیم که یکای انتخاب شده برای صورت و مخرج یکی باشد زیرا پاسخ نهایی به دست آمده فاقد یکا است.

نکته : در محلول های آبی رقیق که چگالی محلول با چگالی آب ($1\ \text{g.mL}^{-1}$) تقریبا برابر فرض می شـــود و غلظت ppm معادل میلی گرم حل شونده در یک لیتر محلول در نظر گرفته می شود.

$$\text{غلظت ppm} = \frac{\text{g حل شونده}}{\text{g محلول}} \times 10^6 = \frac{\text{mg حل شونده}}{\text{mg محلول}} \times 10^6 = \frac{\text{mg حل شونده}}{\text{L محلول}} = \frac{\text{mg حل شونده}}{\text{Kg محلول}}$$

تمرین : در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم ۲۰۰ گرم ، ۰/۰۵ میلی گرم یون فلوئورید وجود دارد. غلظت یون F^- در این نمونه چند ppm است؟

$$\text{ppm} = \frac{5 \times 10^{-5}\text{g}}{200\ \text{g}} \times 10^6 = 0/25\ \text{ppm}$$

تمرین : غلظت یون کلسیم در آب دریا ۴۰۰ppm است در ۵ کیلوگرم آب دریا چند گرم یون کلسیم وجود دارد؟

$$400 = \frac{X}{5 \times 10^3} \times 10^6 \Rightarrow X = 2\ \text{g}$$

تمرین : ۱۰۰ گرم محلول ۲۰۰ppm سدیم هیدروکسید شامل چند مول سدیم هیدروکسید است؟ ($\text{NaOH} = 40\ \text{g.mol}^{-1}$)

راه اول :

$$200 = \frac{X}{100} \times 10^6 \Rightarrow X = 0/02\ \text{g NaOH}$$

$$0/02\ \text{g NaOH} \times \frac{1\ \text{mol NaOH}}{40\ \text{g NaOH}} = 5 \times 10^{-4}\ \text{mol NaOH}$$

راه دوم : $100\ g \times \frac{200\ g\ NaOH}{10^6\ g} \times \frac{1\ mol\ NaOH}{40\ g\ NaOH} = 5 \times 10^{-4}\ mol\ NaOH$

تمرین : مقدار اکسیژن در یک نمونه آب ppm ۴ است. مشخص کنید در ۲۰ لیتر آب چند مول گاز اکسیژن (O_2) وجود دارد؟

$(d\ H_2O = 1\ g.ml^{-1}$ و $O_2 = 32\ g.mol^{-1})$

$20 \times 10^3\ mL \times \frac{1\ g}{1\ mL} \times \frac{4\ g\ O_2}{10^6\ g} \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} = 0/25 \times 10^{-2}\ mol\ O_2$

تمرین : در هر ۱۰۰۰ گرم آب دریای مرده ۱۷۵/۵ گرم نمک طعام وجود دارد مقدار نمک طعام در این آب چند ppm است؟

$$ppm = \frac{175/5\ g}{1000\ g} \times 10^6 = 175/5 \times 10^3 = 1/755 \times 10^5\ ppm$$

---

۲) درصد جرمی : درصد جرمی محلول ، جرم مادهٔ حل شونده را در ۱۰۰ گرم محلول نشان می دهد.

رابطه درصدجرمی به صورت مقابل است : (جرم محلول = جرم حلال + جرم حل شونده) $\text{درصد جرمی محلول} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$

نکته : درصد جرمی را با نماد ٪W/W نشان می دهند که هم ارز با شمار قسمت های حل شونده در ۱۰۰ قسمت از محلول است.

نکته : درصد جرمی همانند ppm فاقد یکا بوده و یکای انتخاب شده برای صورت و مخرج در رابطه آن باید یکسان باشند.

نکته : رابطهٔ درصد جرمی با ppm در غلظت های بسیار کم برابر است با : ($ppm = \text{درصد جرمی} \times 10^4$)

اگر چند محلول با درصد جرمی مختلف و حل شونده یکسان را با هم مخلوط کنیم درصد جرمی محلول نهایی برابر است با :

$$\frac{(\text{جرم محلول اول} \times \text{درصد جرمی محلول اول}) + (\text{جرم محلول دوم} \times \text{درصد جرمی محلول دوم}) + \dots}{\text{جرم محلول اول} + \text{جرم محلول دوم} + \dots}$$

مثال : الف) برای تهیه ۵۰ گرم محلول ۱۶ درصد جرمی پتاسیم کلرید به چند گرم حل شونده و چند گرم حلال نیاز است؟

ب) اگر بخواهیم ۴۰۰ گرم از این محلول تهیه کنیم به چند گرم حل شونده نیاز داریم؟

الف) $16 = \frac{X}{50} \Rightarrow X = 8\ g$ جرم حل شونده جرم حلال $8 + Y = 50 \Rightarrow Y = 42\ g$

ب) روش اول : $\frac{\text{حل شونده } 8\ g}{\text{محلول } 50\ g} = \frac{\text{حل شونده } X\ g}{\text{محلول } 400\ g} \Rightarrow X = 64\ g$ حل شونده

روش دوم : حل شونده ؟ g = محلول 400 g $\times \frac{\text{حل شونده } 8\ g}{\text{محلول } 50\ g}$ = حل شونده 64 g

---

بر روی ظرف حاوی محلول شست و شوی دهان عبارت « محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ درصد » نوشته شده است. معنی این عبارت را توضیح دهید.

این جمله نشان می دهد که از هر ۱۰۰ گرم محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ گرم آن NaCl و ۹۹/۱ گرم باقی مانده آب (حلال) است.

۱- جدول زیر غلظت برخی یون ها را در یک نمونه از آب دریا نشان می دهد، آن را کامل کنید.

نام یون	نماد یون	میلی گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	غلظت یون	
			%W/W	ppm
یون کلرید	Cl^-	۱۹۰۰۰	۱/۹	۱۹۰۰۰
یون سدیم	Na^+	۱۰۵۰۰	۱/۰۵	۱۰۵۰۰
یون سولفات	SO_4^{2-}	۲۶۵۵	۰/۲۶۵۵	۲۶۵۵
یون منیزیم	Mg^{2+}	۱۳۵۰	۰/۱۳۵۰	۱۳۵۰
یون کلسیم	Ca^{2+}	۴۰۰	۰/۰۴۰۰	۴۰۰
یون پتاسیم	K^{2+}	۳۸۰	۰/۰۳۸۰	۳۸۰

۲- جرم کل آب های زمین در حدود $1/5 \times 10^{18}$ تن است. اگر مقدار نمک های حل شده در این آب ها برابر با ۳/۵ درصد باشد، حساب کنید چند تن از انواع نمک در آن ها وجود دارد؟

$$\text{جرم حل شونده } 5/25 \times 10^{16} \text{ Ton} = \frac{\text{حل شونده } X \text{ Ton}}{\text{محلول } 15 \times 10^{18} \text{ Ton}} \times 100 = 3/5$$

۳- با توجه به شکل ، درصد جرمی قند موجود در هر یک از نوشابه های گازدار را تعیین کنید.

۲۹g ۱۰۸g

$$\text{درصد جرمی قند (نوشابه بزرگ)} = \frac{108}{1500} \times 100 = 7/2\ \%$$

$$\text{درصد جرمی قند (نوشابه کوچک)} = \frac{29}{330} \times 100 = 8/787\ \%$$

تمرین : اگر در ۱۵۰ گرم آب ، ۳۰ گرم شکر و ۲۰ گرم نمک طعام حل کنیم ، درصد جرمی شکر و نمک در محلول حاصل چقدر است؟

$$\text{درصد جرمی شکر} = \frac{\text{شکر } 30\ g}{\text{محلول } (150+30+20)\ g} \times 100 = 15$$

$$\text{درصد جرمی نمک طعام} = \frac{\text{نمک } 20\ g}{\text{محلول } (150+30+20)\ g} \times 100 = 10$$

تمرین : اگر ۰/۰۲ ٪ جرمی از جرم آب دریاچه ای به جرم یون کلرید مربوط باشد ، غلظت یون کلرید در آب این دریاچه چند ppm است؟

$$ppm = 0/02 \times 10^4 = 200\ ppm$$

استخراج مواد شیمیایی از آب دریاها :

دریا یکی از نعمت های خدادادی است که منبعی سرشار از مواد شیمیایی است. در آب دریا در حدود ۵×۱۰^{۱۶} تن (Ton) از انواع مواد گوناگون وجود دارد. گرمای شدید ، سبب تبخیر آب دریاچه ها و دریاها شده ، در نتیجه بلورهای جامد زیبایی تشکیل می شود. بلورهایی که شامل انواع نمک ها هستند.

روش های استخراج مواد شیمیایی :
- ۱) روش های فیزیکی (در حوضچه هایی آب تبخیر می شود و بلور نمک ها بر جای می ماند)
- ۲) روش های شیمیایی

سالانه میلیون ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می شود.

تعریف تبلور : جداسازی حل شونده از محلول به شکل بلورهای جامد را تبلور می نامند.

کاربردهای نمک خوراکی در زندگی روزانه و صنایع گوناگون :

۱) تهیهٔ گاز کلر ، فلز سدیم ، سود سوزآور (NaOH) و گاز هیدروژن (بیشترین مقدار)

۲) ذوب کردن یخ در جاده ها

۳) فراوری گوشت ، تهیهٔ کنسرو تن ، تهیهٔ خمیر کاغذ ، پارچه ، رنگ ، پلاستیک و صنعت نفت

۴) تولید سدیم کربنات (Na_2CO_3)

۵) تغذیهٔ جانوران

۶) تولید مواد شیمیایی دیگر

۷) مصارف خانگی

کاربردهای منیزیم : فلز منیزیم مادهٔ ارزشمند است که در تهیهٔ آلیاژها ، شربت معده و ... کاربرد دارد.

نکته : 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 به صورت ماده جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_2$) رسوب می دهند. ← سپس آن را به منیزیم کلرید($MgCl_2$) تبدیل می کنند. ← در پایان با استفاده از جریان برق ، منیزیم کلرید مذاب ($MgCl_{2\,(aq)}$) را به عنصرهای سازندهٔ آن تجزیه می کنند.

$$Mg(OH)_{2(S)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2\,(aq)} + 2\,H_2O_{(l)} \qquad MgCl_{2\,(aq)} \xrightarrow{\text{گرما}} MgCl_{2\,(S)} \xrightarrow{\text{گرما}} MgCl_{2\,(l)} \xrightarrow{\text{جریان برق}} Mg_{(l)} + Cl_{2\,(g)}$$

۳) غلظت مولی (مولار) :

غلظت بسیاری از محلول ها در صنعت ، پزشکی ، داروسازی ، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی(%W/W) بیان می شود ، برای نمونه سرکهٔ خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می شود ، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید ($CH_3COOH_{(aq)}$) در آب است. همچنین محلول غلیظ نیتریک اسید ($HNO_{3\,(aq)}$) در صنعت با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید و بسته به کاربرد آن ، به محلول های رقیق تر تبدیل می شود.

سوال : تهیهٔ محلول ها به حالت مایع، با درصد جرمی معین کار آسانی نیست تجربه نشان می دهد که اندازه گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه ، آسان تر از جرم آن است. چرا؟

پاسخ : زیرا وسایل اندازه گیری حجم متنوع تر ، در دسترس تر ، ساده تر و ارزان تر هستند و نیاز به تنظیم مجدد ندارند.

هنگام بیماری ، توازن غلظت برخی گونه ها در خون به هم می خورد. از این رو انجام آزمایش های پزشکی و تعیین غلظت گونه های موجود در خون و دیگر محلول های بدن از ضروری ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

تعریف غلظت مولی یا مولار : بیانگر مقدار مول مادهٔ حل شونده در یک لیتر از محلول است و یکای آن مول بر لیتر ($mol.L^{-1}$ یا $\frac{mol}{L}$) است.

$$\text{غلظت مولی : } M = \frac{\text{مول های حل شونده}}{\text{حجم محلول}} = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)}$$

حاصل ضرب غلظت مولی (M) در حجم محلول (V) برحسب لیتر ، برابر تعداد مول های مادهٔ حل شده است.

$$n(mol) = M \times V$$

غلظت مولار پرکاربردترین روش بیان غلظت است زیرا :

۱) اندازه گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه از اندازه گیری جرم آن راحت تر است.

۲) شیمی دان ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می کنند در واقع مبنای محاسبه های کمّی در شیمی ، مول است.

محلول یک مولار سدیم هیدروکسید($NaOH_{(aq)}$) نشان می دهد که در هر لیتر از این محلول ، 1mol 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.

---

۱) شکل زیر دو محلول از یک نوع حل شونده را در آب نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.

آ) کدام کمیت در این محلول ها یکسان است؟ حجم محلول

ب) کدام کمیت در این محلول ها متفاوت است؟ شمار ذره ها یا مول های حل شونده

پ) اگر هر ذرهٔ حل شونده در شکل هم ارز با ۰/۰۰۱ مول باشد ، نسبت مول های حل شونده به حجم محلول (برحسب لیتر) را برای هریک از دو محلول به دست آورید.

$$M_1 = \frac{n_1}{V} = \frac{10 \times (0/001)\ mol}{0/05\ L} = 0/2\ mol.\ L^{-1}$$

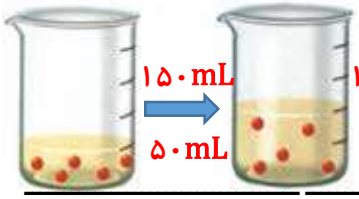
$$M_2 = \frac{n_2}{V} = \frac{5 \times (0/001)\ mol}{0/05\ L} = 0/1\ mol.\ L^{-1}$$

ت) براساس غلظت مولی محاسبه شده ، کدام محلول رقیق تر است؟ چرا؟

محلول شماره ۲ با غلظت مولی $0/1\ mol.L^{-1}$ رقیق تر از محلول شماره ۱ با غلظت مولی $0/2\ mol.L^{-1}$ است.

۲- با توجه به شکل ، هریک از جمله های زیر را با خط زدن واژه های نادرست کامل کنید.

آ) با افزودن مقداری ~~حلال~~ / حل شونده به یک محلول در حجم ثابت ، غلظت محلول ~~کاهش~~ / افزایش می یابد.



ب) آ) با افزودن مقداری حلال / ~~حل شونده~~ به یک محلول با غلظت معین ، غلظت محلول کاهش / ~~افزایش~~ می یابد.

نکته : با افزودن آب و رقیق کرن محلول یا تبخیر حجمی از آب ، تعداد مول های حل شونده تغییری نمی کند.

بنابراین :(در این رابطه یکاهای حجم یکسان است.) $M_{غلیظ} \times V_{غلیظ} = M_{رقیق} \times V_{رقیق}$

مثال : به ۲ لیتر محلول ۴ مولار سدیم هیدروکسید چند لیتر آب باید افزوده شود تا محلول ۰/۰۸ مولار سدیم هیدروکسید بدست آید؟

از آنجا که حجم محلول اولیه ۲ لیتر بوده باید ۹۸ لیتر آب به آن اضافه کنیم. $4 \times 2 = 0/08 \,.\, V \Rightarrow V = 100\ L \Rightarrow 100 - 2 = 98L$

دستگاه اندازه گیری قند خون گلوکومتر نام دارد. این دستگاه میلی گرم گلوکز($C_6H_{12}O_6$) را در هر دسی لیتر(dL) از خون نشان میدهد.

یکای اندازه گیری گلوکومتر($mg.dL^{-1}$) می باشد. ($1\ dL = 100\ mL = 0/1\ L$)

مثال : اگر گلوکومتر غلظت گلوکز در خون شخصی را $90\ mg.dL^{-1}$ خون نشان دهد. غلظت مولی گلوکز در خون این شخص چند مولار است؟($C_6H_{12}O_6 = 180\ g.mol^{-1}$)

$$n(mol) = \frac{90 \times 10^{-3}\ g}{180\ g} = 0/0005\ mol$$

$$\text{غلظت مولی : } M = \frac{0/0005\ mol}{0/1\ L} = 0/005\ mol.L^{-1}$$

رابطهٔ غلظت مولی (مولار) با درصد جرمی :

اگر درصد جرمی حل شونده در محلول a ٪ و چگالی محلول برابر d گرم بر میلی لیتر باشدغلظت مولی محلول از رابطهٔ زیر بدست می آید.

$$\text{غلظت مولی (مولار)} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی حل شونده}} = \frac{10\ a\ .\ d}{M\ (\text{جرم مولی حل شونده})}$$

مثال : اگر چگالی محلول ۱۲/۶ درصد جرمی نیتریک اسید (HNO_3) برابر ۱/۲۵ گرم بر میلی لیتر باشد ، غلظت (HNO_3) در این محلول چند مولار است؟ ($O=16\ g.mol^{-1}$ و $N=14$ و $H=1$)

$$\text{غلظت مولار : } M = \frac{10 \times 12/6 \times 1/25}{63} = 2/5\ mol.L^{-1}$$

مثال : برای تهیه ۵ لیتر محلول ۰/۰۴ مولار سدیم هیدروکسید باید چند میلی لیتر محلول ۱۰ مولار سدیم هیدروکسید را با چند میلی لیتر آب مخلوط کنیم؟

حجم محلول ۱۰ مولار $10 \times V_1 = 0/04 \times 5 \Rightarrow V_1 = 0/02\ L = 20\ mL$

$V_{آب} = (5 \times 1000)\ mL - 20\ mL = 4980\ mL$

رابطهٔ غلظت مولی (مولار) با ppm :

$$\text{غلظت مولی (مولار) : } M = \frac{\text{چگالی} \times ppm}{\text{جرم مولی حل شونده} \times 1000} = \frac{ppm\ .\ d}{\text{جرم مولی حل شونده} \times 1000}$$

مثال : غلظت محلول ۴۰۰۰ppm سدیم هیدروکسید با چگالی ۱/۲۵ گرم بر میلی لیتر چند مولار است؟($NaOH = 40\ g.mol^{-1}$)

$$M = \frac{4000 \times 1/25}{1000 \times 40} = 0/125\ mol.L^{-1}$$

@JOZVE_WORLD

تمرین : برای تهیهٔ 250mL محلول پتاسیم یدید ۰/۲ مول بر لیتر (مولار) به چند مول حل شونده نیاز است؟

$$۱)\ 0/2\ mol.L^{-1} = \frac{n\ (KI)}{0/25\ L} \Rightarrow n = 0/2\ mol.L^{-1} \times 0/25\ L = 0/05\ mol\ KI$$

$$۲)\ ?\ mol\ KI = 0/25\ L\ KI_{(aq)} \times \frac{0/2\ mol\ KI}{1\ L\ KI_{(aq)}} = 0/05\ mol\ KI$$

تمرین های مربوط به انواع غلظت :

۱- در هر مورد، کدام ماده، نقش حلال دارد؟ ($C_2H_5OH = 46$ و $H_2O = 18\ g.mol^{-1}$)

الف) ۱۸ گرم آب و ۲۳ گرم اتانول .....

