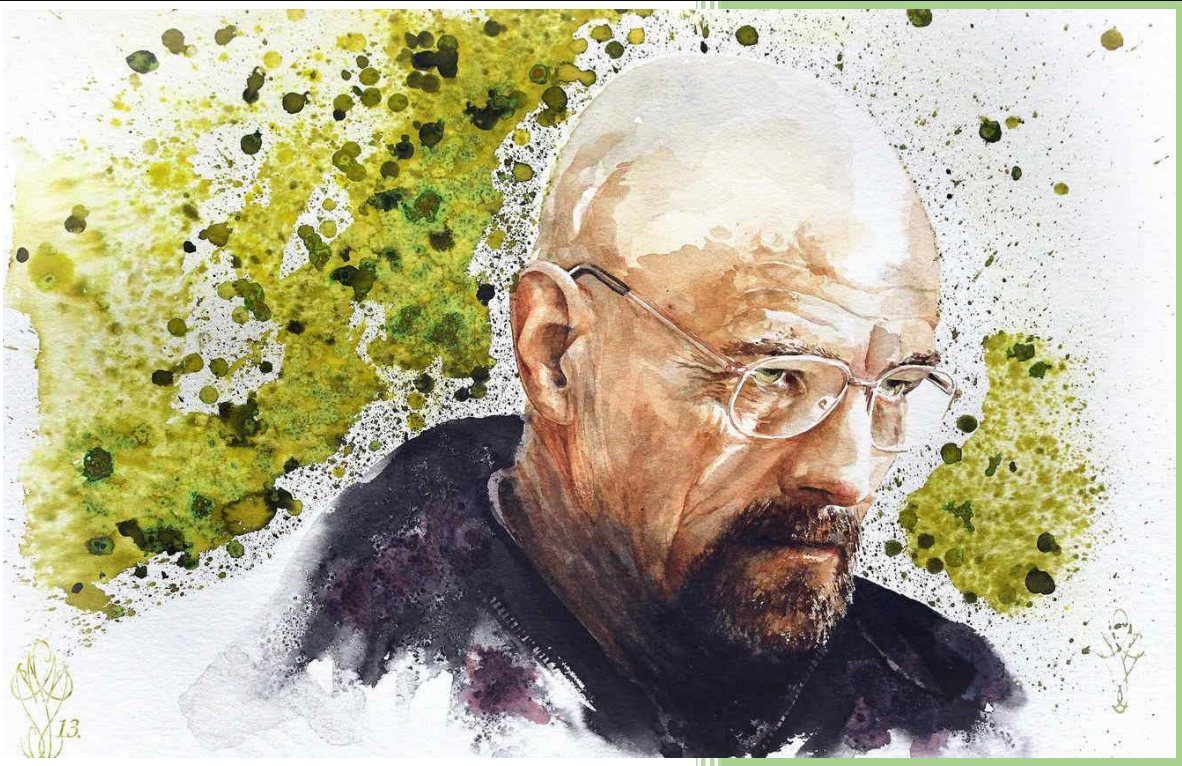
شیمی دهم

مولف : محمد خلیلی



فصل اول – کیهان زادگاه الفبای هستی

بخش اول

سه پرسش بنیادین درباره جهان هستی :

۱ – هستی چگونه پدید آمده است ؟

- پرسشی بزرگ و بنیادی است که در قلمرو علوم تجربی نمی گنجد .
- با مراجعه به چهارچوب اعتقادی و بینش خویش و در پرتو آموزه های وحیانی می توان به پاسخی جامع دست یافت .

۲ – جهان کنونی چگونه شکل گرفته است ؟

۳ – پدیده های طبیعی چرا و چگونه رخ می دهند ؟

- برای پاسخ به این دو سوال علوم تجربی تلاشی گسترده کرده است .

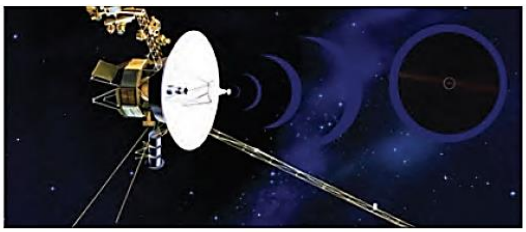
تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه دارد . نمونه از این تلاشها فضاپیمای وویجر ۱ و۲ می باشد .

فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ :

۱) ماموریت آنها گذر از کنار سیارهای مشتری ، زحل ، اورانوس ، نپتون است .

۲) تهیه شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره ها و ارسال مشخصات سیاره از جمله نوع عنصرهای سازنده ، ترکیب شیمیایی و درصد مواد موجود در اتمسفر آن سیاره .

نکته : شواهد تاریخی که از سنگ نبشته ها و نقاشی های دیوار غارها به دست آمده است نشان می دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانون مندی در آسمان بوده است .



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

نکته : اگر به شکل دقت کنید آخرین تصویر از طریق فضاپیمای وویجر ۱ از سامانه خورشیدی ارسال شده است .

مطالعه کیهان به ویژه سامانه خورشیدی برای پاسخ به این پرسش کمک شایانی می کند . بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره های سامانه خورشیدی و مقایسه آن با عنصر های سازنده خورشید می توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت

➢ **مقایسه دو سیاره مشتری و زمین با در مطالعه سامانه خورشیدی**

نام سیاره	سیاره زمین	سیاره مشتری
اندازه در مقایسه با سایر سیاره های منظومه شمسی	نزدیک تر به خورشید پنجمین سیاره بزرگ	..... بزرگترین سیاره منظومه شمسی
	دمای بیشتر به دلیل نزدیکی به خورشید	.....
حجم و قطر	.....	بزرگترین سیاره سامانه خورشیدی در نتیجه حجم و قطر بیشتری دارد
فراوانترین عنصر	فراوانترین عنصر موجود در آن **آهن** است که فراوانی آن کمتر از ۵۰ درصد است .	فراوانترین عنصر آن **هیدروژن** می باشد که فراوانی آن ۹۰ درصد است .
فراوانی عناصر	$Fe > O > Si > Mg$	$H > He > C > O$
نوع سیاره	بیشتر از جنس سنگ در نتیجه جز سیاره های **سنگی** است	بیشتر از جنس گاز در نتیجه جز سیاره های **گازی** است
چگالی	.....	چگالی کمتر نسبت به زمین

نکته : در میان ۸ عنصر فراوان در دو سیاره زمین و مشتری دو عنصر اکسیژن و گوگرد مشترک هستند .

نکته : نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است . مقایسه بین سیارات نشان می دهد که عناصر به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده است . این یافته ها باعث شد تا چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند به طوری که برخی از آنها بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بود .

مراحل پیدایش کیهان :

۱ – امروزه دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با **انفجاری مهیب** (مهبانگ یا همان بیگ بنگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده و ذره های زیراتمی (یعنی الکترون – پروتون – نوترون) در کل عالم پخش شده اند .

۲ – پس از مدتی الکترون به پروتون می رسد و دور آن می چرخد و بدین ترتیب **عنصر هیدروژن** پدید می آید .

۳ – پس از گذشت زمان درصدی از اتم های هیدروژن طی واکنش های هسته ای با یکدیگر ترکیب شده و تشکیل **عنصر هلیم** را می دهند

۴ – با گذشت زمان و بر اثر کاهش دما گازهای هیدروژن و هلیم ،متراکم شده و مجموعه گازی به نام **سحابی** را ایجاد می کنند .

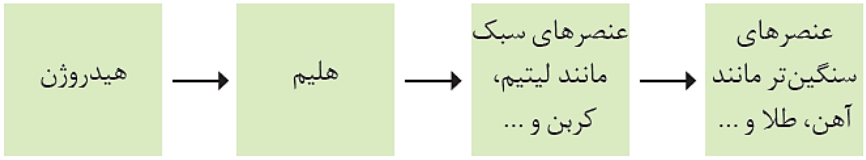
۵ – بر اثر دمای بالای ستاره ها یک سری واکنش های هسته ای انجام می شوند که طی آن ها به مرور **عنصرهای سبک تر** (یعنی H و He) تبدیل به **عنصرهای نسبتاً سنگین تر** (مانند لیتیم ، کربن ، و ...) می شوند .

۶ – پس از اینکه عنصرهای درون یک ستاره از حد معینی سنگین تر شد ، ستاره موردنظر به دلیل ناپایداری منفجر شده و **اتم های سنگین** (مانند آهن ، مس ، طلا و ....) را در سرتاسر گیتی پراکنده می کند . به همین دلیل است که ستاره هارا کارخانه‌ی تولید عنصرها می دانند .

نکته : ستاره ها متولد می شوند – رشد میکنند - میمیرند . مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود.

درون ستاره ها در دماهای بالا واکنش های هسته ای رخ می دهد که هرچه این دما بیشتر باشد زمینه ایجاد **عناصر سنگین** مانند طلا و آهن از عناصر سبک ، بیشتر می باشد .

نکته : دما و اندازه هر ستاره تعیین می کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شوند .چنین ستارگانی پس از چندین میلیون سال نور افشانی و گرما بخشی ، پایداری خود را از دست داده ، در انفجاری مهیب متلاشی شده اند و اتم های سنگین درون آنها در سرتاسر گیتی پراکنده شده است به همین دلیل باید **ستارگان را کارخانه تولید عنصرها** دانست .



شکل ۲ـ روند تشکیل عنصرها

نکته : واکنش های هسته ای درون ستاره ها نیز بیانگر **تبدیل جرم به انرژی** است .

خلاصه روند تشکیل عنصرها (سنگین شدن عناصر) : ${}_{1}^{1}H \rightarrow {}_{2}^{4}He \rightarrow {}_{6}^{12}C \rightarrow {}_{26}^{56}Fe$

تست : کدام یک از گزینه های زیر در مورد مقایسه عنصرهای سازنده دو سیاره مشتری و زمین نادرست است ؟ کانون

۱ – فراوانترین عنصر سازنده زمین و مشتری به ترتیب فلز و نافلز می باشد .

۲ – فراوانترین عنصر در پوسته زمین آهن است .

۳ – برخی عناصر موجود در دو سیاره با هم مشابه هستند .

۴ – سیاره مشتری بیشتر از گاز تشکیل شده است .

تست : با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان ، از به هم پیوستن چند اتم از فراوان ترین ایزوتوپ هلیم ، یک اتم ایزوتوپ ${}_{12}^{24}Mg$ **، می تواند به وجود آید ؟ (از تبادل انرژی و تغییرات اندک جرم صرف نظر شود .)** خارج ریاضی ۹۸

۴ ۶ ۸ ۱۲

تست : چند مورد از مطالب زیر درست هستند ؟

الف – پاسخ پرسش هایی از قبیل " جهان کنونی چگونه شکل گرفته است " در قلمرو علم تجربی نمی گنجد

ب – دومین عنصری که پس از مهبانگ به وجود آمد ، دومین فراوانی را در سیاره مشتری دارد .

پ– پس از مهبانگ ، با گذشت زمان و افزایش دما ، گازهای هیدروژن و هلیم متراکم شده و مجموعه گازی به نام سحابی را ایجاد کردند .

ت – تولد یک ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است .

تمرین‌های امتحانی

۱. **جای خالی جمله‌های زیر را کامل کنید.**

آ. ..... شکل خالصی از ماده است که یک نوع اتم دارد.

ب. عنصرهای سازندهٔ ..... بیشتر از جنس گاز هستند.

پ. هر چه دمای یک ستاره ..... باشد، شرایط برای تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم است.

۲. **هر یک از واژه‌های زیر را تعریف کنید.**

واکنش هسته‌ای ـ سحابی

۳. **چرا ستاره‌ها را کارخانهٔ سازندهٔ عنصر می‌دانند؟**

۴. **برای تولید ۲۷×۱۰^{۸} kJ انرژی باید چند گرم از یک ماده به انرژی تبدیل شود؟**

بخش دوم

ذرات زیر اتمی

حفظ کنید

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

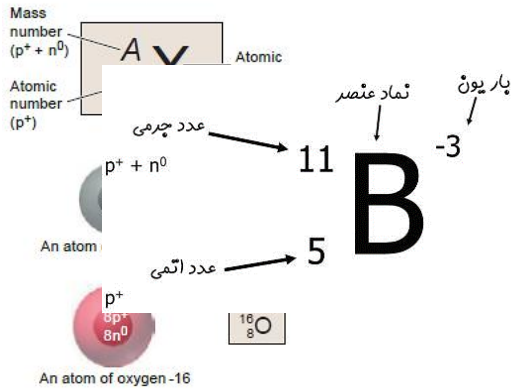
عدد اتمی(p) : به تعداد پروتون های هسته اتم عدد اتمی گفته می شود .

عدد جرمی (A) : به مجموع تعداد نوترون و پروتون های هسته اتم عدد جرمی گفته می شود . $A = n + p$

جرم اتمی : جرم اتم مورد نظر بر حسب واحد کربنی (amu) می باشد .

یکای جرم اتمی : یک دوازدهم اتم کربن ${}^{12}_{6}C$

شیوه نمایش یک عنصر :



نکته : در هسته اتم همواره است $n \geq p$ به جز هیدروژن که نوترون ندارد .

تعداد الکترون – پروتون – نوترون هر یک از عناصر زیر را تعیین کنید .

${}^{31}_{15}p$ ${}^{31}_{15}p^{3-}$ ${}^{27}_{13}Al^{3+}$

تست : اگر تفاوت تعداد الکترون و نوترون در یون فرضی ${}^{۷۹}X^{۳+}$ **برابر ۱۸ باشد تعداد الکترون های یون** $X^{۲+}$ **چند است**

تست : اگر اختلاف تعداد نوترون ها و الکترون ها در عنصر ^{200}X ، ۸ برابر اختلاف نوترون ها و پروتون ها در $^{59}_{27}Co$ باشد عدد اتمی عنصر X کدام است ؟

۹۲ ۸۶ ۷۸ ۸۰

تست : در کاتیون $^{59}X^{3+}$ تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۸ میباشد . عدد اتمی این عنصر کدام است ؟ کانون ۹۷

۲۸ ۲۷ ۲۱ ۲۴

تعداد ذره های زیراتمی در یک مولکول

اگر ترکیب خنثی بود : تعداد ذره های زیراتمی در یک مولکول برابر با مجموع ذره های زیراتمی تک تک اتم های آن است

اگر ترکیب باردار بود : به تعداد بار مثبت از الکترون کم میکنیم و به تعداد بار منفی به الکترون ها اضافه می کنیم .

$^{112}_{48}Cd^{2+}$
: تعداد نوترون‌ها
: تعداد پروتون‌ها
: تعداد الکترون‌ها

$^{31}_{15}P^{3-}$
: تعداد نوترون‌ها
: تعداد پروتون‌ها
: تعداد الکترون‌ها

PH_4^+ $(^{31}_{15}P - ^{2}_{1}H)$
: تعداد نوترون‌ها
: تعداد پروتون‌ها
: تعداد الکترون‌ها

تست : تعداد الکترون های کدام گونه با بقیه متفاوت است ؟ ($_9F - _8O - _7N - _6C$) المپیاد شیمی ۹۰

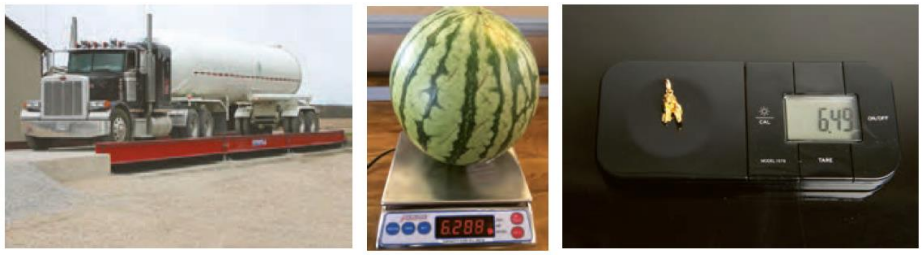
CO_2 OF_2 CNO^- NO_2^+

جرم اتمی عنصرها

۱ - جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آنها با ترازوهای متفاوتی اندازه گیری میکنند .

۲– دقت و اندازه‌گیری ترازوها با یکدیگر متفاوت است .

۳ - با استفاده از یک ترازو، جرم اجسامی را میتوان اندازه گیری کرد که جرم آنها بیشتر از دقت ترازو باشد.

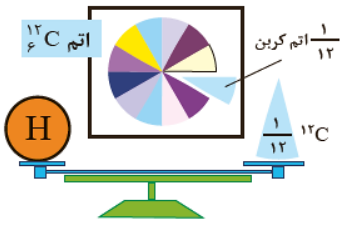


شکل ۹ـ جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند.

ترازو هایی که برای اندازه گیری جرم مواد گوناگون به کار می رود، **دقت اندازه گیری متفاوتی دارند**؛ برای نمونه، **دقت باسکول های تنی تا یک صدم تن** و دقت **ترازوی زرگری تا یک صدم گرم است**. با استفاده از باسکول چند تنی نمی توان جرم یک هندوانه را اندازه گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه گیری این ترازو کمتر است.

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط زیست، محیط آزمایش و... بررسی و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند که چه جرمی از اتم ها یا مولکول های آن ماده وارد محیط شده است؛ از این رو آنها همواره در پی یافتن **سنجه ای مناسب** و در دسترس برای اندازه گیری جرم اتمها بوده‌اند.

اتم ها بسیار ریزند به طوری که نمی توان آنها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آنها را اندازه گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم ها به کار می برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم ها را با وزنه ای می سنجند که جرم آن $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن – ۱۲ است به این وزنه، **یکای جرم اتمی** (amu) می گویند. بر این اساس جرم هر پروتون و نوترون به تقریب برابر 1amu خواهد بود .



الگویی دیگر برای نمایش amu

مقایسه تقریبی جرم : $n \simeq p \simeq amu$

مقایسه دقیق جرم : $n > p > amu$

نکته ۱ : عدد جرمی یک عدد صحیح است اما جرم اتمی اغلب عددی غیر صحیح خواهد بود .

نکته ۲ : عدد جرمی بدون واحد است اما جرم اتمی دارای واحد amu است .

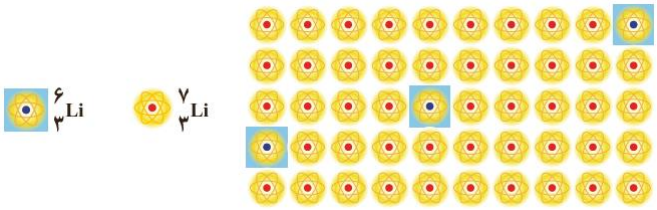
ایزوتوپ (هم مکان)

به اتم های یک عنصر که دارای **عدد اتمی یکسان** ولی **اعداد جرمی متفاوتی** هستند ایزوتوپ (هم مکان) گفته می شود .

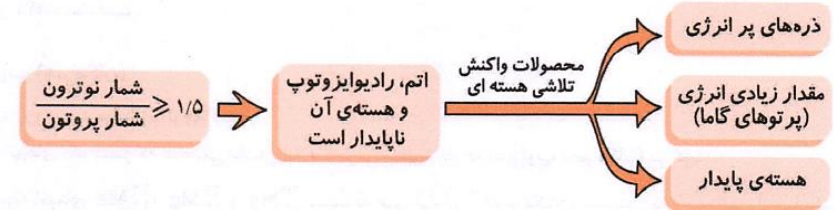
- ☑ ایزوتوپ های یک عنصر معین دارای شمار پروتون و نیز شمار الکترون یکسانی هستند و تفاوت آن ها **فقط در شمار نوترون ها** است
- ☑ **خواص شیمیایی** اتم ها به شمار ذره های باردار (الکترون ها و پروتون ها) در آن ها وابسته است و چون شمار الکترون ها و نیز شمار پروتون ها درآنها یکسان است پس خواص شیمیایی یکسانی دارند . به همین دلیل شیمی دان ها آن ها را در یک خانه معین از جدول دوره‌ای عناصر قرار داده و به آن ها هم مکان می گویند .
- ☑ متفاوت بودن شمار نوترون ها در اتم های مربوط به ایزوتوپ‌های یک عنصر باعث می شود که عدد جرمی و نیز جرم آنها با یکدیگر متفاوت باشد به همین دلیل است که ایزوتوپ ها در **خواص فیزیکی** وابسته به جرم مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند .
- ☑ درصد فراوانی هر ایزوتوپ از رابطه زیر تعیین می شود :

$$\text{درصد فراوانی هر ایزوتوپ} = \frac{\text{شمار اتم های آن ایزوتوپ}}{\text{شمار کل اتم ها}} \times 100$$

مثال : درصد فراوانی هر عنصر لیتیم را به دست آورید .



- ☑ هر چه درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد نشان دهنده آن است که ایزوتوپ مربوطه پایدارتر است .
- ☑ طبق یک قاعده کلی ، اگر برای هسته ای نسبت شمار نوترون ها به شمار پروتون ها ۱/۵ یا بزرگتر باشد($\frac{n}{p} \geq 1/5$) هسته یاد شده اغلب (**نه همیشه**) ناپایدار و پرتوزا خواهد بود . در این صورت به ایزوتوپ مورد نظر ، **رادیوایزوتوپ** می گویند . برا اثر متلاشی شدن هسته‌ی رادیوایزوتوپ‌ها ، ذره های پرانرژی ، به همراه مقدار زیادی انرژی و نیز هسته پایدارتر تولید می شوند .

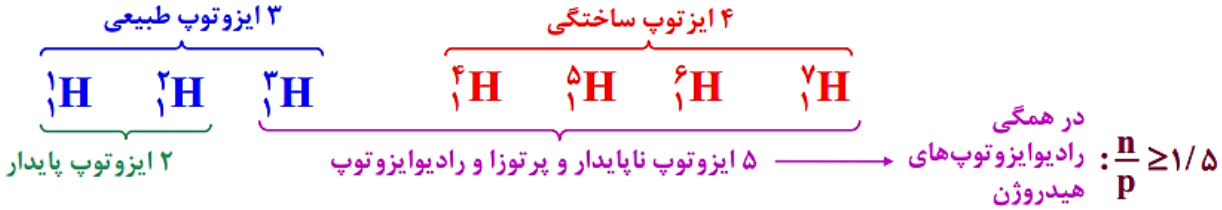


☑ سرعت واپاشی یک ماده پرتوزا را با کمیتی به نام **نیم عمر** مشخص می کنند . **نیم عمر** مدت زمانی است که طول می کشد تا نیمی از هسته های پرتوزا واپاشیده شوند . هر چه نیمه عمر کوتاه تر باشد ایزوتوپ ناپایدارتر می باشد .

☑ مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه جا یافت و به دلیل این که پرتوهای تابش شده اندک است روی سلامت ما اثر ندارد .

تفاوت ایزوتوپ ها شمار نوترون ها - عدد جرمی – جرم اتمی – خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی – درصد فراوانی – پایداری هسته – نیم عمر (در مورد رادیوایزوتوپ‌ها)

ایزوتوپ های هیدروژن



پایداری : $^{1}H > ^{2}H > ^{3}H > ^{5}H > ^{6}H > ^{4}H > ^{7}H$

تست : نسبت شمار نوترون ها به شمار پروتون در سنگین ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن کدام است ؟ تجربی ۹۸

۱ ۲ ۳ ۷

تست : چند مورد از مطالب زیر درباره ایزوتوپهای هیدروژن درست اند ؟

- هیچ یک از ایزوتوپ‌های هیدروژن ، رادیوایزوتوپ نیستند .
- در سنگین‌ترین ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن ، نسبت شمار نوترون به شمار پروتون برابر ۳ است .
- کلیه رادیوایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن دارای نیم عمری کمتر از یک ثانیه هستند .
- در پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن ، شمار نوترون های دوبرابر مجموع شمار ذره‌های زیراتمی باردار است .

شمار ایزوتوپ های طبیعی چند عنصر زیر را باید حفظ باشید :

عنصر	H	Cl	Li	Mg
شمار ایزوتوپ های پایدار (غیر پرتوزا)	۲	۲	۲	۳

جرم اتم ها را با دستگاهی به نام **طیف سنج جرمی** با دقت بسیار زیادی اندازه گیری می کنند که این اندازه گیری ها نشان می دهد **اغلب** در یک نمونه طبیعی از عنصری معین اتم های سازنده جرم یکسانی ندارند به همین دلیل از جرم اتمی میانگین استفاده میکنند

$$M = \frac{m_1\alpha_1 + m_2\alpha_2 + \ldots}{\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots}$$

نکته : مجموع درصد فراوانی در ایزوتوپ های طبیعی یک عنصر برابر با ۱۰۰ است .

تست : نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم های اتمی ۱۰۶/۹ و ۱۰۸/۹ است . اگر فراوانی ایزوتوپ سبک تر آن برابر ۵۲ درصد باشد ، جرم اتمی متوسط نقره کدام است ؟ ریاضی ۸۴

۱۰۷/۸۸ ۱۰۷/۸۶ ۱۰۷/۸۴ ۱۰۷/۸۹

تست : عنصر گالیم از دو ایزوتوپ با جرم های اتمی ۶۸/۹ و ۷۰/۹ تشکیل شده است . اگر جرم اتمی میانگین گالیم ۶۹/۷ باشد فراوانی ایزوتوپ سبک تر چند درصد است ؟

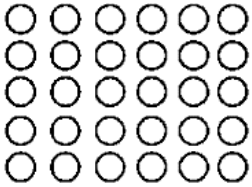
۴۰ ۳۵ ۶۰ ۷۵

تست : عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم های amu ۱۴ و amu ۱۶ و جرم اتمی میانگین amu ۱۴/۲ است . نسبت شمار اتم های ایزوتوپ سنگین به سبک در آن کدام است ؟ ریاضی ۹۸

$\frac{1}{11}$ $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{8}$

تست : عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴ amu و ۲۷ amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند . اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۲۶/۷ amu باشد ، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد ، تا فراوانی ایزوتوپ ها را به درستی نشان دهد ؟

ریاضی خارج ۹۸



۱۶ ۱۹ ۲۲ ۲۷

تست : عنصر A دارای چهار ایزوتوپ با عدد جرمی ۴۹ ، ۵۱ ، ۵۳ ، ۵۴ است . اگر مجموع فراوانی دو ایزوتوپ اول ۶۵ و فراوانی ایزوتوپ سوم ۱۵ درصد باشد درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول ، به ترتیب از راست به چپ کدام اند ؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها ، برابر جرم اتمی آنها و جرم اتمی میانگین برای عنصر برابر ۵۰/۹۵ amu فرض شود) تجربی ۹۹

۳۵/۵ و ۲۹/۵ ۱۷/۵ ، ۴۷/۵ ۱۵ ،۵۰ ۱۴/۵ ، ۵۰/۵

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

۶۱/۸۶ ۶۲/۲۸ ۶۴/۱۲ ۶۶/۴۵

تست : اگر عنصری دارای سه ایزوتوپ با جرم‌های اتمی **۲۷/۹ amu** ، **۲۹/۹ amu** و **۳۰ amu** به ترتیب با فراوانی **۹۲** ٪ ، **۵** ٪ و **۳** ٪ باشد جرم اتمی میانگین آن برابر چند **amu** است ؟ دی ۱۴۰۱ تجربی

تست : اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون ، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون ، و جرم الکترون برابر ۰/۰۰۰۵۴ amu در نظر گرفته شود جرم تقریبی یک اتم تریتیم برابر چندگرم خواهد بود ؟ $1amu = 1/66 \times 10^{-24} g$ ریاضی ۹۳

تست : اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{2000}$ جرم هریک از ذره های پروتون و نوترون فرض شود ، نسبت جرم الکترونها در اتم ${}^{2z}_{z}A$ به جرم این اتم به کدام کسر نزدیک تر است ؟ تجربی ۸۹

$\frac{1}{4000}$ $\frac{1}{2000}$ $\frac{1}{1000}$ $\frac{1}{5000}$

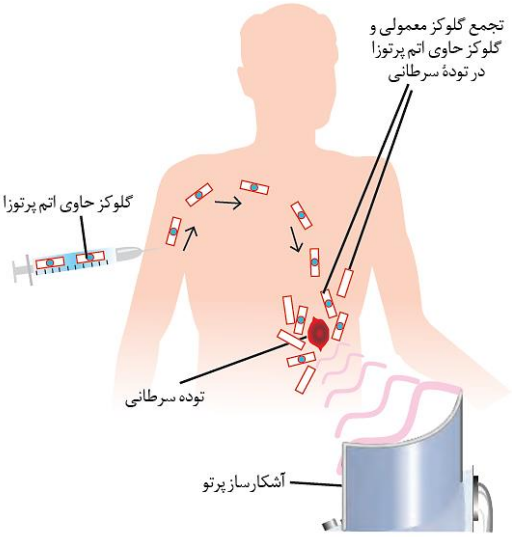
کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها

۱ رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند ، اما پیشرفت دانش و فناوری ، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است

۲ امروزه از رادیوایزوتوپ ها در پزشکی ، کشاورزی ، و سوخت در نیروگاه‌های اتمی (برای تولید انرژی الکتریکی) استفاده می شود .

۳ در پزشکی ، رادیوایزوتوپ‌ها هم در **مرحله تشخیص و هم در مرحله درمان** بیماری کاربرد دارند .

۴ اساس کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها در تصویربرداری پزشکی این است که بسته به ارگانی از بدن که قرار است از آن عکس برداری شود ، ترکیبی به بیمار تزریق می کنند که به خوبی توسط ارگان مورد نظر جذب می شود . در ترکیب مورد نظر یکی از اتم های پرتوزا یا اصطلاحاً **نشان‌دار** است . پس از مدتی که رادیوایزوتوپ مورد استفاده در ارگان مورد نظر (مانند کبد ، تیروئید و ...) جای گرفت پرتوهای حاصل از آن توسط دستگاه‌های عکس‌برداری قابل ردگیری است و همین موضوع زمینه را برای تصویربرداری فراهم می‌کند .



۵ یکی از کاربردهای مهم رادیو ایزوتوپ ها تشخیص **توده سرطانی** است . توده های سرطانی یاخته هایی هستند که سلولهای آنها رشد غیر عادی سریع و خارج از کنترلی دارند. یکی از روش های تصویربرداری از توده های سرطانی ، استفاده از گلوکز نشان دار(یعنی گلوکز حاوی اتم پرتوزا) است

گلوکز از لحاظ متابولیسمی بسیار فعال است و سلول‌های سرطانی هم به سرعت در حال رشد هستند و به شدت گرسنه‌ی گلوکز و مصرف کننده آن می باشند. بدین ترتیب با تزریق گلوکز نشان دار، توده سرطانی بیشتر از سایر ارگان‌های بدن گلوکز نشان دار را جذب نموده و در دستگاه آشکارساز پرتو به صورت درخشان‌تری ظاهر می شود. بدین ترتیب توده سرطانی معلوم شده و پزشکان می توانند عملیات درمانی را آغاز کنند.

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده ، ۹۲ عنصر (تقریبا ۷۸ درصد) در طبیعت یافت می شود و ۲۶ عنصر (تقریبا ۲۲ درصد) دیگر ساختگی است .

تکنسیم $^{99}_{43}Tc$

☑ در دوره ۵ و گروه ۷ جدول دوره ای قرار دارد .

☑ **نخستین عنصری** که در راکتور (واکنشگاه) هسته ای ساخته شد

☑ در تصویر برداری از غده تیروئید (که یک غده پروانه‌ای شکل است) استفاده می شود . زیرا یون یدید با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ است **اندازه مشابهی** (نه دقیقاً هم اندازه) دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید این یون را نیز جذب می کند . با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید امکان تصویربرداری فراهم می شود .

☑ از آنجا که عنصر تکنسیم یک عنصر پرتوزا است ، پرتوهای حاصل از آن توسط دستگاههای عکس‌برداری قابل ردگیری است و همین موضوع زمینه را برای تصویربرداری فراهم می کند .

☑ **همه** $^{99}_{43}Tc$ موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش های هسته ای ساخته شود . ساخت این عنصر خیلی دشوار نیست و می توان آن را با صرف هزینه‌ای نسبتاً کم تهیه کرد. به همین دلیل این عنصر قیمت چندانی ندارد و دسترسی به آن در بیمارستانم ها نسبتاً آسان است .

☑ تکنسیم مورد استفاده در تصویربرداری پزشکی ، نیم‌عمر کوتاهی (حدود ۶ ساعت) بنابراین نمی توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه کرد و برای مدت طولانی نگهداری کرد . بسته به نیاز آن را با یک مولد هسته ای تولید و سپس مصرف می کنند .

☑ **مولد رادیوایزوتوپ تکنسیم** ، رادیوایزوتوپ تکنسیم را که کاربردهای گوناگونی دارد تولید می کند .

نکته : همه عناصر پرتوزا نسبت نوترون به پروتون بالای ۱/۵ ندارند !!! مانند $^{99}_{43}Tc$ که در حدود ۱/۳ است .

تست : چند مورد از مطالب زیر درباره $^{99}_{43}Tc$ **درست است ؟** خارج تجربی ۹۸

- در تصویربرداری از غده تیروئید کاربرد دارد .
- نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته ای ساخته شد .
- اندازه یون آن درست اندازه یون یدید است و در تیروئید جذب می شود
- زمان ماندگاری آن اندک است و نمی توان مقدار زیادی از آن را تولید و انبار کرد .

تست : چند مورد از مطالب زیر درباره عنصر تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$ **) درست اند ؟**

- سبک ترین عنصری است که در طبیعت وجود ندارد .
- از آنجایی که هسته‌ای ناپایدار دارد نسبت شمار نوترون به شمار پروتون در هسته آن بزرگتر است ۱/۵ است .
- به دلیل یکسان بودن اندازه‌ی یون I^- تکنسیم و یون ، از تکنسیم در تصویربرداری غده تیروئید استفاده می شود .
- به دلیل کاربرد فراوان تکنسیم در تصویربرداری ، مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و نگهداری می کنند .

اورانیوم

☑ اورانیوم شناخته شده ترین فلز پرتوزا و سنگین ترین عنصری است که به طور طبیعی در زمین وجود دارد . فراموش نکنید که در زمین ۹۲ عنصر طبیعی وجود دارد که طبعاً سنگین‌ترین آن‌ها عنصر شماره‌ی ۹۲ یعنی اورانیوم می باشد .

☑ اورانیوم ایزوتوپ های مختلفی دارد اما تنها یکی از ایزوتوپهای آن یعنی $(^{235}_{92}U)$این قابلیت را دارد که در راکتورهای اتمی به عنوان سوخت و در سلاح های اتمی به عنوان ماده منفجره استفاده شود .

☑ فراوانی $(^{235}_{92}U)$ در مخلوط طبیعی کمتر از ۰/۷ درصد است . بنابراین لازم است درصد اورانیوم ۲۳۵ در مخلوط ایزوتوپ های اورانیوم افزایش دهند تا مخلوط حاصل در راکتورهای اتمی قابل استفاده باشد .

☑ به فرآیند بالا بردن درصد اورانیوم ۲۳۵ در مخلوط های اورانیوم ، " **غنی سازی اورانیوم** " یا به عبارت کلی‌تر "**غنی سازی ایزوتوپی** " می گویند . فرآیندی که یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته ای است .

☑ در صفحه ۸ کتاب درسی آمده است که پس از انجام غنی‌سازی ایزوتوپی ، نام ایران در فهرست ده‌گانه‌ی کشورهای هسته ای جهان ثبت شده است و با گسترش این صنعت می توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تامین نمود .

☑ طبق شکل صفحه ۶ کتاب درسی رادیوایزوتوپ‌های **تکنسیم و فسفر** نیز از جمله رادیوایزوتوپ‌هایی هستند که ایران قادر به ساخت آن ها است.

اتم ^{59}Fe

☑ یک رادیوایزوتوپ است که برای تصویر برداری از دستگاه گردش خون استفاده می شود زیرا یون های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.

نکته : پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است از این رو دفع آنها از جمله چالش های صنایع هسته ای به شمارمی آید .

جمع بندی	
ایزوتوپ	کاربرد
رادیو ایزوتوپ $^{59}_{26}Fe$	تصویربرداری از دستگاه گردش خون (یونهای $^{59}_{26}Fe$ در ساختار هموگلوبین وجود دارد)
رادیو ایزوتوپ $^{99}_{43}Tc$	تصویربرداری غده تیروئید
گلوکز حاوی اتم پرتوزا	تشخیص توده سرطانی
کربن $^{14}_{6}C$	تخمین سن اشیای قدیمی و عتیقه ها
رادیو ایزوتوپ مس	تولید در دستگاه مولد

تست : چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ ریاضی ۱۴۰۲

- اورانیوم ۲۳۵ ، فراوانترین ایزوتوپ اورانیوم است
- اورانیوم ، معروف ترین عنصر پرتوزای طبیعی است
- از اورانیوم ۲۳۵ در واکنشگاه اتمی استفاده می شود .
- غنی سازی ایزوتوپی ، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای می باشد .

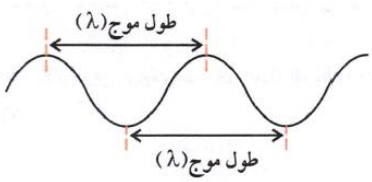
۱ ۲ ۳ ۴

بخش سوم

نور کلید شناخت جهان

پرتو الکترومغناطیسی : موجی است که برخلاف موج‌های مکانیکی (مانند موج سطح آب) برای انتشار خود نیازی به محیط مادی ندارد و می تواند در خلا با سرعت نور منتشر می‌شود .

نور مرئی ، پرتوی فرابنفش پرتوی فروسرخ و .... همگی نوعی پرتوی الکترومغناطیسی هستند .



طول موج : به فاصله دو قله متوالی یا دو فرورفتگی متوالی گفته می شود و با حرف لاندا λ نشان داده می شود.

☜ **نکته ۱ :** هر چه طول موج کوتاه تر ←انرژی بیشتر ← شکست و انحراف (زاویه انحراف) در منشور بیشتر

☜ **نکته ۲ :** ترتیب طول موج در پرتوهای الکترومغناطیسی به صورت زیر است :

پرتوهای گاما < ایکس < فرابنفش < نور مرئی < پرتوهای فروسرخ < ریزموج < امواج رادیویی : **طول موج**

بدیهی است که ترتیب انرژی عکس ترتیب فوق است .

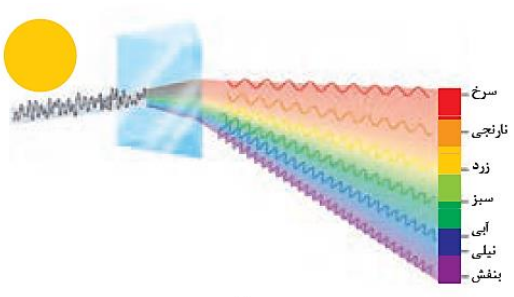
☜ **نکته ۳ :** چشم ما می تواند گستره محدودی از نور را ببیند . به این گستره که طول موجی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر (nm) دارد ، **گستره مرئی** می‌گویند. این گستره رنگ های **سرخ ، نارنجی ، زرد ، سبز ، آبی ، نیلی و بنفش** را در بر میگیرد .

☜ **نکته ۴ :** ترتیب طول موج و انرژی نورهای مرئی را باید به صورت زیر حفظ کنید :

بنفش > نیلی > سبز >آبی >سبز> نارنجی > سرخ : **ترتیب انرژی نورهای مرئی**

☜ **نکته ۵ :** در شعله حاصل از سوختن یک ماده معین (مانند شعله‌ی شمع) دمای قسمت‌های مختلف شعله را می توان با توجه به رنگ آن ها مقایسه نمود .

برای نمونه در شعله شمع قسمت آبی رنگ نسبت به قسمت زرد رنگ (که قسمت اعظم شعله شمع را تشکیل می دهد) دمای بالاتری دارد . زیرا طول موج نور آبی از طول موج نور زرد رنگ کوتاه‌تر است پس انرژی آن بیشتر بوده و باعث می شود دما نیز بالاتر رود .



(آ)

(ب)

تجزیه نور خورشید : نورخورشید اگرچه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از یک منشور به نورهای رنگی سازنده‌اش تجزیه شده و طیف پیوسته ای از رنگ‌ها را ایجاد می‌کنند .

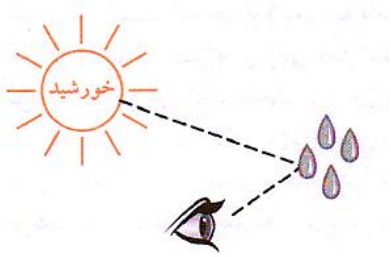
☜ **نکته ۱ :** از شکل فوق پیداست که هر چه طول موج یک نور مرئی کمتر باشد میزان انحراف آن بر اثر عبور از منشور بیشتر است . پس ترتیب زیر را حفظ کنید :

بنفش **>** نیلی **>** آبی **>** سبز **>** زرد **>** نارنجی **>** سرخ : **ترتیب میزان انحراف نورها بر اثر عبور از منشور**

☜ **نکته ۲ :** اگرچه طیف حاصل از تجزیه‌ی نور خورشید را می‌توان به هفت رنگ تقسیم نمود اما توجه داشته باشید هر رنگ می‌تواند طول موج‌های مختلفی داشته باشد به همین دلیل است که در کل می‌گوییم طیف حاصل از تجزیه‌ی نور خورشید ، شامل بینهایت طول موج از رنگ های گوناگون است .

☜ **نکته ۳ :** نور خورشید علاوه بر نورهای مرئی ، شامل قسمت‌های دیگری از طیف پرتوهای الکترومغناطیسی از جمله پرتوهای فرابنفش و پرتوهای فروسرخ نیز هست .

رنگین کمان : هنگامی که نور خورشید با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا (که پس از بارش همچنان در هوا پراکنده هستند) تجزیه می شود و گستره‌ی پیوسته ای از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند که نتیجه‌اش می شود یک رنگین کمان . در فرآیند ایجاد رنگین کمان ، قطره های آب در واقع نقش منشور را ایفا میکنند .



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

در مواردی نمی توان دمای اجسام را به صورت مستقیم اندازه گیری کرد ، بنابراین از نور برای این کار استفاده می کنیم :

☑ جسم آنقدر دور باشد که به آن دسترسی نداشته باشیم مانند خورشید و اجرام آسمانی

☑ جسم آنقدر دمای بالایی داشته باشد که یا دماسنجی برای اندازه گیری دمای آن وجود نداشته باشد و یا دماسنج ها در مواجهه با آن دما ذوب شوند .

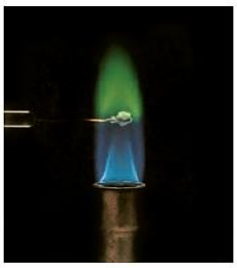
امروزه دانشمندان با دستگاهی به نام **طیف سنج نوری** ، نور حاصل از ستاره ها یا سایر اجرام آسمانی را تجزیه نموده و مورد مطالعه قرار می دهند. بدین ترتیب به کمک تکنیک‌های طیف سنجی می توانند **دما و عنصرهای سازنده** ستاره‌ها یا سایر اجرام آسمانی را تعیین کنند . به همنی دلیل است که نور را به عنوان " **کلید قفل صندوقچه‌ی رازهای جهان** " میدانند .

نکته : بسیاری از پرتوهای الکترومغناطیسی (مانند پرتوهای فروسرخ و فرابنفش) قابل رویت نیستند اما اگر بتوانیم با دستگاهی طول موج آن ها را تغییر دهیم می توانیم آثار آن‌ها را ببینیم . برای نمونه پرتو فروسرخ حاصل از کنترل یک تلویزیون با چشم

غیرمسلح قابل رویت نیست اما اگر آن را با دوربین موبایل نگاه کنیم می توانیم آثار آن را ببینیم . علت این است که عدسی دوربین های دیجیتال (از جمله دوربین موبایل) قادرند طول موج مربوط به پرتوی فروسرخ را به طول موج کوتاه‌تری که در ناحیه مرئی قرار می‌گیرد ، تغییر دهند .

آزمون شعله : آزمایشی است که طی آن یک فلز یا نمک‌های آن را در معرض شعله گاز قرار می دهند و بر اساس رنگ ایجاد شده نوع فلز را تشخیص می دهند . برای نمونه رنگ شعله چند فلز و نمک‌های مربوط به آن‌ها را باید به صورت جدول زیر حفظ کنید :

ترکیب	سدیم و ترکیب های آن	لیتیم و ترکیب های آن	مس و ترکیب های آن
رنگ	زرد	قرمز	سبز



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

لامپ خیارشوری !!! *توطئه درکار است !!!!*

همانطور که در صفحه ۴۲ کتاب درسی آمده است هر گاه دو الکترود (در اینجا چنگال را به جای الکترود وارد کردیم) را در خیارشور فرو ببریم و چنگال‌ها را با سیم به منبع الکتریکی متناوب ۱۱۰ ولتی متصل کنیم مشاهده می‌کنیم که ابتدا مقادیر زیادی بخار از خیارشور خارج می شود و چند لحظه بعد ، خیارشور با نور زردرنگی شروع به درخشیدن می‌کند .

علت این است که خیارشور که همواره حاوی مقداری نمک خوراکی (NaCl) و سرکه در داخل خود است رسانای جریان برق محسوب می‌شود ، اما خیارشور که در مقایسه با سیم برق رسانای چندان خوبی نیست مقاومت الکتریکی نسبتاً بالایی دارد و همین مقاومت بالا ، باعث بالا رفتن دمای خیارشور و در نتیجه برانگیخته شدن کاتیون‌های سدیم موجود در آن می شود . سدیم برانگیخته نیز نور زرد رنگ از خود ساطع می‌کند .

طیف نشری خطی عنصرها

آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهد که از سطح همه اجسام در هر دمایی ، تابش‌های الکترومغناطیسی (با طول موجی بین فروسرخ تا فرابنفش) گسیل می شود . تابش گسیل شده از هر جسم به ذره‌های سازنده و نیز به دمای آن بستگی دارد . در دمای اتاق یا کمی بالاتر ، بیشترین تابش گسیل شده دارای طول موج‌های در ناحیه‌ی فروسرخ است ، به همین دلیل ما نمی توانیم با چشم خود وجود این تابش را تشخیص دهیم. هر چه دمای جسم بالاتر رود طول موج‌های تابیده شده کوتاه‌تر بوده و به طرف نور مرئی نزدیک می‌شوند . وقتی دمای جسم به اندازه کافی بالا رود ، از آن نور سرخ رنگی گسیل می شود . در دماهای باز هم بالاتر ، طول موج‌های تابش شده با هم به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر مثلاً به سمت نور زرد می رود .

نشر : شیمیدان ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی از خود پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل می دارد نشر می گویند .

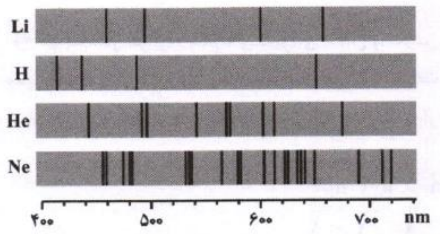
حضور رنگین عنصرها در لامپ‌ها : یک روش ایجاد تابش نور توسط عنصرها ، استفاده از لامپ‌هایی است که حاوی بخار بسیار رقیق عنصر مربوطه است . در این لامپ‌ها عنصر مربوطه به دلیل جذب انرژی ، ملتهب شده و شروع به نشر نور می‌باشد . وجود عنصرهای مختلف در لامپ‌ها باعث ایجاد رنگ‌های متفاوتی می‌شود به عبارت دیگر نور لامپ هر عنصر با عنصر دیگر فرق می‌کند .

تذکر ۱ : نور زرد رنگ لامپ‌هایی که شب هنگام ، خیابان‌ها را روشن می‌سازد به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌ها است .

تذکر ۲ : از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ فام استفاده می‌شود .

طیف نشری خطی عنصرها

اگر نور حاصل از یک لامپ (حاوی بخار یک عنصر معین) را از منشور بگذرانیم و طیف آن را تشکیل دهیم ، میبینیم که این طیف پیوسته نیست ، بلکه تنها از چند خط رنگی جدا از هم با طول موج‌های معین تشکیل شده است . طیف حاصل را **طیف نشری خطی** می‌نامند .



نمایش طیف نشری خطی چند عنصر

رد طیف حاصل از هر عنصر، خط‌های رنگی جدا از هم دیده می شود که هم از نظر تعداد خط و هم از نظر طول موج با یکدیگر تفاوت دارند در نتیجه می توان گفت طیف نشری خطی هر عنصر منحصربه فرد بوده و همانند اثر انگشت می‌تواند برای شناسایی اتم‌ها از یکدیگر به کار رود .

نکته : مقایسه طیف نشری خطی ۴ اتم داده شده در کتاب درسی در ناحیه مرئی به صورت زیر است :

لیتیم = هیدروژن < هلیم < نئون : تعداد خطوط طیف نشری خطی در ناحیه مرئی

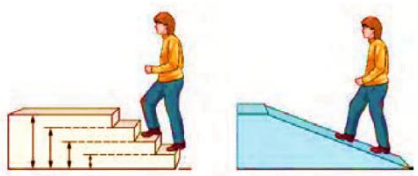
تست : طیف نشری خطی کدام اتم در ناحیه مرئی ، از خطوط بیشتری تشکیل شده است ؟ خارج ریاضی ۹۸

هلیم　　لیتیم　　نئون　　هیدروژن

نکته : کاربرد طیف نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط نماد روی جعبه یا بسته‌ی مواد غذایی یا بسیاری از کالاهایی است که در بازار به فروش می‌رسند . هر نوع کالایی خط نماد خاص خود را دارد و با خواندن خط نماد به کمک دستگاه لیزری ویژه‌ای که به رایانه متصل است ، نوع و قیمت کالا به سرعت بر روی صفحه‌ی نمایشگر ظاهر می شود .

کمیت ها

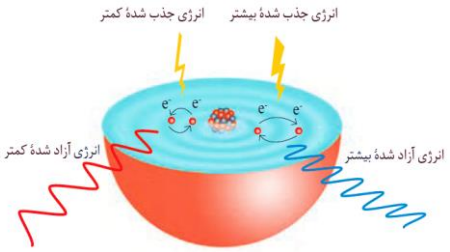
- **پیوسته :** هر عددی می تواند باشد
- **گسسته (کوانتومی) :** تنها می تواند مقدارهای خاصی را اختیار کند (مضرب صحیحی از یک مقدار معین)



نکته : انرژی الکترون در یک اتم کوانتومی است یعنی نمی‌تواند هر مقدار انرژی را اختیار کند و تنها داشتن مقدارهای معینی انرژی برای الکترون امکان پذیر است .

تذکر : انرژی و ماده در نگاه ماکروسکوپی ، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی ، گسسته یا کوانتومی هستند.

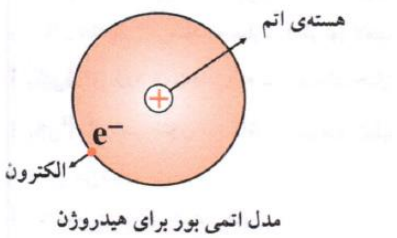
الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر انرژی را به صورت **پیمانه ای یا بسته های معین** ، جذب یا نشر می کند که به آن **کوانتومی بودن داد و ستد انرژی** می گویند .