ب) ۴/۵ گرم آب و ۲۳ گرم اتانول .....

پ) ۲۳ گرم آب و ۴۶ گرم اتانول.....

۲- الف) در ۵۰۰ گرم محلول ٪۲۰ جرمی شکر چند گرم شکر وجود دارد؟ $20 = \frac{X}{500\ g} \times 100 \Rightarrow X = 100\ g$

ب) در چند گرم محلول شکر با غلظت ۳۰ درصد جرمی ، مقدار ۹ گرم شکر وجود دارد؟ $30 = \frac{9\ g}{X\ g} \times 100 \Rightarrow X = 30\ g$

پ) در ۳۰۰ mL محلول شکر ، با چگالی $1/2\ g.mL^{-1}$ مقدار ۷۲ گرم شکر وجود دارد درصد جرمی شکر را محاسبه کنید؟

$$300\ mL \times 1/2\ g.mL^{-1} = 360\ g \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \frac{72\ g}{360\ g} \times 100 = 20\ \%$$

ت) در ۶۰mL محلول ۴۰ درصد جرمی سولفوریک اسید($H_2SO_4\ (aq)$) با چگالی $1/25\ g.mL^{-1}$، چند گرم از این ماده وجود دارد؟

$$60\ mL \times 1/25\ g.mL^{-1} = 75\ g \Rightarrow 40 = \frac{X\ g}{75\ g} \times 100 = 30\ g$$

ث) ۲/۵ مول آمونیوم نیترات را در ۳۰۰ گرم آب حل می کنیم درصد جرمی محلول را محاسبه کنید؟ ($NH_4NO_3 = 80\ g.mol^{-1}$)

$$2/5\ mol \times \frac{80\ g}{1\ mol} = 200\ g \Rightarrow \text{درصدجرمی} = \frac{200\ g}{(300 + 200)\ g} \times 100 = 40\ \%$$

ج) ۴۰۰mL محلول ۳۰ درصد جرمی NaOH دارای چندمول از این ماده است؟(چگالی محلول=$1/25\ g.mL^{-1}$و$NaOH=40\ g.mol^{-1}$)

$$400\ mL \times 1/25\ g.mL^{-1} = 500\ g \Rightarrow 30 = \frac{X\ g}{500\ g} \times 100 = 150\ g \Rightarrow 150\ g \times \frac{1\ mol}{40\ g} = 3/75\ mol NaOH$$

۳- ۱۶۰g محلول شکر ٪ ۲۰ جرمی را با ۴۰ گرم محلول چند درصد جرمی شکر مخلوط کنیم تا درصد جرمی محلول نهایی ٪۲۱ باشد؟

$$21 = \frac{(160 \times 20) + (40 \times X)}{(160 + 40)\ g} \Rightarrow X = 25$$

۴- غلظت محلول $CaCl_2$ در آب ، برابر با ۴۴۴ mg در لیتر است ؛ ($Cl = 35/5\ g.mol^{-1}$ و $Ca=40$)

الف) غلظت $CaCl_2$ برحسب ppm ؟ $?\ ppm = \frac{444\ mg}{1\ L} = 444\ ppm$

ب) غلظت یون کلرید برحسب ppm ؟ $?\ ppm\ Cl^- = \frac{444\ mg\ CaCl_2}{1\ L} \times \frac{2 \times 35/5\ mg\ Cl^-}{111\ mg\ CaCl_2} = 284\ ppm$

ب) غلظت یون کلسیم برحسب ppm ؟ $?\ ppm\ Ca^{2+} = \frac{444\ mg\ CaCl_2}{1\ L} \times \frac{40\ mg\ Ca^{2+}}{111\ mg\ CaCl_2} = 160\ ppm$

۵- در ۵۰۰ Kg محلول Ca^{2+} با غلظت ۱۲۰ میلی گرم بر لیتر (در محیط آبی) چند مول Ca^{2+} وجود دارد؟($Ca=40\ g.mol^{-1}$)

$$۱)\ ?mol\ Ca^{2+} = 500\ Kg \times \frac{1000\ g}{1\ Kg} \times \frac{1\ mL}{1\ g} \times \frac{1\ L}{1000\ mL} \times \frac{120\ mg}{1\ L} \times \frac{1\ g}{1000\ mg} \times \frac{1\ mol}{40\ g} = 1/5\ mol\ Ca^{2+}$$

چون چگالی تقریبا برابر1 است پس هر کیلوگرم از محلول برابر با یک لیتر است. $(1Kg = 1L)$ بنابراین:

$$۲)\ \frac{120\ mg}{1\ Kg} = \frac{X}{500\ Kg} \Rightarrow X = 60000\ mg = 60\ g\ Ca^{2+}$$

$$?mol\ Ca^{2+} = 60\ g\ mol\ Ca^{2+} \times \frac{1\ mol\ Ca^{2+}}{40\ g\ Ca^{2+}} = 1/5\ mol\ Ca^{2+}$$

۶- از واکنش کامل 800g محلول 150 ppm سدیم هیدروکسید ، در واکنش کامل با آهن(III)کلرید ، چند گرم آهن (III)هیدروکسید تشکیل می شود؟($(Fe(OH)_3 = 107 , NaOH = 40\ g.mol^{-1})$ $3\ NaOH + FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 + 3\ NaCl$

$$۱)\ 800\ g \times \frac{150\ g}{10^6\ g} \times \frac{1\ mol\ NaOH}{40\ gNaOH} \times \frac{1\ mol\ Fe(OH)_3}{3\ mol\ NaOH} \times \frac{107\ g\ Fe(OH)_3}{1\ mol\ Fe(OH)_3} = 0/107\ g\ Fe(OH)_3$$

$$۲)\ \frac{800\ g \times 150\ g}{10^6\ g \times 40\ g \times 3} = \frac{X\ g}{1 \times 107 g} \Rightarrow X = 0/107\ g$$

انحلال‌پذیری:

آیا سنگ‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

مواد بسیاری می‌توانند در حلال هایی مانند آب حل شوند ولی چگونه می‌توان میزان انحلال پذیری مواد و نمک ها را در آب مقایسه کرد.

برای مقایسه باید مواد مختلف را در شرایط یکسان و در حجم برابر آب حل کرد.

نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند اغلب سنگ های کلیه از رسوب برخی نمک های کلسیم دار در کلیه تشکیل می شوند.

عوامل ایجادکننده سنگ کلیه :۱- ژن شناختی ۲- تغذیه نامناسب ۳- کم‌تحرکی ۴- مصرف بیش از حد نمک خوراکی ۵- نوشیدن کم آب ۶- مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات ۷- اختلالات هورمونی

تعریف انحلال پذیری (قابلیت انحلال) : شیمی دان ها بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می‌شود انحلال پذیری آن ماده می‌نامند.

کلمه بیشترین نشان دهندهٔ رسیدن محلول به حالت سیرشده است ، محلولی که نمی‌تواند حل شوندهٔ بیشتری را در خود حل کند.

$$\text{انحلال پذیری } (S) = \frac{\text{جرم حل شونده بر حسب گرم}}{\text{جرم حلال بر حسب گرم}} \times 100$$

جرم محلول = جرم حلال + جرم حل شونده

مثال : اگر در دمای معینی ۲۵۰ گرم از محلول سیر شده یک نمک شامل ۵۰ گرم از آن نمک باشد. انحلال پذیری نمک در این دما برابر چند گرم است؟

$$\text{انحلال پذیری } (S) = \frac{50\ g}{(250 - 50)g} \times 100 = 25\ g\ \text{نمک}\ /100\ g\ H_2O$$

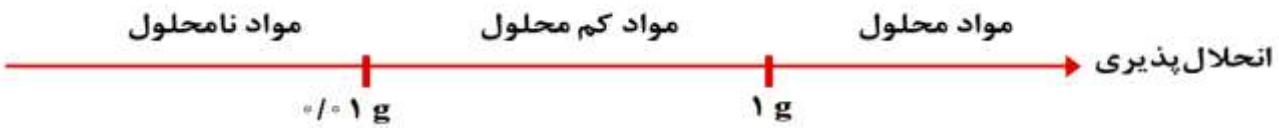
دسته‌بندی مواد جامد بر اساس انحلال پذیری در آب و دمای $25\ ^\circ C$:

۱- مواد محلول : انحلال پذیری بیشتر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم حلال دارند. مانند شکر ، سدیم نیترات و سدیم کلرید

۲ - مواد کم محلول : انحلال پذیری مابین ۰/۰۱ گرم تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم حلال دارند. مانند کلسیم سولفات

۳ - مواد نامحلول : انحلال پذیری کمتر از ۰/۰۱گرم در ۱۰۰ گرم حلال دارند. مانند کلسیم فسفات ، نقره کلرید و باریم سولفات

نکته : برخی مواد به هر نسبت در آب حل می‌شوند در واقع حد سیرشدگی ندارند یعنی نمی‌توان از آن‌ها محلول سیرشده درست کرد مانند محلول آب و اتانول یا محلول آب و استیک اسید



بررسی انحلال‌پذیری برخی مواد در آب $25\ ^\circ C$:

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری ($\frac{\text{گرم حل شونده}}{100\ g\ H_2O}$)
شکر	$C_{12}H_{22}O_{11}$	205
سدیم نیترات	$NaNO_3$	92
سدیم کلرید	$NaCl$	36
کلسیم سولفات	$CaSO_4$	0/23
کلسیم فسفات	$Ca_3(PO_4)_2$	5×10^{-4}
نقره کلرید	$AgCl$	$2/1 \times 10^{-4}$
باریم سولفات	$BaSO_4$	$1/9 \times 10^{-4}$

۱. با توجه به داده های جدول شکر ، سدیم نیترات و سدیم کلرید جزو مواد محلول در آب ($25\ ^\circ C$) هستند.

نکته تکمیلی : همه ترکیبات یونی حاوی نیترات و همه‌ی ترکیب‌های حاصل از فلزات قلیایی در آب محلول هستند.

۲ . کلسیم سولفات ، یک ماده کم محلول در آب ($25\ ^\circ C$) است

۳ . کلسیم فسفات ، نقره کلرید و باریم سولفات در آب ($25\ ^\circ C$) ، نامحلول هستند.

۴ . جدول نشان می‌دهد که در آب $(25\ ^\circ C)$ در ۱۰۰ گرم آب هر مقدار کمتر از ۳۶ گرم سدیم کلرید حل شود ، اما یک محلول سیر نشده پدید می‌آید درحالی که در این ماده حداکثر ۳۶ g سدیم کلرید می‌تواند در ۱۰۰ گرم آب حل شود تا ۱۳۶g محلول سیر شده بدست آید.

محلول ها به سه دسته تقسیم می‌شوند :

۱. محلول سیرنشده : محلولی که می‌تواند حل شونده بیشتری در خود حل کند.

۲. محلول سیرشده : محلولی که به اندازهٔ کافی حل شونده دارد و نمی تواند حل شونده بیشتری در خود حل کند.

۳. محلول فرا سیرشده : محلولی که مقدار ماده حل شونده بیشتر از مقدار انحلال پذیری آن ماده در همان دما است. محلول های فراسیرشده ناپایدار هستند و در صورت تغییر ناگهانی دما یا وارد آمدن ضربه به محلول یا افزودن حل شونده اضافی به آن ، مقدار ماده افزوده شده همراه با مقدار ماده اضافی حل شده ، ته نشین می‌شوند و محلول به حالت سیرشده باز می گردد.

نکته : مواد نامحلول به میزان بسیار کم در آب حل می‌شوند و محلول سیرشدهٔ از خود ایجاد می‌کنند.

سؤال : انحلال‌پذیری شکر ۲۰۵ g در ۱۰۰g آب $25\ ^\circ C$ است چرا شکر را به عنوان حل شونده در نظر می‌گیریم ؟

($C = 12 , H = 1 , O = 16\ g.mol^{-1}$ ، فرمول شکر : $C_{12}\ H_{22}\ O_{11}$)

پاسخ : می‌بایست مقدار مول‌های هرکدام از این مواد را به دست آورد . لذا هر ماده که مقدار مول بیشتری داشت به عنوان حلال در نظر گرفته می شود.

$$?\ mol H_2O = 100\ g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18\ g\ H_2O} = 5/55 mol\ H_2O$$

$$?\ mol\ \text{شکر} = 205\ g\ \text{شکر} \times \frac{1\ mol\ \text{شکر}}{342\ g\ \text{شکر}} = 0/6\ mol\ \text{شکر}$$

مقدار مول های های آب بیشتر از شکر است پس ، آب حلال و شکر حل شونده است.

سؤال : اگر ۱۹۰ g سدیم نیترات را در $25\ ^\circ C$ درون ۲۰۰g آب بریزیم ، پس از تشکیل محلول سیرشده :

آ) چند گرم محلول بست می‌آید؟ ب) چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می‌ماند؟

پاسخ : در دمای $25\ ^\circ C$ انحلال پذیری سدیم نیترات برابر با ۹۲g است پس حداکثر ۹۲ g از آن در ۱۰۰ g آب حل می‌شود و ۱۹۲g محلول سیرشده پدید می‌آورد در ۲۰۰ g آب ۱۸۴g سدیم نیترات حل می‌شود با این توصیف ۶ گرم سدیم نیترات جامد در ته ظرف باقی می‌ماند. (۱۹۰−۱۸۴ = ۶ g)

$$200\ g\ H_2O \times \frac{92\ g\ NaNO_3}{100\ g\ H_2O} = 184\ g\ NaNO_3 \quad \Rightarrow \quad 190\ g - 184\ g = 6\ g\ NaNO_3$$

اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب کردن برخی نمک‌های کلسیم دار در کلیه ها تشکیل می‌شوند با این توصیف :

آ) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آن‌ها کمتر است یا بیشتر ، چرا؟

چون در کلیه در افراد سالم نمک های کلسیم دار ته نشین نمی شود پس مقدار این نمک ها در ادرار این افراد از انحلال پذیری آن ها در دمای ۳۷ °C (دمای بدن) کمتر بوده و درنتیجه محلول سیرنشده است.

ب) در افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می‌شوند مقدار این نمک ها در ادرار از انحلال پذیری آن‌ها کمتر است یا بیشتر ، چرا ؟

بیشتر است چون در کلیه این افراد ، نمک‌های کلسیم دار ته نشین می‌شود ، در واقع مقدار این نمک‌ها در ادرار این افراد بیش از انحلال پذیری آن هاست و اضافی آن به صورت رسوب یا شن و در نهایت سنگ در می‌آید.

رابطه انحلال پذیری یک ماده با دما :

انحلال‌پذیری نمک‌ها به نوع نمک و دما بستگی دارد.

تأثیر دما بر میزان انحلال‌پذیری مواد یکسان نیست با توجه به اثر دما بر میزان انحلال پذیری مواد مختلف ۳ نوع انحلال خواهیم داشت :

۱- انحلال هایی که با افزایش دما میزان حلالیت افزایش می‌یابد. (گرماگیر)

۲- انحلال هایی که با افزایش دما میزان حلالیت کاهش می‌یابد. (گرماده)

۳- انحلال هایی که با افزایش دما میزان حلالیت تغییر چندانی پیدا نمی کند.

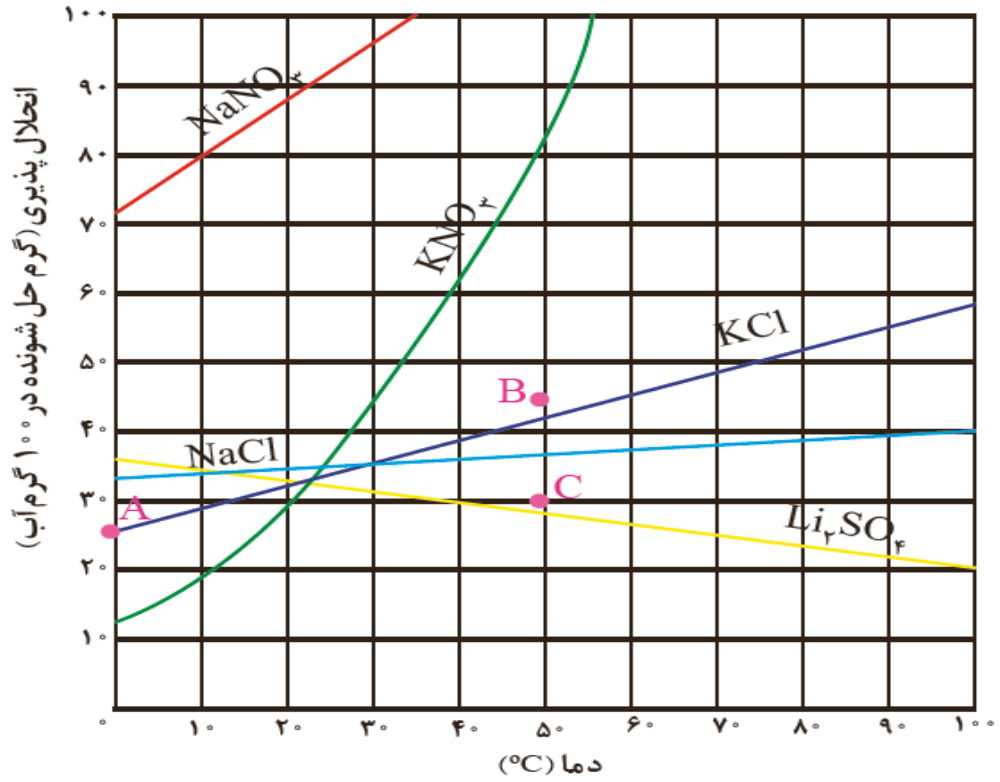
انحلال گرماگیر: در این نوع انحلال گرما را در سمت مواد اولیه نشان می‌دهیم ، مشخص است با افزایش دما واکنش به سمتی پیش می‌رود که گرمای اضافی را مصرف کند. (مطابق اصل لوشاتلیه) پس در جهت افزایش انحلال پذیری(یعنی جهت رفت) پیش می‌رود.

$$A_{(S)} + H_2O_{(l)} + q \leftrightarrows A_{(aq)}$$

انحلال گرماده : در این نوع انحلال ضمن حل شدن حل شونده در آب گرما آزاد می‌شود ، زمانی که دما را افزایش دهیم واکنش در جهتی پیش می‌رود که گرمای اضافی را مصرف کند یعنی در جهت برگشت ، در این صورت ، با کاهش انحلال‌پذیری مواجه خواهیم شد.

$$A_{(s)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows A_{(aq)} + q$$

انحلال پذیری برخی ترکیب های یونی در آب برحسب دما



نکات مربوط به نمودار :

۱. با توجه به نمودار بالا با افزایش دما انحلال پذیری اغلب نمک ها افزایش می‌یابد. اما انحلال پذیری لیتیم سولفات کاهش می یابد.

۲ . در بین نمک های موجود در نمودار $NaNO_3$ بیشترین مقدار انحلال‌پذیری را دارد.

۳ . نمودار انحلال پذیری – دما برای همه مواد خطی است اما برای KNO_3 به‌صورت منحنی می‌باشد.(نمودار به صورت خط راست نیست.)

۴ . افزایش دما بیشترین تأثیر را روی میزان انحلال پذیری KNO_3 دارد.

۵ . افزایش دما کمترین تأثیر را روی میزان انحلال‌پذیری $NaCl$ دارد.

۶ . برای نمودار KCl نقطه‌ی C نشان دهنده محلول سیرنشده و نقطه B فراسیرشده است. و نقطه A نیز محلول سیرشده KCl را نشان می‌دهد هم چنین در نقطه A دما برابر $0\ ^\circ C$ است پس نقطه A عرض از مبدأ نیز می‌باشد.

کاربردهای مهم نمودار انحلال پذیری – دما

۱ . تشخیص گرماده یا گرماگیر بودن انحلال

۲ . تشخیص نوع محلول از نظر سیرشدگی

۳ . تعیین مقدار رسوب در اثر تغییر دما

نکته : هر نقطه روی منحنی های مربوط به نمک های گوناگون محلول سیرشده از آن ماده می باشد.

نکته : نمودار انحلال‌پذیری برای هر ماده از داده های تجربی به دست می‌آید.

با توجه به نمودار صفحه قبل به پرسش ها پاسخ دهید :

آ) انحلال پذیری لیتیم سولفات در $85\ ^\circ C$ چند گرم است؟ در چه دمایی انحلال پذیری برابر با $28\ g$ است؟

انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در دمای $85\ ^\circ C$ برابر با $23\ g$ است. و طبق همین نمودار انحلال پذیری $28\ g$ مربوط به دمای $50\ ^\circ C$ است.

ب) هر یک از نقطه‌ی B و C نسبت به منحنی انحلال پذیری KCl نشان‌دهنده چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

نقطه C محلول سیرنشده است زیرا گرم جسم حل شونده کمتر از انحلال پذیری در این دماست.

نقطه B محلول فراسیرشده است زیرا گرم جسم حل شونده بیشتر از انحلال‌پذیری در این دماست.

پ) هنگامی که $133\ g$ محلول سیرشده لیتیم سولفات را از دمای $20\ ^\circ C$ تا دمای $70\ ^\circ C$ گرم می‌کنیم چه رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

منحنی انحلال پذیری لیتیم سولفات نزولی است پس با افزایش دما از $20\ ^\circ C$ به $70\ ^\circ C$ انحلال‌پذیری آن کم می‌شود و مقداری از آن رسوب می‌کند.

$133\ g - 125\ g = 8\ g$ ۸ گرم لیتیم سولفات رسوب می کند.

ت) انحلال پذیری کدام ترکیب یونی کمتر به دما وابسته است؟ چرا؟

NaCl چون با افزایش دما ، انحلال پذیری آن تغییر چندانی نکرده و شیب نمودار آن کم است.

ث) نقطه A روی نمودار انحلال پذیری KCl ، عرض از مبدأ آن نام دارد این نقطه نشان دهنده چیست؟

به محل برخورد نمودار با محور y ها عرض از مبدأ می‌گویند و میزان انحلال پذیری نمک در دمای صفر درجه سلسیوس را نشان می‌دهد.

روشی برای شناسایی انواع محلول ها (محلول سیرشده ، محلول سیر نشده و محلول فراسیرشده)

قطعه ای از بلورهای حل شونده را داخل محلول می اندازیم :

۱ . اگر بلور حل شونده کوچک تر شود پس محلول سیرنشده است.

۲ . اگر بلور حل شونده بدون تغییر و به همان مقدار اولیه باقی بماند پس محلول سیر شده است.

۳ . اگر بلور حل شونده رفته رفته بزرگ تر شود پس محلول فراسیر شده بوده که مقدار اضافی حل شونده به بلور می چسبد.

برای انحلال پذیری موادی که نمودار آن ها خطی است می توان از معادلهٔ خط استفاده کرد.

از ریاضی به یاد داریم که معادله خط به این صورت است $y = mx + b$ که در آن m برابر شیب خط و b عرض از مبدأ می باشد.

پس معادله ی انحلال پذیری نیز به این صورت خواهد بود. $s = m\theta + s^\circ$

در این رابطه S انحلال پذیری ، m شیب نمودار و θ دمای موردنظر برحسب درجه سلسیوس و S° انحلال پذیری ماده در دمای ^0C است.

شیب نمودار هم از این رابطه بدست می آید: $m = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$

S_1 : انحلال پذیری نقطه ۱ S_2 : انحلال پذیری نقطه ۲ θ_1 : دمای نقطه ۱ θ_2 : دمای نقطه ۲

مثال: معادلهٔ خط انحلال پذیری این مواد در آب را بنویسید و جداول را کامل کنید :

ماده A

θ (°C)	۱۰	۲۰	۲۸	.....
$S\left(\frac{g\ A}{100\ g\ آب}\right)$	۲۳	۳۸	.....	۶۸

ماده B

θ (°C)	۰	۲۰	۴۰	....
$S\left(\frac{g\ B}{100\ g\ آب}\right)$	۲۷	۳۵	.....	۴۷

ابتدا شیب خط را ماده A بدست می آوریم:

(۱) $S_A = m\theta + S_A^0 \Rightarrow m_A = \frac{38-23}{20-10} = 1/5$

با داشتن مقدار انحلال پذیری در یک دمای معین و هم چنین شیب خط مقدار انحلال پذیری در دمای $^\circ C$ را بدست می آوریم :

$S_{A(10^\circ C)} = 23 = 1/5 \times 10 + S^\circ \Rightarrow S^\circ = 8g$

حال با جایگذاری مقادیر شیب و عرض از مبدأ معادله خط را می نویسیم : $\Leftarrow$ $S_A = 1/5\,\theta + 8$

برای بدست آوردن مقدار ماده حل شونده A در دمای $^\circ C$ ۲۸ فقط کافی است در معادله خط مقدارهای مشخص شده را بنویسیم :

$S_{A(28^\circ C)} = 1/5 \times 28 + 8 = 50\ g$

برای بدست آوردن دمایی که ۶۸ g از ماده A در آب حل‌شده است نیز فقط کافی است در معادله خط مقدارهای مشخص شده را بنویسیم :

$68 = 1/5\theta + 8 \Rightarrow \theta = 40^\circ C$

برای ماده B ابتدا شیب خط را بدست می‌آوریم : $S_B = m\theta + S_B^\circ \Rightarrow m_B = \frac{S - S_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{35-27}{20} = 0/4$

معادله انحلال‌پذیری ماده B : $S_B = 0/4\theta + 27$

برای بدست آوردن مقدار ماده حل شونده B در دمای $^\circ C$ 40 کافی است به‌جای θ عدد 40 را قرار دهیم پس:

$S_{B(40^\circ C)} = 0/4 \times 40 + 27 = 43g$

برای بدست آوردن دمایی که ۴۷ گرم ماده B را در ۱۰۰ گرم آب حل شود مقدار ۴۷ را به جای S_B قرار می‌دهیم و معادله را حل می‌کنیم:

$47 = 0/4\theta + 27 \Rightarrow 20 = 0/4\theta \Rightarrow \theta = 50^\circ C$

مثال: معادله‌ی انحلال پذیری ماده ای در آب به صورت $S_B = 0/8\theta + 22$ است اگر ۵۱۰ g محلول سیرشدهٔ آن را از دمای $60^\circ C$ به $20^\circ C$ برسانیم چند گرم رسوب بدست می‌آید؟

ابتدا انحلال پذیری این ماده را در ۱۰۰g آب محاسبه می‌کنیم (در دماهای $60^\circ C$ و $20^\circ C$)

$S_{20^\circ C} = 0/8 \times 20 + 22 = 38g$ جرم محلول $\Rightarrow$ ۱۰۰ g حلال + ۳۸ g حل شونده = 138g

$S_{60^\circ C} = 0/8 \times 60 + 22 = 70\ g$ جرم محلول $\Rightarrow$ ۱۰۰ g حلال + ۷۰ g حل شونده = 170g

سپس جرم حل شونده در ۵۱۰ g محلول در دمای $60^\circ C$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{حل شونده} = 510\ g\ \text{محلول} \times \frac{70\ g\ \text{حل شونده}}{170\ g\ \text{محلول}} = 210\ g\ \text{حل شونده}$$

در ادامه حلال را محاسبه می‌کنیم: $510 - 210 = 300\ g$ حلال $\Rightarrow$ $X\ g$ حلال + $210\ g$ حل شونده $= 510\ g$ محلول

مقدار ماده حل شونده در g ۱۰۰ آب در دمای $20^\circ C$ برابر ۳۸ گرم بدست آمد پس در ۳۰۰ g آب مقدار ۱۱۴ g از این ماده حل می‌شود پس با محاسبه اختلاف بین ماده حل شونده در دماهای مختلف جرم رسوب بدست می‌آید.

رسوب $210g - 114g = 96g$

پیوند با ریاضی : دانش‌آموزی از منابع علمی انحلال پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای مختلف (θ) مطابق جدول روبه رو استخراج کرده است :

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

او توانست با استفاده از دادهای این جدول معادله‌ی $S = 0/8\theta + 72$ را بدست آورد.

آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟

انحلال پذیری در دمای $0\ ^\circ C$ که عرض از مبدأ را نشان می‌دهد هم چنین ۰/۸ شیب خط انحلال پذیری که از تقسیم تفاوت انحلال پذیری بر تفاوت دما قابل محاسبه است.

ب) انحلال سدیم نیترات را در $70^\circ C$ پیش‌بینی کنید؟ $S = 0/8 \times 70 + 72 = 128\ g$

۲- با توجه به جدول زیر معادله‌ای برای انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید برحسب دما بدست آورید؟

$$\text{شیب} = \frac{33-27}{20-0} = 0/3 \implies S = 0/3\theta + 27$$

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

۳- با مقایسه‌ی دو معادله بدست آمده برای سدیم نیترات و پتاسیم کلرید:

آ) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری این دو ماده را مقایسه کنید؟

$S_{NaCl} = 0/8\theta + 72$ $\qquad$ $S_{KCl} = 0/3\theta + 27$

با توجه به این دو رابطه چون شیب خط انحلال پذیری سدیم نیترات (۰/۸) از شیب خط انحلال پذیری پتاسیم کلرید (۰/۳) بیشتر است لذا اثر دما بر انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر است.

ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر از سدیم کلرید است؟

در مقایسه‌ی انحلال پذیری دو ماده در یک دما با یکدیگر هم شیب $\left(\frac{\Delta S}{\Delta \theta}\right)$ و هم عرض از مبدأ را باید در نظر گرفت. و چون در مورد سدیم نیترات هر دو عامل بزرگ تر از پتاسیم کلرید است پس در هر دمایی انحلال پذیری سدیم نیترات از پتاسیم کلرید بیشتر است.

نکات مربوط به شیب نمودار انحلال پذیری :

۱. هر چه مقدار قدر مطلق ضریب θ بیشتر باشد انحلال پذیری آن ماده وابستگی بیشتری به دما داشته و شیب نمودار در آن بیشتر است.

۲. اگر ضریب θ عددی مثبت باشد انحلال گرماگیر است و با افزایش دما مقدار ماده حل شونده بیشتر می شود.

اگر ضریب θ عدد منفی بود انحلال ماده گرماده است و با افزایش دما مقدار ماده حل شونده کمتر می شود.

رفتار آب و دیگر مولکول ها در میدان الکتریکی :

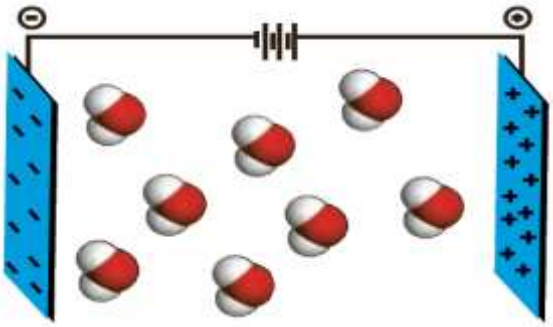
آب تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد ، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می شود. وجود و تبدیل این حالت ها به یکدیگر زندگی را در سیارهٔ آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی های گوناگون و شگفت انگیزی دارد از جمله آن ها ۱- توانایی حل کردن اغلب مواد ۲- افزایش حجم هنگام انجماد و ۳- داشتن نقطه جوش بالا و غیر عادی .

دلیل ویژگی های شگفت انگیز آب چیست؟ نوع اتم های سازنده و ساختار خمیده (V) شکل مولکول آب نقش تعیین کننده ای در خواص آن دارد. مولکول آب از دو اتم هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده است.

در این قسمت به بررسی برهم کنش ذرات حل شونده زمانی که بین مولکول های آب قرار می گیرند می پردازیم لازم است با ویژگی های مولکول آب و نیروهای بین مولکولی آن آشنا شویم.

زمانی که میلهٔ شیشه ای که بر اثر مالش با موهای خشک دارای بار الکتریکی منفی شده است را به باریکهٔ آب نزدیک می کنیم مولکول های آب را به سمت خود جذب می کند این آزمایش نشان می دهد که مولکول آب نیز باید دارای سرها (قطب های) مثبت و منفی باشند که قطب مثبت آن توسط میله شیشه ای جذب می شود.

در ساختار مولکول آب هر اتم هیدروژن با یک پیوند کووالانسی ساده (پیوندیگانه) به اتم مرکزی اکسیژن متصل است. مولکول آب یک مولکول قطبی است و در میدان الکتریکی جهت گیری می کند.



نحوهٔ جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی نشان می دهد که اکسیژن سر منفی و هیدروژن سر مثبت را تشکیل می دهد.

تعریف مولکول های قطبی : مولکول هایی که با داشتن قطب های مثبت و منفی در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند مولکول های قطبی نامیده می شود مثل مولکول آب ، مولکول اوزون و ...

تعریف مولکول های ناقطبی : مولکول هایی که در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنندمثل مولکول اکسیژن ، متان ، کربن دی اکسید و...

تشخیص مولکول های قطبی و ناقطبی :

دانستن برخی ویژگی ها و خواص به درک درست موضوعات مربوط به قطبیت کمک زیادی می کند.

خاصیت نافلزی : از دیدگاه شیمیایی ، به تمایل اتم ها برای گرفتن الکترون خاصیت نافلزی گفته می شود پس هر چه تمایل و قدرت اتم نافلز برای جذب الکترون بیشتر باشد ، خاصیت نافلزی بیشتری دارد.

نکته : در جدول تناوبی هرچه موقعیت عنصر نافلزی در سمت راست و بالای جدول قرار داشته باشد خاصیت نافلزی آن بیشتر است بر این اساس اتم فلوئور بیشترین خاصیت نافلزی را دارد.

مقایسهٔ خاصیت نافلزی برخی از عناصر : $F > O > N = Cl > Br > I = S = C > P = H$

۱. تشخیص قطبی یا ناقطبی بودن مولکول های دو اتمی

آ) اگر مولکول از دو اتم یکسان تشکیل شده باشد پیوند بین آنها ناقطبی است (زیرا توان هر دو اتم برای گرفتن الکترون برابر است) و مولکول نیز ناقطبی است مانند همه مولکول های دو اتمی جور هسته از جمله N_2 و O_2 و F_2 و Cl_2 و H_2 و ....

ب) اگر مولکول از دو اتم متفاوت تشکیل شده باشد پیوند بین آنها قطبی و مولکول نیز قطبی خواهد بود مانند همه مولکول های دو اتمی ناجور هسته از جمله HCl و NO و CO و HBr و HF و ...

در این مولکول ها اتمی که خاصیت نافلزی بیشتری دارد قطب منفی و اتمی که خاصیت نافلزی کمتری دارد قطب مثبت را تشکیل می دهد.

اگر مولکول تنها شامل یک نوع اتم باشد ناقطبی است بجز اوزون (O_3) که قطبی است مثل P_4 و S_8 و F_2 و ...

۲. تشخیص قطبی یا ناقطبی بودن مولکول های چند اتمی

آ) اگر اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی یا تک الکترون ناپیوندی داشته باشد مولکول قطبی است.

مانند O_3 ، NF_3 ، NH_3 ، NO_2 ، H_2O ، PCl_3 ، ClF_3 ، $AsBr_3$

ب) اگر اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی باشد دو حالت وجود دارد:

۱) اگر اتم های کناری اتم مرکزی یکسان باشند مولکول ناقطبی است مانند : CH_4 ، CO_2 ، CCl_4 ، SiF_4 ، SO_3 ، BCl_3 ، SF_6 و ...

۲) اگر اتم های کناری اتم مرکزی یکسان نباشند مولکول قطبی است مانند : CH_2O ، N_2O ، $COCl_2$ ، CH_2Cl_2 ، CH_3Cl و ...

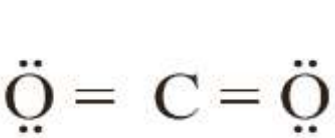
شرط اصلی قطبی بودن مولکول ، تقارن است اگر گونه ای متقارن باشند ناقطبی و اگر نامتقارن باشند قطبی خواهد بود.

راه تشخیص دیگر : ساختار لوویس مولکول را رسم می کنیم و هر پیوند را شبیه یک بردار در نظر می گیریم. اگر :

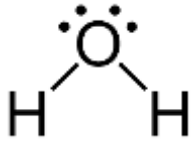
آ) برآیند بردارها برابر صفر باشد. ⇦ مولکول ناقطبی است .