مدل اتمی بور(مدل منظومه شمسی) :

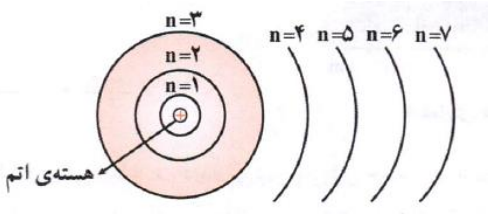
نیلزبور دانشمند بزرگ دانمارکی ، در راه کشف ارتباط میان طیف نشری خطی هیدروژن و ساختار اتم ، مدلی را برای اتم پیشنهاد نمود که باید موارد زیر را در مورد آن بدانید :

1. الکترون در اتم هیدروژن در مسیری دایره‌ای شکل که مدار نامیده می شود به دور هسته گردش می کند .



مدل اتمی بور برای هیدروژن

2 در ساختار هر اتم، مدارهای دایره ای شکل و معینی وجود دارند و الکترون تنها روی این مدارهای دایره‌ای شکل با شعاع‌های معین حرکت می‌کند. به هر یک از این مدارها ، تراز انرژی یا به اختصار تراز گفته می شود .

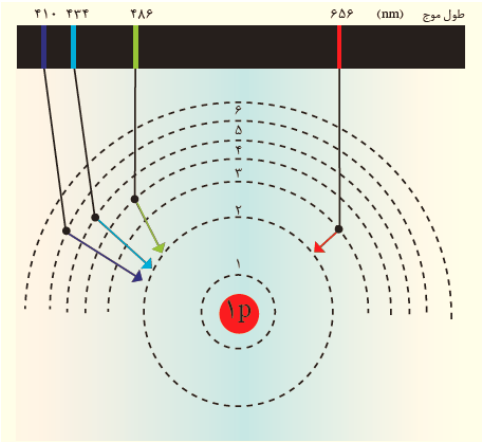


تذکر : لازم به ذکر است که اتم هیدروژن فقط یک الکترون دارد اما شمار مدارها یا ترازهای انرژی آن بینهایت است . به عبارت دیگر تعداد مدارها (ترازها) را نباید با تعداد الکترون اشتباه بگیرید . الکترون اتم هیدروژن در حالت عادی یا **حالت پایه** روی مدار یا تراز انرژی اول (n=1) جای دارد اما در صورتی که به **حالت برانگیخته** برسد ، می تواند در هر یک از مدارها یا ترازهای انرژی بالاتر جای داشته باشد .

3 الکترون در حین حرکت روی یک مدار دارای انرژی ثابتی است بنابراین در این حالت پرتوی الکترومغناطیسی نشر نمی‌کند.

4 الکترون تنها در حالتی می تواند پرتوی الکترومغناطیسی گسیل کند که از یک مدار (تراز) با انرژی بالاتر به یک مدار (تراز) با انرژی پایین‌تر برود . در این حالت انرژی موج الکترومغناطیسی گسیل شده ، برابر اختلاف انرژی بین دو مدار است .

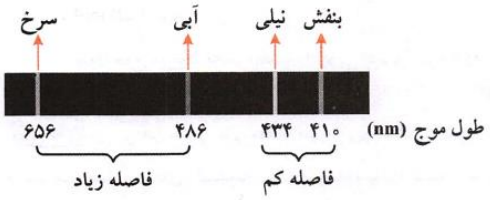
طیف نشری خطی هیدروژن : برای تهیه طیف نشری خطی هیدروژن ، ابتدا گاز هیدروژن را در لامپ‌های مخصوصی برانگیخته می‌کنند تا اتم‌های هیدروژن شروع به تولید نور کنند . سپس نور حاصل را از یک منشور عبور می‌دهند که بدین ترتیب نور حاصل از هیدروژن‌های برانگیخته به چهار نور تجزیه شده و یک طیف نشری خطی با چهار خط به دست می‌آید که در مورد هر یک از این خطوط باید به مطالب موجود در جدول زیر را به خاطر بسپارید .



بازه عددی طول موج‌ها : ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر

رنگ خط	طول موج (nm)	نحوه‌ی تشکیل
خط سرخ	۶۵۶	ناشی از انتقال الکترون از لایه ۳ به لایه ۲
خط آبی	۴۸۶	ناشی از انتقال الکترون از لایه ۴ به لایه ۲
خط نیلی	۴۳۴	ناشی از انتقال الکترون از لایه ۵ به لایه ۲
خط بنفش	۴۱۰	ناشی از انتقال الکترون از لایه ۶ به لایه ۲

نکته : در طیف نشری خطی هیدروژن هر چه به سمت خطوط پرانرژی (نور بنفش) می رویم ، فاصله بین خطوط کمتر می شود :



نکته : مهمترین عامل در اختلاف طیف نشری خطی ، تفاوت در عدد تعداد پروتون (عدد اتمی) است که باعث تفاوت در جاذبه هسته روی سطوح مختلف می شود .

تست : چند مورد از مطالب زیر صحیح است ؟

الف – تفاوت طول موج پرتوی فروسرخ با نور آبی بیشتر از تفاوت طول موج پرتوی فروسرخ با نور سبز است .

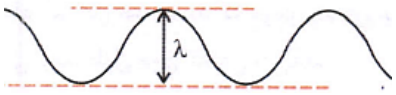
ب – چشم ما تنها می توان گستره‌ی محدودی از نور را با طول موج بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ پیکومتر را ببیند.

پ – دانشمندان با دستگاهی به نام طیف سنج جرمی می‌توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون ، اطلاعات ارزشمندی درباره آن‌ها به دست آورند .

ت – به هنگام عبور از یک منشور ، میزان انحراف نور بنفش ، بیشتر از نور زرد است .

تست : چند مورد از مطالب زیر صحیح است ؟

الف – نور خورشید با عبور از قطره‌های آب در هوا ، تجزیه شده و طیف گسسته‌ای از رنگ ها را ایجاد می‌کند .

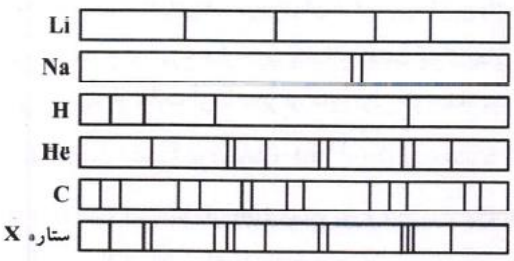


ب- طول موج یک پرتوی الکترومغناطیسی را می توان به صورت رو به رو نمایش داد .

پ – به هنگام عبور نور خورشید از یک منشور ، نوری که کمترین طول موج را دارد دارای بیشترین میزان انحراف است .

ت – طول موج مربوط به موج‌های رادیویی چیزی در حدود 10^{2} نانومتر است .

تست : چنانچه نور حاصل از ستاره فرضی x ، طیف نشری خطی بگیریم ، با توجه به طیف نشری خطی داده شده ، چه عنصرهایی در این ستاره وجود دارند ؟



۱ – Li , H , C

۲ – He , Na , Li

۳ – H , Na

۴ – He , H

تست : چند مورد از عبارت های زیر درباره طیف نشری خطی هیدروژن درست‌اند ؟

الف – دارای چهارخط رنگی است که در ناحیه پرانرژی به یکدیگر نزدیک ترند .

ب – خط آبی ناشی از انتقال الکترون از تراز ۴ به ۲ بوده و نزدیکترین خط به آن ، خط آبی است .

پ – طول موج مربوط به خط سرخ حدود ۶۰۰ نانومتر بزرگتر از طول موج مربوط به خط بنفش است .

ت – در جابه‌جایی های الکترون هیدروژن ، که منجر به ایجاد خطوط رنگی می شوند ، موقعیت پایانی همه‌ی الکترون‌ها تراز انرژی دوم است .

تست : چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ تجربی ۱۴۰۱

- انرژی نور ، با طول موج آن نسبت وارونه دارد .
- انرژی نور زرد از انرژی نور بنفش بیشتر است .
- طول موج نور قرمز از طول موج نور آبی بزرگتر است .
- نور خورشید از جنس پرتوهای الکترومغناطیسی است .

تست : کدام مورد نادرست است ؟ تجربی ۱۴۰۲

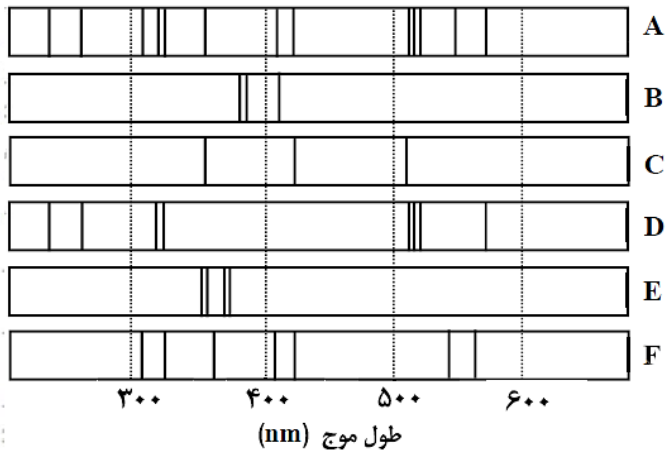
۱- طیف نشری خطی هر عنصر وسیله شناسایی آن عنصر است .

۲- در ناحیه مرئی شمار خطهای رنگی در طیف نشری لیتیم و طیف نشری هیدروژن برابر است .

۳- یکی ازکاربردهای طیف نشری خطی در (خط نماد) روی جعبه یا بسته مواد غذایی و کالاها است .

۴- از روی تغییر رنگ شعله بر اثر پاشیدن محلول یک نمک ، می‌توان به نوع عنصر فلزی موجود در آن پی برد .

تست : با توجه به طیف‌های نشری خطی چند فلز و یک نمونه از مخلوط فلزی (A) کدام فلزها در نمونه مخلوط فلزی وجود دارد ؟ تجربی ۱۴۰۲



۱- F,E,D

۲- F , C , E

۳- F , D

۴- C,B

بخش چهارم

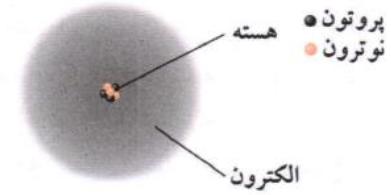
مدل اتمی کوانتومی ، عددهای کوانتومی ، زیرلایه‌ها و آرایش الکترونی اتم ها

در مدل کوانتومی اتم باید موارد زیر را بدانید :

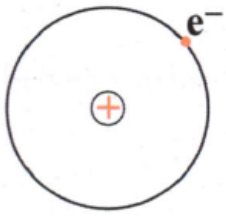
۱ - در مدل اتمی کوانتومی ، اتم را کره ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگتر و در **لایه‌هایی پیرامون هسته** توزیع می‌شوند .

نکته : اگر دقت کرده باشید در مدل اتمی بور صحبت از وجود **مدارها** بود اما در مدل اتمی کوانتومی صحبت از وجود **لایه‌ها** در اطراف هسته است . بین مدار و لایه تفاوت های زیادی وجود دارد . واژه‌ی مدار در مدل اتمی بور بدین معنی است که حرکت الکترون به دور هسته ، **تنها روی مسیرهایی دایره‌ای شکل** با شعاع‌هایی معین و ثابت صورت می‌گیرد. اما واژه‌ی لایه در مدل اتمی کوانتومی بدین معنی است که **نمی‌توان محل دقیق الکترون‌ها را در اطراف هسته تعیین نمود** و فقط می‌توان به کمک یک‌سری معادلات پیچیده ریاضی احتمال حضور الکترون‌ها را در لایه‌هایی در اطراف هسته تعیین نمود .

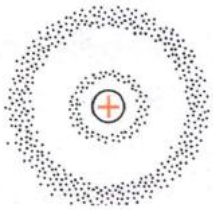
به بیان دیگر در مدل اتمی کوانتومی ، الکترون می تواند در یک فضای سه بعدی (منظور لایه) حرکت کند ، به همین دلیل فضای مربوطه را به صورت **یک ابر الکترونی** نشان می دهند **و در جاهایی که احتمال حضور الکترون بیشتر است ابر مربوطه را غلیظ‌تر نشان می‌دهند .** بخشی که الکترون های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری میکنند به این معنا که الکترون در هر لایه ای که باشد در **همهٔ نقاط پیرامون** هسته حضور می یابد اما در محدودهٔ یاد شده **احتمال حضور بیشتری** دارد .



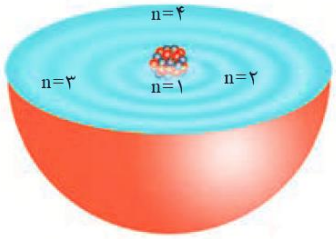
مدل اتمی «لایه‌ای ـ کوانتومی»



مدل اتمی بور


* احتمال حضور برخی از الکترون‌ها در لایه‌های اول و دوم

۲ - در مدل کوانتومی ، لایه های الکترونی را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شماره هرلایه را با n نمایش می‌دهند . n **عدد کوانتومی اصلی** نامیده می شود که برای لایه اول n=1 و لایه دوم n=2 و ...

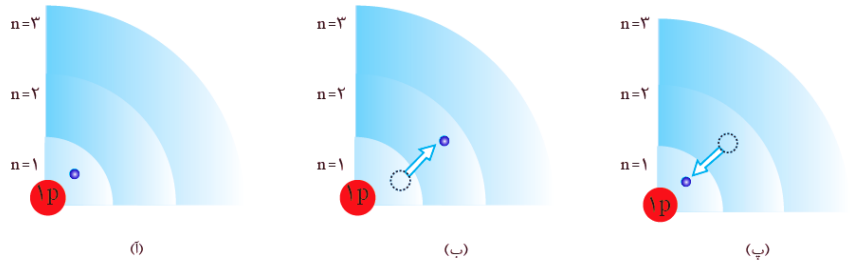


۳ – به مجموع انرژی‌های نسبت داده شده به یک الکترون ، **سطح انرژی** یا به طور خلاصه **انرژی** آن الکترون گفته می‌شود . طبق یک قانون کلی هر چه سطح انرژی یک الکترون بیشتر باشد ، پایداری آن کمتر است . (انرژی با پایداری رابطه عکس دارد) . هر چه از هسته فاصله بگیریم چون جاذبه هسته کمتر می شود انرژی بیشتر خواهد بود .

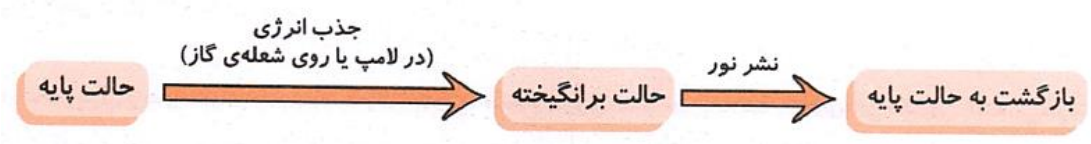
ترتیب پایداری لایه‌ها: $n=1 > n=2 > n=3 > n=4 > ....$

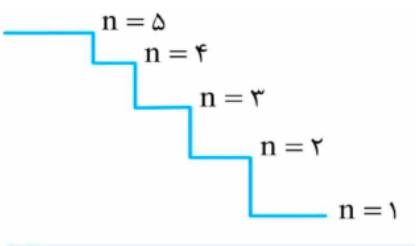
ترتیب سطح انرژی لایه‌ها: $n=1 < n=2 < n=3 < n=4 < ....$

۴ – براساس این مدل الکترون ها در هر لایه ، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است . به طوری که گفته می شود اتم در **حالت پایه** (نزدیک ترین لایه به هسته) قرار دارد . در این ساختار انرژی الکترون ها در اتم **با افزایش فاصله از هسته زیاد** می شود . حال اگر به اتم ها در حالت پایه انرژی داده شود(برای نمونه هنگامی که به اتم های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن) انرژی داده می شود الکترون های آنها با جذب انرژی به لایه های بالاتر انتقال می یابند . به اتم ها در چنین حالتی **اتم های برانگیخته** می گویند . **الکترون های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند** و تمایل دارند با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. **نشر نور** (با طول موج معین) مناسب ترین راه برای از دست دادن انرژی الکترون هنگام بازگشت به حالت پایه است .



پ) بازگشت الکترون به حالت پایه **ب) حالت برانگیخته** **آ) الکترون در حالت پایه اتم هیدروژن**





نکته بسیار مهم : هر چه **تفاوت عدد کوانتومی اصلی** دو لایه **بیشتر** باشد انرژی مبادله شده بر اثر انتقال الکترون بین آنها بیشتر و در نتیجه **طول موج نور نشر کوتاه تر است** .

تفاوت انرژی لایه ها با دور شدن از هسته کاهش می یابد . به عنوان مثال تفاوت انرژی لایه ۱ و۲ بیشتر از لایه ۲و۳ و آن هم بیشتراز لایه ۳ و ۴ است .

۵ – مدل اتمی مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند (همچنین گونه های تک الکترون مانند $_3Li^{2+}$ ، $_4Be^{3+}$ و ...) اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت اما مدل کوانتومی اتم برای توجیه طیف نشری خطی همه‌ی عناصر قابل استفاده است .

نکته : با تعیین دقیق طول موج نوارها روی یک طیف نشری خطی می‌توان تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم یافت .

تست : کدام مطلب درست است ؟ تجربی ۹۹

۱) با دور شدن الکترون از هسته انرژی آن کاهش می یابد .

۲) در همه اتم ها ، تراز انرژی n=1 حالت پایه به شمار می آید .

۳) در طیف نشری خطی اتم هیدروژن کمترین مقدار انرژی به نوار زردرنگ مربوط است .

۴) الکترون در حالت برانگیخته ، ناپایدار است و با ازدست دادن انرژی همواره به حالت پایه باز نمی گردد .

آرایش الکترونی اتم و اعداد کوانتومی

رفتار و ویژگی هر اتم را می توان از روی **آرایش الکترونی** آن توضیح داد . روند پرشدن زیرلایه ها نشان می دهد که پرشدن آنها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) **وابسته نیست** بلکه از یک قاده کلی به نام آفبا پیروی میکند .

قاعده آفبا : واژه ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام است . مطابق این قاعده هنگام افزودن الکترون به زیرلایه ها ، نخست زیرلایه های نزدیک تر به هسته پر می شوند که دارای انرژی کمتری هستند و سپس زیرلایه های بالاتر پر خواهند شد .

عدد کوانتومی اصلی (n – لایه)

- مشخص کردن شماره لایه های الکترونی
- هر چه n $\uparrow \Rightarrow$ انرژی لایه $\uparrow \Rightarrow$ پایداری لایه $\downarrow$
- بیانگر تعداد زیرلایه های موجود در یک لایه
- حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه = $2n^2$

عدد کوانتومی فرعی (L – زیرلایه)

- هر لایه از بخش های کوچکتری به نام زیرلایه تشکیل شده است که به آن عدد کوانتومی فرعی را نسبت می دهند . (زیرلایه ها را با حروف هم نشان می دهند) .
- $4L + 2$ = حداکثر گنجایش الکترونی یک زیرلایه
- مقادیر l برای هر لایه از صفر تا n-1 را شامل می شود :

مقدار مجاز l	۰	۱	۲	۳
نماد زیرلایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش الکترون در زیرلایه $(4l + 2)$	۲	۶	۱۰	۱۴

هر لایه متشکل از یک یا چند لایه فرعی (زیرلایه) است که تعداد آن ها در هر لایه اصلی برابر شماره n لایه است .

نماد زیر لایه : n_l n : شماره لایه l : نوع زیرلایه

- **ترتیب پرشدن زیرلایه ها در قاعده آفبا :** ابتدا زیرلایه هایی را پر میکنند که دارای انرژی پایین‌تری هستند .
- هر چه مجموع دو عدد کوانتومی اصلی و فرعی (n+l) برای زیرلایه ای **کوچکتر** باشد آن زیرلایه انرژی کمتری دارد و **زودتر** الکترون می پذیرد .
- اگر (n+l) دو زیرلایه یکسان باشد ، زیرلایه ای که n کوچکتری دارد ، انرژی کمتری دارد و زودتر الکترون می پذیرد .
- ترتیب پرشدن زیرلایه ها در عنصرهای هر دوره جدول دوره ای را می توان به کمک رابطه مقابل بیان کرد :

$$ns, (n-2)f, (n-1)d, np$$

$n \geq 1$ $n \geq 6$ $n \geq 4$ $n \geq 2$

$$[1s] - [2s2p] - [3s3p] - [4s3d4p] - [5s4d5p] - [6s4f5d6p] - [7s5f6d7p]$$

دورهٔ ۱ دورهٔ ۲ دورهٔ ۳ دورهٔ ۴ دورهٔ ۵ دورهٔ ۶ دورهٔ ۷

اعداد طلایی

$4s^2$ ← نوشتنی ← ۲۰ الکترون چیدی!

$4f^{14}$ ← نوشتنی ← ۷۰ الکترون چیدی!

مثال : آرایش الکترونی گسترده اتم های زیر را رسم کنید .

$_{1}H$

$_{2}He$

$_{5}B$

$_{6}C$

$_{7}N$

$_{11}Na$

$_{15}P$

$_{18}Ar$

$_{22}Ti$

$_{30}Zn$

تمرین بیش‌تر: برای این که مطمئن شوید رسم آرایش الکترونی اتم‌ها به کمک گازهای نجیب را به خوبی یـاد گرفتـه‌ایـد، لطفـاً آرایش الکترونی فشرده‌ی اتم‌های زیر را روی کاغذ جداگانه‌ای رسم کنید و سپس جواب خودتان را با جواب‌های زیر مقایسه نمایید.

$_{31}Ga - _{39}Y - _{105}Db - _{56}Ba - _{8}O - _{83}Bi - _{100}Fm - _{61}Pm - _{13}Al - _{50}Sn$

جواب

$_{31}Ga : [_{18}Ar]\ 3d^{10} / 4s^2\ 4p^1$

$_{39}Y : [_{36}Kr]\ 4d^1 / 5s^2$

$_{105}Db : [_{86}Rn]\ 5f^{14} / 6d^3 / 7s^2$

$_{56}Ba : [_{54}Xe]\ 6s^2$

$_{83}Bi : [_{54}Xe]\ 4f^{14} / 5d^{10} / 6s^2\ 6p^3$

$_{61}Pm : [_{54}Xe]\ 4f^5 / 6s^2$

$_{13}Al : [_{10}Ne]\ 3s^2\ 3p^1$

$_{50}Sn : [_{36}Kr]\ 4d^{10} / 5s^2 5p^2$

$_{8}O : [_{2}He]\ 2s^2\ 2p^4$

$_{100}Fm : [_{86}Rn]\ 5f^{12} / 7s^2$

استثناء در چند ساختار :

گروه ۶

Cr ۲۴ ⟵ $_{24}Cr:[_{18}Ar]\ 3d^4/4s^2$ (ناپایدار است (وجود ندارد)) ⟵ $[_{18}Ar]\ 3d^5/4s^1$ این درست است!

Mo ۴۲ ⟵ $_{42}Mo:[_{36}Kr]\ 4d^4/5s^2$ (ناپایدار است (وجود ندارد)) ⟵ $[_{36}Kr]\ 4d^5/5s^1$ این درست است!

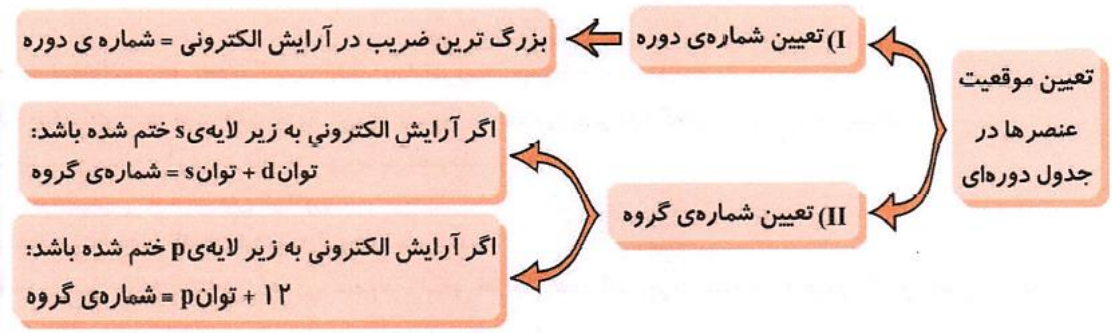
گروه ۱۱

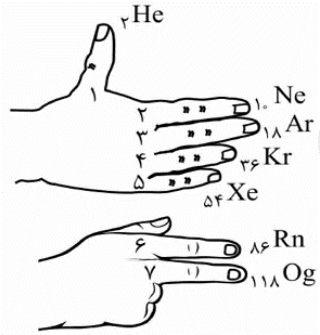
Cu ۲۹ ⟵ $_{29}Cu:[_{18}Ar]\ 3d^9/4s^2$ (وجود ندارد!) ⟵ $[_{18}Ar]\ 3d^{10}/4s^1$ این درست است!

Ag ۴۷ ⟵ $_{47}Ag:[_{36}Kr]\ 4d^9/5s^2$ (وجود ندارد!) ⟵ $[_{36}Kr]\ 4d^{10}/5s^1$ این درست است!

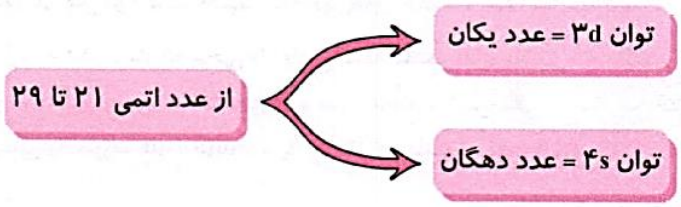
نکته : مهم ترین وجه تشابه ۴ اتم بالا در این است که همگی در آخرین لایه خود تنها یک الکترون دارند .

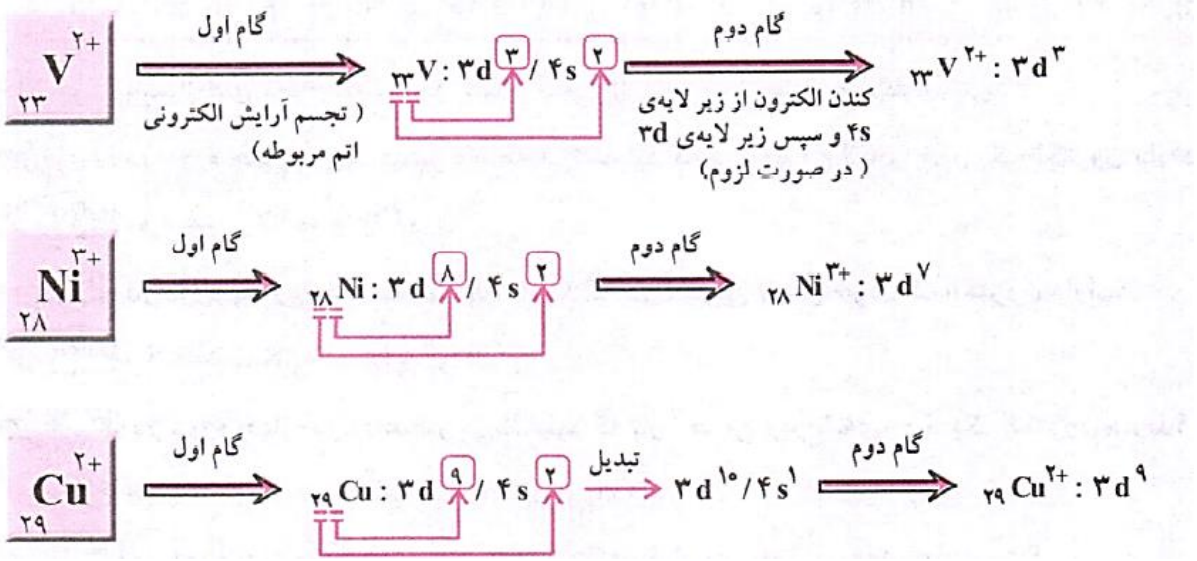
لایه ظرفیت : لایه ای است که الکترون‌های آن رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کنند . برای تعیین تعداد الکترونهای لایه ظرفیت کافیست یکان شماره گروه را به دست آوریم .





نکته‌ی مهم: (در حد تیم ملی!) : از عددهای اتمی ۲۱ تا ۲۹، عدد یکان بیان‌گر توان ۳d و عـدد دهگـان بیـان‌گـر توان ۴s است.





رسم آرایش یون:

۱- تعداد الکترون اتم خنثی پیدا کن، اول آرایش اتم بنویس

۲- بعدش بار رو اعمال کن
- کاتیون: از لایه‌ی آخر بِکَن و برو تو!
- آنیون: الکترون به خوردش بده!

تست : تعداد الکترون‌های ظرفیت در اتم کدام عنصر بیشتر است ؟

۱) ${}_{24}Cr$ ۲) ${}_{56}Ba$ ۳) ${}_{22}Ti$ ۴) ${}_{35}Br$

تست : چند مورد از عبارت‌های زیر درست اند ؟

الف – الکترون‌ها قادرند با جذب هر مقدار دلخواهی از انرژی از لایه‌ای به لایه‌ی بالاتر انتقال یابند .

ب - الکترون در هر لایه‌ای که باشد فقط در محدوده‌ی همان لایه ، احتمال حضور دارد .

پ – در ساختار اتم‌ها منظور از حالت پایه ، حالتی است که در آن الکترون در $n=1$ قرار دارد .

ت – با تعیین دقیق طول موج نوارها روی یک طیف نشری خطی ، می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی اتم دست یافت

تست : چند مورد از موارد پیشنهاد شده برای پر کردن عبارت زیر مناسب هستند ؟

" برای یک الکترون در لایه‌ی ..... یک اتم ، مجموع $n+l$ ..... برابر ..... باشد . "

الف – دوم – نمی‌تواند – ۳ ب – چهارم – می‌تواند -۷

پ – سوم – می‌تواند – ۵ ت – پنجم – نمی‌تواند – ۸

تست : در آرایش الکترونی کدام اتم ، شمار الکترون‌های دارای $n+l=5$ ، دو برابر شمار الکترون‌های دارای $n+l=4$ است ؟

$_{۳۴}Se$ $_{۳۰}Zn$ $_{۲۷}Co$ $_{۳۶}Kr$

تست : در کدام اتم شمار الکترون های زیرلایه $3d$ برابر نصف شمار الکترون های زیرلایه $4s$ است ؟

$_{24}Cr$ $_{23}V$ $_{22}Ti$ $_{21}Sc$

تست : آرایش الکترونی لایه آخر اتم کدام عنصر مشابه با آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم $_{19}K$ است ؟ ریاضی ۹۸

$_{29}A$ $_{21}D$ $_{27}X$ $_{31}Z$

تست : برای a الکترون ظرفیتی اتم کروم ($_{24}Cr$) برابر m است و برای b الکترون ظرفیتی دیگر برابر x است . $n+l$ x , b , m , a, به ترتیب از راست به چپ کدام عدد ها می توانند باشد ؟ **ریاضی ۹۹**

۱ – ۴ – ۵ – ۵ ۲ – ۴ – ۴ – ۵ ۲ – ۵ – ۴ – ۵ ۱ – ۵ – ۴ – ۵

تست : شمار پروتون های یون $^{72}M^{2+}$ برابر ۰/۸ شمار نوترون های آن است . عنصر M با کدام عنصر در جدول تناوبی هم دوره است و در این یون چند لایه از الکترون پر شده است ؟ **ریاضی ۹۹**

$3-_{36}A$
$4-_{36}A$
$3-_{16}D$
$4-_{16}D$

تست : در یون فلزی $^{65}M^{2+}$ تفاوت شمار پروتون ها و نوترون ها برابر ۷ است . کدام موارد از مطالب زیر درباره عنصر M درست است ؟ **تجربی ۱۴۰۰**

آ) اتم آن دارای ۸ الکترون با عدد کوانتومی $l=0$ است .

ب) عنصری از گروه ۱۱ در دوره چهارم جدول تناوبی با عدد اتمی ۲۹ است .

پ) شمار الکترونهای دارای $l=1$ در اتم آن ، ۱/۲ برابر شمار الکترون های $l=2$ است .

ت) شمار الکترون های آخرین لایه اشغال شده اتم آن با شمار الکترون های آخرین لایه اشغال شده اتم $_{25}X$ برابر است .

۱ – آ ، ت ۲ – آ ، پ ۳ – ب ، پ ۴- ب ، ت

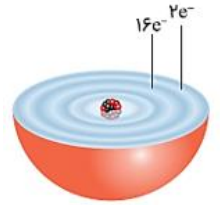
تست : $\frac{2}{7}$ جرم اکسید X_2O_3 را اکسیژن تشکیل می دهد . جرم اتمی عنصر X چند amu است و در صورتی که تفاوت شمار پروتون ها و نوترون های اتم آن برابر ۶ باشد عنصر در کدام دوره جدول تناوبی جای دارد ؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی در نظر بگیرید . O=16 g/mol) **تجربی ۱۴۰۰**

۶۰ – چهارم ۶۰ – پنجم ۷۰ – چهارم ۷۰ – پنجم

تست : چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ ریاضی ۱۴۰۰

- هر زیرلایه با اعداد کوانتومی n و l مشخص می شود
- ترتیب پرشدن زیرلایه ها تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته است .
- از رابطه a=4L+2 گنجایش الکترونی زیرلایه ها (a) را می توان معین کرد .
- در اتم $_{29}Cu$ نسبت شمار الکترون های دارای l=0 به l=2 برابر ۰/۷ است .

تست : با توجه به شکل زیر لایه‌های الکترونی اشغال شده اتم عنصر A و شمار الکترون‌های دولایه آخر آن را نشان می‌دهد ، کدام موارد از مطالب زیر درست‌اند ؟ تجربی خارج ۱۴۰۱



لایه‌های الکترونی اتم عنصر A

الف – عدد اتمی این عنصر برابر ۲۸ است

ب – زیرلایه‌ای با L=2 در اتم آن ، ۱۰ الکترون دارد

پ – همه زیرلایه‌های اشغال شده اتم آن پر از الکترون اند .

ت – این عنصر در دوره چهارم و گروه ۱۰ جدول دوره‌ای جای دارد

۱) الف – ب ۲) الف – ت ۳) ب – پ پ – ت

تست : چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ تجربی خارج ۱۴۰۱

- n+l برای زیرلایه 4d ، دوبرابر n+l برای زیرلایه 3s است .
- تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها ، در یون $^{140}_{58}Z^{3+}$ برابر ۳۰ است .
- در اتم $_{26}D$ سه زیرلایه وجود دارد که هر یک با شش الکترون اشغال شده‌اند .
- شمار الکترون‌های ظرفیت اتم $_{33}A$ ، با شمار الکترون‌های ظرفیت اتم $_{24}X$ برابر است .
- زیرلایه 4s پیش از زیرلایه 3d در اتم عنصرهای واسطه دوره چهارم جدول تناوبی از الکترون اشغال می‌شود .

۲ ۳ ۴ ۵

تست : درباره عنصری که اتم آن دارای ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی l=3 , n=3 و ۷ الکترون با عدد کوانتومی l=0 است . چند مورد از مطالب زیر درست می‌باشد ؟ تجربی ۱۴۰۱

- در گروه ۹ جدول تناوبی جای دارد
- در دوره چهارم جدول تناوبی جای دارد و از فلزهای واسطه دسته d است .
- شمار الکترون‌های دارای l=1 اتم آن با شمار همین الکترون‌ها در اتم $_{22}Ti$ برابر است .
- شمار الکترون‌های آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن $\frac{۱}{۳}$ شمار الکترون‌های ظرفیتی عنصر ۲۱ جدول تناوبی است .

۱ ۲ ۳ ۴

بخش پنجم

بررسی جدول تناوبی

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Period 1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57-71	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

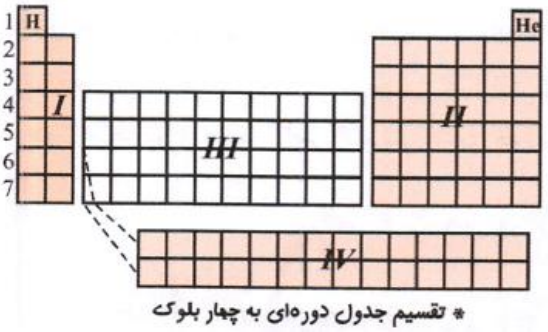
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

طبقه بندی عناصر

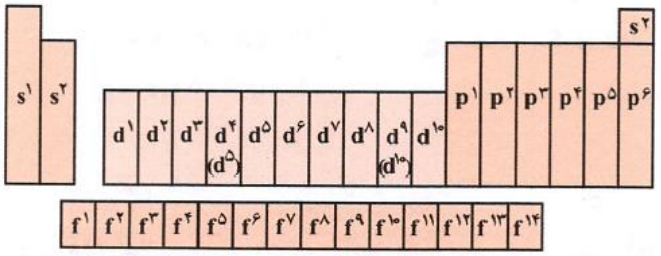
- در جدول دوره ای (تناوبی) عنصرها بر اساس **افزایش عدد اتمی** چیده شده اند .
- جدول تناوبی عناصر ۷ دوره و ۱۸ گروه دارد .
- با پیمایش در هر دوره از چپ به راست **خواص عنصرها** به طور مشابه تکرار می شود . به همین دلیل به جدول دوره ای یا تناوبی نام گذاری شده است .
- عناصر یک **گروه** دارای خواص مشابه هستند .
- عنصرهای گروه اول را فلزات قلیایی ، گروه دوم را قلیایی خاکی ، هفدهم را هالوژن‌ها و گروه هجدهم را گازهای نجیب می‌نامند.
- در جدل دوره ای عنصرها ۲ عنصر برم Br_2 $_{35}$و جیوه Hg $_{80}$ **مایع** (L) عناصر H_2 ، N_2 ، O_2 ، F_2 ، Cl_2 و گازهای نجیب (گروه ۱۸) به صورت **گاز** (g) و بقیه عناصر **جامدند** .

جدول دوره‌ای را می‌توان به چهار بلوک تقسیم کرد.

در بلوک ۱ و۲ و ۳ و۴ به ترتیب ۲ ، ۶ ، ۱۰ ، ۱۴ ستون مشاهده می‌شود.

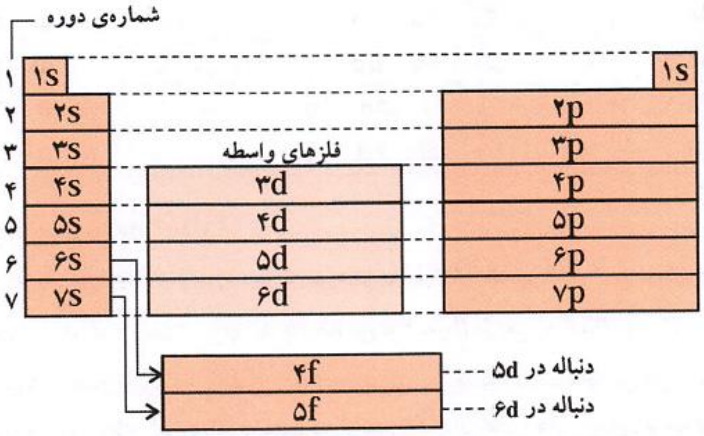


* تقسیم جدول دوره‌ای به چهار بلوک



* وضعیت آخرین الکترون وارد شده در اتم عنصرهای مربوط به هر یک از ستون‌های جدول

- **نکته ۱ :** عنصرهای دسته s,p عناصر اصلی و به عنصرهای دسته d,f عناصر فرعی یا واسطه می‌گویند .
- **نکته ۲ :** عنصرهای دسته s,d,f همگی فلز هستند اما در دسته p فلز – نافلز – شبه فلز وجود دارد . البته H , He که در دسته s قرار دارند نافلز هستند .
- **نکته ۳ :** زیرلایه هایی که در هر یک از دوره‌های جدول در حال پرشدن هستند به قرار زیر می‌باشند



* زیرلایه‌هایی که در هر یک از دوره‌های جدول در حال پر شدن هستند.

- **نکته ۴ :** مهم‌ترین وجه تشابه عناصر در یک **گروه** ، تعداد الکترونهای لایه ظرفیت یا تعداد الکترون‌های آخرین لایه اصلی الکترونی است و در یک **دوره** ، تعداد لایه‌های اصلی الکترونی است .

استوکیومتری

انواع تغییر در مواد :

فیزیکی : تغییری که در آن فقط حالت فیزیکی ماده تغییر می کند و ساختار ذره های تشکیل دهنده آن دچار تغییر نمی شوند مانند ذوب شدن ، تبخیر ، انجماد و میعان

شیمیایی : تغییری که طی آن ساختار و ماهیت ذره های تشکیل دهنده ی مواد دچار تغییر می شود . به عبارت دیگر چند ماده شیمیایی (عنصر یا ترکیب) بر هم اثر می گذارند و مواد شیمیایی تازه ای را ایجاد می کنند . مانند سوختن کاغذ ، زنگ زدن آهن و .....

نکته : تغییر شیمیایی می تواند با تغییر رنگ ، مزه ، بو یا آزاد سازی گاز ، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور(مثل شعله) و صدا (مثلا صدای انفجار) همراه باشد .

مثالی از کتاب درسی:

هنگامی که مقداری شکر را در ظرفی گرما می دهیم تغییرات زیر را مشاهده می کنیم :

۱ - ابتدا شکر به آرامی ذوب میشود و تبدیل به مایع شفاف و بی‌رنگ می‌شود این مرحله شامل یک تغییر فیزیکی یعنی عمل ذوب است

۲ - با ادامه گرما دادن شکر رنگ آن به آرامی زرد ، سپس نارنجی روشن ، نارنجی تیره ، قهوه ای و .... می شود که بستگی به این دارد که گرما دادن را تا چه مرحله ادامه بدهیم این مرحله که شامل تغییر رنگ شکر است یک تغییر شیمیایی محسوب می شود

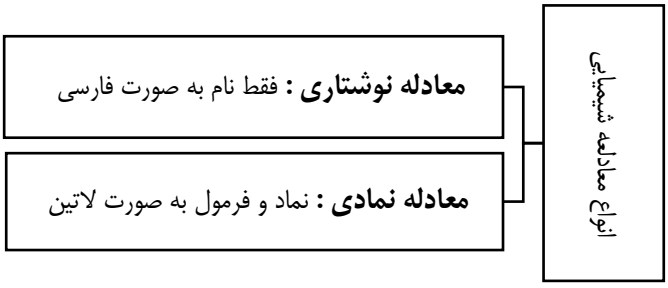
برای نشان دادن یک واکنش شیمیایی می توان از معادله شیمیایی آن استفاده کرد . معادله شمیایی را میتوان به دو صورت نشان داد :

۱. معادله نوشتاری : در این روش نام واکنش دهنده در سمت چپ و نام فراورده ها در سمت چپ نوشته می شوند مانند

انرژی + کربن دی اکسید + آب ⟵ اکسیژن + متان

۲. معادله نمادی : در این روش برای نمایش اتم ها و مولکول های شرکت کننده در یک واکنش از نماد ها و فرمول های شیمیایی آن ها استفاده می کنیم مانند سوختن متان :

$$CH_{۴(g)} + O_{۲(g)} \longrightarrow H_۲O_{(g)} + CO_{۲(g)}$$



قانون پایستگی جرم :

۱. در واکنش های شیمیایی نه اتمی (نه مولکول یا هر چیز دیگه‌ای) به وجود می اید نه اتمی از ببین می رودبلکه همان اتم ها به شیوه های متفاوت دیگری به هم متصل می شوند .

۲. در یک واکنش شیمیایی مجموع جرم فراورده ها و واکنش دهنده ها برابر است .

تذکر : اگر برابر نبود یعنی : قسمتی از ماده به صورت گاز از واکنش خارج شده است .

۳. مجموع تعداد اتم های دو طرف واکنش با هم برابر است .

نکته : همه ی واکنش های شیمیای از قانون پایستگی جرم پیروی می کنند به جز واکنش های هسته‌ای زیرا بخشی از جرم ماده می‌تواند به انرژی تبدیل شود .

در مورد فرآیندهای هسته ای می‌توان نوشت : **مجموع جرم** + **انرژی** صادق است .

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

اطلاعات موجود در یک معادله شیمیایی :

۱. فرمول شیمیایی مواد

۲. حالت فیزیکی مواد : برای نشان دادن حالت فیزیکی مواد از نماد های مقابل استفاده می کنیم

۳. شرایط لازم برای انجام واکنش : عبارت روی پیکان نشان دهنده شرایطی است که واکنش با آن آغاز شده است یا ادامه یافته است . در جدول زیر این نماد ها را ببینید :

نماد	معنا
$\longrightarrow$	تولید می کند یا می دهد
$\rightleftharpoons$	واکنشی که در آن فراورده ها نیز میتوانند به واکنش دهنده ها تبدیل شوند (حالت تعادلی) . نتیجه نهایی مخلوطی از واکنش دهنده و فراورده ها است .
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش دهنده ها بر اثر گرم شدن واکنش می دهند
$\xrightarrow{۲۰atm}$	واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می شود
$\xrightarrow{۱۲۰۰°C}$	واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس انجام می شود
$\xrightarrow{Pd}$	برای انجام شدن واکنش از پالادیم (pd) به عنوان یک کاتالیزگر استفاده می شود

دقت کنید که این نمادها **فقط برای شروع** واکنش هستند مثلا دمای ۱۲۰۰ درجه یعنی برای شروع ۱۲۰۰ درجه نیازه و بعدش لازم نیست که واکنش در این دما بمونه یا مثلا Δ نشون دهنده این هست که برای شروع واکنش نیاز به گرماست و به معنای گرماگیر بودن یا گرماده بودن واکنش نیست !!

مثال ۱ : در میان موارد زیر چند عبارت درست هستند؟

آ ـ معادله‌ی نمادی سوختن کربن در شرایط معمولی به صورت: $C(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ است.

ب ـ معادله‌ی نوشتاری سوختن زغال سنگ به صورت: «کربن دی اکسید ← اکسیژن + زغال سنگ» است.

پ ـ هر تغییر شیمیایی تنها شامل یک واکنش شیمیایی است.

ت ـ معادله‌ی شیمیایی: $2H_2O(l) \xrightarrow{Pt(s)} 2H_2(g) + O_2(g)$، نشان می‌دهد که طی انجام واکنش، فلز پلاتین در نقش کاتالیزگر مصرف می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

مثال ۲ : چند مورد از عبارت‌های زیر بیان‌گر قانون پایستگی جرم هستند؟

- جرم کل مواد موجود در جهان هستی، ثابت است.
- طی انجام واکنش‌های شیمیایی، همه‌ی جرم واکنش دهنده(ها) باید تبدیل به فراورده(ها) شود.
- بر اثر انجام واکنش‌های شیمیایی، اتم‌ها تولید یا مصرف نمی‌شوند بلکه فقط از شکلی به شکل دیگر در می‌آیند.
- پس از انجام واکنش‌های شیمیایی، نسبت شمار اتم‌های سازنده‌ی هر ترکیب، ثابت می‌ماند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

نکته : گرم، رایج ترین یکای اندازه گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می آید و کار با آن در آزمایشگاه و در عمل نا ممکن است.

موازنه

مرحله اول – انتخاب عنصر آغازگر موازنه

برای آغاز موازنه عنصری را انتخاب می‌کنیم که اولاً در ساختار ترکیب پیچیده تر شرکت داشته باشد ثانیاً در هر سمت واکنش فقط در یک جا دیده شود .

مرحله دوم – موازنه عنصر آغازگر موازنه

به زیروند عنصر آغازگر موازنه در دو سمت واکنش نگاه می کنیم سپس ضریب مواد دارای عنصر آغازگر موازنه در سمت چپ و راست طوری انتخاب می‌کنیم که حاصلضرب " ضریب $\times$ زیروند " برای عنصر آغازگر موازنه در دو طرف واکنش یکسان شود .

مرحله سوم – شمارش اتم‌های سایر عنصرها

شمارش و موازنه‌ی اتم‌های عنصرهای مختلف را از ترکیب دارای ضریب معلوم به ترکیب دارای ضریب مجهول انجام می‌دهیم .

تذکر : اگر در شمارش اتم‌های یک عنصر دو ترکیب با ضریب‌های مجهول داشته باشیم ، نشان‌دهنده‌ی این است که هنوز نوبت شمارش اتم‌های آن عنصر نرسیده است .

برابر کردن تعداد اتم های دو طرف واکنش را موازنه می گوییم .

مثال : واکنش های زیر را موازنه کنید .

$$C_2H_6 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

$$C_5H_{10}O_2 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

$$HClO_4 + P_4O_{10} \longrightarrow H_3PO_4 + Cl_2O_7$$

$$Al + HNO_3 \longrightarrow Al(NO_3)_3 + H_2$$

$$Al + NaOH + H_2O \longrightarrow NaAl(OH)_4 + H_2$$

$$C_3H_5N_3O_9 \rightarrow N_2 + CO_2 + H_2O + O_2$$

مجموع ضریب های واکنش زیر پس از موازنه چه مقدار است ؟ **تجربی ۹۴**

۱۶) $aMn^{2+} + bH_2O \rightarrow cMnO_2 + dH^+ + fe^-$

نسب شمار مول های آب به شمار مول های اکسیژن چه مقدار است ؟ **ریاضی ۹۷**

$PH_3 + O_2 \rightarrow P_4O_{10} + H_2O$

مجموع ضرایب واکنش پس از موازنه ؟ **تجربی ۹۷**

$C_2H_5NH_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2$

ضریب استوکیومتری کدام ماده پس از موازنه بیشتر است ؟ **ریاضی ۹۸ خارج**

$CaSiO_3 + HF \longrightarrow CaF_2 + SiF_4 + H_2O$

تفاوت مجموع ضرایب واکنش دهنده و فراورده **تجربی ۹۸**

$B_2O_3 + Cl_2 \longrightarrow BCl_3 + O_2$

ریاضی خارج ۹۸

$BaCl_2 + Al_2(SO_4)_3 \longrightarrow BaSO_4 + AlCl_3$

ریاضی ۹۸

$CS_2 + H_2 \rightleftharpoons CH_4 + H_2S$

تجربی ۹۸

$AgNO_3 + MgCl_2 \longrightarrow AgCl + Mg(NO_3)_2$

تجربی ۹۶

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$KNO_3 \rightarrow KNO_2 + O_2$

$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$

$Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$

تجربی خارج ۱۴۰۰

$Cr + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

$Ag + H_2SO_4 \rightarrow Ag_2SO_4 + SO_2 + H_2O$

$H_3PO_4 + Zn_3(PO_4)_2 + H_2O$

$NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$

انواع واکنش های شیمیایی

سوختن ، ترکیب ، تجزیه ، جابه‌جایی یگانه ، جابه‌جایی دوگانه

در بین انواع واکنش های شیمیایی تنها واکنش‌های سوختن را باید حفظ باشید بقیه واکنشها صرفاً جهت فهم بیشتر آورده شده است .

۱. واکنش سوختن

(آ)

(ب)

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

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. افزون بر برخی عنصرها؛ دیگر مواد از جمله سوخت های فسیلی نیز در شرایط مناسب می سوزند . برای نمونه، زغال سنگ در حضور اکسیژن می سوزد و افزون بر تولید گازهای CO_2, SO_2 ، و بخار آب، مقدار زیادی انرژی آزاد میکند

نوع فراورده ها در واکنش سوختن سوخت های فسیلی، **به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد؛** به طوریکه اگر اکسیژن کافی باشد، **سوختن کامل** انجام می شود و **گاز کربن دی اکسید و بخار آب** تولید می گردد. اما اگر مقدار اکسیژن کم باشد، **گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده ها** تولید خواهد شد؛ در این حالت گفته می شود **سوختن ناقص** است .