ب) برآیند بردارها مخالف صفر باشد ⇦ مولکول قطبی است .

مثال : از بین مولکول های CO_2 و H_2O کدام یک قطبی و کدام یک ناقطبی است؟

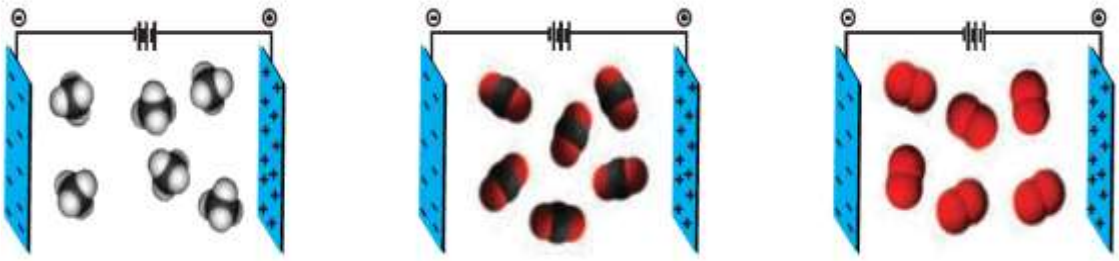


برآیند = 0 ⇦ ناقطبی



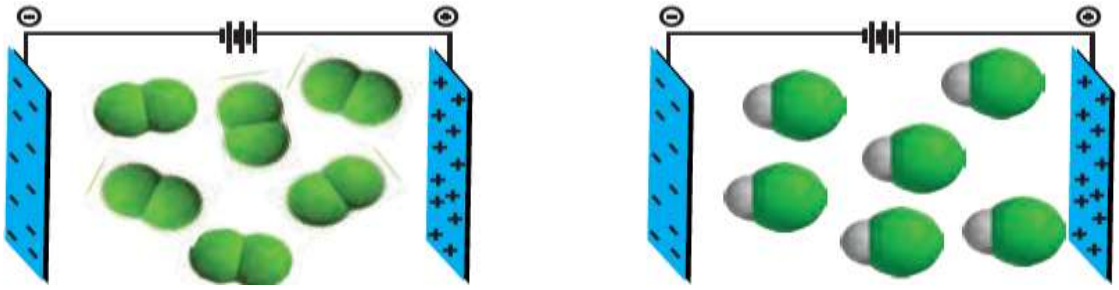
برآیند ≠ 0 ⇦ قطبی

در مقایسهٔ رفتار گازهای اکسیژن (O_2) کربن دی اکسید(CO_2) و متان (CH_4) در میدان الکتریکی متوجه می شویم که چون هر سه مولکول ناقطبی بوده و سرهایی با بار مثبت یا منفی ندارند پس در میدان الکتریکی جهت گیری نکرده و به سمت هیچ یک از قطب های مثبت یا منفی کشیده نمی شوند.



رفتار مولکول های O_2 ، CO_2 و CH_4 در میدان الکتریکی

شکل زیر مولکول های HCl و F_2 با جرم مولی نزدیک به یکدیگر را در یک میدان الکتریکی نشان می دهد.



آ) کدام یک دارای مولکول های قطبی است؟ چرا؟ HCl ، زیرا مولکول های آن در میدان الکتریکی جهت گیری کرده اند.

ب) اگر نقطهٔ جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر با 188 °C – و 85°C – باشد ، نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی تر است؟ توضیح دهید. دمای جوش HCl بالاتر از F_2 است این ویژگی نشان می دهد که برای غلبه بر نیروهای بین مولکولی در HCl و تبدیل آن از حالت مایع به بخار ، انرژی گرمایی بیشتری نسبت به F_2 نیاز است نیروهای بین مولکولی در میان مولکول های قطبی HCl قوی تر از مولکول های ناقطبی F_2 با جرم مولی مشابه بوده است.

پ) جملهٔ زیر را با خط زدن واژه های نادرست، کامل کنید.

در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه / ~~متفاوت~~ ، ماده با مولکول های قطبی / ~~ناقطبی~~ نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

جرم مولی گازهای نیتروژن(N_2) و کربن مونوکسید(CO) برابر است ، بر این اساس :

آ) پیش بینی کنید مولکول های دو اتمی کدام گاز در میدان الکتریکی جهت گیری می کند؟ چرا؟

انتظار می رود مولکول های دو اتمی CO (برخلاف N_2) در میدان الکتریکی جهت گیری نمایند ، زیرا مولکول های دو اتمی که از اتصال اتم های گوناگون (ناجور هسته) تشکیل می شوند ، در میدان الکتریکی جهت گیری کرده و قطبی هستند.

ب) کدام یک در شرایط یکسان آسان تر به مایع تبدیل می شود؟ توضیح دهید.

هر چه نیروهای بین مولکولی ماده ای قوی تر باشد آن ماده در شرایط یکسان در دمای بالاتری به جوش می آید. به دیگر سخن اگر مواد در حالت گاز باشند ، هر چه نیروهای بین مولکولی قوی تر باشند ،آسان تر به مایع تبدیل می شود با این وصف CO در شرایط یکسان ،آسان تر به مایع تبدیل می شود زیرا از مولکول های قطبی با نیروهای بین مولکولی قوی تر تشکیل شده است.

جمع بندی :

مولکول های قطبی :	مولکول های ناقطبی :
نامتقارن هستند.	متقارن هستند.
در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند.	در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند.
برآیند بردارشان مخالف صفر است.	برآیند بردارشان برابر صفر است.
گشتاور دو قطبی مخالف صفر دارند.	گشتاور دو قطبی برابر صفر دارند.

با توجه به جدول رو به رو به پرسش ها پاسخ دهید.

ویژگی / ماده	Cl_2	Br_2	I_2
حالت فیزیکی (25 °C)	گاز	مایع	جامد
جرم مولی ($g.mol^{-1}$)	71	160	254

آ) آیا مولکول های سازندهٔ این مواد در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند چرا ؟

خیر ، زیرا از مولکول های دو اتمی با اتم های یکسان (جور هسته) تشکیل شده اند. چنین مولکول هایی ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند.

ب) نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی تر است؟ توضیح دهید.

حالت فیزیکی می تواند کمیتی برای مقایسهٔ قدرت نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی در شرایط یکسان باشد با این توصیف نیروهای بین مولکولی در ید قوی تر از برم و برم هم قوی تر از کلر است.

نیروهای بین مولکولی : $I_2 > Br_2 > Cl_2$

پ) جملهٔ زیر را با خط زدن واژه های نادرست ، کامل کنید.

در مواد مولکولی با مولکول های ناقطبی ، با $\frac{\text{افزایش}}{\cancel{\text{کاهش}}}$ جرم مولی ، دمای جوش $\frac{\cancel{\text{کاهش}}}{\text{افزایش}}$ می یابد.

نیروهای بین مولکولی آب ، فراتر از انتظار

تعریف نیروهای بین مولکولی : به برهم کنش های میان مولکول های سازندهٔ یک ماده ، نیروهای بین مولکولی می گویند؛ مانند نیروهایی که ذره های سازندهٔ گاز به یکدیگر وارد می کنند یا نیروهایی که مولکول های مواد به حالت مایع و جامد را در کنار یکدیگر نگه می دارند.

نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند.گازها ، دارای مولکول های مجزا (جدا از هم) با کمترین برهم کنش ها هستند. اما برهم کنش مولکول ها در مایع ها بیشتر است و در جامدها ، برهم کنش ها میان مولکول ها می تواند به بیشترین مقدار ممکن برسد. از این رو در شرایط یکسان ، نیروهای بین مولکولی در حالت جامد قوی تر از حالت مایع و آن هم به مراتب قوی تر از حالت گازی است.

مقایسهٔ نیروهای بین مولکولی در حالت های فیزیکی مختلف : گاز < مایع < جامد

نکته : نیروهای بین مولکولی به طور عمده به ۱- میزان قطبی بودن مولکول ها و ۲- جرم مولکول ها (حجم مولکول ها) وابسته است.

اثر قطبیت مولکول : هرچه قطبیت بیشتر ⇦ نیروی بین مولکولی بیشتر ⇦ نقطهٔ جوش بیشتر

مثال : HCl و F_2 با جرم مولی نزدیک به هم دارند پس عامل جرم در اینجا تقریبا یکسان است اما به دلیل قطبی بودن HCl و ناقطبی بودن F_2 نیروی بین مولکولی و نقطهٔ جوش HCl بالاتر است و در میدان الکتریکی نیز جهت گیری می کند.

اثر جرم و حجم مولکول : هرچه جرم و حجم بیشتر ⇦ نیروی بین مولکولی بیشتر ⇦ نقطهٔ جوش بیشتر

در I_2 و Br_2 هر دو مولکول ناقطبی هستند ولی به علت جرم و حجم بیشتر I_2 این ترکیب نقطهٔ جوش بیشتری دارد.

نکته : وقتی اختلاف جرم دو ترکیب مولکولی زیاد باشد اثر جرم در افزایش نقطهٔ جوش بیشتر از اثر قطبیت مولکول است مثل نقطهٔ جوش I_2 که بیشتر از HI است.

نیروهای شیمیایی موجود بین ذرات تشکیل دهندهٔ ماده به دو دسته تقسیم می شوند :

A) نیروهای جاذبهٔ بین اتمی (به این نوع نیرو پیوند گفته می شود.)

انواع نیروهای بین اتمی :

۱- پیوند یونی (بین یک فلز و یک نافلز)

۲- پیوند کووالانسی (بین دو نافلز)

۳- پیوند فلزی (یون های مثبت فلزی و دریایی از الکترون)

B) نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی (به جز پیوندهای هیدروژنی ، به نیروهای جاذبه بین مولکولی ، نیروهای واندروالس می گویند.)

نکته : هرچه نیروی واندروالسی بین مولکول ها قوی تر باشد ، نقطهٔ ذوب و جوش ماده بیشتر خواهد بود.

انواع نیروهای بین مولکولی :

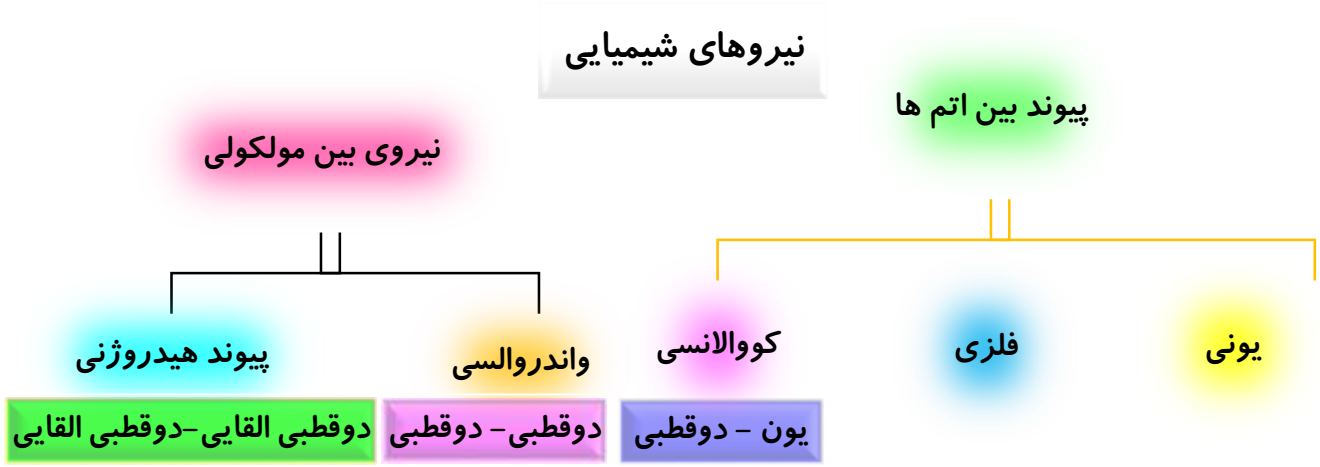
۱- پیوند هیدروژنی

۲- نیروهای واندروالسی :

آ) نیروی جاذبه بین یک یون از یک ترکیب یونی و یک مولکول قطبی که یون – دو قطبی نامیده می شود.

ب) نیروی جاذبه بین دو مولکول قطبی که دو قطبی – دو قطبی نامیده می شود.

پ) نیروی جاذبه بین دو مولکول ناقطبی که نیروی لاندن (دو قطبی القایی – دو قطبی القایی) نامیده می شود.



گشتاور دوقطبی(μ) : جهت گیری مولکول های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی مبنای اندازه گیری کمیتی به نام گشتاور دوقطبی با یکای دبای (D) است. این کمیت تجربی با افزایش میزان قطبیت مولکول ها افزایش می یابد و اثر و میزان چرخانندگی مولکول ها را نشان می دهد. در جدول زیر مقدار گشتاور دوقطبی چند مولکول را مشاهده می کنید.

ماده	اکسیژن	کربن دی اکسید	متان	آب	هیدروژن سولفید
فرمول شیمیایی	O_2	CO_2	CH_4	H_2O	H_2S
مقدار گشتاور دوقطبی	0	0	0	1/85	0/97

گشتاور دوقطبی مولکول هایی مانند CH_4 ، CO_2 ، O_2 برابر با صفر است .

نکته : گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن ها تقریبا برابرصفر است. این مولکول ها ناقطبی بوده و درمیدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند.

جدول زیر برخی ویژگی های آب را در مقایسه با هیدروژن سولفید نشان می دهد.(فشار $= 1 atm$)

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضاپرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی($g.mol^{-1}$)	حالت فیزیکی(۲۵°C)	نقطهٔ جوش(°C)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

مقایسه ویژگی های مولکول آب و هیدروژن سولفید ما را با نیروهای بین مولکولی قوی در بین مولکول های آب آشنا می کند .

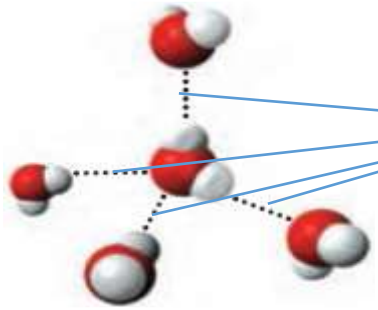
آب و هیدروژن سولفید هردو دارای مولکول های خمیده و قطبی هستند ، مولکول آب دارای جرم مولی $18\ g/mol$ و هیدروژن سولفید دارای جرم مولی $34\ g/mol$ است. اما آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید ، دمای جوش غیرعادی و بالاتری

نسبت به آن دارد به طوری که تفاوتی برابر با ۱۶۰ °C را نشان می دهد.گشتاور دوقطبی مولکول های H_2S و H_2O به ترتیب برابر با ۰/۹۷D و ۱/ ۸۵ D است. این کمیت ها نشان می دهند که میزان قطبیت مولکول های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن نزدیک به دو برابر مولکول های هیدروژن سولفید است. از این رو نیروهای جاذبه میان مولکول های H_2O به اندازه ای قوی است که در شرایط اتاق می تواند این مولکول ها را کنار یکدیگر نگه دارد و آب به حالت مایع باشد. نیروی بین مولکولی آب آنقدر قوی است که نام ویژه ای (پیوند هیدروژنی) را برای آن انتخاب کرده اند.

از آنجا که بارهای الکتریکی ناهم نام یکدیگر را می ربایند ، در یک نمونه آب که دارای شمار بسیاری مولکول است ، سر مثبت هر مولکول ، سر منفی مولکول همسایه را جذب می کند از این رو در مجموعه ای از مولکول های آب ، هر اتم هیدروژن با یک نیروی جاذبهٔ قوی از سوی اتم اکسیژن درمولکول همسایه جذب می شود. این نیروهای جاذبهٔ قوی میان مولکول های آب که در آن هیدروژن نقش کلیدی ایفا می کند، پیوندهای هیدروژنی نامیده می شود.

پیوند هیدروژنی بین مولکول هایی بوجود می آید که در ساختار آن ها یکی از پیوند های F—H ، O—H ، N—H وجود داشته باشد . مانند مولکول های NH_3 و HF و H_2O

پیوند هیدروژنی میان مولکول های H_2O



در جدول زیر برخی خواص ترکیب های هیدروژن دار عنصرهای گروه ۱۵ و ۱۷ جدول دوره ای را نشان می دهند.

ترکیب مولکولی	جرم مولی $g.mol^{-1}$	نقطهٔ جوش (°C)	ترکیب مولکولی	جرم مولی $g.mol^{-1}$	نقطهٔ جوش (°C)
HF	۲۰	۱۹	NH_3	۱۷	-۳۳/۵
HCl	۳۶/۵	-۸۵	PH_3	۳۴	-۸۷/۵
HBr	۸۱	-۶۷	AsH_3	۷۸	-۶۲/۵

آ) در میان ترکیب های هر جدول انتظار دارید مولکول های کدام ماده توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی را داشته باشد؟ توضیح دهید.

در جدول سمت چپ ، NH_3 و در جدول سمت راست HF ، زیرا نقطهٔ جوش هر یک از آن ها با جرم مولی کمتر نسبت به ترکیبات مشابه خود به طور غیر عادی بالاتر است.

ب) جمله زیر را با خط زدن واژه های نادرست، کامل کنید.

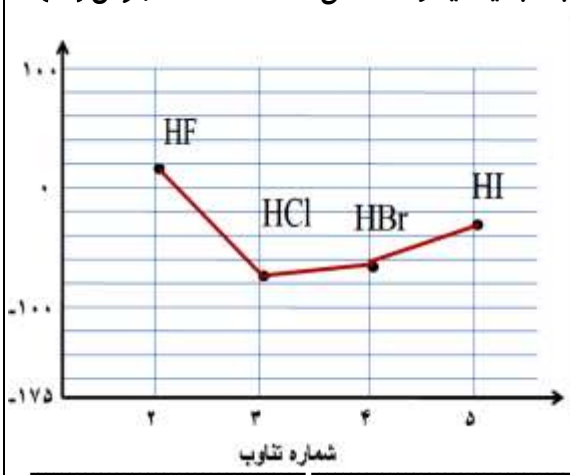
پیوند هیدروژنی ، $\frac{\text{قوی ترین}}{\text{ضعیف ترین}}$ نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آن ها ، اتم هیدروژن به یکی از اتم های $\frac{\text{F ، Cl و Br}}{\text{O ، N و F}}$ با پیوند اشتراکی متصل است.

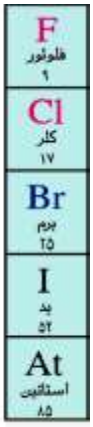
۲) اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می روند. به کمک داده های جدول زیر پیش بینی کنید هریک از نقطه جوش های ۵۶ °C و ۷۸ °C مربوط به کدام ترکیب است؟ چرا؟

ترکیب آلی اکسیژن دار	فرمول شیمیایی	جرم مولی $(g.mol^{-1})$
اتانول	C_2H_5OH	۴۶
استون	CH_3CCH_3 (O بالای C)	۵۸

در ساختار اتانول برخلاف استون اتم هیدروژن با پیوند کووالانسی به اتم اکسیژن متصل است پس میان مولکول های آن پیوندهای قوی هیدروژنی وجود دارد و باید نقطهٔ جوش بالاتری از استون داشته باشد. در واقع با جرم مولی کمتر اتانول نسبت استون دمای جوش ۷۸ °C مربوط به اتانول و ۵۶ °C مربوط به استون است.

تمرین : نمودار زیر ، نقطهٔ جوش ترکیبات دوتایی هیدروژن دار عناصر گروه ۱۷ را نسبت به یکدیگر نشان می دهد .

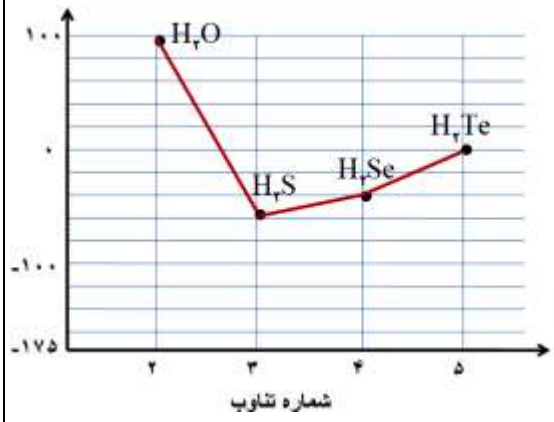


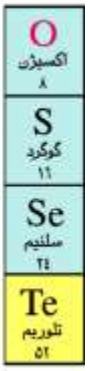


آ) فرمول شیمیایی و نقطهٔ جوش تقریبی هریک از این ترکیبات را با استفاده از نمودار بنویسید.

ب) روند مشاهده شده را چگونه توجیه می کنید؟

تمرین : نمودار زیر ، نقطهٔ جوش ترکیبات دوتایی هیدروژن دار عناصر گروه ۱۶ را نسبت به یکدیگر نشان می دهد .

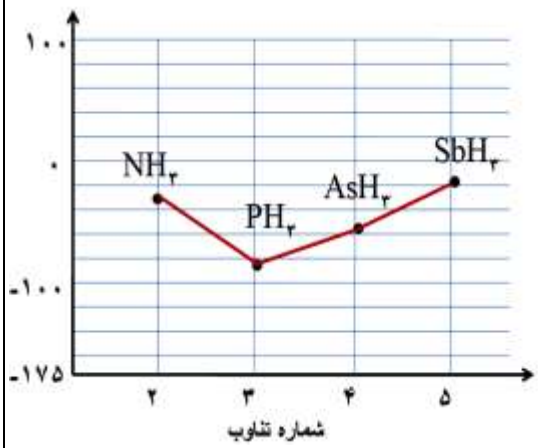




آ) فرمول شیمیایی و نقطهٔ جوش تقریبی هریک از این ترکیبات را با استفاده از نمودار بنویسید.

ب) روند مشاهده شده را چگونه توجیه می کنید؟

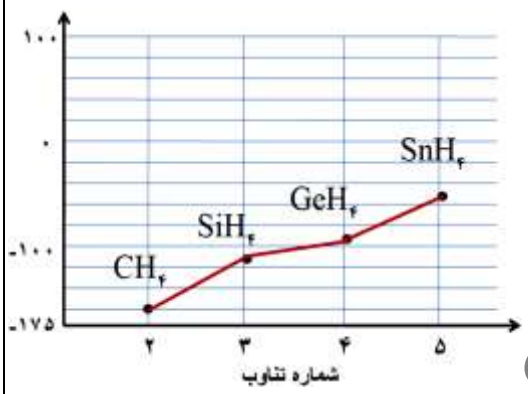
تمرین : نمودار زیر ، نقطهٔ جوش ترکیبات دوتایی هیدروژن دار عناصر گروه ۱۵ را نسبت به یکدیگر نشان می دهد .

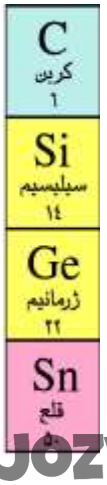


آ) فرمول شیمیایی و نقطهٔ جوش تقریبی هریک از این ترکیبات را با استفاده از نمودار بنویسید.

ب) روند مشاهده شده را چگونه توجیه می کنید؟

تمرین : نمودار زیر ، نقطهٔ جوش ترکیبات دوتایی هیدروژن دار عناصر گروه ۱۴ را نسبت به یکدیگر نشان می دهد .

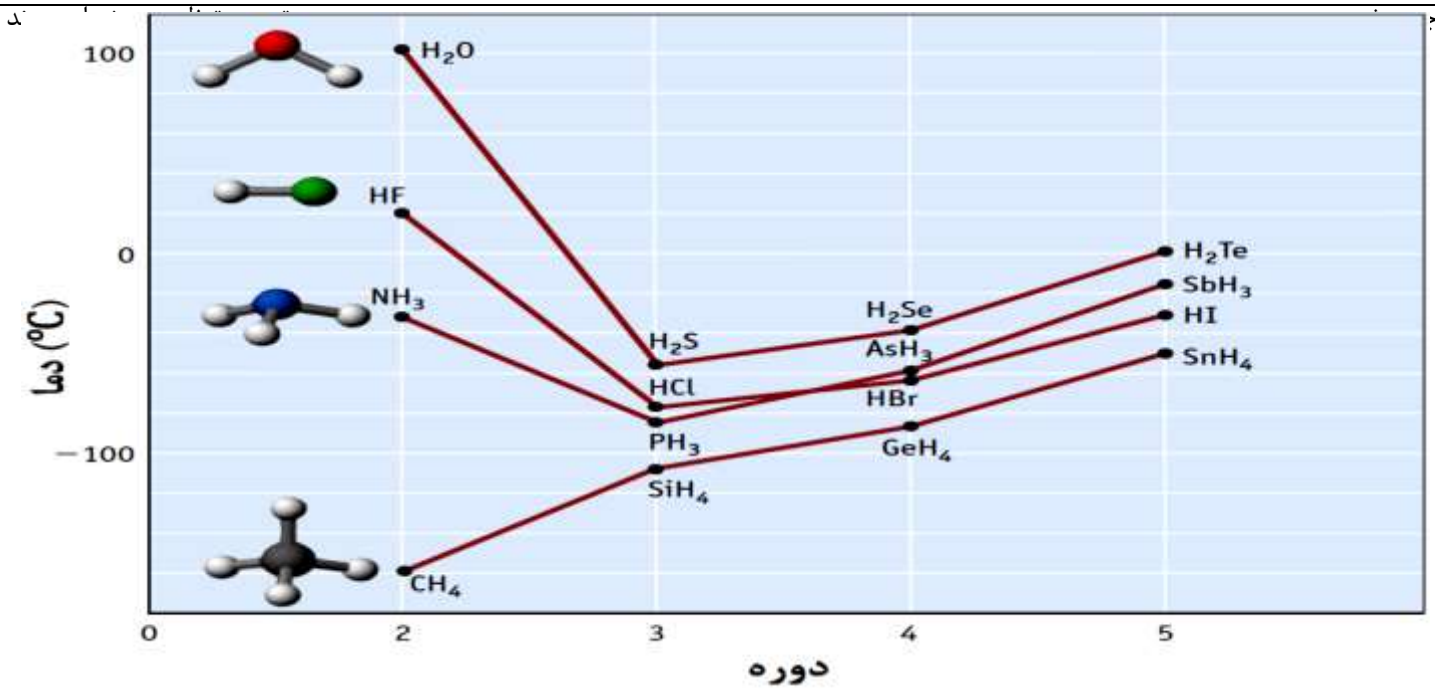




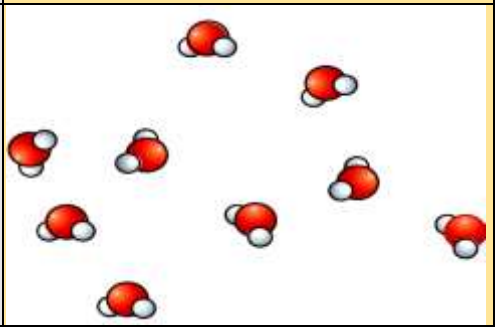
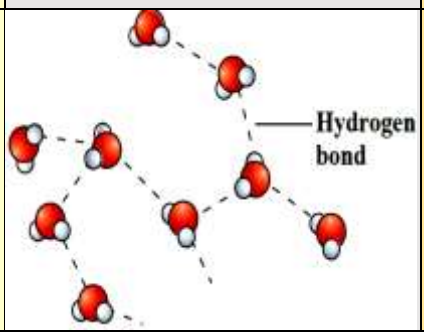
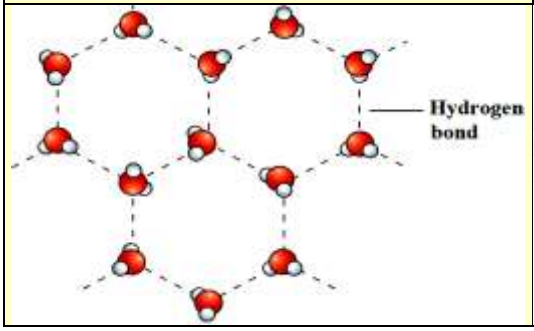
آ) فرمول شیمیایی و نقطهٔ جوش تقریبی هریک از این ترکیبات را با استفاده از نمودار بنویسید.

ب) روند مشاهده شده را چگونه توجیه می کنید؟

@JOZVE_WORLD

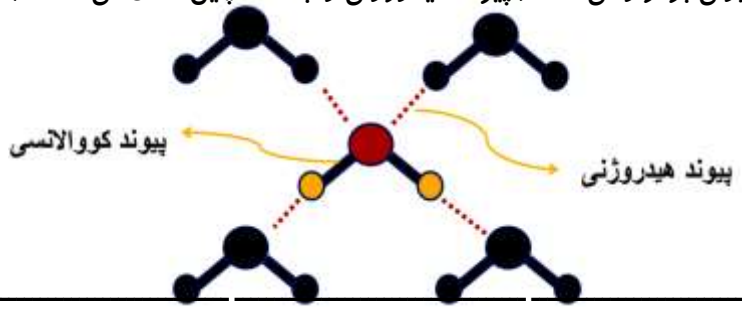


پیوندهای هیدروژنی در حالت های فیزیکی گوناگون آب

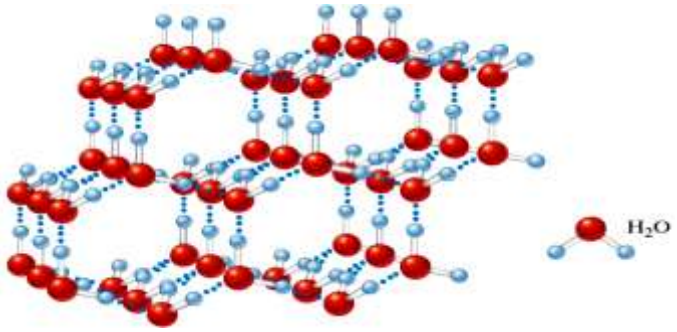
حالت بخار	حالت مایع	حالت جامد (یخ)
مولکول ها جدا از هم هستند،گویی پیوندهای هیدروژنی میان آن ها وجود ندارد و مولکول ها آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر منتقل می شوند .	با این که پیوند هیدروژنی قوی میان مولکول ها وجود دارد اما می توانند روی هم بلغزند و جابجا شوند .	مولکول ها در جاهای خود به نسبت ثابت هستند. هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی (کووالانسی) و با دو اتم هیدروژن دیگر به پیوند هیدروژنی متصل است .
		

نکته : هر مولکول آب می تواند حداکثر با **چهار مولکول** آب دیگر از طریق پیوند **هیدروژنی** ، نیروی جاذبه بین مولکولی برقرار کند.

مولکول آب حداکثر **۴** پیوند هیدروژنی برقرار می کند. (پیوند هیدروژنی را با نقطه چین نشان می دهند.)



در ساختار **یخ**، آرایش مولکول های آب به گونه ای است که در آن ، اتم های **اکسیژن** در **رأس** حلقه های **شش ضلعی** قرار دارند و شبکه ای مانند **کندوی زنبور عسل** را به وجود می آورند. این شبکه با داشتن **فضاهای خالی منظم** ، در **سه بُعد** گسترش یافته است. شکل های **زیبا** و **متنوع** دانه های برف ناشی از وجود این حلقه های **شش ضلعی** است. حلقه های **شش ضلعی** مبنای شکل **دانه های برف** می باشد.



به هنگام کاهش دمای آب پیوند هیدروژنی میان مولکول های آب گسترش یافته و محکم تر می شود . وقتی که دمای آب به ۴ °C و کم تر از آن می رسد ، مولکول های آب طوری کنار هم آرایش پیدا می کنند که یک شبکه سه بعدی منظم با فضاهای خالی شکل می گیرد . تشکیل این فضاهای خالی تا دمای ۰°C که آب کاملاً منجمد می شود ادامه دارد . تشکیل همین فضاهای خای باعث افزایش غیر عادی حجم آب به هنگام یخ زدن می شود . و همچنین باعث می شود که چگالی یخ از آب مایع کم ترباشد.

نکته : با مقایسه مقادیر گشتاور دوقطبی برای مولکول های HF ، H_2O و NH_3 می بینیم که قدرت میزان قطبیت مولکول در HF از بقیه بیشتر است ، ازاین رو می گوییم قدرت پیوند هیدروژنی در HF بیشتر است .

نکته : با مقایسه دمای جوش برای مولکول های HF ، H_2O و NH_3 می بینیم که دمای جوش آب از همه بیشتر است . برای توجیه این مطلب می توان علت را به بیشتر بودن تعداد پیوندهای هیدروژنی در مولکول آب نسبت داد ، مشاهده های تجربی این مطلب را تأیید می کند .

با توجه به شکل های زیر به پرسش ها 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.

شکل سمت چپ نشان می دهد ، جرم آب و یخ یکسان بوده اما آب پس از انجماد و تبدیل شدن به یخ ، با افزایش حجم همراه است ، از این رو چگالی یخ کمتر از آب است به همین دلیل یخ روی آب شناور می ماند.

ب) چرا دیوارهٔ یاخته ها در بافت کلم بر اثر یخ زدن تخریب می شوند؟

آب موجود در یاخته های کلم ، هنگام انجماد و تبدیل شدن به یخ ، با افزایش حجم رو به رو شده و باعث پاره شدن دیوارهٔ یاخته ها می شود، به طوری که بافت گیاهی تخریب می شود.

برخی ویژگی های آب و دیگر حلّال ها

- به صورت ترکیب و خالص است ، می تواند نقش حلال و حل شونده را در محلول ها داشته باشد ، دارای مولکول های قطبی با گشتاور دو قطبی D ۱/ ۸۵ و همچنین توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی نیز دارد.
- آب فراوان ترین و رایج ترین حلال در طبیعت ، صنعت و آزمایشگاه است ، زیرا می تواند بسیاری از ترکیب های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند. (اغلب ترکیبات یونی و مولکولی (نه همه آن ها) را در خود حل می کند.)
- حلال محلول هایی است که بیشتر واکنش های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا ، کنترل دمای بدن ، تنفس ، جلوگیری از خشکی پوست و ... در آن ها انجام می شود.
- بخش عمدهٔ جرم بدن را آب تشکیل می دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته ها و باقی آن در مایع های برون سلولی جریان دارد. این مایع ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول ها و دستگاه گردش خون جابه جا می کنند. آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول ها و دفع آن ها نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد.
- آب و محلول های آبی (aq) در زندگی جانداران نقش حیاتی دارند. اما همهٔ محلول ها آبی نیستند زیرا افزون بر آب ، حلال های دیگری نیز وجود دارند.

نکته : مهم ترین عامل در تعیین انحلال مواد در آب مشاهده تجربی است.

نکته : هوا و آب دریا از جمله محلول هایی هستند که از یک حلال و چند حل شونده تشکیل شده اند.

نکته : هر فرد بالغ روزانه به طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی لیتر آب را به صورت ادرار ، تعرق پوستی ، بخار آب در بازدم و... از دست می دهد. اگر این مقدار آب با خوردن مواد غذایی ، میوه ها و نوشیدنی ها جبران نشود ، بدن دچار کم آبی خواهد شد.

آیا حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر هر یک از مخلوط های زیر یکسان و یکنواخت است؟ چرا؟

در ظرف (آ) حالت فیزیکی در سرتاسر مخلوط یکسان نیست زیرا یخ ، حالت جامد و آب ، حالت مایع دارد ، اما ترکیب شیمیایی هر دو H_2O بوده و یکسان است. در ظرف (ب) حالت فیزیکی در سرتاسر مخلوط یکسان است زیرا آب و هگزان هر دو به حالت مایع هستند ، اما ترکیب شیمیایی متفاوت است هگزان از مولکول های ناقطبی اما آب از مولکول های قطبی تشکیل شده است.

آ) آب و یـخ ب) آب و هگـزان نتیجـه : اگـر هـر دو ویژگـی حالـت فیزیکـی و ترکیـب شـیمیایی در سرتاسـر مخلـوط یکسـان باشد ، آن را محلول (مخلوط همگن) و اگر هر یک از آن ها یا هر دو آن ها یکسان نباشد آن را مخلوط ناهمگن می نامند.

نکتـه : برخـی مـواد شـیمیایی ماننـد اتـانول (الکـل معمـولی C_2H_5OH) و اسـتون (C_3H_6O)بـه هـر نسـبتی در آب حـل مـی شـوند. از این رو نمی توان محلول سیرشده ای از آن ها تهیه کرد.