نکته : کربن مونوکسید ، گازی بی رنگ، بی بو و بسیار سمّی است. چگالی این گاز کمتر از هوا و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ به طوریکه به سرعت در همهٔ فضای اتاق پخش می شود.

از آنجا که میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز (کربن مونوکسید CO) 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 میکنند. این ویژگی باعث مسمومیت می شود و سامانهٔ عصبی را فلج میکند به طوری که قدرت هرگونه اقدامی را از فرد مسموم می گیرد و بدین ترتیب باعث مرگ می شود.

نکته : بیشتر مرگ و میرهای ناشی از گاز گرفتگی به دلیل رعایت نکردن اصول ایمنی هنگام استفاده از وسایل گرمایشی است . امروزه در برخی خانه ها از دستگاهی برای اعلام نشت گاز کربن مونوکسید استفاده می کنند .

سوختن کامل

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

ایجاد شعله آبی رنگ

تولید انرژی زیاد(۸۹۰- کیلوژول بر مول)

طول موج نور نشری کمتر

فراورده ای با پایداری بیشتر

فراورده ای با میانگین انرژی جنبشی بیشتر

دمای شعله بیشتر

سوختن ناقص

$CH_4(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g) + 2H_2O(g)$

ایجاد شعله زرد رنگ

تولید انرژی کمتر(۶۰۷- کیلوژول بر مول)

طول موج نور نشری بیشتر

فراورده ای با پایداری کمتر

فراورده ای با میانگین انرژی جنبشی کمتر

دمای شعله کمتر

مهم ترین واکنش های سوختن شامل :

$$\text{هیدروکربن‌ها} + O_2 \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

۱. سوختن متان

۲. سوختن اتان

۳. پروپان

۴ . اتانول

نکته : اگر واکنش فلز با اکسیژن به آرامی و بدون شعله انجام شود این فرآیند را سوختن نمی نامیم و به آن **اکسایش** می گوییم .

اکسایش گلوکز $C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$

اکسایش چربی شتر $2C_{57}H_{110}O_{6(s)} + 163O_{2(g)} \rightarrow 114CO_{2(g)} + 110H_2O_{(l)}$

اکسایش فلز آهن $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

نکته : اگر این واکنش ها با سرعت زیاد انجام شود از نوع سوختن و در غیر این صورت از نوع اکسایش می باشد.

واکنش سوختن کربن و تولید کربن دی اکسید	$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$
واکنش سوختن هیدروژن	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{Pt} 2H_2O_{(g)}$
واکنش سوختن کربن مونو اکسید	$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$
واکنش سوختن هیدروژن سولفید	$2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 2SO_{2(g)}$

نکته : در سوختن ناقص ترکیب های آلی، به جای گاز CO_2 ، گاز CO یا حتی $C_{(S)}$ تولید می شود .

واکنش سوختن ناقص متان : $2CH_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO + 4H_2O_{(l)}$

اکسید فلز $\rightarrow O_2$ + هیدروکسیدهای گروه ۱ و۲ به جز Be

گروه ۱ و ۲ (به جز برلیم) به راحتی با اکسیژن هوا می‌سوزند و تولید اکسید فلز می‌کنند . اکسید حاصل یک اکسید بازی (اکسید قلیایی) است که در قسمت‌های بعدی راجع به آن صحبت خواهیم کرد .

$$۴Na(s) + O_۲(g) \rightarrow ۲Na_۲O(s)$$
$$۲Mg(s) + O_۲(g) \rightarrow ۲MgO(s)$$

نکته : رنگ شعله سدیم زرد رنگ و منیزیم نیز سفید رنگ هست .

سوختن فلزهای واسطه

فلزهای واسطه واکنش پذیری کمتری نسبت به فلزهای گروه ۱ و ۲ دارند به همین دلیل به راحتی نمی‌سوزند . برای نمونه **فلز آهن** به این راحتی‌ها نمی‌سوزد و باید **شرایط مناسب** را برای سوختن آهن فراهم کنیم . بدین ترتیب که باید آهن را به صورت **گرد** (زیرا باعث افزایش سطح تماس بیشتر شده و احتمال انجام واکنش بیشتر میشود) روی شعله آتش بپاشیم . در این صورت خواهید دید که آهن به صورت جرقه‌هایی نارنجی رنگ شروع به سوختن می‌کند .

$$۴Fe_{(s)} + ۳O_{۲(g)} \rightarrow ۲Fe_۲O_{۳(s)}$$

سوختن زغال سنگ

زغال سنگ در حضور اکسیژن می‌سوزد و افزون بر تولید گازهای و بخار آب ، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند .

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

نکته : با اینکه اصلی ترین عنصر سازنده زغال سنگ کربن است اما واقعیت این است که زغال سنگ فرمول شیمیایی مشخصی ندارد و درصد عنصرهای سازنده آن از یک معدن به معدن دیگر تفاوت می‌کند . اما در کل بدانید که زغال سنگ عمدتاً شامل کربن است و مهمترین ناخالصی‌های آن گوگرد و یا ترکیب‌های گوگرددار و نیز برخی هیدروکربن‌ها هستند . همین موضوع باعث می‌شود که در معادله‌ی سوختن زغال سنگ علاوه بر $CO_۲$ مقدار قابل توجهی نیز $SO_۲, H_۲O$ تولید شود .

سایر واکنش‌های حفظی شامل :

تهیه سولفوریک اسید ($H_۲SO_۴$)

سولفوریک اسید طی چندین واکنش متوالی تولید می‌شود که تنها مرحله ۲ از آن را باید حفظ باشید :

$$S + O_۲ - SO_۲$$
$$۲SO_۲ + O_۲ \rightarrow ۲SO_۳$$
$$SO_۳ + H_۲O \rightarrow H_۲SO_۴$$

تولید آمونیاک به روش هابر

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

مراحل تشکیل اوزون در تروپوسفر

مرحله‌ی اول : $N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{رعد و برق}} 2NO(g)$

مرحله‌ی دوم : $2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$

مرحله‌ی سوم : $NO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow NO(g) + O_3(g)$

واکنشهای تابلو !!!

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	واکنش هیدروژن با اکسیژن
$3O_2 \rightleftarrows 2O_3$	تشکیل اوزون در استراتوسفر
$C + O_2 \rightarrow CO_2$	معادله سوختن کربن
$CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$	واکنش کربن دی‌اکسید با کلسیم اکسید
$CO_2 + MgO \rightarrow MgCO_3$	واکنش کربن دی‌اکسید با منیزیم اکسید

واکنش های تجزیه : به واکنشی که در آن یک ماده، به مواد ساده تری تبدیل می شود، تجزیه می گویند.

تجزیه منیزیم کلرید $MgCl_{2(l)} \rightarrow Mg_{(l)} + cl_{2(g)}$

واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه) $2H_2O_{2(l)} \xrightarrow{KI} 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

واکنش تجزیه اوزون $2O_{3(g)} \rightleftarrows 3O_{2(g)}$

تجزیه دی نیتروژن تترا اکسید $N_2O_{4(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$

تخمیر گلوکز و تولید اتانول $C_6H_{12}O_{6(aq)} \rightarrow 2C_2H_5OH_{(aq)} + 2CO_{2(g)}$

تجزیه نیتروگلیسیرین $4C_3H_5(NO_3)_{3(l)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 10H_2O_{(g)} + 6N_{6(g)} + O_{2(g)}$

مفاهیم اولیه استوکیومتری و حل مسائل

استوکیومتری : بخشی از شیمی است که با نسبت مقدار عنصرها در ترکیب ها و نیز ارتباط کمی بین مقدار مواد شرکت کننده در واکنش های شیمیایی (واکنش دهنده ها وفراورده ها) سرو کار دارد .

شرایط استاندارد (STP) : شرایطی که در آن دمای گاز برابر صفر درجه سلسیوس (۲۷۳K) و فشار آن ۱ اتمسفر(یا $۷۶cmHg = ۷۶۰mmHg$) است .

مول : به تعداد $۶/۰۲۳ \times ۱۰^{۲۳}$ از هر ذره ، مولکول ، یون و ... یک مول از آن ماده گفته می‌شود .

نکته : در شرایط استاندارد یک مول گاز برابر ۲۲/۴ لیتر (۲۲۴۰۰ میلی لیتر) حجم دارد . $۱mL = \frac{۱}{۱۰۰۰} L = ۱cm^۳$

قانون آووگادرو : در دما و فشار یکسان حجم یک مول از گاز های گوناگون حجم‌های ثابت و برابری دارند .

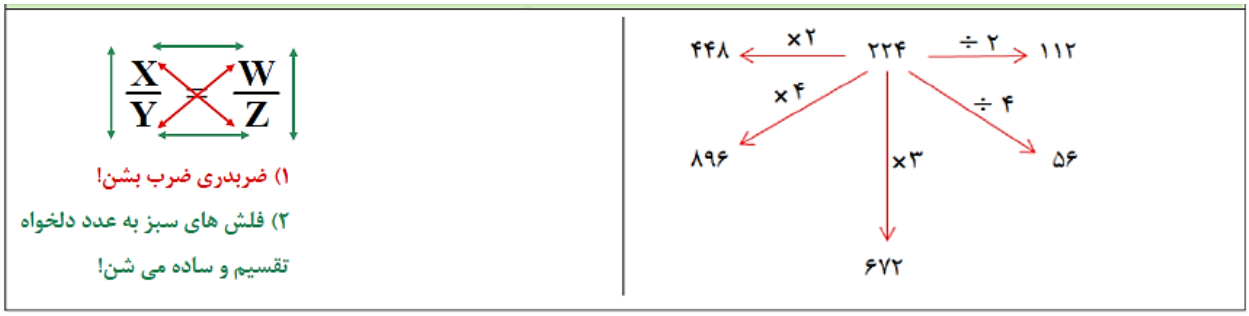
نتیجه : در شرایط استاندارد یک مول از هر گاز شامل $۶/۰۲۳ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول گازی است و حجمی برابر ۲۲/۴ لیتر یا ۲۲۴۰۰ میلی‌لیتر را اشغال می‌کند .

بچه‌ها مواظب باشید! در شرایط STP، یک مول از هر گازی شامل $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ مولکول (نه اتم) است. یعنی به عنوان مثال، یک مول گاز اوزون ($O_۳$) که در شرایط STP حجمی معادل ۲۲/۴ لیتر دارد شامل $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ مولکول $O_۳$ است. بدیهی است که این مقدار اوزون شامل $۱۸/۰۶\times۱۰^{۲۳}$ ($۳\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$) اتم اکسیژن است، زیرا هر مولکول اوزون شامل سه اتم اکسیژن می‌باشد.

$$\text{۱ مول } O_۳ = \text{۲۲/۴ لیتر گاز } O_۳ = \text{مولکول } O_۳ ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳} = \text{اتم } O ۳\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$$

نسبت چگالی گازها: نسبت چگالی دو گاز، معادل نسبت جرم مولی آن‌ها است. پس رابطه‌ی زیر را به خاطر بسپارید.

$$\frac{\text{چگالی گاز A}}{\text{چگالی گاز B}} = \frac{\text{جرم مولی گاز A}}{\text{جرم مولی گاز B}}$$



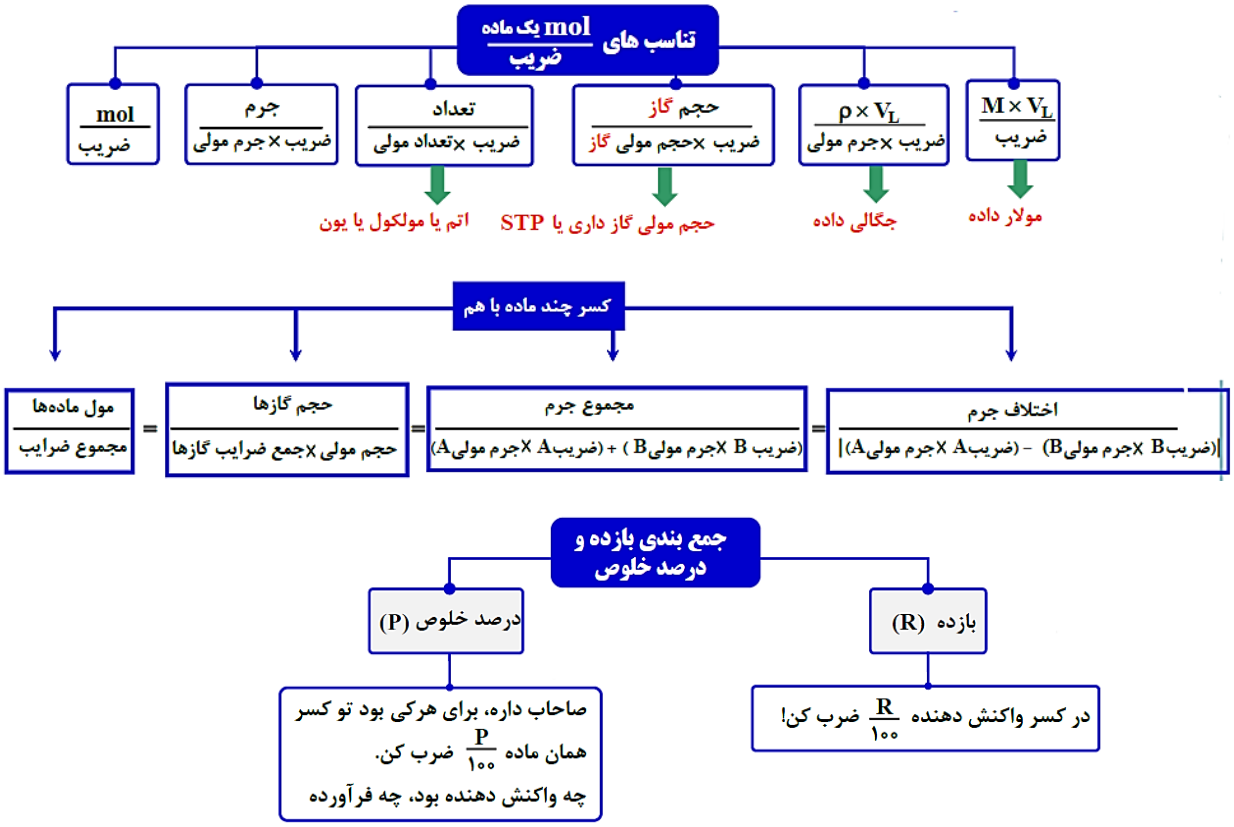
غلظت مولی یا غلظت مولار (M)

تعداد مول های حل شونده در یک لیتر محلول را غلظت مولار می نامند . غلظت مولار را با رابطه مقابل نشان می دهند :

- یکای غلظت مولار به صورت مول بر لیتر ($mol.L^{-1}$) یا مولار بیان می شود .

حل مسائل استوکیومتری

کسرهای زیر را به خاطر بسپارید :



$$\text{Amoung given X} \times \frac{\text{1mol given X}}{\text{a)Molar mass}} \times \frac{\text{Y mol}}{\text{X mol}} \times \frac{\text{d)۲۲۴۰۰ mL}}{\text{1mol Y}} = \text{Answer}$$

a)Molar mass

b)$۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ particle

c)۲۲/۴ L

d)۲۲۴۰۰ mL

مثال : از واکنش 0/6 mol کلسیم هیدروکسید با فسفریک اسید چند مول کلسیم فسفات به دست می آید ؟

$$Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$$

مثال : برای سوختن ۰/۸ گرم متان چند مول اکسیژن مورد نیاز است ؟ (C=12 , H=1)

مثال : از واکنش ۵/۴ گرم فلز آلومینیوم با سولفوریک اسید چند میلی لیتر گاز در شرایط استاندارد حاصل می شود ؟(Al=27)

$$Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$$

مثال : از واکنش آهن (III) اکسید با ۳۶ /۳ لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد چند گرم آهن به دست می آید ؟ (Fe=56)

$$Fe(OH)_3 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$$

مثال : ۲۰۰ میلی لیتر محلول HCl به غلظت ۰/۱ مولار در واکنش با فلز منیزیم ، چند میلی لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد تولید می کند ؟

$$HCl + Mg \rightarrow MgCl_2 + H_2$$

مثال : یک نوع قرص نعناع که به عنوان ضد اسید تجویز می‌شود شامل $NaHCO_3$ است . پس از واکنش کامل ۰/۲ لیتر گاز کربن دی اکسید تولید شده است . چند گرم $NaHCO_3$ مصرف می شود ؟ شهریور ۸۸

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$$

مثال : واکنش زیر بین گازهای هیدروژن و استیلن در دما و فشار ثابت انجام شده است . شهریور ۸۸

$$C_2H_2 + 2H_2 \rightarrow C_2H_6$$

برای واکنش کامل ۱۰ لیتر گاز استیلن به چند لیتر گاز هیدروژن نیاز است ؟

مثال : در ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲۵ مول بر لیتر سدیم فلوئورید در آب ، چند گرم NaF حل شده است ؟ خرداد ۸۸

NaF=42 g/mol

مثال : با توجه به واکنش مقابل $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$ در شرایط استاندارد ، چند گرم فلز آهن با مقدار اضافی هیدروکلریک اسید ، ۵/۶ لیتر گاز هیدروژن تولید می‌کند ؟ دی ۸۷

مثال : برای تهیه ۳۷۴ میلی لیتر گاز کلر در شرایط استاندارد به چند گرم منگنز دی اکسید خالص طبق واکنش $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$ نیاز است ؟ دی ۸۶

$MnO_2 = 87$

مثال : از تجزیه حرارتی ۵۵ گرم آلومینیوم سولفات طبق معادله زیر چند لیتر گاز تری اکسید در شرایط STP تولید می‌شود ؟ خرداد ۸۶

$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3SO_3$

سوالات در شرایط غیر STP

مثال : برای تولید ۵ لیتر گاز کربن دی‌اکسید طبق واکنش زیر چند گرم لیتیم کربنات نیاز است ؟ شهریور ۸۵

چگالی گاز کربن دی‌اکسید ($1/1\ g/L$ است)

$Li_2CO_3 \rightarrow Li_2O + CO_2$

پتاسیم نیترات طبق واکنش : $2KNO_3 \rightarrow 2KNO_2 + O_2$ تجزیه می‌شود . از تجزیه کامل ۴/۵ گرم پتاسیم نیترات خالص چند میلی لیتر گاز اکسیژن تولید می‌شود ؟ چگالی گاز اکسیژن در شرایط واکنش $1/25\ g/L$ است . شهریور ۸۳

تست : از گرم کردن ۰/۲۱ سدیم هیدروژن کربنات چند میلی لیتر گاز آزاد $CO_{2(g)}$ می شود ؟ در دمای واکنش چگالی گاز $CO_{2(g)}$ حدود $1/9 g.L^{-1}$ است . (Na=23 , H=1 , C=12 , O=16)

$$2NaHCO_{3(s)} \rightarrow Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

تست : سیلیسیم کاربید (sic) از واکنش (معادله موازنه شود $SiO_{2(s)} + C_{(s)} \rightarrow SiC_{(s)} + CO_{(g)}$) تولید می شود . به ازای تولید هر کیلوگرم از این ماده چند لیتر گاز آلاینده در شرایط استاندارد تولید می شود ؟ Si=28 , C=12

۵۶۰ ۱۱۲۰ ۱۶۸۰ ۲۲۴۰

تجربی ۹۸

تست : درختان با جذب $CO_{2(g)}$ می توانند آن را به قند گلوگز $C_6H_{12}O_6$ تبدیل کنند . اگر یک درخت سالانه 66 kg گاز $CO_{2(g)}$ جذب کند چند کیلوگرم از این قند در آن ساخته می شود ؟ ریاضی ۹۸

تست : مقدار گاز SF_4 لازم برای تهیه ۵۰ لیتر HF را از واکنش چند گرم سدیم فلوئورید با گاز SCl_2 کافی ، می‌توان به دست آورد و در این فرآیند ، چند گرم گاز SO_2 تولید می‌شود ؟ (H=1 ,O=16 ,F=19 ,Na=23 ,S=32) تجربی ۹۹

(جرم هر لیتر گاز HF برابر با ۰/۸ گرم در نظر گرفته شود و معادله ها هم موازنه شود) .

$$SCl_2 + NaF \rightarrow SF_4 + S_2Cl_2 + NaCl$$
$$SF_4 + H_2O \rightarrow SO_2 + HF$$

تست : در یک نمونه سدیم نیترید ، مجموع شمار یون‌ها برابر $۳/۶۱۲\times۱۰^{۲۴}$ است . از واکنش آن با مقدار کافی آب ، چند لیتر گاز آمونیاک در شرایط استاندارد و چند گرم سدیم هیدروکسید تشکیل می‌شود ؟ تجربی ۱۴۰۱

تست : ۷۲/۵ گرم گاز بوتان ، به صورت جداگانه ، یک بار به صورت ناقص و یک بار به صورت کامل سوزانده می‌شود .

تفاوت حجم گاز اکسیژن مصرف شده (پس از تبدیل به شرایط **STP**) برابر چند لیتر است ؟ (از سوختن ناقص هیدروکربن‌ها ، گاز کربن مونواکسید و آب تشکیل می‌شود . O=16 ,C=12 , H=1 تجربی خارج ۱۴۰۱

تست : اگر ۱۶ گرم از عنصر A با ۷ گرم از عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب AX را تشکیل دهد و ۱۲ گرم از عنصر Z با ۲/۸ گرم از عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب XZ_3 را به وجود آورد ، جرم مولی X چند برابر جرم مولی Z و جرم مولی XZ_3 برابر چند گرم است ؟ (جرم مولی عنصر A را ۱۲۸ گرم در نظر بگیرید .) تجربی ۱۴۰۰

۲۹۶ – ۰/۸۵ ۲۶۹ – ۰/۸۵ ۲۹۶- ۰/۷ ۲۶۹ – ۰/۷

نکته : اگر در یک مسئله چند واکنش مطرح بود باید ضریب ماده مشترک در دو واکنش را یکسان کنیم تا حق داشته باشیم به طور مستقیم بین دوماده تناسب مورد نظر را بنویسیم .

تست : ۳/۳۶ گرم سدیم هیدروژن کربنات را گرما می دهیم تا به طور کامل تجزیه شود . چنان چه همه ی گاز حاصل را وارد محلول لیتیم پراکسید با غلظت کافی کنیم درپایان واکنش چند میلی لیتر گاز اکسیژن در شرایط متعارفی تولید می شود ؟(Na=23 , H=1 , C=12 , O=16)

$$NaHCO_{3(s)} \rightarrow Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$
$$CO_{2(g)} + Li_2O_{2(aq)} \rightarrow Li_2CO_{3(aq)} + O_{2(g)}$$

تست : واکنش سولفوریک اسید با سدیم هیدروژن کربنات به صورت زیر است (معادله موازنه شود)

$$NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$$

برای واکنش کامل با ۷۵۰ میلی‌لیتر محلول ۴ مولار سولفوریک اسید ، چند گرم سدیم هیدروژن کربنات نیاز است و اگر گاز کربن دی‌اکسید تولید شده را در واکنش : $BaO + CO_2 \rightarrow BaCO_3$ شرکت کند ، چند گرم $BaCO_3$ تولید می‌شود ؟ تجربی خ ۹۹

H=1 , O=16 , C=12 , Na=23 , Ba=137

۱۱۸۲ – ۵۰۴ ۷۶۵ – ۵۰۴ ۱۱۸۲ – ۲۵۲ ۷۶۵ – ۲۵۲

نکته : اگر شرایطی مطرح شد که حجم مولی گازها را عددی غیر از ۲۲/۴ معرفی کرد (مثلا گفت یک مول گاز ۲۵ لیتر حجم دارد) باید به جای عدد ۲۲/۴ از عدد داده شده در صورت سوال استفاده کنیم .

تست : برای سوختن کامل یک مول از ۱- بوتانول با فرمول چند لیتر هوا لازم است ؟ (۲۰ درصد حجم هوا را اکسیژن) تشکیل می‌دهد و حجم مولی گازها در شرایط آزمایش ۲۵ لیتر است . خارج ۹۳

۶۲۵ ۶۸۷/۵ ۷۵۰ ۸۱۲/۵

تست : در اثر سوختن کامل ۸۹ گرم از یک نوع چربی ($C_xH_yO_6$) مطابق واکنش زیر ، به ترتیب از راست به چپ چند لیتر اکسیژن مصرف و چند مول گاز $CO_{2(g)}$ تولید می‌شود ؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش ، برابر با ۲۵ لیتر فرض شود . معادله واکنش موازنه شود تجربی خارج ۹۹

۵/۷ – ۳۰۲/۷۵ ۷/۵ – ۳۰۲/۷۵ ۵/۷ – ۲۰۳/۷۵ ۷/۵ – ۲۰۳/۷۵

نکته : وقتی صحبت از ماده نامحلول و رسوب می‌کند یعنی دنبال ماده‌ای باش که زیروند آن در فراورده ، S است !!

تست : پس از موازنه معادله واکنش‌ها نسبت مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (II) به مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها در واکنش (I) کدام است و اگر در واکنش (II) ، ۱۰/۷ گرم ماده نامحلول در آب تشکیل شود ، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود ؟ (Fe=56 , O=16 , H=1) تجربی ۹۹

$$I)NH_2CH_2COOH_{(l)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + N_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$
$$II)Fe_{(s)} + H_2O_{(l)} + O_{2(g)} \rightarrow Fe(OH)_{3(s)}$$

۲/۲۸ – ۰/۶۵ ۱/۶۸ – ۰/۶۵

۱/۴۵ – ۰/۶ ۱/۲۵ – ۰/۶

نکته : در واکنش‌هایی که دو ماده را با هم مخلوط کرد از کسر مخلوط مشترک استفاده کن !

تست : ۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینه واکنش هابر ، با یکدیگر واکنش داده‌اند . حداکثر چند گرم آمونیاک در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد ؟ **تجربی خارج ۹۸** (H= 1 , N =14)

$$N_{۲(g)} + ۳H_{۲(g)} \rightarrow ۲NH_{۳(g)}$$

۹۵/۲ ۱۴۸/۷۵ ۱۷۰ ۳۴۰

مسائل کاهش جرم : به گاز خروجی دقت کن !

تست : مقدار ۶۰ گرم کلسیم کربنات خالص را گرما می‌دهیم تا مقداری از آن تجزیه شود . اگر بدانیم جرم مخلوط جامد برجای مانده برابر ۴۹ گرم است . حجم گاز تولید شده در شرایط STP چند لیتر است ؟ (Ca=40 , O = 16 , C=12)

$$CaCO\,(s) \rightarrow CaO(s) + CO_{۲}\,g$$

۵/۶ ۱۱/۲ ۲/۲۴ ۴/۴۸

تست : مقداری پتاسیم پرمنگنات را گرم می‌کنیم تا مطابق معادله زیر به طور کامل تجزیه شود.به تقریب چند درصد از جرم نمونه‌ی جامد در این فرآیند کاسته می‌شود ؟ (K=39 , O=16 , Mn=55)

$$KMnO_{۴(s)} \xrightarrow{\Delta} K_{۲}MnO_{۴(s)} + MnO_{۲(s)} + O_{۲(g)}$$

۱۰ ۲۰ ۲۷/۵ ۳۷/۷

تست : اگر ۶۸ گرم سدیم نیترات در یک ظرف سرباز طبق معادله موازنه نشده زیر به طور ناقص تجزیه شود و طی این فرآیند ۹/۶ گرم از جرم مواد درون ظرف کاسته شده باشد ، اختلاف جرم دو جامد باقی مانده در ظرف چند گرم است ؟ (**Na=23 , N =14 , O =16**)

۹/۶ ۲۴/۴ ۲۸/۸ ۲۶/۶

$$NaNO_{3(s)} \rightarrow NaNO_{2(s)} + O_{2(g)}$$

مسائل چند واکنشی با مجموع مقادیر : با سه پارامتر X,a,b حل کن

تست : مخلوطی به جرم ۱۵ گرم از گازهای متان و پروپان در مجاورت اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد . اگر در پایان واکنش ۲۷ گرم بخار آب حاصل شده باشد ، چند درصد از جرم مخلوط را متان تشکیل می‌دهد ؟ **کانون ۹۷**

۳۰ ۲۶/۷ ۳۳/۳ ۲۰

تست : به مخلوطی از Na_2O, FeO به وزن ۶/۵ گرم با کربن گرما داده می‌شود . اگر گاز کربن دی‌اکسید تولید شده در شرایط ***STP*** برابر با ۳۳۶میلی لیتر حجم داشته باشد ، مقدار ***FeO*** و نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون در مخلوط اولیه کدام است ؟ (***Fe=56 , Na=23 , O=16***) **تجربی خارج ۹۹**

۱/۷ – ۲/۱۶ ۲/۳ – ۲/۱۶ ۲/۳ – ۳/۱۶ ۱/۷ – ۳/۱۶

تست : یک مول آلومینیوم سولفات به تقریب چند درصد تجزیه شود تا جرم فراورده موجود با جرم واکنش دهنده ی باقی مانده برابر شود ؟ ۴۰ ۵۰ ۶۶ ۷۷ تجربی ۹۴

تست : اگر از سوختن کامل مخلوطی از گازهای متان و هیدروژن ، ۱۷/۶ گاز کربن دی اکسید و ۴۶/۸ گرم آب تشکیل شود ، درصد جرمی اتم هیدروژن در مخلوط گازی آغازی کدام است ؟ (O=16 , C=12 , H = 1) تجربی ۱۴۰۲

۲۳ ۵۲ ۳۲ ۲۵

رفتار گازها

در مقایسه حالتهای جامد ، مایع و گاز مطالب جدول زیر را به خاطر بسپارید .

حالت	شکل	حجم معین	تابع شکل ظرف	تراکم پذیری
جامد	دارد	دارد	نیست	ندارد
مایع	ندارد	دارد	است	ندارد
گاز	ندارد	ندارد	است	دارد

(آ) (ب) (پ)

شکل ۲۴ـ آ) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد، ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آنها درمی‌آیند و پ) به محض باز کردن شیر در لولهٔ رابط بین دو ظرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

● بوی گل رز و محمدی ناشی از انتشار مولکول‌های گازی از آن است.

رابطه بین فشار و حجم یک گاز

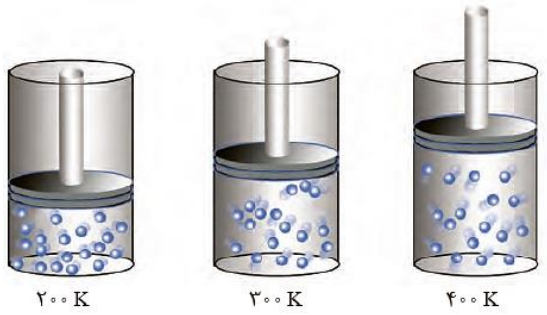
در دمای ثابت **حجم یک نمونه گاز با فشار** آن **رابطه وارونه** دارد. بدین ترتیب که اگر به یک نمونه گاز در سیلندری با پیستون روان فشار وارد کنیم فاصله بین مولکول‌های گاز کاهش می‌یابد ، یعنی گاز فشرده‌تر و حجم آن کمتر می‌شود .

شکل ۲۵ـ گاز بر اثر فشار متراکم می‌شود اما اگر فشار کاهش یابد، فاصله بین مولکول‌های آن افزایش می یابد.

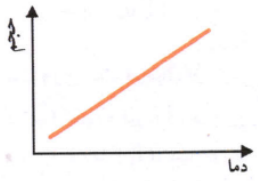
نمودار تقریبی تغییرات حجم یک گاز نسبت به فشار وارد بر آن به صورت زیر است .

رابطه بین دما و حجم یک گاز

در فشار ثابت ، **حجم یک نمونه گاز با دمای** آن **رابطه مستقیم** دارد . بدین ترتیب که اگر یک نمونه گاز در سیلندری با پیستون روان را گرم کنیم ، تحرک و جنب‌وجوش مولکول‌های افزایش یافته و این مولکول‌ها پرانرژی‌تر میشوند . بنابراین ضربات بیشتری را به پیستون وارد میکنند و آن را به سمت بیرون هل می‌دهند، بدین ترتیب حجم گاز افزایش می‌یابد .



نمودار تقریبی تغییرات حجم یک گاز نسبت به دما (در فشار ثابت) به صورت زیر است :

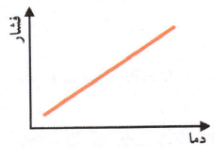


نکته : قرار دادن بادکنک‌های پرشده از هوا ، درون نیتروژن مایع سبب می‌شود که حجم آنها به شدت کاهش یابد . علت این است که نیتروژن مایع بسیار سرد (در حدود ۲۰۰- درجه) است بنابراین قرار دادن بادکنک در نیتروژن مایع ، به معنی کاهش شدید دما است و کاهش دما نیز باعث کاهش حجم می‌شود .

رابطه بین دما و فشار یک گاز

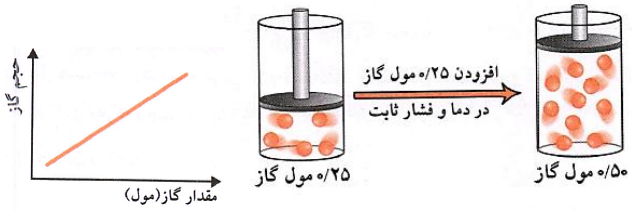
در حجم ثابت (یعنی در ظرف سربسته ای که فاقد پیستون روان و متحرک است) فشار یک نمونه گاز با دمای آن رابطه مستقیم دارد . علت این است که با فزایش دمای یک گاز ، جنب و جوش و سرعت حرکت مولکول‌های آن افزایش یافته و شمار برخورد مولکول‌های گازی به دیواره داخلی ظرف زیادتر می‌شود .

نمودار تقریبی تغییرات فشار یک گاز نسبت به دمای آن (در حجم ثابت) به صورت مقابل است :



رابطه بین مقدار و حجم یک گاز

در دما و فشار ثابت هر چه مقدار یک گاز بیشتر باشد حجم آن نیز بیشتر خواهد بود .



$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{nT_2}$$

خواص و رفتار گازها

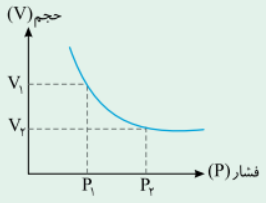
۱۱- **قانون آووگادرو** در مورد گازها بیان می‌کند که در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون، با هم برابر است.

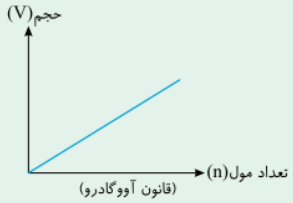
۱۲- حجمی که یک مول گاز (یعنی $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ ذره گاز) اشغال می‌کند را حجم مولی گازها می‌گوییم. براساس قانون آووگادرو، اگر دما و فشار یکسان باشد حجم مولی گازهای مختلف با هم **برابر** است.

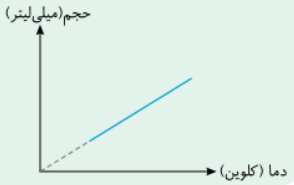
$$V \propto n \rightarrow \frac{V}{n} = \text{ثابت} \rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

۱۳- حجم مولی گازها در شرایط STP برابر است با ۲۲/۴ لیتر یا ۲۲۴۰۰ میلی‌لیتر.

۱۴- نمودارهای مهم:







فصل دوم رد پای گاز ها در زندگی

فصل ۲

ردِّ پای گازها در زندگی

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

هواکره (اتمسفر) : لایه‌ای گازی شکل به ارتفاع تقریبی ۵۰۰ کیلومتر است که سیاره‌ی زمین را احاطه کرده است .

در مورد هواکره (اتمسفر) باید موارد زیر را بخاطربسپارید :

☑ در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی ، **تنها زمین** اتمسفری دارد که **امکان زندگی** را روی آن فراهم می‌کند .

☑ اتمسفر زمین یا هواکره (یا به اختصار ، هوا) به صورت لایه‌ای فیروزه‌ای یا آبی سیاره زمین را احاطه کرده است .

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

☑ اتمسفر زمین مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است . اگر زمین را به سیب تشبیه کنیم ، ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سیب می‌ماند .

☑ **جاذبه زمین** گازهای موجود در اتمسفر را پیرامون خود نگه می‌دارد و مانع از خروج آن‌ها از اتمسفر می‌شود .

☑ انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند .

☑ اغلب (نه همه !) گازها نامرئی هستند به طوری که هوا را نمی‌توانیم ببینیم و به طور معمول وجود آن را پیرامون خود حس نمی‌کنیم مگر روزهایی که باد می‌وزد یا در مکان‌هایی که هوا به خوبی در جریان است .

☑ بررسی‌های دانشمندان برای هوای به دام افتاده درون بلورهای یخ در یخچال قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون ، نسبت گازهای سازنده هواکره تقریبا ثابت مانده است .

تذکر : برخی گازها مانند گاز NO_2 که قهوه‌ای رنگ است به دلیل رنگی بودن قابل رویت هستند .

☑ میان گازهای هوا ، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که **اغلب** آن‌ها برای ساکنان این سیاره **سودمند** هستند اما **برخی** از این واکنش‌ها **مفید نبوده** و فراورده‌هایی تولید می‌کنند که دلخواه ساکنان زمین نیست .

بررسی لایه‌های مختلف هواکره :

نخستین نکته ای که در بررسی لایه های مختلف هواکره باید به آن توجه داشته باشید این است که معیار تقسیم بندی هواکره به لایه های مختلف روند تغییرات دما در هر یک از این لایه ها است . بدین ترتیب از لایه های بالایی یا پایینی خود متمایز می‌شود .

۱ – تروپوسفر :

۱ – نزدیک ترین لایه به سطح زمین که تا ارتفاع ۱۰-۱۲ کیلومتری از سطح زمین را شامل میشود. تروپوسفر همان بخشی است که ما در ان زندگی می کنیم . حدود ۷۵ درصد از جرم کل هواکره در این لایه متمرکز شده است .

۲– آب و هوا نتیجه برهمکنش میان زمین ، هواکره ، آب و خورشید است . تغییر آب و هوایی در لایه تروپسفر رخ می‌دهد .

۳ – پرواز اغلب هواپیماهای مسافربری در لایه تروپسفر انجام می‌شود .

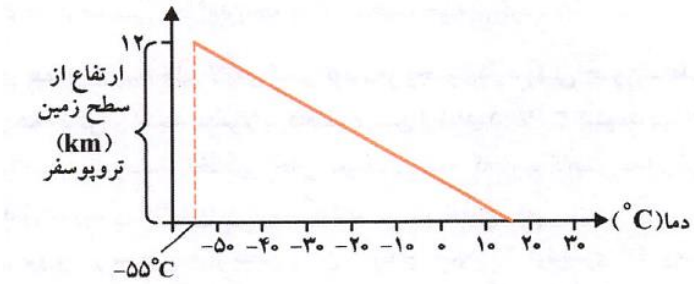
۴ – تروپوسفر تنها لایه‌ای از اتمسفر است که حاوی بخار آب (H_2O) است . در واقع به همین دلیل است که تغییرات آب و هوایی در همین لایه رخ می‌دهد . میانگین بخار آب و هوا حدود ۱ ٪ است .

۵ – درصد حجمی گازهای تشکیل دهنده هوای خشک و پاک در لایه ی تروپوسفربه صورت زیر است . در ضمن توصیه می‌کنم که درصد فراوانی سه گاز اول را حفظ کنید .

ترتیب فراوانی گازها: $\underset{\text{حدود ۷۸٪}}{N_2} > \underset{\text{حدود ۲۱٪}}{O_2} > \underset{\text{حدود ۱٪}}{Ar} > CO_2 > Ne > He > Kr > Xe$ و گازهای دیگر

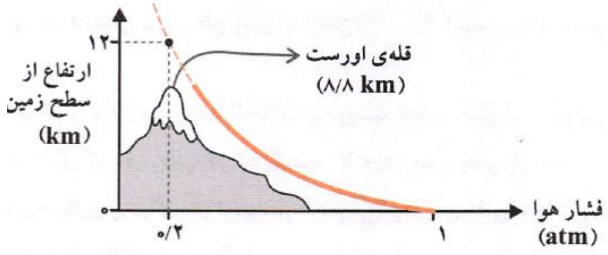
تذکر : در لایه‌ی تروپوسفر مقدار کمی اوزون (O_3) نیز به عنوان ماده خطرناک یافت می‌شود که بعداً در این مورد صحبت خواهیم کرد .

نکته : با افزایش ارتفاع از سطح زمین در این لایه به ازای هر کیلومتر (۱۰۰۰متر) 6c دما **کاهش** می یابد .



۶ – فشار هر گاز ، ناشی از برخوردهای مولکول‌های آن با دیواره ظرف است .

۷ – هر چه در لایه تروپوسفر به سمت بالا می‌رویم گازها رقیق‌تر می‌شوند در نتیجه شمار مولکولهای گازی در واحد حجم هوا نیز کم شده به عبارت دیگر فشار هوا کم می‌شود . بدین ترتیب فشار هوا در لایه‌ی تروپوسفر از 1 atm در سطح زمین (یا سطح آب‌های آزاد) به 0/2 atm در ارتفاع ۱۲ کیلومتری از سطح زمین کاهش می‌یابد .



۲) استراتوسفر :

۱ – این لایه پس از تروپوسفر در ارتفاع ۱۱تا ۵۰ کیلومتری از سطح زمین وجود دارد .

۲ – مهم ترین گازهای موجود در این لایه شامل $N_۲, O_۲, O_۳, CO_۲$ هستند . در ضمن لایه اوزون نیز در لایه استراتوسفر مستقر شده است که بعدا توضیح خواهیم داد .

نکته بسیار مهم : گاز اوزون در همه‌ی قسمت های لایه‌ی استراتوسفر وجود دارد ولی چون غلظت آن در ارتفاع ۱۵ تا ۳۰ کیلومتری از سطح زمین از همه بیشتر است معمولا به فاصله‌ی بین ارتفاع ۱۵ تا ۳۰ کیلومتری لایه اوزون گفته می‌شود .

نکته : در این لایه با افزایش ارتفاع دما نیز افزایش می یابد و از ۵۵- به ۷+ میرسد.

۳ – مرز بین دو لایه‌ی استراتوسفر و تروپوسفر نخستین جایی تعریف می‌شود که روند کاهشی دمای لایه‌ی تروپوسفر متوقف شده و پس از کمی ثابت ماندن تبدیل به روندی افزایشی می‌گردد .

۳) مزوسفر :

در ارتفاع ۵۰ تا ۸۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد . با افزایش ارتفاع از سطح زمین دمای این لایه کاهش می یابد .

نکته : این لایه نیز مانند لایه‌ی استراتوسفر حاوی گازهای $N_۲, O_۲, O_۳, CO_۲, Ar$ است . البته غلظت این گازها در لایه مزوسفر بسیار کمتر از لایه‌های زیرین است .

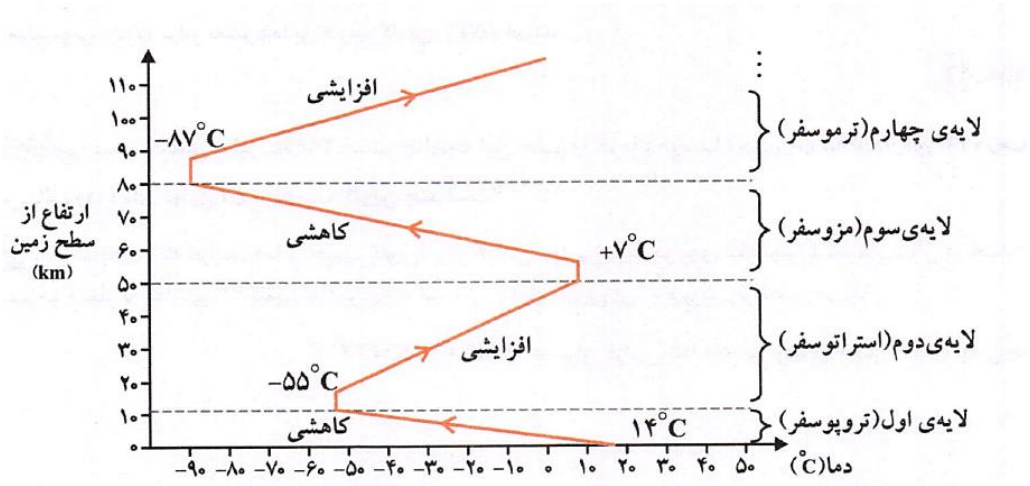
۴) ترموسفر :

۱ - در ارتفاع ۸۰ تا ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین می باشد و بزرگترین لایه می باشد . با افزایش ارتفاع دما افزایش می یابد .

۲ – این لایه حاوی مخلوطی از **مولکول‌ها** ($N_۲, O_۲$) ، **اتم ها** (مانند O) **یون‌ها** ($N_۲^+, O_۲^+, O^+, He^+, H^+$) است .

تذکر : در مورد یون‌هایی مانند $N_۲^+, O_۲^+, O^+$ و ... لازم به ذکر است که چون لایه‌ی چهارم بیرونی ترین لایه اتمسفر است به شدت در معرض تابش‌های خورشیدی قرار دارد . همین تابش های خورشیدی باعث شکستن پیوندهایی مانند پیوند O=O و تبدیل آن به اتم‌های مجزای O می‌شود . این تابش‌های خورشیدی همچنین قادرند با کندن الکترون از اتم‌ها و یا مولکول‌ها ، ذره‌هایی مانند $N_۲^+, O_۲^+, O^+, He^+, H^+$ ایجاد کنند .

خلاصه مطالب:



جمع‌بندی: مطالب مهمی که در مورد هر یک از لایه‌های هوا کره باید بدانید را می‌توان به صورت جدول زیر خلاصه نمود:

لایه‌های هوا کره (از پایین به بالا)	ارتفاع تقریبی از سطح زمین	روند تغییر دما با افزایش ارتفاع	بازه‌ی دمایی	مهم‌ترین گازهای موجود
لایه‌ی اول (تروپوسفر)	صفر تا ۱۱ کیلومتری	کاهشی	$14^\circ C \rightarrow -55^\circ C$ (آغاز) (پایان)	N_2 ،O_2 ،Ar ،H_2O ،CO_2 Xe ،Kr ،He ،Ne ،O_3 و ...
لایه‌ی دوم (استراتوسفر)	۱۱ تا ۵۰ کیلومتری	افزایشی	$-55^\circ C \rightarrow 7^\circ C$ (آغاز) (پایان)	N_2 ،O_2 ،O_3 و CO_2
لایه‌ی سوم (مزوسفر)	۵۰ تا ۸۰ کیلومتری	کاهشی	$7^\circ C \rightarrow -87^\circ C$ (آغاز) (پایان)	N_2 ،O_2 ،Ar ،CO_2
لایه‌ی چهارم (ترموسفر)	۸۰ تا ۵۰۰ کیلومتری	افزایشی	دماهای بالا $\rightarrow -87^\circ C$ (آغاز) (پایان)	N_2 ،O_2 ،O ،O^+ ،H^+ He^+ ،O_2^+ ،N_2^+ و ....

سلسیوس و کلوین هر دو از واحد های رایج دما می باشند که رابطه زیر بین آنها برقرار می باشد .

$$T(K) = \theta + ۲۷۳$$

کلوین دمای ۲۷۳- درجه را صفر مطلق نامید و گفت که پایین تر از آن غیر ممکن است .

نکته : اگر براساس کتاب درسی، رابطه ی دما با ارتفاع از سطح زمین را خطی در نظر بگیریم، منحنی آن به صورت زیر خواهد بود:

$$\theta = ۱۴ - ۶h$$

تست : چند مورد از موارد زیر در مورد چهارمین لایه‌ی اتمسفر درست هستند ؟

الف – در پایین‌ترین قسمت آن ، دما (بر حسب درجه سلسیوس) عددی منفی است .

ب – آرایش هشت تایی در این لایه یک آرایش کاملا پایدار محسوب نمی‌شود

پ – یکی از اجزای سازنده‌ی آن پروتون‌های آزاد هستند .

ت – ضخیم ترین لایه‌ی هوا کره محسوب می‌شود .

تست : دمای اتمسفر یک سیاره فرضی از رابطه $\theta(^\circ C) = -۶ - ۲\sqrt{h}$ پیروی می‌کند . دمای هوا در ارتفاع ۴ کیلومتری از سطح سیاره بر حسب درجه کلوین کدام است ؟ (h بر حسب کیلومتر است) . تجربی ۹۸

۲۵۹ ۲۸۳ ۲۶۳ ۲۸۷

تست : اگر در لایه تروپوسفر (تا ۱۱ کیلومتر از سطح زمین) به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع ، دما به اندازه ۶ درجه سانتی‌گراد افت کند و در لایه استراتوسفر (بعد از ۱۱ کیلومتر) دما به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع ، ۱/۶ سانتیگراد افزایش یابد دما در ارتفاع ۴۰ km از سطح زمین حدود چند درجه سانتی گراد می‌باشد ؟ (دما را در سطح زمین ۱۴ درجه سانتیگراد در نظر بگیرید) کانون ۹۷ – سوالات دشوارتر

۱۲۶/۴ ۵/۶ - ۵/۶ - ۱۹/۶

تست : چند مورد از مطالب زیر درست اند ؟ کانون ۹۷ – سوالات دشوارتر

- حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره در همان بخشی از هواکره قرار دارد که ما در آن زندگی می‌کنیم
- فراوانترین گاز نجیب موجود در هوا در دوره سوم جدول دوره ای قرار دارد .
- در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر ، دما در حدود ۹ کلوین افت می‌کند .
- گازهای نجیب موجود در هوای مایع شامل هلیم و آرگون می‌باشد .

۱ ۲ ۳ ۴

تست : در لایه استراتوسفر ، به ازای هر کیلومتر ارتفاع به تقریب پنج درجه سلسیوس افزایش دما رخ می‌دهد . اگر دما در ابتدای این لایه برابر ۲۱۷ کلوین و در انتهای آن برابر ۷ درجه سلسیوس باشد ارتفاع تقریبی این لایه چند کیلومتر است ؟ ریاضی خارج ۹۹

۱۱/۶ ۱۲/۶ ۲۳ ۲۵

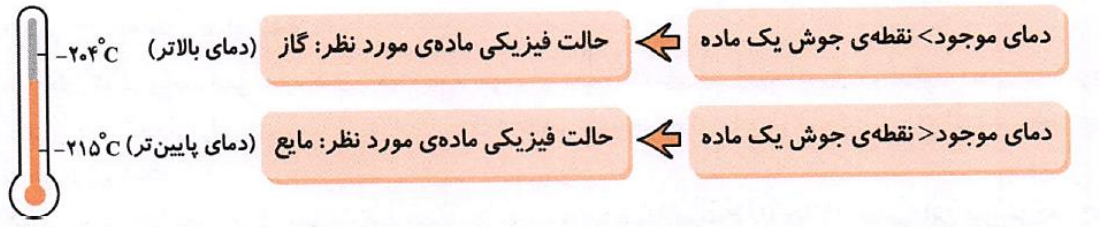
تست : چند مورد از مطالب زیر درست اند ؟ **کانون ۹۷ – سوالات دشوارتر**

- کاهش فشار در نزدیکی سطح زمین با افزایش ارتفاع چشمگیرتر می‌شود .
- بیش از ۱ ٪ حجمی هواکره را گازهای نجیب تشکیل می‌دهند
- با افزایش ارتفاع چگالی گازها کم‌تر می‌شود .
- تغییرات فشار و دما با افزایش ارتفاع در لایه‌های اول و سوم هواکره مشابه هم است .