انواع نیروهای جاذبه بین مواد به ترتیب افزایش قدرت

۱- دوقطبی القایی – دوقطبی القایی ⇦ بین مولکول های ناقطبی ⇦ انحلال مواد ناقطبی در یکدیگر مانند ید در هگزان و بنزین

۲- دوقطبی – دوقطبی القایی ⇦ بین مولکول های قطبی و ناقطبی ⇦ انحلال بسیار ناچیز و قابل چشم پوشی مواد ناقطبی و قطبی در هم

۳- دوقطبی – دوقطبی ⇦ بین مولکول های قطبی ⇦ انحلال مواد قطبی در یکدیگر

۴- هیدروژنی ⇦ مولکول های قطبی دارای اتم هیدروژن متصل به F ، O و N ⇦ انحلال اتانول در آب یا انحلال آمونیاک در آب

۵- یون – دو قطبی ⇦ انحلال مواد یونی در حلال قطبی

جدول زیر چهار حلال آلی و برخی ویژگی های آن ها را نشان می دهد.

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ (D)	کاربرد
اتانول	C_2H_6O	>0	حلال در تهیه مواد دارویی ، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	>0	حلال برخی چربی ها ، رنگ ها و لاک ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (تینر)
تولوئن	C_7H_8	≈ 0	حلال مواد ناقطبی ، تهیه رنگ و رزین

نکته : به محلول هایی که حلال آن ها آلی است ، محلول های غیرآبی (!) می گویند. مانند محلول یُد در هگزان (بنفش رنگ) و بنزین خودرو

نکته : بنزین مخلوط همگنی از چند هیدروکربن متفاوت با ۵ تا ۱۲ اتم کربن است . اما به طور میانگین می توان بنزین را با ۸ اتم کربن و با فرمول مولکولی C_8H_{18} در نظر گرفت .

نکته : گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن ها ناچیز و در حدود صفر است.

کدام مواد با یکدیگر محلول می سازند؟

فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می شود که :

(میانگین جاذبه ها در حلال خالص و حل شوندهٔ خالص) > (جاذبه های حل شونده با حلال در محلول)

اگـر مولکـول هـای حـلال را بـا A و ذره هـای حـل شـونده را بـا B نمـایش دهـیم ، مـی تـوان نیروهـای جاذبـه میـان آن هـا را در حالت خالص با A...A و B...B نشان داد. با این توصیف برای محلول A در B رابطه زیر برقرار است.

$$(A...B) > \frac{(A...A)+(B...B)}{2}$$

---

۱) 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	>0
استون	>0

یُد	=۰
هگزان	≈۰

آ) آب و استون هر دو از مولکول های قطبی تشکیل شده اند ، از این رو استون در آب حل می شود.

ب) یُـد و هگـزان ، هـر دو از مولکـول هـای نـاقطبی تشـکیل شـده انـد ، از ایـن رو یـد در هگزان حل می شود.

پ) هگـزان از مولکـول هـای نـاقطبی امـا آب از مولکـول هـای قطبـی تشـکیل شـده اسـت ، از ایـن رو هگـزان در آب حل نمی شود (انحلال پذیری بسیار ناچیز) و یک مخلوط ناهمگن پدید می آید.

---

۲) آیا جملهٔ « شبیه ، شبیه را حل می کند » درست است؟ توضیح دهید.

جملـه ای درسـت و کـاربردی اسـت کـه بیـان مـی کنـد ، حـل شـونده هـای قطبـی در حـلال هـای قطبـی و حـل شـونده هـای ناقطبی در حلال های ناقطبی بهتر حل می شوند.

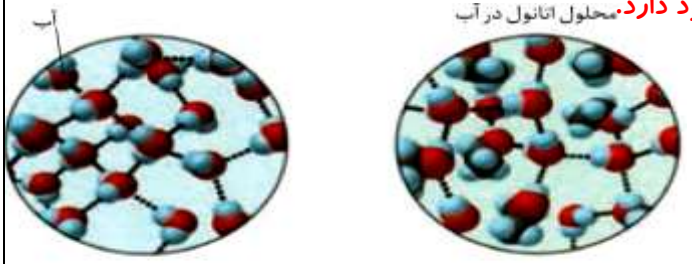
۳) آزمایش ها نشان می دهند که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می شود که:

(میانگین جاذبه ها در حلال خالص و حل شوندهٔ خالص) < (جاذبه های حل شونده با حلال در محلول)

با این توصیف با توجه به شکل زیر، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

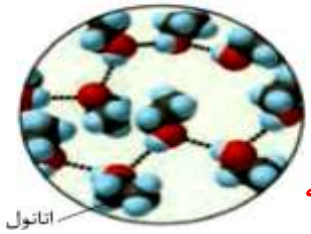
آ) نیروهای بین مولکولی در هریک از چه نوعی است؟ چرا؟

پیوند هیدروژنی زیرا در هر سه شکل شرایط تشکیل پیوند هیدروژنی وجود دارد.



ب) در مربع زیر علامت < یا > قرار دهید.

نیروی جاذبه میان مولکول ها در محلول اتانول در آب ☐ میانگین نیروی جاذبه میان مولکول های آب خالص و اتانول خالص



پ) چرا شیمی دان ها انحلال اتانول در آب را انحلال مولکولی می نامند؟ توضیح دهید.

با انحلال اتانول در آب ، ساختار مولکولی C_2H_5OH ، دچار تغییر ، تبدیل یا تخریب نشده بلکه با همان ساختار مولکولی در میان مولکول های حلال (آب) فقط با تشکیل پیوند هیدروژنی جدید پراکنده شده است.

ت) با بیان دلیل ، نیروهای بین مولکولی را برحسب کاهش قدرت، مرتب کنید.

از آنجا که دمای جوش هر مایع معیاری از قدرت نیروهای بین مولکولی آن اسـت و از طرفی نقطه جوش آب (۱۰۰°C) و الکل (۷۸°C) را می دانیم. با توجه به تشـکیل محلول اتانول در آب می توان گفت که پیوند های هیدروژنی جدید در محلول قوی تر از میانگین آب خالص و اتانول خالص است. پس نیروی جاذبه آب از همه بیشتر است ، سپس مخلوط آب و الکل و بعد هم نیروی جاذبه الکل ازهمه ضعیف تراست.

مقایسهٔ نیروهای بین مولکولی : اتانول < آب – اتانول < آب

مثال ۱: ید نمی تواند در آب حل شود زیرا :

جاذبهٔ میان مولکول های ید و آب ضعیف تر از میانگین نیروی جاذبه ای است که میان مولکول های ید و میان مولکول های آب وجود دارد.

مثال۲ : بنزین می تواند در هگزان حل شود زیرا :

جاذبه ای که میان مولکول های بنزین و هگزان بوجود می آید از نظر قدرت قوی تر از میانگین نیروی جاذبه ای است که میان مولکول های بنزین و میان مولکول های هگزان وجود دارد .

انواع انحلال(حل شدن) : ۱. انحلال مولکولی ۲. انحلال یونی ۳. انحلال یونی – مولکولی

انحلال مولکولی : انحلالی که در آن مولکول های حل شونده ، ماهیت خود را در محلول حفظ می کنند ، گویی ساختار مولکول های حل شونده در محلول دچار تغییر نشده است. انحلال استون یا اتانول در آب ، شکر در آب و نیز انحلال یُد در هگزان و ... از این نوع هستند.

$$C_{12}H_{22}O_{11}\,(s) \xrightarrow{\text{آب}} C_{12}H_{22}O_{11}\,(aq)$$

موادی که به صورت یونی در آب حل می شوند ، دو نوع هستند :

۱: انحلال یونی : در انحلال یونی ، ماده حل شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نمی کند زیرا پس از حل شدن ، به یون های مثبت و منفی تبدیل می شود. این یون ها در میان مولکول های حلال پراکنده شده و به صورت حلال پوشیده (در اکثر موارد آب پوشیده)در می آیند.

مانند انحلال نمک طعام در آب که معادلهٔ انحلال آن به شکل زیر است :

$$NaCl\,(s) \xrightarrow{\text{آب}} Na^{+}\,(aq) + Cl^{-}\,(aq)$$

نوع اول : اغلب ترکیبات یونی مانند سدیم کلرید و آمونیوم نیترات و ... (برخی ترکیبات یونی و نمک ها نیز در آب نامحلول هستند.)

سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون های Na^{+} و Cl^{-} با آرایشی منظم در سه بُعد جای گرفته اند.

هنگامی که بلور کوچکی از این مادهٔ جامد در آب وارد می شود ، مولکول های قطبی آب از سرهای مخالف به یون های بیرونی بلور نزدیک شده ، نیروی جاذبه ای میان آن ها برقرار می شود. این نیروی جاذبه ، یون – دوقطبی نام دارد ؛ نیروی جاذبه ای که باعث جدا شدن یون ها از شبکه شده تا با لایه ای از مولکول های آب ، پوشیده شوند. این یون های آبپوشیده در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد ، به طوری که محلول آب نمک را می توان محلولی محتوی یون های $Na^{+}\,(aq) + Cl^{-}\,(aq)$ دانست.

---

۲ : برخی مواد مولکولی به هنگام حل شدن در آب ، به صورت یون های مثبت و منفی در آمده و به این ترتیب ، انحلال آن ها همانند ترکیب های یونی ، انجام می گیرد اسیدهای قوی مثل HCl جزء این دسته از مواد هستند. HCl ماده ای مولکولی است که در دمای اتاق گازی شکل است و در آب به صورت یون های آب پوشیدهٔ $H^{+}\,(aq)$ و $Cl^{-}\,(aq)$ در آمده و حل می شود.

$$HCl\,(g) \xrightarrow{\text{آب}} H^{+}\,(aq) + Cl^{-}\,(aq)$$

۳ : حل شدن بعضی مواد در آب ، به هر دو صورت مولکولی و یونی انجام می گیرد. معمولا قسمت عمدهٔ این مواد در آب به صورت مولکولی و مقدار کمتری از آن ها ، به صورت یونی حل می شود. اسیدهای ضعیف مانند HF و CH_3COOH و بازهای ضعیف مثل NH_3 جزو این دسته مواد می باشند. (با این موارد در سال سوم بیشتر آشنا خواهیم شد.) به عنوان مثال انحلال HF در آب بیش از ۹۰ درصد به صورت مولکولی و چند درصدی هم به صورت یونی است.

$$HF\,(g) \xrightarrow{\text{آب}} HF\,(aq) \rightleftarrows H^{+}\,(aq) + F^{-}\,(aq)$$

برای فرآیند انحلال یونی سه مرحله را می توان در نظر گرفت :

۱) جدا شدن ذره های حل شونده از یکدیگر یا همان فروپاشی شبکهٔ بلوری

۲) جدا شدن مولکول های حلال (آب) از یکدیگر

۳) برقراری جاذبهٔ قوی بین یون ها و مولکول های آب (ایجاد جاذبهٔ یون – دوقطبی)

در معادلهٔ انحلال هر یک از ترکیب های یونی زیر، جاهای خالی را پر کنید.

آ) $NaOH\,(s) \xrightarrow{\text{آب}} Na^{+}\,(aq) + OH^{-}\,(aq)$

ب) $Al(NO_3)_3\,(s) \xrightarrow{\text{آب}} Al^{3+}\,(aq) + 3\,NO_3^{-}\,(aq)$

پ) $BaCl_2\,(s) \xrightarrow{\text{آب}} Ba^{2+}\,(aq) + 2\,Cl^{-}\,(aq)$

نکته : ضمن انحلال ترکیب یونی در آب ، عنصر سمت چپ (قسمت فلزی یا آمونیم) به یون مثبت (کاتیون) و عنصر سمت راست (قسمت نافلزی) به یون منفی (آنیون) تبدیل می شود. ضمنا زیروندها به ضریب و بارهای الکتریکی یون ها به عنوان توان یون ها به کار می روند.

۲) با توجه به اینکه منیزیم سولفات و باریم سولفات در دمای $25^{\circ}C$ ، به ترتیب محلول و نامحلول در آب هستند ، با دلیل در هر مربع علامت $>$ یا $<$ قرار دهید.

آ) میانگین نیروی پیوند یونی در $MgSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب ☐ نیروی جاذبهٔ یون – دوقطبی در محلول

ب) میانگین نیروی پیوند یونی در $BaSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب ☐ نیروی جاذبهٔ یون – دوقطبی در محلول

فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می شود که :

(میانگین جاذبه ها در حلال خالص و حل شوندهٔ خالص) $>$ (جاذبه های حل شونده با حلال در محلول)

آ) از آنجا که منیزیم سولفات در آب محلول است پس نیروی جاذبهٔ یون – دوقطبی در محلول قوی تر از میانگین نیروی پیوند یونی در شبکهٔ آن و پیوندهای هیدروژنی در آب است.

ب) از آنجا که باریم سولفات در آب نامحلول است پس نیروی جاذبهٔ یون – دوقطبی در محلول ضعیف تر از میانگین نیروی پیوند یونی در شبکهٔ آن و پیوندهای هیدروژنی در آب است.

آیا گازها هم در آب حل می شوند؟

همهٔ جانوران از جمله ماهی ها برای زنده ماندن به اکسیژن (O_2) نیازمندند. آن ها با عبور دادن آب از درون آبشش خود ، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می شود ، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. اکسیژن کافی و محلول در آب برای ادامهٔ زندگی ماهی ها ضروری است.

انحلال پذیری گازها در آب به چند عامل بستگی دارد :

۱- نوع گاز ۲- دما ۳- مقدار ناخالصی آب (میزان نمک های حل شده درآب) ۴- فشار

۱- نوع گاز : به طور کلی در جرم مولی های نزدیک به هم گازهای قطبی بهتر از گازهای ناقطبی در آب حل می شوند. برای مثال انحلال پذیری HCl بیشتر از F_2 است.

اما هنگامی که اختلاف جرم دو ترکیب مولکولی زیاد باشد اثر جرم در افزایش انحلال پذیری بیشتر از اثر قطبیت مولکول است مثلا انحلال پذیری Cl_2 بیشتر از H_2S است.

نکته : گازهایی که مولکول ناقطبی دارند، هنگام انحلال در آب، تنها می توانند جاذبهٔ دوقطبی– دوقطبی القایی با مولکول های آب برقرار کنند بنابراین انحلال پذیری نسبتا کمی در آب دارند مثل گازهای N_2 و O_2 ، در این گازها با افزایش جرم میزان انحلال پذیری افزایش می یابد.

نکته : برخی مواد مولکولی به هنگام حل شدن در آب ، به صورت یون های مثبت و منفی در آمده و به این ترتیب ، انحلال آن ها همانند ترکیب های یونی ، انجام می گیرد. موادی مانند : HF ، HI و HBr و HCl جزء این دسته از مواد هستند. HCl ماده ای مولکولی است که در دمای اتاق گازی شکل است و در آب به صورت یون های آب پوشیدهٔ $H^{+}\,(aq)$ و $Cl^{-}\,(aq)$ در آمده و حل می شود.معادلهٔ انحلال آن در آب به صورت مقابل است :

$$HCl\,(g) \xrightarrow{\text{آب}} H^{+}\,(aq) + Cl^{-}\,(aq)$$

نکته : اغلب اکسیدهای نافلزی گازی شکل به دلیل اینکه می توانند با آب واکنش دهند انحلال پذیری نسبتاً خوبی در آب دارند مانند گاز های SO_3 ، SO_2 ، CO_2 و برخی اکسیدهای نافلزی مثل CO ، NO و N_2O هنگام انحلال در آب با آن واکنش نمی دهند.(به صورت مولکولی در آب حل می شوند.)

مثال : انحلال پذیری گازهای N_2 , O_2 , CO_2 , NH_3 , HCl را باهم مقایسه کنید.

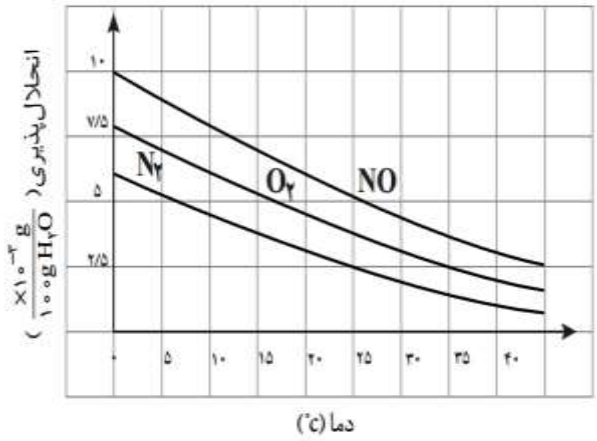
جواب : $HCl > NH_3 > CO_2 > O_2 > N_2$

ناقطبی با جرم کم < ناقطبی با جرم بیشتر < ناقطبی که با آب واکنش می دهد < ایجاد پیوند هیدروژنی < ایجاد جاذبهٔ یون – دوقطبی

۲- دما : هر چه دما بیشتر باشد انحلال پذیری گازها در آب کمتر می شود . (رابطهٔ عکس)

کاوش کنید : « بررسی اثر دما بر انحلال پذیری گازها در آب »

آزمایش قرص جوشان : با حل شدن قرص جوشان در آب و با انجام واکنش های شیمیایی ، حباب های زیادی آزاد می شود که به دلیل تولیدگاز CO_2 است. با کاهش دمای آب ، انحلال پذیری گاز در آب بیشتر شده و مقدار CO_2 بیشتری در آب به صورت محلول باقی مانده و گاز آزاد شده از محلول کمتر است در مقابل با افزایش دمای آب ، انحلال پذیری گازها در آب کمتر شده ، مقدار بیشتری گاز از محلول جدا شده و حباب های بیشتری آزاد می شود.



۱) از واکنش قرص جوشان با آب چه گازی آزاد می شود؟ گاز کربن دی اکسید

۲) آیا میانگین حجم گاز آزاد شده در دو آزمایش یکسان است؟ خیر

۳) حجم گاز جمع آوری شده در کدام آزمایش کمتر است؟ آب سرد

۴) از مشاهده های خود چه نتیجه ای می گیرید؟ توضیح دهید.

مقداری از گاز آزاد شده در آب حل می شود و با فزایش دما انحلال پذیری کم می شود.

۵) چه رابطه ای بین دمای آب و میزان انحلال پذیری گاز وجود دارد؟ رابطه وارونه وجود دارد

۶) چرا در هوای گرم ، ماهی ها به سطح آب می آیند؟ با افزایش دما میزان اکسیژن مولکولی حل شده در آب کاهش می یابد و ماهی برای استفاده از اکسیژن بیشتر به سطح آب می آید تا اکسیژن بیشتری دریافت نماید.

---

۳) دربارهٔ اینکه « مقدار نمک موجود در آب دریا بر میزان انحلال پذیری گازها اثر دارد » آزمایشی طراحی کنید و نتیجه آن را گزارش کنید؟

با افزودن مقداری نمک طعام به نوشابه مقدار زیادی از گاز حل شده در آب به صورت حباب خارج می شود انحلال نمک بر انحلال سایر مواد درآب تاثیر می گذاردبه این ترتیب که نمک جایگزین گاز حل شده می شود و مقداری از آن از آب خارج می شود (چون برهم کنش نمک با آب قوی تر از برهم کنش گاز با آب است و این باعث خروج گاز ازآب می شود.)

نتیجه گیری : اثر ناخالصی آب بر انحلال پذیری گازها در آب به این صورت است که هر چه غلظت نمک های حل شده در آب بیشتر باشد، میزان انحلال پذیری گاز ها در آب کاهش می یابد. برای مثال مقدار گازهای حل شده در آب دریا کمتر از آب آشامیدنی است.

---

۱) نمودار زیر انحلال پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی دهند در دمای ۲۰°C نشان می دهد. با توجه به آن، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

@JOZVE_WORLD

آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال پذیری گازها نشان می دهد؟ توضیح دهید.

این نمودار تأثیر فشار گاز بر میزان انحلال پذیری آن را در دمای ثابت نشان می دهد ، به طوری که هر چه فشار گاز در دمای ثابت افزایش یابد ، میزان انحلال پذیری گاز در آب بیشتر می شود.

ب) نتیجه گیری از این نمودار قانون هنری نام دارد. آن را در یک سطر توضیح دهید.

میزان انحلال پذیری یک گاز در آب ، با فشار گاز در دمای ثابت رابطهٔ مستقیم دارد. (نمودارها خطی هستند)

پ) شیب نمودار برای کدام گاز تندتر است؟ از این واقعیت چه نتیجه ای می گیرید؟

برای گاز NO شیب نمودار تندتر است ، در واقع با افزایش فشار گاز NO در دمای ثابت ، افزایش انحلال پذیری محسوس تر است زیرا NO بر خلاف N_2 و O_2 از مولکول های قطبی تشکیل شده است.

۲) با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی CO_2 برخلاف NO صفر است :

آ) پیش بینی کنید در دما و فشار معین ، انحلال پذیری کدام گاز در آب بیشتر است؟ چرا؟

انتظار می رود NO با مولکول های قطبی ، انحلال پذیری بیشتری از CO_2 با مولکول های ناقطبی داشته باشد ، زیرا آب از مولکول های قطبی تشکیل شده و مواد با مولکول های قطبی را بهتر و بیشتر در خود حل می کند.

ب) آزمایش ها نشان می دهد که در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی ، انحلال پذیری گاز CO_2 بیشتر از NO است. چرا؟

نکته مهم این است که انحلال NO در آب مولکولی است ، در حالی که مولکول های CO_2 به دلیل بیشتر بودن جرم و همچنین انجام واکنش شیمیایی و تولید محلول اسیدی ($pH < 7$) حل می شوند. انجام واکنش های شیمیایی باعث می شود که انحلال پذیری CO_2 در آب و شرایط یکسان بیش از NO باشد.

$$CO_2 + H2O \rightarrow H^+ + HCO_3^-$$

ورزشکاران به ویژه دوچرخه سواران و دوندگان پس از تمرین از نوشیدنی های ویژه ای استفاده می کنند زیرا پس از تمرین میزان یون های Na^+ ، K^+ و Cl^- و ... در بدن کاهش می یابد درنتیجه احساس خستگی می کنند که با نوشیدن مایعات بدن ما سامانهٔ پیچیده و متعادلی از یاخته ها ، بافت ها و مایعاتی است که در هر لحظه با نظمی باور نکردنی ، پیام های عصبی ، احساسات و حرکات ما را کنترل می کنند. این هنگامی رخ می دهد که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود ؛ محیطی که یک محلول آبی محتوی یون های گوناگونی مانند Na^+ ، K^+ و Cl^- و ... است. پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدتی دویدن ، احساس خستگی به دلیل کاهش چشمگیر این یون ها در مایع های بدن است. از این رو نوشیدن محلول هایی حاوی این یون ها ضروری است.

یون پتاسیم (K^+) : یکی از مهم ترین یون ها در مایع های 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 به ندرت احساس می شود.

وجود یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به طوری که انتقال پیام های عصبی بدون وجود این یون، امکان پذیر نیست. درواقع ، اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می شود.

ردپای آب در زندگی

انواع مصرف آب : مصرف آب را می توان به دو بخش تقسیم کرد :

۱- مقدار آبی که هر فرد ، روزانه به طور مستقیم برای فعالیت هایی نظیر نوشیدن ، پخت و پز ، شستشو در آشپزخانه ، شستشوی لباس ، نظافت و ...استفاده می کند. (مصرف آشکار) که مقدار آن حدود ۳۵۰ لیتر است .

۲- مقدار آب فراوانی که روزانه در صنایع مختلف به خصوص صنعت کشاورزی استفاده می شود و هر فرد در روز با استفاده از محصولات صنایع مختلف ، در مصرف این آب ، به طور غیر مستقیم سهیم است. (مصرف نهان) به عنوان مثال : شما با مصرف ۱۰۰ گرم گوجه فرنگی ، مصرف آشکار ناچیزی دارید .(آب موجود در گوجه فرنگی ،آب لازم برای شستن و یا احیاناً پختن آن) اما مصرف نهان شما ۱۸ لیتر آب است . (آبی که صرف کاشت ، داشت ، برداشت ، انتقال ، فروش و ... گوجه فرنگی می شود.)

میزان مصرف آب مطابق کتاب : یک کیلو گوجه فرنگی < یک کیلو گندم < یک بلوز نخی < یک کیلو چرم < یک کیلو شکلات

تعریف ردپای آب : ردپای آب نشان می دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می شود. این میزان ، همهٔ آبی را که در تولید کالاها ، ارائه خدمات و فعالیت های گوناگون مصرف می شود ، نشان می دهد.

برای مثال اگر شما سالانه ۱۵۰ کیلوگرم گندم مصرف کنید ، ردپای آب شما در تولید این مقدار گندم برابر با ۲۷۴۵۰۰ لیتر خواهد بود.

$$274500 \div 150 = 1830\ L$$

با حساب کردن همهٔ آب مصرفی در زندگی سالانه هر فرد می توان میانگین ردپای آب او را برآورد کرد. هر چه رد پای آب ایجاد شده ، سنگین تر باشد، منابع آب شیرین بیشتر مصرف می شوند و زودتر به پایان می رسند. برآوردهای پژوهشگران نشان می دهد که میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود ۱،۰۰۰،۰۰۰ (یک میلیون) لیتر است.

این ردپا شامل همه آب های مصرفی در کشاورزی ، دامداری ، نساجی ، بهداشت ، خانه ، مدرسه ، دانشگاه و... است که همگی از آب های سطحی یا زیرزمینی تأمین می شود. توجه کنید که آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است ؛ به طوری که ممکن است آبی برای شستشو مناسب باشد اما آشامیدنی نباشد. هر چند که آب دریاها و اقیانوس ها ، منبع بسیار بزرگی برای تهیهٔ آب به شمار می آیند ، اما به اندازه ای شور هستند که باید قبل از مصرف ، نمک زدایی و تصفیه شوند.

روش های نمک زدایی از آب شور دریا :

برای نمک زدایی از آب دریا و تهیهٔ آب شیرین روش های متعددی وجود دارد . دو روش متداول برای این کار عبارتند از : ۱- تقطیر ۲- اسمز معکوس ۳- استفاده از صافی کربن

روش های جداسازی : برای جداسازی مخلوط ها روش های متعددی وجود دارد. در این کتاب به برخی از این روش ها اشاره شده است : آ) تقطیر ب) تبلور پ) اسمز معکوس

گذرندگی (اسمز)

هنگامی که حبوبات و میوه های خشک مانند مویز درون آب قرار می گیرند ، مولکول های آب (حلال) ، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه های دیوارهٔ سلولی به محیط غلیظ می روند. در نتیجه ، میوه آبدار و متورم می شود. گذرندگی (اسمز) نامی است که به این فرایند داده اند. در این فرایند ، برخی نمک ها ، ویتامین ها و ... از بافت میوه به آب راه می یابد. اما زمانی که خیار در آب شور قرار می گیرد مولکول های آب خیار به سمت آب شور جابجا می شوند و آب خیار گرفته شده و چروکیده می شود.(پلاسمولیز)

نکته : مولکول های حلال (مانند آب) از طریق غشای نیمه تراوا عبور رفت و برگشتی دارند .

نکته : اگر غلظت محلول در دو طرف غشا برابر باشد ، سرعت رفت و برگشت مولکول های حلال با هم برابراست.

غشای نیمه تراوا : غشایی که نسبت به بعضی از اجزای محلول نفوذ پذیر و نسبت به سایرین غیر نفوذپذیر است. به عنوان مثال ، دیوارهٔ یاخته ها در گیاهان روزنه هایی بسیار ریز دارد که ذره های سازندهٔ مواد می توانند از آن گذر کنند. به گونه ای که این روزنه ها فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذره ها و مولکول های کوچک مانند آب و یون ها را می دهند و از گذر مولکول های درشت تر جلوگیری می کنند. این دیواره ها غشای نیمه تراوا نامیده می شوند.

گذرندگی (اسمز) : اسمز فرآیندی است که در طی آن **مولکول های حلال** به صورت **خود به خود** از طریق یک غشای **نیمه تراوا** ، از جایی که محلول **رقیق تر** است به جایی که محلول **غلیظ تر** است نفوذ می کنند.

ویژگی های اسمز :

۱- حرکت مولکول های حلال از محیط **رقیق** به محیط **غلیظ**

۲- **کاهش** غلظت یون ها در سمت **غلیظ**

۳- **افزایش** غلظت یون ها در سمت **رقیق**

۴- **افزایش** حجم در سمت **غلیظ** (سرعت بیشتر انتقال به سمت غلیظ)

۵- **کاهش** حجم در سمت **رقیق** (سرعت کمتر انتقال به سمت رقیق)

۶- **جابجایی** مولکول های آب حتی با **متوقف** شدن فرایند اسمز

۷- از روش اسمز **نمی توان** برای تصفیه **آب** استفاده کرد.

۸- در فرایند اسمز با **برابر شدن** غلظت دو محلول مجاور هم ، **سرعت انتقال** آب در دو محلول برابر می شود.

نکته : فشار اسمزی : افزایش حجم ناشی از جابجایی مولکول های حلال **فشاری** ایجاد می کند که با فشار **اسمزی** برابر است.

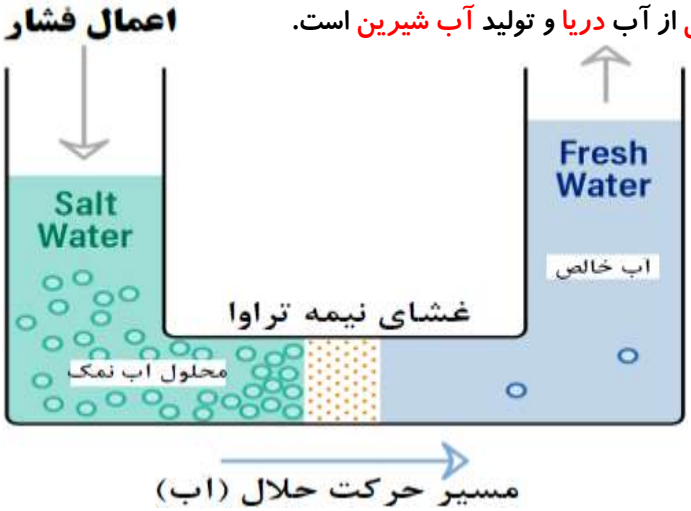
نکته : فشار اسمزی ، عاملی است که باعث می شود مولکول های **حلال** از محلول **غلیظ تر** به سمت محلول **رقیق تر** جریان پیدا کنند.

اسمز معکوس

اسمز معکوس فرآیندی است که در آن از **فشار** ، برای **معکوس** نمودن جریان **اسمزی** آب از درون یک **غشای نیمه تراوا** استفاده می شود.

اگر یک غشای نیمه تراوا بین دو محلول آب **خالص** و آب **ناخالص** قرارگیرد آب بطور **طبیعی** و تحت خاصیت **اسمزی** از محلول با غلظت **کمتر** به محلول با غلظت **بیشتر** جریان می یابد. حال اگر **فشاری** بیشتر از فشار اسمزی ، بر سطح محلول **غلیظ تر** وارد شود ، جهت جریان طبیعی آب **معکوس** خواهدگردید یعنی مولکول ها ی آب از محلول **غلیظ تر** به سمت محلول **رقیق تر** جریان پیدا می کنند.

اسمز معکوس کاربردهای زیادی دارد که یکی از این کاربردها **نمک زدایی** از آب **دریا** و تولید **آب شیرین** است.



ویژگی های اسمز معکوس :

۱- حرکت مولکول های حلال از محیط **غلیظ** به محیط **رقیق**

۲- فرایندی **غیر خودبخودی** و با اعمال **فشار** بر محیط **غلیظ**

۳- **کاهش** غلظت یون ها در سمت **رقیق**

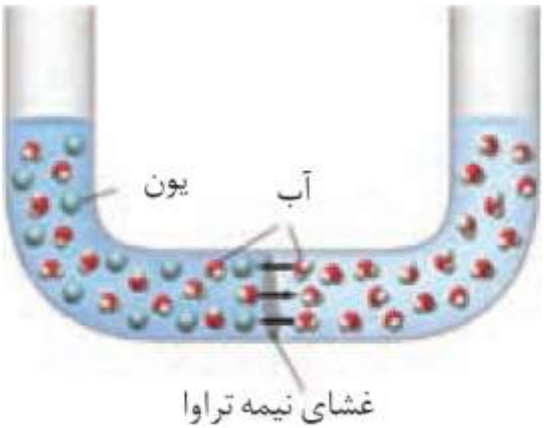
۴- **افزایش** غلظت یون ها در سمت **غلیظ**

۵- **افزایش** حجم در سمت **رقیق** (سرعت بیشتر انتقال به سمت رقیق)

۶- **کاهش** حجم در سمت **غلیظ** (سرعت کمتر انتقال به سمت غلیظ)

۷- در اسمز معکوس با اعمال **فشار خارجی** می توان فرایند را ادامه داد.

۱- مطابق شکل زیر، حجم های برابری از آب دریا و آب مقطر به وسیلهٔ یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده اند.



آ) اگر از این غشا یون های سدیم و کلرید نتوانند بگذرند، با گذشت زمان چه رخ می دهد؟

با گذشت زمان مولکول های آب از سمت راست غشای نیمه تراوا (رقیق) به سمت چپ (محیط غلیظ) انتقال می یابند و ارتفاع آب در بخش غلیظ افزایش یافته و محلول رقیق تر می شود.

ب) آیا با این روش می توان آب دریا را نمک زدایی و آب شیرین تهیه کرد؟ چرا؟

خیر زیرا با این روش آب خالص مصرف شده و آب دریا رقیق می شود.

پ) براساس شکل روبه رو، اگر بر پیستون نیرو وارد کنیم چه رخ می دهد؟ چرا؟

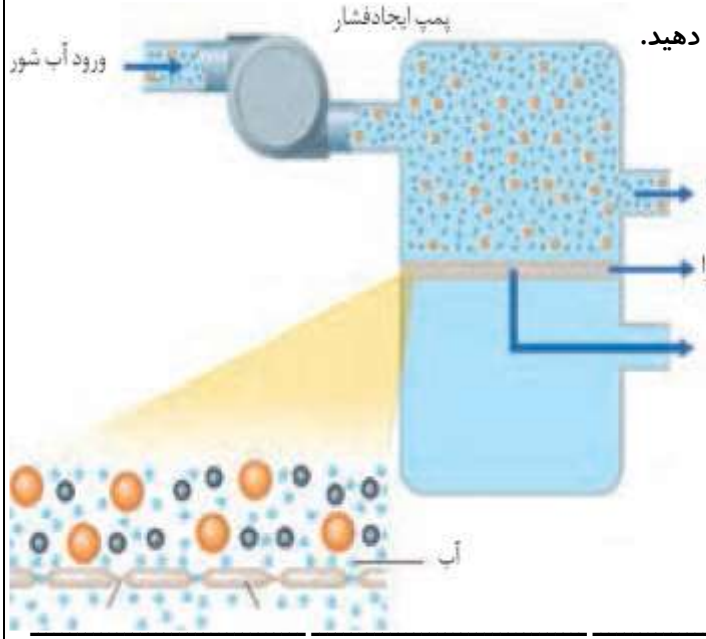
اگر نیروی وارد شده به پیستون به یک حد معینی برسد ، مهاجرت مولکول های آب از آب خالص به سوی محلول متوقف می شود با اعمال فشار بیشتر ، مولکول های آب از غشا عبور کرده و آب شور ، شیرین می شود. یعنی مولکول های آب از محیط غلیظ به محیط رقیق جابه جا می شوند.

ت) چرا فرایند انجام شده در قسمت «پ» را اسمز معکوس می نامند؟

به عبور دادن آب از محلول غلیظ (آب دریا) به رقیق با اعمال نیرو (فشار) اسمز معکوس می گویند .پدیده ای که خلاف جهت روند طبیعی رخ می دهد از این رو به آن اسمز معکوس می گویند.

---

۲) با توجه به شکل زیر، چگونگی تولید آب شیرین از آب دریا را توضیح دهید.