تقطیر هوای مایع و خصوصیات گازهای موجود در هوا

رابطه دما با حالت فیزیکی

قبل از اینکه وارد مبحث تقطیر جزبه‌جزء هوای مایع شویم ابتدا باید این مهارت را داشته باشید که با داشتن نقطه جوش مواد بتوانید گاز یا مایع بودن آن‌ها را در یک دمای معین تبیین کنید . بدین منظور نکات زیر را به خاطر بسپارید :



مثال : در یک ظرف سربسته مخلوطی از He, Ar, N_2, O_2 موجود است . با توجه به جدول روبه‌رو به سوالات زیر پاسخ دهید .

گاز	نقطه جوش
O_2	-۱۸۳
Ar	-۱۸۶
N_2	-۱۹۶
He	-۲۶۹

الف – در دمای 200 c- حالت فیزیکی اجزای این مخلوط چگونه است ؟

ب - در دمای 190 c- حالت فیزیکی اجزای این مخلوط چگونه است ؟

نتیجه گیری :.....

تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع

همانطور که اشاره کردیم هوا منبعی غنی برای تهیه گازهای نیتروژن ، اکسیژن و آرگون (یعنی سه گازی که بالاترین درصد حجمی را در تروپوسفر دارند) است . هدف از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع نیز تهیه این سه گاز است و مراحل انجام آن به صورت زیر است :

۱- ابتدا هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود

۲ – با استفاده از فشار دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند .

۳ – حال با هوایی سروکار داریم که اجزای سازنده آن رطوبت (H_2O) ، CO_2, Ar, N_2, O_2 هستند . با سرد کردن مخلوط تا دمای صفر درجه رطوبت هوا (H_2O) به صورت **یخ** از آن جدا می‌شود .

۴ – با کاهش دما تا c 78- ، گاز کربن دی‌اکسید هوا به حالت جامد درآمده و از مخلوط گازی جدا می‌شود .

توضیح : بهتر است بدانید که CO_2 جامد (که به یخ خشک معروف است) در دمای c 78- مستقیماً از حالت جامد به حالت گاز تبدیل می‌شود که به این فرآیند **فرازش یا تصعید** می‌گویند .

$$CO_2(s) \xrightarrow{\text{تصعید (فرازش)}} CO_2(g)$$

بدیهی است که عکس این فرآیند را **چگالش** می‌نامند .

$$CO_2(g) \xrightarrow{\text{چگالش}} CO_2(s)$$

CO_2, Ar, N_2, O_2

۵ – با سرد کردن هوای باقی مانده تا دمای c ۲۰۰- مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می‌آید که به آن **هوای مایع** می‌گویند . **این مخلوط مایع عمدتاً شامل نیتروژن ، اکسیژن و آرگون است** که دمای جوش آن ها مطابق جدول رو به رو است :

گاز	نقطه جوش (C)
O_2	-۱۸۳
Ar	-۱۸۶
N_2	-۱۹۶

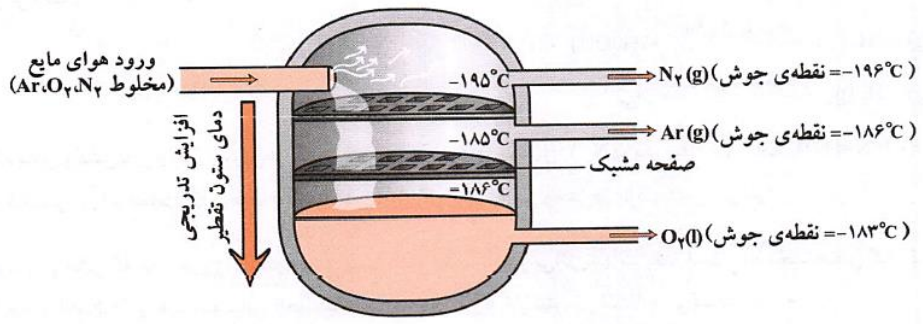
نکته : در هوا مقادیر کمی گاز نئون (۰/۰۰۱۸ درصد) و گاز هلیم (۰/۰۰۰۵ درصد) وجود دارند .

اما چون نقطه جوش این دو عنصر پایین‌تر از c ۲۰۰- است ، این گازها در دمای c ۲۰۰- به صورت مایع درنیامده و وارد هوای مایع نمی‌شوند .

۶ – در پایان با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر گازهای سازنده جداسازی و در ظرف‌های جدا ذخیره می‌شوند .

ترتیب خروج مواد از ستون تقطیر : N_2 > Ar > O_2

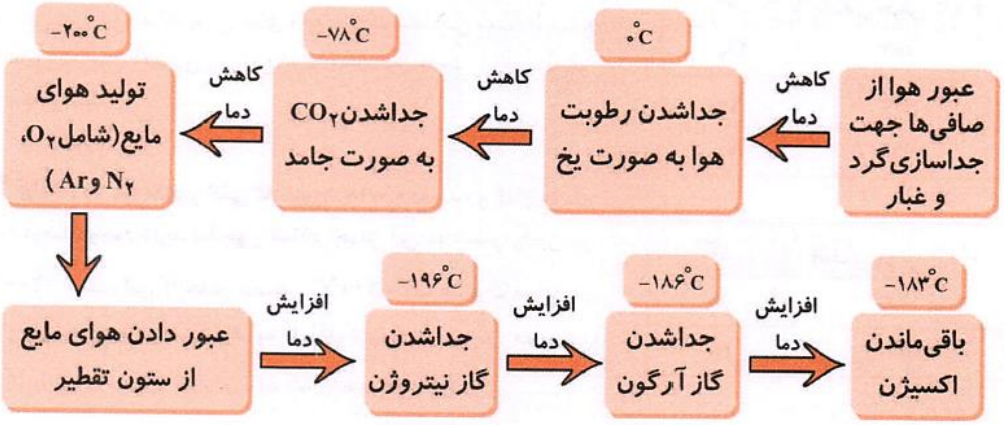
$(-196^\circ C)$ $-(186^\circ C)$ $-(183^\circ C)$



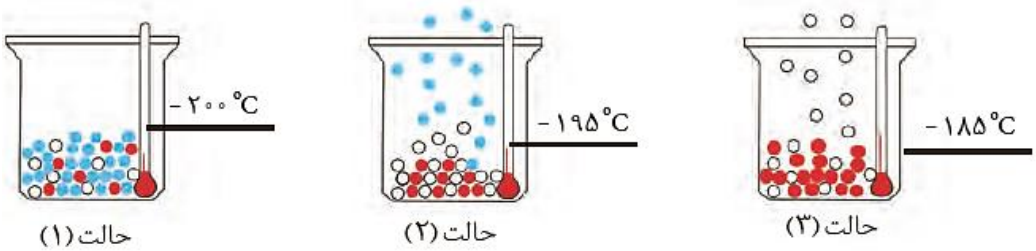
نکته : تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع تهیه اکسیژن صددرصد خالص بسیار دشوار است زیرا نقطه جوش اکسیژن ۱۸۳- درجه به نقطه جوش آرگون ۱۸۶- درجه خیلی نزدیک است و بسیار محتمل است که مقادیری آرگون به صورت ناخالصی در اکسیژن باقی بماند .

نکته : تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع در کارخانه‌های پتروشیمی ماهشهر و شیراز انجام می‌شود .

جمع‌بندی : مراحل تقطیر جزء به جزء هوای مایع را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:



مشخص کنید هر گوی رنگی، نشان‌دهندهٔ کدام گاز است؟ چرا ؟



حالت (۱) حالت (۲) حالت (۳)

پ) در دمای ۸۰°C-، اجزای سازندهٔ هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟

حالت (۲) حالت (۱)

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

بررسی ویژگی های گازهای موجود در هوا

گاز نیتروژن

(آ) (ب) (پ)

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

☑ گاز نیتروژن عمده‌ترین گاز موجود در هوا است . فراوانی آن حدود ۷۸ درصد است و فراوانرین گاز سازنده‌ی هوای پاک و خشک لایه‌ی تروپوسفر است .

☑ واکنش پذیری بسیار کمی دارد(به علت وجود پیوند سه گانه در آن) به طوری که در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد در حالی که مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه به صورت انفجاری واکنش می‌دهند .

$$O_2(g) + 2H_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} 2H_2O(l)$$

$$N_2(g) + H_2(g) \xrightarrow[\text{بی‌اثر}]{\text{کاتالیزگر یا جرقه}}$$

نکته : از آنجایی که گاز نیتروژن واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد به **جو بی اثر** شهرت یافته است و در محیط‌هایی که اکسیژن عامل ایجاد مزاحمت و تغییر شیمیایی ناخواسته است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند .

☑ **خواص شیمیایی (واکنش پذیری کم)** : یکی از کاربردهای گاز نیتروژن در صنعت **بسته بندی مواد خوراکی** است . همانطور که گفته شد گاز نیتروژن واکنش پذیری بسیار کمی دارد و برخلاف هوای معمولی که شامل اکسیژن نیز هست با **مواد غذایی واکنش نداده** و باعث فاسد شدن یا بو و مزه‌ی کهنگی آن‌ها نمی‌شود :

☑ **خواص فیزیکی (پایین بودن نقطه جوش نیتروژن)** : در صنعت سرماسازی برای **انجماد مواد غذایی** و برای **نگداری نمونه‌های بیولوژیکی** در پزشکی استفاده میشود .

مثلا بسته‌های حاوی خون را در نیتروژن مایع قرار می‌دهند . نیتروژن مایع به دلیل پایین بودن نقطه جوش (۱۹۶ -) بالافاصله انرژی گرمایی ذرات موجود در خون را جذب نموده و خود تبخیر می‌شود . این عمل باعث کاهش ناگهانی دمای خون و انجماد سریع آن می شود. انجماد مواد غذایی توسط نیتروژن نیز طی فرآیندی تقریباً مشابه صورت می‌گیرد .

☑ از گاز نیتروژن برای **پر کردن تایر خودروها** نیز استفاده می‌شود .

لازم به ذکر است که در بسیاری از موارد برای باد کردن تایر خودروها همچنان از هوای معمولی استفاده می‌کند اما بررسی‌ها نشان داده که استفاده از گاز نیتروژن خالص به جای هوای معمولی باعث طول عمر بیشتر لاستیک ها ثابت تر ماندن باد تایرها و نوسان کمتر باد آن ها بر اثر تغییرات دما می شود در ضمن توجه داشته باشید که هوای معمولی مقدار قابل توجهی اکسیژن و رطوبت دارد که در دراز مدت می‌تواند باعث خوردگی رینگ و لاستیک خودرو شود .

☑ زندگی جانداران گوناگون در **زیست کره** با گازهای هوا گره خورده است که این امر بیانگر وجود برهمکنش بین هواکره و زیست کره است برای نمونه گیاهان با بهره گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی اکسید هواکره اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کند از طرفی گیاهان شدیداً محتاج نیتروژن هستند اینجاست که جانداران ذره بینی نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می کنند

زیست کره یا بیوسفر لایه‌ای است که در آن **حیات** وجود دارد این لایه شامل قسمتی از اتمسفر به همراه دریاها و اقیانوس ها و نیز عمق معینی از زمین که ریشه درختان و یا سایر جانداران نفوذ می‌کنند است .

● کوهنوردان به‌هنگام صعود به ارتفاعات کپسول اکسیژن حمل می‌کنند.

گاز اکسیژن

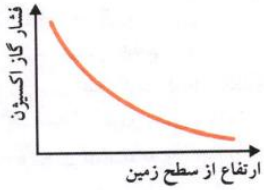
☑ اکسیژن یکی از گازهای تشکیل دهنده هواکره است که زندگی روی زمین به وجود آن گره خورده است .

☑ عنصر اکسیژن در **آب کره** (یعنی همون دریا و ...) در ساختار مولکول‌های آب (H_2O) و در **سنگ کره** به صورت ترکیب با سایر عنصرها وجود دارد . در **هوا کره** نیز به طور عمده به صورت مولکول‌های دو اتمی وجود دارد .

☑ اکسیژن در ساختار **همه‌ی** مولکول‌های زیستی مانند **کربوهیدرات‌ها ، چربی‌ها ، پروتئین‌ها** یافت می‌شود .

☑ هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم ، شمار مولکول‌های اکسیژن (مانند شمار سایر مولکول‌ها) در واحد حجم هواکره کم شده و این به معنی کاهش فشار اکسیژن است .

☑



اغلب فلزها در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می سوزند.

☑ **به دلیل کاهش فشار و غلظت اکسیژن** در ارتفاعات بالا ، کوهنوردان به هنگام صعود به ارتفاعات ، کپسول اکسیژن حمل می‌کنند . هواپیماها نیز با خود اتاقکی از اکسیژن حمل میکنند .

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

☑ اکسیژن گازی واکنش پذیر است و با **اغلب** عنصرها و مواد واکنش می‌دهد . به جز گازهای نجیب و طلا و ...

☑ بخش قابل توجهی از واکنشهای شیمیایی که روزانه پیرامون ما رخ می‌دهد به دلیل وجود گاز اکسیژن در هوا است .برای مثال فساد مواد غذایی ، پوسیدن چوب ، فرسایش سنگ‌ها و صخره ، زنگ زدن وسایل آهنی ، سوختن سوخت‌ها و ..

گاز آرگون

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

- ☑ آرگون گازی بی‌رنگ ، بی‌بو و غیر سمی است .
- ☑ واژه آرگون ریشه یونانی داشته و به معنی تنبل است ! زیرا واکنش پذیری ناچیزی دارد .
- ☑ در هوای پاک و خشک ، آرگون (با درصد حجمی حدود ۱ درصد) فراوانترین گاز نجیب و سومین گاز نجیب فراوان (پس از نیتروژن و اکسیژن) است .
- ☑ در صنعت گز آرگون را از تقطیر جزبه‌جز هوای مایع به دست می‌آورند .
- ☑ گاز آرگون در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزبه‌جز هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود .
- ☑ آرگون به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری ، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود .

توضیح : اگر دقت کرده باشید در هر سه موردی که برای کاربرد آرگون مطرح شده دمای بالایی حاکم است و در این دماهای بالا امکان انجام واکنش های ناخواسته مانند اکسایش فلز زیاد است . اینجاست که گاز آرگون محیطی را برای ما فراهم می‌کند که احتمال انجام واکنش‌های نامطلوب در آن بسیار پایین است و این امر باعث افزایش استحکام و طول عمر فلز جوشکاری می‌شود .

گفتنی است که گاز نیتروژن به دلیل فراوان‌تر بودن، از گاز آرگون ارزان‌تر است ، بنابراین تا حد ممکن سعی میکنیم از نیتروژن استفاده کنیم . اما گاهی دما آن قدر بالا است که دیگر نمی شود به نیتروژن اعتماد کرد زیرا ممکن است نیتروژن وارد واکنش شود . در اینجا به جای نیتروژن از یک گاز غیرفعال تر ولی گران‌تر یعنی آرگون استفاده می‌کنیم .

گاز هلیم

شکل ۵ـ از هلیم، افزون بر پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی در جوشکاری، کپسول غواصی و مهم‌تر از همه، برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI[1] استفاده می‌شود.

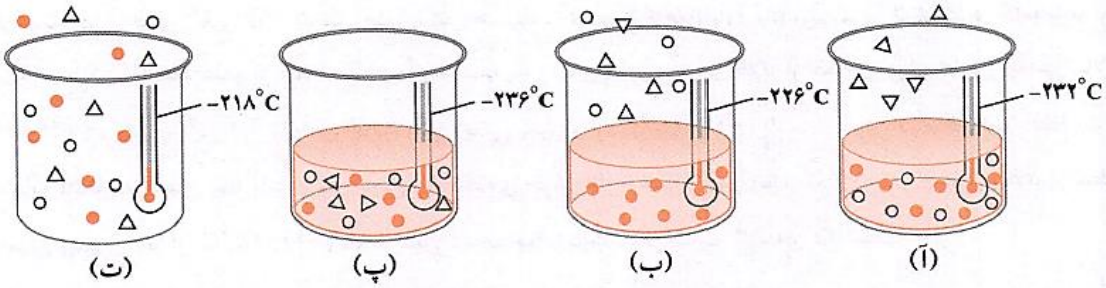
- هلیم سبک ترین گازنجیب است که بی رنگ و بی‌بو می باشد .
- از هلیم در پرکردن بالن‌های هواشناسی ، تفریحی و تبلیغاتی استفاده می‌شود . همچنین در جوشکاری ، کپسول غواصی ، خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI استفاده میشود .

- هلیم در کرهٔ زمین به مقدار خیلی کم یافت می شود؛ به طوری که مقدار ناچیزی از آن درهوا و مقدار بیشتری در لایه های زیرین پوستهٔ زمین وجود دارد؛ از این رو، منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب ترند.
- هلیم از واکنش های هسته ای در ژرفای زمین تولید می شود. این گاز پس از نفوذ به لایه های زمین، وارد میدان های گازی می شود.
- یافته های تجربی نشان می دهد که حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می دهد .البته مقدار هلیم درمیدان های گازی گوناگون، متفاوت است . به همین دلیل هلیم را از تقطیر جزءبه‌جزء گاز طبیعی استفاده می‌کنند .
- هلیم از لحاظ درصد حجمی در هوای پاک و خشک سومین گاز نجیب فراوان (پس از آرگون و نئون) است . از آنجایی که درصد حجمی گاز هلیم خیلی کم است تهیه گاز هلیم از طریق تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع مقرون به صرفه نیست .

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

تست : با توجه به شکل های زیر نقطه جوش مواد C,B,A بر حسب درجه سلسیوس به ترتیب کدام می‌تواند باشد ؟

(A: ○ ، B: ● ، C: △)



۱) -۲۲۷ ، -۲۱۷ ، -۲۳۵

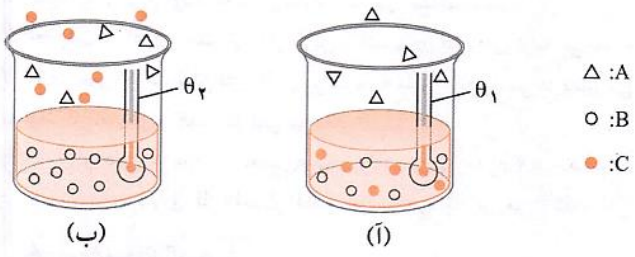
۲) -۲۲۸ ، -۲۲۰ ، -۲۳۴

۳) -۲۳۵ ، -۲۱۹ ، -۲۲۷

۴) -۲۲۱ ، -۲۲۹ ، -۲۳۷

تست : با توجه به اطلاعات جدول روبه‌رو در شکل زیر دماهای θ_1 ,θ_2 چه عددهایی (بر حسب درجه سانتی گراد) میتوانند باشند و مواد A , B , Cبه ترتیب کدام مواد هستند ؟

گاز	متان	اتان	هلیم
نقطه‌ی جوش (°C)	-۱۶۱/۵	-۸۹/۰	-۲۶۸/۹



۱) -۹۵ ، -۲۶۰ ، اتان ، متان ، هلیم

۲) -۱۰۰ ، -۲۵۰ ، اتان ، هلیم ، متان

۳) -۲۵۰ ، -۱۰۰ ، هلیم ، اتان، متان

۴) -۲۶۰ ، -۸۵ ، هلیم ، اتان، متان

تست : در میان موارد زیر چند عبارت نادرست است ؟

آ – واژه هلیم به معنای تنبل است .

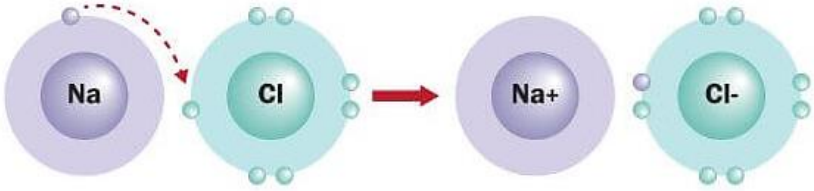
ب – جداسازی گازها در برج تقطیر بر اثر جرم مولی و چگالی آن‌ها است .

پ – از گاز آرگون برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود .

ت – هلیم به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب بی بو و زرد رنگ است .

پیوند یونی

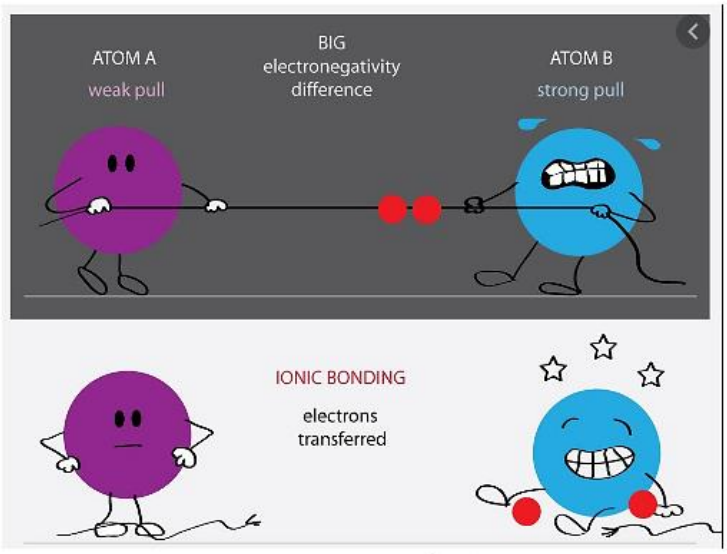
پیوند میان یک نافلز با یک فلز که منجر به تبادل الکترون می‌شود را پیوند یونی می‌نامیم .



انتقال الکترون

دلیل انجام پیوند های یونی این است که اتم ها تمایل دارند که با رسیدن به آرایش گاز های نجیب (قاعده اکتت) به ساختار پایدار دست یابند. اتم هایی که در لایه ظرفیت خود تعداد کمی الکترون دارند، می توانند آن الکترون ها را به راحتی از دست بدهند و در مقابل اتم هایی که لایه ظرفیت شان تقریبا پر می باشد می توانند الکترون جذب نمایند. در این صورت هر دو اتم شرکت کننده در پیوند دارای یک لایه ظرفیت پر (هشت تایی) خواهند شد.

هر چه اختلاف الکترونگاتیوی بیشتر باشد پیوند یونی حاصل قوی‌تر خواهد بود .



اختلاف الکترونگاتیویته زیاد و تشکیل پیوند یونی

تشخیص پیوندهای یونی

نکته ۱: ترکیبی که شامل یک فلز و یک یا چند نافلز باشد معمولاً ترکیب یونی محسوب می‌شود . مانند Nas

نکته ۲: بریلیم ($_{4}Be$) و بور ($_{5}B$) هیچگاه پیوند یونی تشکیل نمی‌دهند زیرا یونهای آنها ناپایدارند و در طبیعت تشکیل نمی‌شوند .

نکته ۳: در محدوده کتاب درسی پیوند فلزهای واسطه (Zn , Cu , Fe و. ...) با نافلزها را از نوع پیوند یونی در نظر بگیرید . مانند $FeCl_2, ZnF_2, CuBr_2$ و ....

نکته ۴: پیوند هیدروژن ها فلزها (مانند NaH , KH و...) از نوع یونی است .

ترکیب یونی

- بر اثر ایجاد پیوند یونی میان اتم‌ها ایجاد می‌شود. (ترکیب یونی ← نافلز + فلز)
- **پیوند یونی:** نوعی نیروی جاذبهٔ بسیار قوی میان یون‌های با بار ناهمنام است.
- میان یون‌ها **مبادلهٔ** الکترون صورت می‌گیرد.
- در شبکهٔ ترکیب‌های یونی مجموع بارهای مثبت با مجموع بارهای منفی **برابر** است.
- در شبکهٔ ترکیب‌های یونی مجموع تعداد کاتیون لزوماً با مجموع تعداد آنیون برابر **نیست** (مانند Al_2O_3).

مثال ۱: عدد اتمی چهار عنصر A ، B ، C و D به ترتیب برابر ۵۲ ، ۲۰ ، ۱۳ و ۳۳ است. در کدام گزینه، فرمول ترکیب حاصل از دو عنصر درست ذکر شده است؟

۱) B_3A ۲) C_2D_3 ۳) C_2A ۴) B_3D_2

مثال ۲: اگر در ساختار M_2X ، آنیون و کاتیون هم الکترون باشند، کدام گزینه درست است؟

۱) M می‌تواند یک فلز واسطه باشد.

۲) در جدول دوره‌ای بین دو عنصر M و X ، دو عنصر وجود دارد.

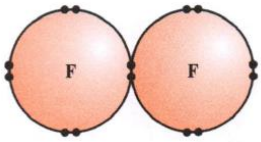
۳) اختلاف عدد اتمی بین M و X برابر ۲ است.

۴) ممکن است آنیون و یا کاتیون به آرایش هشتایی نرسیده باشند.

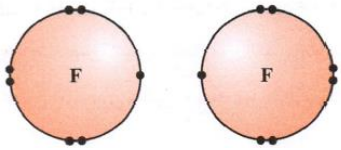
پیوند کووالانسی

پیوند ناشی از به اشتراک گذاشتن الکترون بین دو اتم است .

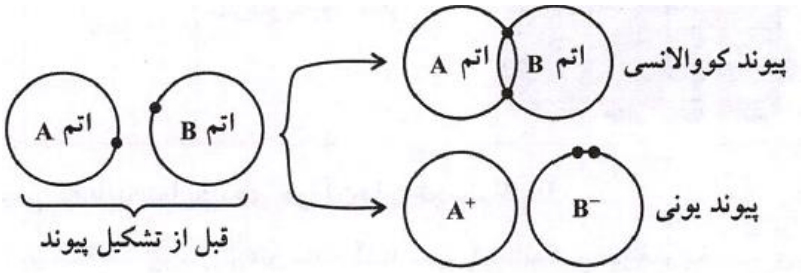
بعد از پیوند :



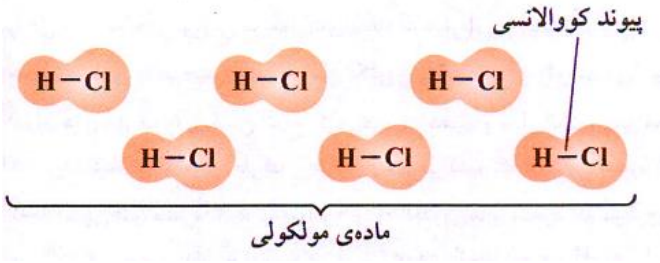
قبل از پیوند :



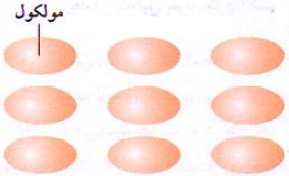
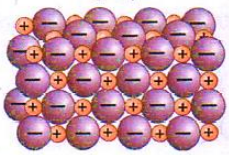
نکته : در پیوند یونی انتقال کامل الکترون از یک اتم به روی اتم دیگر صورت میگیرد اما در پیوند کووالانسی انتقال کامل الکترون صورت نمیگیرد بلکه دو اتم یکدیگر را در الکترون‌های لایه ظرفیت شریک می‌کنند تا به آرایش پایداری برسند .



ماده مولکولی : ماده شیمیایی خالص است که از تشکیل پیوند کووالانسی بین اتم‌ها باعث ایجاد ماده‌ی مولکولی می‌شود .



یادآوری : مولکول به اتم یا گروهی از اتم‌ها گفته می‌شود که به صورت واحدی مستقل عمل نموده و در ضمن کوچکترین واحدی است که خصوصیات آن شبیه خصوصیات کل ماده مورد نظر است .

نوع ماده	نوع پیوند بین اتم‌ها	نحوه‌ی تشخیص کلی	پدیده‌ی رخ داده به هنگام تشکیل پیوند	واحدهای سازنده‌ی ماده	چند مثال
ماده‌ی مولکولی	پیوند کووالانسی	عموماً بین دو نافلز	اشتراک الکترون (بین دو اتم نافلز)	مولکول‌های مجزا و مستقل 	Cl_2 H_2O CH_4 و ....
ترکیب یونی	پیوند یونی	عموماً بین یک فلز و یک نافلز	انتقال الکترون (از فلز به روی نافلز)	شبکه‌ای از میلیاردها آنیون و کاتیون به هم فشرده 	$NaCl$ $MgBr_2$ Al_2O_3 و ....

یون های تک اتمی:

یون هیدروژن	H^+
یون هیدرید	H^-

گروه ۱۷ : ۱−		گروه ۱۶ : ۲−		گروه ۱۵ : ۳−		گروه ۱۳	گروه ۲	گروه ۱
فلوئورید	F^-	اکسید	O^{2-}	نیترید	N^{3-}	Al^{3+}	Mg^{2+}	Li^+
کلرید	Cl^-	سولفید	S^{2-}	فسفید	P^{3-}	Ga^{3+}	Ca^{2+}	Na^+
برمید	Br^-						Sr^{2+}	K^+
یدید	I^-						Ba^{2+}	Rb^+
								Cs^+

Sn	$\{2+, 4+$
Pb	

یون های فلزهای واسطه:

	$\{1+, 2+$	$\{2+, 3+$	$\{2+, 3+$	$\{2+, 3+$	$\{2+, 3+$	$\{2+, 3+$	$\{2+, 3+$	
Zn^{2+}	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	V		Sc^{3+}

Cd^{2+}	Ag^+
Hg^{2+}	

یون های چند اتمی

NH_4^+	آمونیوم	CO_3^{2-}	کربنات	NO_3^-	نیترات
MnO_4^-	پرمنگنات	PO_4^{3-}	فسفات	NO_2^-	نیتریت
O_2^{2-}	پراکسید	OH^-	هیدروکسید	SO_4^{2-}	سولفات
SiO_4^{4-}	سیلیکات	CN^-	سیانید	SO_3^{-2}	سولفیت

HCO_3^-	هیدروژن کربنات	CO_3^{2-}	کربنات

یون‌های کربوکسیلات

کربوکسیلیک اسید $\xrightarrow{-H}$ یون کربوکسیلات	
$R-COOH$	$R-COO^-$
$C_nH_{2n}O_2$	

	یون متانوات (یون فرمات)	$HCOOH$	متانوییک اسید (فورمیک اسید)
	یون اتانوات (یون استات)	CH_3COOH	اتانوییک اسید (استیک اسید)
	یون بنزوات	C_6H_5COOH	بنزوییک اسید

فرمول نویسی ترکیبات یونی

		سدیم هیدروژن کربنات (جوش شیرین)		Mg_3N_2	سدیم فسفید
		کلسیم فسفات		Na_3P	مس (I) اکسید
		آمونیوم کربنات		BaO	آهن (II) سولفات

بار کاتیون × اندیس کاتیون = تعداد مول الکترون مبادله شده

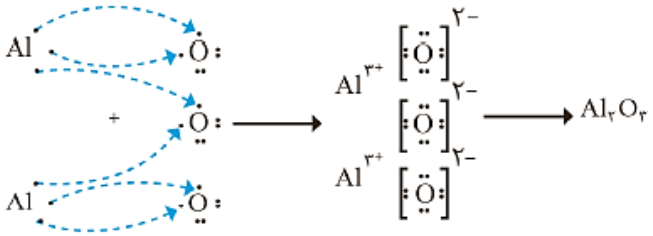
بار آنیون × اندیس آنیون = تعداد مول الکترون مبادله شده : و یا

تعداد مول e^- مبادله شده در یک مول ترکیب یونی دوتایی (متشکل از دو نوع عنصر):

تعداد مول e^- مبادله شده =

مثال ۱ : منیزیم کلرید :

مثال ۲ : آلومینیم اکسید :



تعیین نسبت شمار کاتیون ها به شمار آنیون ها (و یا بالعکس) در یک ترکیب یونی:

$$\frac{\text{شمار کاتیون ها}}{\text{شمار آنیون ها}}$$

: روی فسفات : مثال

فرمول نویسی و نام نویسی ترکیب های مولکولی :

شیوه نام گذاری : نخست، تعداد و نام عنصری گفته می شود که در سمت چپ فرمول شیمیایی نوشته شده است .سپس تعداد و نام عنصر دوم با پسوند (ید) بیان میشود .

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

✓ اگر در فرمول مولکولی یک ترکیب، تنها یک اتم از عنصر سمت چپ وجود داشته باشد، از به کار بردن پیشوند مونو پیش از نام این عنصر چشم پوشی می شود .

مثال:
NO_2 : نیتروژن دی اکسید
N_2O : دی نیتروژن مونو کسید
CO : کربن مونو کسید
$SiBr_4$: سیلیسیم تترا برمید
PCl_5 : فسفر پنتا کلرید

تست نام کدام ترکیب درست بیان شده است ؟ تجربی خارج ۹۷

۱ - Na_2O ، دی سدیم اکسید
۲ - BaH_2 ، باریم هیدروکسید
۳ - $SnCl_4$ ، قلع (**IV**) کلرید
۴ - $Zn(NO_3)_2$ ، روی (**II**) نیترات

تست در کدام ردیف‌های جدول زیر نام شیمیایی ترکیب‌ها درست نوشته شده است ؟ تجربی ۱۴۰۰

۱	Na_3N, NO_2, CuO	مس (I) اکسید ، نیتروژن دی‌اکسید ، سدیم نیترید
۲	$CaSO_4, CS_2, Li_2CO_3$	لیتیم کربنات ، کربن دی‌سولفید ، کلسیم سولفات
۳	MnO, CrF_2, PCl_5	فسفر پنتا کلرید ، کروم دی فلوئورید ، منگنز (II) اکسید
۴	$COCl_2, BaI_2, SiO_2$	سیلسیم دی‌اکسید ، باریم یدید ، کربونیل کلرید

۱) ۳ ، ۱ ۲) ۴ ، ۱ ۳) ۳ ، ۲ ۴) ۴ ، ۲

تست : نام کدام ترکیب شیمیایی درست نوشته شده و در ساختار آنیون آن ، تفاوت شمار الکترون‌های پیونید و ناپیوندی نسبت به آنیون‌های دیگر کمتر است ؟ **تجربی خارج ۱۴۰۰**

۱ - Cu_2CO_3 : مس کربنات

۲ - $Ba_3(PO_4)_2$: باریم فسفات

۳ - Li_2SO_4 : لیتیم سولفات

۴ - NH_4OH : آمونیوم هیدروکسید

تست : نام چند ترکیب شیمیایی زیر درست است ؟ **تجربی ۱۴۰۱**

ZnF_2 : روی دی‌فلوئورید

$CuCl$: مس (I) کلرید

FeO : آهن (II) اکسید

N_2O_3 : دی نیتروژن تری‌اکسید

ScP : اسکاندیم (III) فسفید

$Al_2(CO_3)_3$: آلومینیوم کربنات

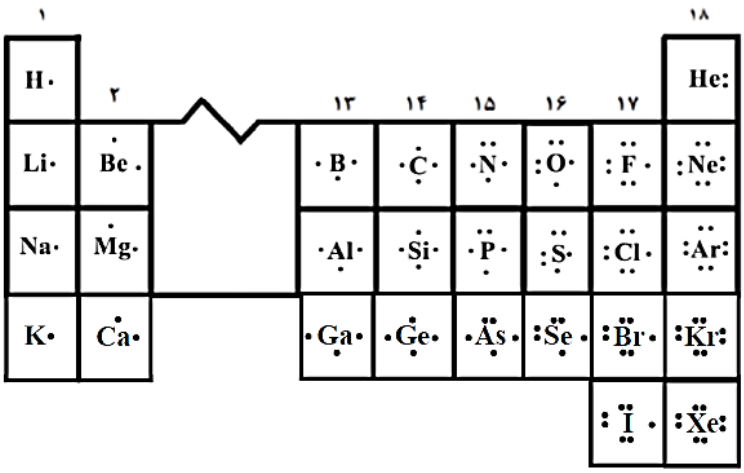
۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

تست : در تشکیل یک مول از کدام ترکیب ، شمار الکترون‌های مبادله شده بین دو عنصر بیشتر است ؟

آلومینیوم فلوئورید — کلسیم نیترید — منیزیم برمید — پتاسیم سولفید

رسم ساختار لوییس یا الکترون نقطه‌ای:

در گروه‌های عناصر اصلی (عناصر دسته S و P) ، تعداد الکترون‌های ظرفیتی برابر با شماره یکان گروه است. آقای لوییس فرمود که الکترون‌های ظرفیتی هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی با نقطه نمایش داده بشه، تا بتونیم رفتار شیمیایی اتم‌ها رو پیش‌بینی کنیم که مثلاً چه یونی تشکیل می‌دن یا در ترکیبات مولکولی و یا در یون‌های چند اتمی چطوری پیوند کووالانسی (اشتراکی) برقرار می‌کنند.



نکات رسم ساختار لوویس :

تیپ اول : اتم مرکزی بذار وسط اتم اطراف رو بچین دورش !!!

✓ یادت باشه الکترونهای فرد رو به رو هم قرار میگیرن !

✓ یادت باشه اکسیژن آخر همه وصل شه

$SiCl_4$	CF_4	PBr_3
CH_3Cl	CCl_4	PCl_3

$AlCl_3$	نکته : پیون آلومینیوم با F , O و بنیان های اکسیژن (مانند NO_3^- , SO_4^{2-}) از نوعی یونی و در سایر موارد از نوع کووالانسی است . نکته : بریلیم و بور نمیتوانند یون تک اتمی تشکیل دهند به همین دلیل نمیتوانند پیوند یونی تشکیل دهند و پیوند آنها با سایر عناصر همواره از نوع کووالانسی است .	
BCl_3	BeF_2	BH_3
تیپ دوم : اتم اکسیژن دو حالت داره : **حالت اول : اتم مرکزی دو تا الکترون فرد داره = پیوند دوگانه با اکسیژن** **حالت دوم : اتم مرکزی دو تا تک نداره بجاش جفت الکترون داره = پیوند داتیو (الکترون جفت میکنه)**		
$COBr_2$	SOF_2	SCO
CH_2O	CO_2	SO_2
SO_3	O_3	$^*CO$
$COCl_2$	SO_2Cl_2	$NOCl$
NO_2Cl	N_2O	

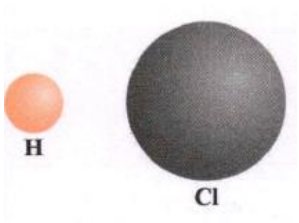
تیپ سوم : هالوژن‌های قولدور !! هر موقع هالوژن داشتیم و اتم مرکزی به اندازه کافی تک الکترون نداشت در اصطلاح میگن اتم مرکزی برانگیخته میشه و جفت الکترون های خودش رو در اختیار هالوژن میذاره .		
ClF_3	XeF_4	BrF_5
تیپ چهارم : ساختارهای باردار به تعداد بار منفی به اتم مرکزی الکترون بده (اولیت الکترون فرد دادنه) و به تعداد بار مثبت از اتم مرکزی الکترون کم کن (اولویت الکترون فرد درست کردنه) !		
NH_2^-	CH_3^+	NO_3^-
NH_4^+	CH_3^-	BeF_4^{2-}
BH_4^-	CN^-	NO_2^+
NO^+	NO_2^-	CO_3^{2-}
PO_4^{3-}	ClO_2^-	ClO^-

تیپ پنجم : چند ترکیب خاص با دو اتم مرکزی دو تا اتم مرکزی رو بنداز وسط و بعدش بین همه به مساوات تقسیم کن ! یادت باشه اتم اطراف فرد بود یکیش رو بنداز بین اتم های مرکزی و بقیه رو نصف کن !		
N_2F_2	S_2Cl_2	H_2O_2
N_2O_3	N_2O_4	N_2H_4
نکته : بررسی ساختار لوویس گونه هایی که از قاعدهٔ هشت تایی پیروی نمیکنند و گونه هایی که بیش از یك اتم مرکزی دارند، جزو هدف های این کتاب نیست، بنابراین طرح پرسش از این موارد، در ارزشیابی پایانی ممنوع است !		N_2O_5
تیپ ششم : ترکیبات رادیکال		
NO		NO_2
نکته : در رسم ساختار لوویس، هنگامی که اتم های یکسانی به اتم مرکزی متصل اند، نمایش پیوند دوگانه بر پیوند سه گانه مقدم است. N_3^-		
تیپ هفتم : اسیدهای اکسیژن دار به تعداد هیدروژن (H) اول OH بده بعدش هر چی موند رو بذار کنار اتم مرکزی		
HNO_2	HNO_3	H_2CO_3

H_3PO_4	$HClO$	H_2SO_4
تیپ هشتم : یون‌های دارای فلزهای واسطه **روش حل : به تعداد شماره گروه عنصر واسطه اطراف اتم آن نقطه گذاری میکنیم**		
MnO_4^-	CrO_4^{2-}	$Cr_2O_7^{2-}$

مدل فضا پرکن

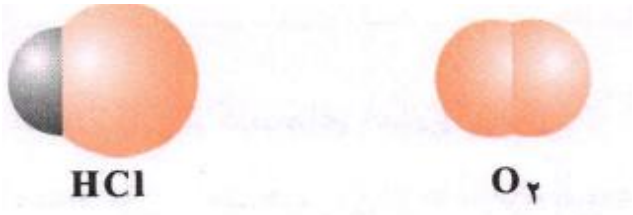
این مدل یکی از مدل های نمایش مولکول‌ها است که دارای ویژگی های زیر است :



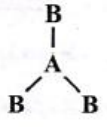
۱ – در مدل فضا پرکن هر اتم به صورت یک کره یا گوی نمایش داده می‌شود و اندازه نسبی این کره‌ها با اندازه نسبی اتم‌های مربوطه سازگار است .

نکته : در حد کتاب درسی **اتم هیدروژن** کوچکترین اتمی است که در ساختار مولکول‌ها شرکت می‌کند .

۲- تشکیل پیوند در این مدل به صورت فرورفتن اتم ها در هم است .

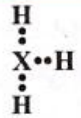
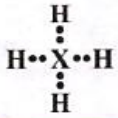
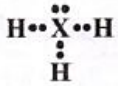


۳ – در مدل فضا پرکن شکل هندسی و زاویه‌ی قرارگیری اتم‌ها رعایت می‌شود .

مدل فضا پرکن			
ساختار کلی مولکول مربوطه	B —A —B		
نمونه‌های معروف	BeF_2 ، BeH_2	BCl_3 ، BH_3 ، $AlBr_3$ ، AlH_3 و ...	CH_4 ، CCl_4 ، SiF_4 ، SiH_4 و ...

فرمول کلی ترکیب‌های هیدروژن‌دار

ساختار لوویس رسم کن ! به تعداد تک الکترونش میتونه هیدروژن بگیره .

فرمول ترکیب هیدروژن‌دار	ساختار لوویس ترکیب هیدروژن‌دار	مدل الکترون ـ نقطه‌ای	شماره‌ی گروه
XH_3 (مانند BH_3 و AlH_3)			۱۳
XH_4 (مانند CH_4 و SiH_4)			۱۴
XH_3 (مانند NH_3 و PH_3)			۱۵
H_2X (مانند H_2S و H_2O)			۱۶
HX (مانند HF و HCl)			۱۷

تست : عدد اتمی دو عنصر A, B به ترتیب برابر ۳۳ و ۵۳ است . فرمول ترکیب هیدروژن دار این دو عنصر کدام است ؟

۱) H_2A ، HB ۲) AH_3 ، H_2B ۳) H_2A ، H_2B ۴) AH_3 ، HB

فرمول اکسید عنصرها با بزرگترین ظرفیت

فقط در گروه‌های اصلی بررسی میشه و برابر یکان شماره گروه خواهد بود . دقت کنید در صورت ساده شدن حتما ساده کنید !

شماره‌ی گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت	ns^1	ns^2	$ns^2\ np^1$	$ns^2\ np^2$	$ns^2\ np^3$	$ns^2\ np^4$	$ns^2\ np^5$
فرمول اکسید با بزرگ‌ترین ظرفیت	M_2O	MO	M_2O_3	MO_2	M_2O_5	MO_3	M_2O_7
مثال	Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5	SO_3	Cl_2O_7

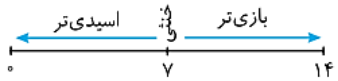
اکسیدهای فلزی و نافلزی

اکسیدهای فلزی محلول در آب ← اکسیدهای بازی هستند						اکسیدهای نافلزی محلول در آب ← اکسیدهای اسیدی هستند		
CaO	Na_2O	Al_2O_3	گچ و سیمان	آب‌گازدار	SO_2	NO_2		
کاغذ pH آغشته به محلول این مواد ← آبی رنگ				کاغذ pH آغشته به محلول این مواد ← سرخ رنگ				

توجه: هر اکسید نافلزی خاصیت اسیدی ندارد. مثلاً اکسیدهایی مانند CO ، NO ، N_2O در آب انحلال مولکولی داشته و **تولید اسید نمی‌کنند.**

pH محلول‌های آبی

pH محلول‌های آبی در دمای اتاق بین ۰ **تا ۱۴** می‌باشد.



pH: محلول لوله بازکن > محلول تمیز کنندهٔ اجاق گاز > محلول آمونیاک > شربت معده > آب خالص > قهوه > آب گوجه فرنگی > اسید معده > آب باتری خودرو

محلول بازی ($pH>7$) — خنثی $pH=7$ — محلول اسیدی ($pH<7$)

آهک

۱- منظور از آهک ، کلسیم اکسید (CaO) است که یک اکسید بازی است زیرا این اکسید در واکنش با آب تولید یک باز می‌کند .

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CaOH_{(2)}$$

نکته: فراورده حاصل ($CaOH_{(2)}$) یک اکسید بازی است در نتیجه کاغذ PH را نیز به رنگ آبی در خواهد آورد .

۲- در صنعت آهک را از گرما دادن کلسیم کربنات ($CaCO_{3(s)}$) طی واکنش زیر تهیه می‌کنند .

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{heat} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

۳- یکی از کابردهای آهک تنظیم PH خاک‌ها و زمین‌های کشاورزی و نیز PH دریاچه‌ها است .

بدین ترتیب که آهک خاصیت بازی داشته و حضور آن باعث افزایش PH می‌شود ، به همین دلیل اگر PH خاک کشاورزی یا آب دریاچه‌ای پایین تر از حد مورد نظر باشد (یعنی اسیدی تر از میزان مورد نظر باشد) به مقدار آهک به آن می‌افزایند تا PH آن بالا رفته و به حد مطلوب برسد .

شکل ۱۴- افزودن آهک به زمین‌های کشاورزی و دریاچه‌های اسیدی

نکته: افزودن آهک به خاک و تغییری که در PH ایجاد می کند سبب می شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند.

۴- مرجان‌ها گروهی از کیسه تنان با **اسکلت آهکی** هستند . از طرفی با افزایش مقدار CO_2 در هواکره ، بخش زیادی از آن در آب دریاها و اقیانوس ها حل شده و CO_2 **که یک اکسید اسیدی** است با اسکلت آهکی (که خاصیت بازی دارد) مرجان ها و سایر آبزیان واکنش داده و آنها را از بین می برد .

به عبارت کلی تر می توان گفت که حل شدن مقدار زیادی CO_2 در آب دریاها و اقیانوس ها باعث کاهش PH و افزایش خاصیت اسیدی آب شده و این امر زندگی آبزیان را به خطر می‌اندازد . مرجان های سالم به رنگ سرخ بوده که با حل شدن CO_2 در آب دریا مرجان ها از بین رفته و سفید رنگ می‌شوند .

(آ) (ب)

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

بررسی آهن ، آلومینیوم و سیلیس

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

(آ) (ب)

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

آهن

شکل ۸ـ سنگ معدن حاوی FeO و Fe_2O_3

۱ – عنصری از دسته d است . در ترکیب های مختلف خود به صورت دو نوع کاتیون (Fe^{2+}, Fe^{3+}) دیده می‌شود .

۲ – فلز آهن مانند اغلب سایر فلزها در طبیعت به شکل اکسید یافت می‌شود . به همین دلیل مهم‌ترین سنگ معدن آهن در طبیعت هماتیت است که شامل Fe_2O_3 به همراه ناخالصی می باشد . **هماتیت معمولاً به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز دیده می شود .**

آلومینیوم

مهمترین سنگ معدن آلومینیوم در طبیعت ، بوکسیت است که شامل Al_2O_3 به همراه ناخالصی است .

سیلیسم

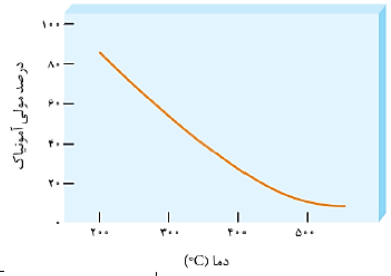
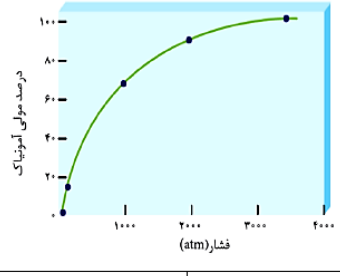
باید بدانید که سیلیسیم (Si) در طبیعت به شکل سیلیس (SiO_2) وجود دارد .

فرایند هابر

آمونیاک (NH_3) معروف‌ترین باز ضعیف است .روش تهیه این ماده در صنعت فرایند هابر نام دارد .

دقت کنید در این فرآیند همه واکنش دهنده به فرآورده تبدیل نمیشود زیر واکنش برگشت پذیر بوده و پس از مدتی به تعادل میرسد

❖ تهیه آمونیاک : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \; ; \Delta H < 0$

اثر دما	اثر فشار
	

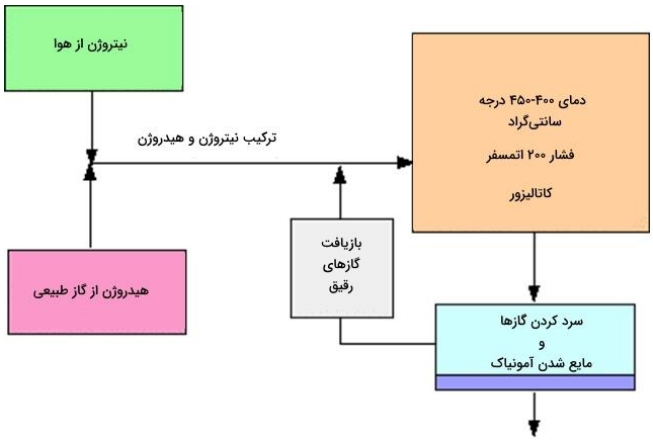
شرایط بهینه برای تولید آمونیاک به روش هابر:	دما	فشار	کاتالیزگر
	۴۵۰°C	$200 atm$	Fe

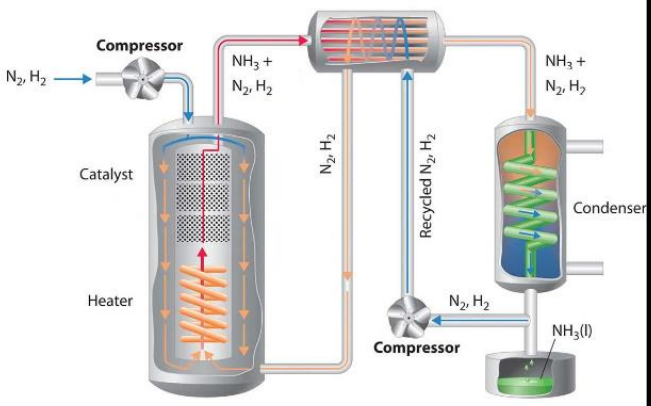
هابر در **شرایط بهینه** توانست ، تنها **۲۸ درصد مولی** مخلوط را از آمونیاک تشکیل دهد.

برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگراستفاده می کنند به طوریکه با سردکردن مخلوط تا دمای (-۴۰°C) می توان آمونیاک را ازآن جداکرد.

نکته : پس از سرد کردن آمونیاک و تبدیل آن به حالت مایع گازهای نیز همچنان به صورت گازی شکل باقی مانده‌اند مجدداً وارد محفظه واکنش شده و مجدد واکنش می‌دهند .

نکته : آمونیاک را می‌توان به عنوان کود به طور مستقیم به خاک تزریق کرد .

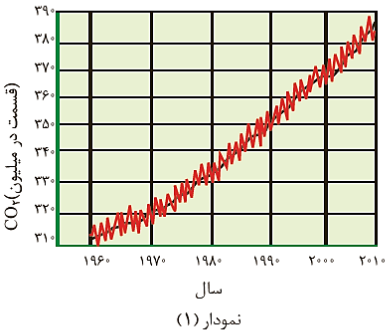




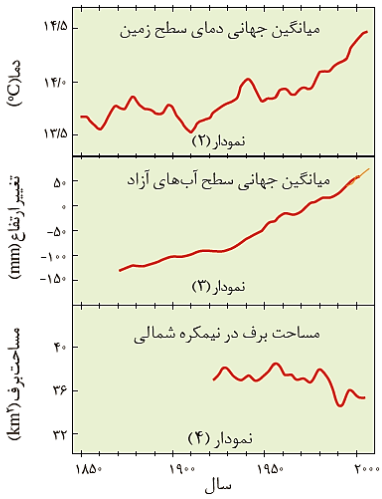
افزایش دمای کره زمین

۱ – 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 میکنند .شواهد نشان می دهند که در طول سدهٔ گذشته **میانگین دمای کرهٔ زمین افزایش یافته** است .این افزایش دما سبب شده تا شرایط آب و هوایی در نقاط گوناگون زمین تغییر کند.

۲ – در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی انواع آلاینده‌ها وارد هواکره می‌شود . این آلاینده‌ها شامل $C_xH_y, CO, CO_2, SO_2, NO, NO_2$ است . در میان الاینده های ذکر شده گاز CO_2 اصلی ترین و فراوانترین آلاینده تولید شده است . به همین دلیل گاز CO_2 نقش بسیار مهمی در ایجاد اثر گلخانه ای و افزایش دمای زمین ایجاد می‌کند .



نمودار (۱)



۳ – آمارها نشان می دهند که سالانه میلیاردها تن CO_2 وارد هواکره می‌شود . اثر گلخانه ای ناشی از این مقدار انبوده CO_2 باعث **افزایش دمای کره زمین** ، **ذوب شدن مقدار زیادی از برف ها** و در نتیجه بالا آمدن میانگین سطح آب‌های آزاد شده است به طوری که **برف نیمکره شمالی در حال کاهش است** .

۴ – به دلیل بالا رفتن دمای سطح زمین، فصل بهار در نیمکرهٔ شمالی زمین، نسبت به 50 سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می شود .

☑ نوع وسیله نقلیه مورد استفاده ، میزان و نحوه استفاده از وسایل گرمایشی ، میزان برق مصرفی ، سبک زندگی مانند غذای مصرفی ، میزان سفر و مدت زمانی که موهای خود را با سشوار خشک می‌کنید **باعث ایجاد ردپای کربن دی اکسید در جامعه** می شود .

☑ 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 برزندگی همه مردمان جهان اثرخواهدگذاشت**.

☑ میزان CO_2 تولید شده برای جریان برق از روش های مختلف ، با هم تفاوت دارد :

باد < گرمای زمین < گاز طبیعی < نفت خام < زغال سنگ : **مقدار گاز CO_2 تولید شده به ازای تولید مقدار معینی برق**

☑ درختان و گیاهان طی فرآیند فتوسنتز ، CO_2 را مصرف میکنند ، بنابراین کاشت و مراقبت از درختان و توسعه پوششهای گیاهای به کاهش رد پای CO_2 کمک می کند .

☑ هر چه قطر یک درخت بیشتر باشد مقدار CO_2 مصرفی آن بیشتر است .

یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی‌اکسید مصرف می‌کند.

شکستن شاخهٔ درختان مانند شکستن بال فرشتگان است . پیامبر اکرم

افزایش دمای کره زمین

۱- افزایش میزان CO_2 موجود در هوا باعث
- ۱- افزایش دمای کره زمین و افزایش سطح آب دریاها شده است.
- ۲- کاهش مساحت برف در نیم‌کرهٔ شمالی شده است.

۲- به دلیل گرم‌تر شـدن زمین و کوتاه شـدن فصل سرد زمستان، شواهد نشان می‌دهد که فصل بهار در نیم‌کرهٔ شمالی نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود.

۳- از سال ۱۸۵۰ تا ۲۰۰۰ دمای زمین به‌طور میانگین از **۱۳/۷ تا ۱۴/۳** درجه سلسیوس **افزایش** یافته است.

۴- دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین **۱/۸ تا ۴** درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.

۵- ردپای کربن دی‌اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا در اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید می‌شود.

تست : کانون سوالات دشوارتر

منابع تولید انرژی الکتریکی بر اساس کمترین مقدار کربن دی‌اکسید تولیدی تا بیشترین مقدار کربن دی‌اکسید تولیدی به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه آمده است؟

۱) گرمای زمین- انرژی خورشید- باد- گاز طبیعی- زغال‌سنگ
۲) باد- انرژی خورشید- نفت خام- زغال‌سنگ
۳) انرژی خورشید- گاز طبیعی- زغال‌سنگ- نفت خام
۴) گاز طبیعی- گرمای زمین- باد- نفت خام

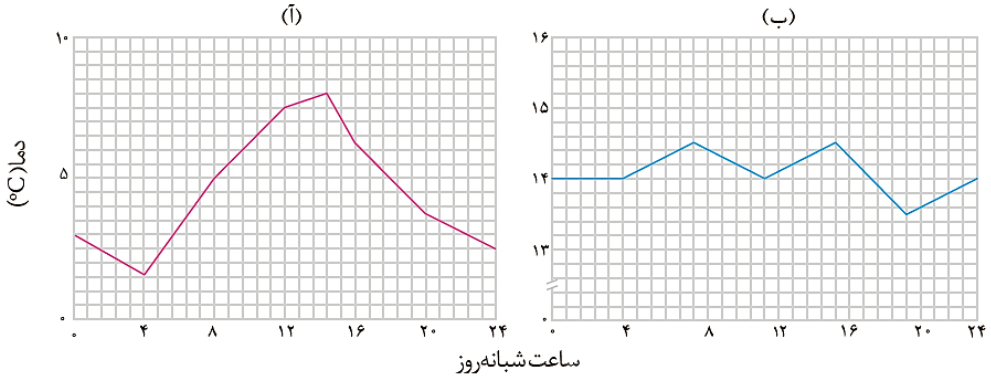
٪۲۲
٪۱۹
۹۷/۰۸/۱۸

اثر گلخانه‌ای

گلخانه ها، زمین های کشاورزی ویژه ای هستند که دور تا دور آنها را تا ارتفاع معینی با لایه ای از پلاستیک های شفاف یا شیشه می پوشانند و در آنها گیاهان و میوه های گوناگونی پرورش می دهند .در گلخانه ها در چهارفصل سال به ویژه در زمستان، فراورده های کشاورزی مانند قارچ، خیار، گوجه فرنگی، توت فرنگی و ...کشت می شود ، چون دمای درون آنها قابل کنترل است!

راز گلخانه ها در سقف پلاستیکی یا شیشه ای آن نهفته است ! این سقف به نور وانرژی خورشید اجازه ورود می‌دهد اما مانع از خروج کامل آن می‌شود . بدین ترتیب پس از مدتی انرژی و گرمای وارد شده به گلخانه به مقدار قابل توجهی بیشتر از انرژی و گرمای خارج شده از آن می‌گردد . همین موضوع باعث می‌شود که دمای گلخانه بالا برود و مخصوصاً در روزهای سرد زمستانی جای گرمی را برای گل‌ها و گیاهان فراهم کند .

گلخانه، گیاه یا میوه را از آسیب‌های ناشی از تغییر دما و آفت‌ها حفظ می کند. آیا می دانید نقش لایهٔ پلاستیکی در گرم‌نگه‌داشتن گلخانه چیست؟



نمودار ۱ـ تغییر دمای یک گلخانه را در یک روز زمستانی نشان می‌دهد. کدام منحنی مربوط به درون و کدام‌یک به بیرون گلخانه مربوط است؟ چرا؟

همانطور که مشاهده می‌شود در طول یک شبانه روز ، دمای بیرون گلخانه از ۱/۵ درجه تا حدود ۸ درجه سانتی گراد در حال تغییر است در حالی که دمای گلخانه تقریبا ثابت (بین ۱۳/۵ تا ۱۴/۵ درجه) می‌ماند .

برخی از گازها مانند CO_2, H_2O و... در هواکره همان نقشی را برای کره زمین ایفا میکنند که سقف پلاستیکی یا شیشه ای گلخانه ایفا میکند . بدین ترتیب که **این گازها به گرما و پرتوهای خورشیدی اجازه ورود میدهند اما مانع از خروج کامل آنها میشوند** نتیجه آن که چنین گازهایی باعث بالا رفتن دمای کره زمین می‌شوند .

- ✓ به فرآیند گرم شدن تدریجی زمین بر اثر وجود گازهایی مانند CO_2, H_2O در هوا **اثر گلخانه‌ای** میگویند .
- ✓ به گازهایی مانند CO_2, H_2O نیز **گازهای گلخانه ای** گفته می شود .

نکته مهم : اگر هواکره و گازهای موجود در آن (مانند CO_2, H_2O و ...) وجود نداشتند اثر گلخانه‌ای هم وجود نداشت و میانگین دمای کره زمین به حدود 18- c کاهش می‌یافت . پس اثر گلخانه‌ای وگازها وجودشان در حد طبیعی و معقول برای ادامه حیات لازم و ضروری است .

اثر گلخانه‌ای

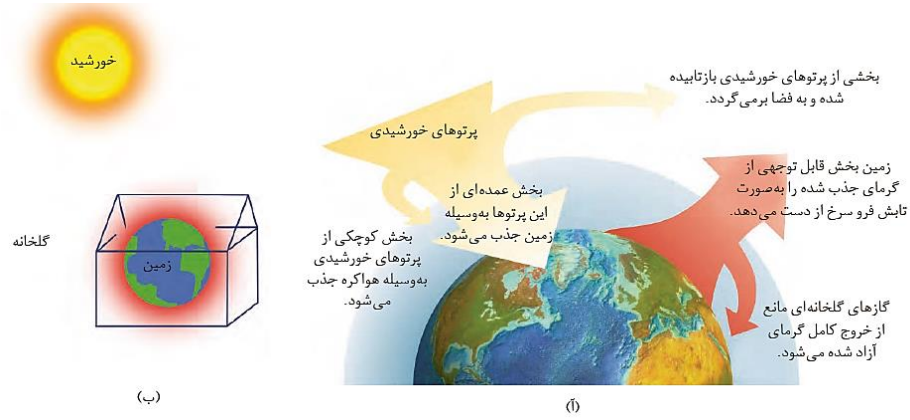
۱- سرنوشت **امواج الکترومغناطیسی خورشید** که به زمین ارسال می‌شود
- ۱- بخش عمده‌ای **جذب زمین** می‌شود.
- ۲- بخش کوچکی **جذب هواکره** می‌شود.
- ۳- بخشی از پرتوهای خورشیدی بازتابیده شده و به **فضا** برمی‌گردد.

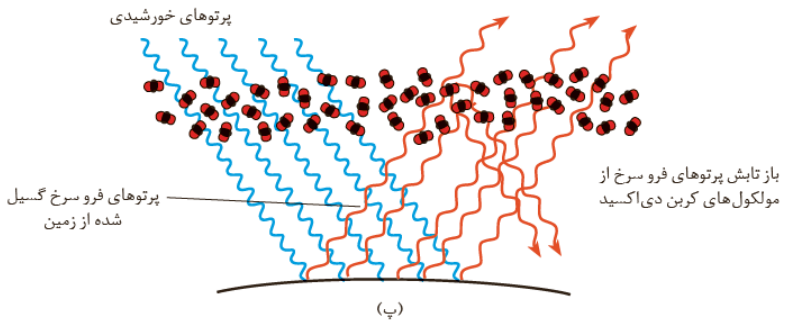
۲- پرتوهای خورشیدی جذب شده توسط زمین، باعث گرم شدن زمین می‌شود و زمین نیز مانند هر جسم داغ دیگری این گرما را به‌صورت پرتوهای الکترومغناطیس از خود ساطع می‌کند.

۳- دو مقایسهٔ مهم
- **انرژی**: پرتوهای ساطع شده از زمین < پرتوهای جذب شده توسط زمین
- **طول موج**: پرتوهای ساطع شده از زمین > پرتوهای جذب شده توسط زمین

۴- پرتوهای ساطع شده از زمین که بیش‌تر از نوع فروسرخ هستند
- ۱- بخش قابل توجهی وارد فضا می‌شوند.
- ۲- بخشی توسط گازهای گلخانه‌ای (مانند CO_2) جذب می‌شوند.

۵- به دام انداختن و برگرداندن پرتوهای فروسرخ به‌وسیلهٔ گازهای گلخانه‌ای (کربن دی‌اکسید (CO_2)، بخار آب (H_2O)، متان (CH_4) و...) در هواکره که باعث گرم‌تر شدن زمین می‌شود را **اثر گلخانه‌ای** می‌گوییم.





شیمی سبز

۱- شاخه‌ای از شیمی است که هدف آن
- ۱- افزایش کیفیت زندگی با بهره‌گیری از منابع طبیعی
- ۲- محافظت از طبیعت و هواکره زمین

۲-**شیمی سبز** برای محافظت از هواکره ۵ پیشنهاد دارد
- ۱- تولید سوخت سبز
- ۲- تولید پلاستیک سبز
- ۳- تبدیل CO_2 به مواد معدنی
- ۴- دفن کردن CO_2 در سنگ های متخلخل در زیرزمین و ...
- ۵- تولید خودرو و سوخت با کیفیت

تولید سوخت سبز

سوخت سبز
- ۱- در ساختار خود **کربن، هیدروژن و اکسیژن** دارند.
- ۲- از پسماندهای **گیاهی** (شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی) به‌دست می‌آیند.
- ۳- زیست **تخریب‌پذیر** هستند.
- ۴- اتانول (C_2H_5OH) و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از سوخت سبز هستند.

☑ منظور از زیست تخریب پذیرند یعنی توسط جانداران ذره‌بینی به مواد ساده تری تجزیه می شوند .

☑ علاوه بر اتانول ، متانول نیز از سوخت های سبز محسوب می شود .

مزایا :

- در ساختار خود اکسیژن دارند که این موضوع باعث عدم مصرف اکسیژن هوا و آلودگی کمتر هوا می شود .
- برخلاف سوختهای فسیلی (مانند نفت خام) که طی میلیون‌ها سال در اعماق زمین به وجود آمده‌اند و عملاً توسط انسان‌ها قابل تولید شدن نیستند ، سوخت سبز را می‌توان تحت شرایط مناسب تهیه نمود .

معایب

- سوخت سبز در مقایسه با سوختهای فسیلی گرانتر است .
- فرایند سوخت سبز ، خود مراحلی دارد که با مصرف انرژی و در نتیجه آلوده کردن هوا همراه است .
- تامین و تغییر کاربری زمین‌هایی که بتوان در آن‌ها در مقیاس انبوه ، گیاهان لازم برای تولید سوخت سبز را پرورش داد با مشکلات زیادی همراه است .
- انرژی تولید شده به ازای سوختن هر لیتر سوخت سبز در مقایسه با انرژی تولید شده به هنگام سوختن یک لیتر از سوخت‌های فسیلی کمتر است .

پلاستیک های سبز :

- ☑ نوعی پلیمر هستند که بر پایه مواد گیاهای مانند نشاسته ساخته می‌شوند .
- ☑ در ساختار آنها اکسیژن وجود دارد .
- ☑ در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شوند و به طبیعت باز میگردند .

مزایا :

پس از استفاده درمدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه شده و به طبیعت باز می‌گردند .

معایب :

هزینه تولید پلاستیک سبز نسبت به پلاستیک معمولی بسیار بالاتر است .

تبدیل CO_2 به مواد معدنی :

مزیت :

باعث آلودگی کمتر هوا می‌شود .

معایب :

برای مصرف CO_2 معمولاً از MgO یا CaO استفاده می شود که تولید آنها از سنگ معدن خود با آزاد کردن CO_2 همراه است .

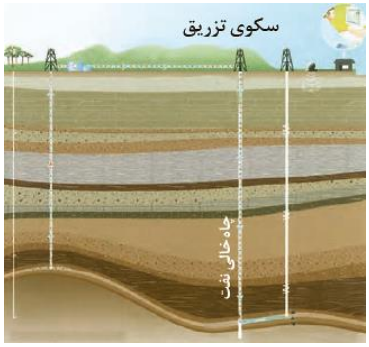
تبدیل CO_2 به مواد معدنی

برای این منظور کربن‌دی‌اکسید تولید شده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید واکنش می‌دهند.

$$CO_2(g) + CaO(s) \longrightarrow CaCO_3(s)$$

$$CO_2(g) + MgO(s) \longrightarrow MgCO_3(s)$$

دفن کردن CO_2



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 .

مزایا :

حفره‌ها استحکام بالایی دارند و کمترین دستکاری و تغییر در زمین‌ها و طبیعت همراه است .

معایب

حفرات معمولاً گنجایش ذخیره کردن بخش زیادی از CO_2 را ندارند .

مقایسه چهار سوخت مختلف

۱- هیدروژن

☑ فراوانترین عنصر در جهان است که به صورت ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود .

☑ لازم به ذکر است که مولکول هیدروژن ( ) به دلیل فعالیت شیمیایی نسبتاً زیادی که دارد در طبیعت وجود ندارد .

☑ معادله واکنش سوختن هیدروژن به صورت مقابل است : $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

☑ چون فراورده سوختن هیدروژن فقط آب است از لحاظ محیط زیستی بسیار مناسب است .

نکته ۱ : گاز هیدروژن بسیار سبک است به همین دلیل جرم معینی از آن حجم زیادی را اشغال می‌کند . این موضوع باعث بروز مشکلاتی در نگهداری هیدروژن در مخازن کارخانه‌ها شده است .

نکته ۲ : گاز هیدروژن به شدت قابل افنجار است به همین دلیل حمل و نقل آن باید با دقت بسیار زیادی صورت پذیرد .

نکته ۳ : گاز هیدروژن در هر سه مرحله تولید ، حمل و نقل و نیز نگهداری بسیار پرهزینه است و با درنظر گرفتن ملاحضات صرفاً اقتصادی تولید آن **صرفه اقتصادی ندارد** اما ملاحضات زیست محیطی و اجتماعی که در بحث توسعه پایدار مطرح است باعث شده است که برخی کشاورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه گذاری های هنگفتی کنند .

۲ – بنزین

مخلوطی از چند هیدروکربن که شمار کربن های آن معمولاً بین ۵ تا ۱۲ کربن دارد .

۳ – گاز طبیعی

به طور عمده شامل متان (CH_4) و مقداری نیز اتان (C_2H_6) است .

۴ – زغال سنگ

ماده‌ای بسیار ناخالص است که عمدتاً از کربن به همراه برخی هیدروکربن‌ها و نیز گوگرد تشکیل شده است . فراورده‌های اصلی سوختن زغال سنگ شامل CO, CO_2, SO_2, H_2O هستند .

تذکر : به‌طور خلاصه، فراورده‌های سوختن سوخت‌های مختلف به صورت زیر است:

نام سوخت	هیدروژن	بنزین	گاز طبیعی	زغال سنگ
فراورده‌های سوختن	H_2O	CO , CO_2 , H_2O	CO , CO_2 , H_2O	CO , CO_2 , H_2O , SO_2

هیدروژن < بنزین = گازطبیعی < زغال سنگ : ترتیب تنوع در فراورده‌های سوختن

نکته ۴ : زغال سنگ ، گاز طبیعی و بنزین همگی سوختهای فسیلی محسوب می‌شوند در حالی که هیدروژن یک سوخت فسیلی نیست و ساخته دست بشر می‌باشد .

زغال سنگ < بنزین < گازطبیعی < < < هیدروژن : ترتیب گرمای حاصل از سوختن یک گرم

زغال سنگ < گازطبیعی < بنزین < < < هیدروژن : ترتیب قیمت تمام شده به ازای هر گرم

شیمی و توسعه پایدار

۱- **توسعه پایدار** یعنی این‌که در تولید هر فراورده در نظر گرفته شود.
- ۱- ملاحظات زیست محیطی
- ۲- ملاحظات اجتماعی
- ۳- ملاحظات اقتصادی

۲-
- پلاستیک **پایه نفتی**:
  - ۱- زیست تخریب‌ناپذیر
  - ۲- قیمت تمام شده تولید کم
  - ۳- تهدیدی برای سلامت جانداران و محیط‌زیست
- پلاستیک‌های **سبز**:
  - ۱- زیست تخریب‌پذیر
  - ۲- هزینهٔ تولید بیش‌تر
  - ۳- دوستدار محیط زیست

۳- **گرمای آزاد شده** به ازای **یک گرم** سوخت: زغال سنگ < بنزین < گاز طبیعی < هیدروژن

واکنش‌های برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر

۱- واکنش‌های برگشت‌ناپذیر
- ۱- تا مصرف شدن **کامل** واکنش‌دهنده‌ها پیش می‌روند.
- ۲- مثال: سوختن گاز طبیعی در اجاق گاز، سوختن بنزین در موتور خودرو، زنگ زدن آهن
- ۳- در این واکنش‌ها فراورده‌ها **نمی‌توانند** دوباره به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند.

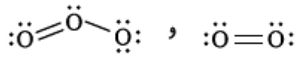
۲-واکنش‌های برگشت‌پذیر
- ۱- واکنش‌دهنده‌ها به‌طور کامل مصرف **نمی‌شوند**.
- ۲- مثال: تبدیل اوزون به اکسیژن در لایه اوزون، تبخیر آب
- ۳- در این واکنش‌ها فراورده‌ها **می‌توانند** با هم واکنش دهند و واکنش‌دهنده‌ها را دوباره به وجود آورند.

اوزون

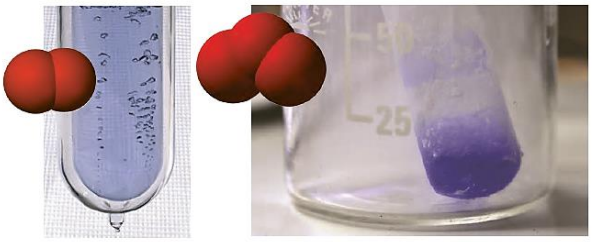
۱ – به شکل های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر آلوتروپ یا دگرشکل می‌گویند . به عنوان مثال اکسیژن دو آلوتروپ دارد :

گاز اکسیژن (O_2) و مولکول سه اتمی اوزون (O_3) .

۲ – ساختار هر ماده تعیین کننده خواص و رفتار آن است . دو آلوتروپ اکسیژن نیز به دلیل داشتن ساختار متفاوت دارای خواص و رفتار متفاوتی هستند .



۳ – اکسیژن(O_2) و اوروزن(O_3) هر دو **تحت سرمای شدید به صورت مایع** در می‌آیند .در حالت گازی ، اکسیژن ، رنگ آبی آن آنقدر کم رنگ است که عملاً **اکسیژن بی‌رنگ** دیده می‌شود اما **رنگ آبی اوروزن** قابل تشخیص است . اما در حالت مایع اکسیژن **آبی کم رنگ** و اوزون **آبی تیره** دیده می‌شود .



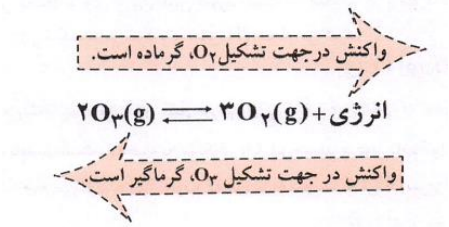
آلوتروپ	رنگ در حالت گاز (g)	رنگ در حالت مایع (l)
اکسیژن (O_2)	بی‌رنگ	آبی روشن
اوزون (O_3)	آبی روشن	آبی تیره

نام دگر شکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش(°C)
اکسیژن	O_2	۳۲	-۱۸۳
اوزون	O_3	۴۸	-۱۱۲

۴ – نقطه جوش اوزون (۱۱۲-) از نقطه جوش اکسیژن (۱۸۳-) **بالاتر** است . زیرا مولکول O_3 **برخلاف** مولکول های O_2 **قطبی** هستند و در ضمن جرم و حجم مولکول O_3 نسبت به مولکول O_2 بیشتر است . این امر باعث می‌شود که نیروهای بین مولکولی در اوزون نسبت به اکسیژن قوی‌تر و در نتیجه نقطه جوش آن بالاتر باشد .

نکته : از آنجایی که مولکول اوزون یک مولکول قطبی است ، انحلال پذیری آن در آب بیشتر از اکسیژن است .

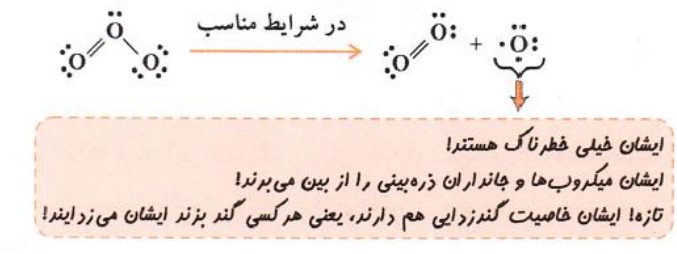
۵ – تبدیل اکسیژن به اوزون و حالت برعکس آن یک واکنش برگشت‌پذیر است .



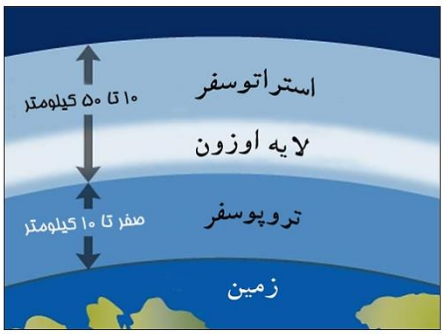
۶ – انرژی درونی و واکنش پذیری O_3 نسبت به O_2 **بیشتر** است اما پایداری آن **کمتر** !!!

یادآوری : انرژی با پایداری رابطه عکس دارد .

۷ – در صنعت از گاز اوزون برای **گندزدایی میوه‌ها ، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب** استفاده می‌شود .
علت تجزیه اوزون به گاز اکسیژن و اتم اکسیژن است :



اوزون در لایه استراتوسفر



۱– لایه اوزون که مانند پوششی کره زمین را احاطه کرده به منطقه مشخصی از **استراتوسفر** می‌گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد . این لایه در **فاصله بین ۱۵ تا ۳۰** کیلومتری از سطح زمین قرار دارد .

۲ – مولکول‌های اوزون مانع ورود بخش عمده ای از **تابش فرابنفش** خورشید به سطح زمین می‌شوند تا موجودات زنده از آثار زیان‌بار این تابش در امان بمانند .

۳ – نحوه محافظت کره‌ی زمین توسط لایه اوزون بدین صورت است که **ابتدا بر اثر تابش فرابنفش به مولکول اوزون ، یکی از پیوندهای بین اتم‌های اکسیژن شکسته می‌شود** و واکنش (I) انجام میگیرد .

$$۱- O_۳ + uv \rightarrow O_۲ + O$$

از آنجایی که اتم اکسیژن (O) ناپایدار است بلافاصله به مولکول $O_۲$ می‌چسبد و دوباره مولکول $O_۳$ را تولید می‌کند .

$$۲- O_۲ + O \rightarrow O_۳ + IR$$

دقت کنید در واکنش ۲ انرژی به صورت تابش فروسرخ آزاد می‌گردد .

$$۱) O_۳ + uv \rightarrow O_۲ + O$$
$$۲) O_۲ + O \rightarrow O_۳ + IR$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

تابش فروسرخ → تابش فرابنفش : جمع

همانطور که مشاهده می شود در شرایط طبیعی و در دراز مدت هیچ ماده‌ای در لایه اوزون تولید یا مصرف نمی‌شود و فقط **تابش خطرناک فرانبفش تبدیل به تابش بی‌خطر فروسرخ** می‌شود .

۴ – واکنش تبدیل اوزون (یا بالعکس) یک واکنش برگشت پذیر است !! که معادله آن برا می‌توان به صورت زیر نشان می‌دهند !

$$۲O_{۳(g)} \rightleftarrows ۳O_{۲(g)}$$

- ✓ **اگر معادله فوق فقط در جهت رفت بود :** لایه اوزون پس از مدتی به صورت کامل مصرف میشد و تابش‌های فرابنفش زمین را نابود میکردند.
- ✓ **اگر معادله فوق فقط در جهت برگشت بود :** پس از مدتی تمام اکسیژن هواکره از بین میرفت .

مراحل تشکیل لایه اوزون در تروپوسفر

مولکول اوزون علاوه بر لایه استراتوسفر در لایه تروپوسفر(لایه‌ای که در آن زندگی می‌کنیم) نیز حضور دارد . وجود اوزون در استراتوسفر نعمت ! اما در تروپوسفر ذلت است !!! **زیرا اوزون به دلیل واکنش پذیری نسبتاً بالا ، آلاینده‌ای سمی و خطرناک به شمار می آید .**

وجود اوزون در هوایی که تنفس می‌کنیم سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود .

۱ – گاز نیتروژن با این که فعالیت شیمیایی ناچیزی دارد و در شرایط معمولی با اکسیژن هوا واکنش نمی‌دهد به هنگام رعد و برق (که دما را به طور موضعی شدیداً بالا می‌برد) می‌تواند با اکسیژن هوا واکنش داده و اکسیدهای نیتروژن را تولید کند . معادله واکنش‌های انجام شده به صورت مقابل هستند .

I) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$
گاز بی‌رنگ

II) $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$
گاز قهوه‌ای رنگ

نکته : واکنشهای فوق علاوه بر اینکه هنگام رعد و برق رخ می‌دهند در موتور خودروها (که دما بسیار بالا است) نیز می‌توانند انجام شوند . به همین دلیل است که هوای آلوده‌ی شهرهای صنعتی و بزرگ به رنگ قهوه‌ای روشن (رنگ NO_2) دیده می شود .

۲ – گاز NO_2 در حضور نور خورشید با اکسیژن واکنش داده و اوزون تروپوسفری را تولید می کند .

$$NO_{2(g)} + O_{(g)} \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO_{(g)} + O_{3(g)}$$

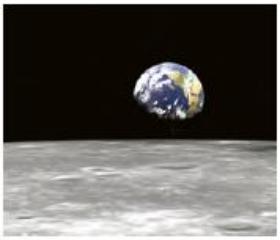
فصل ۳

آب، آهنگ زندگی

«أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ» آیهٔ ۶۸، سورهٔ واقعه

آیا به آبی که می‌نوشید، اندیشیده‌اید؟

در ابتدای فصل نکاتی حفظی آمده است که به قرار زیر می باشد



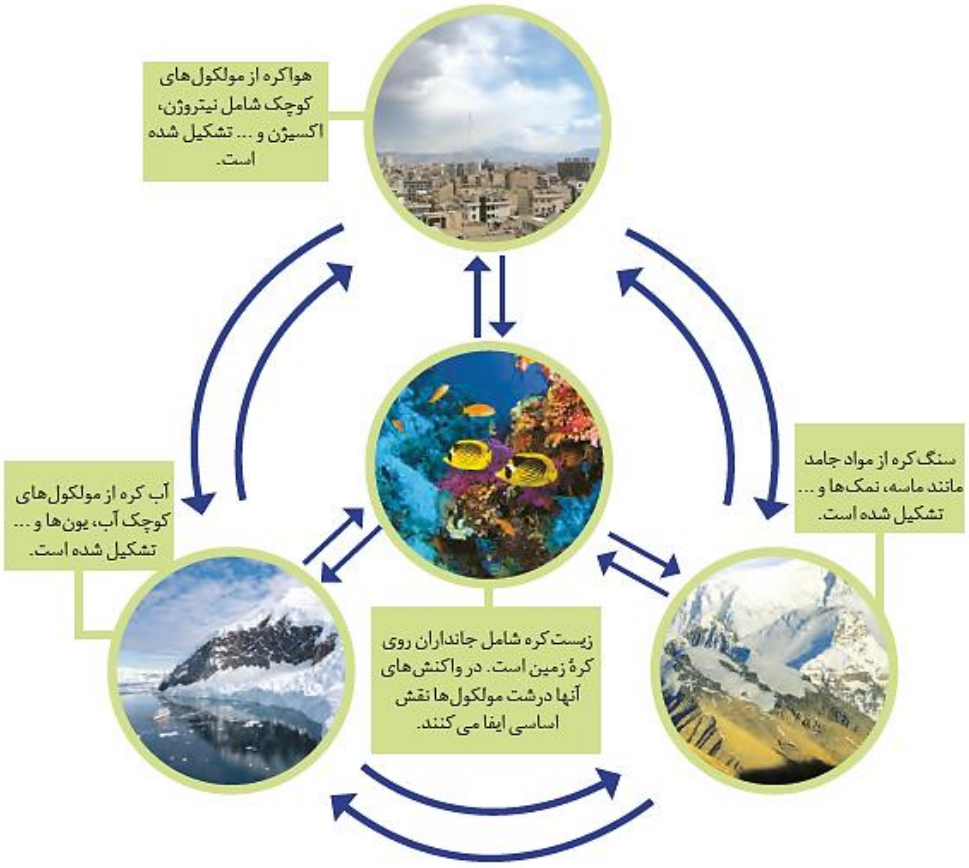
شکل ۱ـ تصویر کرهٔ زمین که از سطح کرهٔ ماه گرفته شده است.

زمین در فضا به **رنگ آبی** دیده می‌شود ، 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 عمده 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 2 کیلومتر می پوشاند .

آب اقیانوس ها و دریا ها **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 نمک در آب اقیانوس ها و دریا ها 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 آب های کره زمین تقریباً ثابت است**، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس ها خارج شوند .

کرهٔ زمین را می توان سامانه ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هوا کره، آب کره، سنگ کره و زیست کره است .



نکته : زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست و بخش های گوناگون آن با یکدیگر برهمکنش های فیزیکی و شیمیایی دارند. درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می شود؛ برای نمونه :

- 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 .
- جانداران آبزی سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید را وارد هوا کره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می کنند
- .فعالیت های آتشفشانی سبب می شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار وارد هواکره شوند
- لاشهٔ جانوران و گیاهان براثر واکنش های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول های کوچک تری وارد آب کره، هوا کره یا سنگ کره می شوند .
- همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب های کربن دار را وارد بخش های گوناگون کرهٔ زمین می کنند

اگرچه 75 درصد سطح زمین را آب پوشانده است، اما 50 درصد جمعیت جهان از کم آبی رنج می برند و 66 درصد از مردم جهان تا سال 2025 با کمبود آب روبه رو خواهند شد.

خود را بیازمایید

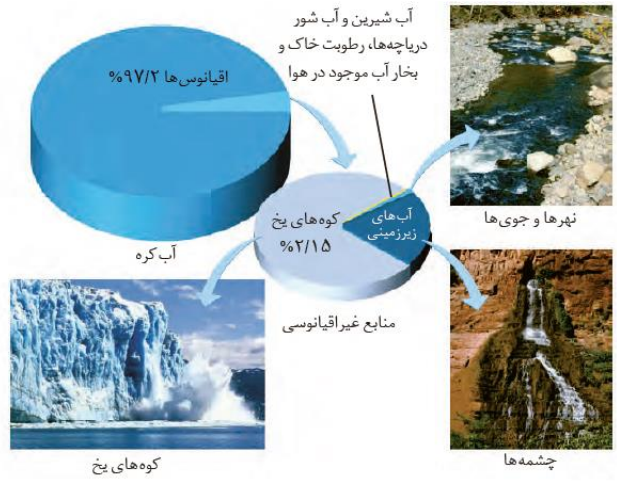
نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد یون	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
میلی گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

الف - کاتیون عنصرهای کدام گروه های جدول دوره ای در آب دریا وجود دارند؟

ب - مقدار کدام آنیون در آب دریا از دیگر آنیون ها بیشتر است؟

پ - مقدار کدام کاتیون در آب دریا از دیگر کاتیون ها بیشتر است؟

با توجه به شکل بیشترین منابع آبی کره زمین را مرتب کنید .



بیشتر آب های روی زمین **شور** است و نمی توان از آنها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد؛ از این رو 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 .از سوی دیگر اقیانوس ها، دریاها، دریاچه ها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون (مانند منیزیم و سدیم کلرید) ، تولید **فراورده های پروتئینی، مواد و وسایل تزیینی، تهیهٔ داروهای گوناگون** و ... هستند .بنابراین ضروری است با افزایش دانش شیمی خود بتوان پاسخ پرسش های زیر را یافت.

● آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است، زیرا هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همهٔ مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیهٔ آب خالص است.فرایندی که **تقطیر**[1] و فراوردهٔ آن **آب مقطر** نام دارد.

منظور از فرایند **تقطیر** ، فرآیندی است که طی آن ابتدا قسمتی از یک محلول تبخیر می شود ، سپس بخارهای حاصل میعان شده و مجدداً به حالت مایع برمیگردند . برای نمونه اگر مقداری آب شور را حرارت دهیم تا آب موجود در آن تبخیر شود و سپس بخار آب حاصل را سرد کنیم و میعان کنیم ، آب تقریبا خالص به دست می آید . به این فرایند تقطیر و فراورده حاصل را آب مقطر می‌نامیم .

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.
آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون های گوناگون است . 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** می افزایند زیرا وجود این یون سبب **حفظ سلامت دندان ها** می شود.

● تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آنها است.

شکل۴ـ برخی یون‌های موجود در آب‌های آشامیدنی و شیرین. مقدار و نوع یون‌های موجود در آب‌های شیرین

برخی از یون های موجود در آب آشامیدنی، مانند F^-, Na^+, Cl^-, Ca^{2+} **تک اتمی اند** ، در حالی که برخی دیگر مانند یون نیترات (NO_3^-) و یون سولفات (SO_4^{2-}) از چند اتم تشکیل شده اند .این یون ها را **یون های چند اتمی** می نامند .

نکته : گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر CO_2, H_2O به عنصرهایی مانند N, P ,S و ... نیاز دارند .آمونیوم سولفات یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد رادر اختیار گیاه قرار می دهد.

محلول ها و مقدار حل شونده

محلول ، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده بوده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی درسرتاسر آن یکسان و یکنواخت است .

هر محلول از دو جرء حلال و حل شونده تشکیل شده است . حلال جزئی از محلول است که شمار مول‌های آن بیشتر از سایر اجزای محلول است و حل شونده را در خود حل می‌کند .

چند نمونه از محلول‌های معروف و مهم به قرار زیر هستند :

نام محلول	گلاب	هوا	ضد یخ	سرم فیزیولوژی
حلال	آب	نیتروژن	آب	آب
حل شونده	چند ماده آلی	$CO_2, H_2O, Ar, O_2, \ldots$	اتیلن گلیگول	NaCl

نکته : حالت فیزیکی محلولها می تواند **گاز** مانند هوا ، **مایع** مانند محلول ضدیخ و سرم فیزیولوژی و **جامد** مانند آلیاژها باشد.

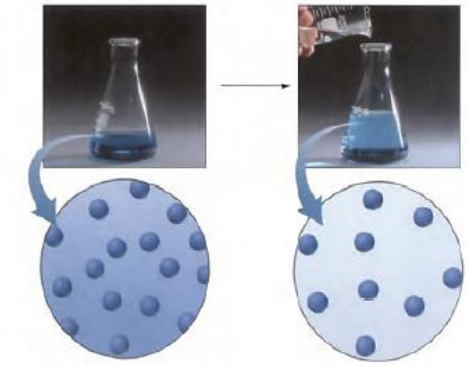
نکته : به طور کلی محلول ها را بر اساس مقدار حل شونده ی آنها به دو دسته ی رقیق و غلیظ دسته بندی می کنند:

انواع محلول ها

رقیق: محلولی است که که مقدار حل شونده (ها) در حجم مشخصی از آن کم است. مانند سرم فیزیولوژی که محلول رقیقی از سدیم کلرید در آب است.

غلیظ: محلولی است که که مقدار حل شونده (ها) در حجم مشخصی از آن زیاد است. مانند گلاب دو آتشه که محلول غلیظی از چند ماده آلی در آب است.

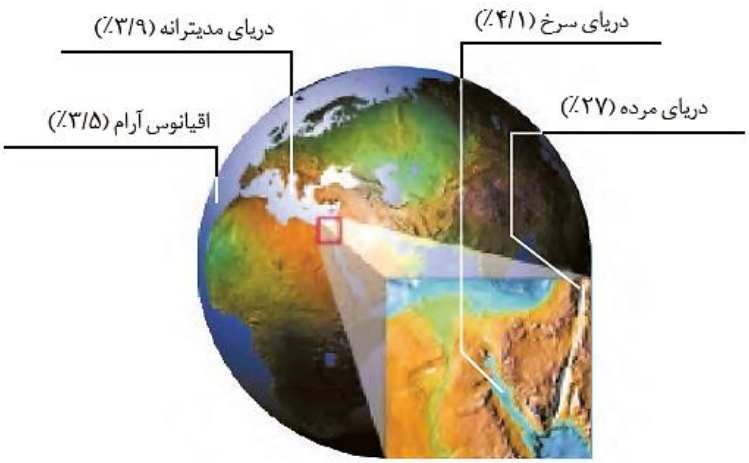
نکته : هنگامی که گفته می شود محلولی غلیظ است یعنی مقدار حل شونده(ها) در آن زیاد است . مانند : در چای غلیظ، شمار ذره های حل شونده در واحد حجم بیشتر است .



شکل ۸ـ نمای ذره‌ای از محلول آبی رقیق و غلیظ مس(II) سولفات

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 نمکها) 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.



شکل ۱۰ـ مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون

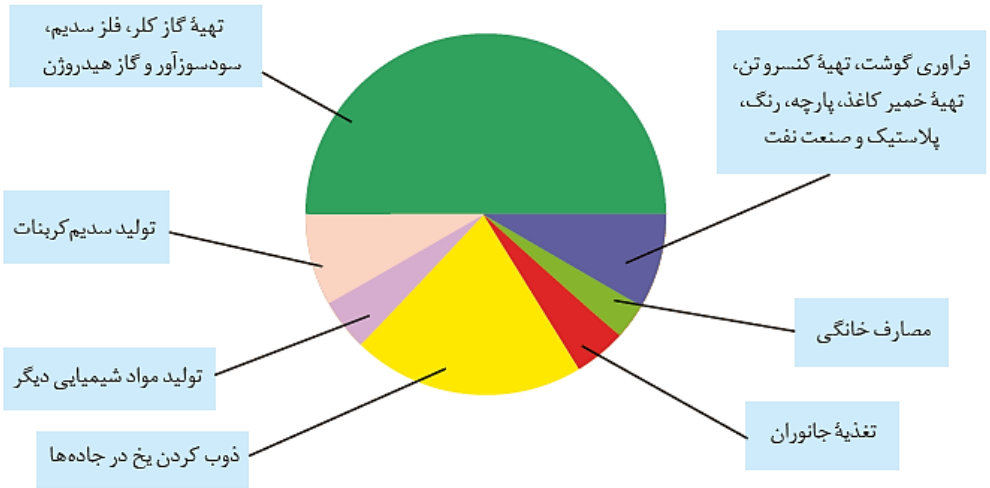
اقیانوس آرام< مدیترانه < سرخ< مرده: مقایسه مقدار حل شونده ها

مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می توان به **روش های فیزیکی یا شیمیایی** از آن جدا کرد.

تبلور یکی از **روش‌های فیزیکی** استخراج نمک‌ها از آب دریاها و دریاچه‌ها است . در این روش آب دریاها یا دریاچه ها را به زمین‌های نسبتاً کم‌عمقی هدایت می‌کنند و در آن جا بر اثر تبخیر آب ، به مرور زمان غلظت نمک‌ها بیشتر و بیشتر شده تا جایی که آب موجود دیگر نمی‌تواند نمک‌ها را در خود نگه دارد . این جاست که به مرور بلورهای نمک‌های مختلف تشکیل شده و آماده‌ی جمع آوری میشوند .

در واقع به جداسازی حل شونده از محلول به شکل بلور جامد ، تبلور می‌گویند .

- سالانه میلیون ها تن **سدیم کلرید** با روش **تبلور** از آب دریا جداسازی و استخراج می شود . نمک خوراکی در زندگی روزانه و صنایع گوناگون کاربردهای فراوانی دارد



نمودار ۱ـ کاربردهای NaCl

فلز منیزیم

فلز منیزیم مادهٔ ارزشمند دیگری است که در تهیهٔ آلیاژ ها، شربت معده و ... کاربرد دارد.

یکی از منابع تهیهٔ این فلز **آب دریاست** . منیزیم در آب دریا به شکل $Mg^{2+}_{(aq)}$ وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن، در مرحلهٔ نخست منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می دهند، سپس آن را با HCl واکنش داده و منیزیم کلرید ($MgCl_2$) تبدیل می کنند .در پایان با استفاده از جریان برق، **منیزیم کلرید مذاب** را به عنصرهای سازندهٔ آن تجزیه می کنند .

$$MgCl_{2(l)} \rightarrow Mg_{(l)} + Cl_{2(g)}$$

مثال : چند مورد از مطالب زیر درست اند ؟

آ – حدود ۷۵ درصد آب موجود در آب کره در اقیانوس‌ها جای دارد .

ب – در یک کیلوگرم آب دریا ، ترتیب فراوانی آنیون‌ها به صورت : $Cl^- < SO_4^{2-} < Br^- < CO_3^{2-}$ است .

پ – در یک کیلوگرم از آب دریا جرم یون سدیم (Na^+) از جرم یون منیزیم(Mg^{2+}) بیشتر است .

ت – جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین در حال افزایش است .

مثال : چند مورد از مطالب زیر درست اند ؟

آ – مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می توان به روش های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد .

ب – منیزیم در آب دریا به صورت وجود دارد .

پ – متداول‌ترین روش شیمیایی برای استخراج سدیم کلرید از آب دریا ، روش تبلور است .

ت – در صنعت تهیه منیزیم از منیزیم کلرید طی معادله $MgCl_{2(l)} \rightarrow Mg_{(l)} + Cl_{2(g)}$ صورت میگیرد .

واکنش نویسی

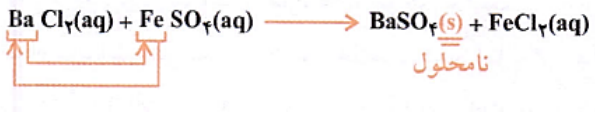
جای فلز را با فلز ، یا جای فلز را با H عوض کن

$$Zn + 2AgNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2Ag$$

$$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

$$BaCl_{2(aq)} + FeSO_{2(aq)} \rightarrow BaSO_{4(s)} + FeCl_{2(aq)}$$

نکته : در نوشتن معادله واکنش‌های شیمیایی ، مواد نامحلول را به صورت جامد می‌نویسیم .



$Al_{(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow$

$Zn_{(s)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow$

$Fe_{(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow$

$Na_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow$

$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow$

$Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow$

$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow$

$Na_3PO_{4(aq)} + CaCl_{2(aq)} \rightarrow$

$BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow$

لیست مهم ترین ترکیب‌های یونی نامحلول در آب :

$$BaSO_{4(s)} - Ca_3(PO_4)_{2(s)} - AgCl_{(s)} - Mg(OH)_{2(s)}$$

شناسایی یون ها

یک روش برای شناسایی یون‌های محلول در اب این است که محلول دیگری به آن اضافه کنیم که با یون مورد نظر تشکیل ماده‌ی نامحلول یا همان رسوب دهد . بدین ترتیب با تشکیل رسوب مربوطه پی به وجود یون مورد نظر می‌بریم .

شناسایی یون‌ها

Ag^+(یون نقره) $\xrightarrow{\text{توسط}}$ Cl^- $\xrightarrow{\text{تشکیل}}$ رسوب سفید $AgCl$

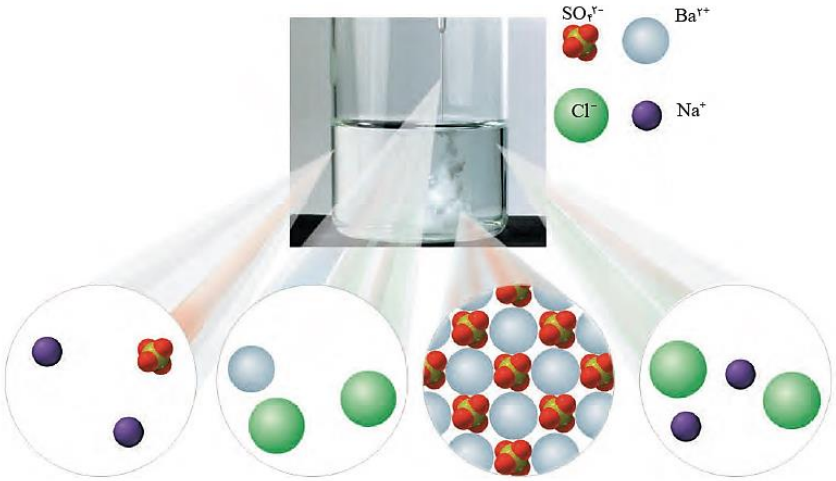
واکنش: $AgNO_3(aq)+NaCl(aq)\rightarrow AgCl(s)+NaNO_3(aq)$

Ba^{2+}(یون باریم) $\xrightarrow{\text{توسط}}$ SO_4^{2-} $\xrightarrow{\text{تشکیل}}$ رسوب سفید $BaSO_4$

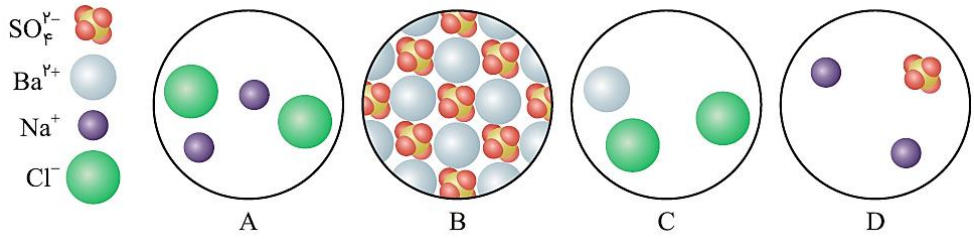
واکنش: $Na_2SO_4(aq)+BaCl_2(aq)\rightarrow BaSO_4(s)+2NaCl(aq)$

Ca^{2+} (یون کلسیم) $\xrightarrow{\text{توسط}}$ PO_4^{3-} $\xrightarrow{\text{تشکیل}}$ رسوب سفید $Ca_3(PO_4)_2$

واکنش: $2Na_3PO_4(aq)+3CaCl_2(aq)\rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)+6NaCl(aq)$



تست :با توجه به شکل‌های زیر چند مورد از مطالب زیر درباره آن‌ها درست است ؟ تجربی ۹۵



- A با B واکنش می‌دهد و C وD تشکیل می‌شوند .
- C یکی از فراورده‌های واکنش B با D و محلول در آب است .
- C وd با هم واکنش می‌دهند و مجموع ضرایب در معادلع موازنه شده برابر ۵ است .
- واکنش C با D، B یکی از فراورده‌های محلول در آب است .