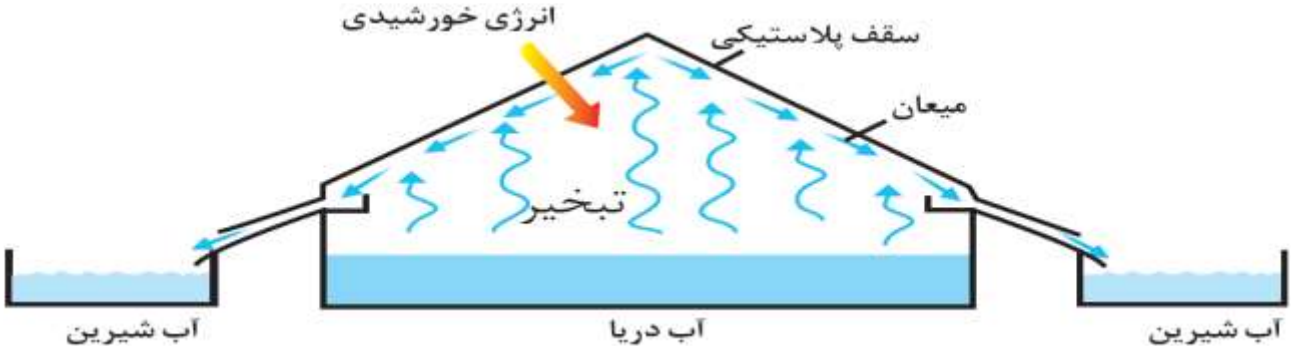


آب شور با فشار بیش از حد نیاز (بیش از فشار اسمزی) و توسط پمپ وارد محفظه شده و طی فرایند اسمز معکوس ، مولکول های آب از غشای نیمه تراوا عبور کرده و به صورت آب شیرین از پایین خارج می شود و محلول غلیظ تر نیز از طرف دیگر خارج می شود.

تقطیر

به تبخیر و میعان پیاپی ، تقطیر می گویند. در این روش آب شور دریا را حرارت می دهند. آب تبخیر شده و نمک ها باقی می مانند .سپس آب تبخیر شده را سرد می کنند تا عمل میعان انجام شود. به این ترتیب شیرین بدست می آید . حرارت لازم برای این کار نیاز به یک منبع انرژی دارد. تأمین انرژی لازم برای این کار هزینه تولید آب شیرین را بالا می برد. اما امروزه با استفاده از روش های خلاقانه تلاش شده هزینهٔ انجام تقطیر به حداقل ممکن برسد .

۱- شکل زیر روشی برای تهیهٔ آب شیرین از آب دریا را نشان می دهد.



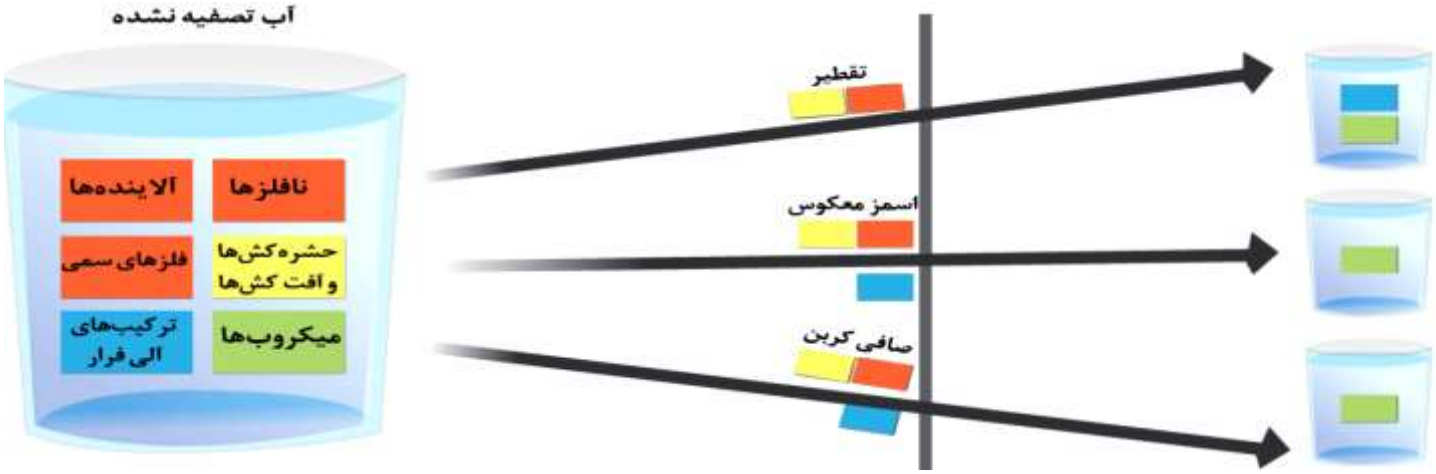
آ) این روش چه نام دارد؟ تقطیر

ب) روند تهیهٔ آب شیرین را در این روش توضیح دهید.

با تابش نور خورشید و تأمین انرژی گرمایی تنها مولکول های آب از آب دریا تبخیر می شوند ، این مولکول ها با برخورد به دیوارهٔ ظرف به آسانی مایع شده و با جریان یافتن روی سطح دیواره در ظرف دیگری جمع و جدا می شوند. آب حاصل که فاقد حل شوندهٔ گوناگون است آب شیرین می باشد.

آلاینـده هـای موجـود در آب عبارتنـد از : ۱- فلزهـای سـمی ۲- نافلزهـا ۳- حشـره کـش هـا و آفـت کـش هـا ۴- ترکیـب هـای آلـی فرار ۵ - میکروب ها ۶- سایر آلاینده ها

۲) شکل زیر برخی روش های تصفیه یک نمونه آب را نشان می دهد، با توجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید.



آ) با انجام تقطیر ، کدام مواد موجود در آب از آن جدا می شوند؟ توضیح دهید.

با روش تقطیر ، نافلزها ، آلاینده ها ، حشـره کش ها و آفت کش ها و فلزهای سـمی جدا می شوند. ولی میکروب ها و ترکیب های آلی فرار باقی می مانند. ترکیب های آلی فرار چون نقطه جوش آن ها کمتر از آب است تبخیر می شوند و همزمان با آب سرد شده بنابراین در آب وجود خواهند داشت.

ب) با عبور آب از صافی کربن ، کدام آلاینده ها حذف می شوند؟ همهٔ آلاینده ها بجز میکروب ها جدا می شوند.

پ) با روش اسمز معکوس ، کدام مواد را می توان از آب جدا کرد؟

نافلزها ، آلاینده ها ، فلزهای سمی ، حشره کش ها و آفت کش ها و ترکیبات آلی فرار

ت) آب به دست آمده از کدام روش ها ، آلایندهٔ کمتری دارد؟ استفاده از صافی کربن و اسمز معکوس

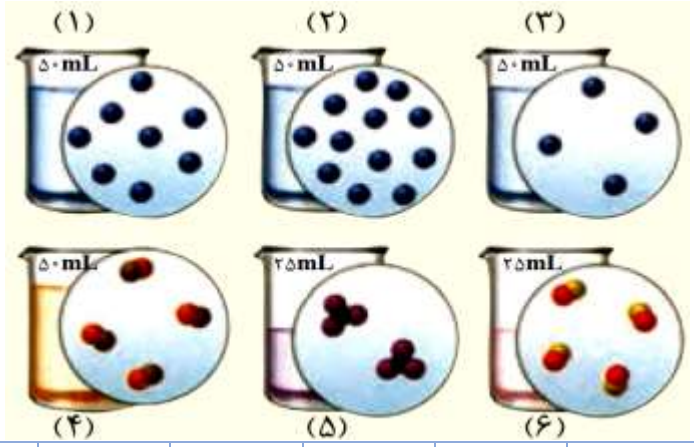
ث) چرا آب تصفیه شده در این روش ها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد؟

زیرا میکروب های موجود در آب تنها با کلر که خاصیت گند زدایی دارد از بین می روند.

نکته : آب تصفیه شده در روش تقطیر آلاینده بیشتری دارد.

تمرین های دوره ای

۱ – اگر در محلول های آبی (۱) تا (۶) هر ذره حل شونده هم ارز با ۰/۰۲ مول باشد به پرسش های زیر پاسخ دهید.



آ) کدام محلول غلیظ تر است ؟ چرا؟

شمارهٔ محلول	۱	۲	۳	۴	۵	۶
غلظت مولی($mol.L^{-1}$)	۳/۲	۴/۸	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۳/۲

با توجه به غلظت های مولی بدست آمده محلول (۲) از همه غلیظ تر است زیرا غلظت مولی آن بیشتر است.

ب) غلظت مولی کدام محلول ها با هم برابر است؟ **غلظت محلول های (۱ و ۶) و غلظت محلول های (۳ و ۴ و ۵) با هم برابر است.**

پ)غلظت مولی محلول بدست آمده از مخلوط کردن محلول (۱) و (۳) را حساب کنید.

از مخلوط کردن محلول (۱) و (۳) ، حجم حاصل ۱۰۰mL و مجموع مول های حل شونده ۰/۲۴ mol خواهد شد از این رو :

$$\text{غلظت مولی محلول جدید : } \frac{0/24\ mol}{0/1\ L} = 2/4\ mol.L^{-1}$$

ت) غلظت مولی محلول (۴) را پس از افزودن ۱۱۰ میلی لیتر آب به آن حساب کنید.

با افزودن ۱۱۰ mL آب به محلول شمارهٔ (۴) حجم محلول حاصل ۱۶۰ mL اما شمار مول های حل شونده ثابت و همان ۰/۰۸ mol است

پس : $\text{غلظت مولی محلول جدید : } \frac{0/08\ mol}{0/16\ L} = 0/5\ mol.L^{-1}$

ث) غلظت مولی محلول (۵) را پس از انحلال ۰/۰۲ مول حل شونده بدست آورید.(از تغییر حجم چشم پوشی کنید.)

حجم محلول همان ۲۵ mL است اما شمار مول های حل شونده به ۰/۰۶ mol می رسد پس :

$$\text{غلظت مولی محلول جدید : } \frac{0/06\ mol}{0/025\ L} = 2/4\ mol.L^{-1}$$

---

۲ – ادامهٔ زندگی اغلب ماهی ها هنگامی امکان پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از 5 ppm باشد . با انجام محاسبه مشخص کنید که آیا ۹Kg آب حاوی ۶۷/۵ میلی گرم اکسیژن محلول برای ادامه زندگی ماهی ها مناسب است؟

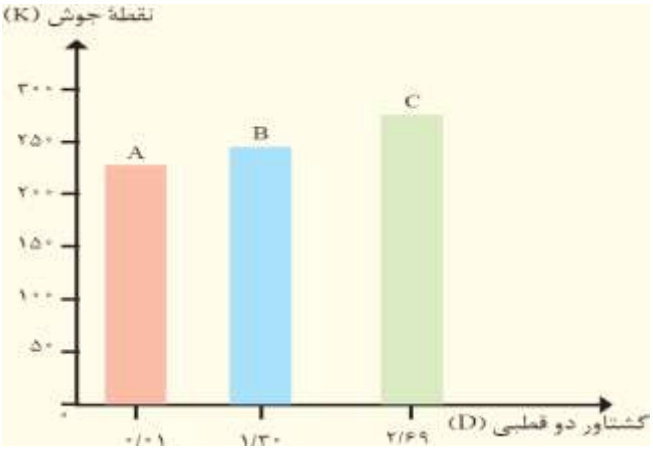
جرم محلول (آب) $= 9 \times 10^3\ g = 9\ Kg$ جرم اکسیژن $67/5\ mg = 67/5 \times 10^{-3}\ g$

راه اول : $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{67/5 \times 10^{-3} g}{9 \times 10^3\ g} \times 10^6 = 7/5\ ppm$

چون اکسیژن محلول بیش از 5 ppm است پس برای اغلب ماهی ها مناسب است.

راه دوم : برای آسانی کار می توان ppm را نسبت میلی گرم حل شونده به کیلوگرم محلول در نظر گرفت.

$$? ppm = \frac{67/5\ mg}{9\ Kg} = 7/5\ ppm$$



۳ – با توجه به نمودار زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید . جرم مولی هر سه مادهٔ آلی A، B و C با یکدیگر برابر است.

آ) جهت گیری و منظم شدن مولکول های کدام ترتیب در میدان الکتریکی محسوس تر است؟ چرا؟

هرچه گشتاور دوقطبی مولکول های سازندهٔ ماده ای بزرگ تر باشد ، مولکول های آن قطبی تر و با جرم مولی مشابه ، نیروهای بین مولکولی آن قوی تر و دمای جوش بالاتری دارند. بر این اساس مادهٔ C زیرا مولکول های آن قطبی تر است.

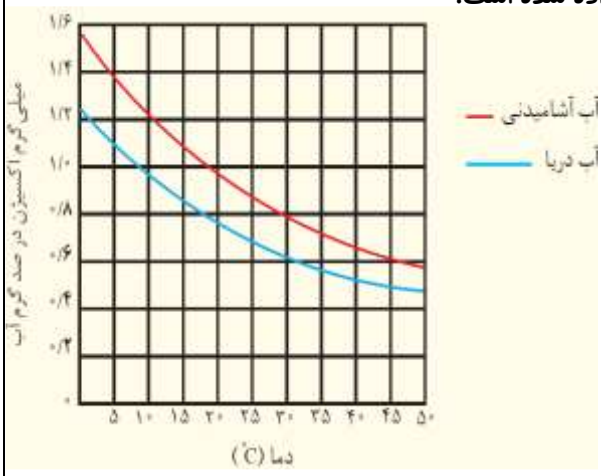
ب) سه ترکیب داده شده را بر اساس کاهش قدرت نیروهای بین مولکولی مرتب کنید؟ C > B > A

پ) پیش بینی می کنید کدام ماده در شرایط یکسان انحلال پذیری بیشتری در هگزان دارد؟ چرا؟

A زیرا میزان قطبی بودن مولکول های آن نسبت به بقیه کم تر بوده پس در حلال ناقطبی مانند هگزان به میزان بیشتری حل می شود.

---

۴ – در نمودار زیر انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا نشان داده شده است.



آ) در دمای ۵°C انحلال پذیری گاز اکسیژن چقدر است؟

در آب آشامیدنی ، ۱/۴ و در آب دریا ، ۱/۱ است.

ب) با افزایش دما چه تغییری در مقدار حل شدن گاز اکسیژن مشاهده می شود؟

با افزایش دما از میزان انحلال پذیری O_2 ، هم در آب آشامیدنی و هم در آب دریا کاسته می شود.

پ) آیا می توان گفت با افزایش مقدار نمک در آب ، انحلال پذیری گاز اکسیژن کاهش می یابد؟ توضیح دهید.

بله ، نمک ها ترکیب های یونی هستند که هنگام انحلال در آب ، یون ها جاذبه های قوی یون – دوقطبی با مولکول های آب تشکیل می دهند. از این رو اغلب آن ها به خوبی در آب حل می شوند اما O_2 از مولکول های ناقطبی تشکیل شده که با جاذبه های ضعیف واندروالس در آب حل می شوند حال اگر در یک نمونه آب ، حل شونده های یونی به میزان زیادی حل شده باشند مولکول های آب تمایل کمتری برای انحلال مواد دیگر و نیز گازها دارد.

به عنوان مثال افزودن نمک خوراکی به بطری محتوی نوشابه و خروج سریع و شدید گاز از آن نشان می دهد که آب تمایل بیشتری به انحلال NaCl دارد تا به انحلال گازهایی مانند O_2 و CO_2

۵ – هر یک از شکل های زیر نمایی از آغاز و پایان آزمایشی برای درک مفعوم انحلال پذیری سه ماده در آب و دمای 25°C است نتیجه هر یک از آزمایش ها را بنویسید.

@JOZVE WORLD

آ) برخی مواد مانند شکر ، انحلال پذیری معینی در آب با دمای ۲۵°C دارند یعنی با افزودن حل شوندهٔ بیشتر ، انحلال تا پدید آمدن محلول سیر شده پیش می رود به طوری که در هر ۱۰۰ g آب ۲۵°C ، حداکثر ۲۰۵ g شکر حل شده و ۳۰۵ g محلول سیر شده پدید می آید و مطابق شکل ۹۵ g شکر در ته ظرف باقی می ماند.

ب) برخی مواد مانند روغن (ترکیب های ناقطبی) در آب نامحلول هستند یعنی به میزان بسیار ناچیز در آب حل می شوند و با افزودن بیشتر آن ها انحلال پذیری تغییری نمی کند.

پ) برخی مواد مانند اتانول ، به هر نسبتی در آب حل می شوند و هیچ گاه نمی توان از آن ها محلول سیر شده تهیه کرد در واقع با افزایش بیشتر اتانول به آب به محلول هایی دست می یابیم که در آن ها اتانول حلال و آب حل شونده خواهد بود.

---

۶ – هر یک از شکل های زیر ، کاربردی از یک ترکیب یونی را نشان می دهد.

آ) کدام شکل کاربرد کلسیم سولفات و کدام شکل کاربرد آمونیوم نیترات را نشان می دهد؟ توضیح دهید.

کلسیم سولفات ، یک ترکیب یونی جامد است که به عنوان گچ طبی به کار می رود در حالی که آمونیوم نیترات یکی از کودهای شیمیایی محلول در آب است که که برای رشد گیاهان مصرف می شود.

ب) اگر انحلال پذیری 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 هر یک را در این دما حساب کنید.

انحلال پذیری جرم حل شونده را در ۱۰۰ g آب با دمای معینی نشان می دهد پس جرم محلول سیرشدهٔ کلسیم سولفات و آمونیوم نیترات به ترتیب ۱۰۰/۲ g و ۱۶۵/۵ g است از این رو :

$$\text{درصد جرمی محلول سیر شده کلسیم سولفات} : \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول سیر شده}} \times ۱۰۰ = \frac{0/2\ g}{100/2\ g} \times 100 \simeq ٪\ 0/2$$

$$\text{درصد جرمی محلول سیر شده آمونیوم نیترات} : \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول سیر شده}} \times ۱۰۰ = \frac{65/5\ g}{165/5\ g} \times 100 \simeq ٪\ 39/5$$

---

۷ – کوسه های شکارچی حس بویایی بسیار قوی دارند و می توانند 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 کوسه ها بوی خون را خوب حس می کنند . حساب کنید حس بویایی این کوسه ها به حداقل چند ppm خون حساس است؟ (جرم یک لیتر آب دریا را ۱ کیلوگرم در نظر بگیرید.)

4×10^{12} لیتر آب دریا هم ارز با 4×10^{12} Kg از آن است.

روش اول : $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0/1\ g}{4 \times 10^{15}\ g} \times 10^6 = 2/5 \times 10^{-11}\ \text{ppm}$

این مقدار ، حساسیت بسیار بالای حس بویایی کوسه را نشان می دهد. زیرا ppm غلظتی است که برای محلول های رقیق و بسیار رقیق به کار می رود اما این مقدار ، کسر بسیار کوچکی از ppm است.

روش دوم : نسبت میلی گرم های حل شونده به کیلوگرم محلول است.

$$؟\ \text{ppm} = \frac{100\ mg}{4 \times 10^{12}\ Kg} = 2/5 \times 10^{-11}\ \text{ppm}$$