۱ ۲ ۳ ۴

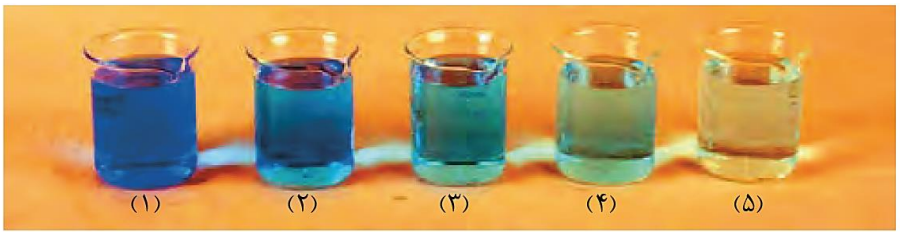
بریم سروقت مسائل محلول ها

ppm

جرم محلول: $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$

حجم محلول رقیق: $ppm = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$

هرگاه ۰/۵ گرم مس (II) سولفات را در ۹۹/۵ گرم آب حل کنید ، محلولی زیبا به رنگ آبی به دست می‌آید . حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق تر کنیم، محلولی بسیار کم رنگ پدید می آید که گویی رنگ ندارد. ظاهر بی رنگ آن نشان می دهد که محلول بسیار رقیق بوده و مقدار حل شونده در آن بسیار کم است .



شکل ۱۱ـ در هر ۱۰۰ گرم محلول شمارهٔ ۵، حدود ۰/۰۰۰۰۵ گرم مس (II) سولفات وجود دارد.

برای بیان ساده تر غلظت محلول های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون ها و آنیون ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت های گیاهی و مقدار آلاینده های هوا از کمیتی به نام قسمت در میلیون (ppm) استفاده می‌کنند

نکته : صورت و مخرج یادتان باشد که باید از یک نوع یکا (مثلا گرم ، کیلوگرم و ...) استفاده شود .

- ✓ **در مسائل ppm فرض بر این است که غلظت ماده حل شونده بسیار کم است . بنابراین جرم محلول را می‌توان تقریبا برابر جرم حلال (که معمولاً آب است) در نظر گرفت .** جرم حلال = جرم محلول
- ✓ **در مسائل ppm با توجه به این که غلظت محلول ناچیز است ، می‌توان چگالی محلول را معادل چگالی آب یعنی برابر ۱ در نظر گرفت .**

در مسائل **ppm** ⟹ چگالی محلول $= ۱\frac{g}{mL} = ۱\frac{kg}{L}$

محلول 5 ppm یعنی :

تست : 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 ؟

تست : اگر در ۲۰ کیلوگرم از آب دریا ، ۸ گرم یون Ca^{2+} وجود داشته باشد ، غلظت یون Ca^{2+} در آب دریا بر حسب ppm کدام است ؟

۸۰ ۸۰۰ ۴۰۰ ۱۶۰

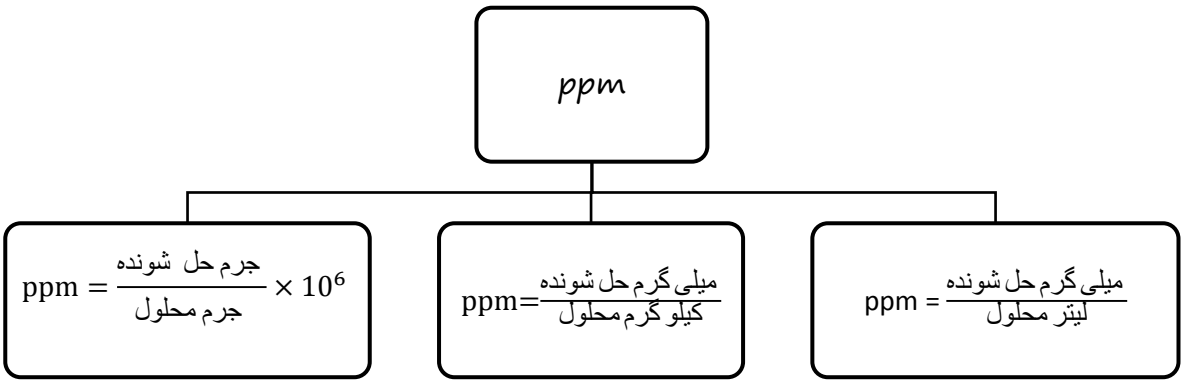
تست : غلظت یون پتاسیم در آب دریا برابر ppm ۳۸۰ است . در ۲۰۰ میلی لیتر آب دریا تقریباً چند مول یون پتاسیم وجود دارد ؟ (k=39)

۰/۰۲ ۰/۰۰۲ ۰/۰۴ ۰/۰۰۴

تست : اگر نرخ افزایش غلظت گاز NO_2 موجود در هوای آلوده یک شهر در یک بازه زمانی ۴ ساعته برابر ppm ۰/۳ در هر ساعت باشد ، غلظت نیتریک اسید حاصل از واکنش این آلاینده با آب هنگام بارش باران پس از پایان این بازه زمانی به تقریب برابر چند ppm است ؟ (واکنش را کامل فرض کنید ، گاز NO فراورده دیگر این واکنش است . (N=14 , O=16 , H=1) تجربی خارج ۱۴۰۱

۱/۱ ۰/۶ ۱/۶ ۰/۸

نکته خیلی مهم رو به خاطر بسپار :



تست : مقدار ۰/۰۰۲ میلی مول سدیم سولفات را در ۱۸۴ گرم آب حل می‌کنیم . غلظت یون سدیم در محلول حاصل ، تقریباً چند ppm است ؟ (O=16 , Na=23 , S=32)

تست : مقدار ۵/۵۵ گرم کلسیم کلرید را در ۵ لیتر آب حل میکنیم . غلظت یون کلرید بر حسب ppm کدام است ؟ (Ca=40 , Cl=35/5)

تست : یک نمونه از آب دریا دارای ۱۳۵۰ppm از یون Mg^{2+} است . برای تهیه روزانه ۲۷۰ کیلوگرم منیزیم ، ماهانه (۳۰ روز کاری) چند تن از این آب باید فراوری شود ؟ (فرض کنید که حداکثر ۸۰ ٪ منزیم آب دریا قابل استخراج باشد)

ریاضی خارج ۹۸

۶۰۰۰ ۷۵۰۰ ۹۰۰۰ ۱۲۰۰۰

غلظت یک نمونه محلول نمک MNO_3 برابر **۱۷۰ ppm** است . اگر شمار مول‌ها نمک در ۳۰۰ گرم محلول آن به تقریب ، باشد فلز **M** کدام است ؟ (**O=16 , N=14**) تجربی ۱۴۰۲

^{7}Li

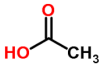
^{23}Na

^{39}K

^{108}Ag

درصد جرمی

۱ – غلظت بسیاری از محلول ها در صنعت ، پزشکی ، داروسازی ، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می شود .



۲ – **سرکه** ، محلول **۵ درصد جرمی** استیک اسید ( ) در آب است .

۳- محلول غلیظ نیتریک اسید (HNO_3) در صنعت با **غلظت ۷۰ درصد جرمی** تولید و بسته به کاربرد آن ، به محلولهای رقیق تر تبدیل می شود.

به مقدار گرم ماده حل شونده در ۱۰۰ گرم از یک محلول ، درصد جرمی گفته می‌شود .

درصد جرمی $(w/w)(a)$: $\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$

نکته : در صورت و مخرج باید یک نوع یکا باشد . مثلا هر دو گرم یا کیلوگرم و ....

۲۰ درصد جرمی یعنی : .....

تست : ۴ گرم سدیم کلرید در ۱۶ گرم آب حل شده است . درصد جرمی $NaCl$ را در این محلول حساب کنید .

تست : محلول ۲۵ درصد جرمی سولفوریک اسید تهیه شده است . در ۸۰ گرم از این محلول چند گرم H_2SO_4 حل شده است ؟

تست : برای تهیه محلول ۸۰ ٪ درصد جرمی نیتریک اسید ، چند گرم HNO_3 را باید در ۱۶۰ گرم آب حل کنیم ؟

تست : ۲۰۰ گرم محلول ۲۰ درصد جرمی کلسیم کلرید موجود است . اگر به این محلول به اندازه دو برابر جرم نمک موجود در آن ، $CaCl_2$ اضافه کنیم ، درصد جرمی محلول حاصل را تعیین کنید .

تست : به ۲۰۰ گرم محلول ۳۵/۵ درصد جرمی سدیم سولفات مقدار لازم کلسیم کلرید جامد اضافه می‌کنیم تا واکنش کامل شود . درصد جرمی یون سدیم در محلول به دست آمده در پایان واکنش پس از جدا کردن رسوب ، به کدام عدد نزدیک‌تر است ؟ معادله واکنش موازنه شود . (**Ca=40 , Cl=35/5 , S=32 , Na=23 , O=16**) **تجربی خارج ۹۹**

$$Na_2SO_{4(aq)} + CaCl_2 \rightarrow CaSO_{4(s)} + NaCl_{(aq)}$$

نکته : برای تبدیل درصد جرمی به غلظت ppm یا بالعکس از رابطه زیر استفاده می‌کنیم :

$$\text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^4$$

تست : در یک نمونه از آب دریا غلظت یون کلرید برابر ۱۹۰۰۰میلی‌گرم در لیتر است . چند درصد جرمی این نمونه آب دریا را یون کلرید تشکیل داده است ؟

نکته : برای محاسبه درصد جرمی حاصل از اختلاط دو یا چند محلول داریم :

$$\text{درصد جرمی محلول نهایی} = \frac{(\text{درصد جرمی محلول ۱} \times \text{جرم محلول ۱}) + (\text{درصد جرمی محلول ۲} \times \text{جرم محلول ۲}) + \cdots}{\text{جرم محلول ۱} + \text{جرم محلول ۲} + \cdots}$$

تست : **به ۴۰ گرم محلول ۲۰ درصد جرمی سدیم هیدروکسید در آب ، ۱۶۰ گرم محلول ۱۵ درصد جرمی آن اضافه شده است . درصد جرمی محلول نهایی کدام است ؟**

۱۶ ۱۷ ۱۸ ۱۹

تست : **دو محلول شامل آب و متانول ، اولی دارای ۴۰ ٪ و دومی دارای ۷۰ ٪ جرمی از متانول موجود است . اگر ۲۰۰ گرم از محلول اول با ۳۰۰ گرم از محلول دوم با یکدیگر مخلو شوند ، درصد جرمی متانول در محلول به دست آمده ، به تقریب کدام است ؟** تجربی خ ۹۴

۴۹ ۵۸ ۶۱ ۶۵

تست : **اگر ۲۸/۷۵ میلی لیتر اتانول خالص را با ۱/۵ مول آب مقطر مخلوط کنیم کدام ماده در محلول ایجاد شده در نقش حلال بوده ودرصد جرمی اتانول در این محلول کدام است ؟ (چگالی اتانول ۰/۸ g/ml ، H=1 , C=12 , O=16)** ریاضی خ ۹۰

آب – ۴۴ اتانول – ۴۴ آب – ۴۶ اتانول – ۴۶

غلظت مولار یا غلظت مولی (M)

به تعداد مول حل شونده در یک لیتر محلول ، غلظت مولار یا غلت مولی (M) گفته می‌شود . یکای غلظت مولار یا غلظت مولی ، مول بر لیتر ($mol.L^{-}$) یا مولار (M) است .

غلظت مولی(مولار): $(\frac{mol}{L})$ $\text{غلظت مولی} = \frac{\text{حل‌شونده (مول)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$

محلول ۰/ ۲ مولار یعنی : .....

غلظت مولی نسبت به درصد جرمی پرکاربردتر است زیرا :

۱ – شیمی دان‌ها مقدار ماده را بر حسب مول بیان می‌کنند که درواقع مبنای محاسبه های کمی در شیمی مول است .

۲ – اندازه‌گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه ، آسان‌تر از جرم آن است بنابراین کار کردن با غلظت مولار راحتر از کارکردن با سایر واحدها می‌باشد .

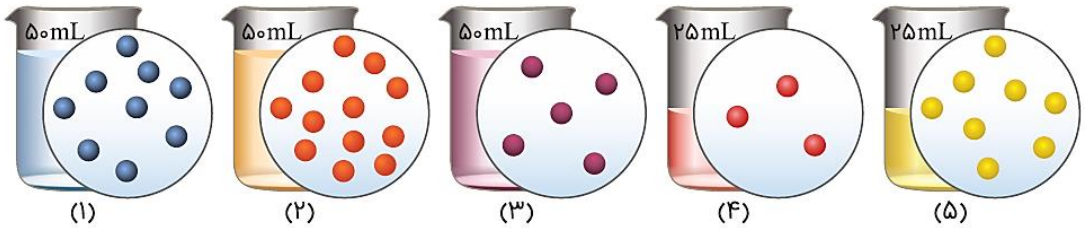
تست : در ۲۵۰ میلی لیتر محلول سولفوریک اسید ، ۰/۰۲۵ مول H_2SO_4 وجود دارد . غلظت مولار این محلول را تعیین کنید.

نکته : منظور از محلول مولار ، محلولی است که غلظت آن برابر ۱ مولار ($mol.L^{-}$) است .

تست : در ۵ میلی لیتر محلول مولار پتاسیم هیدروکسید ، چند میلی گرم KOH وجود دارد ؟ (KOH=40)

تست : در ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۴ مولار کلسیم کلرید ، چند یون Cl^{-} وجود دارد ؟

اگر در محلول‌های آبی ۱ تا ۵ (هر کدام شامل یک ترکیب متفاوت) مطابق شکل زیر ، هر ذره حل شوند هم ارز ۰/۲۵۰ مول باشد چند مطلب زیر درباره آنها درست است ؟ تجربی ۱۴۰۰



- غلظت مولی محلول ۴ ، ۱/۲۵ برابر غلظت مولی محلول ۳ است
- با اضافه شدن محلول‌های ۱ و ۳ به یکدیگر ، غلظت مولار هر یک در محلول جدید نصف می‌شود .
- اگر جرم دو محلول ۱ و ۲ برابر باشد جرم مولی حل شونده ۲ ، ۰/۷۵ جرم مولی حل شونده محلول ۱ است .
- اگر نسبت جرم مولی حل شونده محلول ۵ به محلول ۲ ، برابر ۰/۷۵ باشد غلظت دو محلول با یکای ppm برابر است .

۱ ۲ ۳ ۴

نکته : اگر در سوالات صحبت از درصد جرمی و چگالی شد برای یک محلول از رابطه زیر میتوانیم استفاده کنیم :

$$\text{مولار} = \frac{10 \times a \times d}{M}$$

a : درصد جرمی (بدون ۱۰۰ وارد کن)

d : چگالی

M : جرم مولی

تست : محلول ۲۳ درصد جرمی اتانول در آب به تقریب چند مولار است ؟ ریاضی ۹۸

(چگالی محلول = $0/9 g.mL^{-1}$ ، $O=16 , C=12 , H=1$)

۳/۵ ۴/۵ ۳ ۴

تست : غلظت یون کلسیم برابر ۱۳۶۰ میلی‌گرم در یک کیلوگرم از یک نمونه آب است. درصد جرمی و غلظت مولار این یون به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند ؟ تجربی ۹۸ (چگالی محلول = $1 g.mL^{-1}$ و $Ca=40$)

۰/۰۳۴ ، ۰/۱۳۶ ۰/۱۲۵×۱۰$^{-3}$ ، ۰/۱۳۶ ۰/۳۴ ، ۱۳/۶ ۱/۲۵×۱۰$^{-3}$ ، ۱۳/۶

تست : برای تهیه ۶/۷۲ گاز کلر ، در شرایط **STP** از واکنش $MnO_{۲(s)}$ با هیدروکلریک اسید مطابق واکنش موازنه نشده زیر چند میلی‌لیتر محلول ۱۴/۶ درصد جرمی این اسید با چگالی مصرف می شود ؟ (**Cl=35/5 , H=1**) ریاضی ۸۹

$$MnO_{۲(s)}+HCl_{(aq)} \rightarrow MnCl_{۲}(aq)+Cl_{۲(g)}+H_{۲}O_{(l)}$$

۳۲۵

۲۵۰

۲۰۰

۳۰۰

تست : با توجه به واکنش داده شده اگر ۲۰۰ میلی لیتر محلول $Ba(OH)_{۲}$ با غلظت **۲۱۳۷۵ ppm** موجود باشد ، چند میلی‌لیتر محلول ۰/۴ مولار **HCl** برای واکنش کامل با آن لازم است ؟ (چگالی محلول برابر با چگالی آب در نظر گرفته شود ، معادله واکنش موازنه شود ، **H=1 , O=16 , Ba=137**) ریاضی ۱۴۰۲

۱۲۵ ۷۵ ۶۲/۵ ۳۷/۵

$$Ba(OH)_{۲\,(aq)}+HCl_{(aq)} \rightarrow BaCl_{۲(aq)}+H_{۲}O_{(l)}$$

تست : با توجه به شکل زیر اگر هر ذره هم ارز ۰/۰۲ مول سدیم هیدروکسید (قبل از حل شدن) باشد ، غلظت محلول حاصل چند مولار است و ۱۵ میلی لیتر از آن چند گرم سولفوریک اسید را خنثی می‌کند ؟ (**S=32 , H=1 , O=16**) دی ۱۴۰۱

۲/۹۴ ، ۴

۵/۸۸ ، ۴

۲/۹۴ ، ۰/۲

۵/۸۸ ، ۰/۲

تست : اگر ۱۰ گرم مخلوطی از گرد منیزیم و نقره را در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۸ مولار هیدروکلریک اسید وارد کنیم تا واکنش کامل انجام شود و در پایان واکنش ، غلظت مولار محلول به $mol.L^{-1}$ ۰/۳ کاهش یابد ، درصد جرمی نقره در این نمونه کدام است و چند مول فلز منیزیم در آن وجود دارد ؟ (فراورده واکنش ، گاز هیدروژن و کلرید فلز است . از تغییر حجم محلول چشم پوشی شود) (Ag=108 , Mg=24) تجربی ۱۴۰۰

۱) ۶۶ ، ۰/۰۵ ۲) ۶۶ ، ۰/۱۴ ۳) ۸۸ ، ۰/۰۵ ۴) ۸۸ ، ۰/۱۴

نکته : **غلظت گرم بر لیتر** (که با نماد C نشان میدهیم) را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود :

$$C = \frac{\text{مقدار گرم حل‌شونده (g)}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر (L)}}$$

برای تبدیل سریعتر غلظت مولی (M) و غلظت گرم بر لیتر (C) ، می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود :

$$M = \frac{C}{\text{جرم مولی}}$$

تست : چنانچه ۰/۰۲ مول کلسیم کلرید را در مقداری آب حل کنیم و با آب خالص ، حجم محلول را به ۵۰ میلی لیتر برسانیم ، غلظت محلول کلسیم کلرید را بر حسب گرم بر لیتر تعیین کنید . (Ca=40 , Cl=35/5)

رقیق کردن محلول‌ها

هنگامی که یک محلول غلیظ را توسط آب خالص رقیق می کنیم غلظت مولی آن کاهش می‌یابد .

$$M_1V_1 = M_2(V_1 + V_w)$$

اگر : $V_1 + V_w = V_2$ در نظر بگیریم فرمول به این صورت بازنویسی خواهد شد :

$$\underbrace{M_1 \times V_1}_{\text{محلول غلیظ}} = \underbrace{M_2 \times V_2}_{\text{محلول رقیق}}$$

تست : **برای تهیه محلول ۰/۱ مولار نیتریک اسید ، چند میلی لیتر آب خالص را باید به ۲۵ میلی‌لیتر ۰/۵ مولار HNO_3 اضافه کنیم ؟**

تست : **چنانچه ۲۰۰ میلی لیتر آب خالص را به ۵۰ میلی لیتر محلول ۲ گرم در لیتر سدیم هیدروکسید اضافه کنیم ، غلظت محلول حاصل چند مولار خواهد بود ؟** (H=1 , O=16 , Na=23)

تست : **۴۰ میلی لیتر محلول نیتریک اسید را با آب مقطر تا حجم ۲۵۰ میلی لیتر رقیق میکنیم . اگر ۱۰ میلی لیتر از این محلول رقیق شده بتواند با ۰/۰۰۲ مول روی هیدروکسید واکنش کامل دهد ، غلظت محلول نیتریک اسید اولیه چند مولار بوده است ؟** (معادله موازنه شود) $HNO_{3(aq)} + Zn(OH)_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O_{(l)}$ ریاضی ۱۴۰۱

۵ ۳ ۲/۵ ۱/۵

مخلوط کردن چند محلول همجنس :

$$M = \frac{M_1V_1 + M_2V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

M غلظت نهایی و M_2 و M_1 غلظت‌های اولیه

تست : چنانچه ۲۰ میلی لیتر محلول ۰/۵ مولار سولفوریک اسید با ۳۰ میلی لیتر محلول یک مولار سولفوریک اسید مخلوط کنیم غلظت نهایی بر حسب مولار کدام است ؟

خواستی استوکیومتری و محلول رو ترکیب کنی یادت باشه اینو :

$$\text{هر کسر دیگه ای} = \frac{MV}{\text{ضریب استو}}$$

تست : ۲۰۰ میلی لیتر از محلول هیدروکلریک اسید نیم مولار با چند گرم فلز آلومینیوم واکنش می‌دهد ؟ (Al=27)

$Al + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2$

۰/۷ ۰/۸ ۰/۹ ۱/۲

تست : اگر از واکنش ۴۰۰ میلی لیتر محلول نقره نیترات با مقدار کافی پتاسیم کرومات ، ۱۳/۲۸ رسوب تشکیل شود ، غلظت مولی محلول نقره نیترات کدام است ؟ (O=16 , Cr=52 , Ag=108)

$AgNO_3(aq) + K_2CrO_4(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + Ag_2CrO_4(s)$

۰/۲ ۰/۴

۰/۶ ۰/۸

تست : واکنش سولفوریک اسید با سدیم هیدروژن کربنات به صورت زیر است (معادله واکنش موازنه شود)

$$NaHCO_{3(s)}+H_2S_{(aq)}\rightarrow Na_2SO_{4(aq)}+CO_{2(g)}+H_2O_{(l)}$$

تست : برای واکنش کامل با ۷۵۰ میلی لیتر محلول ۴ مولار سولفوریک اسید ، چند گرم سدیم هیدروژن کربنات نیاز است و اگر گاز کربن دی‌اکسید تولید شده در واکنش : $BaO_{(s)}+CO_{2(g)}\rightarrow BaCO_{3(s)}$ شرکت کند ، چند گرم $BaCO_{3(s)}$ تولید می شود ؟ (Ba=137 , Na=23 , O=16 , C=12 , H=1) تجربی خارج ۹۹

۷۶۵- ۲۵۲

۱۱۸۲ – ۲۵۲

۵۰۴-۷۶۵

۱۱۸۲ -۵۰۴

تست : با ۴ میلی گرم سدیم هیدروکسید ، به تقریب چندگرم محلول ppm ۵۰ آن را میتوان تهیه کرد و این محلول با چند مول سدیم هیدروژن سولفات واکنش می‌دهد ؟ ریاضی ۹۲

$$NaOH+NaHSO_4\rightarrow Na_2SO_4+H_2O$$ (H=1 , O=16 , Na=23)

10^{-3} – ۵۰

10^{-4} – ۵۰

10^{-3} – ۸۰

10^{-4} – ۸۰

تست : اگر در مقدار معینی از یک نمونه آب به ترتیب ۱۹۵ و ۱۸۴ گرم از یون‌های Zn^{2+} و Na^{+} مقدار کافی از SO_4^{2-} وجود داشته باشد پس از تبخیر آب ، تفاوت جرم نمک بدون آب سدیم با جرم نمک بدون آب روی چند گرم است ؟

تجربی خارج ۹۸ (Zn=65 , S=32 , Na=23 , O=16) ۷۰ ۸۵ ۹۴ ۱۱۲

تست : ۱۰ گرم محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ppm ۱۲۰ با چند مول آهن (III) کلرید واکنش کامل می دهد ؟

ریاضی خارج ۹۳ (H=1 , O=16 , Na=23)

$NaOH + FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 + NaCl$

۱) 10^{-3}

۲) 4×10^{-3}

۳) 10^{-5}

۴) 2×10^{-5}

تست : ۲۵ میلی لیتر محلول ۳۶/۵ درصد جرمی هیدروکلریک اسید با چگالی $1/2 g.mL^{-1}$ با چند گرم کلسیم کربنات خالص واکنش می‌دهد ؟

$CaCO_3 + HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

۱) ۱۰

۲) ۱۵

۳) ۱۷/۵

۴) ۲۰

تست : به ۱۰ میلی لیتر محلول ۲ مولار HCl ، آب مقطر اضافه می‌کنیم تا حجم آن به یک لیتر برسد . ۱۰۰ میلی لیتر از این محلول با چند میلی گرم کلسیم کربنات خنثی می‌شود ؟ (Ca=40 , C=12 , O=16 , H=1) تجربی خارج ۹۵

$CaCO_3 + HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

۱) ۱۰

۲) ۲۰

۳) ۱۰۰

۴) ۲۰۰

تست : اگر ۲ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید را در یک بالون حجمی تا حجم ۵۰ میلی لیتر رقیق کنیم و ۱۰ میلی لیتر از این محلول رقیق بتواند با ۸۰ میلی گرم مس(II) سولفات واکنش کامل دهد، غلظت محلول اولیه ی سدیم هیدروکسید چند مول بر لیتر بوده است؟ ریاضی ۸۹ (Cu=64 , S=32 , O=16)

$CuSO_4 + NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$

۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰

۳) ۲۰ ۴) ۲۰۰

تست : اگر مجموع غلظت مولی یون‌های موجود در یک نمونه محلول کلسیم کلرید خالص $0/06 mol.L^{-1}$ باشد ، در ۱۰۰ میلی لیتر از این محلول با نقره نیترات چند میلی گرم رسوب سفید رنگ نقره کلرید تشکیل می‌شود ؟ **ریاضی ۹۱**

$CaCl_{2(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + Ca(NO_3)_{2(s)}$ (Ag=108 , Cl=35/5 ,)

۵۷۴

۴۳۰/۵

۲۸۷

۷۱۶/۵

تست : اگر ۵۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی با ۰/۰۷۶ گرم آهن (II) سولفات واکنش کامل دهد ، غلظت محلول سدیم هیدروکسید برابر چند **ppm** است ؟ ($H=1 , O=16 , Na=23 , S=32 , Fe=56$) **تجربی ۹۲**

$NaOH + FeSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow Fe(OH)_2$

۶۸/۴

۷۹/۲

۸۵/۶

۸۹/۳

تست : ۲۰ گرم از یک نمونه سنگ معدن آهن در ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول اسیدی انداخته شده است تا یون‌های Fe^{3+} آن به صورت محلول درآیند . اگر با فازودن مقدار زیادی $NaOH_{(s)}$ به این محلول ، ۵/۳۵ گرم از رسوب آهن (III) هیدروکسید به دست آید، درصد جرمی آهن در این نمونه سنگ معدن کدام است ؟ ($H=1 , O=16 , Fe=56$) **ریاضی ۹۸**

$Fe_2O_{3(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

$FeCl_{3(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow Fe(OH)_{3(s)} + NaCl_{(aq)}$

۴

۸

۱۰

۱۴

گلوکومتر :

● دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر). این دستگاه میلی‌گرم گلوکز را در هر دسی‌لیتر (dL) از خون نشان می‌دهد.

فرمول شیمیایی گلوکز که نوعی قند است به صورت $C_6H_{12}O_6$ می باشد .

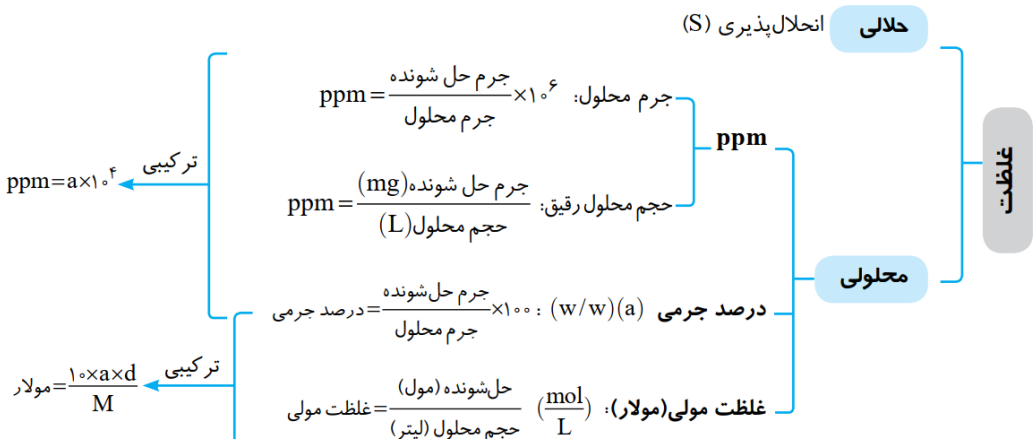
نکته : اگر چگالی خون انسان را برابر $1g.ml^{-}$ فرض کنیم ، برای تعیین غلظت قند خون بر حسب *ppm* کافی است که عدد نشان داده توسط گلوکومتر را در ۱۰ ضرب می‌کنیم :

۱۰ × عدد خوانده شده از روی گلوکومتر = غلظت قند خون بر حسب ppm

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.

اگر دستگاه گلوکومتر مقدار قند خون فردی را برابر ۱۰۵ نشان دهد ، غلظت گلوکز با یکای ppm در خون او چند برابر غلظت گلوکز با یکای ppm در محلولی است که ۳۰۰ میلی لیتر آن ۵×۱۰^{-۳} مول گلوکز وجود دارد ؟ (جرم هر میلی لیتر از محلول‌ها ، یک گرم در نظر گرفته شود . O=16 , C=12 , H=1) دی ۱۴۰۱

۰/۷۲ ۰/۵۱ ۰/۳۵ ۰/۲۵



انحلال پذیری

بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می شود، **انحلال پذیری** [1] آن ماده می نامند

محلول‌ها را بر اساس میزان ماده‌ی حل شونده موجود در آن‌ها به سه دسته تقسیم می‌کنند :

۱ – **محلول سیر نشده :** محلولی که در دمای مورد نظر ، هنوز جا دارد مقدار بیشتری ماده‌ی حل شونده در خود حل نماید .

تشخیص: *برای تشخیص محلول سیرنشده می‌توان در دمای ثابت مقدار معینی از یک حل شونده را به محلول موردنظر اضافه کرد، اگر همه یا بخشی از حل شونده اضافه شده در محلول حل شود، محلول اولیه سیر نشده بوده است.*

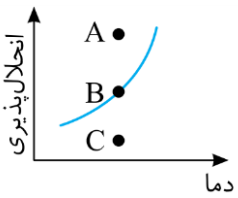
۲ – **محلول سیر شده :** محلولی است که در آن مقدار ماده‌ی حل شونده (بر حسب گرم) به ازای ۱۰۰ گرم حلال درست برابر با انحلال پذیری ماده‌ی مورد نظر در دمای مربوطه است . بدیهی است که چنین محلولی دیگر قادر نیست مقدار بیشتری از حل‌شونده را در خود حل نماید .

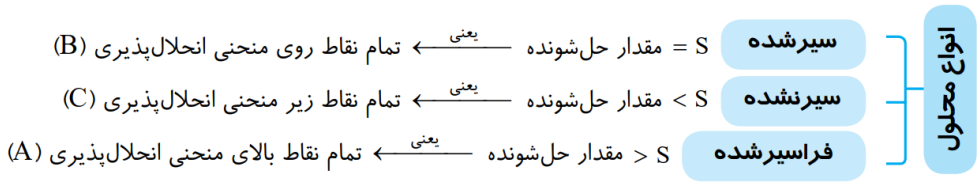
تشخیص: *برای تشخیص محلول سیر شده می‌توان در دمای ثابت مقدار معینی از ماده حل شونده را به محلول مورد نظر اضافه کرد، اگر همان مقدار حل شونده اضافه شده، رسوب کند، محلول سیر شده بوده است.*

۳ – **محلول فراسیرشده :** محلولی است که در آن ، مقدار ماده‌ی حل شونده (بر حسب گرم) به ازای ۱۰۰ گرم حلال ، بیشتر از انحلال پذیری ماده مورد نظر در دمای مربوطه است .

نکته: *محلول‌های فراسیرشده محلول های ناپایداری هستند و در اثر ضربه یا اضافه نمودن مقدار بیشتری حل شونده به آنها، مقدار اضافی حل شونده رسوب کرده و محلول فراسیرشده به محلول سیرشده تبدیل می شود.*

تشخیص: *برای تشخیص محلول فراسیرشده می‌توان در دمای ثابت، مقدار معینی از ماده حل شونده را به محلول موردنظر اضافه کرد، اگر مقدار بیشتری نسبت به مقدار حل شونده اضافه شده، رسوب کند، محلول اولیه فراسیرشده بوده است.*





خود را بیازمایید کتاب درسی :

۱ – اگر ۱۹۰ گرم سدیم نیترات در دمای ۲۵ درجه ، درون ۲۰۰ گرم آب بریزیم ، پس از تشکیل محلول سیرشده :

آ – چند گرم محلول به دست می‌آید ؟

ب – چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می‌ماند ؟

۲ - **اغلب سنگ های کلیه از رسوب کردن برخی نمکهای کلسیم دار درکلیه ها تشکیل می شوند** :

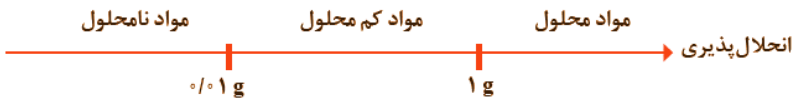
آ) مقدار این نمکها در ادرار افراد سالم از انحلال پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟
ب) در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می شوند، مقدار این نمکها در ادرار از انحلال پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

بررسی نکات :

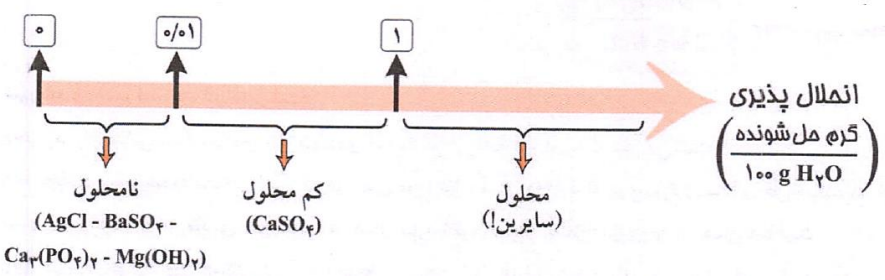
- ✓ امارها نشان می‌دهد که نزدیک به ۳ درصد از هم‌وطنان عزیزمان به سنگ کلیه دچارند .
- ✓ مقدار نمک‌های کلسیم دار در ادرار افراد سالم از انحلال پذیری آن‌ها کم‌تر است . به همین دلیل این نمک‌ها در ادرار افراد سالم به صورت محلول باقی مانده و به راحتی دفع می‌شوند .
- ✓ در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می‌شوند ، مقدار نمک‌های کلسیم‌دار در ادرار ، از انحلال پذیری آن‌ها بیشتر است به همین دلیل ادرار این افراد نمی‌تواند مقدار اضافی این نمک‌ها را در خود حل کند . بنابراین مقدار اضافی این نمک‌ها در کلیه ها رسوب می‌کنند .

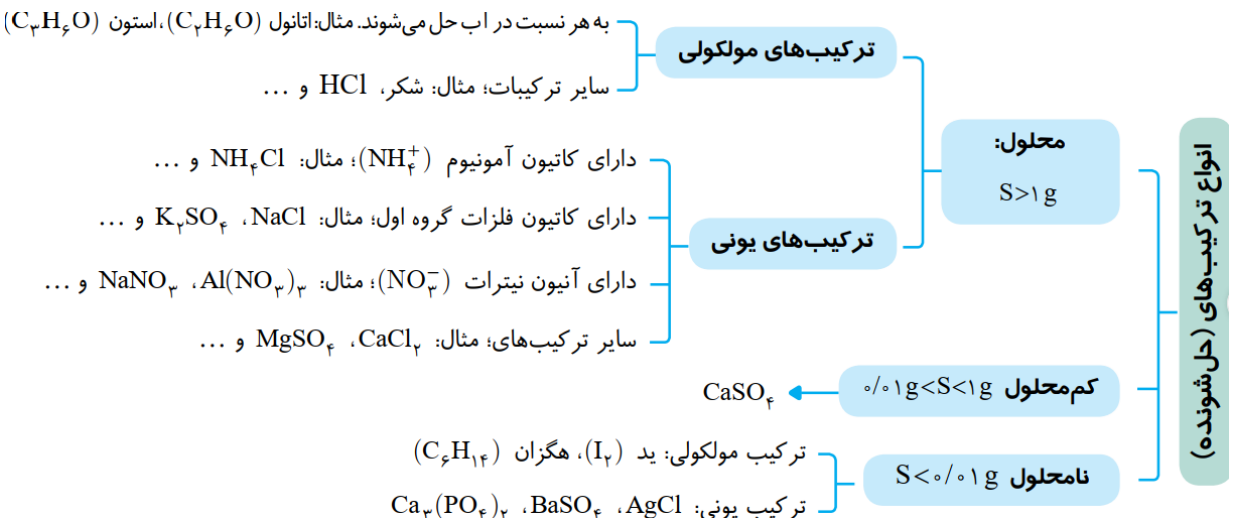
مهم‌ترین عواملی که باعث ایجاد سنگ کلیه می‌شوند عبارتند از : زمینه ژنتیکی ، تغذیه نامناسب ، کم تحرکی ، مصرف بیش از حد نمک خوراکی ، نوشیدن کم آب ، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات ، اختلالات هورمونی

شیمی دان ها مواد حل شوندهٔ جامد را براساس انحلال پذیری در آب و دمای اتاق به صورت زیر دسته بندی می کنند :



نام حل‌شونده	فرمول شیمیایی	انحلال‌پذیری ($\frac{\text{گرم حل شونده}}{۱۰۰\text{g } H_۲O}$)
شکر	$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}$	۲۰۵
سدیم نیترات	$NaNO_۳$	۹۲
سدیم کلرید	NaCl	۳۶
کلسیم سولفات	$CaSO_۴$	۰/۲۳
کلسیم فسفات	$Ca_۳(PO_۴)_۲$	۵×۱۰^{-۴}
نقره کلرید	AgCl	$۲/۱\times۱۰^{-۴}$
باریم سولفات	$BaSO_۴$	$۱/۹\times۱۰^{-۴}$

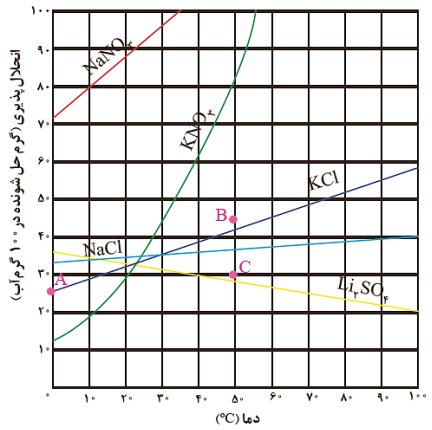




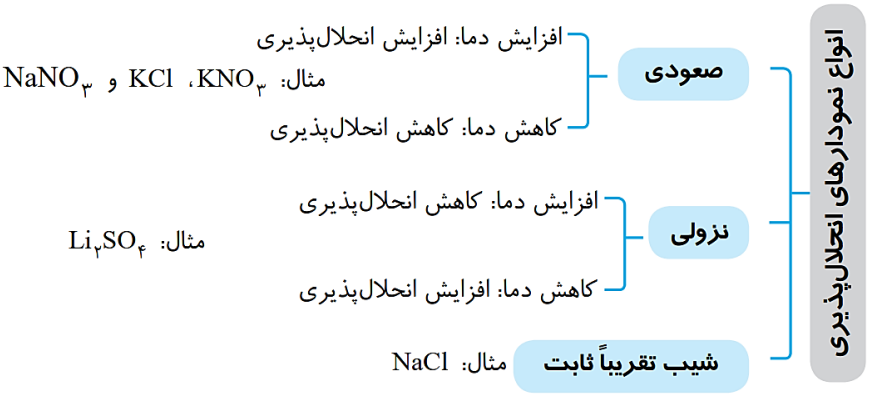
نمودار انحلال پذیری

انحلال پذیری نمک‌ها به نوع آن‌ها و نیز به دما بستگی دارد . تاثیر دما بر میزان انحلال‌پذیری نمک‌های مختلف را معمولاً در قالب نمودار " انحلال پذیری – دما " بیان می‌کنند . این نمودارها براساس آزمایش و از داده‌های تجربی به دست می‌آیند.

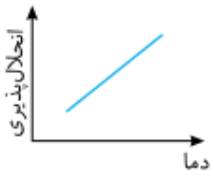
نمودار انحلال پذری سه حالت میشه :



نمودار۲ـ انحلال پذیری برخی ترکیب‌های یونی در آب برحسب دما



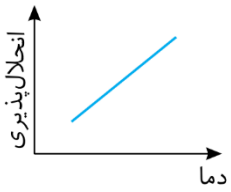
حالت اول : رابطه مستقیم



یعنی با افزایش دما نمودار صعودی ، و با کاهش دما نمودار نزولی میشه

برای اغلب نمک‌ها این حالت است مانند : $KCl - NaCl - KNO_3 - NaNO_3$

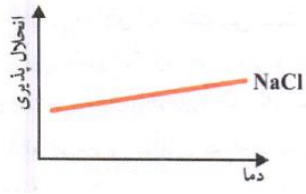
حالت دوم : رابطه عکس



یعنی با افزایش دما انحلال پذیری کاهش ، و با کاهش دما انحلا پذیری زیاد میشه .

تنها مثال کتاب درسی لیتیم سولفات (Li_2SO_4) هست .

حالت سوم : تقریبا بدون تاثیر



یعنی تغییرات دما اثر چندانی روی انحلال پذیری آن ماده ندارد .

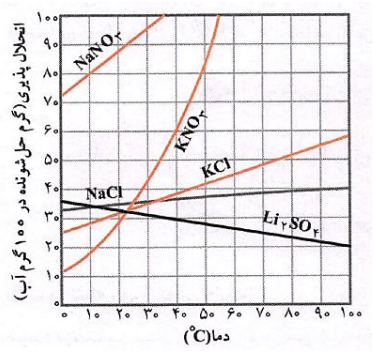
در محدوده کتاب درسی فقط NaCl این حالت رو داره .

نکته : هر چی شیب نمودار بیشتر باشه ، تاثیر دما روی اون هم بیشتره . بیشترین تاثیر مربوط به KNO_3 است .

نکته : با توجه به نمودار ، منحنی برای اغلب نمک‌ها شکل خطی داره و تنها نمودار غیر خطی بازم مربوط به KNO_3 میشه !

با هم بیندیشیم

با توجه به نمودار ۲، به پرسش های زیر پاسخ دهید .



الف – انحلال پذیری لیتیم سولفات در۸۵ درجه چند گرم است؟ در چه دمایی انحلال پذیری آن برابر با ۲۸ گرم است ؟

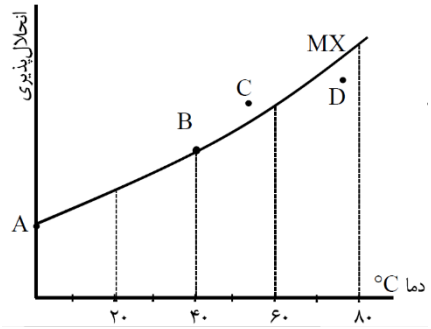
ب – هریک از نقطه های C, B نسبت به منحنی انحلال پذیری KCl نشان دهندهٔ چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

پ – هنگامی که ۱۳۳ گرم محلول سیرشدهٔ لیتیم سولفات را از دمای ۲۰ تا دمای ۷۰ درجه ، گرم میکنیم، چه رخ می دهد؟ توضیح دهید.

ت – انحلال پذیری کدام ترکیب یونی کمتر به دما وابسته است؟ چرا؟

ث)– نقطهٔ A روی نمودار انحلال پذیری KCl عرض از مبدأ آن نام دارد .این نقطه نشان دهندهٔ چیست؟ توضیح دهید.

تست : با توجه به شکل زیر چند مورد از مطالب زیر درباره نمک MX درست است ؟ **ریاضی ۹۸**



- در نقطه B محلول این نمک حالت سیر شده دارد .
- نقطه A ، انحلال‌پذیری این نمک را در دمای صفر درجه نشان می‌دهد .
- در نقطه D ، حلال می‌تواند مقدار دیگری از این نمک را در خود حل کند .
- در نقطه C ، حلال توانسته است مقدار بیشتر از حد حل شدن از این نمک را در خود حل کند .

مسائل انحلال پذیری

$$\text{انحلال پذیری} = \frac{g}{۱۰۰gH_۲O}$$

تست : در ۱۲۰ گرم محلول سیرشده‌ی آمونیوم کلرید در دمای معین ، ۴۰ گرم نمک وجود دارد . انحلال‌پذیری آمونیوم کلرید را در دمای موردنظر حساب کنید .

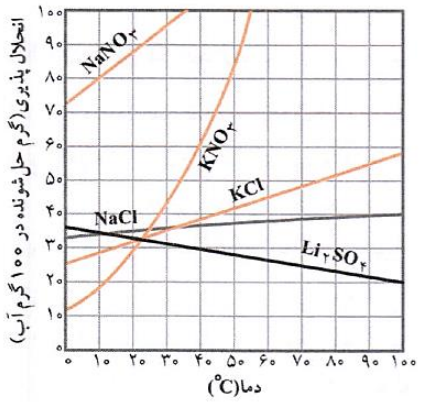
تست : انحلال پذیری سدیم نیترات در دمای ۱۰ C برابر ۸۰ گرم است . حساب کنید برای تولید محلول سیرشده آن در دمای ۱۰ C ، چند گرم سدیم نیترات را می‌توان در ۲۰ گرم آب حل نمود ؟

تست : انحلال پذیری پتاسیم کلرید در دمای ۷۵C برابر ۵۰ گرم است . ۷۵ گرم از محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید در این دما ، دارای چند گرم KCl است ؟

تست : انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات در دماهای $60^{\circ}C$ و $0^{\circ}C$ به ترتیب برابر ۱۱۰ و ۱۲ گرم است . هر گاه ۵۵ گرم محلول سیرشده‌ی KNO_3 را از $60^{\circ}C$ درجه به $0^{\circ}C$ درجه سرد کنیم چند گرم رسوب پتاسیم نیترات حاصل می شود ؟

تست : انحلال یک نمک در دمای $20^{\circ}C$ ، برابر ۸ گرم است . چنانچه مقدرا ۶۹ گرم محلول سیرشده این نمک را از دمای $70^{\circ}C$ تا دمای $20^{\circ}C$ سرد کنیم مشاهده می‌کنیم که ۱۵ گرم نمک رسوب می‌کند . انحلال‌پذیری این نمک در دمای $70^{\circ}C$ چند است ؟

تست : با توجه به نمودار مقابل ۲۵ گرم پتاسیم‌کلرید در ۵۰گرم آب در کدام دما سیرنشده و در کدام دما فراسیر شده است ؟



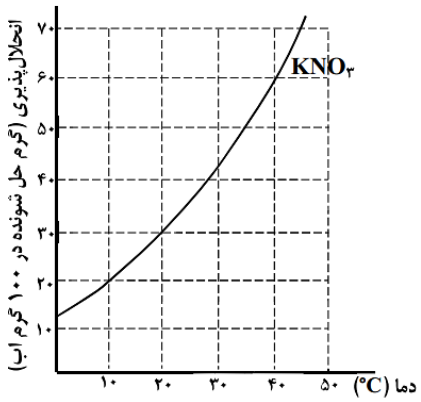
۴۰ – ۷۶

۲۵ – ۵۰

۴۵ – ۸۵

۸۰ – ۹۰

تست : غلظت یک نمونه محلول سیرشده از پتاسیم نیترات در دمای $a^\circ C$ پس از سرد کردن تا دمای $b^\circ C$ از ۳۷/۵ به ۱۶/۷ درصد جرمی کاهش می‌یابد . با توجه به شکل زیر تفاوت **a** و **b** ، برابر چند $^\circ C$ است ؟ ریاضی ۱۴۰۰



۴۰

۳۰

۲۰

۱۰

تست : انحلال‌پذیری سدیم کلرید در دمای $25^\circ C$ برابر ۳۶ گرم است . اگر ۴۱۶ گرم سدیم کلرید را در این دما درون یک کیلوگرم آب بریزیم چند مورد از مطالب زیر برای تشکیل یک مخلوط سیرشده همگن درست است ؟ تجربی ۱۴۰۰

۱۵/۵ ٪ از جرم آغازی حلال ، آب اضافه شود

۱۱/۴ از جرم محلول موجود ، نمک اضافه شود

۱۳/۵ ٪ از جرم آغازی نمک از ظرف خارج شود

۷/۵ ٪ از جرم آغازی نمک ، اب از ظرف خارج شود

تست : انحلال‌پذیری یک نمک در دماهای ۷۰ و ۱۰ درجه سلسیوس به ترتیب برابر ۲۵ و ۳۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است . اگر ۲۵۰ گرم محلول سیرده از این نمک با غلظت ۲ مولار موجود باشد ، با تغییر دمای این محلول به میزان ۱۵ درجه سیلسیوس به تقریب چند درصد از نمک رسوب خواهد کرد ؟ (چگالی محلول برابر با چگالی آب و جرم مولی نمک برابر ۱۰۰ گرم و معادله انحلال‌پذیری آن خطی در نظر گرفته شود .) تجربی ۱۴۰۲

۱۵

۳۰

۱۷/۸

۸/۹

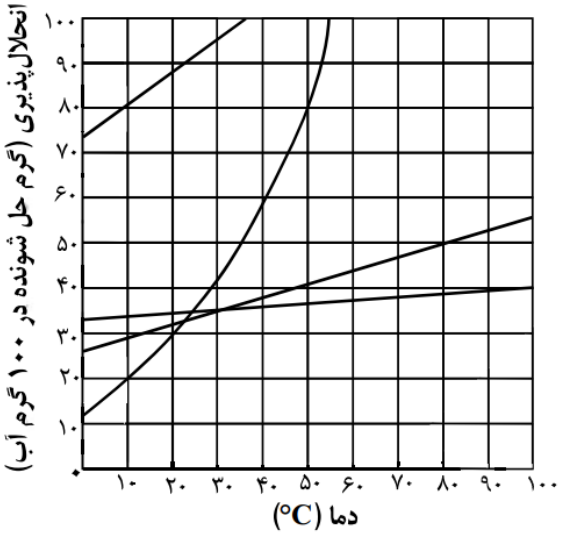
تست : با توجه به نمودار انحلال‌پذیری – دما برای شماری از ترکیب‌های یونی ، اگر تفاوت انحلال‌پذیری دو نمکی که به ترتیب بیشترین و کمترین وابستگی به تغییرات دما دارند ، در $۳۰^{\circ}C$ برابر **a** و در $۵۵^{\circ}C$ برابر **b** در نظر گرفته شود ، **b-a** به تقریب برابر چند گرم است ؟ تجربی ۱۴۰۰

۴۲

۵۵

۶۸

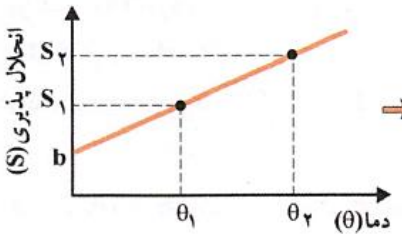
۷۴



تعیین معادله انحلال‌پذیری

فرم کلی معادله‌ی انحلال‌پذیری : $S = a\theta + b$

که در آن، θ بیان‌گر دما و S بیان‌گر انحلال‌پذیری در دمای مربوطه است. a و b نیز به ترتیب نشان‌دهنده‌ی شیب خط و عرض از مبدأ هستند.



$$\Rightarrow a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$$

a شیب منحنی و b عرض از مبدا (نقطه‌ای که انحلال پذیری صفر می‌باشد) نام دارد .

معادلهٔ انحلال‌پذیری ← $S = m\theta + S_0$

- شیب (m) : $m = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$
  - اگر $m > 0$ ← نمودار صعودی ← با افزایش دما، انحلال‌پذیری افزایش می‌یابد.
  - اگر $m < 0$ ← نمودار نزولی ← با کاهش دما، انحلال‌پذیری افزایش می‌یابد.
  - هرچه اندازهٔ m بیش‌تر باشد ← دما تأثیر بیش‌تری بر انحلال‌پذیری دارد.
- عرض از مبدأ (S_0) ← انحلال‌پذیری در دمای $0^{\circ}C$

مثال : معادله انحلال‌پذیری سدیم نیترات را به دست آورید . همچنین پیش بینی کنید در دمای ۷۰ درجه انحلال پذیری آن چقدر است .

$\theta(^{\circ}C)$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S(\frac{g\,NaNO_3}{100\,g\,H_2O})$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

مثال : با توجه به جدول زیر، معادله ای برای انحلال پذیری پتاسیم کلرید برحسب دما به دست آورید.

$\theta(^{\circ}C)$	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S(\frac{gKCl}{۱۰۰gH_۲O})$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

تست : چنانچه بدانیم معادله‌ی انحلال پذیری (S) پتاسیم کلرید بر حسب دما (θ) به صورت $s = ۰/۳\theta + ۲۷$ است ، محلول سیرشده‌ی این نمک در دمای ۴۰ درجه به تقریب چند مولار است ؟ چگالی این محلول را برابر $۱/۱ g.mL^{-}$ در نظر بگیرید . ($k=39$, $Cl=35/5$)

تست : با توجه به اینکه معادله انحلال‌پذیری (s) نسبت به (θ) برای دو نمک سدیم نیترات و پتاسیم کلرید به صورت زیر هستند ، در میان عبارت‌های داده شده چند مورد درست هستند ؟

$$NaNO_۳ : S : ۰/۸\theta + ۷۲$$

$$KCl \quad : S : ۰/۳\theta + ۲۷$$

آ – در دمای C ۸۶ انحلال پذیری‌های این دو نمک با یکدیگر برابر می‌شوند .

ب – در همه دماها ، انحلال‌پذیری سدیم نیترات $\frac{۸}{۳}$ برابر انحلال پذیری پتاسیم کلرید است .

پ – در دمای C ۱۰ ، محلول سیرشده‌ی سدیم نیترات دارای غلظت تقریبی ۴۴/۴ درصد جرمی است .

ت – در دمای C ۵۰ ، به تقریب محلول ۲۹/۶ درصد جرمی پتاسیم کلرید یک محلول سیرشده است .

تست : محلول سیرشده‌ی نمکی با جرم مولی ۸۰ گرم و چگالی $1/g.mL^{-1}$ در دمای معین تهیه شده است . اگر غلظت مولار آن در همان دما برابر $2/5mol.L^{-}$ باشد ، انحلال پذیری آن در دمای آزمایش ، چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است ؟ **ریاضی ۹۵**

۳۰ ۲۴ ۲۰ ۱۶

تست : اگر ۷۵ گرم محلول سیرشده از یک نمک با دمای C ۷۵ را گرما دهیم تا آب خود را از دست بدهد و ۲۵ گرم نمک خشک به دست آید و ۵۰ گرم از همان محلول سیرشده در دمای $\circ C^{\circ}$ دارای ۱۳/۵ گرم نمک خشک باشد ، ضریب θ در معادله خطی انحلال پذیری برای این نمک به تقریب کدام است ؟ **ریاضی ۱۴۰۲**

۰/۱۷ - ۰/۱۷ ۰/۳۱ - ۰/۳۱

تست : اگر معادله انحلال‌پذیری یک نمک به صورت : $S=-۰/۲\theta+۳۵$ باشد چند مورد از مطالب زیر درباره این نمک درست است ؟ **تجربی ۱۴۰۱**

- انحلال‌پذیری آن در دمای ۶۰ ، برابر ۴۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب است .
- محلول سیرشده آن در دمای ۵۰ ، یک محلول ۲۰ درصد جرمی است .
- روند انحلال‌پذیری آن نسبت به دما در آب ، مشابه روند انحلال‌پذیری لیتیم سولفات است .
- با سرد کردن ۱۵۰ گرم محلول سیرشده آن از دمای ۵۰ به دمای ۲۰ درجه ، ۶ گرم نمک رسوب می‌کند .

تست : اگر ۷۵ گرم محلول سیرشده از یک نمک با دمای ۷۵ درجه را گرما دهیم تا آب خود را از دست بدهد و ۲۵ گرم نمک خشک به دست آید و ۵۰ گرم از همان محلول سیرشده در دمای صفر درجه ، دارای ۱۳/۵ گرم نمک خشک باشد ضریب θ در معادله خطی انحلال‌پذیری (S) برای این نمک به تقریب کدام است ؟ دی ۱۴۰۱

۰/۱۷ - ۰/۱۷ ۰/۳۱ - ۰/۳۱

تست : با توجه به جدول زیر که انحلال‌پذیری سرب (II) نیترات نسبت به دما مربوط است ، به ترتیب ضریب θ در معادله انحلال‌پذیری کدام است و برپایه این معادله در محلولی سیرشده از این ماده با ۲۰۰ گرم حلال ، در دمای ۶۴ درجه به تقریب چند گرم از آن وجود دارد ؟ تجربی ۱۴۰۱

θ(°C)	۰	۲۰	۳۰	۴۵
$S\left[\frac{g\ Pb(NO_3)_2}{100g\ H_2O}\right]$	۳۳	۵۵	۶۶	۸۲

۰/۰۳۵ و ۲۰۶/۸

۱۰۳/۴/۰۳۵

۱/۱ و ۲۰۶/۸

۱/۱ و ۱۰۳/۴

نکاتی از آب !!!

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 توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطهٔ جوش بالا و غیر عادی است

.

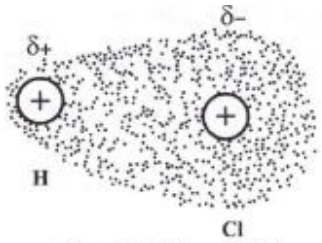
همه این ویژگی های مربوط به ویژگی ساختاری مولکولها می باشد !

تعیین قطبی یا ناقطبی بودن پیوند و مولکول

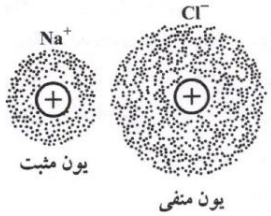
نکته الکترونگاتیوی : .....

وقتی صحبت از پیوند میکنیم یعنی منظورمون داخل مولکولِ !!! اما وقتی داریم راجب به مولکول صحبت میکنیم یعنی کلش.

نکته : تفاوت الکترونگاتیوی داشته باشیم پیوند کووالانسی قطبی ! اما اگر تفاوت الکترونگاتیوی نداشته باشیم پیوند کووالانسی ناقطبی خواهد بود .



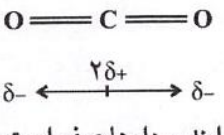
* نمایش پیوند کووالانسی قطبی



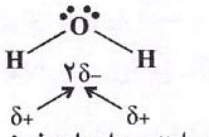
* نمایش پیوند یونی

انواع ترکیب‌های مولکولی

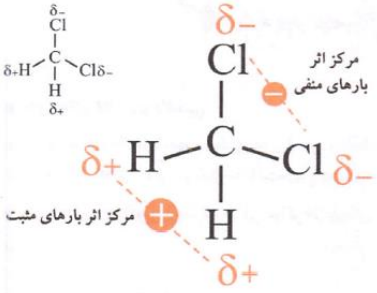
- **قطبی:** در میدان الکتریکی جهت‌گیری دارند. ($\mu \neq 0$ (گشتاور دوقطبی))
- **ناقطبی:** در میدان الکتریکی جهت‌گیری ندارند. ($\mu = 0$ (گشتاور دوقطبی))

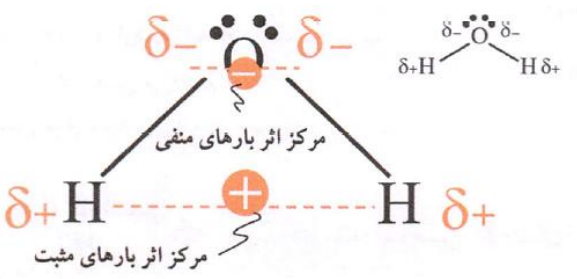


برایند بردارها صفر است



برایند بردارها صفر نیست





تعیین مولکول‌های قطبی و ناقطبی

- **مولکول‌هایی به فرم A_2** ← ناقطبی؛ مانند: I_2، Cl_2، Br_2، H_2 و ...
- **مولکول‌هایی به فرم AB** ← قطبی؛ مانند: CO، NO، HI، HBr، HCl، HF
- **مولکول‌هایی به فرم $AB_n (n \geq 2)$**
  - ناقطبی ← برروی اتم مرکزی الکترون ناپیوندی نباشد و اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان باشند ← مانند: SO_3، CH_4
  - قطبی ← یک یا هر دو شرط مولکول ناقطبی وجود نداشته باشد. مانند: SO_2، NH_3
- **مولکول‌هایی که بیش از دو نوع اتم دارند** ← اغلب قطبی؛ مانند: H_2SO_4، HNO_3، SO_2Cl_2، HCN و ...
- **هیدروکربن‌ها (ترکیباتی که فقط C و H داشته باشند (C_xH_y)** ← ناقطبی

مثال آموزشی: قطبی یا ناقطبی بودن مولکول‌های زیر را مشخص کنید.

$CS_2 - NO_2 - HClO - N_2O - AsF_3 - ClF_3 - SF_4 - P_4 - OCl_2 - SO_3 - HCN - SOCl_2 - C_2H_2 - SiCl_4$

$O_3 - BF_3 - NF_3 - SO_2 - NO_2Cl - SO_2Cl_2 - SCl_2 - CO - C_2H_4 - CH_3F - CF_4 - H_2S - OF_2 - CH_2Cl_2$

$AlH_3 - PCl_3 - POF_3$

جواب ۱ـ مولکول‌های AsF_3 ، ClF_3 ، SF_4 ، OCl_2 ، NF_3 ، SO_2 ، SCl_2 ، H_2S ، OF_2 و PCl_3 به دلیل وجود جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی قطبی هستند. مولکول NO_2 نیز به دلیل وجود الکترون منفرد روی اتم مرکزی (N) قطبی است. *امیدوارم انتظار نداشته باشید ساختار لوویس این مولکول‌ها رو رسم کنیم! چون قبلاً به اندازه‌ی کافی توضیح دادیم.*

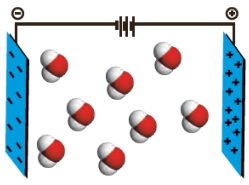
۲ـ مولکول‌های HClO ، N_2O [1] ، $SOCl_2$ ، NO_2Cl ، SO_2Cl_2 ، CH_3F ، CH_2Cl_2 ، HCN و POF_3 به دلیل یکسان نبودن گروه‌های متصل به اتم مرکزی قطبی هستند.

۳ـ مولکول O_3 تنها مولکولی است که با این که از یک نوع عنصر تشکیل شده است اما قطبی است.

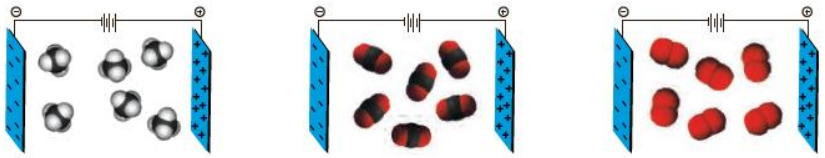
۴ـ مولکول CO نیز به دلیل دواتمی بودن و یکسان نبودن آن‌ها قطبی است.

۵ـ مولکول‌های CS_2 ، P_4 ، SO_3 ، C_2H_2 ، $SiCl_4$ ، BF_3 ، C_2H_4 ، CF_4 و AlH_3 ناقطبی هستند.

نکته: مولکول‌های قطبی (دوقطبی هم میگن) در میدان الکتریکی ، جهت‌گیری میکنند .



شکل ۱۵ـ جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی



شکل ۱۶ـ رفتار مولکول‌های O_2، CO_2 و CH_4 در میدان الکتریکی

نحوهٔ جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی نشان می دهد که اتم اکسیژن، سَرِ منفی و اتم های هیدروژن، سرِ مثبت مولکول را تشکیل می دهند

تست : در میان موارد زیر چند عبارت درست هستند ؟

آ – مولکول SO_3 در میدان الکتریکی نمی‌کند .

ب – گشتاور دو قطبی مولکول‌های هیدروژن سولفید و گوگرد هگزا فلوئورید به ترتیب می‌توانند برابر ۰/۹۷ و ۰/۸۲ دبای باشند .

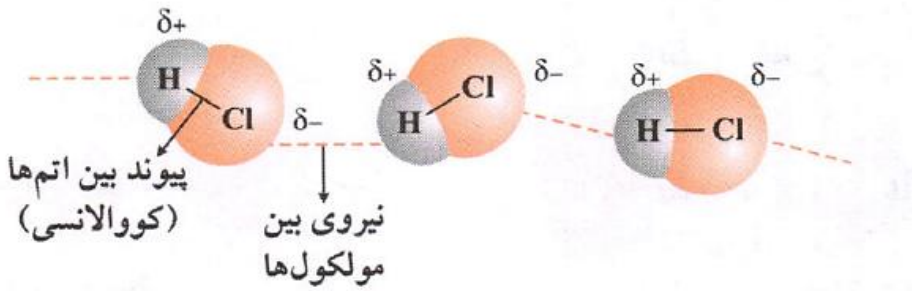
پ – در میان مولکول‌های تنها دو مولکول ناقطبی هستند .

ت – مولکول کربن دی اکسید دارای پیوندهای کووالانسی ناقطبی است .

نیروهای بین مولکولی و مقایسه نقطه ذوب وجوش

منظور از نیروهای بین مولکولی ، نیرویی هایی است که لابه‌لای مولکول‌ها وجود داشته و باعث می‌شوند که مولکول‌ها بتوانند کم و بیش یکدگیر را جذب کنند .

نکته : پیوند میان اتم‌ها را با خط تیره و پیوند میان مولکول ها را با نقطه چین نمایش می‌دهند .



نیروهای بین مولکولی را به دو دسته کلی تقسیم می‌کنند : آ – نیروی واندروالسی ب – پیوند هیدروژنی

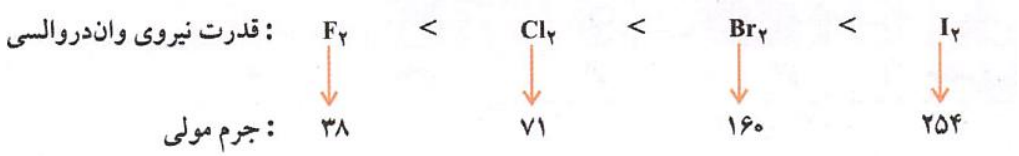
آ – نیروی واندروالسی

هر چیزی که غیر از پیوند هیدروژنی رو میگیم نیروی واندروالسی !!! (جلوتر توضیح میدم بیشتر)

مقایسه قدرت نیروهای واندروالسی :

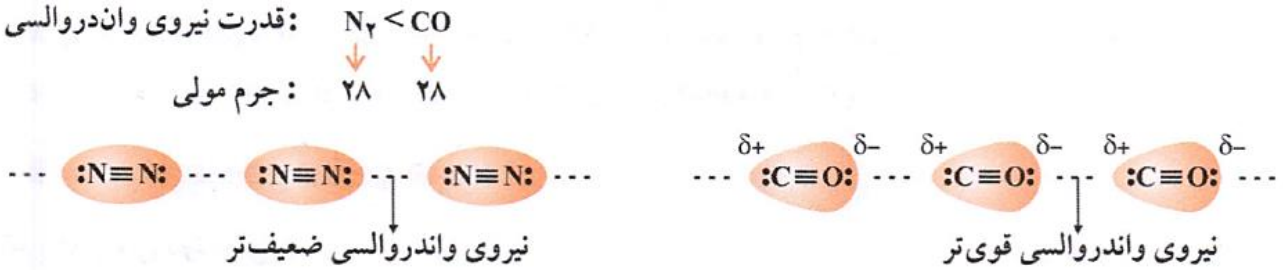
نیروهای بین مولکولی به طور عمده به . ۱ – جرم مولکول ۲ – قطبیت مولکول وابسته هستند .

جرم مولکول : هر چه جرم مولکول بیشتر باشد نیروهای واندروالسی بین مولکول‌ها قوی تر خواهد بود

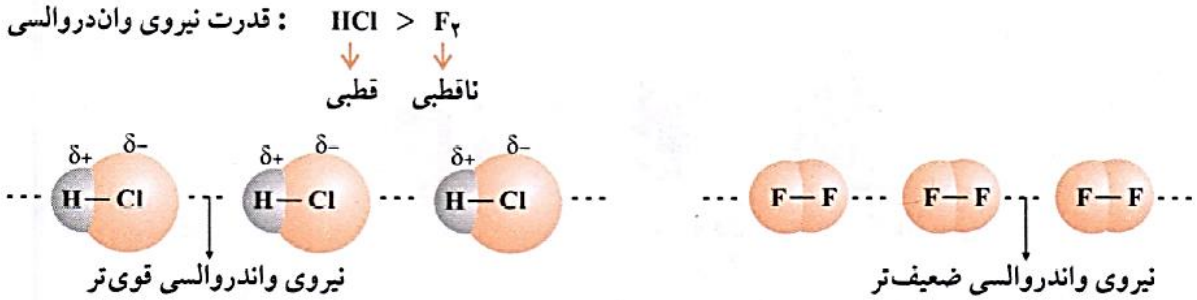


۲ – قطبیت مولکول : در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه ، نیروی بین مولکول‌های قطبی ، قوی تر از نیروی بین مولکول‌های ناقطبی است .

علت این است که مولکول‌های قطبی دارای سرهای مثبت و منفی هستند و بین سر مثبت و منفی هر مولکول با سر منفی مولکول دیگر جاذبه‌ی نسبتاً قوی ایجاد می‌شود .



نکته : با توجه به متن کتاب درسی، باید حفظ باشید که جرم مولی F_2 و جرم مولی HCl تقریباً مشابه یکدیگرند، به همین دلیل، ترکیب دارای مولکول قطبی (یعنی HCl) نیروهای وان‌دروالسی قوی‌تری دارد.



رابطه نیروهای بین مولکولی با حالت فیزیکی ماده :

نیروی بین مولکولی نقش مهمی در تعیین حالت فیزیکی یک ماده دارند . بدین ترتیب که اگر نیروی جاذبه و برهمکنش بین مولکول‌ها ضعیف باشد ، فاصله‌ی بین مولکول‌ها زیاد و آزادی تحرک مولکول ها بیشتر شده و در نتیجه احتمال ایجاد حالت فیزیکی گاز افزایش می‌یابد . اما هر چه نیروی جاذبه و برهمکنش بین مولکول‌ها قوی‌تر باشد مولکول‌ها به یکدیگر نزدیک تر شده و فشرده تر شده و احتمال ایجاد حالت فیزیکی جامد افزایش می‌یابد .

گاز < مایع < جامد : برهمکنش و نیروی جاذبه‌ی بین مولکول‌ها در حالت‌های فیزیکی مختلف یک ماده

نکته ۱ : یک تکنیک جالب برای مقایسه نیروی جاذبه‌ی بین مولکول‌ها توجه کردن به حالت فیزیکی آن‌ها است . بدین ترتیب که در دمای یکسان ، ماده ای که حالت فیزیکی آن جامد یا مایع است نسبت به ماده‌ی گازی شکل ، نیروهای بین مولکولی قوی‌تر دارد .

نکته ۲ : در دمای اتاق (۲۵ C) حالت فیزیکی عنصرهای گروه ۱۷ به صورت زیر است .

عنصر	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
حالت فیزیکی	گاز	گاز	مایع	جامد

نکته ۳ : در دمای اتاق ، ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه‌های ۱۴ تا ۱۷ (به جز H_2O) گازی شکل هستند .

گروه ←	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
	CH_4	NH_3	—	HF
	SiH_4	PH_3	H_2S	HCl
	GeH_4	AsH_3	H_2Se	HBr
	SnH_4	SbH_3	H_2Te	HI

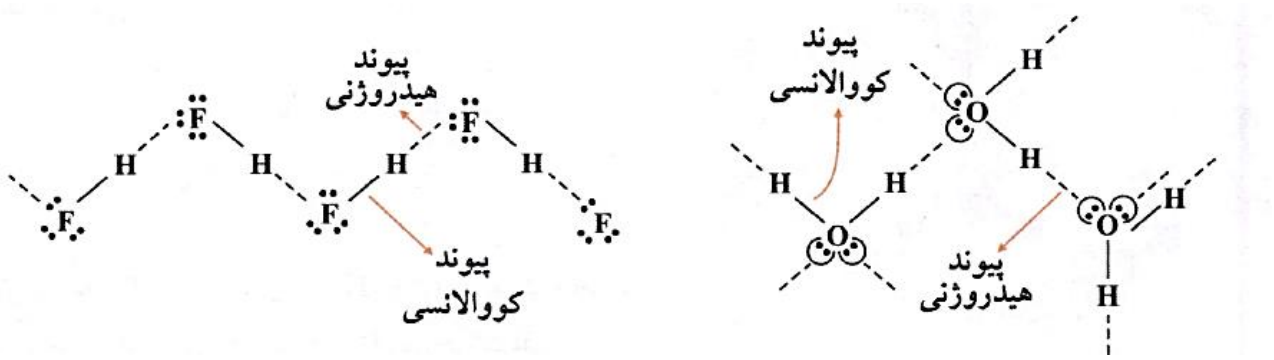
همگی در دمای اتاق($25^\circ C$) گازی شکل هستند.

ب – پیوند هیدروژنی

پیوند میان FON با H (یعنی $H-F, H-O, H-N$) را پیوند هیدروژنی می نامند .

نکته ۴ : موادی می‌توانند لابه‌لای خود پیوند هیدروژنی برقرار کنند که در ساختمان مولکول آن‌ها پیوند H-F یا H-O یا H-N وجود داشته باشد به عبارت دیگر H متصل به FON داشته باشند مانند : HF, H_2O, NH_3, C_2H_5OH

شرط قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی ← وجود پیوند $H-F$ یا $H-O$ یا $H-N$ در ساختار مولکول



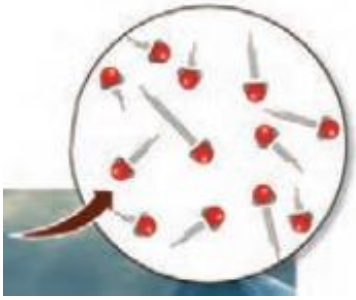
نکته : ترتیب قدرت میان نیروهای بین مولکولی : پیوند کووالانسی > پیوند هیدروژنی > نیروی واندروالسی

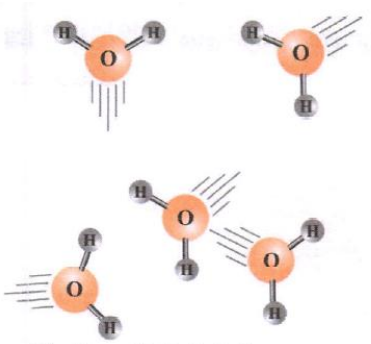
پیوند هیدروژنی

- **شرط تشکیل، وجود حداقل یکی از پیوندهای**
  - $N-H$ مانند: NH_3
  - $O-H$ مانند: $C_2H_5OH-H_2O$
  - $F-H$ مانند: HF
- $\underbrace{X^{\delta^-}}_{F,O,N} - H^{\delta^+} \underbrace{\cdots\cdots\cdots}_{\text{پیوند هیدروژنی}} \underbrace{Y^{\delta^-}}_{F,O,N} -$
- **نسبت به نیروهای وان‌درواس قوی‌تر است.**

پیوندهای هیدروژنی در حالت های فیزیکی گوناگون آب (بخار – مایع – جامد)

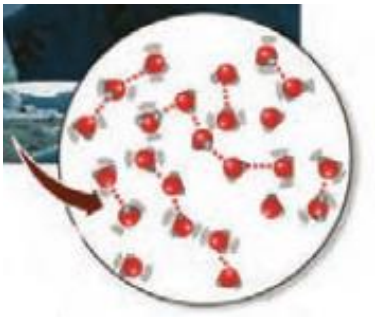
در حالت بخار : مولکول های آب در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود ندارد .در این حالت، مولکول های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می یابند .

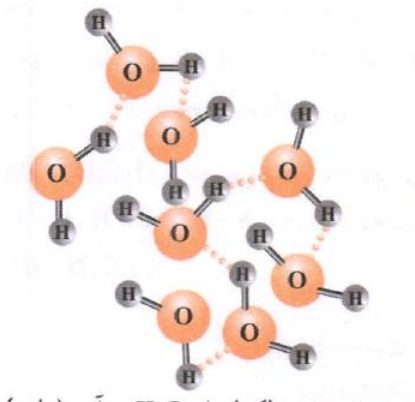




وضعیت مولکول‌های H_2O در حالت گاز

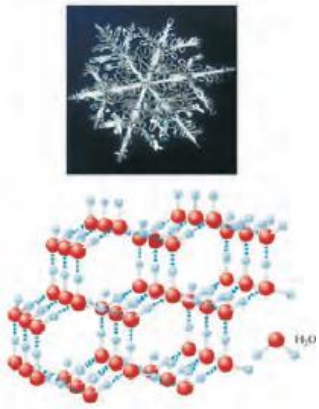
در حالت مایع : با اینکه مولکول ها با یکدیگر پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می لغزند و جابه جا می شوند .

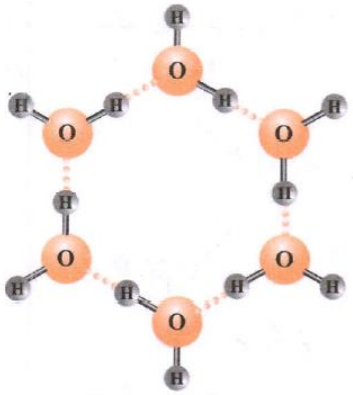




وضعیت مولکول‌های H_2O در آب (مایع)

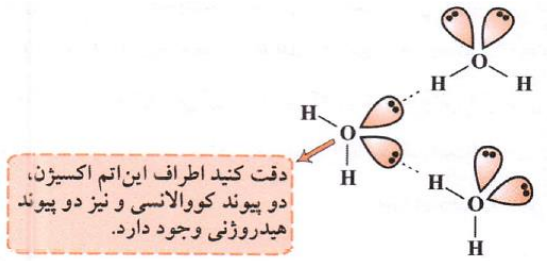
در حالت جامد : یخ ، ساختاری منظم دارد . در ساختار یخ، آرایش مولکول های آب به گونه ای است که در آن، اتم های اکسیژن در رأس حلقه های شش ضلعی قرار دارند و شبکه ای مانند کندوی زنبور عسل را به وجود می آورند .این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بُعد گسترش یافته است .شکل های زیبا و متنوع دانه های برف ناشی از وجود این حلقه های شش ضلعی است

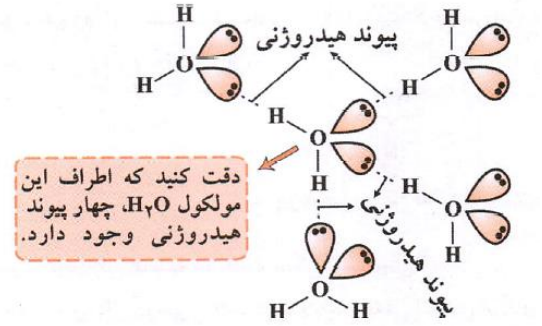




وضعیت مولکول‌های H_2O در یخ

به دو نکته از شکل که میشه استخراج کرد توجه کن :





ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	حالت فیزیکی (۲۵°C)	نقطهٔ جوش (°C)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

نکته : مطابق جدول، هر دو ماده مولکول های خمیده و قطبی دارند، اما آب با جرم مولی نزدیک به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد به طوری که تفاوتی برابر با ۱۶۰ درجه

تست : چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ ریاضی ۱۴۰۲

- **مولکول‌های آب در حالت بخار ، جدا از هم بوده و آزادانه در جنب و جوش هستند .**
- **در شرایط یکسان (دمای صفر و فشار یک اتمسفر) ، چگالی آب از چگالی یخ بیشتر است .**
- **در ساختار یخ ، هر مولکول آب از طریق پیوندهای اشتراکی و هیدروژنی ، به چهار مولکول دیگر آب متصل است .**
- **در ساختار یخ مولکول‌های آب ، به گونه‌ای قرار دارند که اتم اکسیژن آنها در راس حلقه‌های شش ضلعی ، جای دارند .**
- **در حالت مایع ، بین مولکول‌های آب ، پیوند هیدروژنی قوی وجود دارد و در جایگاه‌های به نسبت ثابتی قرار دارند .**

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

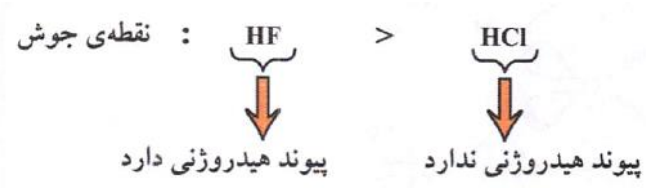
در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر ، چگالی یخ از آب کمتر است (یخ روی آب شناور می ماند) . علت این است که در ساختار یخ مولکول‌های آب به صورت تقریباً ثابت و در رئوس حلقه‌های شش ضلعی قرار میگیرند که در مرکز این حلقه‌های شش ضلعی فضاهای خالی زیادی موجود است و همین فضاهای خالی باعث افزایش حجم یخ و در نتیجه کاهش چگالی آن می‌شود .

تذکر : در بافت کلیم ، دیواره‌ی یاخته ها بر اثر یخ زدن تخریب می‌شوند . علت این است که با کاهش دما تا صفر درجه ، مولکول‌های آب انجماد و تبدیل به یخ شده و افزایش حجم پیدا می‌کنند . افزایش حجم آب درون سلول همانا و ترکیدن کلم همانا .

مقایسه نقطه جوش مواد مولکولی

در مقایسه نقطه جوش مواد مولکولی به ترتیب اولویت به موارد زیر توجه می‌کنیم :

۱ – ترکیبهایی که دارای پیوند هیدروژنی هستند نسبت به ترکیبات مولکولی فاقد پیوند پیوند هیدروژنی نقطه جوش بالاتری دارند .



۲ – در مورد ترکیب هایی که فاقد پیوند هیدروژنی هستند دو حالت ممکن است پیش آید :

الف – اگر جرم مولی دو ترکیب مورد نظر به طور قابل توجهی تفاوت داشته باشد (یعنی اتم مرکزی دریک دوره قرار نداشته باشند) ترکیبی که جرم مولی بزرگتری دارد نیروهای واندروالسی قوی تر داشته و در نتیجه نقطه جوش آن بالاتر است . مثال :

نقطه‌ی جوش : $F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$

افزایش جرم مولی و افزایش قدرت نیروی واندروالسی

نقطه‌ی جوش : HCl < HBr

HCl ← جرم مولی کمتر (نیروی واندروالسی ضعیف‌تر)

HBr ← جرم مولی بیش‌تر (نیروی واندروالسی قوی‌تر)

نقطه‌ی جوش : $PH_3 < AsH_3$

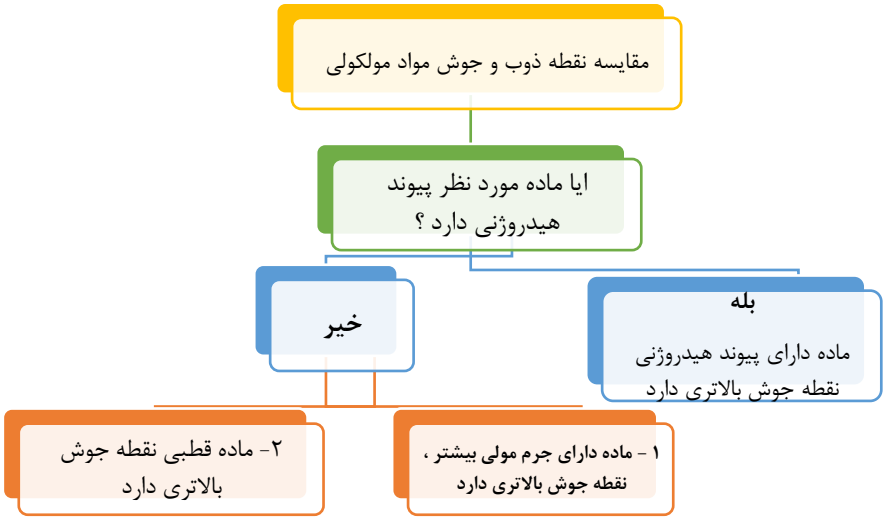
PH_3 ← جرم مولی کمتر (نیروی واندروالسی ضعیف‌تر)

AsH_3 ← جرم مولی بیش‌تر (نیروی واندروالسی قوی‌تر)

ب- اگر ترکیب مورد نظر جرم مولی تقریباً مشابهی داشته باشند به قطبیت آن‌ها توجه می‌کنیم . ترکیب قطبی نسبت به ترکیب‌های ناقطبی دارای نیروی واندروالسی قوی‌تر و در نتیجه نقطه جوش بالاتری هستند . مثال :

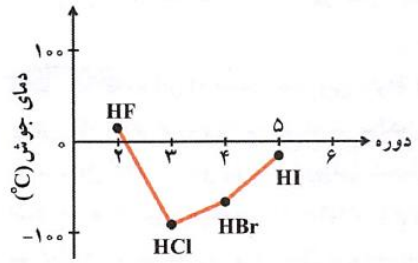
نقطه‌ی جوش : CO (قطبی) > N_2 (ناقطبی)

نقطه‌ی جوش : HCl (قطبی) > F_2 (ناقطبی)



بررسی نقطه جوش درترکیب‌های دوتایی هیدروژن دار گروه‌های ۱۴ تا ۱۷

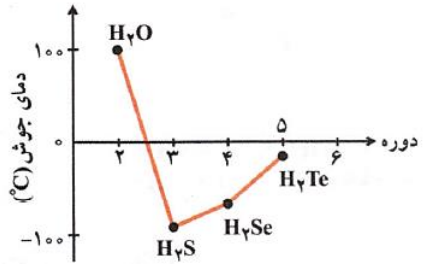
گروه ۱۷



دمای جوش : $HCl < HBr < HI < \underbrace{HF}$

پیوند هیدروژنی

گروه ۱۶

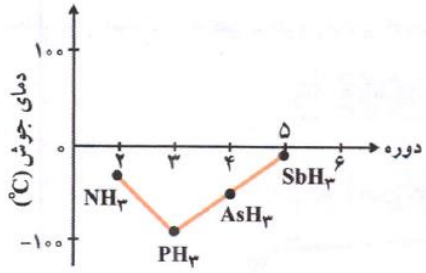


دمای جوش : $H_2S < H_2Se < H_2Te < \underbrace{H_2O}$

پیوند هیدروژنی

گروه ۱۵

دمای جوش SBH_3 از دمای جوش NH_3 بیشتر است . زیرا جرم و حجم SBH_3 از NH_3 خیلی بیشتر است و در ضمن پیوند هیدروژونی NH_3 چندان قوی نیست . به توجه به نمودار مقابل ترتیب دمای جوش به صورت زیر است :

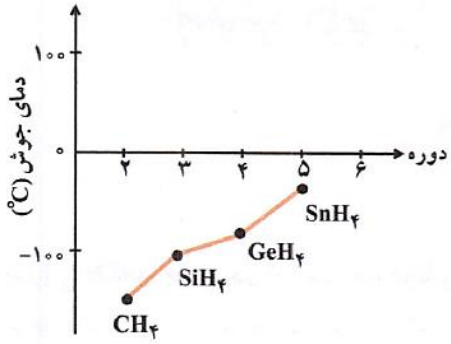


دمای جوش : $PH_3 < AsH_3 < \underbrace{NH_3} < \underbrace{SbH_3}$

پیوند هیدروژنی جرم و حجم زیاد

گروه ۱۴

در این گروه چون پیوند هیدروژنی نداریم صرفاً بر اساس جرم و حجم مولکول ها می توانیم مقایسه کنیم :



دمای جوش : $CH_4 < SiH_4 < GeH_4 < SnH_4$

افزایش جرم و حجم

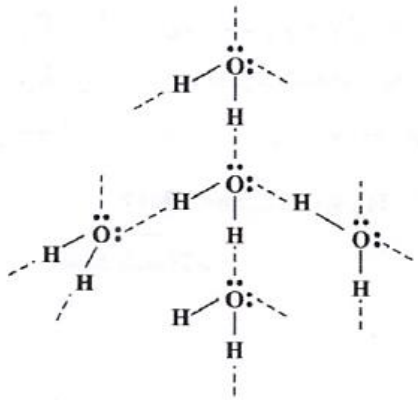
مقایسه پیوند هیدروژنی و نقطه جوش در NH_3, H_2O, HF

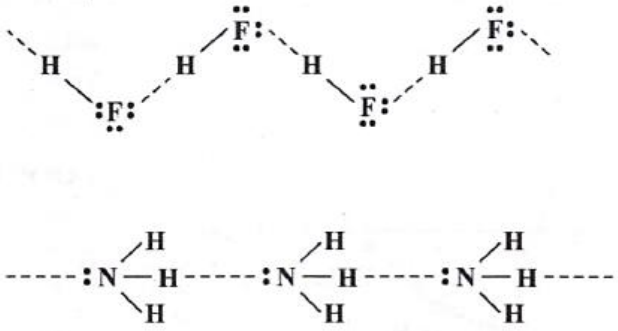
از آنجایی که الکترونگاتیوی به صورت $F>O>N$ است در نتیجه در **قدرت پیوند هیدروژنی** داریم : $HF > H_2O > NH_3$

نکته : در مورد نقطه جوش به صورت $H_2O > HF > NH_3$ می باشد .

علت بالاتر بودن نقطه جوش H_2O نسبت به HF این است که مولکول آب توانایی تشکیل ۴ پیوند هیدروژنی در اطراف خود دارد در حالی که در HF حداکثر ۲ پیوند قابل تشکیل است .

نقطه‌ی جوش : $H_2O > HF > NH_3$





مایع کردن گازها

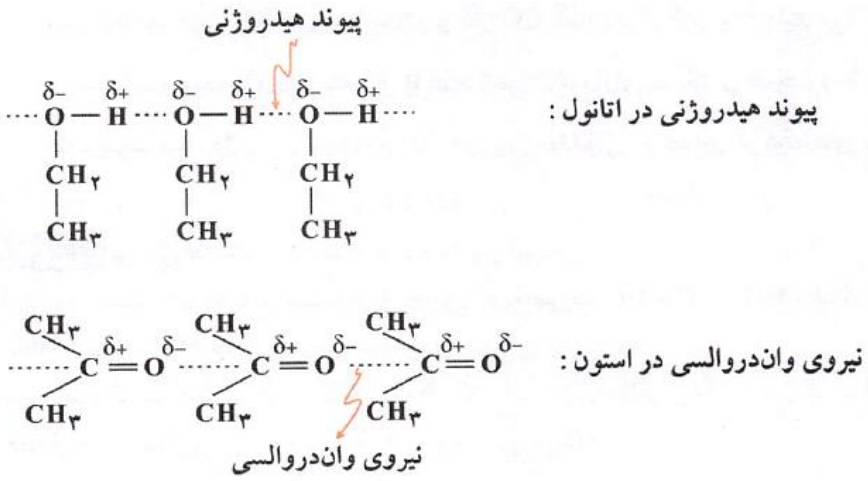
هر چه نقطه جوش یک ماده بالاتر باشد تبدیل آن از حالت گاز به حالت مایع آسان تر صورت گرفته و به سرمای کمتری نیاز داریم .

مثال : CO با نقطه جوش ۱۹۱/۵ – از N_2 با نقطه جوش ۱۹۵/۸- بالاتر است . بنابراین برای مایع کردن CO کار راحتری داریم و سریعتر مایع می شود .

در کتاب درسی دو ساختار اتانول (الکل معمولی) واستون (لاک پاک کن یا حلال لاک) را نیز مقایسه کرده . به بررسی نکات آن می پردازیم :

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی (g/mol)
اتانول	C_2H_5OH	۴۶
استون	C_3H_6O	۵۸

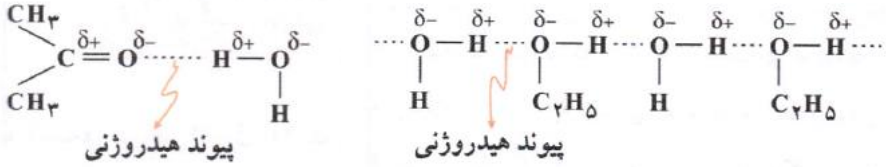
اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می روند.



نکته : نقطه جوش اتانول به دلیل وجود پیوند هیدروژنی در آن بیشتر از استون است .

نکته : برخی مواد شیمیایی مانند اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند .از این رو نمی توان محلول سیرشده ای از آنها تهیه کرد.

نحوه تشکیل پیوند اتانول و استون با آب



برخی ترکیب ها مانند استون با این که فاقد پیوند $O-H$ و در نتیجه فاقد پیوند هیدروژنی هستند اما اکسیژن موجود در آن‌ها می‌تواند با هیدروژن موجود در مولکول آب پیوند هیدروژنی برقرار کند .

تست : در میان موارد زیر چند عبارت درست است ؟

آ – نقطه جوش HCl نسبت به CO بالاتر است .

ب – در شرایط یکسان ، F_2 نسبت به N_2 آسان تر مایع می شود .

پ – چنانچه HCl در یک میدان الکتریکی قرار بگیرد که قطب‌های مثبت و منفی آن به ترتیب در سمت چپ و راست قرار داشته باشند مولکول HCl به صورت $Cl-H$ قرار می‌گیرد .

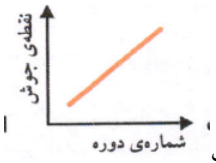
ت – در ترکیب‌های مولکولی با مولکول‌های ناقطبی ، با افزایش جرم مولی جهت‌گیری مولکول‌ها در میدان الکتریکی دشوارتر می شود .

تست : در میان موارد زیر چند عبارت درباره Br_2, F_2, I_2, Cl_2 درست است ؟

آ – نیروهای بین مولکولی در F_2, I_2 به ترتیب قوی ترین و ضعیف ترین هستند .

ب – محصول واکنش همه آنها با هیدروژن در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند .

پ – در دمای اتاق دوتای آن‌ها عملاً فاقد نیروهای واندروالسی هستند.

ت – نمودار تقریبی " نقطه جوش – شماره دوره " برای آن‌ها به صورت 

است .

تست : کدام یک از موارد زیر درباره سه ترکیب NH_3, AsH_3, PH_3 درست هستند ؟

آ – همگی مولکول‌هایی قطبی با شکل خمیده هستند .

ب – در شرایط اتاق ، فقط یکی از آنها به خوبی پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد .

پ – نیروهای واندروالسی بین مولکول‌های AsH_3 قوی تر از PH_3 است .

ت – نمودار تقریبی نقطه جوش آن‌ها به صورت

است .

تست : با توجه به ویژگی‌های مولکول‌های آب و هیدروژن سولفید کدام مورد درست است ؟ ریاضی ۱۴۰۲

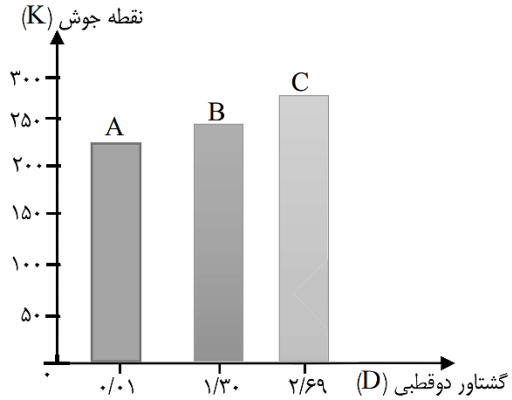
۱- تفاوت نیروی جاذبه موجود بین مولکول‌ها ، مهمترین عامل تفاوت نقطه جوش آن‌هاست

۲ – تفاوت در ساختار مولکولی ، یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده تفاوت نقطه جوش دو مولکول است .

۳ – تفاوت شعاع اتمی و جرم مولی اتم‌های مرکزی ، نقش بسزایی در تعیین تفاوت نقطه جوش دو مولکول دارد .

تفاوت قطبیت دو مولکول ، مانند تفاوت قطبیت مولکولهای CS_2 ,CO_2 است و نقشی در تغییین نقطه جوش آنها ندارد .

تست : با توجه به شکل زیر چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ (جرم مولی A و B و C نزدیک به هم است . تجربی ۱۴۰۱



- انحلال‌پذیری C در آب ، درمقایسه با A بیشتر است .
- جهت گیری مولکول A در میدان الکتریکی بیشتر از B است.
- انحلال‌پذیری A در هگزان ، در مقایسه با B و C بیشتر است .
- ترتیب افزایش قدرت نیروهای بین مولکولی سه ترکیب به صورت $C > B > A$ است .

چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ تجربی ۹۹

- قطبیت مولکول H_2S از مولکول H_2O کمتر است .
- با کاهش دمای آب انحلال‌پذیری گازها در آب افزایش می‌یابد .
- در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه ماده با مولکولناقطبی ، نقطه جوش پایین‌تری دارد .
- مواد یونی در مقایسه با مواد مولکولی در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع باقی می‌مانند .
- در شرایط یکسان مولکول کربن‌دی اکسید آسان‌تر از مولکول گوگرد دی اکسید به مایع تبدیل می شود .

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

آب و دیگر حل ها

هوا و آب دریا از جمله محلول‌هایی هستند که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده‌اند.

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 .آب و محلول های آبی در زندگی جانداران نقش حیاتی دارند .

اغلب محلول های موجود در بدن انسان، محلول های آبی هستند .

محلول هایی که بیشتر واکنش های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا، کنترل دمای بدن، تنفس، جلوگیری از خشکی پوست و ... در آنها انجام می شود .

با این توصیف **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 میکند .

هر فرد بالغ روزانه به طور میانگین ۱۵ ۰۰ 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 .

خوراکی	درصد جرمی آب
سبزیجات	
هویج	۸۸
کرفس	۹۴
میوه‌ها	
طالبی	۹۱
پرتقال	۸۶
توت‌فرنگی	۹۰
گوشت/ماهی	
مرغ پخته شده	۷۱

ماده اصلی تشکیل دهندهٔ بسیاری از خوراکی ها آب است .جدول زیر درصد آب در برخی خوراکی ها را نشان می دهد .

آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول ها و دفع آنها نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد.

حلال‌های آلی

همهٔ محلول ها آبی نیستند زیرا افزون بر آب، حلال های دیگری نیز وجود دارند . جدول ۳، سه ترکیب آلی را نشان می دهد که به عنوان حلال به کار می روند .

نام حلال	فرمول شیمیایی	$\mu(D)$	کاربرد
اتانول	C_2H_5O	> 0	حلال در تهیه مواد دارویی ، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	> 0	حلال برخی چربی‌ها ، رنگ‌ها و لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)

(آ) (ب)

شکل ۲۰ـ دو نمونه محلول غیرآبی آ) محلول یُد در هگزان و ب) بنزین خودرو

- برخی مواد شیمیایی مانند **اتانول (الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند** .از این رو نمی توان محلول سیرشده ای از آنها تهیه کرد.
- گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن ها ناچیز و در حدود صفر است.

نکته : در پیوند C-H تفاوت الکترونگاتیوی بین دو اتم به قدری کم است که این پیوند عملاً یک پیوندکووالانسی ناقطبی محسوب می‌شود. به همین دلیل مولکول هیدروکربن‌ها ناقطبی بوده و گشتاور دو قطبی **تقریباً برابر صفر** در نظر گرفته می‌شود .

نکته : در مورد هیدروکربن‌هایی که مولکول آن‌ها مرکز تقارن دارند ، گشتاور دو قطبی مولکول **دقیقاً برابر صفر** است . مانند متان (CH_4) – اتن (C_2H_4) ، اتین (C_2H_2) و بنزن (C_6H_6) . د رمورد سایر هیدروکربن ها مانند هگزان (C_6H_{14}) گشتاور دوقطبی مولکول ناچیز و در **حدود صفر** است .

انواع انحلال

- **مولکولی ← با حفظ ساختار**
  - انحلال مولکول‌های قطبی در حلال‌های قطبی؛ مثال: انحلال استون در آب
  - انحلال مولکول‌های ناقطبی در حلال‌های ناقطبی؛ مثال: انحلال ید در هگزان
  - انحلال مولکول‌های دارای پیوند هیدروژنی در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی؛ مثال: انحلال اتانول در آب
- **یونی ← بدون حفظ ساختار** ← انحلال اغلب ترکیب‌های یونی در حلال قطبی مانند آب؛ مثال: انحلال سدیم کلرید در آب

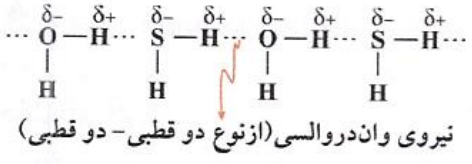
تاکنون آموختید که برخی حل شونده ها در برخی حلال ها حل می شوند و محلول تشکیل می دهند، در حالی که برخی دیگر مخلوط ناهمگن می سازند. برای نمونه، افزودن استون به آب یا اندکی یُد به هگزان منجر به تشکیل محلول می شود اما، افزودن هگزان به آب، مخلوطی ناهمگن پدید می آورد. در مخلوط های ناهمگن به حالت مایع، مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می شوند، اما قابل چشم پوشی است.

شبیه ، شبیه را حل می‌کند !

در بحث حل شدن مواد در یکدیگر ، دانشمندان معمولاً از عبارت شبیه ، شبیه را حل می‌کند ، استفاده میکنند که درهمین ارتباط می‌توان موارد زیر را در نظر گرفت .

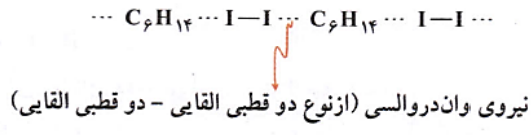
۱ – مواد قطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند .

مانند ترکیب H_2O, SH_2



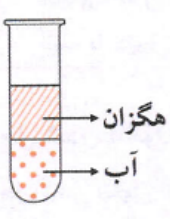
۲ - مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند .

مانند حل شدن هگزان (C_6H_{14}) در ید (I_2)



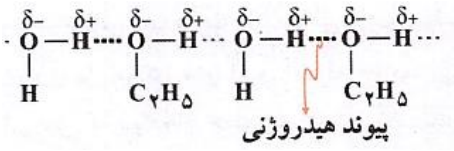
نکته : مواد ناقطبی در حلال قطبی **حل نمی‌شوند** و بالعکس .

نکته : در مخلوط های ناهمگن به **حالت مایع**، مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می شوند، اما قابل چشم پوشی است.



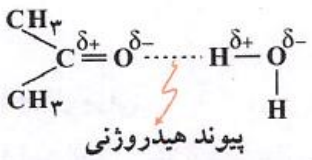
نکته : **هیدروکربن‌ها چگالی کمتری نسبت به آب دارند** . بنابراین اگر مقداری هگزان و آب را مخلوط کنیم ، دو لایه مجزا (با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت) ایجاد می‌شود که لایه زیرین آب و لایه‌ی فوقانی هگزان است .

۳ – مواد دارای پیوند هیدروژنی در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی حل می‌شوند.



نکته : **مهم ترین موادی که دارای پیوند هیدروژنی هستند و می‌توانند با آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند عبارتند از :**

NH_3, HF و الکل ها مانند اتانول (C_2H_5OH) و متانول (CH_3OH)



نکته : برخی از مولکولها مانند **استون** با این که فاقد H متصل به FON هستند و خودشان قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیستند اما می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند به همین دلیل به خوبی در آب حل می‌شوند .

۴ – ترکیب‌های یونی فقط در آب حل می‌شوند

ترکیب های یونی مانند NaCl و... در آب حل می‌شوند .زیرا مولکول‌های H_2O قطبی بوده و سرهای مثبت و منفی دارند بنابراین می‌توانند با یون‌های مثبت و منفی دارند بنابراین می‌توانند با یون‌های مثبت و منفی موجود در شبکه بلوری ترکیب‌های یونی جاذبه‌ی لازم را ایجاد می‌کنند و باعث پیشرفت انحلال شوند .

تذکر مهم : با این که **اتانول عمدتاً یک حلال قطبی** محسوب میشود اما **نمیتواند** ترکیب‌های یونی را در خود حل کند . علت این است که گشتاور دو قطبی اتانول نسبت به آب بسیار کمتر است و قطبیت آن برای حل کردن ترکیب‌های یونی کافی نیست .

مراحل حل شدن اتانول در آب :

شکسته شدن پیوند میان مولکول‌های آب و همچنین اتانول . سپس ایجاد جاذبه جدید و قوی اتانول و آب

ترتیب قدرت پیوند هیدروژنی :

اتانول – اتانول > آب – آب > آب – اتانول

نکته : آزمایش ها نشان می دهند که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می شود که:

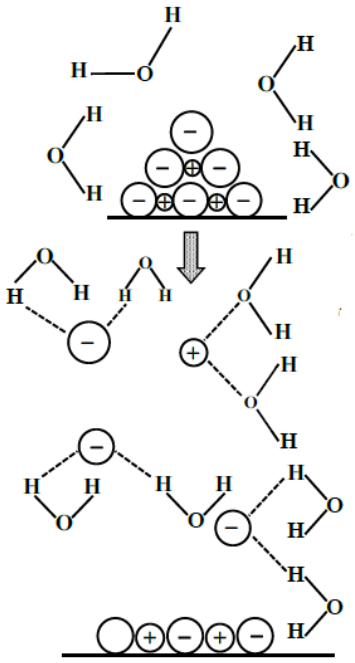
میانگین جاذبه ها در حلال خالص و حل شوندهٔ خالص< جاذبه های حل شونده با حلال در محلول

- اگر مولکول‌های حلال را با A و ذره‌های حل‌شونده را با B نمایش دهیم، می‌توان نیروهای جاذبه میان آنها را در حالت خالص با A...A و B...B نشان داد. با این توصیف برای محلول B در A رابطه زیر برقرار است.

$$(A...B) > \frac{(A...A) + (B...B)}{۲}$$

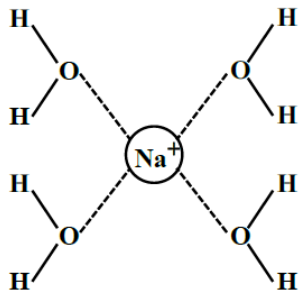
فرایند انحلال نمک ها در آب

با انحلال مولکولی آشنا شدید. انحلالی که در آن مولکول های حل شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ میکنند، گویی ساختار مولکول های حل شونده در محلول دچار تغییر نشده است. انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال یُد در هگزان از این نوع هستند. اما همهٔ فرایندهای انحلال چنین نیستند، برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید

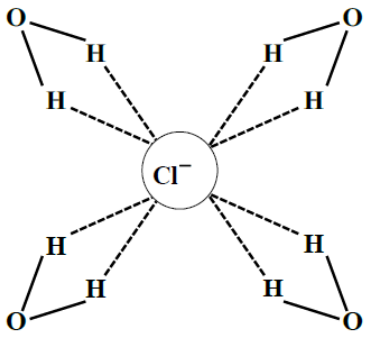


شکل ۲۲ـ فرایند انحلال سدیم کلرید در آب و تشکیل یون‌های آبپوشیده

سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون های Na^+, Cl^- با آرایشی منظم در سه بعد 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 آنها 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 .



$Na^+_{(aq)}$



$Cl^-_{(aq)}$

پس ترکیب یونی شامل سه مرحله شد :

۱- ترکیب یونی اولیه : یون‌های مثبت و منفی با آرایش منظم در سه بعد جای گرفته‌اند . د رمورد سدیم کلرید این شبکه به صورت بلورهای مکعبی بود .

۲ – لحظه حل شدن ترکیب یونی : بار مثبت آب (از سر هیدروژن) به یون‌های منفی متصل میشن و بار منفی آب (از سر اکسیژن) به یون‌های مثبت متصل میشن .

۳ – محلول نهایی : در محلول نهایی یون‌های مثبت و منفی که توسط لایه‌ای از مولکول‌های آب احاطه شده‌اند و به یون‌های آبپوشیده معروفند در سرتاسر محلول پراکنده هستند . به نیروی جاذبه بین مولکول قطبی آب و یون ها نیروی یون – دوقطبی می‌گویند .

نکته ۱ : در شبکه بلوری ترکیب یونی اولیه، واحدهای مجزا و مستقلی دیده نمیشود و کلیه‌ی یونها در شبکه‌ی بلور درگیر هستند اما در محلول نهایی یونهای آبپوشیده به صورت واحدهای مجزا و جدا از هم قرار دارند. به این ترتیب میتوان گفت که در فرایند انحلال یونی، ماده‌ی حل شونده (ترکیب یونی) ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است.

نکته ۲ : در مورد ترکیبات یونی که در آب حل می‌شوند مانند $NaCl$ و $MgSO_4$ می‌توان گفت :

میانگین پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوند هیدروژنی در آب < نیروی جاذبه یون و دو قطبی در محلول

و درمورد ترکیبات یونی مانند که در آب حل نمی‌شوند می‌توان گفت :

میانگین پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوند هیدروژنی در آب > نیروی جاذبه یون و دو قطبی در محلول

مثال : در چند مورد از انحلال‌های زیر در آب ، میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده خالص ، بیشتر از جاذبه‌های ایجاد شده بین حل‌وونده با حلال در محلول است ؟ (پتاسیم نیترات – هگزان – سدیم سولفید – باریم نیترات – نقره کلرید)

مقایسه انحلال مولکولی با انحلال یونی

۱ – در انحلال مولکولی ماده حل شونده قبل از حل شدن در حلال مربوطه به صورت یک ترکیب مولکولی است و پس از حل شدن در حلال مربوطه نیز با همان ساختار مولکولی اولیه باقی می‌ماند .

مثال: ۱- اتانول در آب ۲- استون در آب ۳- ید در گزان

تذکر : در انحلال مولکولی مولکول‌های حل شونده ماهیت خود را **حفظ می‌کنند .**

$$C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} C_2H_5OH_{(aq)}$$

۲ – انحلال یونی ، ماده حل شونده قبل از حل شدن در حلال مربوطه به صورت یک شبکه بلوری سه بعدی است اما پس از حل شدن به صورت یون‌های پراکنده آبپوشیده در می‌آید .

مثال: ۱- سدیم کلرید در آب ۲- منیزیم کلرید در آب

نکته: در انحلال یونی ماده اولیه ویژگی ساختاری خود را حفظ نمیکند و به صورت یونهای جدا از هم در محلول نهایی دیده می شود :

$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

انحلال پذیری گازها در آب

با توجه به متن کتاب درسی ترتیب انحلال پذیری چند گاز زیر را باید بلد باشید :

HCl (اسید قوی) > NH_3 (دارای پیوند هیدروژنی) > CO_2 (جرم و حجم نسبتاً زیاد دارد و با آب واکنش می‌دهد) > NO (مولکول قطبی) > O_2 (جرم و حجم بیشتری دارد) > N_2

نکته : HCl زیرا یک اسید قوی است و به طور کامل تفکیک می شوند .

نکته : هیدروژن دارهای گروه ۱۷($HF - HCl$ و...) قبل از حل شدن در آب گازی شکل هستند و بعد از انحلال در آب به صورت محلول اسیدی هستند.

۱ – تاثیر فشار روی انحلال پذیری گازها

به طور کلی با افزایش فشار گاز برخورد مولکول های گازی با سطح حلال بیشتر شده و احتمال اینکه مولکول های گازی به داخل حلال نفوذ کنند افزایش می یابد به این ترتیب انحلال پذیری زیاد می شود این موضوع را نخستین بار یک دانشمند انگلیسی به نام ویلیام هنری در سال ۱۸۳۳ مطرح کرد که امروزه به قانون هنری معروف است

قانون هنری :

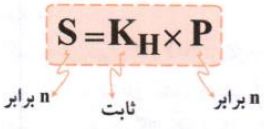
در دمای ثابت انحلال پذیری یک گاز معین با فشار آن گاز رابطه مستقیم دارد بر اساس قانون هنری رابطه انحلال پذیری گاز (S) با فشار گاز (P) به صورت زیر است ، که در آن منظور از K_H ثابت هنری است که برای هر گاز عددی ثابت بوده و تعیین کننده شیب منحنی "انحلال پذیری - فشار گاز" است .

$$S = K_H \times P$$

نکته : با توجه به قانون هنری ، رابطه انحلال‌پذیری گاز با فشار گاز به صورت یک معادله‌ی خطی (با فرم کلی y=ax) است . پس فرم کلی منحنی‌های انحلال‌پذیری – فشارگاز به صورت زیر است .

نکته : در فشار صفر اتمسفر هیچ گازی وجود ندارد که بخواهد در آب حل بشود در نتیجه انحلال‌پذیری گازها در دمای صفر برابر صفر می باشد .

نکته : با توجه به معادله قانون هنری ، می‌توان دریافت که در دمای ثابت با n برابر کردن فشار گاز(P) ، انحلال پذیری گاز(S) نیز n برابر می شود .

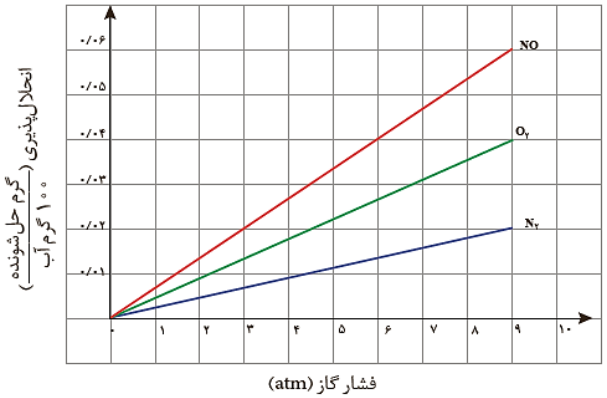


آیا می دانید

هنگامی که یک غوّاص در عمق آب از هوای فشردهٔ درون کپسول تنفس میکند، به دلیل فشار زیاد، غلظت گاز نیتروژن به میزان قابل توجهی در خون او بالا می رود. در این شرایط اگر غواص سریع به سطح آب بیاید، نیتروژن حل شده در خون او آزاد می شود .درنتیجه، حباب هایی در خون او تشکیل می شود که مانع از رسیدن اکسیژن به مغز می شود .این پدیده باعث ایجاد یک عارضهٔ دردناک و گاهی کشنده می شود .امروزه در غوّاصی از کپسول محتوی اکسیژن و هلیم استفاده می شود.

بررسی خود را بیازمایید کتاب درسی

۱ – نمودار زیر انحلال پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی دهند در دمای ۲۰ درجه را نشان می دهد .با توجه به آن، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



آ – این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال پذیری گازها نشان می دهد؟ توضیح دهید.

ب – نتیجه گیری از این نمودار **قانون هنری** 1 نام دارد .آن را در یک سطر توضیح دهید.

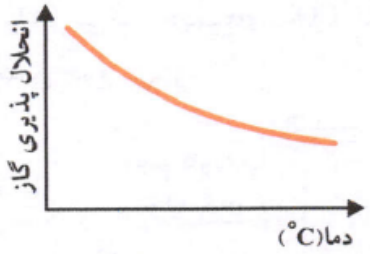
پ – شیب نمودار برای کدام گاز تندتر است؟ از این واقعیت چه نتیجه ای می گیرید؟

۲ – با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی CO_2 بر خلاف NO صفر است .

آ– پیش بینی کنید در دما و فشار معین، انحلال پذیری کدام گاز در آب بیشتر است؟ چرا؟

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 ؟

۲ – تاثیر دما بر روی انحلال‌پذیری گازها



به طور کلی انحلال‌پذیری یک گاز معین در فشار ثابت با دما رابطه عکس دارد

.

نمودار آن به صورت مقابل می‌باشد .

دقت کنید که منحنی "انحلال‌پذیری گاز – دما" بر خلاف منحنی "انحلال‌پذیری گاز – فشار " **لزوماً به صورت خط راست نیست** .

۳ – تاثیرنوع گاز در انحلال‌پذیری گازها

هر چه نیروی بین مولکول قوی‌تر باشد انحلال پذیری گازها نیز بیشتر خواهد بود : $NH_3 > CO_2 > NO > O_2 > N_2$

۴ – تاثیرمقدار نمک حل شده در آب

با حل کردن نمک در آب توانایی برای حل کردن گازها کاهش می‌یابد .

عوامل مؤثر بر انحلال گازها در آب

- **نوع گاز** ← هر چه نیروی بین مولکولی قوی‌تر، انحلال بیش‌تر ← $CO_2 > NO > O_2 > N_2$
- **دما**
  - با n برابر کردن دما، انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد، اما $\frac{1}{n}$ برابر نمی‌شود.
  - نمودار (دما – انحلال‌پذیر) خطی نیست.
  - هرچه شیب منحنی **بیش‌تر** باشد، تأثیر دما بر انحلال‌پذیری **بیش‌تر** است.
- **فشار (قانون هنری)**
  - با n برابر کردن فشار، انحلال‌پذیری گازها نیز n برابر می‌شود.
  - نمودار (فشار – انحلال‌پذیری) خطی است. ← معادلهٔ خط: $S = k \times P$
  - هرچه شیب نمودار بیش‌تر باشد، تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری بیش‌تر است.
  - در فشار $0\ atm$، انحلال‌پذیری گازها صفر است.
- **مقدار نمک حل شده در آب** ← با حل کردن نمک در آب، توانایی آب برای حل کردن گازها کاهش می‌یابد.

چند نکته حفظی

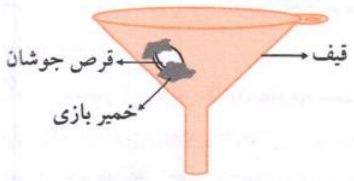
اکسیژن کافی و محلول در آب برای ادامهٔ زندگی ماهی‌ها ضروری است.

همهٔ جانوران از جمله ماهی ها برای زنده ماندن به اکسیژن (O_2) نیازمندند .آنها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب میکنند با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد .

در هوای گرم ، ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند . علت این است که در هوای گرم انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب کم شده و غلظت O_2 برای تنفس ماهی‌ها کافی نیست . به همین دلیل ماهی ها به سطح آب می‌آیند و با باز و بسته کردن دهان خود سعی می‌کنند مولکول‌های اکسیژن هوا را به دام بیندازند و آن‌ها را وارد آب کنند .

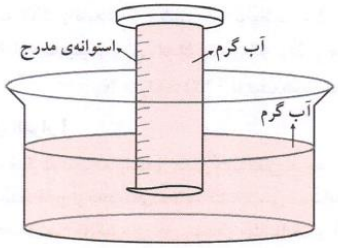
آزمایش قرص جوشان

هنگامی که قرص جوشان را وارد آب میکنیم واکنشی انجام می شود که طی آن گاز CO_2 تولید می شود . هدف در این آزمایش این است که ثابت کنیم ، **انحلال‌پذیری گاز CO_2 با دما رابطه وارونه دارد** .



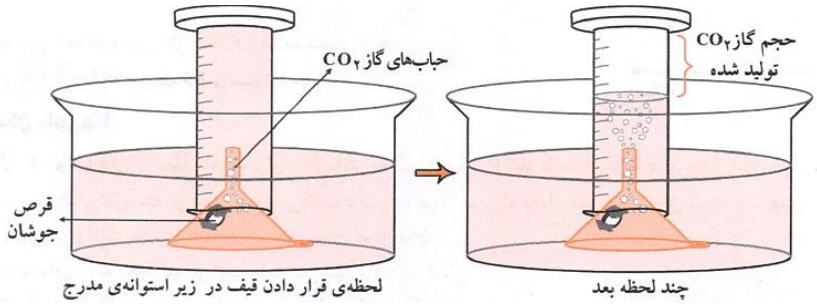
مراحل انجام این واکنش :

۱- یک قرص جوشان را با استفاده از خمیربازی به دیواره‌ی داخلی یک قیف بچسبانید .



۲ – در یک ظرف نسبتاً بزرگ ، آب گرم بریزید و یک استوانه مدرج پر از آب گرم را به صورت وارونه در آن قرار دهید .

۳ – قیف حاوی قرص جوشان را زیر استوانه‌ی مدرج قرار دهید . از آن‌جایی که قرص جوشان در تماس با آب بلافاصله تولید گاز CO_2 می‌کند ، حباب‌های CO_2 در قسمت فوقانی استوانه‌ی مدرج به دام می‌افتند و حجم قابل توجهی از گاز در بالای استوانه مدرج جمع می‌شود .



چنانچه در این آزمایش به جای آب گرم ، از آب بسیار سرد (مخلوط آب و یخ) استفاده کنیم مشاهده خواهیم کرد که حجم گاز CO_2 تولید شده در پایان واکنش (یعنی پس از حل شدن کامل قرص جوشان) کاهش یافته است .

علت این است که آب سرد نسبت به آب گرم بهتر می‌تواند CO_2 را در خود حل کند . بنابراین اگر از آب سرد استفاده کنیم مقداری از CO_2 به جای اینکه به صورت گاز در قسمت فوقانی استوانه مدرج به دام بیفتد به صورت محلول در آب باقی می ماند و همین موضوع باعث می‌شود که حجم گاز CO_2 جمع آوری شده در بالای استوانه مدرج کاهش یابد .

- این موضوع نشان می‌دهد که با کاهش دما انحلال پذیری گازها در آب افزایش می یابد

نکته : با افزودن نمک به نوشابه مقدار زیادی گاز خارج میشود (افزودن یون) . علت این است که جاذبه بین مولکول‌های آب با یون‌ها بسیار قوی تر از جاذبه بین مولکول های آب و مولکول های گازی(O_2, CO_2) حل شده در آن است .

جاذبه بین آب و یون > جاذبه آب و مولکولهای گازی

نکته حفظی در مورد یون پتاسیم :

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 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 .

تست : در میان موارد زیر چند عبارت درست است ؟

آ – ترتیب انحلال‌پذیری گازها در فشار ثابت به صورت $NO > O_2 > N_2$ است .

ب – طبق قانون هنری در فشار ثابت ، انحلال‌پذیری گازها در آب با دما رابطه وارونه دارد .

پ – با کاهش فشار گاز ، انحلال‌پذیری NO نسبت به انحلال‌پذیری O_2 به میزان کمتری کاهش می‌یابد .

ت – در دمای صفر درجه انحلال‌پذیری هر سه گاز NO, O_2, N_2 برابر صفر است .

تست : چنانچه در ..... ثابت ، ..... را ..... کنیم انحلال‌پذیری گازها در آب ..... می‌شود .

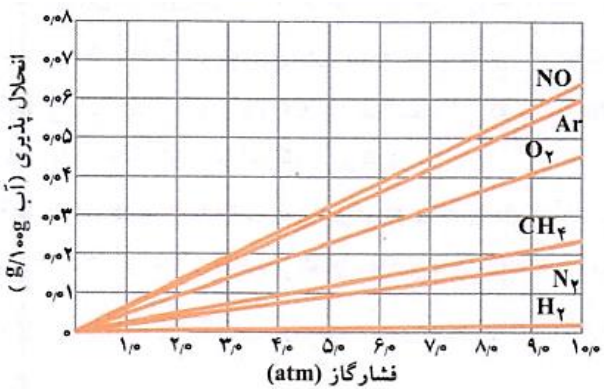
۱ – فشار – دما – دوبرابر – نصف

۲ – دمای – فشار گاز – دوبرابر – دو برابر

۳ – دمای – فشار گاز – نصف – دوبرابر

۴ – فشار – دما – نصف – دوبرابر

تست : با توجه به نمودار زیر فرض کنید یک تن از یک نمونه آب در فشار *atm* ۱۰ از گاز آرگون سیرشده است . چنانچه در دمای ثابت ، فشار را تا *atm* ۳/۴ کاهش دهیم ، چند لیتر گاز آرگون (پس از تبدیل به شرایط *stp*) آزاد می شود ؟ (*Ar=40*)



۶۷۲

۲۲۴

۳۳۶

۵۶۰

تست : در میان موارد زیر کدام عبارت‌ها در مقایسه گازهای NO, N_2, O_2 درست هستند ؟

آ – در دما و فشار یکسان ترتیب انحلال‌پذیری به صورت $O_2 < N_2 < NO$ است .

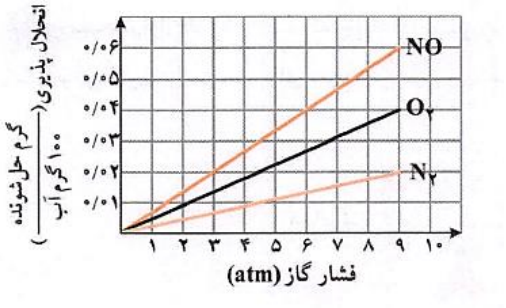
ب – بیشتر بودن انحلال‌پذیری NO نسبت به O_2 در فشار معین تاییدی بر قانون هنری است .

پ – شیب نمودار " انحلال‌پذیری – فشار" برای NO بیشتزن و برای N_2 کمترین است .

ت – انحلال هر سه گاز در آب از نوع انحلال مولکولی است .

۱ – آ و ب ۲ – پ و ت ۳ – آ – ب - ت ۴ – ب – پ – ت

تست : با توجه به نمودار زیر که مربوط به دمای ۲۰ درجه است چند عبارت زیر درست است ؟



آ – هیچ یک از سه گاز مطرح شده با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند .

ب – در دمای ۲۰ درجه و در فشار atm ۱ هر سه گاز نامحلول محسوب می‌شوند .

پ – در فشار atm۹ حداکثر می‌توان ۰/۰۱ گرم گاز نیتروژن را در ۱۰۰ گرم آب حل نمود .

ت – در فشار atm ۸ انحلال‌پذیری گاز NO بیش از ۴ برابر انحلال پذیری گاز N_2 است .

تست : با کدام موارد زیر درست است ؟ تجربی ۱۴۰۲

الف – روش تجربی ، مناسب‌ترین روش تعیین انحلال‌پذیری ترکیب‌های یونی در آب است .

ب – نمودار (انحلال پذیری – دما) برای یک ترکیب یونی در آب ، می‌تواند به صورت خطی نباشد .

پ – قانون هنری نشان می‌دهد تغییر فشار بر انحلال‌پذیری گازها با مولکول قطبی نسبت به انحلال‌پذیری گازها با مولکول ناقطبی ، تاثیر بیشتری دارد.

ت – هنگام انحلال اتانول در آب ، سر قطبی حل شونده از یک سو و سر ناقطبی آن از سوی دیگر با مولکول‌های آب پیوند می‌دهد .

۱ – ب و پ ۲ – ب و ت ۳ – الف و پ ۴- الف و ب

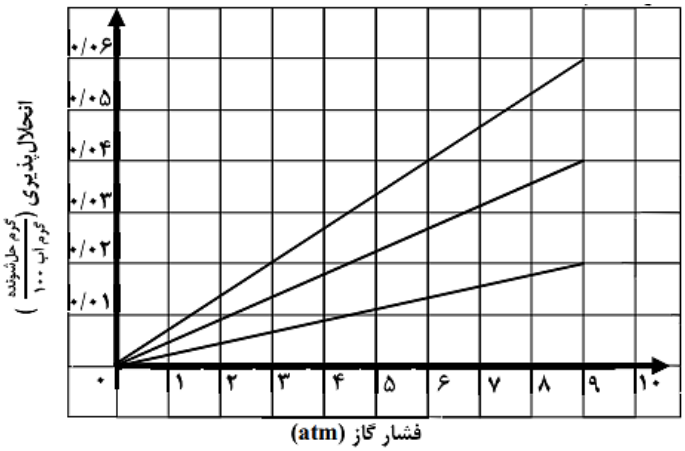
تست : چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ ریاضی ۹۹

- انحلال گازها در آب گرماده است .
- محلول برخی مواد آلی در آب خاصیت رسانایی دارد.
- افزایش فشار و دما روی انحلال‌پذیری گازها در آب ، عکس یکدیگر عمل می‌کند .
- کاهش دما انحلال پذیری لیتیم سولفات و پتاسیم نیترات را در آب افزایش می‌دهد .

تست : چند مورد از مطالب زیر درباره انحلال‌پذیری گازها درست است ؟ ریاضی خارج ۱۴۰۰

- روند تاثیر کاهش دما بر افزایش انحلال‌پذیری گازهای N_2, O_2 به تقریب مشابه است .
- تاثیر افزایش فشار بر انحلال‌پذیری گاز NO در مقایسه با انحلال‌پذیری گاز N_2 بیشتر است .
- در شرایط یکسان انحلال پذیری NO با مولکول قطبی ، بیشتر از انحلال‌پذیری گاز CO_2 با مولکول ناقطبی است .
- در دما و فشار معین انحلال‌پذیری گازهای N_2, O_2 میتواند به ترتیب برابر ۳/۷۵ و۲/۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم آب باشد .

تست : شکل زیر تغییر انحلال‌پذیری سه گاز O_2, N_2, NO را با تغییر فشار گاز در دمای ثابت نشان می‌دهد . اگر در فشار $\frac{a+b}{2}$ اتمسفر مقدار عددی غلظت مولی گاز NO به تقریب برابر مقدار عددی انحلال پذیری گاز N_2 در فشار ۴/۵ اتمسفر باشد انحلال پذیری گاز O_2 در فشار $a+b$ اتمسفر کدام است ؟ تجربی ۱۴۰۲ ($N=14$, $O=16$)



۱) ۰/۰۴

۲) ۰/۰۳۵

۳) ۰/۰۳

۴) ۰/۰۲۳

تست : کدام مورد از مطالب زیر درست است ؟ دی ۱۴۰۱

الف – روش تجربی مناسب‌ترین روش تعیین انحلال پذیری ترکیب‌های یونی در آب است .

ب – نمودار " انحلال پذیری – دما " برای یک ترکیب یونی در آب ، می‌تواند به صورت خطی نباشد .

پ – قانون هنری نشان میدهد تغییر فشار بر انحلال‌پذیری گازها با مولکول قطبی نسبت به انحلال‌پذیری گازها با مولکول ناقطبی تاثیر بیشتری دارد .

ت – هنگام انحلال اتانول در آب سرقطبی حل شونده از یک سو و سر ناقطبی از سوی دیگر با مولکول‌های آب پیوند می‌دهند

۱) پ ، ت ۲) ب ، ت ۳) الف ، پ ۴) الف ، ب

تست : با توجه به شکل زیر که نمودارهای انحلال‌پذیری اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا را نشان می‌دهد کدام مطلب نادرست است ؟ تجربی ۱۴۰۱

۱ – تاثیر افزایش دما بر کاهش انحلال‌پذیری اکسیژن در آب آشامیدنی در مقایسه با آب دریا کمتر است .

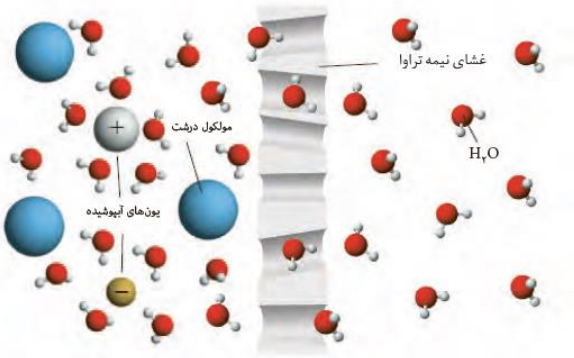
۲ - انحلال پذیری اکسیژن در آب آشامیدنی در دمای ۵ ، به تقریب ۱/۷۵ برابر انحلال‌پذیری آن در دمای ۳۰ است .

۳ – انحلال پذیری اکسیژن در آب آشامیدنی در دمای ۵ ، به تقریب ۲/۲ برابر انحلال‌پذیری آن در دمای ۴۵ است .

۴ – افزایش شوری آب می‌تواند زندگی آبزیان را به خطر بیاندازد .

فرآیند اسمر ، اسمز معکوس ، تصفیه آب

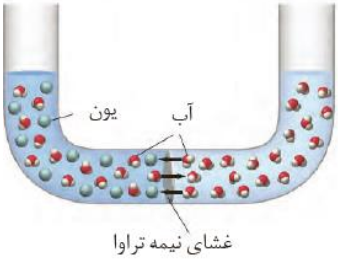
غشای نیمه تراوا : دیواری است که روزنه های بسیار ریز دارد و فقط اجازه عبور به برخی از ذره ها و مولکول های کوچک مانند آب و برخی یون ها را می دهد برای نمونه در شکل زیر غشای نیمه تراوا با فقط اجازه عبور به مولکولهای آب را می دهد



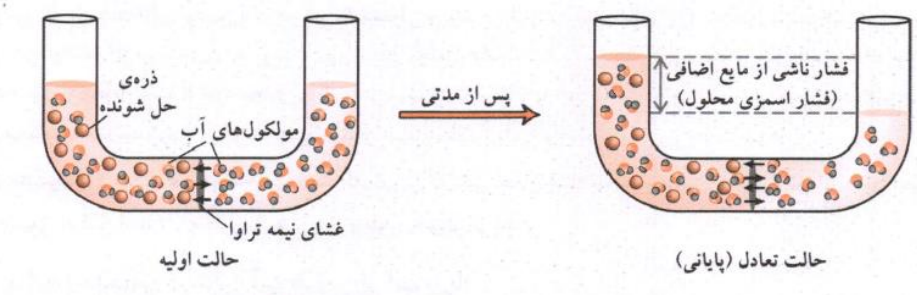
شکل ۲۶ـ غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی

فرآیند اسمز (گذرندگی)

به مهاجرت خودبه‌خودی مولکول‌های یک حلال از طریق یک غشای نیمه تراوا ، از یک محلول با غلظت پایین‌تر به محلولی با غلظت بالاتر ، فرآیند **اسمز (گذرندگی)** می‌گویند . این کار به مرور باعث میشود که تفاوت غلظت بین دو محلول در دو طرف غشا کم و کمتر شود.



بر اثر مهاجرت مولکولهای آب طی فرایند اسمز از سمت راست غشا به سمت چپ آن ارتفاع مایع در لوله سمت چپ بالا و بالاتر می‌رود. این افزایش ارتفاع مایع در سمت چپ لوله باعث میگردد که فشار وارد بر غشای نیمه تراوا از سمت چپ بیشتر از سمت راست شود بنابراین به مرور مهاجرت مولکول های آب از سمت راست به سمت چپ دشوارتر می‌شود تا جایی که پس از مدتی تعداد مولکول های آبی که به دو طرف غشای نیمه تراوا مهاجرت می کند با یکدیگر برابر میشود .



همانطور که از شکل فوق پیداست فشار ناشی از مایع اضافی در سمت چپ لوله باعث توقف فرایند اسمز می شود به بیان دیگر فشاری که لازم است تا فرایند اسمز را متوقف کند برابر فشار ناشی از اختلاف سطح دو مایع در دو طرف شکل فوق است اینجاست که می توانیم واژه‌ای را تعریف کنیم که یکی از ویژگی‌های مهم محلول ها به شمار می رود .

فشار اسمزی محلول : فشاری که لازم است بر محلول مورد نظر وارد شود تا باعث توقف فرایند اسمز شود .

هر چه غلظت محلول بیش‌تر ← اختلاف ارتفاع دو مایع در دو طرف غشای نیمه تراوا، بیش‌تر ← فشار اسمزی، بیش‌تر

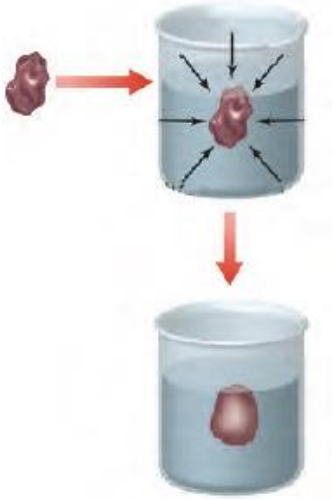
نکته : **هرچه غلظت یک محلول بیشتر باشد فشار اسمزی آن نیز بیشتر است . زیرا هرچه غلظت یک محلول بیشتر باشد تمایل مولکولهای آب برای مهاجرت به سمت آن بیشتر شده و برای متوقف نمودن فرایند اسمز و فشار بالاترین نیاز است**

نکته : فرایند اسمز برای نمک زدایی از آب دریا و تهیه آب شیرین **مناسب نیست** زیرا در فرایند اسمز مولکول های آب از آب شیرین به سمت آب دریا مهاجرت می کنند .

و حالا دو مورد حفظی ـ خوراکی!

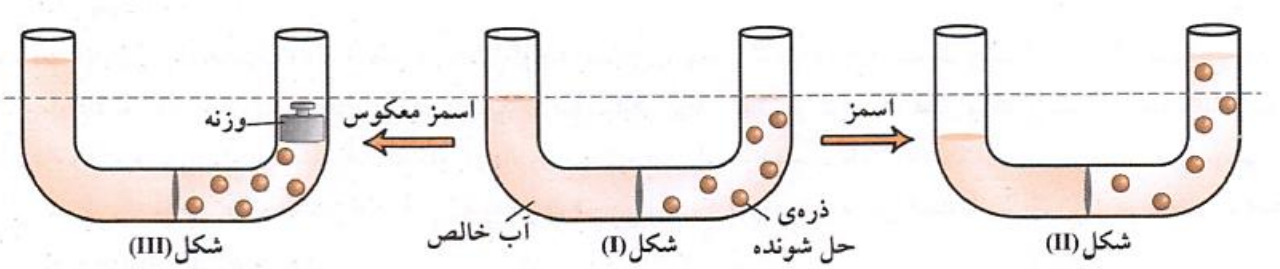
۱ـ هنگامی که حبوبات و میوه‌های خشک مانند مویز (انگور سیاه خشک شده) را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، مولکول‌های آب، خودبه‌خود (بر اثر فرایند اسمز) از روزنه‌های دیواره‌ی سلولی عبور می‌کنند تا از محلول رقیق وارد محلول غلیظ شوند. بدین ترتیب پس از مدتی حبوبات یا میوه‌های خشک مورد نظر *از حالت چروکیده خارج شده و متورم و سرحال ظاهر می‌شوند!* در ضمن، در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و .... از بافت میوه به آب راه می‌یابند.

۲ـ با قرار دادن خیار در آب شور، *ایشان تبدیل به موجودی زشت و چروکیده می‌شوند!* علت این است که غلظت املاح در آب شور بیش‌تر از بافت‌های درونی خیار است بنابراین براساس پدیده‌ی اسمز، مولکول‌های آب از دیواره‌ی سلول‌های خیار عبور کرده و وارد آب شور می‌شوند. بدین ترتیب خیار، آب و *در واقع شادابی* (!) خود را از دست می‌دهد و تبدیل به موجودی چروکیده می‌شود. *دلم سوخت برایش!*



اسمز معکوس

فرآیندی غیر خودبه‌خودی که طی آن به دلیل اعمال فشار بر سطح محلول غلیظ‌تر ، مولکول‌های آب بر خلاف روند طبیعی (فرآیند اسمز) از محلول غلیظ‌تر وارد محلول رقیق‌تر می‌شوند .

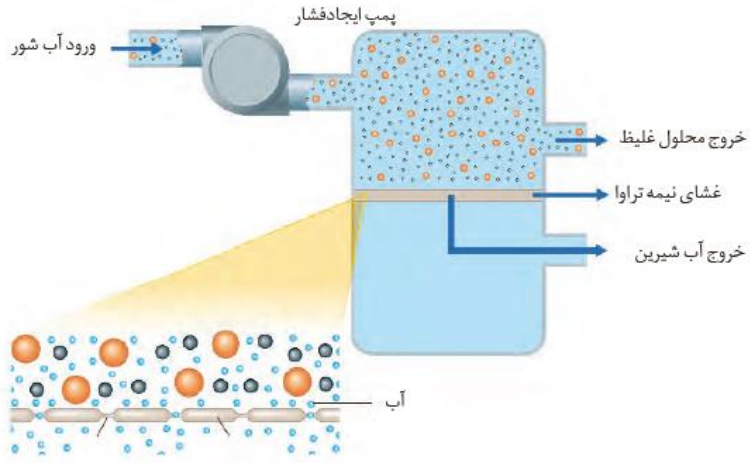


در شرایط معمولی و براساس فرآیند اسمز ، شکل ۱ به طور خودبه خود به شکل ۲ تبدیل می شود . اما اگر در لوله سمت راست ، روی محلول ، فشار نسبتاً بالایی وارد کنیم ، مولکول‌های آب برخلاف قاعده کلی فرایند اسمز ، از محلول غلیظ تر وارد محلول رقیق‌تر می شوند (شکل ۳) .

کاربرد اسمز معکوس در تولید آب شیرین از آب دریا

در فرآیند اسمز معکوس ، مولکول‌های آب از محلول غلیظ‌تر (آب دریا) وارد محلول رقیق‌تر (آب شیرین) می‌شوند .

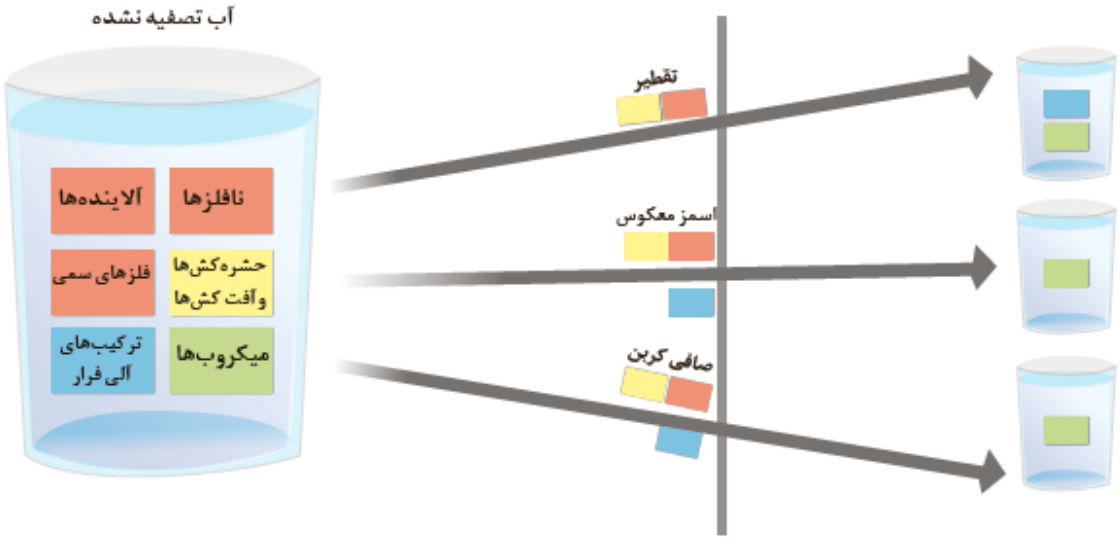
این فرایند کمک می کند که مولکول‌های آب از املاح و ناخالصی‌های موجود در آب دریا جدا شده و وارد آب شیرین شوند .



ابتدا آب دریا را از قسمت فوقانی دستگاه وارد می‌کنند و پمپ ایجاد فشار باعث انجام فرایند اسمز معکوس می‌شود . بدین ترتیب که مولکول‌های آب ، تحت فشار مجبور می‌شوند از غشای نیمه تراا عبور نموده و وارد آب شیرین شوند . بدیهی است گه محلول آب دریا به مرور غلیظ‌تر می‌شود و در نهایت از سمت دیگر دستگاه خارج می‌شود .

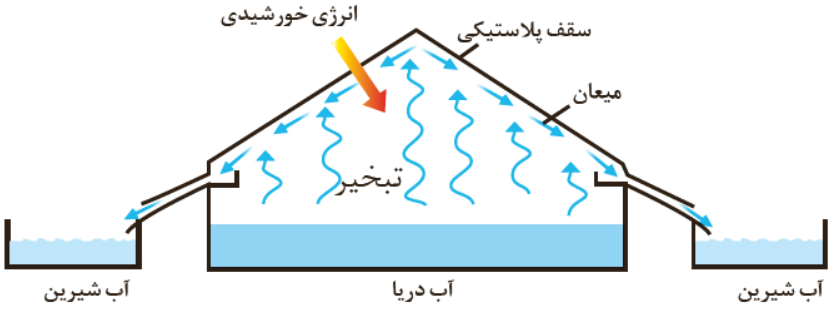
تصفیه آب

شکل زیر برخی روش های تصفیه یک نمونه آب را نشان می دهد



۱ – تقطیر

به طور کلی فرایند تقطیر عملی است که طی آن ابتدا یک محلول حرارت داده میشود تا تنها برخی از اجزای آن تبخیر شود سپس اجزای تبخیر شده را سرد میکند تا میعان شده و در نهایت از محلول اولیه جدا شود پس می توان گفت که تقطیر عبارت است از تبخیر و سپس میعان . شکل زیر روشی برای تهیهٔ آب شیرین از آب دریا را نشان می دهد.

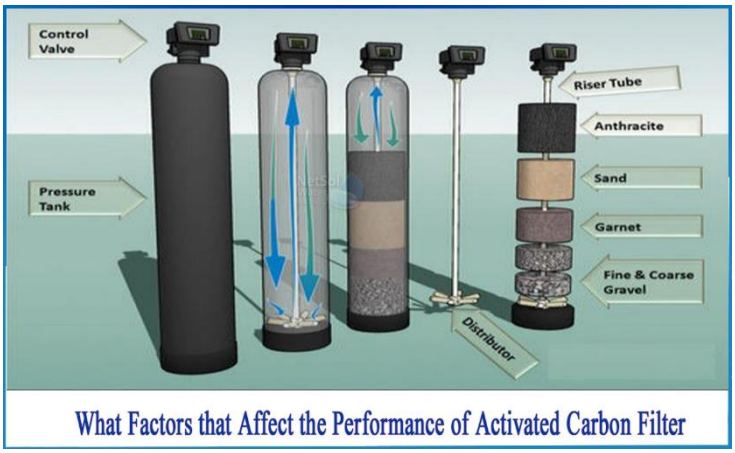


طبق این شکل ابتدا آب موجود در دریا به کمک انرژی خورشید تبخیر می‌گردد و بخارهای حاصل در برخورد با سقف پلاستیکی میعان شده و سپس به حاشیه‌های اتاقک هدایت و به صورت آب شیرین جمع آوری می شوند .

تذکر : در روش تقطیر از میان ناخالصی‌های ۶ گانه ، ۴ مورد از آن جداسازی می‌شوند و تنها میکروب‌ها و ترکیب‌های آلی فرار در آب باقی می‌مانند .

۲ – اسمز معکوس : که قبلا توضیح داده شد .

۳ – صافی کربن



What Factors that Affect the Performance of Activated Carbon Filter

در این روش آب تصفیه نشده را از درون صافی‌هایی عبور می‌دهند که حاوی کربن متخلخل هستند و قابلیت جذب بسیاری از ناخالصی‌های موجود در آب را دارند .

تذکر ۱ : در روش اسمز معکوس و صافی کربن ، از میان ناخالصی‌های ۶ گانه ، ۵ مورد آن جدا می‌شوندو تنها میکروب‌ها در آب باقی می‌مانند.

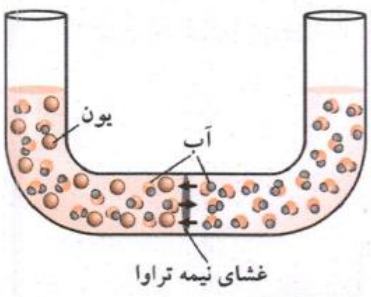
تذکر ۲ : با توجه به این که در هر سه روش تصفیه‌ی آب (شامل تقطیر ، اسمز معکوس و صافی کربن) میکروب‌ها در داخل آب باقی می‌مانند ، آب تصفیه شده در این روشها را باید پیش از مصرف ، کلرزنی کرد .

توجه کنید که کلر خاصیت میکروب کشی و گندزدایی دارد .

جمع‌بندی : به طور کلی در مقایسه‌ی سه روش تصفیه‌ی آب، باید جدول زیر را به خاطر بسپارید:

نام روش	شمار ناخالصی‌های جدا شده از میان ناخالصی‌های ۶ گانه‌ی آب	ناخالصی‌های باقی‌مانده
تقطیر	۴	میکروب‌ها + ترکیب‌های آلی فرار
اسمز معکوس	۵	میکروب‌ها
صافی کربن	۵	میکروب‌ها

تست : با توجه به شکل زیر که در آن حجم‌های برابر از آب دریا و آب مقطر به وسیله یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده اند ، چند مورد از موارد زیر درست هستند ؟ (یون‌های سدیم و کلرید نمیتوانند از این غشا بگذرند .)



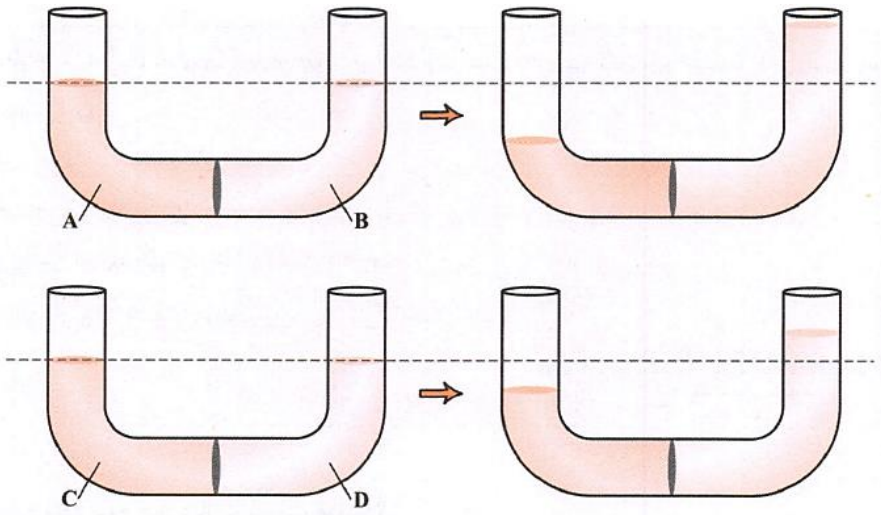
آ – با گذشت زمان ارتفاع آب در قسمت‌های سمت راست و چپ شکل ، به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابند .

ب – به مرور زمان غلظت آب نمک در قسمت‌های چپ و راست غشا یکسان می‌شوند .

پ - در این شکل پدیده گذرندگی (اسمز) انجام می‌شود که با مصرف انرژی همراه است .

ت – با این روش می‌توان آب دریا را نمک زدایی کرد و آب شیرین تهیه نمود .

تست : با توجه به شکل‌های زیر که در آن محلول‌های D,C,B,A همگی محلول NaCl با غلظت‌های متفاوت هستند چند مورد از موارد زیر درست هستند ؟



آ ـ اگر غلظت محلول‌های A و C برابر باشند، غلظت محلول B از غلظت محلول D بیش‌تر است.

ب ـ اگر غلظت محلول‌های B و D برابر باشند، غلظت محلول A از غلظت محلول C کم‌تر است.

پ ـ اگر غلظت محلول D از غلظت محلول B بیش‌تر باشد، غلظت محلول C نیز از غلظت محلول A بیش‌تر است.

ت ـ تفاوت غلظت محلول‌های A و B، بیش‌تر از تفاوت غلظت محلول‌های C و D است.

۱ (۱ ۲ (۲ ۳ (۳ ۴ (۴

چند مورد از مطالب زیر درست است ؟ تجربی ۹۹

- انتقال پیام عصبی بدون وجود یون پتاسیم در بدن ناممکن است .
- فراوانترین کاتیون از گروه ۱ جدول تناوبی در آب دریاها یون سدیم است .
- حرکت خودبه‌خودی مولکولهای آب از محیط غلیظ به محیز رقیق را گذرندگی می‌نامند .
- برای حذف آلاینده‌های موجود در آب ، استفاده از صافی کربنی نسبت به روش اسمز معکوس بهتر است .
- با انجام عمل تقطیر از سه آلاینده (میکروب‌ها ، ترکیب آلی فرار و حشره‌کش‌ها) تنها یک مورد را می‌توان حذف کرد .

کدام فرآیند به خاصیت اسمز (گذرندگی) مربوط نیست ؟ ریاضی ۹۸

۱ – پلاسیده شدن خیاز تازه در آب شور

۲ – متورم شدن زردآلوی خشک در آب درون لیوان

۳ – ته‌نشین شدن گل و لای در دریاچه‌ها

۴- نگهداری طولانی مدت گوشت و ماهی در نمک